

# PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA AI SENSI DEL D.Lgs. 152/06 MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO CON RIPRISTINO AMBIENTALE

Committente: **Comune di Padova**

Oggetto: **RELAZIONE TECNICA**

Località: **Piazzale Boschetti - Padova (PD)**

Data: **Ottobre 2016**



Redazione progetto:

Dott.ssa Geol. Linda Collina

Dott. Dario Blavati

Dott. Ing. Leonardo Malagò

n° archivio 32-2016



S G M Ingegneria S.r.l.

Via Felice Gioelli, 30 - 44122 Ferrara  
tel. 0532/770108 - fax. 0532/775279  
C.F. e Partita IVA 01682020381  
e-mail [info@sgm-ingegneria.it](mailto:info@sgm-ingegneria.it)  
internet: [www.sgm-ambiente.it](http://www.sgm-ambiente.it)

# REL. POB

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO DEL PRESENTE LAVORO.....	3
1.2	RICOSTRUZIONE ITER .....	3
1.3	DOCUMENTAZIONE RACCOLTA E/O ELABORATA .....	4
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA IN ESAME .....</b>	<b>6</b>
2.1	UBICAZIONE DELL'AREA.....	6
2.2	DESTINAZIONE D'USO DEI TERRENI E LIMITI DI LEGGE APPLICABILI .....	7
2.3	PROGETTO PREVISTO PER IL SITO .....	8
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE.....</b>	<b>9</b>
3.1	SINTESI INDAGINI PREGRESSE .....	9
3.1.1	Caratteristiche litostratigrafiche sito specifiche .....	9
3.1.2	Risultati analisi chimiche terreni.....	10
3.1.3	Risultati matrice acque di falda.....	13
3.1.4	Indagini sito specifiche per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio .....	13
3.2	INDAGINI AREA ADIACENTE CANALE PIOVEGO – SETTEMBRE 2016.....	13
<b>4</b>	<b>SINTESI ANALISI DI RISCHIO APPROVATA .....</b>	<b>23</b>
4.1	MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO .....	23
4.2	IMPOSTAZIONI GENERALI PER ADR.....	24
4.3	ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA MATRICE SUOLO SUPERFICIALE .....	24
4.4	ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA MATRICE SUOLO PROFONDO .....	26
4.5	ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA MATRICE SOIL GAS.....	27
<b>5</b>	<b>LA CONTAMINAZIONE NEI TERRENI: SCELTA E DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA DI BONIFICA.....</b>	<b>28</b>
5.1.	OBIETTIVI DELLA BONIFICA .....	28
5.1.1.	AREE INDIVIDUATE DALL' ANALISI DI RISCHIO .....	28
5.1.2.	AREE DI INTERVENTO .....	28
5.2.	RASSEGNA DELLE PRINCIPALI TECNOLOGIE DI BONIFICA ADOTTATE.....	29
5.3.	SCELTA DELLA TECNOLOGIA DI BONIFICA DA ADOTTARE E CRITERI UTILIZZATI PER LA SCELTA .....	29
5.3.1.	CRITERI DI SCELTA .....	29
5.3.2.	SCELTA DELLA TECNOLOGIA DI BONIFICA DA ADOTTARE .....	30
5.4.	CONCLUSIONI.....	34
<b>6.</b>	<b>DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DELLA TECNICA E DEGLI INTERVENTI PREVISTI E RELATIVA COMPATIBILITÀ AMBIENTALE .....</b>	<b>35</b>
6.1.	PREMESSA.....	35
6.2.	AREE DI INTERVENTO.....	35
6.3.	DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO .....	37
6.3.1.	FASI DI INTERVENTO .....	37
6.3.2.	ACCANTIERAMENTO .....	38
6.3.3.	DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE LATO CANALE PIOVEGO.....	39
6.3.4.	SCAVO E STOCCAGGIO DEL TERRENO DEI MATERIALI SCAVATI.....	40
6.3.4.1.	SCAVO HOT SPOT .....	40
6.3.4.2.	SCAVO OPERE DI RIQUALIFICAZIONE URBANA DEL SITO .....	42
6.3.5.	SCARIFICA PAVIMENTAZIONE P.LE BOSCHETTI.....	42
6.3.6.	CAMPIONAMENTO E ANALISI .....	42
6.3.6.1.	MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO .....	43
6.3.6.2.	ANALISI SUI CAMPIONI E GESTIONE MATERIALI SCAVATI .....	43
6.3.7.	GESTIONE DEI RIFIUTI .....	45
6.3.8.	REALIZZAZIONE DEL CAPPING SUPERFICIALE .....	46



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

6.3.9.	SISTEMAZIONE FINALE DELL' AREA.....	49
6.3.10.	COLLAUDO DELLE OPERE DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....	49
6.3.10.1.	ACCORGIMENTI DA ADOTTARE IN FASE DI REALIZZAZIONE .....	49
6.3.11.	ACCORGIMENTI TECNICI PROTEZIONE GEOCOMPOSITI .....	55
6.4.	PIANO DI MONITORAGGIO .....	56
<b>7.</b>	<b>ANALISI DI RISCHIO STATO FUTURO .....</b>	<b>57</b>
7.1	MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO – POST INTERVENTO.....	58
7.2	ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA MATRICE SUOLO SUPERFICIALE .....	60
7.2.1	Principali parametri di input utilizzati .....	60
7.2.2	Modelli di trasporto e destino degli inquinanti .....	63
7.2.3	Calcolo del rischio e delle CSR per la sorgente suolo superficiale .....	64
7.3	ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA MATRICE SUOLO PROFONDO .....	65
7.3.1	Principali parametri di input utilizzati .....	65
7.3.2	Modelli di trasporto e destino degli inquinanti .....	67
7.3.3	Calcolo del rischio e delle CSR per la sorgente suolo profondo .....	67
<b>8.</b>	<b>ANALISI ECONOMICA DEGLI INTERVENTI: COMPUTO METRICO ESTIMATIVO.....</b>	<b>69</b>
	<b>APPENDICE A: DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI TECNICHE DI BONIFICA APPLICABILI .....</b>	<b>70</b>
A.1.	INTRODUZIONE.....	70
A.2.	TECNOLOGIE APPLICABILI PER LA BONIFICA DEI TERRENI .....	71
A.2.1.	Scavo e smaltimento.....	71
A.2.2.	Soil Vapor Exctraction .....	72
A.2.3.	Bioventing .....	74
A.2.4.	Copertura superficiale .....	76
A.2.5.	Biocumulo (biopile) .....	78
A.2.6.	Land farming .....	79

## 1 Premessa

### 1.1 Oggetto del presente lavoro

Il presente documento costituisce il **PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA CON RIPRISTINO AMBIENTALE**, elaborato secondo le disposizioni del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. “Norme in materia ambientale”, relativo all’area di Piazzale Boschetti, ubicato nel centro abitato di Padova.

**Il PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA SI INSERISCE ALL’INTERNO DEL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE URBANISTICA DELLA ZONA, CHE PREVEDE LA REALIZZAZIONE DEL PARCO TITO LIVIO NELL’AREA COMPRESA TRA VIA TRIESTE, VIA GASPARE GOZZI E IL CANALE PIOVEGO** (attuale area di sedime di P.le Boschetti e via Vecchio Gasometro).

Al riguardo si evidenzia infatti che, come riportato nel verbale della CdS del 05/05/2016, (all. POB1) l’intervento di riqualificazione del sito riguarda sia l’area di P.le Boschetti sia l’area di sedime di via Vecchio Gasometro, pertanto il presente documento contiene le misure previste per l’intervento di bonifica con ripristino ambientale dell’intero sito come sopra descritto.

### 1.2 Ricostruzione iter

Di seguito si riporta la ricostruzione delle attività svolte nel sito:

1. In data **02/12/2011** il Settore Edilizia Pubblica del Comune di Padova trasmette a Regione e Provincia e per conoscenza all’Arpav la comunicazione ai sensi dell’art.244 del D.Lgs 152/2006 e successive modifiche per l’intero Piazzale Boschetti per il superamento di alcuni valori di Concentrazione di Soglia di Contaminazione nel suolo (Arsenico, idrocarburi pesanti e leggeri, idrocarburi policiclici aromatici) e nelle acque sotterranee (Arsenico, Ferro, Manganese e Nichel);
2. In data **11/11/2013** il Settore Edilizia Pubblica affida l’incarico per la progettazione ed esecuzione del Piano della caratterizzazione dell’area ai sensi dell’art.242 del D.Lgs 152/2006;
3. In data **16/10/2013** si tiene un incontro tecnico tra Comune, Provincia e Arpav per valutare gli esiti della caratterizzazione, che aveva evidenziato concentrazioni significative anche se circoscritte, per alcuni parametri, quali gli idrocarburi pesanti, e previo accoglimento favorevole della richiesta da parte della Regione, è stato utilizzato l’importo residuo del fondo regionale per svolgere ulteriori indagini integrative, propedeutiche alla conclusione della caratterizzazione dell’area;
4. Ad **Agosto e Novembre 2015** vengono effettuate due campagne di monitoraggio dei soil gas, che hanno evidenziato la presenza di valori significativi di alcuni parametri, facendo emergere la necessità di elaborare un’analisi di rischio con riferimento alla destinazione attuale dell’area;
5. In data **28/01/2016** viene presentata in Comune l’**ANALISI DI RISCHIO PER LA MATRICE SOIL-GAS**, elaborata sulla base dello stato di fatto di Piazzale Boschetti. Durante questo incontro gli Enti prendono atto che i risultati dell’analisi di rischio sanitaria, eseguita in modalità diretta, inserendo le concentrazioni rilevate di soil gas, evidenziano un rischio accettabile per gli attuali utilizzatori del parcheggio, restando in attesa della presentazione dell’analisi di rischio sanitaria ambientale che tenga conto degli ultimi sviluppi decisi dall’Amministrazione comunale di adibire l’area a verde pubblico con la realizzazione di un parco e la sistemazione degli edifici presenti.
6. Nell’**Aprile 2016** viene presentata agli enti competenti la “**RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA INDAGINI INTEGRATIVE, MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO E ANALISI DI RISCHIO AI SENSI DEL D.LGS 152/06.**”

7. In data **05/05/2016** si tiene la **CONFERENZA DEI SERVIZI**, (determina di approvazione n.2016/89/0053 del 11/05/2016) presso il Comune di Padova, in cui gli Enti convocati:
- approvano gli obiettivi di bonifica definiti dall'Analisi di Rischio;
  - ricordano che ai sensi dell'art.242, comma 7 dovrà essere presentato un progetto operativo di bonifica con ripristino ambientale;
  - ricordano che l'approvazione del progetto operativo di bonifica con ripristino ambientale resta comunque preliminare al progetto di riqualificazione urbanistica ed edilizia del sito stesso;
  - approvano il piano di monitoraggio della matrice acqua di falda.

### 1.3 Documentazione raccolta e/o elaborata

Nelle seguenti tabella è riportato l'elenco della principale documentazione consultata ed utilizzata per l'elaborazione del Progetto Operativo di Bonifica in oggetto.

Tab. 1.1 – Documentazione utilizzata per l'elaborazione del presente documento		
N.	Estremi documento	Oggetto
doc. 1	<i>Suoli e falde contaminati analisi di rischio sito-specifica criteri e parametri</i>	Manuale Unichim N. 196/1, edizione 2002
doc. 2	Manuale "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" elaborato a cura del Gruppo di Lavoro APAT-ARPA/APPA-ICRAM-ISPEL-ISS e pubblicato nel marzo 2008 (Rev. 2)	Il Manuale e le sue appendici (dove è presente anche una banca dati chimico-fisica-tossicologica) sono scaricabili all'indirizzo web: <a href="http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/analisi-di-rischio/">http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/siti-contaminati/analisi-di-rischio/</a>
doc. 3	Manuale d'uso del software <i>Risk-NET</i> vers. 2.0 sviluppato dall'Università di Roma "Tor Vergata" nell'ambito della rete Reconnet;	Il manuale è relativo alla versione 2.0 del software aggiornata al Marzo 2015
doc. 4	L. D'Aprile, R. Baiocchi e S. Berardi, <i>L'analisi di rischio come strumento di supporto alle decisioni nella gestione dei siti contaminati</i> , marzo 2006	Articolo presentato al convegno di S.Giovanni Valdarno.
doc. 5	Banca dati ISS-INAIL	Redatto da ISS-INAIL nel Marzo 2015
doc. 6	Biodisponibilità di rame ed arsenico in suoli contaminati	Elaborato da I.Cattani, E. Capri, R. Boccelli Università cattolica del Sacro cuore facoltà di Agraria Istituto di chimica agraria ed ambientale - Sezione chimica vegetale. Tale documento è scaricabile all'indirizzo web: <a href="http://www4.unicatt.it/icaa/docs/LIBRO_DOTTORA_TO.pdf">http://www4.unicatt.it/icaa/docs/LIBRO_DOTTORA_TO.pdf</a>
doc. 7	Mobilità e Fitodisponibilità di Arsenico in Suoli Inquinati	Tesi di dottorato elaborata da Aegle Bianco (a.a. 2004-2007) Università degli Studi di Napoli Federico II Facoltà di Agraria Dipartimento di Scienze del Suolo della Pianta dell'Ambiente e delle Produzioni Animali. Tale documento è scaricabile all'indirizzo web: <a href="http://www.fedoa.unina.it/1687/1/Branco_Agrobiologia_e_Agrochimica.pdf">http://www.fedoa.unina.it/1687/1/Branco_Agrobiologia_e_Agrochimica.pdf</a>
doc. 8	Monitoraggio sperimentale dello ione arsenico nelle acque sotterranee della media e bassa pianura veneta (Progetto Mo.Sp.As)	Elaborato da ARPAV (n. 17/2009) <a href="http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/sotterranee/SAI_MoSpAs.pdf">http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/sotterranee/SAI_MoSpAs.pdf</a>



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

**Tab. 1.1 – Documentazione utilizzata per l'elaborazione del presente documento**

N.	Estremi documento	Oggetto
<b>Documentazione inerente al sito in esame</b>		
Doc. 1-A	Studio finalizzato alla definizione degli scenari di carattere idraulico e geotecnico relativi alla realizzazione del complesso del nuovo auditorium di Padova	Redatto dall'Università degli studi di Padova e fornito dal Comune di Padova
Doc. 2-A	Esecuzione del Piano di Caratterizzazione ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs 152/06 dell'Area 3.3 – Piazzale Boschetti Padova	Redatta dalla Società Vincenzetto S.r.l. di Villa Estense (PD) nel Marzo-Aprile 2014
Doc. 3-A	Relazione tecnico descrittiva per l'installazione e il monitoraggio dei soil gas	Redatto dagli scriventi nel Novembre 2015
Doc. 4-A	Analisi di Rischio stato attuale per la matrice soil gas	Redatto dagli scriventi nel Dicembre 2015
Doc. 5-A	Relazione tecnica descrittiva indagini integrative, Modello Concettuale sito specifico ed Analisi di Rischio ai sensi del D.Lgs 152/06	Redatto dagli scriventi nell'Aprile 2016

**Tab. 1.2 - Documentazione cartografica elaborata**

N.	Estremi documenti	Origine
Tav. POB1	Carta ubicazione area di intervento	Elaborato
Tav. POB2	Carta ubicazione sondaggi eseguiti	
Tav. POB3	Carta ubicazione piezometri installati	
Tav. POB4	Tavola aree di scavo	
Tav. POB5	Tavola intervento di MISP	
Tav. POB6	Carta poligoni di Thiessen suolo superficiale post intervento	
Tav. POB7	Carta poligoni di Thiessen suolo profondo post intervento	
Tav. POB8	Tavola sistemazione finale dell'area	
Tav. POB9	Schema organizzazione cantiere	

**Tab. 1.3 - Documentazione raccolta e/o elaborata**

N.	Estremi documenti	Oggetto/osservazioni
All. POB1	Documentazione amministrativa	Determina approvazione progetto del 11/05/2016 (CdS del 05/05/2016)
All. POB2	Scheda tecnica tipo geotessuto non tessuto	-
All. POB3	Scheda tecnica tipo geomembrana in HDPE	-
All. POB4	Scheda tecnica tipo geocomposito drenante	-
All. POB5	Scheda tecnica pavimentazione resina	-
All. POB6	Cronoprogramma dei lavori	-
All. POB7	Stampe finali di output software <i>RISK NET vers. 2.0</i> Sorgente suolo superficiale–post intervento	
All. POB8	Stampe finali di output software <i>RISK NET vers. 2.0</i> Sorgente suolo profondo–post intervento	
All. POB9	Analisi chimiche sondaggi settembre 2016	Laboratorio Ambiente Sc
<b>Files allegati</b>		
File allegati	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Files MADEP per la ripercettazione della speciazione idrocarburica (sui campioni S9 C1 e S9 C2);</li> <li>• Files del software RISK NET.</li> </ul>	



## 2 Inquadramento dell'area in esame

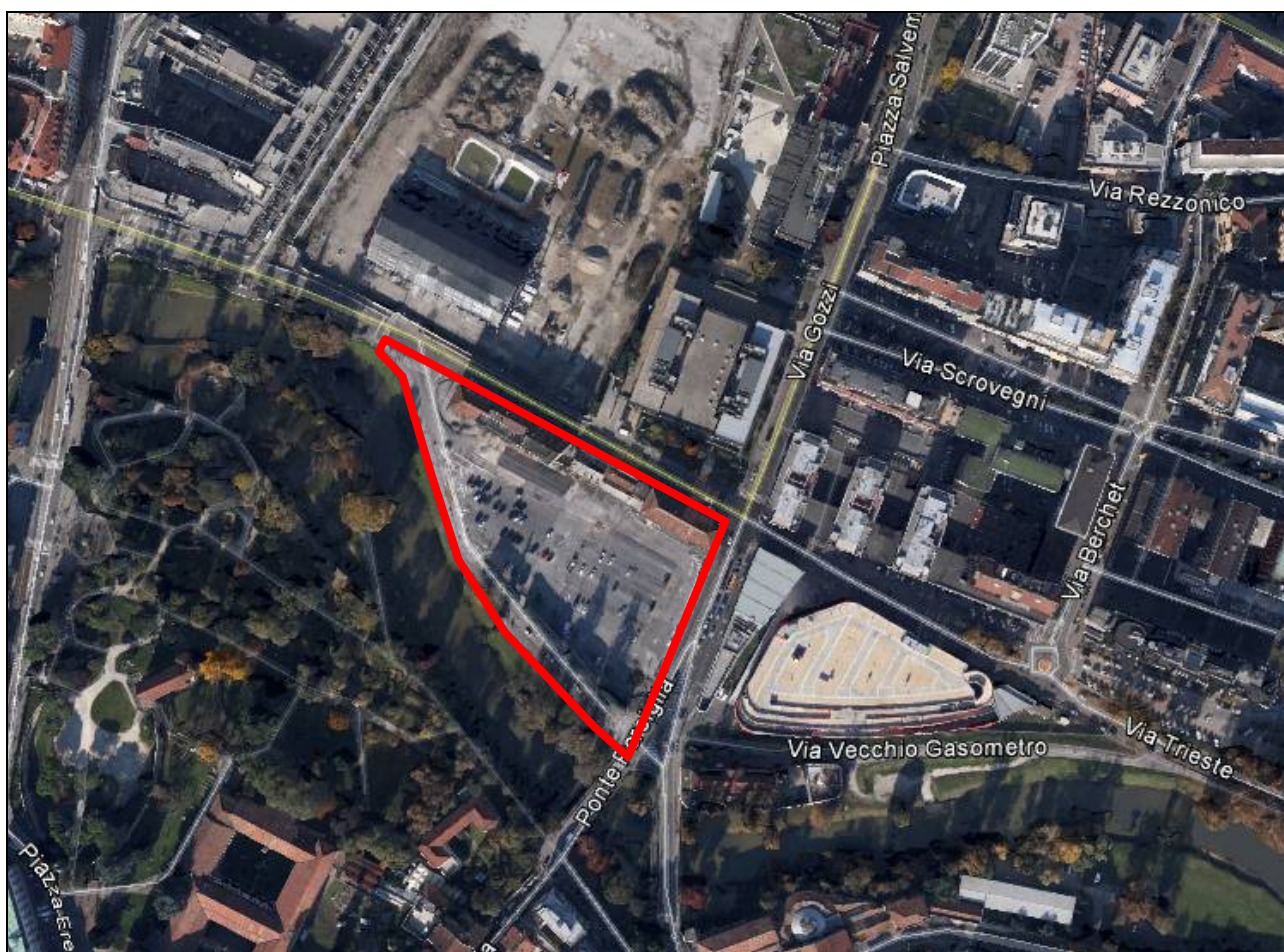
### 2.1 Ubicazione dell'area

Il sito oggetto di intervento di bonifica e di riqualificazione ambientale (vedi Tav. POB1) è costituito dall'area del parcheggio di Piazzale Boschetti e via Vecchio Gasometro, ubicate tra via Trieste, via Gozzi ed il canale Piovego nel centro abitato di Padova. In particolare l'area confina:

- a Nord con Via Trieste;
- a Est con Via Gaspare Gozzi;
- a Sud e ad Ovest con il canale Piovego.

L'area d'intervento considerata è individuata al catasto NCT foglio 66, particelle 203-204-205-206-207-208-209-210-304-305.

Si riporta nella figura seguente la localizzazione dell'area oggetto di intervento.



*Fig. 2.1 – Localizzazione dell'area oggetto dell'intervento all'interno del poligono rosso  
(fonte: Google Earth)*

## 2.2 Destinazione d'uso dei terreni e limiti di legge applicabili

Per la destinazione d'uso dell'area oggetto d'intervento si fa riferimento al PRG/PI del Comune di Padova, dal quale si osserva che il sito, ubicato all'esterno del perimetro del centro storico, è suddiviso in due differenti destinazioni d'uso, visibili in figura seguente.



Fig. 2.2 – Stralcio del PRG/PI del Comune di Padova; nel poligono rosso l'area d'indagine  
(fonte: <http://groupware.comune.padova.it/casperwebprg/index.html> )

L'area indicata dalla trama viola appartiene alle zone direzionali commerciali industriali ed è classificata come “Zona direzionale”, descritta dall'art. 19 delle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) relative al Piano degli Interventi del Comune di Padova, aggiornate in data 05 Ottobre 2015.

L'area indicata dalla trama azzurra appartiene alle aree a servizi senza destinazione specifica ed è classificata come “Centri di interesse scientifico”, descritta dall'art. 25 delle N.T.A.





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

### **2.3 Progetto previsto per il sito**

Il Progetto di riqualificazione urbanistica della zona prevede la realizzazione del Parco Tito Livio nell'area compresa tra via Trieste, via Gaspare Gozzi e il Canale Piovego.

Pertanto vista la futura destinazione del sito, il presente documento è stato redatto considerando i limiti normativi previsti dalla **Colonna A**, Allegato 5 al titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 “*Suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale*”.

### 3 Descrizione delle indagini svolte

Si riporta nel presente capitolo una sintesi delle indagini eseguite in sito e i relativi risultati ottenuti. Per una descrizione dettagliata si rimanda al capitolo 3 del Doc. 5-A redatto in data Aprile 2016 ed approvato dagli Enti di Determinazione n.2016/89/0053 del 11/05/2016 (v. all. POB1).

Si riportano inoltre gli esiti di n.4 sondaggi eseguiti in corrispondenza dell'argine canale Piovego.

#### 3.1 Sintesi indagini pregresse

Nell'Aprile 2013 sono stati completati i lavori di rimozione di cisterne interrato secondo quanto previsto nel Piano di Intervento datato 04/04/2013 (pervenuto ad ARPAV in data 08/04/2013 prot. n.38199) e sono stati eseguiti i campionamento delle pareti del fondo dello scavo.

In seguito sono stati eseguiti nel Febbraio 2014, n°7 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1÷S7 e n°5 sondaggi denominati Pz1÷Pz5 successivamente attrezzati a piezometro.

Sono state eseguite precedenti campagne di indagine durante le quali sono stati installati i piezometri Pz2S (Marzo 2011) e PzA1.

Nel Marzo 2016 sono state eseguite le indagini integrative riportate nella tabella seguente, al fine di acquisire i dati sito specifici necessari per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio.

Tab. 3.1 – Indagini eseguite in situ nel 2016	
Tipologia di operazione effettuata	Scopo
Esecuzione di n°3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di -3,00 metri da p.c. <b>(S8÷S10)</b>	Ricostruzione litostratigrafica e prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio
Esecuzione di n°2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti fino a -9,00 metri da p.c. <b>(Pz6 e Pz7)</b> successivamente attrezzati a piezometro	Ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica e prelievo dei campioni di terreni ed acque di falda
Prelievo di n°12 campioni di terreno dai sondaggi effettuati	Valutazione dei parametri sito specifici utili per l'elaborazione dell'AdR (granulometrie, foc, KD, speciazioni)
Rilievo dei livelli piezometrici in corrispondenza dei piezometri presenti nell'area	Elaborazione della carta piezometrica
Prelievo di campioni di acque sotterranee da tutti i piezometri presenti in sito (n°7 già esistenti e n°2 di nuova installazione)	Analisi chimica per la valutazione della qualità delle acque sotterranee.
Rilievo piano-altimetrico dei punti d'indagine	/

In data 16/03/2016 è stato effettuato il campionamento delle acque di falda dai n°9 piezometri presenti nell'area (n°7 già esistenti e n°2 di nuova installazione).

#### 3.1.1 Caratteristiche litostratigrafiche sito specifiche

I sondaggi eseguiti sul sito hanno permesso la ricostruzione litostratigrafica dell'area oggetto d'indagine, fino alla profondità di -9,00 metri da piano campagna e l'individuazione dei seguenti livelli principali di terreno omogenei:

1. **Materiale di riporto:** presente fino alla profondità di circa 3 metri da p.c. (spessore minimo di 0,9 m da p.c. in Pz6, spessore massimo di 4,2 m da p.c. in S2 e PZ2). Nella parte superficiale sono presenti materiali grossolani con laterizi ghiaia e sabbia ai quali segue uno strato di limo argilloso con inclusi ghiaiosi;
2. **Limo argilloso e/o Argilla limosa:** presente fino alla profondità compresa tra 2,5 (in S9) e 5,5 (in Pz7);
3. **Sabbia e Sabbia debolmente limosa** fino alla massima profondità indagata di -9 m da p.c.

I primi due livelli costituiscono quello che è il terreno insaturo simulato nell'Analisi di Rischio mentre il terzo livello sabbioso costituisce l'acquifero presente mediamente attorno a -3 metri da p.c., pertanto i superamenti rilevati al di sotto di tale profondità non sono stati consideranti in quanto appartenenti al terreno saturo.

### 3.1.2 Risultati analisi chimiche terreni

A seguito delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno prelevati nel corso delle diverse campagne di indagine sono emersi **SUPERAMENTI** delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC). Nella tabella seguente, per completezza di trattazione ed in relazione alla futura destinazione d'uso del sito vengono riportati in rosso i superi di CSC Tab. Col. B ed in giallo i superi di Tab. 1 Colonna A del D.Lgs 152/06. Le ubicazioni di tali indagini sono riportate in Tav. POB6 e Tav. POB7.

Tab. 3.2 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni analizzati						
Sondaggio	Intervallo di prelievo (m da p.c.)	Parametro	CSC tab. 1 Col. A (mg/kg s.s.)	CSC tab. 1 Col. B (mg/kg s.s.)	Superamenti rilevati (mg/kg s.s.) <sup>1</sup>	
Fondo scavo	2,0	Piombo	100	1.000	97	107
		Zinco	150	1.500	-	234
		Benzene	0,1	2	0,11	<0,10
		Etilbenzene	0,5	50	0,9	1,14
		Xilene	0,5	50	1,32	0,62
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	-	0,15
		Idrocarburi leggeri C<12	10	250	1.010	<10
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	12.400	11.600
		Sommatoria organici aromatici	1	100	1,76	
Parete Nord	0,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	370	337
		Zinco	150	1.500	-	820
		Benzene	0,1	2	0,08	0,12
		Etilbenzene	0,5	50	0,46	1,71
		Benzo(a)pirene	0,1	10	-	0,24
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	-	0,26
		Idrocarburi leggeri C<12	10	250	1.180	11.600
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	<10	10.200
		Sommatoria organici aromatici	1	100	1,95	
Parete Sud	0,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	150	
		Idrocarburi leggeri C<12	10	250	94	
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	2.300	
S1	0,0 – 1,0	Zinco	150	1.500	300	
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	420	
	1,0 – 2,0	Benzo(a)pirene	0,1	10	0,126	
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,109	
		Dibenzo(a,e)pirene	0,1	10	0,131	
		Indenopirene	0,1	5	0,18	
	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	512	
	3,0 – 4,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	4.180	
	4,0 – 5,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	5.860	
	5,0 – 6,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	14.200	26.400
6,0 – 7,5	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	5.950		
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	200	

<sup>1</sup> il secondo valore indicato è quello rilevato dal laboratorio ARPAV

**Tab. 3.2 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni analizzati**

Sondaggio	Intervallo di prelievo (m da p.c.)	Parametro	CSC tab. 1 Col. A (mg/kg s.s.)	CSC tab. 1 Col. B (mg/kg s.s.)	Superamenti rilevati (mg/kg s.s.) <sup>1</sup>
S2	0,0 – 1,0	Piombo	100	1.000	137
		Zinco	150	1.500	315
		Benzo(a)antracene	0,5	10	0,78
		Benzo(a)pirene	0,1	10	0,157
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,132
		Dibenzo(a,e)pirene	0,1	10	0,11
		Dibenzo(a,i)pirene	0,1	10	0,14
		Indenopirene	0,1	5	0,196
	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	118	
	1,0 – 2,0	Zinco	150	1.500	413
		Dibenzo(a,e)pirene	0,1	10	0,114
		Indenopirene	0,1	5	0,139
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	430
	2,0 – 3,0	Zinco	150	1.500	515
		Benzo(a)pirene	0,1	10	0,139
		Indenopirene	0,1	5	0,169
Idrocarburi pesanti C>12		50	750	280	
3,0 – 4,0	Zinco	150	1.500	200	
	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	550	
S3	0,0 – 1,0	Piombo	100	1.000	197
		Rame	120	600	123
		Zinco	150	1.500	385
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	350
	1,0 – 2,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	370
	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	1.000   3.500
	3,0 – 4,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	11.200
	4,0 – 5,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	12.700
	5,0 – 6,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	470
6,0 – 7,5	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	78	
S4	0,0 – 1,0	Piombo	100	1.000	111
		Zinco	150	1.500	258
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	950
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	147
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	4.160
	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	10.400
	3,0 – 4,0	Idrocarburi leggeri C<12	10	250	13,2
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	11.800
4,0 – 5,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	13.000	
5,0 - 6,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	7.530	
6,0 – 7,5	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	240	
S5	0,0 – 1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	153
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	106
		Benzo(a)antracene	0,5	10	0,61
		Benzo(a)pirene	0,1	10	0,272
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,193
		Indenopirene	0,1	10	0,316
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	94
2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	250	
S6	0,0 -1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	77
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	220
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	400
	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	990



**Tab. 3.2 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni analizzati**

Sondaggio	Intervallo di prelievo (m da p.c.)	Parametro	CSC tab. 1 Col. A (mg/kg s.s.)	CSC tab. 1 Col. B (mg/kg s.s.)	Superamenti rilevati (mg/kg s.s.) <sup>1</sup>
	3,0 – 4,0	Arsenico	20	50	-   38
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	960
S7	0,0 – 1,0	Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,113
		Indenopirene	0,1	10	0,181
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	500
	1,0 – 2,0	Zinco	150	1.500	187
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	1.990
	2,0 – 3,0	Idrocarburi leggeri C<12	10	250	11,4
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	15.300
	3,0 – 4,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	5.850
	4,0 – 5,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	12.600
	5,0 – 6,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	5.700   2.300
6,0 – 7,5	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	260	
Pz1	0,0 – 1,0	Benzo(a)pirene	0,1	10	0,109
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,111
		Indenopirene	0,1	10	0,192
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	140
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	138
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	390
Pz2	0,0 – 1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	102
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	296
		Zinco	150	1.500	1.250
		Benzo(a)antracene	0,5	10	0,89
		Benzo(a)pirene	0,1	10	0,235
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,224
		Indenopirene	0,1	10	0,34
	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	300
		Piombo	100	1.000	115
	3,0 – 4,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	162
		Piombo	100	1.000	190
		Benzo(a)pirene	0,1	10	0,178
		Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,158
		Indenopirene	0,1	10	0,233
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	75
	Pz3	0,0 – 1,0	Piombo	100	1.000
Zinco			150	1.500	252
Benzo(a)antracene			0,5	10	0,7
Benzo(a)pirene			0,1	10	0,243
Benzo(g,h,i)perilene			0,1	10	0,168
Dibenzo(a,e)pirene			0,1	10	0,154
Indenopirene			0,1	10	0,269
Idrocarburi pesanti C>12			50	750	270
1,0 – 2,0		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	470
2,0 – 3,0		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	750
3,0 – 4,0		Benzo(a)pirene	0,1	10	0,192
		Idrocarburi leggeri C<12	10	250	12,3
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	8.490   14.000
4,0 – 5,0		Idrocarburi leggeri C<12	10	250	11,1
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	13.900
5,0 – 6,0		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	2.290   2.000
6,0 - 7,5		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	440

**Tab. 3.2 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni analizzati**

Sondaggio	Intervallo di prelievo (m da p.c.)	Parametro	CSC tab. 1 Col. A (mg/kg s.s.)	CSC tab. 1 Col. B (mg/kg s.s.)	Superamenti rilevati (mg/kg s.s.) <sup>1</sup>
Pz4	0,0 – 1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	230
		Piombo	100	1.000	232
	1,0 – 2,0	Zinco	150	1.500	219
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	108
	2,0 – 3,0	Piombo	100	1.000	114
		Zinco	150	1.500	232
3,0 – 4,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	89	
Pz5	1,0 – 2,0	Indenopirene	0,1	10	83
<b>Indagini integrative</b>					
S9	C1	Idrocarburi leggeri C<12	10	250	28,1
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	1.165
	C2	Idrocarburi leggeri C<12	10	250	94
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	1.412

Come evidenziato dalla precedente tabella i superamenti di colonna B (relativi ai soli Idrocarburi) sono, in linea generale, concentrati nell'area del vecchio parco serbatoi mentre al di fuori di tale intorno si rilevano superamenti della sola colonna A e sono relativi oltre agli Idrocarburi, ad alcuni metalli pesanti (Arsenico, Rame, Piombo e Zinco), Benzene, Etilbenzene, Xilene ed alcuni IPA.

### 3.1.3 Risultati matrice acque di falda

A seguito delle analisi chimiche effettuate sui campioni di acque di falda prelevati nel corso delle diverse campagne di indagine sono emersi **SUPERAMENTI** delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) per i parametri: Arsenico, Ferro, Nichel e Manganese e per gli IPA: Benzo(a)pirene e Benzo(g,h,i)perilene.

La matrice acque sotterranee sarà oggetto di specifici monitoraggi trimestrali per la durata di n. 2 anni (v. determina All. POB1) e non sarà oggetto del presente documento.

### 3.1.4 Indagini sito specifiche per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio

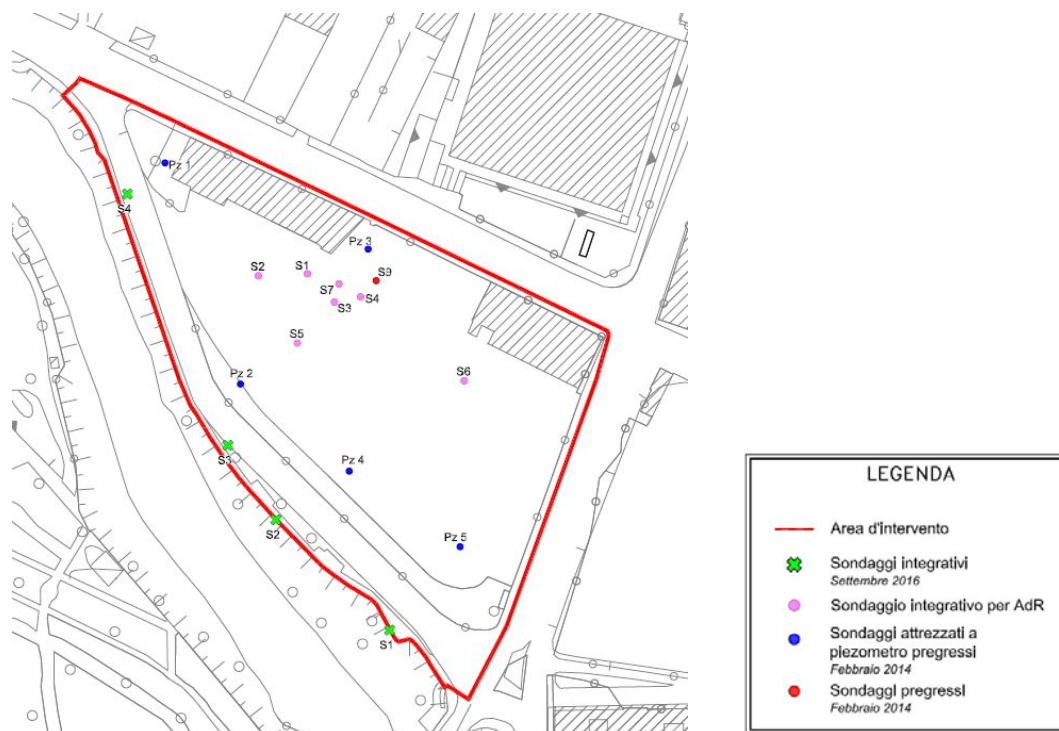
Per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio sono state eseguite le seguenti indagini integrative:

- Prove di classificazione su campioni disturbati prelevati circa ogni metro, ad esclusione del primo metro di riporto;
- Analisi di speciazione al fine di ottenere le % delle varie frazioni idrocarburiche sui campioni S9 (0,0 – 1,0 m da p.c.) ed S9 (1,0 – 2,0 m da p.c.).
- Analisi chimica mirata alla ricerca del coefficiente di ripartizione suolo/acqua (Kd) per quanto riguarda i metalli che hanno evidenziato superamenti delle CSC Tab. 1 del D.Lgs 152/06 (colonna A).
- Prove di conducibilità idraulica negli strati sabbiosi per immissione in foro a carico variabile.

## 3.2 Indagini area adiacente canale Piovego – settembre 2016

In data 28/09/2016 sono stati eseguiti n. 4 sondaggi a carotaggio continuo sul lato del Canale Piovego nell'area che sarà oggetto di parziale scavo per le opere di riqualificazione urbana del sito. La campagna di indagini è stata eseguita con la finalità di definire preventivamente le caratteristiche dei materiali che saranno oggetto di rimozione nell'ambito dell'intervento sopraccitato e dei terreni



che rimarranno in sito. Inoltre le indagini hanno permesso di effettuare la ricostruzione stratigrafica di tali materiali al fine di definire i flussi di materiali che saranno oggetto di rimozione (asfalto, fondazione stradale, terra, ecc.). In allegato POB9 si riportano i certificati analitici di laboratorio. L'ubicazione di tali punti è riportata in Tav. POB2 ed in stralcio nella figura seguente.





*Fig. 3.1 – Stralcio Ubicazione punti in prossimità argine Piovego*

Nelle tabelle seguenti si riportano le stratigrafie relative ai materiali attraversati, la documentazione fotografica e gli esiti delle analisi chimiche in forma tabellare con evidenza dei superamenti CSC col A.

**Tab. 3.3 - Descrizione stratigrafica terreni argine Piovego**





  <div style="float: right;"> <b>STRATIGRAFIA</b>            SCALA 1 : 33    Pagina 1/1         </div>													
Riferimento: Comune di Padova						Sondaggio: S1							
Località: Piazzale Boschetti-Padova						Quota:							
Impresa esecutrice: S.G.M Geologia e Ambiente S.r.l.						Data: 28-09-16							
Coordinate:						Redattore: Dott. Nicolò Lonardi							
Perforazione: Carotaggio continuo tramite sonda Fraste Hyndaga													
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri Pz basi	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	SPT S.P.T.	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
						1) Dis < 0,20 1,90						0,1	Terreno Vegetale
				1		2) Dis < 0,90 1,90						0,8	Sabbia limosa e limo sabbioso di colore marrone chiaro, presenza di frammenti di laterizi
				2									Limo sabbioso di colore grigio chiaro alternato a grigio scuro, con clasti centimetrici per lo più arrotondati e frammenti di laterizi
				3		3) Dis < 2,50 3,00						2,5	Sabbia limosa di colore marrone chiaro - beige
				3								3,0	
<b>CAMPIONI                  PROFONDITA'</b> S1C1                      0,2-0,9 m da p.c. S1C2                      0,9-1,9 m da p.c. S1C3                      2,5-3,0 m da p.c.													




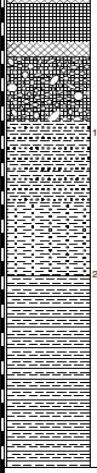
  

  <div style="float: right;"> <b>STRATIGRAFIA</b>            SCALA 1 : 33    Pagina 1/1         </div>													
Riferimento: Comune di Padova						Sondaggio: S2							
Località: Piazzale Boschetti-Padova						Quota:							
Impresa esecutrice: S.G.M Geologia e Ambiente S.r.l.						Data: 28-09-16							
Coordinate:						Redattore: Dott. Nicolò Lonardi							
Perforazione: Carotaggio continuo tramite sonda Fraste Hyndaga													
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri Pz basi	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	SPT S.P.T.	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE
						1) Dis < 0,20 1,40						0,3	Terreno Vegetale
				1									Sabbia limosa e limo sabbioso di colore marrone chiaro, presenza di frammenti di laterizi
				2		2) Dis < 1,50 2,50						1,8	Limo sabbioso di colore grigio chiaro alternato a grigio scuro, con clasti centimetrici per lo più arrotondati e frammenti di laterizi
				2									Limo di colore nocciola-biancastro
				3		3) Dis < 2,50 3,00						2,2	Sabbia limosa di colore marrone chiaro - beige
				3								3,0	
<b>CAMPIONI                  PROFONDITA'</b> S2C1                      0,2-1,4 m da p.c. S2C2                      1,5-2,5 m da p.c. S2C3                      2,5-3,0 m da p.c.													



**Tab. 3.3 - Descrizione stratigrafica terreni argine Piovego**

  												<b>STRATIGRAFIA</b> SCALA 1 : 33      Pagina 1/1			
Riferimento: Comune di Padova						Sondaggio: S3									
Località: Piazzale Boschetti-Padova						Quota:									
Impresa esecutrice: S.G.M. Geologia e Ambiente S.r.l.						Data: 28-09-16									
Coordinate:						Redattore: Dott. Nicolò Lonardi									
Perforazione: Carotaggio continuo tramite sonda Fraste Hyndaga															
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri bit.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE	
						1) Dis - 0,20 - 2,40							0,1	Terreno Vegetale Sabbia limosa e limo sabbioso di colore marrone scuro, presenza di radici	
														0,5	Limo sabbioso di colore grigio chiaro alternato a grigio scuro, con clasti centimetrici per lo più arrotondati e frammenti di laterizi
														1,2	Limo di colore nocciola-biancastro
						2) Dis - 1,50 - 2,50							1,5	Sabbia limosa di colore marrone chiaro - beige Aumento della frazione limosa nell'intervallo da -2,80 a -3,10 m da p.c.	
						3) Dis - 2,50 - 3,00							3,5		
CAMPIONI					PROFONDITA'										
S3C1					0,2-2,0 m da p.c.										
S3C2					2,0-3,0 m da p.c.										
S3C3					3,0-3,5 m da p.c.										

  												<b>STRATIGRAFIA</b> SCALA 1 : 33      Pagina 1/1			
Riferimento: Comune di Padova						Sondaggio: S4									
Località: Piazzale Boschetti-Padova						Quota:									
Impresa esecutrice: S.G.M. Geologia e Ambiente S.r.l.						Data: 28-09-16									
Coordinate:						Redattore: Dott. Nicolò Lonardi									
Perforazione: Carotaggio continuo tramite sonda Fraste Hyndaga															
Ø mm	R v	A r	Pz s	metri bit.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 - 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 - 100	prof. m	DESCRIZIONE	
													0,1	Conglomerato bituminoso Cemento	
														0,4	Conglomerato bituminoso Cemento con presenza di frammenti di inerti caratterizzati dalla presenza di trachiti
														0,5	Conglomerato bituminoso Cemento con presenza di frammenti di inerti caratterizzati dalla presenza di trachiti
						1) Dis - 1,00 - 2,00							0,9	Limo sabbioso e sabbia limosa di colore marrone chiaro, presenza di ghiaia e laterizi	
													1,5	Limo sabbioso di colore marrone scuro	
						2) Dis - 2,00 - 3,00							2,0	Limo argilloso di colore marrone con alcuni frammenti di laterizi	
													3,4		
CAMPIONI					PROFONDITA'										
S4C1					1,0-2,0 m da p.c.										
S4C2					2,0-3,0 m da p.c.										

**Tab. 3.3 - Documentazione fotografica sondaggi**

**SONDAGGIO S1**

**POSIZIONAMENTO SONDA DI PERFORAZIONE SU SONDAGGIO S1**



**CASSETTA CATALOGATRICE – SONDAGGIO S1 – Da 0,00 a 3,00 mt da p.c.**





**Tab. 3.3 - Documentazione fotografica sondaggi**

**SONDAGGIO S2**

**POSIZIONAMENTO SONDA DI PERFORAZIONE SU SONDAGGIO S2**



**CASSETTA CATALOGATRICE – SONDAGGIO S2 – Da 0,00 a 3,00 mt da p.c.**



**Tab. 3.3 - Documentazione fotografica sondaggi**

**SONDAGGIO S3**

**POSIZIONAMENTO SONDA DI PERFORAZIONE SU SONDAGGIO S3**



**CASSETTA CATALOGATRICE – SONDAGGIO S3 – Da 0,00 a 3,50 mt da p.c.**





**Tab. 3.3 - Documentazione fotografica sondaggi**

**SONDAGGIO S4**

**POSIZIONAMENTO SONDA DI PERFORAZIONE SU SONDAGGIO S4**



**CASSETTA CATALOGATRICE – SONDAGGIO S4 – Da 0,00 a 3,40 mt da p.c.**





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

Parametro	Codice	16LA25238												16LA25243												16LA25244												16LA25245												16LA25246												16LA25247												16LA25248												16LA25249												16LA25250												16LA25251												16LA25252												16LA25253												Tab.1 All.5 al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. n. 152 del 03/04/06 CSC suolo e nel sottosuolo (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale)	Tab.1 All.5 al Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. n. 152 del 03/04/06 CSC suolo e nel sottosuolo (Siti ad uso Commerciale e Industriale)
		S1 C1		S1 C2		S1 C3		S2 C1		S2 C2		S2 C3		S3 C1		S3 C2		S3 C3		S4 C1		S4 C2		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3		Strato liimo nocciola S2-S3																																																																																																													
		Descrizione		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni																																																																																																									
		Attività		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni		Terreni																																																																																																									
DataPrelievo		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016		28/09/2016																																																																																																											
Residuo secco a 105°C	DM 13/09/1999 Met II.2	UM	98	99	99	99	99	90	99	96	94	96	97	93	98																																																																																																																																				
Cromo totale	EPA3051 6020	mg/kg	12	13	13	11	6	27	11	19	13	12	12	< 5																																																																																																																																					
Nichel	EPA3051 6020	mg/kg	14	17	16	15	5,4	19	12	25	17	13	14	< 5																																																																																																																																					
Piombo	EPA3051 6020	mg/kg	61	110	10	95	28	19	55	15	16	110	41	11																																																																																																																																					
Rame	EPA3051 6020	mg/kg	46	120	12	99	33	23	28	18	14	38	19	25																																																																																																																																					
Zinco	EPA3051 6020	mg/kg	120	130	39	96	41	49	140	56	47	120	53	31																																																																																																																																					
Benzene	EPA5021 8260	mg/kg	< 0.00064	0,033	< 0.00051	0,014	< 0.00084	< 0.001	< 0.00086	< 0.0008	< 0.00076	0,004	< 0.00072	< 0.00055																																																																																																																																					
Etilbenzene	EPA5021 8260	mg/kg	< 0.0032	< 0.0042	< 0.0025	< 0.0046	< 0.0042	< 0.0051	< 0.0043	< 0.004	< 0.0038	< 0.0041	< 0.0036	< 0.0027																																																																																																																																					
Stirene	EPA5021 8260	mg/kg	< 0.0032	< 0.0042	< 0.0025	< 0.0046	< 0.0042	< 0.0051	< 0.0043	< 0.004	< 0.0038	< 0.0041	< 0.0036	< 0.0027																																																																																																																																					
Toluene	EPA5021 8260	mg/kg	< 0.0032	0,04	< 0.0025	0,015	< 0.0042	< 0.0051	< 0.0043	< 0.004	< 0.0038	0,0073	< 0.0036	< 0.0027																																																																																																																																					
Xilene	EPA5021 8260	mg/kg	< 0.0064	0,036	< 0.0051	0,013	< 0.0084	< 0.01	< 0.0086	< 0.008	< 0.0076	0,019	< 0.0072	< 0.0055																																																																																																																																					
Somm. org. arom. da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06	EPA5021 8260	mg/kg	< 0.0064	0,076	< 0.0051	0,028	< 0.0084	< 0.01	< 0.0086	< 0.008	< 0.0076	0,026	< 0.0072	< 0.0055																																																																																																																																					
Benzo (a) antracene	EPA3545 8270	mg/kg	0,19	0,073	< 0.01	0,18	0,086	0,012	0,13	< 0.01	< 0.01	0,11	0,01	< 0.01																																																																																																																																					
Benzo (a) pirene	EPA3545 8270	mg/kg	0,18	0,09	< 0.01	0,22	0,084	0,012	0,15	< 0.01	< 0.01	0,14	0,015	< 0.01																																																																																																																																					
Benzo (b) fluorantene	EPA3545 8270	mg/kg	0,14	0,079	< 0.01	0,2	0,07	0,014	0,13	< 0.01	< 0.01	0,12	0,013	< 0.01																																																																																																																																					
Benzo (k) fluorantene	EPA3545 8270	mg/kg	0,096	0,049	< 0.01	0,099	0,046	< 0.01	0,08	< 0.01	< 0.01	0,076	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Benzo (g,h,i) perilene	EPA3545 8270	mg/kg	0,1	0,083	< 0.01	0,16	0,065	0,016	0,082	< 0.01	< 0.01	0,079	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Crisene	EPA3545 8270	mg/kg	0,2	0,084	< 0.01	0,21	0,083	0,014	0,15	< 0.01	< 0.01	0,13	0,014	< 0.01																																																																																																																																					
Dibenzo (a,e) pirene	EPA3545 8270	mg/kg	0,022	0,021	< 0.01	0,038	0,019	< 0.01	0,018	< 0.01	< 0.01	0,018	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Dibenzo (a,l) pirene	EPA3545 8270	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Dibenzo (a,i) pirene	EPA3545 8270	mg/kg	0,021	0,018	< 0.01	0,036	0,024	< 0.01	0,021	< 0.01	< 0.01	0,019	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Dibenzo (a,h) pirene	EPA3545 8270	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,012	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Dibenzo (a,h) antracene	EPA3545 8270	mg/kg	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Indenopirene	EPA3545 8270	mg/kg	0,083	0,065	< 0.01	0,11	0,054	0,01	0,062	< 0.01	< 0.01	0,067	< 0.01	< 0.01																																																																																																																																					
Pirene	EPA3545 8270	mg/kg	0,26	0,088	< 0.01	0,17	0,1	0,012	0,17	< 0.01	< 0.01	0,14	0,012	< 0.01																																																																																																																																					
Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06	EPA3545 8270	mg/kg	1,3	0,65	< 0.01	1,4	0,64	0,09	0,99	< 0.01	< 0.01	0,9	0,063	< 0.01																																																																																																																																					
Idrocarburi C<12	EPA5021 8015	mg/kg	< 0.16	0,32	0,18	< 0.23	< 0.21	< 0.25	< 0.21	< 0.20	< 0.19	0,51	< 0.18	< 0.14																																																																																																																																					
Idrocarburi C>12	ISO16703	mg/kg	23	< 5	14	23	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5																																																																																																																																						
Frazione granulometrica < 2 mm	DM 13/09/1999 Met II.1	%p/p	68,27	81,07	86,88	75,23	91,32	87,19	76,43	90,82	95,38	74,29	53,98	98,86																																																																																																																																					
Frazione granulometrica > 2 mm e < 2 cm	DM 13/09/1999 Met II.1	%p/p	31,73	18,93	13,12	24,77	8,68	12,81	23,57	9,18	4,62	25,71	46,02	1,14																																																																																																																																					



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

**In base a quanto riportato nella tabella precedente ed in relazione al progetto urbanistico che prevede scavi parziali in corrispondenza dell'argine e/o interventi di capping mirato ad interrompere i percorsi attivi (v. cap 6) tale indagine ha fornito tali indicazioni:**

- **A partire dall'attuale piano campagna sino a circa 1,5 ÷ 2 m di profondità si rilevano lievi superamenti delle CSC di colonna A (per i parametri Piombo ed alcuni IPA);**
- **I terreni in posto compresi tra 1,5÷2 m e la massima profondità campionata (3 m da p.c.) sono tutti conformi alle CSC di legge Tab. 1 colonna A (per siti ad uso verde pubblico privato e residenziale).**

## 4 Sintesi analisi di Rischio approvata

Si riporta nel presente capitolo una sintesi dei risultati ottenuti con l'elaborazione dell'Analisi di Rischio sito specifica elaborata dagli scriventi nell'Aprile 2016 ed approvata dagli Enti con Determinazione n.2016/89/0053 del 11/05/2016. Per una descrizione dettagliata sul modello concettuale e sui parametri di input utilizzati si rimanda dal doc. 5-A.

### 4.1 Modello concettuale sito specifico

Nel sito in esame sono presenti le seguenti sorgenti di potenziale contaminazione:

1. SUOLO SUPERFICIALE per il quale potrebbero esserci rischi:
  - per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di lisciviazione lungo la verticale della potenziale contaminazione verso la falda sottostante;
  - per il RECETTORE UOMO a seguito di:
    - contatti diretti (ingestione e contatto dermico) ed inalazione di polveri *outdoor* (recettore ricreativo);
    - inalazione di vapori *outdoor* (recettore ricreativo) ed *indoor* (recettore commerciale). Tale percorso è stato valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas.
2. SORGENTE SUOLO PROFONDO per il quale potrebbero esserci rischi:
  - per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di lisciviazione lungo la verticale della potenziale contaminazione verso la falda sottostante;
  - per il RECETTORE UOMO a seguito di inalazione di vapori *outdoor* (recettore ricreativo) ed *indoor* (recettore commerciale). Tale percorso è stato valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas.
3. SORGENTE FALDA per il quale potrebbero esserci rischi:
  - per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di trasporto al POC. Per tale percorso non è tecnicamente possibile eseguire la valutazione del rischio in quanto sono emersi superamenti delle CSC (tab. 2 del D.Lgs 152/06) al confine del sito. Tali superi non sono connessi alla sorgente di potenziale contaminazione (area serbatoi). Si procederà pertanto all'esecuzione di monitoraggi periodici che permettano di verificare e controllare l'andamento dei contaminanti nella matrice acque di falda ed eventualmente di aggiornare il presente modello concettuale;
  - per il RECETTORE UOMO a seguito di inalazione di vapori *outdoor* (recettore ricreativo) ed *indoor* (recettore commerciale). Tale percorso è stato valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas



## 4.2 Impostazioni generali per AdR

La presente analisi di rischio:

1. È STATA CONDOTTA CON IL PROGRAMMA *RISK-NET VERS. 2.0*. La procedura di calcolo di tale programma segue:
  - la metodologia ASTM PS 104/98, indicata, tra l'altro, nell'allegato 1 "*Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica*" al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 recante "*Norme in campo ambientale*";
  - la procedura APAT-ISPRA "*Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*" rev.02 marzo 2008;
2. è stata condotta TENENDO CONTO DELLE INDICAZIONI RIPORTATE NEL MANUALE ISPRA PER L'APPLICAZIONE DELLA PROCEDURA DI ANALISI DI RISCHIO SANITARIO. Si evidenzia, inoltre, che i valori dei PARAMETRI CHIMICO-FISICI E TOSSICOLOGICI delle sostanze in oggetto sono stati estratti dalla *Banca dati ISS/ISPESL "Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti"* (aggiornamento marzo 2015);
3. è stata condotta conformemente al PRINCIPIO DI CAUTELA O CONSERVATIVITÀ; nello svolgimento dell'analisi di rischio, infatti, sono stati utilizzati dei dati di input cautelativi (ad es. parametri generici o sito-specifici, parametri di esposizione, dati di tossicità) IN MODO TALE DA PORSI IN UNO SCENARIO DI RIFERIMENTO TRA I PIÙ GRAVOSI POSSIBILI ED AVERE, PERTANTO, COME RISULTATO FINALE UN VALORE DEL RISCHIO DI TIPO CONSERVATIVO;
4. non si considera il percorso di volatilizzazione *outdoor* ed *indoor* in quanto sono stati valutati a partire dalle misure dirette di soil gas eseguite nel sito;
5. SI PRECISA CHE NELLA PRESENTE SIMULAZIONE IL CALCOLO DEL RISCHIO È STATO EFFETTUATO SENZA LIMITARE LE CRS ALLA  $C_{SAT}$ , COSÌ COME DEFINITO NELLE LINEE GUIDA MATTM DELL'OTTOBRE 2014.

## 4.3 Analisi di rischio sito-specifica matrice suolo superficiale

Sulla base del Modello Concettuale del Sito, È STATA SVILUPPATA L'ANALISI DI RISCHIO PER LA SORGENTE TERRENI NEL SUOLO SUPERFICIALE (terreni tra 0 e -1 m dal p.c.).

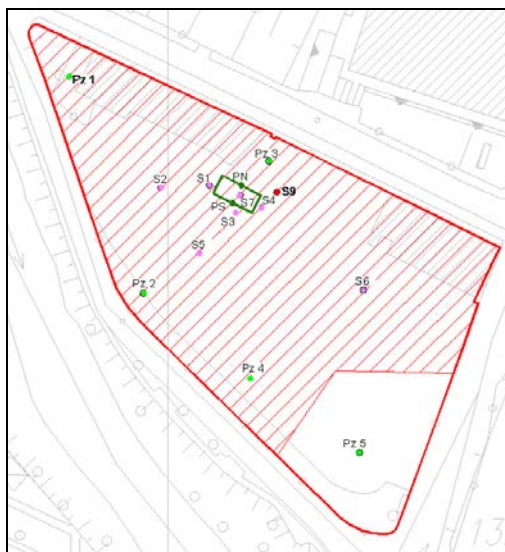


Fig. 4.1 – Sorgente terreni nel suolo superficiale – v. tav. 4 del Doc. 5-A

Le elaborazioni eseguite per la matrice suolo superficiale (vedi in dettaglio il capitolo 6 del Doc. 5-A) hanno permesso di verificare la presenza di rischio sia per il recettore uomo (a seguito del percorso contatti diretti) che per il recettore falda (a seguito del percorso di lisciviazione).

Per tale matrice le *Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR)* calcolate sono riportate in tabella seguente.

<b>Tab. 4.1 – Concentrazioni Soglia di Rischio suolo superficiale</b>					
<b>Contaminanti</b>	<b>Valori riscontrati nei terreni (mg/kg)</b>	<b>CSC tab. 1 colonna A</b>	<b>CSR calcolate dal programma (mg/kg)</b>	<b>Note</b>	<b>CSR da adottare (mg/kg)</b>
Piombo	370	100	135	-	<b>135</b>
Rame	123	120	155	-	<b>155</b>
Zinco	820	150	1.197	-	<b>1.197</b>
Benzene	0,12	0,1	0,001*	<CSC	<b>0,1*</b>
Etilbenzene	1,71	0,5	0,12*		<b>0,5*</b>
Benzo(a)antracene	0,78	0,5	0,09*		<b>0,5*</b>
Benzo(a)pirene	0,243	0,1	0,03*		<b>0,1*</b>
Benzo(g,h,i)perilene	0,26	0,1	0,08*		<b>0,1*</b>
Dibenzo(a,e)pirene	0,154	0,1	17,2	-	<b>17,2</b>
Dibenzo(a,i)pirene	0,14	0,1	0,62	-	<b>0,62</b>
Indenopirene	0,269	0,1	0,62	-	<b>0,62</b>
Idrocarburi leggeri C<12	1.180	10	54	-	<b>54</b>
Idrocarburi pesanti C>12	11.600	50	260	-	<b>260</b>

\* le CSR sono risultate inferiori alle CSC pertanto si sono considerate queste ultime come obiettivo di bonifica (come indicato nelle Linee Guida MATTM al punto 1)

Sono emersi superamenti delle CSR per il suolo superficiale nei punti di campionamento: parete nord, parete sud, S1÷S4, S7, S9, Pz1 e Pz3, ciò implica la NECESSITÀ DI ESEGUIRE INTERVENTI DI BONIFICA (vedi report con superamenti CSR in all. 6 del Doc. 5-A), IN PARTICOLARE TALI INTERVENTI, COME DESCRITTO AL CAP. 6, PORTERANNO ALL'INTERRUZIONE DI TUTTI I PERCORSI. MENTRE NELLA RESTANTE PORZIONE DI SITO SI PROCEDERÀ CON LA VERIFICA DEL RISCHIO RELATIVO ALLE CONCENTRAZIONI ED AI PERCORSI ATTIVI VEDI CAP. 7.

#### 4.4 Analisi di rischio sito-specifica matrice suolo profondo

Sulla base del Modello Concettuale del Sito, È STATA SVILUPPATA L'ANALISI DI RISCHIO PER LA SORGENTE TERRENI NEL SUOLO PROFONDO (terreni oltre -1 m dal p.c.).

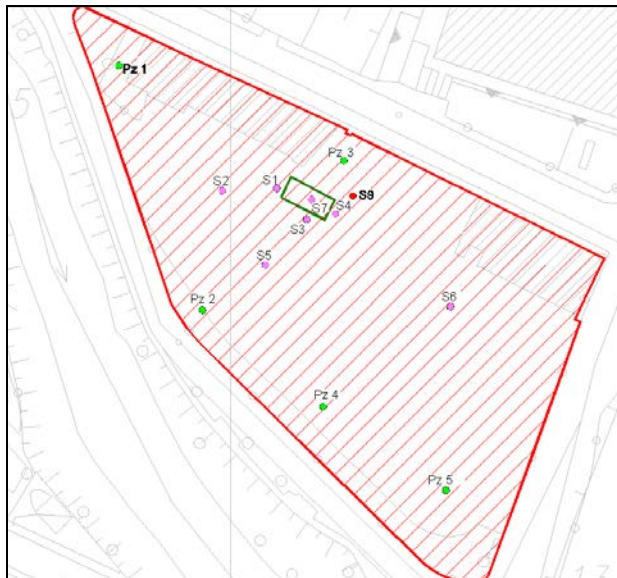


Fig. 4.2 – Sorgente terreni nel suolo profondo – v. tav. 5 del Doc. 5-A

Le elaborazioni eseguite per la matrice suolo profondo (vedi in dettaglio il capitolo 7 del Doc. 5-A) hanno permesso di verificare la presenza di rischio per il recettore falda (a seguito del percorso di lisciviazione).

Per tale matrice le *Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR)* calcolate sono riportate in tabella seguente.

**Tab. 4.2 - Concentrazioni Soglia di Rischio suolo profondo**

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/kg)	CSC tab. 1 colonna A	CSR calcolate dal programma (mg/kg)	Note	CSR da adottare (mg/kg)
Piombo	370	100	635	-	<b>635</b>
Zinco	1.250	150	16.263	-	<b>16.263</b>
Benzene	0,12	0,1	0,004*	<CSC	<b>0,1</b>
Etilbenzene	1,71	0,5	0,48*		<b>0,5</b>
p-Xilene	1,32	0,5	0,08*		<b>0,5</b>
Benzo(a)antracene	0,89	0,5	0,36*		<b>0,5</b>
Benzo(a)pirene	0,272	0,1	0,12	-	<b>0,12</b>
Benzo(g,h,i)perilene	0,26	0,1	0,32	-	<b>0,32</b>
Dibenzo(a,e)pirene	0,131	0,1	non è possibile definire un CSR in quanto non normato nelle acque di falda		
Indenopirene	0,34	0,1	4,0	-	<b>4,0</b>
Idrocarburi leggeri C<12	1.180	10	170	-	<b>170</b>
Idrocarburi pesanti C>12	15.300	50	550	-	<b>550</b>

\* le CSR sono risultate inferiori alle CSC pertanto si sono considerate queste ultime come obiettivo di bonifica (come indicato nelle Linee Guida MATTM al punto 1)

Sono emersi superamenti delle CSR per il suolo profondo nei punti di campionamento: parete nord, parete sud, S1÷S7, S9, Pz2 e Pz3 (vedi report con superamenti CSR in all. 7 del Doc. 5-A) ciò implica la NECESSITÀ DI ESEGUIRE INTERVENTI DI BONIFICA. IN PARTICOLARE TALI INTERVENTI, COME DESCRITTO AL CAP. 6, PORTERANNO ALL'INTERRUZIONE DI TUTTI I PERCORSI. MENTRE NELLA RESTANTE PORZIONE DI SITO SI PROCEDERÀ CON LA VERIFICA DEL RISCHIO RELATIVO ALLE CONCENTRAZIONI ED AI PERCORSI ATTIVI VEDI CAP. 7.

#### 4.5 Analisi di rischio sito-specifica matrice soil gas

Nell'area in esame sono state infisse all'interno di fori di sondaggio n.4 sonde di monitoraggio per soil gas (siglate SG1÷SG4, v. Tav. 6 del Doc. 5-A e fig. seguente) nella porzione insatura del suolo, al fine di rilevare la presenza di sostanze organiche volatili (VOC), in particolare *l'ubicazione dei soil gas è stata effettuata in funzione delle aree con maggiore contaminazione nella matrice terreni e acque di falda ed è stata precedentemente concordata con Comune ed Arpav.*

IL PERCORSO DI VOLATILIZZAZIONE È STATO QUINDI VALUTATO IN FUNZIONE DEI DATI EMERSI DURANTE IL CAMPIONAMENTO DELLA MATRICE SOIL GAS, IN PARTICOLARE SI È PROCEDUTO AD ESEGUIRE LA VERIFICA DEL RISCHIO SIA *OUTDOOR* CHE *INDOOR*.

Si sono considerati come CRS i valori indicati nel documento "*Analisi di rischio stato attuale per la matrice soil gas*" valutato dagli Enti nell'incontro tecnico del 28/01/2016 (documento con prot. 346934 del 29/12/2015).



Fig. 4.3 – Ubicazione punti di campionamento soil gas

Relativamente alla MATRICE SOIL GAS SIA PER IL PERCORSO *OUTDOOR* (RECETTORE RICREATIVO) CHE *INDOOR* (RECETTORE COMMERCIALE) IL RISCHIO (TOSSICOLOGICO E CANCEROGENO) È RISULTATO ACCETTABILE.



## **5 La contaminazione nei terreni: scelta e descrizione della tecnologia di bonifica**

Con riferimento alle aree di terreno contaminate, nel presente capitolo sono riportati:

1. Gli obiettivi del progetto di bonifica del sito in esame;
2. Una rassegna delle principali tecnologie di bonifica e di messa in sicurezza permanente adottate a livello nazionale o internazionale per tipologie di inquinamento simili a quelle del caso in esame;
3. La scelta della tecnologia da applicare sulla base del confronto tra le tecniche ipotizzate; tale scelta si basa sulla valutazione della validità e dell'efficacia delle medesime tecnologie se applicate nel sito in esame;

La descrizione di dettaglio della tecnologia da applicare al sito in esame.

### **5.1. Obiettivi della bonifica**

#### **5.1.1. Aree individuate dall'Analisi di Rischio**

Sulla base dei risultati dell'analisi di rischio, è stato possibile dividere il sito in due aree:

1. l'area nord-ovest, in cui sono emersi superamenti delle CSR per il suolo superficiale e profondo (S1÷S7, S9, Pz2 e Pz3) e che quindi **NECESSITA DI INTERVENTI DI BONIFICA (V. CAP. 6) E DI UNA VERIFICA DEL RISCHIO (V. CAP. 7) relativamente alle concentrazioni di contaminanti rimaste in sito per i percorsi attivi nella configurazione finale del sito post intervento;**
2. l'area sud-est del sito (Pz4 e Pz5), che non verrà sottoposta da interventi di bonifica in quanto le CSR vengono rispettate.

**SI SOTTOLINEA CHE AL CAPITOLO 7 VIENE RIPORTATA LA VERIFICA DEL RISCHIO SUI PERCORSI CHE RIMANGONO ATTIVI IN FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA DI BONIFICA PRESCELTA E DESCRITTA AL CAPITOLO 6.**

#### **5.1.2. Aree di intervento**

Come specificato nel verbale della Conferenza dei Servizi del 05/05/2016, in sede di riqualificazione del sito sarà compresa nell'intervento anche la sede stradale di via Vecchio Gasometro ubicata sulla sinistra idraulica del Piovego.



*Fig. 5.1 – Area di indagine utilizzata nell'Analisi di Rischio (in rosso) e area di intervento prevista dal progetto di riqualificazione urbanistica (in blu)*

## **5.2. Rassegna delle principali tecnologie di bonifica adottate**

In *Appendice A* sono riportate le schede di sintesi delle principali tecnologie di bonifica adottate a livello internazionale per la bonifica di terreni contaminati da idrocarburi pesanti. Tali schede sono relative alle seguenti tecniche:

1. Scavo e conferimento off site;
2. Soil Vapor Extraction (SVE);
3. Bioventing;
4. Barriere di contenimento;
5. Biocumulo (biopile);
6. Land Farming.

## **5.3. Scelta della tecnologia di bonifica da adottare e criteri utilizzati per la scelta**

### **5.3.1. Criteri di scelta**

La valutazione dell'applicabilità al caso in esame della tecnologia da adottare è stata sviluppata sulla base dei parametri riportati nella seguente tabella (Tab. 5.1).

Tab. 5.1: Parametri usati per la scelta della tecnologia di bonifica da adottare		
Parametri		Descrizione
1	<b>EFFICACIA ABBATTIMENTO INQUINANTI</b>	Indica la praticabilità tecnica teorica, ovvero la possibilità di effettuare una decontaminazione efficace in considerazione degli inquinanti presenti e in condizioni ideali.
2	<b>GRADO DI SVILUPPO</b>	E' correlato alle esperienze positive connesse con l'applicazione della tecnologia in casi simili a quello del sito in esame ed al livello di standardizzazione e sviluppo della tecnica di bonifica.
3	<b>APPLICABILITÀ TECNICA IN SITO</b>	Indica, sulla base delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche dell'area, l'applicabilità tecnica nel sito in oggetto.
4	<b>COMPATIBILITÀ CON ATTIVITÀ</b>	Tiene conto della necessità di continuare l'attività in funzione nel sito durante l'intervento di bonifica.
5	<b>NECESSITÀ TEST PREVENTIVI</b>	Il successo dell'applicazione di un processo di risanamento è solitamente soggetto a numerose variabili e, pertanto, può risultare necessaria la conduzione di una serie di test di trattabilità preliminari mirati a valutare l'effettiva fattibilità della tecnologia in rapporto agli obiettivi prefissati.
6	<b>PRODUZIONE DI RESIDUI</b>	Tiene conto della necessità di trattare eventuali correnti gassose e/o liquide prodotte dai sistemi di bonifica esaminati.
7	<b>TEMPI</b>	Tiene conto dei tempi di bonifica.
8	<b>COSTI</b>	Tale parametro è sicuramente una delle voci più impegnative ai fini della valutazione della tecnologia da applicare al sito indagato. La scelta deve infatti tenere conto da una parte dei costi puri delle tecnologie e dall'altra delle necessità oggettive del sito quali ad esempio la garanzia di raggiungimento dei limiti imposti, la rapidità dell'intervento, i costi di gestione dell'intervento di bonifica, etc..

### 5.3.2. Scelta della tecnologia di bonifica da adottare

Nella scelta della tecnologia di bonifica da adottare, si è tenuto conto delle seguenti valutazioni:

- il progetto di bonifica avviene contestualmente al progetto di riqualificazione urbanistica della zona, di conseguenza si è cercata una soluzione sostenibile in termini di tempi e costi e che non vada a ostacolare le funzionalità della nuova area;
- l'area si trova nella zona centrale di Padova, è preferibile quindi limitare il trasporto e messa a discarica di grandi quantità di terreno inquinato per ridurre l'impatto sull'ambiente e sulla popolazione.

Una delle tecniche che prevede le tempistiche minori è lo scavo e smaltimento off site. Si riporta nella tabella seguente una breve valutazione economica di un'eventuale rimozione del terreno maggiormente contaminato.

<b>Scavo</b>		
Area di scavo	5200	m <sup>2</sup>
Profondità di scavo	6	m
Volume di scavo	31200	m <sup>3</sup>
Importo unitario	6,24	€/m <sup>3</sup>
Costo operazioni di scavo	<b>€ 194.688,00</b>	
<b>Trasporto e smaltimento rifiuti non pericolosi</b>		
Peso specifico terreno in banco	1,9	t/m <sup>3</sup>
Quantità di terreno da smaltire	59280	t
Importo unitario (rifiuti non pericolosi)	90	€/t
Costo operazioni di smaltimento	<b>€5.335.200,00</b>	
<b>Costo operazioni di scavo e smaltimento</b>	<b>€5.529.888,00</b>	



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

Il costo delle sole operazioni di scavo e smaltimento supererebbe i 5 milioni di Euro, senza considerare che andrebbero aggiunti i costi di accantieramento, delle opere di sostegno e di ripristino dell'area. Inoltre, la grande quantità di terreno da smaltire avrebbe un forte impatto ambientale e sulla popolazione per quanto riguarda il rumore, le vibrazioni e le polveri prodotte non solo durante le fasi di scavo e di ripristino del sito ma soprattutto per il trasporto dei rifiuti e dei materiali di rinterro degli scavi (si stimano circa n. 1.950 trasporti su bilico per lo smaltimento dei rifiuti ed altrettanti per il trasporto in cantiere dei materiali di rinterro).

Per questi motivi si è quindi deciso di escludere lo scavo e smaltimento dell'intera sorgente.

Si è quindi optato per:

- **eseguire lo scavo e smaltimento della sola area hot spot di terreno insaturo maggiormente contaminato;**
- **utilizzare barriere di contenimento per l'area che necessita di intervento di bonifica.**

In Tab. 5.2 è riportata, in maniera schematica, la valutazione comparativa tra le tecnologie potenzialmente applicabili al caso in esame.





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**Tab. 5.2 – Scheda di valutazione tecnologie applicabili sui terreni sulla base degli inquinanti presenti (Idrocarburi pesanti C>12)**

Tipologia		Tecnologia	Efficacia abbatt. inquinanti	Grado di sviluppo	Applicab. tecnica in sito	Compatib. con attività	Necessità test preventivi	Produzione di residui	Tempi	Costi	Giudizio
In situ	Off site	Scavo e conferimento off site	Totale	Avanzato	SI	SI	NO	SI	Medi	Alti	<p><b>Giudizio finale: scarso.</b> La tecnologia non appare applicabile al caso in esame nel caso in esame per i seguenti motivi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Costo dell'intervento molto elevato;</li> <li>2. Forte impatto ambientale per quanto riguarda rumore, vibrazione e polveri durante le fasi di scavo e di ripristino del sito ma soprattutto per il trasporto dei rifiuti e dei materiali di rinterro degli scavi;</li> <li>3. Tempi di bonifica non brevi, dovuti al trasporto del terreno.</li> </ol>
		SVE	Basso	Avanzato	SI	SI	SI	SI	Medi	Bassi	<p><b>Giudizio finale: scarso.</b> La tecnologia risulta indicata per il trattamento degli idrocarburi leggeri; per il caso in oggetto non risulta efficacemente applicabile visto il livello e la natura della contaminazione da idrocarburi pesanti.</p>
	On site	Barriere per messa in sicurezza	Nullo	Avanzato	SI	SI	NO	SI	Brevi	Bassi	<p><b>Giudizio finale: buono.</b> Si tratta di un intervento di messa in sicurezza, che non prevede la rimozione della contaminazione, ma nel caso in esame risulta particolarmente favorevole per:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tempi di realizzazione (breve);</li> <li>2. Estensione dell'area contaminata;</li> <li>3. Basso impatto ambientale.</li> </ol>



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**Tab. 5.2 – Scheda di valutazione tecnologie applicabili sui terreni sulla base degli inquinanti presenti (Idrocarburi pesanti C>12)**

Tipologia		Tecnologia	Efficacia abbatt. inquinanti	Grado di sviluppo	Applicab. tecnica in sito	Compatib. con attività	Necessità test preventivi	Produzione di residui	Tempi	Costi	Giudizio
Ex situ	Off site	Biopile	Totale	Avanzato	Bassa	NO	SI	SI	Lunghi	Medi	<b>Giudizio finale: scarso.</b> La tecnologia presenta buona efficacia nel trattamento degli idrocarburi del petrolio. L'applicazione di tale tecnica consiste nello scavo dei terreni inquinati e la disposizione in cumuli in aree predisposte al trattamento. Tuttavia, la tecnologia richiede tempi lunghi di bonifica (ordine di mesi o anni), pertanto, visto che il progetto avviene contestualmente al progetto di riqualificazione urbanistica, non risulta favorevole per il sito in esame
		Land Farming	Totale	Avanzato	Bassa	NO	SI	SI	Lunghi	Medi	<b>Giudizio finale: scarso.</b> La tecnologia presenta buona efficacia nel trattamento degli idrocarburi del petrolio. È applicabile direttamente in sito se la contaminazione interessa gli strati superficiali altrimenti occorre predisporre il terreno contaminato in bacini impermeabili. Richiede continue operazioni di movimentazione del terreno per garantire un idoneo ricambio d'aria; richiede inoltre un sistema di raccolta delle acque di percolazione ed il loro successivo trattamento e/o smaltimento. Visti i ridotti volumi di terreno da trattare ed i ridotti spazi di intervento il giudizio, per il sito in esame, non risulta favorevole.



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

#### **5.4. Conclusioni**

L'analisi delle tecnologie da adottare ed i risultati dell'analisi di rischio hanno portato ad individuare come soluzione più indicata per la bonifica dei terreni del sito in questione (vedi la colonna "Giudizio" in Tab. 5.2) l'utilizzo di **COPERTURA SUPERFICIALE PER MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** delle aree che necessitano di interruzione dei percorsi per suolo superficiale e profondo.

Tale soluzione è stata preferita alla rimozione completa del materiale, per incompatibilità con i principi espressi dal D.Lgs. 152/06 relativamente ai seguenti motivi:

- avendo parallelamente verificato l'accettabilità del rischio relativo alla porzione sud est del sito nel quale non vengono eseguiti interventi di bonifica (vedi cap. 7);
- sostenibilità dei costi di intervento;
- riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- riduzione degli impatti sulle altre componenti ambientali e sulla popolazione.

Si è quindi optato per l'esecuzione di un intervento di impermeabilizzazione superficiale delle aree contaminate, al fine di interrompere i percorsi di migrazione dei composti contaminanti.

A seguito degli esiti delle analisi chimiche sui campioni di terreno prelevati dai sondaggi effettuati sulla sponda sinistra del canale Piovego (vedi Par. 3.2) ed in considerazione degli interventi definiti nelle aree in cui si è rilevato il superamento delle CSR, si è deciso cautelativamente di prevedere l'impermeabilizzazione anche dell'area occupata dall'attuale sedime di via Vecchio Gasometro.

Si è inoltre deciso di effettuare lo scavo e conferimento off site dell'area hot spot di terreno insaturo maggiormente contaminato e posto in prossimità dei vecchi serbatoi già rimossi (vedi Par.6.3)

Nei seguenti paragrafi si riportano in dettaglio la descrizione e l'ubicazione degli interventi proposti.



## **6. Descrizione di dettaglio della tecnica e degli interventi previsti e relativa compatibilità ambientale**

### **6.1. Premessa**

Come riportato al capitolo precedente, la tecnologia di bonifica da applicare per il sito contaminato in esame è la realizzazione di una **COPERTURA SUPERFICIALE PER LA MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE** delle aree che necessitano di interruzione dei percorsi per il suolo superficiale e per il profondo. Sono previste due modalità di impermeabilizzazione:

1. esecuzione di capping, tramite posa di geocompositi e copertura con terreno vegetale, delle aree destinate a verde;
2. rivestimento in tappeto di usura con leganti resinosi impermeabili delle aree che diventeranno pedonabili o ciclabili.

In via cautelativa ed al fine di migliorare lo stato ambientale del sottosuolo, si prevede, anche se l'analisi di rischio non ne aveva evidenziato la necessità, di effettuare uno scavo e smaltimento della zona maggiormente contaminata (hot spot) in prossimità dei vecchi serbatoi interrati.

L'intervento di bonifica sarà realizzato contestualmente ai lavori di riqualificazione urbanistica dell'area; di seguito si riporta la descrizione degli interventi previsti per la messa in sicurezza permanente dell'area e per la gestione dei rifiuti prodotti durante tali attività.

### **6.2. Aree di intervento**

Prima di definire le diverse aree di intervento è necessario fare le seguenti considerazioni:

- L'area di intervento riguarda sia P.le Boschetti, per il quale è stata elaborata l'Analisi di Rischio, sia l'area di sedime di via Vecchio Gasometro nella sede arginale sulla sinistra idraulica del canale Piovego; in via cautelativa, visti anche gli esiti dei sondaggi effettuati (vedi par. 3.2), l'impermeabilizzazione superficiale è stata estesa anche a questa seconda area in modo da interrompere anche in questa zona eventuali percorsi attivi.
- La riqualificazione urbanistica prevede per le aree destinate a piste ciclo pedonali la realizzazione di una pavimentazione con leganti resinosi con caratteristiche tali da garantire l'impermeabilizzazione dell'area (vedi All. POB5). Tale rivestimento quindi ha le caratteristiche tali da poterlo considerare parte integrante della copertura superficiale delle aree da impermeabilizzare.



- Le aree di intervento, comprese quelle dove non è prevista la realizzazione del capping, dovranno essere dotate di un opportuno sistema di drenaggio delle acque meteoriche. Si è deciso quindi di collocare un geocomposito drenante, composto da due geotessili non tessuti da 120 g/mq con interposta georete in HDPE, da utilizzare per filtro-drenoprotezione. Preliminarmente alla posa del geodreno e del terreno vegetale, nelle aree in cui non verrà realizzato il capping è prevista la fresatura della pavimentazione stradale in asfalto.

Il progetto prevede diverse soluzioni in base alle aree di intervento; in particolare si sono adottate le seguenti soluzioni:

- **AREA 1 (AREA PARCHEGGIO P.LE BOSCHETTI) NELLA QUALE È PREVISTA LA REALIZZAZIONE DEL CAPPING.** Gli strati di impermeabilizzazione verranno posati al di sopra della pavimentazione in asfalto (in modo da avere una superficie piana adatta alla posa dei manti impermeabilizzanti) del parcheggio esistente o mediante il trattamento dello stesso con materiali resinosi (in corrispondenza dei nuovi percorsi ciclopedonali);
- **AREA 2 (AREA PARCHEGGIO P.LE BOSCHETTI) NELLA QUALE NON È PREVISTA LA REALIZZAZIONE DEL CAPPING.** È stata prevista la rimozione della pavimentazione in asfalto e, per favorire l'allontanamento delle acque meteoriche, la posa di un geocomposito drenante al disotto di 40 cm di terreno vegetale;
- **AREA 3 (VIA VECCHIO GASOMETRO) NELLA QUALE VERRÀ REALIZZATO IL CAPPING PER SCOPI PRECAUZIONALI.** Nelle zone asfaltate, prima dell'impermeabilizzazione si procederà alla demolizione della pavimentazione e delle opere in sito quali marciapiedi, cordoli, ecc. ed allo scavo di circa 10 cm di terreno per raccordare il capping con quello nell'area di P.le Boschetti.

Si riporta nella seguente figura lo schema planimetrico degli interventi previsti nelle diverse aree (vedi Tav. POB5)

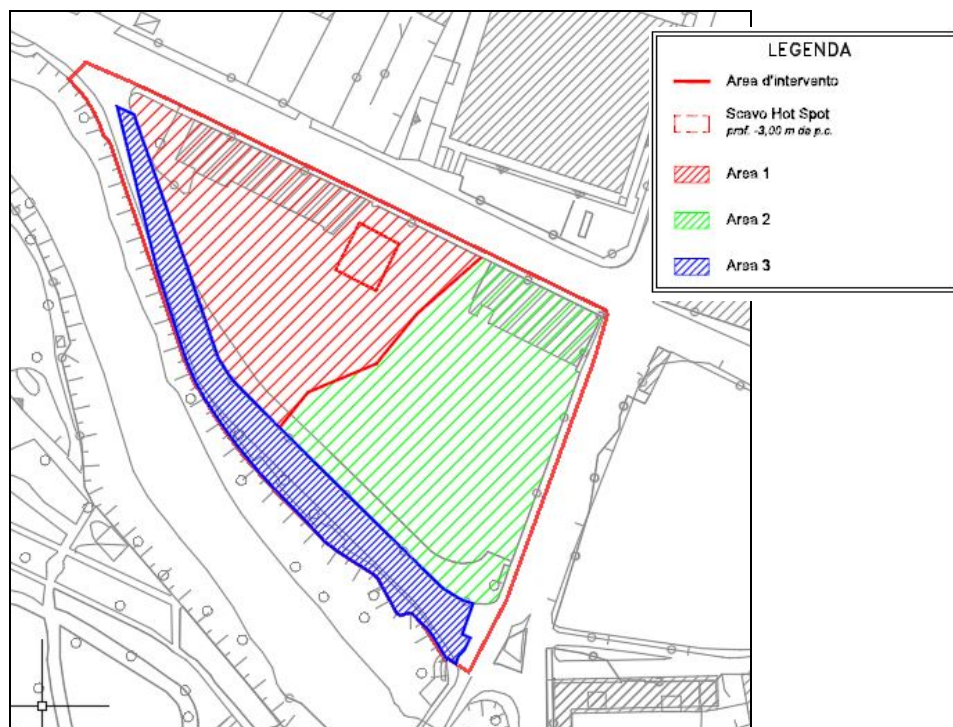


Fig. 6.1 – Schema trattamento aree di intervento



### **6.3. Descrizione dell'intervento**

#### **6.3.1. Fasi di intervento**

L'intervento di bonifica prevede le seguenti principali fasi di lavoro:

- 1) **Accantieramento:** delimitazione dell'area di intervento mediante idonea recinzione, realizzazione accessi, posa della segnaletica e dei necessari apprestamenti e preparazione delle piazzole di stoccaggio dei materiali di risulta degli scavi.
- 2) **Demolizione pavimentazione lato canale Piovego:** rimozione dei cordoli e scarifica della pavimentazione stradale in asfalto.
- 3) **Scavo riprofilatura argine canale Piovego:** esecuzione dello scavo arginale lungo il canale Piovego e scavo di circa 10 cm dell'area di sedime di via Vecchio Gasometro e successivo stoccaggio del materiale di risulta nelle apposite piazzole.
- 4) **Scavo opere di bonifica:** esecuzione dello scavo del hot spot di terreno e successivo stoccaggio del materiale di risulta nell'apposita piazzola.
- 5) **Campionamento e analisi:** prelievo di campioni da cumulo, eseguito secondo le indicazioni riportate nel D.G.R.V 2922/03 e dalla norma UNI 10802, ed esecuzione di analisi chimiche sui campioni di terreno provenienti dalla riprofilatura arginale per verificarne un possibile riutilizzo. I terreni non riutilizzabili in sito saranno sottoposti ad analisi di classificazione ed a test di cessione ai sensi del DM 27/09/2010 e s.m.i. per definire l'idoneo impianto di destinazione autorizzato.
- 6) **Gestione dei materiali da scavo:** in base agli esiti delle analisi chimiche sui materiali di scavo, si potrà procedere al riutilizzo in cantiere dei materiali recuperabili ed al carico e conferimento presso impianti autorizzati dei terreni non riutilizzabili in sito.
- 7) **Scarifica pavimentazione in asfalto del parcheggio:** Scarifica di 10 cm dell'area del parcheggio nella quale non è prevista l'impermeabilizzazione superficiale.
- 8) **Posa geocompositi:** realizzazione dell'impermeabilizzazione superficiale mediante la posa dei geocompositi e la copertura con 40 cm di terreno vegetale nell'area ovest del parcheggio e nell'area di via Vecchio Gasometro; nella zona est del parcheggio per favorire il drenaggio delle acque meteoriche è prevista solo la posa del geocomposito drenante e la copertura con 40 cm di terreno vegetale
- 9) **Ripristino finale dell'area:** rimessa in quota dei piezometri esistenti, in modo da renderli accessibili dalla nuova quota del piano campagna, e semina del tappeto erboso.

L'intervento di bonifica sarà realizzato contestualmente ai lavori di riqualificazione urbanistica dell'area; di seguito si riporta un breve elenco degli interventi di riqualificazione urbana che interessano l'area:

- Pedonalizzazione di via Trieste;
- Dissotterramento parziale, restauro conservativo e riqualificazione dell'antico porto fluviale, della gru a braccio girevole abbandonata in sito e della rampa delle "botti" funzionale all'interscambio delle merci tra la banchina portuale e la quota stradale;
- Demolizione parziale del muro in cls realizzato in alveo del Canale Piovego;
- Realizzazione di un percorso ciclopedonale ai margini del Canale Piovego;
- Realizzazione di cinque approdi lungo il menzionato percorso ciclopedonale;



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

- Dissotterramento restauro conservativo di un cospicuo tratto di mura appartenenti al sistema bastionato cinquecentesco attualmente “sepolte” sotto l’asfalto di via Giambattista Morgagni e Largo Egidio Meneghetti;
- Costruzione di un ponte ciclabile e pedonale galleggiante sul Canale Piovego;
- Allargamento di Ponte Silvio Omizzolo (a servizio di via Giambattista Morgagni Largo Egidio Meneghetti) con la realizzazione di una corsia carrabile e banchina laterale di servizio;
- Demolizione dei sostegni funzionali all’attraversamento dei sotto servizi attualmente posizionati a vista lungo il prospetto ovest di Ponte Silvio Omizzolo;
- Riqualficazione funzionale di ponte Antonio Milani rendendolo ciclopedonale;
- Costruzione di un percorso coperto pedonale posizionato lungo il prospetto sud delle palazzine vincolate e a servizio delle attività commerciali previste al piano terra delle stesse;
- Realizzazione di uno spazio pubblico polifunzionale su due livelli tra le palazzine costituito da elementi a forma di “vela” connessi al porticato sviluppato sui prospetti sud delle stesse;
- Sovrappasso ciclopedonale su via Gaspare Gozzi;
- Demolizione torre ENEL in disuso ubicata tra Ponte Silvio Omizzolo e il “Macello” di inizi ‘800;
- Realizzazione di una rotatoria in Largo Meneghetti

Alcune delle opere sopraccitate potranno essere realizzate in simultanea con le opere di bonifica in oggetto. Durante tali lavori si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare di danneggiare i geocompositi già posati; si rimanda al par. 6.3.10 per i dettagli.

Si riporta di seguito una descrizione più dettagliata delle varie operazioni di bonifica dell’area.

### **6.3.2. Accantieramento**

Prima di iniziare le attività di cantiere si procederà alla delimitazione dell’area di intervento mediante l’installazione di un’apposita recinzione, delle utilities di cantiere (box ufficio, servizi igienici, aree di deposito materiali, utenze, ecc.), della necessaria segnaletica di sicurezza ed alla definizione dei percorsi interni al sito che dovranno essere seguiti durante i lavori per evitare interferenze.

All’interno dell’area verranno allestite le seguenti aree di stoccaggio dei rifiuti (vedi Tav. POB9):

- n.1 area di stoccaggio di dimensioni 20 m x 40 m in cui verrà stoccato il terreno scavato in prossimità dell’argine suddividendolo in n3 cumuli da circa 600 mc;
- n.1 piazzola in cui verrà stoccato il terreno proveniente dallo scavo dell’area hot spot. L’area avrà dimensioni 20 m x 15 m.

Le piazzole di stoccaggio saranno realizzate su un area già pavimentata in asfalto per stoccare separatamente:

- terreno proveniente dallo scavo per la riprofilatura dell’argine del canale Piovego e dell’area di sedime di via Vecchio Gasometro;
- terreno proveniente dallo scavo dell’area hot spot.

Si riportano in figura seguente le aree di scavo e il posizionamento delle piazzole di stoccaggio.

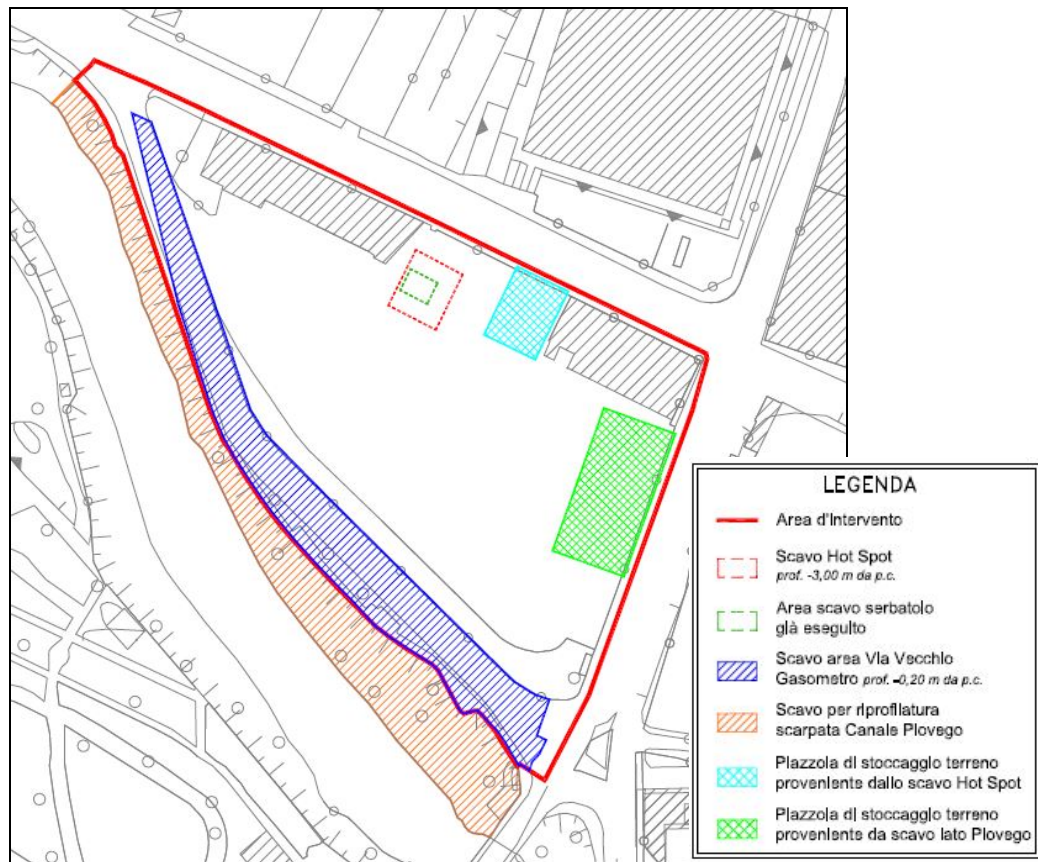


Fig. 6.2 – Aree di scavo e piazzole di stoccaggio terreno

Per evitare il contatto tra i materiali contaminati ed i terreni o le acque sotterranee, nonostante l'area sia già adeguatamente isolata (pavimentazione in asfalto), il fondo della piazzola sarà comunque impermeabilizzato mediante la posa di:

- geotessile non tessuto;
- geomembrana impermeabilizzante in HDPE dello spessore di 1,5 mm.

Sul perimetro della piazzola, al di sotto del telo verrà realizzato un cordolo di contenimento al fine di evitare il contatto del terreno contaminato con eventuali acque di ruscellamento; il cordolo sarà realizzato lungo il perimetro della piazzola ad eccezione di un lato, in cui è previsto l'arrivo delle macchine di movimento il terra.

La delimitazione di ogni piazzola potrà essere realizzata tramite un cordolo in sabbia, o con altro materiale idoneo posato sotto il telo di impermeabilizzazione di base, o barriere New Jersey.

Le procedure di accantieramento si possono quindi riassumere nelle seguenti sottofasi:

- recinzione dell'area di intervento, installazione delle utilities di cantiere e posa dell'idonea cartellonistica di sicurezza;
- sgombero e pulizia dell'area di intervento, qualora risultassero presenti eventuali ostacoli e/o impedimenti alle attività di cantiere;
- definizione dei percorsi all'interno del cantiere dall'accesso all'area alle aree di lavoro;
- scarico e deposito in sito delle attrezzature (materiali, attrezzi manuali, ecc) e dei mezzi necessari per l'intervento (escavatore, camion, ecc.);
- preparazione delle piazzole di stoccaggio.

### 6.3.3. Demolizione pavimentazione lato canale Piovego





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

Nell'area di sedime di via Vecchio Gasometro, vista la necessità di raccordarsi con le quote, più basse di P.le Boschetti, è prevista la scarifica della pavimentazione in asfalto (circa 10 cm) e l'approfondimento dello scavo di ulteriori 10 cm.

Complessivamente si tratta di una superficie di circa 2.225 m<sup>2</sup> pertanto da tali attività si stima che si avrà la produzione dei seguenti rifiuti:

- Asfalto:
  - o Volume di scarifica 222,50 m<sup>3</sup>
  - o Peso rifiuti (p.s. 1,5 t/m<sup>3</sup>) 333,75 ton
  
- Terra da scavo: 423 ton
  - o Volume di scavo 222,50 m<sup>3</sup>
  - o Peso rifiuti (p.s. 1,9 t/m<sup>3</sup>) 422,75 ton

Se durante la demolizione della sede stradale dovessero essere prodotte altre tipologie di rifiuti (p.e. cordoli plinti ed altri manufatti in c.a., transenne e pali metallici, ecc.) questi saranno gestiti in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. in materia di rifiuti.

I materiali rimossi saranno campionati ed analizzati al fine di definire l'esatto CER da attribuire al rifiuto.

#### **6.3.4. Scavo e stoccaggio del terreno dei materiali scavati**

Le attività di scavo interesseranno essenzialmente:

- Area hot spot;
- Riprofilatura argine canale Piovego
- Scavo area sedime via Vecchio Gasometro

Le apparecchiature e i macchinari utilizzati in questa fase sono principalmente attrezzature usate nelle costruzioni edili e negli impianti di trattamento/smaltimento dei rifiuti, come escavatori, macchine di movimento terra, camion e cassoni/container di varia forma, misura e materiale.

Di seguito si descrivono le tre aree di scavo

##### **6.3.4.1. Scavo hot spot**

Sulla base degli esiti della campagna di indagini è stato previsto di rimuovere il terreno nell'area risultata maggiormente contaminata e definita hot spot all'interno del presente progetto.

L'intervento interesserà l'area dove erano ubicate le cisterne interrate rimosse in passato; il materiale utilizzato per il rinterro di tale scavo verrà mantenuto in posto e interesserà solo la rimozione del terreno contaminato presente nell'intorno delle vecchie cisterne. Si procederà quindi allargando il precedente scavo in direzione nord, est e sud (vedi Tav. POB4). In direzione ovest non è possibile allargare lo scavo a causa della presenza nelle vicinanze di un fabbricato

L'area di scavo ha dimensioni in pianta di circa 14 m x 16,50 m che al netto dell'area di scavo delle vecchie cisterne di circa 50 m<sup>2</sup> diventa pari a circa 180 m<sup>2</sup>. La profondità di scavo sarà pari a circa 3 m da p.c. (di cui 10 cm di scarifica asfalto e 2,90 m di scavo di terreno contaminato).

Preliminarmente allo scavo si effettuerà la scarifica della pavimentazione in asfalto; trattandosi di una superficie di circa 180 m<sup>2</sup> si avrà la produzione dei seguenti rifiuti:

- Asfalto:
  - o Volume di scarifica 18,00 m<sup>3</sup>
  - o Peso rifiuti (p.s. 1,5 t/m<sup>3</sup>) 27,00 ton



Per quanto riguarda lo scavo del terreno di seguito si riporta la stima del quantitativo previsto.

Tab. 6.1 – Stima dei quantitativi di terreno da scavare: area Hot Spot		
Descrizione	Unità di misura	Quantità
Volume terreno	mc	522
Peso specifico	t/mc	1,9
Peso terreno	t	991,8

Nella seguente figura si riporta la dimensione dello scavo previsto.



Fig. 6.3 – Particolare area di scavo Hot Spot

Il terreno proveniente dall'area hot spot (522 m<sup>3</sup>) sarà stoccato in cumulo nella piazzola di dimensioni 15 m x 20 m (vedi Tav.POB4)

Il cumulo sarà quindi coperti con telo di impermeabilizzazione in polietilene, in attesa di definirne, sulla base dei risultati delle analisi chimiche, la destinazione finale del rifiuto.



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

### **6.3.4.2. Scavo opere di riqualificazione urbana del sito**

Nell'ambito dei lavori di riqualificazione urbana dell'area è prevista l'esecuzione dello scavo arginale lungo il canale Piovego al fine di risonare la scarpata secondo inclinazioni minori rispetto alle attuali. Prima dell'inizio dei lavori bisognerà porre attenzione a definire con i tecnici Acegas-Aps l'esatto percorso della tubazione dell'acquedotto in modo da non arrecare danni a tale struttura interrata.

Nell'ambito di tali interventi si prevede inoltre, previa scarifica e demolizione della pavimentazione stradale (vedi Par. 6.3.2), di scavare circa 10 cm di terreno dall'area di sedime di via Vecchio Gasometro per necessità di raccordare le quote finale di quest'area con quella di P.le Boschetti. Di seguito si riporta la stima del quantitativo di terreno che verrà rimosso.

<b>Tab. 6.2 – Stima dei quantitativi di terreno da scavare: lavori di riqualificazione urbanistica</b>		
<b>1) Riprofilatura argine canale Piovego</b>		
<b>Descrizione</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Quantità</b>
Volume terreno	mc	1500
Peso specifico	t/mc	1,9
Peso terreno	t	2850
<b>2) Scavo area 3 via Vecchio Gasometro</b>		
Volume terreno	mc	223
Peso specifico	t/mc	1,9
Peso terreno	t	423
<b>TOTALE</b>		
Volume terreno	mc	1.723
Peso specifico	t/mc	1,9
Peso terreno	t	3.273

Il terreno scavato (circa 1723 m<sup>3</sup>) sarà stoccato, suddiviso in 3 cumuli da circa 600 mc, nell'area di stoccaggio di dimensioni 20 m x 40 m appositamente predisposta (vedi Tav.POB4)

Tutti i cumuli di materiali stoccati (terra da scavo e materiali da demolizione) saranno quindi coperti con teli di impermeabilizzazione in polietilene, in attesa di definirne la destinazione finale sulla base dei risultati delle analisi chimiche.

### **6.3.5. Scarifica pavimentazione P.le Boschetti**

Nella parte di P.le Boschetti che non sarà oggetto di messa in sicurezza permanente si procederà con la scarifica della pavimentazione stradale in asfalto. Tale misura viene adottata per favorire il drenaggio naturale delle acque meteoriche nel sottosuolo nelle aree che saranno riconvertire a verde pubblico.

Complessivamente si tratta di una superficie, al netto delle superfici che verranno pavimentate, di circa 3623 m<sup>2</sup> pertanto da tali attività si stima che si avrà la produzione di circa:

- Asfalto:
  - o Volume di scarifica 362,30 m<sup>3</sup>
  - o Peso rifiuti (p.s. 1,5 t/m<sup>3</sup>) 543,45 ton

L'asfalto rimosso sarà campionato ed analizzati al fine di definire l'esatto CER da attribuire al rifiuto.

### **6.3.6. Campionamento e analisi**



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**6.3.6.1. Modalità di campionamento**

Le modalità di campionamento dei terreni verranno eseguite seguendo le indicazioni riportate nel D.G.R.V. 2922/03 “Definizione delle linee guida per il campionamento e l’analisi dei campioni dei siti inquinati. Protocollo operativo”.

Al fine di garantire una adeguata certificazione dei materiali scavati e da avviare allo smaltimento/recupero, la caratterizzazione dei cumuli avverrà per lotti, seguendo quanto previsto della norma UNI 10802.

Le dimensioni massime dei lotti da caratterizzare non saranno superiori ai 1000 m<sup>3</sup> e, in ogni caso, ciascun lotto sarà caratterizzato da un unico campione ottenuto dall’unione di un certo numero di incrementi. In particolare, per lotti di 1000 m<sup>3</sup>, si procederà al prelievo di almeno 20 incrementi costituiti da 10 prelievi profondi e 10 superficiali. Questi incrementi verranno miscelati fra loro al fine di ottenere un campione composito che, per quartatura, darà il campione da analizzare.

Il criterio individuato seguirà il principio di proporzionalità per cui lotti di dimensioni minori richiederanno un numero proporzionale di incrementi.

In ogni caso il numero minimo di incrementi con i quali ottenere il campione finale sarà pari a 6. Il prelievo degli incrementi può avvenire attraverso un campionamento sistematico (si veda punto 4.2 norma UNI 10802).

**6.3.6.2. Analisi sui campioni e gestione materiali scavati**

Il terreno potenzialmente recuperabile in sito per il rinterro dell’area hot spot (circa 540 mc), ovvero quello proveniente dalla riprofilatura arginale, sarà sottoposto, ad analisi chimica mirata alla ricerca dei parametri considerati nel Piano di Caratterizzazione.

Formalmente i risultati dovrebbero essere conformi alle CONCENTRAZIONI SOGLIA DI RISCHIO (CSR) approvate con determina n.2016/89/0053 del 11/05/2016 (v. All. POB1); si prevede in via cautelativa il rispetto della **TABELLA 1 COLONNA B** Allegato 5 Titolo V Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 in modo da migliorare la situazione ambientale del sottosuolo.

In particolare dai cumuli di terreno provenienti dalla riprofilatura arginale verrà effettuato il prelievo di campioni (circa uno per ogni 600 m<sup>3</sup>), su cui saranno eseguite le analisi chimiche ai fini della verifica del possibile riutilizzo.

<b>Tab. 6.3. – Parametri da ricercare nei campioni per la verifica delle CSC</b>			
<b>Famiglia</b>	<b>Parametri</b>	<b>Concentrazione limite CSC Col. A, Tab 1, D.Lgs. 152/2006 (mg/kg s.s.)</b>	<b>Concentrazione limite CSC Col. B, Tab 1, D.Lgs. 152/2006 (mg/kg s.s.)</b>
Metalli	Nichel	120	500
	Piombo	100	1.000
	Rame	120	600
	Zinco	150	1.500
	Cromo totale	150	800
Idrocarburi	Idrocarburi pesanti C<12	10	250
	Idrocarburi pesanti C>12	50	750
Composti aromatici	Benzene	0,1	2
	Etilbenzene	0,5	50
	Stirene	0,5	50
	Toluene	0,5	50
	Xilene	0,5	50
	Sommatoria organici aromatici	1	100



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

**Tab. 6.3. – Parametri da ricercare nei campioni per la verifica delle CSC**

Famiglia	Parametri	Concentrazione limite CSC Col. A, Tab 1, D.Lgs. 152/2006 (mg/kg s.s.)	Concentrazione limite CSC Col. B, Tab 1, D.Lgs. 152/2006 (mg/kg s.s.)
IPA Idrocarburi policiclici aromatici	Benzo(a)antracene	0,5	10
	Benzo(a)pirene	0,1	10
	Benzo(b)fluorantene	0,5	10
	Benzo(k)fluorantene	0,5	10
	Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10
	Crisene	5	50
	Dibenzo(a,e)pirene	0,1	10
	Dibenzo(a,l)pirene	0,1	10
	Dibenzo(a,i)pirene	0,1	10
	Dibenzo(a,h)pirene	0,1	10
	Dibenzo(a,h)antracene	0,1	10
	Indenopirene	0,1	5
	Pirene	5	50
	Sommatoria IPA	10	100

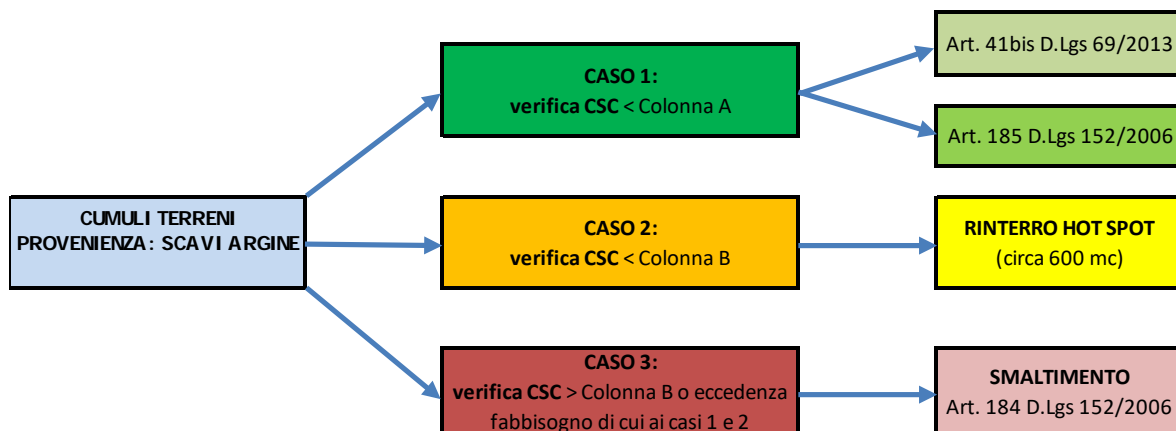
In base agli esiti di tale analisi, uno dei cumuli da circa 600 mc qualora rispettasse le sopraccitate concentrazioni soglia (CSC col. B), potrà essere riutilizzato per il ritombamento dello scavo hot spot. Infatti per il riempimento di tale scavo sono necessari circa 540 mc (CASO 2 schema seguente).

Se in fase esecutiva si procederà con ulteriori scavi di terreno proveniente dalla riprofilatura dell'argine, dal momento che gli esiti delle analisi effettuate (par. 3.2 e all. POB.9) hanno evidenziato che oltre gli 1,5÷2 m di profondità sono presenti terreni conformi alle CSC di colonna A, tali materiali potranno essere trattati come sottoprodotti ai sensi dell'art. 41 bis del D.Lgs. 69/2013 qualora vengano rispettate le condizioni in esso contenute o ai sensi dell'art. 185 qualora sia necessario riutilizzarli in sito (CASO 1 schema seguente).

Sui cumuli che non verranno riutilizzati in quanto non rispetteranno le condizioni indicate (CASO 3 schema seguente) si procederà alla classificazione come rifiuti; in particolare si provvederà a prelevare campioni (uno per ogni cumulo) secondo le modalità descritte nel paragrafo precedente; su ogni campione verranno eseguite le seguenti analisi:

- classificazione sul tal quale come rifiuto;
- test di cessione ai sensi del DM 27/09/2010 e smi ai fini dell'ammissibilità in discarica.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo in merito alla gestione delle terre da scavo.



Inoltre anche per il cumulo di terreno contaminato proveniente dall'area hot spot verrà effettuato il prelievo di n.1 campione su cui verrà eseguita l'analisi di classificazione ai fine dello smaltimento ed il test di cessione per l'ammissibilità in discarica.

L'asfalto proveniente dalla fresatura della pavimentazione stradale di via Vecchio Gasometro sarà campionato e sottoposto ad analisi di classificazione ai fine della definizione dell'impianto di destinazione.

Nelle seguente tabella si riepilogano le analisi previste sui materiali di risulta prodotti in cantiere.

Tab. 6.4. – Campionamenti ed analisi terreno / rifiuto prodotti in cantiere		
Cumuli terreno / rifiuto	Analisi preventiva di verifica CSC D. LGS 152/06 (mg/kg s.s.)	Analisi classificazione ai fini dello smaltimento
Cumulo 1 (terreno argine c.ca 600 mc)	X	X (se non conforme per recupero o se non necessario fabbisogno riutilizzo)
Cumulo 2 (terreno argine c.ca 600 mc)	X	X (se non conforme per recupero o se non necessario fabbisogno riutilizzo)
Cumulo 3 (terreno argine c.ca 600 mc)	X	X (se non conforme per recupero o se non necessario fabbisogno riutilizzo)
Cumulo hot spot		X
Cumulo asfalto		X

### 6.3.7. Gestione dei rifiuti

Sulla base dei riscontri analitici saranno definite le caratteristiche e il grado di pericolosità dei rifiuti, attribuendo un idoneo codice CER di classificazione dei rifiuti, ovvero:

CER 17 05 03\* “Terre e rocce, contenente sostanze pericolose”

o

CER 17 05 04 “Terre e rocce, diversi da quelli di cui alla voce 17 05 03”

Sui campioni di rifiuto prelevati sarà inoltre effettuato il test di cessione per l'ammissibilità in discarica ai sensi del D.M. 27/09/2010 e s.m.i.

Analoga procedura sarà seguita per l'asfalto proveniente dalla scarifica della pavimentazione





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

stradale di via Vecchio Gasometro; sulla base dei riscontri analitici saranno definite le caratteristiche e il grado di pericolosità dei rifiuti, attribuendo un idoneo codice CER di classificazione dei rifiuti, ovvero:

CER 17 03 01\* miscele bituminose contenenti catrame di carbone

o

CER 17 03 02 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01

Se durante la demolizione della sede stradale dovessero essere prodotte altre tipologie di rifiuti (p.e. cordoli plinti ed altri manufatti in c.a., transenne e pali metallici, ecc.) questi saranno gestiti in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. in materia di rifiuti.

Terminate le attività di smaltimento dei rifiuti depositati in cumulo si procederà allo smantellamento delle piazzole di stoccaggio; i materiali di risulta provenienti da tali attività (teli, materiali inerti, ecc.) questi saranno gestiti in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. in materia di rifiuti.

### **6.3.8. Realizzazione del capping superficiale**

Nell'area per le quale, in base alle risultanze dell'Analisi di Rischio, è necessario procedere con la messa in sicurezza permanente, per garantire l'impermeabilizzazione del terreno ed evitare che le acque meteoriche possano infiltrarsi ed entrare in contatto con il materiale contaminato, si prevede la realizzazione di una capping superficiale. In Tav. POB5 si riporta la planimetria con le aree oggetto di intervento.

Visti gli esiti dei sondaggi effettuati (vedi Par. 3.2) il capping sarà esteso cautelativamente anche all'area di via Vecchio Gasometro.

Si prevede la realizzazione di due tipologie distinte di impermeabilizzazione superficiale:

1. Nelle aree destinate a verde verrà realizzato un capping mediante l'impiego di geocompositi con copertura finale con terreno vegetale;
2. Nelle aree destinate alla realizzazione di piste ciclopedonali si prevede il trattamento superficiale della pavimentazione in asfalto esistente mediante messa in opera di una malta sintetico-resinosa.

### **Aree destinate a verde pubblico**

Nelle superfici destinate a verde pubblico che ricadono nelle aree che necessitano della messa in sicurezza permanente e nell'area di via Vecchio Gasometro la copertura è costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi:

- Geotessile non tessuto agugliato a filo continuo da 350 g/mq;
- Telo di impermeabilizzazione in HDPE di spessore 1,5 mm;
- Geocomposito drenante di spessore minimo di 5 mm;
- Copertura finale con terreno vegetale. Nell'area ex parcheggio è previsto uno spessore di 40 cm, mentre nell'area lato lo spessore è stato ridotto a 30 cm. Questa differenza è dovuta alla necessità di mantenere le quote previste dal progetto di riqualificazione urbanistica.

In particolare il terreno di copertura, al fine di tutelare da possibili ristagni idrici, dovrà essere costituito da sabbia al 60% il restante 40% da terreno agrario (terreno di coltivo). Per la

semina dell'erba si prevede invece un miscuglio composta da Festuca arundinacea (90% in peso) e Poa pratensis (10 %).

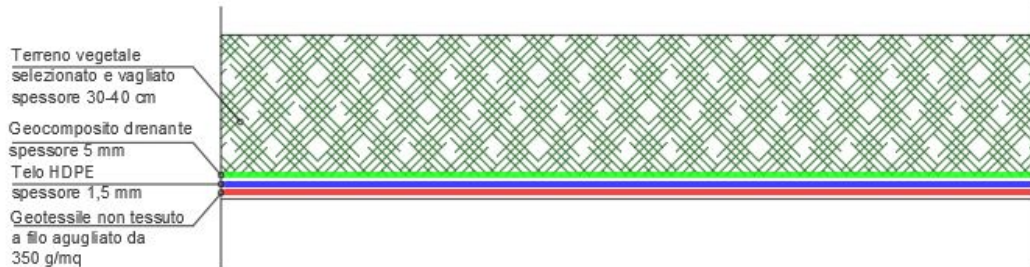


Fig. 6.4 – Particolare costruttivo capping superficiale

Negli Allegati POB2, POB3 e POB4 si riportano a titolo di esempio le caratteristiche tipo dei vari elementi che compongono il pacchetto di copertura; per la realizzazione dell'opera potranno essere impiegati materiali con caratteristiche similari.

I geocompositi vengono posati direttamente sulla pavimentazione attuale del parcheggio, mantenendo le stesse pendenze verso la rete di raccolta esistente. Si rimanda al progetto di riqualificazione urbanistica per maggiori dettagli.

### **Piste ciclo pedonali**

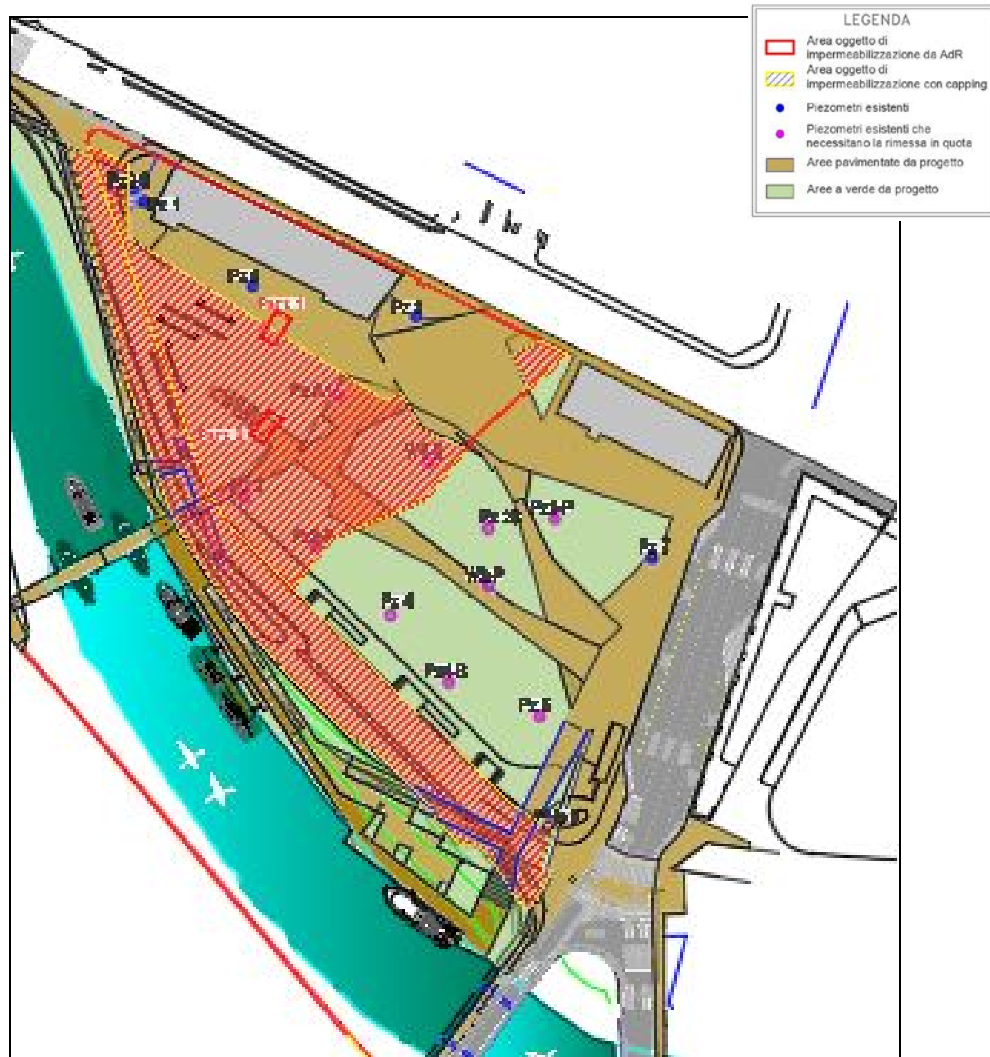
Nelle aree ciclopedonali è previsto l'applicazione sopra la pavimentazione in asfalto esistente di una pavimentazione composta da malta sintetico-resinosa impermeabile.

Le fasi di messa in opera sono le seguenti:

- Applicazione a rullo di uno strato di formulato epossidico bicomponente diluibile con acqua tipo Reform A Pava 72 (resa teorica 150-200 gr/mq);
- Semina sul fresco di inerti quarziferi di granulometria 0,06-0,1;
- Applicazione a rullo di uno strato di formulato epossidico Aggrappante tipo Pava 100 (resa teorica 200-250 gr/mq);
- Messa in opera della malta sintetico-resinosa bicomponente tipo Pava-Rapid UV legante massetti DRY STONE (consumo teorico 1,5 ÷ 2,0 kg/m<sup>2</sup> di legante);
- Regolarizzazione della superficie tramite macchinario idoneo tipo frattazzatrice meccanica.

Si riportano in All. POB5 le caratteristiche dei materiali sopracitati.

Le piste ciclopedonali che ricadono nelle aree a verde verranno realizzate al di sopra al capping stesso, mediante la stesa di uno strato di 30 cm di sabbia, in modo da garantire la continuità dello strato di impermeabilizzazione (vedi Tav. POB5).



*Fig. 6.5 – Aree da trattare con capping*

### 6.3.9. Sistemazione finale dell'area

A completamento dei lavori di bonifica del sito si provvederà:

- alla rimessa in quota di tutti i piezometri presenti sul sito (si tratta di n. 12 piezometri) mediante l'eventuale allungamento del tubo e posa di un nuovo pozzetto dotato di botola per traffico leggero;
- alla realizzazione di un prato erboso costituito da un miscuglio composto da Festuca arundinacea (90% in peso) e Poa pratensis (10 %).

L'intervento sarà completato mediante la realizzazione delle opere di riqualificazione urbanistica dell'area precedentemente citate (vedi Par. 6.3)

Tali opere, non facenti parte dell'intervento di bonifica del sito, sono meglio descritte nel progetto di riqualificazione urbanistica (all. A).

### 6.3.10. Collaudo delle opere di impermeabilizzazione

#### 6.3.10.1. Accorgimenti da adottare in fase di realizzazione

Le operazioni di movimentazione e lo stoccaggio delle geomembrane devono essere effettuate in modo tale da non recare danneggiamento alle geomembrane stesse, che potrebbe influenzare negativamente la qualità delle saldature.

In particolare:

- a) nel trasporto si deve evitare l'impiego di piani d'appoggio che presentino asperità;
- b) nelle operazioni di carico e scarico si devono impiegare modalità di imbragatura che non determinino danneggiamento (impronte, scalfitture) delle geomembrane;
- c) lo stoccaggio e l'accatastamento delle geomembrane devono avvenire su superfici d'appoggio orizzontali e prive di pietre, oggetti appuntiti od altre asperità.

Per accatastamenti all'aperto che si protraggano per lunghi periodi, le geomembrane devono essere protette dall'azione degli agenti esterni, che potrebbero causare danneggiamenti.

#### Tipologia dei giunti saldati

La norma UNI 10567:2011 individua le seguenti tipologie di giunti a sovrapposizione:

- a) a doppia saldatura (con canaletta di prova), realizzati con processo ad elemento termico ed attrezzatura meccanizzata o con processo a gas caldo ed attrezzatura meccanizzata;
- b) a cordone sovrapposto, realizzati con processo ad estrusione ed attrezzatura manuale meccanizzata.

I valori relativi al dimensionamento di tali giunti sono riportati nelle seguenti figure.

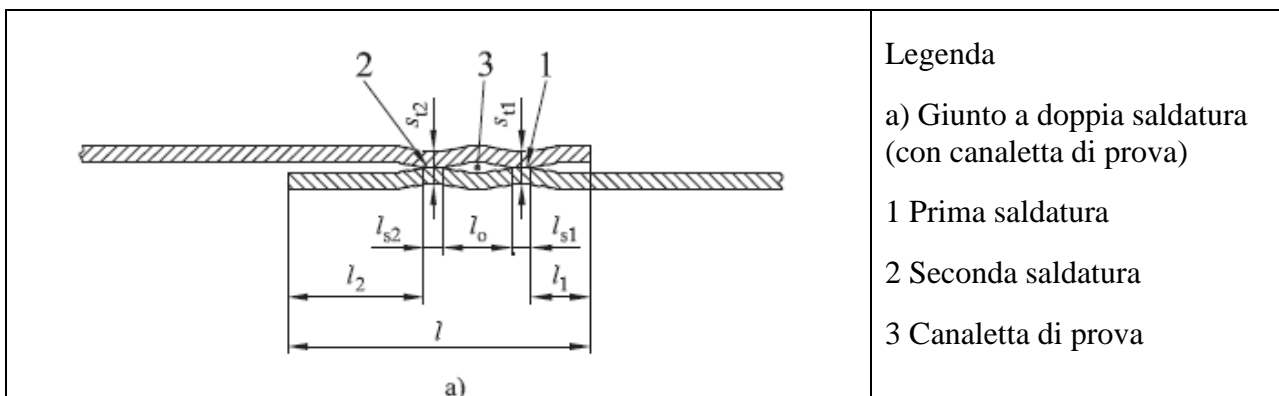


Fig. 6.6. Giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova)

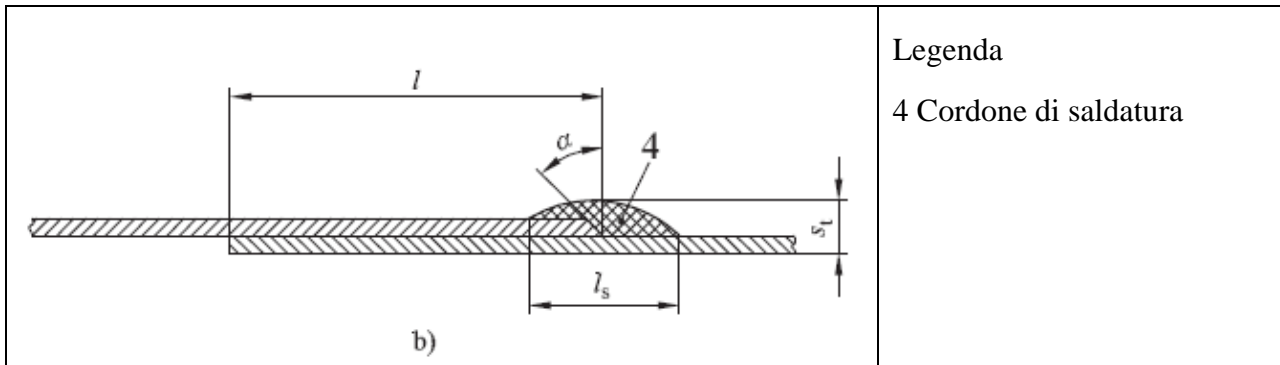


Fig. 6.7. Giunto a cordone sovrapposto

	$s_t$	$s_{t1}$	$s_{t2}$	$l$	$l_s$	$l_{s1}$	$l_{s2}$	$l_{cs}$	$l_1$	$l_2$	$l_c$	$\alpha$
	Dimensioni in millimetri											Gradi
Giunto a doppia saldatura		$\leq 2 \times s - 0,2$ $\geq 2 \times s - 0,8$	$\leq 2 \times s - 0,2$ $\geq 2 \times s - 0,8$	$\geq 100$		$\geq 13$	$\geq 13$	$\geq 26$	$\geq 20^{a)}$	$\geq 30$	$\geq 10$	
Giunto a cordone sovrapposto	$\geq 1,25 \times 2 \times s$ $\leq 1,75 \times 2 \times s$			$\geq 80$	$\geq 40$			$\geq 40$				$\geq 45^\circ$
a)	Valore richiesto per effettuare la prova di pelatura su entrambe le saldature.											

Fig. 6.8 - Dimensioni dei giunti saldati

### Rapporto di saldatura

Per ogni giunto saldato il costruttore deve redigere un rapporto di saldatura che preveda almeno le seguenti informazioni minime:

- identificazione dell'attività (ditta esecutrice, committente, cantiere, eventuale commessa);
- identificazione del saldatore (nome, cognome, estremi del certificato di qualificazione);
- identificazione del materiale base (classificazione secondo la UNI 11309, spessore, produttore, lotto);
- identificazione dell'eventuale materiale d'apporto (produttore, lotto);
- identificazione dell'attrezzatura di saldatura (produttore, numero di matricola);
- processo di saldatura utilizzato e tipologia di giunto realizzato;
- identificazione dei giunti saldati;
- valori dei parametri di saldatura;
- data e località di esecuzione dei giunti saldati;
- firma, per presa visione, da parte di un responsabile della ditta esecutrice e della committente.

### Controlli nella realizzazione dei giunti saldati

I controlli dei giunti saldati e gli ulteriori controlli ad essi correlati, durante le realizzazioni di opere di impermeabilizzazione, sono distinti in controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli indiretti) e controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (detti anche controlli diretti).





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

### **Controlli preliminari alle operazioni di saldatura**

I controlli preliminari all'esecuzione dei giunti saldati (controlli indiretti) sono suddivisi in:

- a) controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- b) controllo delle attrezzature di saldatura;
- c) controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori;
- d) controllo della qualificazione delle procedure di saldatura.

### **Controllo delle geomembrane e del materiale d'apporto**

I controlli e le prove eseguiti sulle geomembrane e sugli eventuali materiali d'apporto devono essere effettuati sui prodotti forniti o sui prodotti appartenenti al lotto, definito come nella UNI 11309, di cui la fornitura costituisce una parte.

In particolare, la saldabilità delle geomembrane deve essere verificata con riferimento ai processi di saldatura previsti, mediante prove di qualificazione delle procedure di saldatura di cui all'appendice B della norma UNI 10567:2011.

Immediatamente prima della messa in opera delle geomembrane, deve essere in ogni caso previsto il loro esame visivo al fine di constatarne il buono stato di conservazione superficiale, con particolare riferimento alla presenza di intagli, abrasioni o altre imperfezioni superficiali.

### **Controllo delle attrezzature di saldatura**

Tutte le attrezzature di saldatura impiegate devono essere revisionate, con frequenza almeno annuale, dal produttore delle attrezzature stesse o da altra struttura autorizzata dal produttore stesso. La revisione deve essere documentata mediante apposito certificato di revisione.

In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura saldatura installati sulle attrezzature stesse (ad esempio termometri).

La revisione, la cui documentazione deve essere sempre disponibile in cantiere, deve comunque avvenire ogni qual volta vi siano state sostituzioni e/o modifiche di componenti funzionali.

In ogni caso, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, adottando i parametri di saldatura di cui alle procedure qualificate, da sottoporre ad esame visivo, ad esame dimensionale ed a prova di resistenza a pelatura effettuata con apposite apparecchiature da campo su almeno due provini.

Tali prove e verifiche devono essere documentate dal costruttore.

### **Controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori**

Il personale impiegato dal costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere qualificato secondo quanto previsto in appendice A della norma UNI 10567:2011.

In particolare, prima dell'inizio delle attività di saldatura, devono essere verificati la data di validità del certificato di qualificazione ed il suo campo di validità mediante la designazione della classe di qualificazione.

In ogni momento, il committente e/o l'ente di controllo può richiedere l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica delle capacità operative del personale impiegato.

### **Controllo delle procedure di saldatura**

Le procedure di saldatura da utilizzare per la giunzione delle geomembrane devono essere qualificate secondo quanto previsto in appendice B della norma UNI 10567:2011.

In particolare il costruttore deve redigere le specifiche di procedura di saldatura, (complete di tutti i dati e i parametri necessari) che intende applicare per la realizzazione dei giunti; in particolare,

devono essere specificate le modalità di preparazione superficiale delle geomembrane che il costruttore intende adottare durante la posa.

Durante i lavori, tali specifiche di procedura devono essere sempre disponibili al saldatore, che deve verificare la conformità dei parametri di saldatura impostati.

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura, deve essere verificato che il certificato di qualificazione della procedura di saldatura sia effettivamente utilizzata all'interno del proprio campo di validità (tipo e spessore delle geomembrane, attrezzatura di saldatura, tipologia del giunto).

### **Controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati**

I controlli successivi all'esecuzione dei giunti saldati (controlli diretti) sono suddivisi in:

- a) esame visivo dei giunti saldati;
- b) prova di impermeabilità dei giunti saldati;
- c) esame dimensionale dei giunti saldati;
- d) prova di resistenza a pelatura dei giunti saldati.

Tali controlli devono essere eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori da personale in possesso di specifica esperienza.

Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal costruttore su appositi verbali, che devono essere sempre resi disponibili su richiesta del committente e/o dell'ente di controllo.

### **Esame visivo dei giunti saldati**

L'esame visivo deve essere effettuato in conformità alla UNI EN 13100-1 su tutta la lunghezza dei giunti saldati.

Nel caso dei giunti a doppia saldatura è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della geomembrana superiore, per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate. Mediante l'esame visivo, deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature e, in particolare, devono essere considerati almeno i seguenti aspetti:

- l'uniformità della saldatura;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura e la simmetria e l'uniformità del deposito di materiale d'apporto rispetto all'asse longitudinale della saldatura;
- la presenza di superfici lisce e prive di incisioni;
- l'assenza di intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) nel giunto.
- In ogni caso, non devono essere accettate le seguenti anomalie:
- imperfezioni di dimensioni tali da compromettere l'affidabilità del giunto;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura per tratti non limitati e aventi dimensione maggiore dello spessore della geomembrana;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) di profondità al maggiore del 10% dello spessore del giunto.

### **Prova di impermeabilità dei giunti saldati**

La prova di impermeabilità dei giunti saldati deve essere effettuata su tutta la loro lunghezza mediante uno dei metodi riportati nella seguente figura, in funzione della tipologia del giunto.

	Prova in pressione	Prova con campana sotto vuoto	Prova con alta tensione
Giunto a doppia saldatura	Sì	Sì	No
Giunto a cordone sovrapposto	No	Sì	Sì

*Fig. 6.9. Relazione tra tipologia di giunto e metodo di prova*

### Prova in pressione

La prova consiste nell'introdurre aria compressa nella canaletta di prova e nella verifica della tenuta per almeno 5 min.

Il valore della pressione applicata dipende dalla temperatura delle geomembrane, nonché dalla dimensione della canaletta di prova, secondo quanto riportato nella seguente figura.

Nel caso di dimensioni della canaletta di prova diverse da quelle riportate nella seguente figura è possibile ottenere la pressione da utilizzare mediante interpolazione lineare dei dati contenuti dalla figura stessa.

Per la corretta esecuzione della prova, allo scopo di garantire l'effettivo collaudo dell'intera saldatura, si deve verificare la continuità della canaletta mediante esame visivo del giunto saldato in pressione per la sua intera lunghezza, opportunamente chiusa alle estremità del tratto in prova.

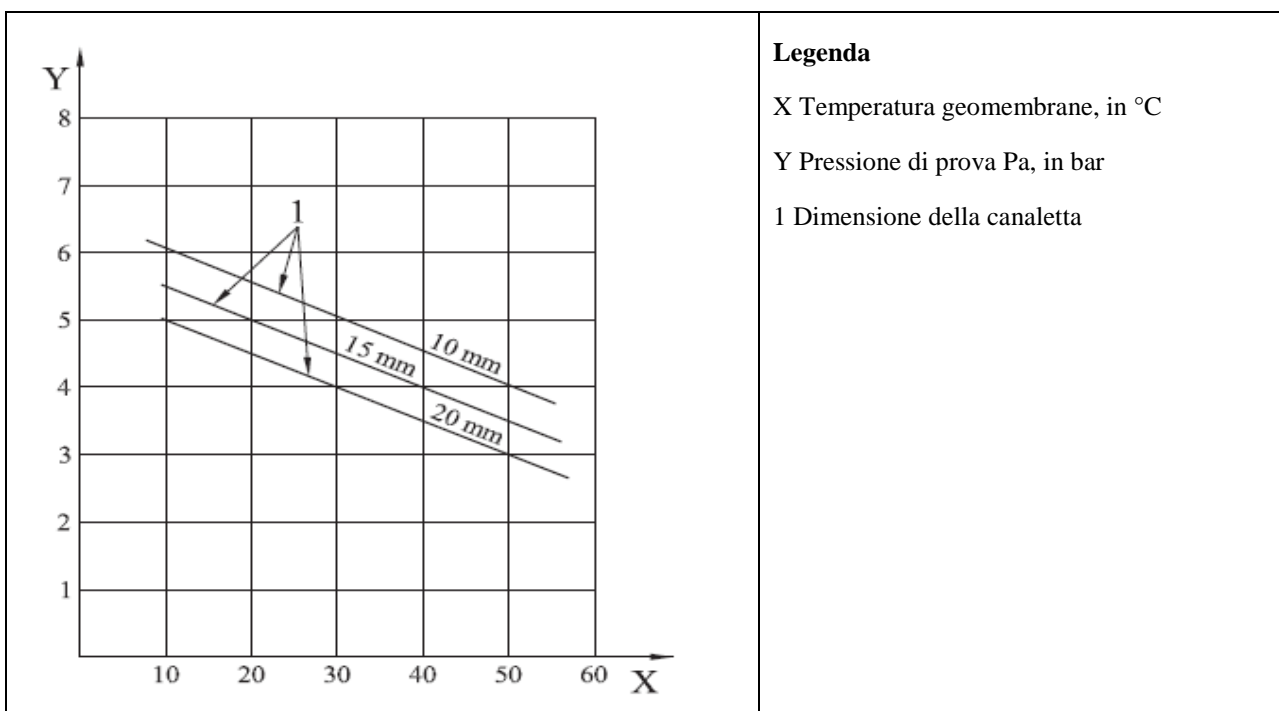


Fig. 6.10. Valori della pressione di prova

La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto.

La prova deve essere considerata superata quando, dopo 5 min, l'eventuale caduta di pressione risulta minore del 10% del valore di pressione applicato.

### Prova con campana sottovuoto

Mediante una campana trasparente sotto vuoto, in corrispondenza della superficie del giunto, si deve imporre una depressione di 0,5 bar, per una durata di almeno 10 s.

Immediatamente prima dell'inizio della prova, sulla superficie del giunto deve essere applicata una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle geomembrane.

Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione di almeno 10 cm tra le zone indagate in successione.

La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

### Prova con alta tensione



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

Mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alta tensione, si deve applicare un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti.

Durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità è evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi.

La velocità di avanzamento dell'elettrodo mobile deve essere non maggiore di 10 m/min.

La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica.

### **Esame dimensionale**

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misurazione, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura.

Il numero dei campioni deve essere non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

I campioni devono essere prelevati mediante un'attrezzatura che eviti il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevata una provetta di larghezza non minore di 20 mm. Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura.

L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatti i valori di cui alla Fig. 6.8 in funzione della tipologia del giunto; inoltre, nel caso di giunti a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzeria del cordone stesso ed il lembo della geomembrana superiore non deve essere maggiore di 5 mm.

### **Prova di resistenza a pelatura**

La prova di resistenza alla pelatura deve essere eseguita utilizzando 5 provette di larghezza non minore di 20 mm, ottenute da campioni prelevati trasversalmente all'asse di saldatura, in un numero non minore di 1 ogni 300 m di lunghezza di saldatura eseguita.

Nel caso di giunti a doppia saldatura (con canaletta di prova) entrambe le saldature devono essere sottoposte alla prova di pelatura.

Per l'esecuzione della prova di resistenza alla pelatura possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale.

Tutti i campioni prelevati devono essere sottoposti alla prova condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo, corredate da certificato di taratura in corso di validità, che permettano di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi deve essere di almeno 40 mm ed il contatto tra ogni afferraggio e le geomembrane non minore di 10 mm.

La prova deve essere condotta con una velocità di applicazione del carico di 100 mm/min e deve determinare la deformazione ed il comportamento a rottura delle provette in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo.

La prova deve essere considerata superata solo se la rottura si verifica in una delle seguenti condizioni:

- in materiale base, fuori dalla saldatura, senza distacco della saldatura stessa e con deformazione del materiale di base;
- in materiale base, in prossimità della saldatura o in saldatura stessa, con limitato distacco della saldatura e con deformazione del materiale base o della saldatura: in ogni caso, la larghezza residua di saldatura complessiva deve risultare maggiore o eguale al 70% dei valori minimi di lcs previsti nel prospetto 1;
- in saldatura, purché sia raggiunta una resistenza alla pelatura non minore del 75% della resistenza a snervamento ottenuta dalla prova di trazione prevista dalla UNI 11309.



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

### **Riparazione dei giunti saldati**

I giunti saldati risultati difettosi a seguito dei controlli di cui ai paragrafi precedenti devono essere oggetto di riparazione.

Le riparazioni devono essere effettuate realizzando un giunto a cordone sovrapposto.

Le modalità di riparazione applicabili dipendono dalla dimensione e dalla frequenza delle irregolarità o dei difetti da eliminare:

- 1) per irregolarità e difetti non continui (per esempio fori) devono essere utilizzate strisce o pezzi di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, applicate sopra le irregolarità o i difetti stessi. Le strisce o i pezzi di geomembrane sovrapposte devono coprire la zona difettosa, estendendosi oltre tale zona per almeno 10 cm in ogni direzione ed essere saldati alle geomembrane posate per tutto il loro perimetro;
- 2) per irregolarità e difetti estesi in lunghezza in maniera limitata devono essere utilizzati cordoni di saldatura ben raccordati alle geomembrane; tali irregolarità e difetti devono essere precedentemente rimossi con attrezzatura meccanica;
- 3) per irregolarità e difetti continui devono essere sovrapposte alla zona difettosa strisce di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, aventi lunghezza pari all'estensione della zona difettosa più 10 cm almeno da ogni sua estremità e larghezza di almeno 60 cm a cavallo del tratto difettoso. La saldatura di tali strisce deve essere effettuata lungo tutto il perimetro.

I giunti riparati devono essere controllati per tutta la loro lunghezza secondo le modalità riportate nei paragrafi precedenti, limitatamente a prove ed esami di tipo non distruttivo.

### **Documentazione finale**

Sarà compito del costruttore redigere tutti i documenti di seguito elencati, che devono essere sempre resi disponibili al committente e/o all'ente di controllo per tutta la durata dei lavori di posa:

- a) dichiarazione di conformità delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- b) certificati di controllo delle geomembrane;
- c) certificati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti di misurazione installati sulle attrezzature di saldatura;
- d) certificati di qualificazione dei saldatori;
- e) certificati di qualificazione delle procedure di saldatura;
- f) specifiche di procedura di saldatura;
- g) certificati dei controlli dei giunti saldati;
- h) diagramma di posa contenente almeno le seguenti indicazioni:
  - i) la posizione di tutte le saldature eseguite,
  - ii) le date di esecuzione,
  - iii) i saldatori e le procedure di saldatura impiegate,
  - iv) i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli,
  - v) la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.

### **6.3.11. Accorgimenti tecnici protezione geocompositi**

E' opportuno prevedere alcuni accorgimenti gestionali per proteggere i geocompositi durante le seguenti fasi negli interventi di bonifica e riqualificazione urbanistica:

- Stesa del terreno sui geocompositi;
- Realizzazione dei percorsi ciclopedonali sull'area in cui viene eseguito il capping;
- Esecuzione dei plinti che fungono da fondazione per le strutture previste dal progetto di riqualificazione urbanistica (ponte galleggiante, elementi a forma di vela, ecc.).





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

Gli accorgimenti previsti sono i seguenti:

- Non piantare essenze vegetali con apparato radicale;
- Non realizzare opere direttamente a contatto con i geocompositi;
- Segnalare la presenza di impermeabilizzazione al termine dei lavori nel rifacimento dei sottoservizi.

Ogni lavorazione che dovrà essere eseguita in futuro sull'area dovrà prevedere al termine delle attività la verifica dell'integrità dell'impermeabilizzazione ed il suo eventuale ripristino in caso di danneggiamento.

#### **6.4. Piano di monitoraggio**

Sulla base degli risultati dell'Analisi di Rischio sito specifica e del presente Progetto Operativo di Bonifica dei suoli l'unica matrice ambientale che sarà oggetto di monitoraggio è la falda.

Il monitoraggio della falda verrà effettuato secondo quanto riportato nel Piano di Monitoraggio approvato con Determinazione del Comune di Padova n. 2016/89/0053 del 11/05/2016 recependo le prescrizioni contenute nell'atto sopraccitato.

In base agli esiti del monitoraggio si provvederà ad individuare eventuali ulteriori misure di bonifica della falda.



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

## 7. Analisi di rischio stato futuro

A seguito degli interventi di riqualificazione urbanistica e di bonifica descritti nel capitolo precedente si avrà una modifica del modello concettuale in particolare a seguito dell'interruzione dei percorsi relativi all'area nord ovest del sito nella quale sono emersi superamenti delle CSR calcolate con Analisi di Rischio (vedi sintesi risultati al cap. 4).

Nella restante area è stata eseguita, parallelamente alla scelta della tecnologia più idonea, l'Analisi di Rischio stato futuro in funzione dei superamenti in essa presenti e di seguito riportati.

<b>Tab. 7.1 – Riepilogo superamenti dei limiti di legge nei campioni analizzati</b>					
<b>Sondaggio</b>	<b>Intervallo di prelievo (m da p.c.)</b>	<b>Parametro</b>	<b>CSC tab. 1 Col. A (mg/kg s.s.)</b>	<b>CSC tab. 1 Col. B (mg/kg s.s.)</b>	<b>Superamenti rilevati (mg/kg s.s.)<sup>2</sup></b>
S6	0,0 -1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	<b>77</b>
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	<b>220</b>
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	<b>400</b>
	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	<b>990</b>
Pz4	0,0 – 1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	<b>230</b>
	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	<b>232</b>
		Zinco	150	1.500	<b>219</b>
		Idrocarburi pesanti C>12	50	750	<b>108</b>
	2,0 – 3,0	Piombo	100	1.000	<b>114</b>
		Zinco	150	1.500	<b>232</b>
Idrocarburi pesanti C>12		50	750	<b>89</b>	
Pz5	1,0 – 2,0	Indenopirene	0,1	10	<b>0,168</b>

*Il parametro Stagno non è stato inserito tra i superamenti in quanto nella normativa vigente non è più presente un limite normativo di riferimento.*

<sup>2</sup> il secondo valore indicato è quello rilevato dal laboratorio ARPAV

## 7.1 Modello concettuale sito specifico – post intervento

Nella tabella seguente si riporta il Modello Concettuale specifico utilizzato ai fini dell'elaborazione dell'Analisi di Rischio post interventi nel quale si descrive come l'inquinante, attraverso le vie di migrazione/esposizione, possa venire a contatto con il bersaglio (recettore uomo e falda) nella porzione di sito ove non sono previsti interventi di bonifica mirati all'interruzione dei percorsi.

Come si può notare dalla tabella stessa, per alcuni degli scenari di esposizione si è ritenuto necessario procedere ad un calcolo del rischio per il recettore stesso (v. colonna 4) che è stato sviluppato nel relativo capitolo di riferimento riportato in colonna 7 utilizzando il *software RISK-NET vers. 2.0* (v. par. precedente). In particolare nel sito sono presenti le seguenti sorgenti di potenziale contaminazione:

### 1. SUOLO SUPERFICIALE post interventi:

- per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di lisciviazione lungo la verticale della potenziale contaminazione verso la falda sottostante;
- per il RECETTORE UOMO a seguito di:
  - contatti diretti (ingestione e contatto dermico) ed inalazione di polveri *outdoor* (**recettore ricreativo**);

### 2. SORGENTE SUOLO PROFONDO: per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di lisciviazione lungo la verticale della potenziale contaminazione verso la falda sottostante.

Il percorso relativo all'inalazione di vapori *outdoor* (**recettore ricreativo**) ed *indoor* (**recettore commerciale**) è stato valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas (vedi cap. 8 del Doc. 5-A o sintesi risultati al par. 4.5). L'ubicazione di tali punti di campionamento è stata effettuata in funzione delle aree con maggiore contaminazione nella matrice terreni e acque di falda ed è stata precedentemente concordata con Comune ed Arpav (v. fig. 4.3). Le simulazioni eseguite hanno evidenziato assenza di rischio (tossicologico e cancerogeno) **SIA PER IL PERCORSO OUTDOOR (RECETTORE RICREATIVO) CHE INDOOR (RECETTORE COMMERCIALE).**



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

**Tab. 7.1 – MCS per analisi di rischio matrice terreni**

Sorgente	Vie di contaminazione	Modalità di esposizione	Bersaglio	Valutazione qualitativa dei possibili scenari di esposizione	Calcolo del rischio	
					Necessario	Cap.
<b>Suolo superficiale contaminato</b> (esposizione <i>diretta</i> <sup>3</sup> )		Contatto dermico e/o ingestione di terreno contaminato	Recettore uomo ( <u>ricreativo outdoor e commerciale indoor</u> ) presente all'interno dell'area ( <i>on-site</i> )	Sulla base delle indagini effettuate, si evidenzia il permanere in sito di concentrazioni superiori alla col. A della tab. 1 del D.Lgs 152/06 si ritiene quindi che tale modalità di esposizione possa comportare un rischio significativo e che pertanto occorra procedere con il calcolo del rischio.	<b>SI</b>	<b>7.2</b>
<b>Suolo superficiale contaminato</b>	Aria <i>outdoor</i> (erosione del vento e dispersione)	Inalazione di polveri <i>outdoor</i>		Per quanto sopradetto si ritiene quindi che tale modalità di esposizione possa comportare un rischio significativo e che pertanto occorra procedere con il calcolo del rischio. Tale calcolo è stato verificato partendo dalle misure dirette di soil gas emerse durante le campagne di campionamento eseguite.	<b>SI</b> verificato con misure dirette rischio accettabile	cap. 8 Doc. 5-A
	Aria <i>outdoor ed indoor</i> (volatilizzazione e dispersione)	Inalazione di vapori <i>outdoor e indoor</i>		Si considera la lisciviazione lungo la verticale dal terreno contaminato verso la falda sottostante	<b>SI</b>	<b>7.2</b>
<b>Sottosuolo contaminato</b> (zona vadosa)	Lisciviazione verso la falda	/	Falda al POC	Sulla base delle indagini effettuate, si evidenzia il permanere in sito di concentrazioni superiori alla col. A della tab. 1 del D.Lgs 152/06 si ritiene quindi che tale modalità di esposizione possa comportare un rischio significativo e che pertanto occorra procedere con il calcolo del rischio. Tale calcolo è stato verificato partendo dalle misure dirette di soil gas emerse durante le campagne di campionamento eseguite.	<b>SI</b> verificato con misure dirette rischio accettabile	cap. 8 Doc. 5-A
	Lisciviazione verso la falda	/	Falda al POC	Si considera la lisciviazione lungo la verticale dal terreno contaminato verso la falda sottostante	<b>SI</b>	<b>7.3</b>

<sup>3</sup> definizione di *esposizione diretta*: quando la via di contaminazione coincide con la sorgente di contaminazione (v. doc. 2).

## 7.2 Analisi di rischio sito-specifica matrice suolo superficiale

NEL PRESENTE CAPITOLO, sulla base del Modello Concettuale del Sito elaborato nel par. precedente, È STATA SVILUPPATA L'ANALISI DI RISCHIO PER LA SORGENTE TERRENI NEL SUOLO SUPERFICIALE (terreni tra 0 e -1 m dal p.c.) POST INTERVENTO (v. Tav. POB6). Per le impostazioni generali dell'AdR si veda quanto descritto al par. 4.2 inoltre si precisa che non verrà considerato il percorso di volatilizzazione *outdoor* ed *indoor* in quanto già valutati a partire dalle misure dirette di soil gas eseguite nel sito (v. cap. 8 del Doc. 5-A). Tali valutazioni hanno permesso di verificare l'accettabilità del rischio relativo all'inhalazione di vapori (*outdoor* ed *indoor*).

### 7.2.1 Principali parametri di input utilizzati

Di seguito si riporta la caratterizzazione:

1. della sorgente di potenziale contaminazione con particolare riferimento ai risultati delle analisi chimiche sui campioni di terreno prelevati dal sito e considerando gli interventi di riqualificazione e di bonifica previsti nel sito;
2. del recettore uomo con i relativi parametri di esposizione;
3. della sorgente di potenziale contaminazione con particolare riferimento:
  - a. alla zona insatura;
  - b. alla zona satura.

Si ricorda, infine, che tutti i parametri utilizzati dal programma *RISK-NET* per il calcolo del rischio sono presentati nelle stampe riportate nell'allegato POB7.

Nella figura seguente si riporta la geometria della sorgente di potenziale contaminazione nei terreni dalla quale è stato escluso:

- il piezometro Pz5 (attraverso la costruzione del relativo poligono di Thiessen) in quanto l'unico punto con campione superficiale (0 – 1 m da p.c.) senza superamenti delle CSC;
- l'area nella quale gli interventi di bonifica previsti porteranno all'interruzione dei percorsi (area rossa in fig. seguente).

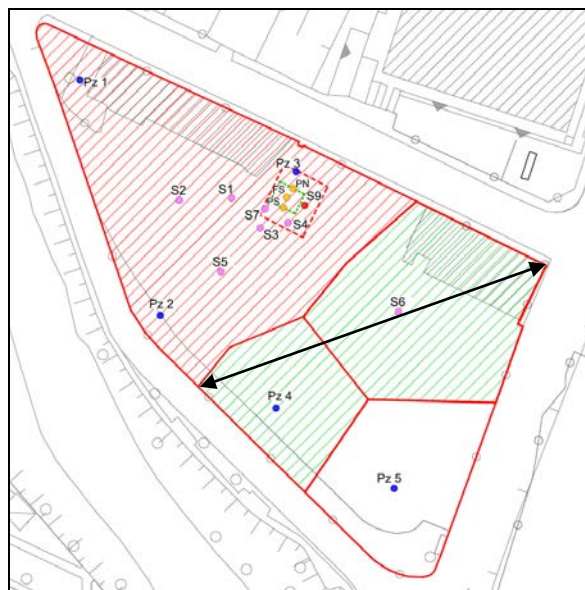


Fig. 7.1 – Stralcio tavola POB6: area dove verranno effettuati interventi di interruzione dei percorsi (evidenziata in rosso) e sorgente di potenziale contaminazione SS post intervento (area verde), la freccia nera indica la massima estensione della sorgente





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione: definizione delle CRS**

Nella tabella seguente si riportano i superamenti delle CSC relativi all'area non interessata dagli interventi di bonifica e per i quali è stata eseguita la verifica del rischio post intervento.

**Tab. 7.2.1 – Superamenti relativi all'area non interessata dagli interventi – suolo superficiale – post intervento (S6, Pz4)**

Sondaggio	Intervallo di profondità (m da p.c.)	Parametri	CSC (mg/kg) Col. A Tab.1 D.Lgs 152/06	CSC (mg/kg) Col. B Tab.1 D.Lgs 152/06	Valori riscontrati (mg/kg s.s.)
S6	0,0 – 1,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	77
Pz4					230

È stata eseguita la speciazione idrocarburica sul campione S9-C1 al fine di definire le famiglie idrocarburiche presenti e permettere la ripercettazione del valore massimo di idrocarburi pesanti sopra riportato pari a 230 mg/kg s.s. (v. file Excel allegato denominato “1\_MADEP\_SS post intervento\_S9C1.xls”). Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali inserite come input nella simulazione eseguita.

**Tab. 7.2.2 – Calcolo delle concentrazioni di input per le frazioni idrocarburiche alifatiche ed aromatiche – Suolo Superficiale post intervento**

Classi ISS/INAIL (MADEP)	Valori (mg/kg s.s.)
Alifatici C9-C18	58,8
Alifatici C19-C36	159,7
Aromatici C11-C22	5,8

La speciazione ha evidenziato l'assenza di idrocarburi della classe Aromatici C9-C10.

**Caratterizzazione del recettore uomo: Recettori e Parametri di Esposizione**

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri utilizzati per la CARATTERIZZAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA che sono stati estratti dai valori indicati dal Manuale ISPRA (vedi doc. 2) in particolare, vista la destinazione futura a verde pubblico, è stato considerato il recettore uomo ricreativo (adulto e bambino).

**Tab. 7.2.3 – Principali parametri di input relativi all'esposizione umana: Parametri di Esposizione**

Parametro	Recettore <b>RICREATIVO OUTDOOR</b>	
	Adulto	Bambino
Peso corporeo (kg)	70	15
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene (anni)	70	
Durata esposizione (anni)	24	6
Frequenza esposizione (giorni/anno)	350	
Tasso di ingestione di suolo (mg/giorno)	100	200
Superficie di pelle esposta (cm <sup>2</sup> )	5.700	2.800
Fattore di aderenza dermica del suolo (mg/cm <sup>2</sup> /giorno)	0,07	0,20
Frequenza giornaliera di esposizione outdoor (ore/giorno)	3	
Inalazione outdoor (m <sup>3</sup> /ora)	3,2	1,9



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione**

**Zona Insatura**

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno insaturo, che sono stati inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR.

<b>Tab. 7.2.4 – Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno insaturo</b>				
<b>Parametri</b>	<b>UdM</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Valore</b>	<b>Note</b>
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	m	$L_s(ss)$	0,4	Il progetto di riqualificazione prevede la stesa di 40 cm di terreno vegetale
Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	m	$d$	0,6	
Profondità del piano di falda	m	$L_{GW}$	2,986	Soggiacenza minima v. par. 3.5 del Doc. 5-A
Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	g-C/g-suolo	$f_{oc, ss}$	0,002196	Valore minimo relativo al campione S10 C1
Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>	$\rho_s$	1,7	Dato di default
Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	$\theta_e$	0,353	E' stata considerata la litologia <i>Loamy Sand</i> del Manuale ISPRA in funzione delle granulometrie eseguite per il suolo superficiale, campioni C1 dei sondaggi integrativi (v. tab. 3.13 del Doc. 5-A)
Contenuto volumetrico di acqua	adim.	$\theta_w$	0,103	
Contenuto volumetrico di aria	adim.	$\theta_a$	0,25	
Infiltrazione efficace	cm/anno	$I_{ef}$	15,5	Calcolato in funzione della granulometria e dei dati di piovosità annui riportati in app. 1 del Doc. 5-A

**Zona Saturata**

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno saturo e alla falda, che sono stati inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR.

<b>Tab. 7.2.5 – Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno saturo</b>				
<b>Parametri</b>	<b>UdM</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Valore</b>	<b>Note</b>
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	m	$W$	105	Lunghezza massima della sorgente (v. freccia nera in fig. precedente) – assunzione cautelativa
Spessore acquifero	m	$d_a$	8,0	Considerando le stratigrafie (v. doc. 1-A) e la profondità del primo acquifero (sabbie fino a circa 12 metri da p.c.)
Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	$K_{sat}$	4,25E-5	Valore medio emerso dalle prove di conducibilità (v. Doc. 1-A pag. 41 e par. 3.8.5 del Doc. 5-A)
Porosità efficace del terreno in zona saturata	adim.	$\theta_{e\ sat}$	0,385	Valore relativo alla litologia <i>Sand</i> del Manuale ISPRA (vedi par. 3.8.2 del Doc. 5-A)
Gradiente idraulico	adim.	$i$	0,003	Derivante dall'andamento di falda del Marzo 2016
Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo	$f_{oc}$	0,0006	Valore relativo ai campioni C3 prelevati nel suolo saturo dei

**Tab. 7.2.5 – Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno saturo**

Parametri	Udm	Simbolo	Valore	Note
				sondaggi integrativi Pz6 e Pz7

### Ambiente Outdoor

Nella seguente tabella si riportano i principali parametri relativi all'ambiente *outdoor*, in particolare relativi al percorso di inalazione di polveri.

**Tab. 7.2.6 – Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi all'ambiente *outdoor***

Parametri	Udm	Simbolo	Valore	Note
Altezza della zona di miscelazione	m	$\delta_{air}$	2,0	Dato di default
Estensione della sorgente nella direzione prevalente del vento	m	$W'$	105	Lunghezza massima della sorgente (v. freccia nera in fig. precedente) – assunzione cautelativa
Velocità del vento	m/s	$U_{air}$	1,1369	v. app. 1 e considerando una classe di stabilità D (classe neutra che si verifica con maggiore probabilità)

### 7.2.2 Modelli di trasporto e destino degli inquinanti

I percorsi individuati a partire dalla sorgente di contaminazione **suolo superficiale** (v. fig. seguente) sono i seguenti:

1. lisciviazione nel terreno insaturo (*Soil to Groundwater Leaching Factor*) - recettore falda al POC on site;
2. volatilizzazione di polveri dal suolo e dispersione nell'ambiente *outdoor* (*Outdoor air volatilization factor*) – recettore uomo *outdoor*.

Diversamente, la modalità di esposizione ingestione e contatto dermico non necessita dell'applicazione di modelli di trasporto e destino degli inquinanti in quanto si configura come una esposizione diretta: sarà sufficiente, pertanto, oltre ai parametri di esposizione del recettore uomo, presentati al par. precedente, inserire la concentrazione del suolo superficiale. Occorre sottolineare, infine, che la sorgente inquinante è sempre ipotizzata costante nel tempo: il programma, pertanto, propone un'assunzione di tipo conservativo in accordo col principio di cautela.



Fig. 7.2 – Percorsi attivati per la simulazione del suolo superficiale

Per le formule relative ai modelli di trasporto utilizzati dal programma Risk Net si rimanda al Manuale per programma (v. Doc. 3).



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**7.2.3 Calcolo del rischio e delle CSR per la sorgente suolo superficiale**

Nei seguenti paragrafi sulla base:

1. dei dati di input – v. par. 7.2.1.;
2. del modello di trasporto e destino degli inquinanti utilizzato – v. par. 7.2.2.;
3. delle elaborazioni eseguite dal programma *RISK-NET*,

si riporta il calcolo del rischio relativo alla sorgente suolo superficiale per i recettori:

1. uomo *outdoor* (a seguito dell'inalazione di polveri e contatti diretti);
2. falda (a seguito di lisciviazione lungo la verticale).

Non è stato considerato il percorso di volatilizzazione in quanto la verifica diretta a partire dai dati dei soil gas ha evidenziato l'assenza di rischio sia *outdoor* (recettore ricreativo) che *indoor* (recettore commerciale) – v. cap. 8 del Doc. 5-A.

Si ricorda, infine, che le stampe di tutti i dati input ed output del programma *RISK-NET* sono integralmente riportati nell'all. POB7.

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di *output* del programma *RISK-NET* per il recettore uomo e per il recettore falda.

<b>Tab. 7.2.7 - Calcolo del rischio da suolo superficiale - post intervento</b>			
Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/kg s.s.)	Recettore uomo	Recettore falda
		HI	RGW
Alifatici C9-C18	58,8	9,62E-03	3,76E-02
Alifatici C19-C36	159,7	1,31E-03	1,76E-04
Aromatici C11-C22	5,8	3,16E-03	5,05E-01
<b>TOTALE</b>		<b>1,41E-02</b>	<b>5,43E-01</b>
<b>Valore Obiettivo (v. Manuale ISPRA)</b>		<b>≤ 1</b>	<b>≤ 1</b>
<b>Verifica</b>		<b>Accettabile</b>	

Dall'esame della tabella si può notare che, relativamente alla **MATRICE SUOLO SUPERFICIALE POST INTERVENTO** (area rossa in figura precedente) **IL RISCHIO SIA PER IL RECETTORE uomo** (contatti diretti ed inalazione di polveri) **CHE PER IL RECETTORE FALDA** (a seguito di lisciviazione) **È RISULTATO ACCETTABILE.**

Nella tabella seguente si riportano le CSR calcolate dal programma per la sorgente suolo superficiale post intervento (area dei sondaggi S6, Pz4 e Pz5). In particolare sono stati inseriti dei fattori di correzione in modo da ottenere un rischio tossicologico totale inferiore ad 1.

<b>Tab. 7.2.8 - CSR suolo superficiale – post intervento</b>			
Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/kg s.s.)	CSC tab. 1 colonna A (mg/kg s.s.)	CSR da adottare (mg/kg s.s.)
<b>Idrocarburi pesanti C&gt;12</b>	<b>230</b>	<b>50</b>	<b>350</b>
Alifatici C19-C36	159,7	-	1.220
Aromatici C11-C22	5,8	-	9,1

**VISTO QUANTO SOPRARIPORTATO PER IL SUOLO SUPERFICIALE NON SONO NECESSARI INTERVENTI DI BONIFICA NELL'AREA DEI SONDAGGI S6, PZ4 E PZ5** (vedi area verde in fig. 7.1).

### 7.3 Analisi di rischio sito-specifica matrice suolo profondo

NEL PRESENTE CAPITOLO, sulla base del Modello Concettuale del Sito elaborato nel par. 7.1, È STATA SVILUPPATA L'ANALISI DI RISCHIO PER LA SORGENTE TERRENI NEL SUOLO PROFONDO (terreni oltre -1 m dal p.c. – v Tav. POB7). Per le impostazioni generali dell'AdR si veda quanto descritto al par. 4.2 inoltre si precisa che non verrà considerato il percorso di volatilizzazione *outdoor* ed *indoor* in quanto sono stati valutati a partire dalle misure dirette di soil gas eseguite nel sito (v. cap. 8 del Doc. 5-A). Tali valutazioni hanno permesso di verificare l'accettabilità del rischio relativo all'inalazione di vapori (*outdoor* ed *indoor*).

#### 7.3.1 Principali parametri di input utilizzati

Nei paragrafi seguenti si riporta la caratterizzazione:

1. della sorgente di potenziale contaminazione con particolare riferimento ai risultati delle analisi chimiche sui campioni di terreno prelevati dal sito e considerando gli interventi di riqualificazione e di bonifica previsti nel sito;
2. della sorgente di potenziale contaminazione con particolare riferimento:
  - a. alla zona insatura;
  - b. alla zona satura.

Nella figura seguente si riporta la geometria della sorgente di potenziale contaminazione nei terreni del suolo profondo che comprende l'area esclusa dagli interventi di riqualificazione e di bonifica previsti nel sito (area rossa in fig. seguente).



Fig. 7.3 – Stralcio tav. POB07 area dove verranno effettuati interventi di interruzione dei percorsi (evidenziata in rosso) e sorgente di potenziale contaminazione SP post intervento (area verde) la freccia nera indica la massima estensione della sorgente

#### **Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione: definizione delle CRS**

Nella tabella seguente si riportano i superamenti delle CSC relativi all'area non interessata dagli interventi di bonifica e per i quali è stata eseguita la verifica del rischio.





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**Tab. 7.3.1 – Superamenti rimasti nell’area non interessata dagli interventi – suolo profondo**

Sondaggio	Intervallo di profondità (m da p.c.)	Parametri	CSC (mg/kg) Col. A Tab.1 D.Lgs 152/06	CSC (mg/kg) Col. B Tab.1 D.Lgs 152/06	Valori riscontrati (mg/kg)
Pz4	1,0 – 2,0	Piombo	100	1.000	232
	2,0 – 3,0	Zinco	150	1.500	232
Pz5	1,0 – 2,0	Indenopirene	0,1	10	0,168
S6	2,0 – 3,0	Idrocarburi pesanti C>12	50	750	990

È stata eseguita la speciazione idrocarbureca sul campione S9-C2 al fine di definire le famiglie idrocarbureche presenti e permettere la ripercettazione del valore massimo di idrocarburi sopra riportato (v. file Excel allegato denominato “2\_MADEP\_SP post intervento\_S9C2.xls”). Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali inserite come input nella simulazione eseguita.

**Tab. 7.3.2 – Calcolo delle concentrazioni di input per le frazioni idrocarbureche alifatiche ed aromatiche – Suolo Profondo post intervento**

Classi ISS/INAIL (MADEP)	Valori (mg/kg s.s.)
Alifatici C9-C18	231
Alifatici C19-C36	709
Aromatici C11-C22	24,1

**Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione**

**ZONA INSATURA**

Nella tabella seguente si riportano i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno insaturo, che sono stati inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l’AdR.

**Tab. 7.3.3 – Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno insaturo**

Parametri	UdM	Simbolo	Valore	Note
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	m	$L_s$ (SP)	1,0	-
Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	m	$d_s$	2,0	Profondità massima di suolo insaturo
Profondità del piano di falda	m	$L_{GW}$	2,986	Soggiacenza minima par. 3.5
Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo	g-C/g-suolo	$f_{oc, SP}$	0,006446	Valore minimo relativo al campione Pz7 C2
Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>	$\rho_s$	1,7	Dato di default
Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	$\theta_e$	0,383	E’ stata considerata la litologia <i>Silt Loam</i> del Manuale ISPRA in funzione delle granulometrie eseguite per il suolo insaturo (v. par. 3.8.2)
Contenuto volumetrico di acqua	adim.	$\theta_w$	0,255	
Contenuto volumetrico di aria	adim.	$\theta_a$	0,128	
Infiltrazione efficace	cm/anno	$I_{ef}$	7,77	Calcolato in funzione della granulometria e dei dati di piovosità annui riportati in app. 1 del Doc. 5-A

## ZONA SATURA

Si veda quanto descritto al par. 6.2.4. ad esclusione del parametro sotto riportato.

Tab. 7.3.4 – Caratteristiche del sito: principali parametri di input relativi al terreno saturo				
Parametri	Udm	Simbolo	Valore	Note
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	m	W	110	vedi freccia nera in fig. 5.2.1

### 7.3.2 Modelli di trasporto e destino degli inquinanti

Il percorso individuato a partire dalla sorgente di contaminazione **suolo profondo** (v. fig. seguente) è il seguente: lisciviazione nel terreno insaturo (*Soil to Groundwater Leaching Factor*) - recettore falda al POC on site.



Fig. 7.3 – Percorsi attivati per la simulazione del suolo profondo

Per le formule relative ai modelli di trasporto utilizzati dal programma Risk Net si rimanda al Manuale per programma (v. Doc. 3).

### 7.3.3 Calcolo del rischio e delle CSR per la sorgente suolo profondo

Nei seguenti paragrafi sulla base:

- dei dati di input – v. par. 7.3.1.;
- del modello di trasporto e destino degli inquinanti utilizzato – v. par. 7.3.2.;
- delle elaborazioni eseguite dal programma *RISK-NET*,

si riporta il calcolo del rischio relativo alla sorgente suolo profondo per il recettore falda (a seguito di lisciviazione lungo la verticale). Non è stato considerato il percorso di volatilizzazione in quanto la verifica diretta a partire dai dati dei soil gas ha evidenziato l'assenza di rischio sia *outdoor* (recettore ricreativo) che *indoor* (recettore commerciale) – v. cap. 8 del Doc. 5-A.

Si ricorda, infine, che le stampe di tutti i dati input ed output del programma RISK-NET sono integralmente riportati nell'all. POB8.

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di *output* del programma RISK-NET per il recettore falda.

Tab. 7.3.5 - Calcolo del rischio da suolo profondo – post intervento		
Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/kg)	Recettore falda
		RGW
Piombo	232	2,44E-01
Zinco	232	9,52E-03
Indenopirene	0,168	2,81E-02
Alifatici C9-C18	231	3,16E-02
Alifatici C19-C36	709	1,66E-04
Aromatici C11-C22	24,1	4,46E-01
<b>TOTALE</b>		<b>4,78E-01</b>
<b>Valore Obiettivo (v. Manuale ISPRA)</b>		<b>≤ 1</b>
<b>Verifica</b>		<b>Accettabile</b>



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

Dall'esame della tabella si può notare che, relativamente alla **MATRICE SUOLO PROFONDO POST INTERVENTO IL RISCHIO PER IL RECETTORE Falda** (a seguito di lisciviazione) è **RISULTATO ACCETTABILE**.

Nella tabella seguente si riportano le CSR calcolate dal programma per la sorgente suolo profondo post intervento (area dei sondaggi S6, Pz4 e Pz5). In particolare sono stati inseriti dei fattori di correzione in modo da ottenere un rischio tossicologico totale inferiore ad 1.

<b>Tab. 7.3.6 - CSR suolo profondo – post intervento</b>			
<b>Contaminanti</b>	<b>Valori massimi riscontrati nei terreni (mg/kg s.s.)</b>	<b>CSC tab. 1 colonna A (mg/kg s.s.)</b>	<b>CSR da adottare (mg/kg s.s.)</b>
<b>Piombo</b>	<b>232</b>	<b>100</b>	<b>950</b>
<b>Zinco</b>	<b>232</b>	<b>150</b>	<b>24.360</b>
<b>Indenopirene</b>	<b>0,168</b>	<b>0,1</b>	<b>5,9</b>
<b>Idrocarburi pesanti C&gt;12</b>	<b>230</b>	<b>50</b>	<b>1.800</b>
Alifatici C9-C18	231	-	1.125
Alifatici C19-C36	709	-	42.700
Aromatici C11-C22	24,1	-	45

**VISTO QUANTO SOPRARIPORTATO PER IL SUOLO PROFONDO NON SONO NECESSARI INTERVENTI NELL'AREA DEI SONDAGGI S6, Pz4 e Pz5** (vedi area verde in fig. 7.3).



S G M Ingegneria S.r.l.

**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

## 8. Analisi economica degli interventi: computo metrico estimativo

Di seguito si riporta il riepilogo dei costi relativi all'intervento di bonifica; per maggiori dettagli si rimanda all'Allegato C (*Computo Metrico Estimativo*) dove vengono riportati nel dettaglio i costi complessivi relativi degli interventi proposti comprensivi anche di quelli necessari per i lavori di riqualificazione urbana del comparto.

Tab. 8.1 – Riepilogo dei costi di bonifica ambientale del sito	
1.A - ACCANTIERAMENTO	30.090,62
1.B - RIMOZIONE ASFALTO, SCAVI E RINTERRI	70.571,24
1.C - CAMPIONAMENTO E ANALISI	7.689,60
1.D - REALIZZAZIONE CAPPING	171.742,03
1.E - TRASPORTO E SMALTIMENTO RIFIUTI	288.839,75
1.F - RIPRISTINO DELL'AREA	47.280,00
<b>TOTALE INTERVENTI DI BONIFICA AMBIENTALE E GESTIONE DEI RIFIUTI</b>	<b>616.213,24</b>

In merito al programma dei lavori per l'esecuzione esclusivamente dei lavori di bonifica si prevede siano necessari almeno **200 giorni naturali consecutivi**. In Allegato POB6 si riporta il cronoprogramma dei lavori di bonifica dell'area.

Ferrara, ottobre 2016

Dott. Dario Biavati

Dott.ssa Geol. Linda Collina



Ing. Leonardo Malagò





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

## **APPENDICE A: DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI TECNICHE DI BONIFICA APPLICABILI**

### **A.1. Introduzione**

Si riportano di seguito le schede di sintesi di presentazione delle varie tecnologie applicabili nel sito in esame per la bonifica dei terreni.

Le informazioni presenti in tali schede sono state estratte principalmente dalle seguenti fonti:

1. US-FRTR (*Federal Remediation Round Table*), sito internet [www.frtr.gov](http://www.frtr.gov);
2. Servizio Bonifiche Siti Contaminati della Provincia di Milano, sito internet <http://ambiente.provincia.milano.it/bonificheonline/>;
3. US-EPA (*Environmental Protection Agency*), sito internet [www.epa.gov](http://www.epa.gov);
4. Master Plan per la bonifica dei siti inquinati di Porto Marghera, sito internet <http://www.regione.veneto.it>;





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

## A.2. Tecnologie applicabili per la bonifica dei terreni

### A.2.1. Scavo e smaltimento

Scheda n. 1 – Scavo e smaltimento/trattamento		
N	Caratteristiche	Descrizione
1	Descrizione	<p>Il conferimento in discarica è una alternativa di bonifica che consiste nella rimozione dei materiali contaminati dal sito (scavo), dal loro trasporto e collocazione in apposite aree progettate per contenere in sicurezza tali materiali (impianti di smaltimento).</p> <p>Il conferimento in discarica è sempre associato alla preventiva qualificazione del materiale mediante test analitici di laboratorio tendenti a classificarlo e contestualmente a verificare l' idoneità al conferimento presso impianti di smaltimento. Preliminarmente all' operazione di conferimento il materiale viene sottoposto ad omologa e controllato anche durante i conferimenti.</p> <p>Esistono varie tipologie di discariche in funzione della tipologia di materiali contaminati che possono raccogliere (discariche per pericolosi, per non pericolosi).</p>
2	Contaminazione per la quale il metodo è applicabile	La soluzione del collocamento in discarica è una alternativa applicabile a qualunque tipo di contaminazione del suolo. La tipologia di discarica utilizzabile risulta tuttavia legata alle caratteristiche della contaminazione presente.
3	Grado di sviluppo della tecnologia	La tecnologia è ampiamente collaudata.
4	Necessità di test preliminari	Sono necessari test analitici specifici (test di cessione, ecc.) per poter classificare il materiale e contestualmente per verificare l' idoneità al conferimento presso le diverse tipologie di discariche.
5	Durata di trattamento	La durata dell' intervento è estremamente breve (legata ai tempi di scavo e trasporto dei materiali contaminati presso la discarica).
6	Costi di trattamento	I costi, incluso il trasporto, variano in funzione della tipologia di discarica necessaria per la specifica contaminazione dei materiali del sito. Nel caso di materiale classificabile come non pericoloso possono variare da 90 a 120 €/ton, mentre nel caso in cui il materiale risultasse pericoloso i costi saranno sicuramente maggiori (fino a 500 €/t).
7	Svantaggi e/o limitazioni	<p>Capacità non illimitata ed in esaurimento delle discariche.</p> <p>Richiedono la movimentazione scavo e trasporto delle matrici contaminate (impatto ambientale).</p> <p>Profondità elevate di scavo richiedono opere di sostegno e/o pendenze tali che la tecnologia può risultare inapplicabile qualora vi siano edifici limitrofi o aree di non elevata superficie.</p>



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**A.2.2. Soil Vapor Extraction**

Scheda n. 2 – Soil Vapor Extraction		
N	Caratteristiche	Descrizione
0	Classificazione della tecnologia	Trattamento di bonifica in situ dei terreni Metodo fisico/chimico
1	Descrizione	<p>Il principio fisico del SVE è costituito dalla volatilità della maggior parte dei composti idrocarburici.</p> <p>Questa tipologia di sostanze è rappresentata in larga parte da molti idrocarburi clorurati (tricloroetilene, tetracloroetilene, cloroformio, metilcloroformio, etc.), da idrocarburi aromatici (benzene, toluene, xilene, etc.), da oli minerali leggeri e metano.</p> <p>Non è possibile applicare il SVE su contaminanti inorganici e su organici dotati di pressione di vapore bassa.</p> <p>La pressione di vapore delle sostanze fornisce, infatti, un'indicazione fondamentale sull'applicabilità e la fattibilità di rimozione dei composti presenti nel terreno: il SVE è applicabile a composti che hanno una pressione di vapore maggiore di 0,1 kPa o 0,5 mmHg (a 20°C) ed una solubilità in acqua relativamente bassa.</p> <p>In seguito alla ventilazione del suolo, indotta da uno o più pozzi di estrazione di vapori, s'instaurano condizioni dinamiche che portano da un lato allo strippaggio dei composti presenti in fase gassosa e dall'altro ad un'ulteriore volatilizzazione dei composti volatili. Le sostanze volatili, che evaporano fino a quando non si esauriscono la fase liquida e solida, sono convogliate verso il punto di estrazione dal sottosuolo.</p> <p>Operativamente il SVE si colloca tra le tecnologie di trattamento in situ e consiste nella realizzazione di pozzi o dreni di estrazione vapori, finestrati a differenti profondità e tenuti in depressione per mezzo di idonei sistemi di aspirazione; i gas estratti vengono avviati a sistemi di abbattimento degli idrocarburi quali Ossidazione termica, Ossidazione Catalitica od Adsorbimento con carboni attivi.</p> <p>L'estrazione di gas dal sottosuolo, da una parte consente di controllare ed intercettare la migrazione di composti volatili presenti (es. metano, idrocarburi leggeri ed organo alogenati), dall'altra favorisce lo spostamento dell'equilibrio di ripartizione liquido-gas degli idrocarburi verso la fase vapore, determina il prelievo forzato di gas interstiziale dal suolo, liberando il terreno dalle frazioni di idrocarburi ad elevata volatilità.</p>
2	Contaminazione per la quale il metodo è applicabile	Sostanze volatili: idrocarburi clorurati (tricloroetilene, tetracloroetilene, cloroformio, metilcloroformio, etc.), da idrocarburi aromatici (benzene, toluene, xilene, etc.), da oli minerali leggeri e metano.
3	Grado di sviluppo della tecnologia	La tecnologia viene ampiamente utilizzata per il risanamento del sottosuolo insaturo soprattutto nei siti in cui non risulta realizzabile l'escavazione dei materiali contaminati (es. presenza di edifici abitati, ecc.).
4	Necessità di test preliminari	<p>La ventilazione in suolo risulta una tecnica relativamente facile e poco costosa per rimuovere sostanze organiche volatili dalla zona insatura di terreno contaminato.</p> <p>L'efficacia del processo è funzione di alcuni fattori, dai quali dipendono sia la mobilità dei contaminanti e sia la permeabilità del suolo all'aria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>umidità</b>, l'incremento del contenuto d'acqua riduce il flusso d'aria e, quindi, la diffusione;</li> <li>• <b>contenuto organico</b>, un incremento nell'adsorbimento (che solitamente avviene su matrice organica) riduce la concentrazione delle sostanze volatili nell'aria interstiziale e, quindi, riduce la loro diffusione;</li> <li>• <b>granulometria</b>, in particolare il sistema risulta applicabile in terreni con conducibilità idraulica elevata.</li> </ul> <p>Ed i fattori che possono contribuire all'efficacia dell'intervento sono rappresentati da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>temperatura</b>, un incremento della temperatura comporta una maggiore concentrazione in saturazione nell'aria interstiziale e, quindi, un incremento di diffusione;</li> </ul>



S G M Ingegneria S.r.l.

**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

**Scheda n. 2 – Soil Vapor Extraction**

N	Caratteristiche	Descrizione
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>costante di Henry</b>, parametro che indica il grado di partizione tra fase disciolta (o libera) e fase gassosa. Sostanze con elevata costante di Henry, presentano maggiore tendenza alla diffusione.</li> </ul> <p>E' necessario pertanto condurre test di fattibilità in campo sia per verificare direttamente se le caratteristiche sito specifiche consentono di realizzare le condizioni ottimali alla ventilazione, sia per ottenere le informazioni necessarie alla corretta progettazione dell'intervento.</p> <p>Per predisporre un sistema di SVE efficace relativamente alle caratteristiche specifiche del sito, al tipo di contaminazione ed alla sua distribuzione nel sottosuolo vengono infatti realizzati test pilota su campi prova che prevedono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• punti di estrazione vapori (tubazioni in PVC da 2" a 12", generalmente con fessurazione da 2 mm) finestrati a differenti profondità;</li> <li>• punti di monitoraggio attrezzati con sonde per il rilevamento dei gas interstiziali a differenti profondità;</li> <li>• unità di estrazione vapori (es. ventilatori, etc.);</li> <li>• unità di trattamento dei vapori mediante bruciatore catalitico o carboni attivi.</li> </ul>
5	Durata di trattamento	<p>La durata effettiva del SVE è funzione della necessità di liberare tutti i pori del terreno dai gas interstiziali contaminati da idrocarburi volatili e di spostare l'equilibrio liquido-gas il più possibile verso la fase gassosa. In funzione dell'area contaminata di interesse, dello spessore di terreno da trattare, della porosità efficace del suolo, si valuta il volume di gas interstiziale da coinvolgere e si dimensionano gli impianti, prestando attenzione a garantire la copertura totale dell'area.</p> <p>La durata dell'intervento è mediamente a lungo termine (mesi o anni di intervento).</p>
6	Costi di trattamento	<p>I costi di applicazione della tecnologia sono particolarmente influenzati da: estensione dell'area di intervento; caratteristiche e grado di contaminazione; caratteristiche idrogeologiche del sito.</p> <p>Tali caratteristiche influenzano il numero di pozzi, la portata delle componenti impiantistiche adibite all'aspirazione ed il livello di vuoto ottimale richiesto, la durata del trattamento.</p> <p>La necessità dell'installazione di sistemi per il trattamento dell'aria e delle acque sotterranee estratte comportano incrementi significativi dei costi di processo.</p> <p>I costi di trattamento nei casi di bonifica di siti contaminati da C&lt;12, BTEX con trattamento di 12/24 mesi si aggirano indicativamente tra valori compresi tra 30 – 80 €/ton.</p>
7	Svantaggi e/o limitazioni	<p>Non applicabile per certe condizioni del sito (es., bassa permeabilità all'aria dei suoli, alto contenuto di argilla, suoli altamente eterogenei, presenza di sostanze poco volatili).</p> <p>Non sempre si possono raggiungere gli standard normativi di concentrazione ritenuti accettabili (soprattutto nei casi di suoli ad uso residenziale con grado di contaminazione iniziale medio-alto).</p> <p>Consente il trattamento del solo suolo insaturo (nel caso in cui la contaminazione interessi parzialmente anche il suolo saturo e le acque di falda sono necessarie altre tecnologie).</p>



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**A.2.3. Bioventing**

Scheda n. 3 - Bioventing		
N	Caratteristiche	Descrizione
0	Classificazione della tecnologia	Trattamento di bonifica <i>in situ</i> dei terreni Metodo biologico
1	Descrizione	<p>Il processo stimola ed ottimizza i processi spontanei di biodegradazione aerobica apportando aria e ossigeno ai microrganismi autoctoni della zona insatura del terreno.</p> <p>Il sistema prevede la realizzazione di uno o più pozzi di iniezione e/o estrazione dell'aria, fenestrati nella zona insatura, in corrispondenza del volume di terreno da trattare.</p> <p>La realizzazione dei pozzi di estrazione è preferibile al fine di impedire formazione di gas e vapori incontrollati e contaminati, e deve essere associata alla installazione di sistemi di trattamento dei vapori estratti.</p> <p>Occorre ottimizzare la fornitura di ossigeno ai batteri e minimizzare i rischi di volatilizzazione, insufflando in zona vadosa basse portate d'aria e disponendo i pozzi di immissione secondo la condizione planimetrica ideale per massimizzare il tempo di residenza dell'aria nel terreno inquinato. Come regola generale, l'aria nel volume contaminato dovrebbe essere scambiata ogni 1 o 2 gg.</p> <p>La fornitura di aria può essere continua o intermittente, con portate da 2 a 14 m<sup>3</sup>/h.</p> <p>Il trattamento può prevedere l'aggiunta di nutrienti ed elettroni-accettori per stimolare le reazioni aerobiche. Tali reagenti possono essere forniti tramite piezometri e pozzi o per percolazione da trincee. Nel caso si preveda la fornitura di reagenti, è necessaria l'installazione di serbatoi e sistemi di dosaggio di acque e nutrienti.</p>
2	Contaminazione per la quale il metodo è applicabile	<p>In generale composti con pressione di vapore &lt;10<sup>-3</sup> atm (bassa pressione di vapore), e quindi poco volatili, per i quali è prevalente l'azione di biodegradazione aerobica conseguente all'insufflazione di ossigeno.</p> <p>La tecnologia è generalmente applicata per la degradazione aerobica di idrocarburi, oli lubrificanti, prodotti petroliferi ed in particolare la frazione meno volatile di benzine, oli combustibili, alcoli e chetoni.</p> <p>Risulta possibile il trattamento di composti come gli IPA.</p> <p>Generalmente, composti come BTEX subiscono abbattimenti fino al 90% della concentrazione iniziale, mentre gli idrocarburi totali subiscono abbattimenti del 40%.</p> <p>La tecnologia è stata applicata anche per il trattamento di composti organici alogenati, come PCB, idrocarburi clorurati, tricloroetilene.</p> <p>Tra i composti organici, anche fenoli e pentaclorofenoli risultano sensibili all'azione di risanamento tramite bioventilazione.</p>
3	Grado di sviluppo della tecnologia	La tecnologia viene ampiamente utilizzata per il risanamento del sottosuolo insaturo soprattutto nei siti in cui non risulta realizzabile l'escavazione dei materiali contaminati (es. presenza di edifici abitati, ecc.). La tecnologia è molto sviluppata ed applicata in scala reale dagli anni '80 in Europa e Stati Uniti.
4	Necessità di test preliminari	<p>L'efficacia del processo è funzione di alcuni fattori, dai quali dipendono sia la mobilità dei contaminanti e sia la permeabilità del suolo all'aria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>umidità</b>, l'incremento del contenuto d'acqua riduce il flusso d'aria e, quindi, la diffusione. Un contenuto d'acqua eccessivamente ridotto riduce l'attività microbiologica;</li> <li>• <b>pH</b>, il range ottimale di pH per l'espletamento dell'attività di microorganismi coinvolti nella biodegradazione è compreso tra 6 e 8;</li> <li>• <b>temperatura</b>, la degradazione biologica è stata osservata anche a temperature prossime agli 0°C. Il processo di bioventing agisce più rapidamente durante la stagione estiva, con temperature superiori;</li> <li>• <b>presenza di nutrienti</b>, l'espletamento dell'attività microbiologica richiede la presenza nei suoli di nutrienti, quali azoto e fosforo;</li> <li>• <b>granulometria</b>, in particolare il sistema risulta applicabile in terreni con conducibilità idraulica elevata.</li> </ul>



S.G.M. Ingegneria S.r.l.

**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

<b>Scheda n. 3 - Bioventing</b>		
<b>N</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Descrizione</b>
		È necessario condurre test di laboratorio e test di fattibilità in campo per verificare direttamente se le caratteristiche sito specifiche consentono di realizzare le condizioni ottimali alla ventilazione ed alla biodegradazione
5	Durata di trattamento	I tempi di trattamento sono legati alle caratteristiche del sito e della contaminazione. Essi variano da diversi mesi ad anni per il completamento del trattamento.
6	Costi di trattamento	<p>I costi di applicazione della tecnologia sono particolarmente influenzati dall'estensione dell'area interessata dall'intervento. I costi di installazione delle apparecchiature ed i costi di gestione e manutenzione si ripartiscono sui volumi trattati, rendendo l'applicazione del trattamento economicamente vantaggiosa per superfici estese, rispetto ad aree di estensione limitata.</p> <p>Per la bonifica di siti contaminati da idrocarburi leggeri e pesanti con trattamenti di durata compresa tra 6 e 24 mesi il costo di trattamento si aggira tra 50 – 90 €/ton (Piano regionale gestione rifiuti e bonifica dei siti inquinati, Regione Toscana, 2014)</p> <p>Ulteriori fattori che influenzano il costo del processo di bioventing sono i seguenti: tipologia e concentrazione della contaminazione; permeabilità del terreno; numero e distanza dei pozzi, portata di estrazione; eventuale necessità e tipologia di trattamento dei gas e vapori estratti.</p> <p>L'esecuzione del processo non richiede l'impiego di apparecchiature costose e necessita di un limitato impiego di personale adibito alla gestione e manutenzione dell'impianto di bonifica.</p> <p>Il processo richiede interventi di manutenzione e monitoraggio periodici.</p>
7	Svantaggi e/o limitazioni	I principali limiti del processo di bioventilazione sono i seguenti: inapplicabilità in caso di contaminazioni con concentrazioni elevate, con zone di saturazione della porosità del suolo da parte della contaminazione; inapplicabilità in terreni a bassa permeabilità ed a terreni eterogenei; può portare alla formazione di intermedi di reazione sconosciuti e non biodegradabili; condizioni di scarsa umidità del suolo possono ostacolare i processi di biodegradazione; potrebbe essere necessario prevedere l'installazione di sistemi per il monitoraggio dell'aria ambiente in prossimità dell'area di intervento; Le basse temperature potrebbero rallentare i processi di risanamento, anche senza diminuirne necessariamente l'efficacia.





**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**A.2.4. Copertura superficiale**

<b>Scheda n. 4 – Copertura superficiale (capping)</b>		
<b>N</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Descrizione</b>
0	Classificazione della tecnologia	Tecnologia di messa in sicurezza Contenimento della sorgente di contaminazione
1	Descrizione	<p>I sistemi di copertura superficiale (capping) possono essere applicati per i seguenti scopi: ridurre/eliminare l'esposizione della superficie contaminata prevenendo fenomeni di infiltrazione dell'acqua meteorica nel terreno contaminato, con conseguente sviluppo di fenomeni di lisciviazione in falda; controllare/eliminare le emissioni gassose prodotte da contaminazioni volatili dei terreni.</p> <p>La progettazione dei sistemi di capping è legata alle caratteristiche sito specifiche ed alla funzione ad essi assegnata. È possibile realizzare sistemi costituiti da un semplice strato di terreno impermeabile e sistemi complessi multistrato costituiti da terreno, geotessuti e geomembrane impermeabili e/o drenanti.</p> <p>Lo strato impermeabilizzante può essere costituito da terreni a bassa permeabilità (es. argille compatte fino a valori di permeabilità non superiore a <math>10^{-6}</math> cm/s) oppure geomembrane impermeabili.</p> <p>Geomembrane e suoli impermeabili possono essere utilizzate insieme in sistemi multistrato, che garantiscono maggiore tenuta.</p> <p>Le geomembrane possono essere costituite da differenti polimeri. In generale vengono utilizzate geomembrane in PVC, polietilene ad alta o bassa densità, polipropilene, polietilene clorosolfonato rinforzato (CSPE-R), etilene rinforzato interpolimero (EIA).</p> <p>I sistemi di capping possono richiedere l'installazione di sistemi di controllo e trattamento delle emissioni gassose prodotte dal materiale ad esse sottostante (es. formazione di gas della decomposizione di materiale putrescibile).</p> <p>Di fondamentale importanza è la progettazione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento della superficie occupata dal capping, che può essere realizzata adottando differenti soluzioni in funzione delle caratteristiche sito specifiche.</p>
2	Contaminazione per la quale il metodo è applicabile	<p>Le caratteristiche del sistema di copertura devono essere selezionate in funzione delle caratteristiche del sito e della contaminazione.</p> <p>In particolare è necessario che le caratteristiche di permeabilità del capping siano idonee ad impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche e la dispersione in atmosfera dei contaminanti volatili eventualmente presenti nel terreno sottostante.</p>
3	Grado di sviluppo della tecnologia	<p>I sistemi di capping sono normalmente utilizzati quali misure di messa in sicurezza temporanea o permanente in aree sottoposte a bonifica.</p> <p>I sistemi di capping costituiscono parte integrante degli impianti di discarica e le loro caratteristiche tecniche minime sono definite dalle normative di settore.</p>
4	Necessità di test preliminari	<p>Le caratteristiche tecniche dei materiali utilizzati per la realizzazione del capping devono essere determinate mediante appositi test di laboratorio.</p> <p>I test devono determinare in particolare le caratteristiche meccaniche e la permeabilità dei materiali.</p> <p>E' necessario inoltre verificare la stabilità del sistema di copertura in funzione del design di progetto (verifiche di scorrimento tra gli strati componenti del capping).</p> <p>Il comportamento del capping è fortemente influenzato dalle modalità esecutive, essendo un sistema realizzato in opera.</p>
5	Durata di trattamento	I sistemi di capping possono essere utilizzati come soluzione temporanea o permanente.
6	Costi di trattamento	I sistemi di capping costituiscono il sistema economicamente più conveniente per la tutela della salute dell'uomo ed il controllo del rischio ambientale in aree



S G M Ingegneria S.r.l.

**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016

<b>Scheda n. 4 – Copertura superficiale (capping)</b>		
<b>N</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Descrizione</b>
		<p>contaminate.</p> <p>Il prezzo di copertura può variare tra 20 – 60 €/mq di area da ricoprire. La variabilità dei costi è connessa alle caratteristiche del pacchetto di copertura selezionato.</p>
7	Svantaggi e/o limitazioni	<p>I sistemi di capping non esercitano alcuna azione di risanamento sul terreno interessato dall'intervento di copertura.</p> <p>Tossicità, mobilità e volume della contaminazione non vengono ridotti. La migrazione della contaminazione è invece ridotta per effetto dell'impermeabilizzazione superficiale, che impedisce l'infiltrazione delle acque meteoriche e la volatilizzazione in atmosfera degli inquinanti volatili.</p> <p>L'utilizzo dei sistemi di copertura è efficace nella mitigazione della migrazione della contaminazione quando quest'ultima è contenuta nella porzione insatura del sottosuolo e non è interessata da escursioni del livello di falda.</p> <p>L'utilizzo di sistemi di copertura in combinazione con sistemi di barriere verticali consente un'ulteriore riduzione della migrazione orizzontale della contaminazione.</p> <p>la durata nel tempo dei sistemi di copertura è influenzata dalle caratteristiche dei materiali e del pacchetto impiegato.</p> <p>In particolare le geomembrane sono sensibili all'azione delle radiazioni UV, e l'esposizione diretta ai raggi del sole comporta un rapido deterioramento delle loro caratteristiche tecniche.</p>



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**A.2.5. Biocumulo (biopile)**

Scheda n. 5 – Biopile		
N	Caratteristiche	Descrizione
0	Classificazione della tecnologia	Trattamento di bonifica ex-situ dei terreni Metodo biologico
1	Descrizione	Questa tecnologia consiste nella realizzazione di un sistema reagente confinato dove i processi di degradazione ad opera dei microrganismi (naturalmente presenti o aggiunti) possano avvenire in condizioni opportune. Il sistema viene allestito con il terreno che è stato sottoposto a trattamenti preliminari di condizionamento e il confinamento può essere ottenuto mediante copertura con telo impermeabile o mediante apposite strutture. Nel biocumulo sono installate tubazioni per l'apporto di ossigeno e all'occorrenza di acqua e nutrienti.
2	Contaminazione per la quale il metodo è applicabile	Applicabile per la decontaminazione di terreni contenenti idrocarburi del petrolio (benzine, gasoli, JP-5, kerosene, oli combustibili, oli lubrificanti, BTEX). Poiché, rispetto ad un trattamento biologico di tipo in situ, si hanno maggiori possibilità di ottenere e mantenere le condizioni ottimali per l'attività biologica di degradazione tale sistema risulta efficace anche su composti organici con basse velocità di biodegradazione. Non è efficace per i metalli pesanti ed è scarsamente efficace per i composti organici recalcitranti PCB, diossine e IPA ad alto numero di anelli. Può non essere efficace con suoli ad elevate concentrazioni di contaminanti organici (es. maggiori di 50.000 ppm TPH).
3	Grado di sviluppo della tecnologia	La tecnologia è attualmente ben collaudata per casi di contaminazione da idrocarburi del petrolio, non recalcitranti, a medio baso peso molecolare. L'applicazione su altre tipologie di contaminanti è possibile sebbene ancora in fase di ricerca o applicata su test pilota.
4	Necessità di test preliminari	I fattori che influenzano l'applicabilità del biorisanamento sono molteplici, pertanto è sempre necessario procedere con accurati test di biotrattabilità in scala laboratorio e spesso anche in scala maggiore.
5	Durata di trattamento	Sebbene inferiori rispetto ad un trattamento biologico in situ, sono necessari tempi lunghi di trattamento (dell'ordine di diversi mesi o anni).
6	Costi di trattamento	I costi per l'applicazione del processo dipendono da: tipologia della contaminazione, necessità di pre e post trattamento dei terreni, necessità di installazione di un sistema di controllo delle emissioni gassose. L'implementazione del processo è relativamente semplice e richiede un limitato impiego di personale per la gestione e manutenzione della biopila. Per la bonifica di siti contaminati da IPA, idrocarburi leggeri e pesanti e BTEX il costo di trattamento si aggira tra 50 – 90 €/ton (Piano regionale gestione rifiuti e bonifica dei siti inquinati, Regione Toscana, 2014).
7	Svantaggi e/o limitazioni	Sono molto difficili da ottenere rese di abbattimento superiori al 95% e concentrazioni residue dei contaminanti minori di 0,1 ppm. Possono essere necessari trattamenti preliminari al fine di omogeneizzare il materiale, separare materiale di pezzatura grossolana, creare condizione di umidità ottimale (essiccazione o umidificazione), aggiungere nutrienti, ammendanti o inoculi di biomassa specializzata. La presenza di una significativa concentrazione di metalli pesanti (generalmente maggiore di 2.500 ppm) può inibire la crescita dei microrganismi. I composti organici molto volatili tendono ad evaporare piuttosto che ad essere biodegradati. I vapori generati durante l'aerazione devono essere trattati prima di essere immessi in atmosfera. Richiede elevate aree di trattamento, sebbene minori del landfarming. Può richiedere un sistema di raccolta delle acque di percolazione ed il loro successivo trattamento e/o smaltimento.



**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova  
Sito: Piazzale Boschetti – Padova  
Ottobre 2016

**A.2.6. Land farming**

<b>Scheda n. 6 - Land farming</b>		
<b>N</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Descrizione</b>
0	Classificazione della tecnologia	Trattamento di bonifica ex-situ dei terreni Metodo biologico
1	Descrizione	<p>L'applicazione della tecnologia prevede una fase preliminare di preparazione dell'area per l'esecuzione del trattamento (cella), consistente nelle seguenti operazioni: pulizia e livellamento di una superficie data dalla somma dell'area della cella e dell'area necessaria per le dotazioni accessorie (berme di contenimento del percolato prodotto, rampe di accesso, eventuali impianti di trattamento e ricircolo del percolato); realizzazione berme e rampe d'accesso alla cella; impermeabilizzazione della cella tramite geomembrana; realizzazione del sistema di raccolta e trattamento del percolato; realizzazione eventuale impianto di controllo, estrazione e trattamento dei vapori.</p> <p>Il terreno interessato dal trattamento, in seguito all'escavazione, può essere sottoposto ad un pretrattamento tramite sminuzzamento, setacciatura, addizione di correttivi quali nutrienti, bulking agents, enzimi e batteri.</p> <p>Il terreno da trattare viene disposto in strati di altezza variabile da 0,3 ad 1 m, adottando misure di protezione dall'erosione (andane, idratazione superficiale con spray).</p> <p>I cumuli vengono periodicamente rivoltati meccanicamente, mediante apposite macchine (ranghinatori rotativi, voltafieno, erpici, macchine andanatrici, etc.; selezionati in funzione dell'altezza dei cumuli), per consentirne l'aerazione.</p> <p>Lo sviluppo del processo è ottimizzato tramite il monitoraggio dei seguenti parametri di processo: umidità del terreno (di solito da irrigazione o l'irrorazione); pH del terreno (tamponato vicino a pH neutro con l'aggiunta di calcare frantumato o calce agricola); ammendanti (ad esempio, agenti suolo bulking, nutrienti, ecc).</p> <p>Il processo di bonifica del terreno contaminato può avvenire per fasi. Raggiunti i livelli obiettivo di concentrazione residua dei contaminanti, il cumulo viene parzialmente rimosso (solo la parte superiore). Il nuovo lotto di terreno da trattare viene miscelato con la porzione residua del cumulo trattato, al fine di inoculare il materiale appena aggiunto con una coltura microbica degradante attiva riducendo i tempi di trattamento.</p>
2	Contaminazione per la quale il metodo è applicabile	<p>La tecnologia è efficace in particolare nel trattamento degli idrocarburi pesanti del petrolio. Come regola generale, maggiore è il peso molecolare e più complessa la struttura, più lenta è la velocità di degradazione. Inoltre il processo di degradazione risulta rallentato in presenza di composti clorurati e nitrati.</p> <p>Contaminanti che sono stati trattati con successo tramite landfarming includono: gasolio, number 2 e number 6 fuel oils, JP-5 jet fuel, fanghi oleosi, prodotti per la conservazione del legno (quali pentaclorofenolo e creosoto), rifiuti di coke e alcuni pesticidi.</p>
3	Grado di sviluppo della tecnologia	La tecnologia è attualmente ben collaudata per casi di contaminazione da idrocarburi del petrolio, non recalcitranti.
4	Necessità di test preliminari	<p>I fattori che influenzano l'applicabilità del processo sono molteplici.</p> <p>In particolare: è necessario determinare le caratteristiche e la concentrazione della contaminazione, la presenza di contaminanti tossici ed inorganici (es. metalli); è necessario determinare le caratteristiche del suolo (tipologia, umidità naturale, presenza di materiale organico, pH, permeabilità, presenza di microrganismi).</p> <p>Pertanto è sempre necessario procedere con accurati test di biotratibilità in scala di laboratorio e spesso anche in scala maggiore.</p> <p>Assumono particolare rilievo anche le caratteristiche climatiche (temperature, precipitazioni, ventosità).</p>
5	Durata di trattamento	La durata del processo è contenuta (normalmente da 6 a 18 mesi), in funzione dei livelli e del tipo di contaminazione, nonché delle caratteristiche del terreno contaminato.
6	Costi di trattamento	<p>I costi per le operazioni preliminari all'implementazione del trattamento possono essere considerati indipendenti dal volume da trattare.</p> <p>L'implementazione della tecnologia è semplice ed economica risultando più</p>



S G M Ingegneria S.r.l.

**Progetto operativo di bonifica ai sensi del D. Lgs 152/06  
matrice suolo e sottosuolo con ripristino ambientale**

Committente: Comune di Padova

Sito: Piazzale Boschetti – Padova

Ottobre 2016


<b>Scheda n. 6 - Land farming</b>		
<b>N</b>	<b>Caratteristiche</b>	<b>Descrizione</b>
		<p>conveniente delle tecnologie fisiche, chimiche e termiche. I costi aumentano nel caso si renda necessario predisporre un sistema di drenaggio ed estrazione del percolato con trattamento in sito o smaltimento presso impianti di trattamento.</p> <p>Per la bonifica di siti contaminati da IPA, idrocarburi leggeri e pesanti il costo di trattamento si aggira tra 30 – 90 €/ton; i costi possono incrementare di 10 - 20 €/ton per effetto dell'aggiunta di ammendanti.</p>
7	Svantaggi e/o limitazioni	<p>I rendimenti ottenibili sono &lt; 90-95% con concentrazioni finali &gt; 0,1 mg/kg.</p> <p>Le concentrazioni massime di idrocarburi totali TPH nel terreno contaminato devono essere &lt; 50.000 mg/kg per il corretto sviluppo del processo. In particolare la tecnologia non è utilizzabile con concentrazioni di metalli pesanti HMt &gt; 2.500 mg/kg.</p> <p>I composti più leggeri possono volatilizzare, piuttosto che biodegradare. È pertanto necessario realizzare un sistema di monitoraggio dell'aria ambiente nell'area di esecuzione del trattamento. Il sistema di monitoraggio dell'aria ambiente consente inoltre il controllo delle emissioni di polveri e vapori durante le operazioni di aerazione del terreno.</p> <p>L'applicazione della tecnologia risulta sensibile ad eventi meteorologici quali pioggia e vento, richiedendo l'adozione di specifiche soluzioni per la gestione del percolato ed il controllo delle emissioni polverulente.</p> <p>Sono necessarie ampi superfici dedicate al trattamento (superfici dell'ordine degli ha). Tali superfici devono essere opportunamente impermeabilizzate tramite geomembrane.</p>



**TAVOLE**



LEGENDA

 Area d'intervento

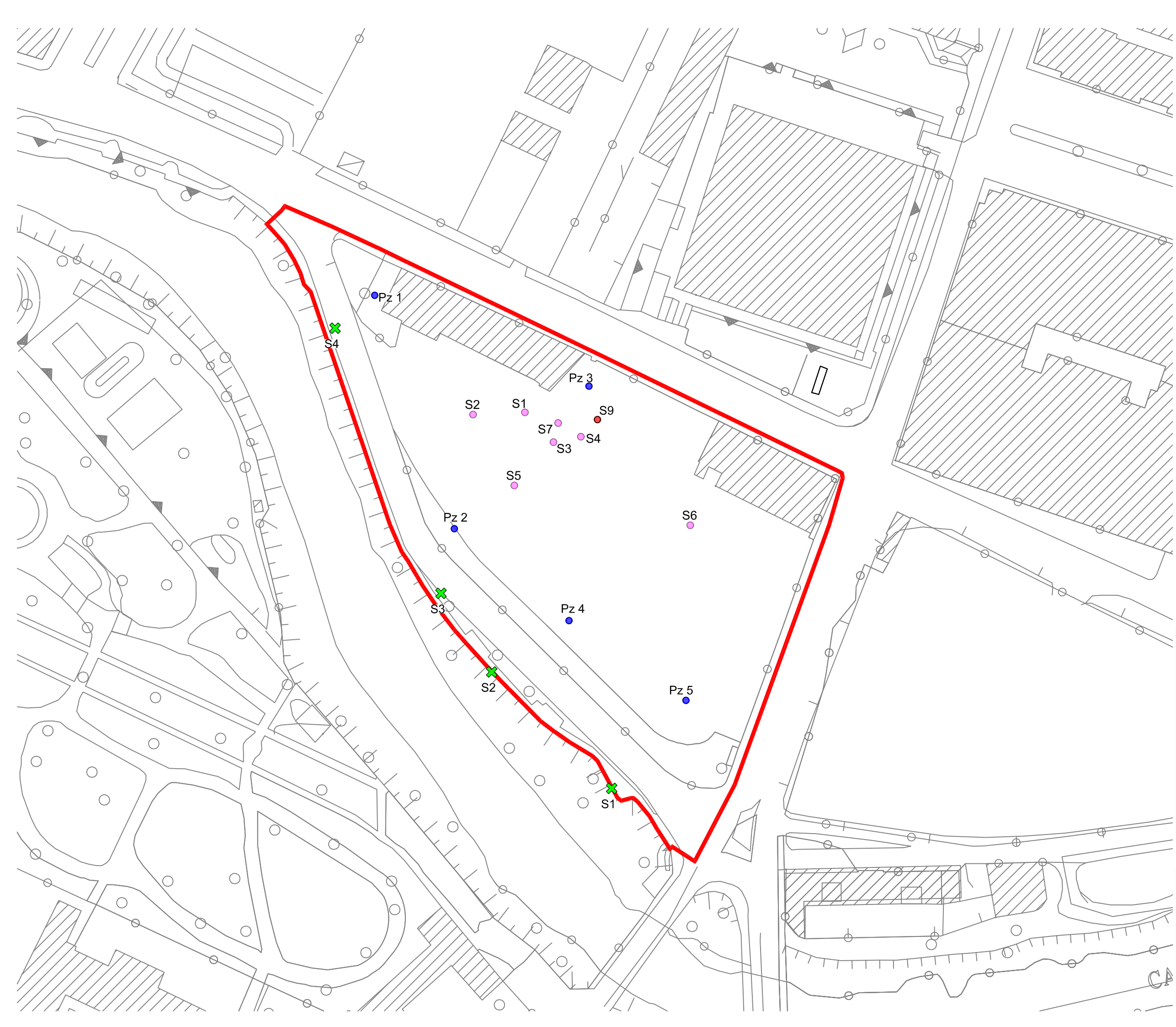
CARTA UBICAZIONE  
AREA D'INTERVENTO



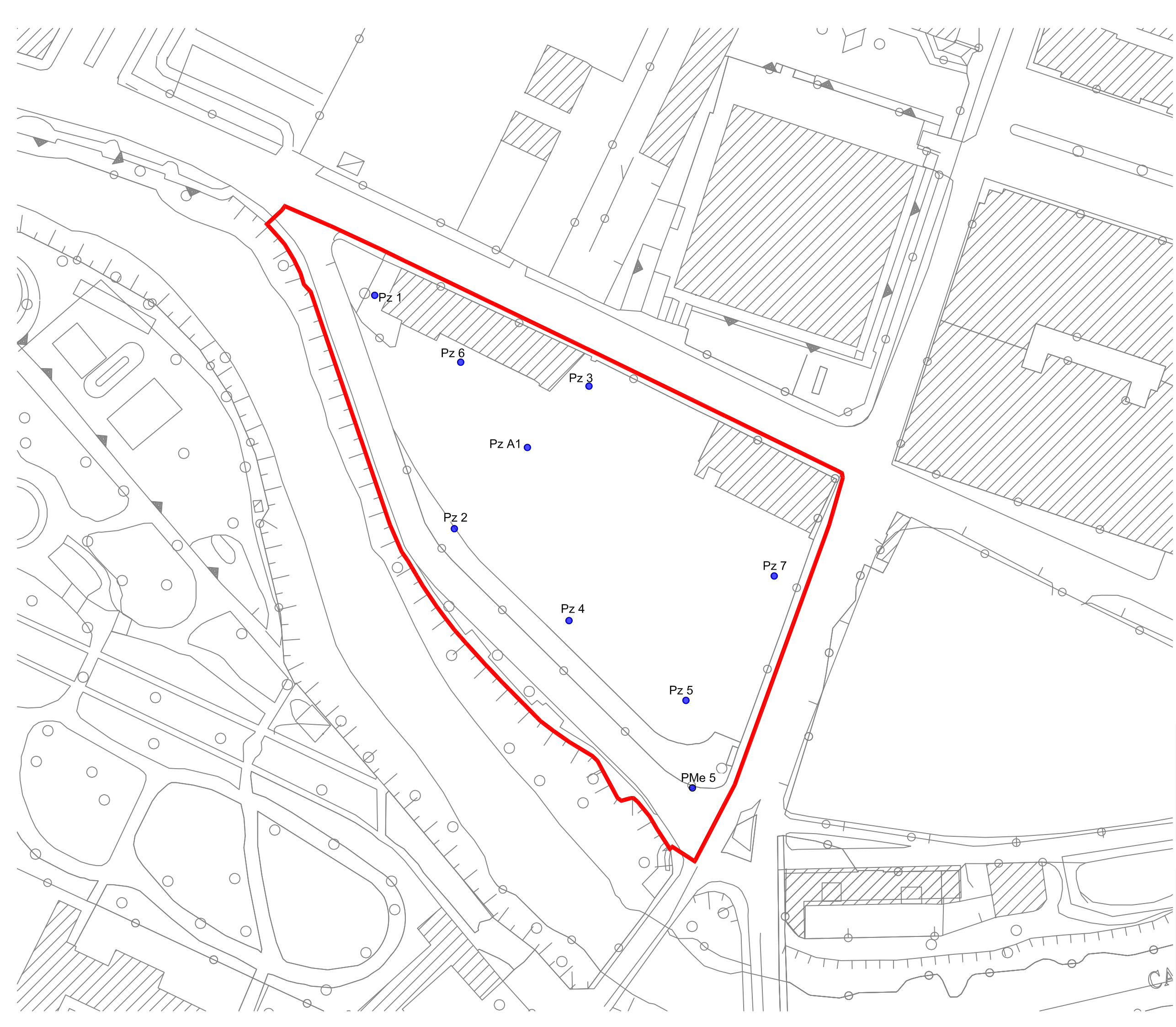
**LEGENDA**

- Area d'intervento
- ✕ Sondaggi integrativi  
*Settembre 2016*
- Sondaggio integrativo per AdR
- Sondaggi attrezzati a  
piezometro pregressi  
*Febbraio 2014*
- Sondaggi pregressi  
*Febbraio 2014*

**CARTA UBICAZIONE  
SONDAGGI ESEGUITI**







**LEGENDA**








- Area d'intervento
- Piezometri rete di monitoraggio

**CARTA UBICAZIONE  
PIEZOMETRI INSTALLATI**

Tavola POB3 Scala 1:1000

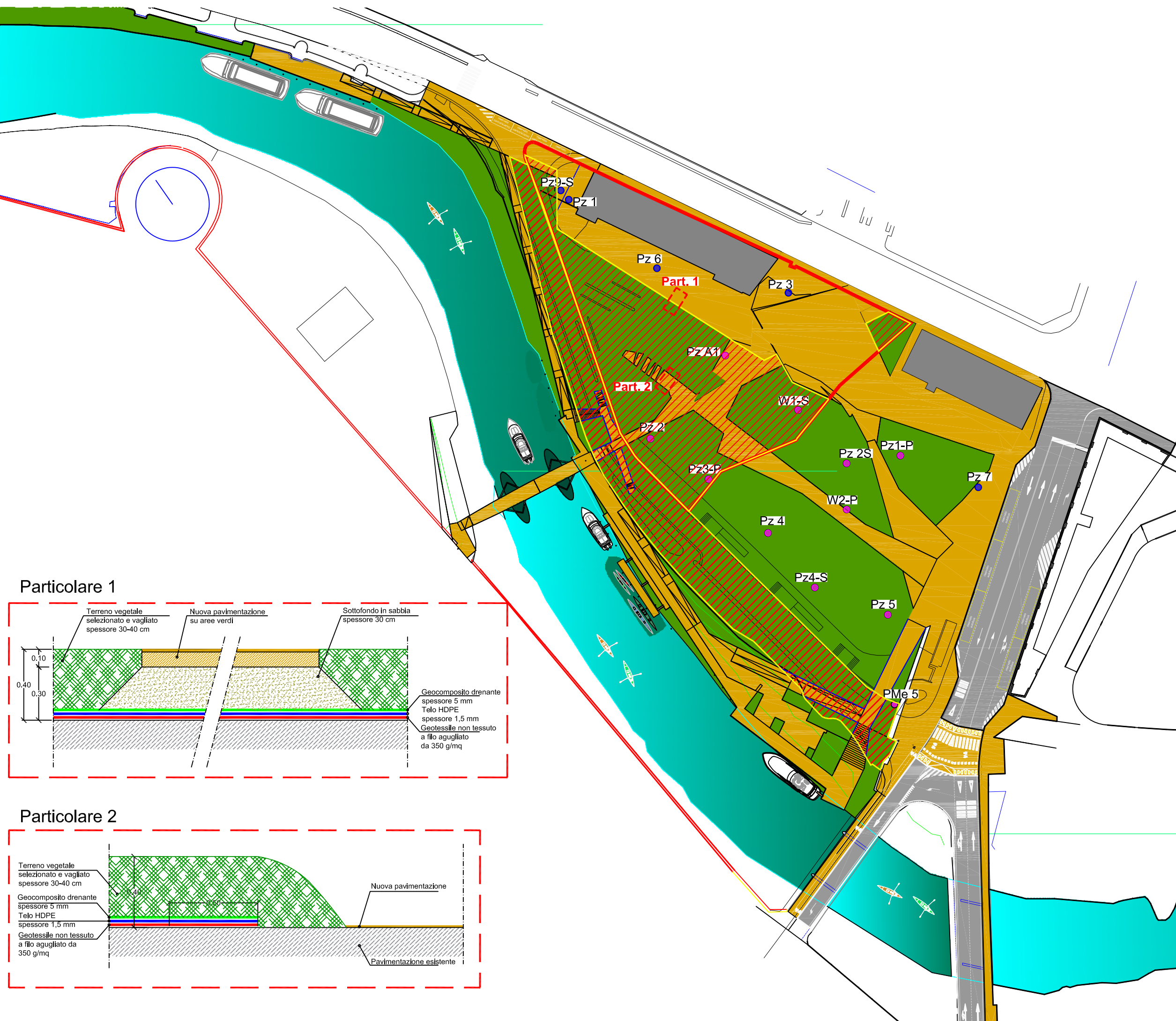


**LEGENDA**

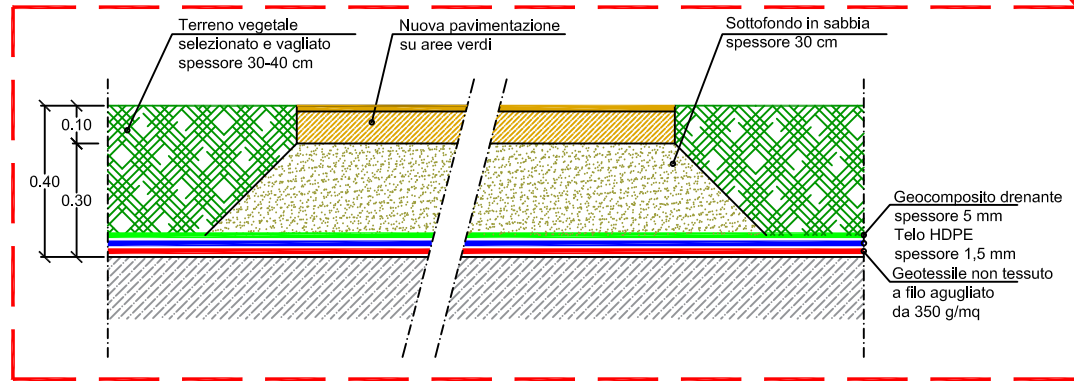
-  Area d'intervento
-  Scavo Hot Spot  
*prof. -3,00 m da p.c.*
-  Area scavo serbatoio  
già eseguito
-  Scavo area Via Vecchio  
Gasometro *prof. -0,20 m da p.c.*
-  Scavo per riprofilatura  
scarpata Canale Piovego
-  Piazzola di stoccaggio terreno  
proveniente dallo scavo Hot Spot
-  Piazzola di stoccaggio terreno  
proveniente da scavo lato Piovego

**TAVOLA AREE DI SCAVO**

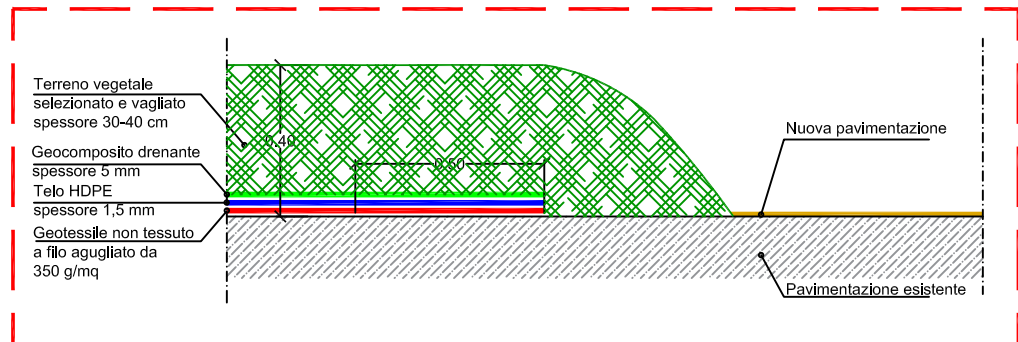




Particolare 1



Particolare 2














LEGENDA	
	Area oggetto di impermeabilizzazione da AdR
	Area oggetto di impermeabilizzazione con capping
	Piezometri esistenti
	Piezometri esistenti che necessitano la rimessa in quota
	Aree pavimentate da progetto
	Aree a verde da progetto

TAVOLA INTERVENTO DI MISP	
Tavola POB5	Scala 1:1000

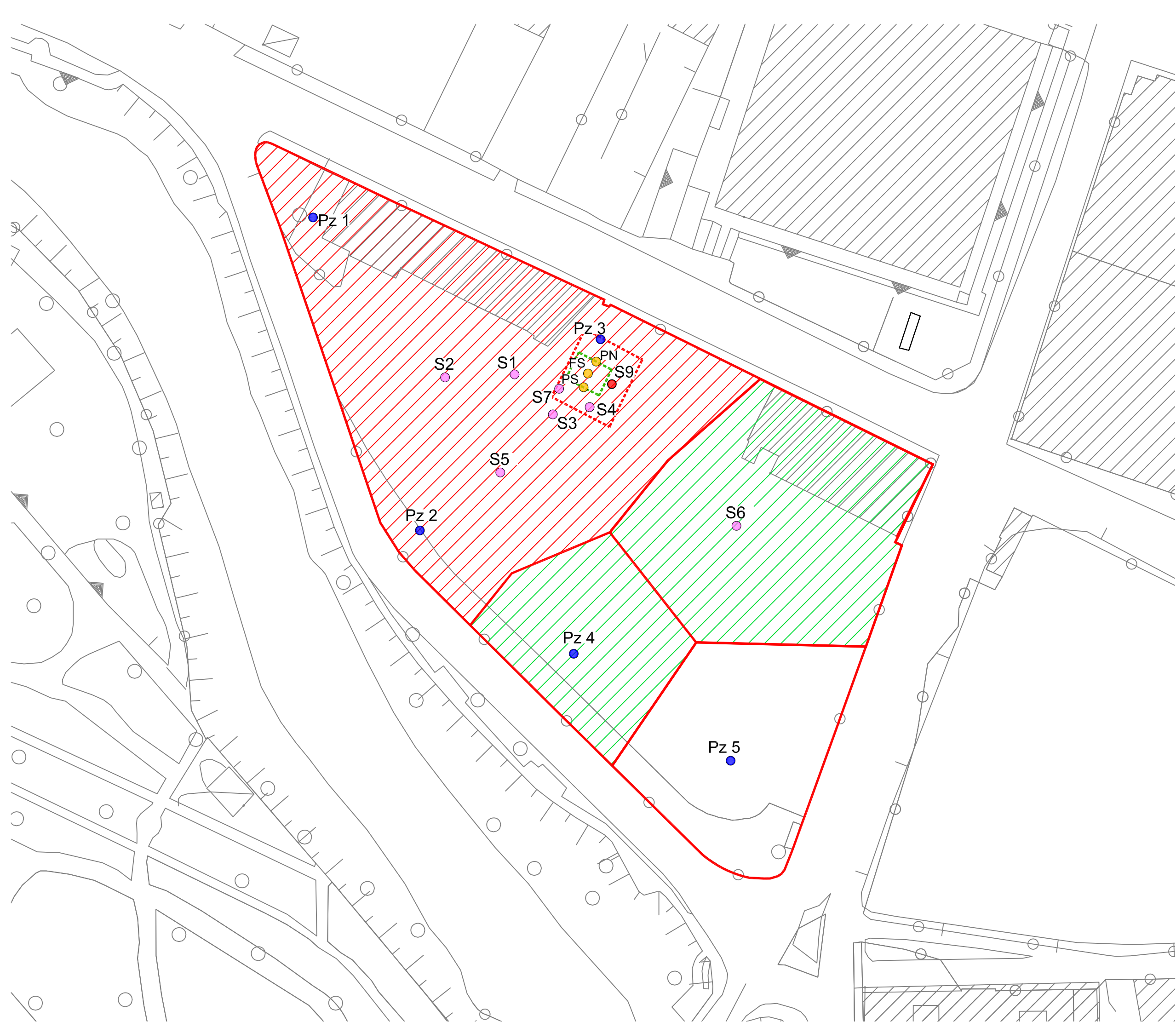


**LEGENDA**

-  Area d'indagine
-  Area di scavo serbatoi
-  Area di scavo - Hot Spot
-  Campioni di parete e fondo scavo prelevati
-  Sondaggi pregressi *Febbraio 2014*
-  Sondaggi attrezzati a piezometro pregressi *Febbraio 2014*
-  Sondaggio integrativo per AdR
-  Area sottoposta ad interventi per interruzione dei percorsi
-  Sorgente di potenziale contaminazione SS post intervento

**CARTA POLIGONI DI THIESSEN SUOLO SUPERFICIALE POST INTERVENTO**








Tavola POB6 Scala 1:750







**LEGENDA**

-  Area d'indagine
-  Area di scavo serbatoi
-  Area di scavo - Hot Spot
-  Campioni di parete e fondo scavo prelevati
-  Sondaggi pregressi *Febbraio 2014*
-  Sondaggi attrezzati a piezometro pregressi *Febbraio 2014*
-  Sondaggio integrativo per AdR
-  Area sottoposta ad interventi per interruzione dei percorsi
-  Sorgente di potenziale contaminazione SS post intervento

**CARTA POLIGONI DI THIESSEN SUOLO PROFONDO POST INTERVENTO**

Tavola POB7 Scala 1:750

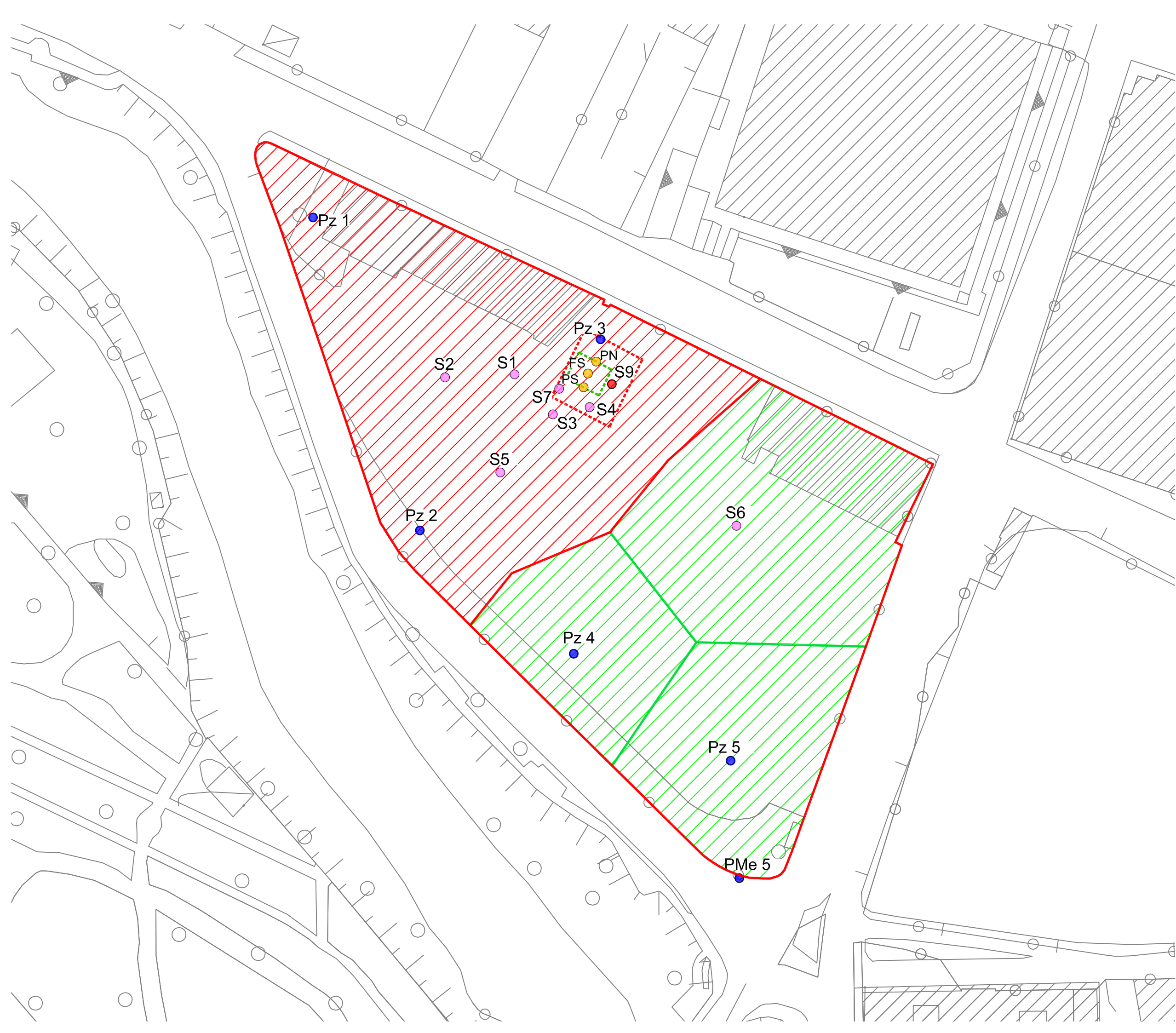




TAVOLA SISTEMAZIONE  
FINALE DELL'AREA

Tavola POB8      Scala 1:1000





### LEGENDA

-  Area d'intervento
-  Scavo Hot Spot  
*prof. -3,00 m da p.c.*
-  Area scavo serbatoio  
già eseguito
-  Scavo lato Canale Piovego  
*prof. -0,20 m da p.c.*
-  Scavi per riprofilatura scarpata  
Canale Piovego
-  Piazzola di stoccaggio terreno  
proveniente dallo scavo Hot Spot
-  Piazzola di stoccaggio terreno  
proveniente da scavo lato Piovego
-  Box e Wc di cantiere
-  Segnaletica di cantiere

### SCHEMA ORGANIZZAZIONE CANTIERE



**ALLEGATI**

**ALLEGATO POB1**

# COMUNE DI PADOVA

## Settore Ambiente e Territorio

Comune di Padova - Registratura			
Anno	Titolo	Chiamata	Protocollo
N.	132045		05/05/2016
CC		CC	RIV.
Settore Ambiente e Territorio			

### VERBALE CONFERENZA DI SERVIZI *05 maggio '16*

#### OGGETTO

Area Piazzale Boschetti "Analisi di rischio sanitario ambientale"

## PRESENTI

- Comune di Padova - Settore Ambiente e Territorio: Eva Ton
- Provincia di Padova: Paolo Zarpellon, Lorena Sadocco
- ARPAV: Ivano Pigato, Andrea Silvio Schiona
- Comune di Padova-Settore Edilizia pubblica e Impianti sportivi: Marco Forese
- Consulente: Ditta SGM Ingegneria, Dario Biavati

## 1. PREMESSA

L'area, di proprietà del Comune di Padova, situata all'incrocio tra via Gozzi e via Vecchio Gasometro, è attualmente adibita a parcheggio pubblico.

In data 02.12.2011 il Settore Edilizia Pubblica del Comune con nota registrata a prot. n. 290382, ha trasmesso a Regione e Provincia e per conoscenza all'Arpav la comunicazione ai sensi dell'art. 244 del D.lgs 152/2006 e successive modifiche per l'intero Piazzale Boschetti per il superamento di alcuni valori di Concentrazione di Soglia di Contaminazione nel suolo (Arsenico, idrocarburi pesanti e leggeri, idrocarburi policiclici aromatici) e nelle acque sotterranee (Arsenico, Ferro, Manganese e Nichel), evidenziando che l'area era divenuta di proprietà del Comune di Padova soltanto in tempi recenti a seguito di un contratto di permuta con la Provincia di Padova, sito che, fino a sei mesi prima, era stato sede della stazione delle corriere gestita dalla società SITA SpA che, tra l'altro, vi svolgeva anche attività di rifornimento carburante e manutenzione dei mezzi. Il Comune ha altresì informato che la contaminazione avrebbe potuto comportare rischi di aggravamento della situazione, considerata la presenza ancora in loco delle cisterne di carburante della stazione delle corriere gestita dalla Società SITA SPA (ora BUSITALIA). Quindi il Comune ha rimosso le cisterne per una migliore messa in sicurezza del sito, considerato il protrarsi dell'esito del procedimento di ricerca del o dei Soggetti responsabili dell'inquinamento, come richiesto dalla Provincia di Padova con lettera n. 9279 del 27/08/2012, registrata al prot. municipale con prot n. 200208 del 30/08/2013.

Successivamente il Settore Edilizia Pubblica, utilizzando l'apposito contributo a fondo perduto per consentire le opere di caratterizzazione, erogato ai sensi della Legge Finanziaria Regionale n. 2 del 12/1/09, ha affidato l'incarico per la progettazione ed esecuzione del Piano della caratterizzazione dell'area ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/2006, pervenuto a prot. n. 292275 del 11/11/2013 e la cui esecuzione è stata autorizzata con Determina Dirigenziale n. 2013/32/0108 del 20/12/2013. In data 16/10/2013 si è tenuto un incontro tecnico tra Comune, Provincia e Arpav per valutare gli esiti della caratterizzazione, che avevano evidenziato concentrazioni significative anche se circoscritte, per alcuni parametri, quali gli idrocarburi pesanti e previo accoglimento favorevole della richiesta da parte della Regione, è stato utilizzato l'importo residuo del fondo regionale per svolgere ulteriori indagini integrative, propedeutiche alla conclusione della caratterizzazione dell'area. Pertanto, ad agosto e a novembre 2015, sono state effettuate due campagne di monitoraggio dei soil gas, che hanno evidenziato la presenza di valori significativi per alcuni parametri, facendo emergere la necessità di elaborare un'analisi di rischio con riferimento alla destinazione attuale a parcheggio dell'area. L'Analisi di rischio per la matrice soil-gas, elaborata sulla base dello stato di fatto dell'area di Piazzale Boschetti, registrata agli atti del Comune di Padova con prot. n. 346934 del 29/12/2015, è stata presentata in occasione dell'incontro tecnico tenutosi in Comune, in data 28 gennaio 2016, alla presenza di Provincia e Arpav. Durante questo incontro gli Enti hanno preso atto che i risultati dell'analisi di rischio sanitaria, eseguita in modalità diretta, inserendo le concentrazioni rilevate di soil gas, evidenziano un rischio accettabile per gli attuali utilizzatori del parcheggio, restando nell'attesa degli esiti della prosecuzione da parte della Provincia nell'iter di ricerca del responsabile e della presentazione dell'analisi di rischio sanitaria ambientale che tenga conto degli ultimi sviluppi decisi dall'Amministrazione comunale di adibire l'area a verde pubblico con la realizzazione di un parco e la sistemazione degli edifici presenti.

In data 27/04/2016 si è tenuto un incontro tecnico tra gli Enti per valutare la proposta di documento di Analisi di rischio sanitario-ambientale, presentata dalla ditta SGM S.r.l. Ingegneria incaricata dal Settore Edilizia Pubblica e Impianti Sportivi e in data 03/05/2016, registrato al prot. municipale n. 127817- 127949 del 03/05/2016, è pervenuto il documento denominato "Relazione tecnica descrittiva indagini integrative, Modello concettuale sito specifico ed Analisi di Rischio ai sensi del D.lgs 152/06". L'analisi di rischio, comprensiva della descrizione delle indagini integrative eseguite al fine di acquisire i dati sito specifici necessari per l'elaborazione dell'AdR stessa, del modello concettuale definitivo utilizzato per definire le matrici di potenziale contaminazione e i relativi percorsi attivi e la valutazione relativa alla contaminazione rilevata nella matrice acque di falda, sono all'esame della presente Conferenza di Servizi.

## 2. SINTESI DEL DOCUMENTO ANALISI DI RISCHIO

### PROGETTO PREVISTO PER IL SITO

Il Comune di Padova prevede di destinare l'area, attualmente classificata in parte a "Zona direzionale" e in parte a "Centri d'interesse scientifico", a verde pubblico con la realizzazione di un parco e di recuperare e ristrutturare gli edifici presenti in quanto soggetti a vincolo.

Pertanto vista la futura destinazione del sito, il presente documento è stato redatto considerando i limiti normativi previsti dalla **Colonna A**, Allegato 5 al titolo V della Parte IV del D.Lgs 152/06 "suoli ad uso verde pubblico, privato e residenziale".

## DESCRIZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE IN SITO

### Sintesi indagini pregresse

Nell'Aprile 2013 sono stati completati i lavori di rimozione delle n°6 cisterne interrate secondo quanto previsto nel Piano di Intervento datato 04/04/2013 (pervenuto ad ARPAV in data 08/04/2013 prot. n.38199) e sono stati eseguiti i campionamenti delle pareti e del fondo dello scavo.

Nel sito sono stati eseguiti nel Febbraio 2014, n°7 sondaggi a carotaggio continuo denominati S1+S7 e n°5 sondaggi denominati Pz1+Pz5 successivamente attrezzati a piezometro.

Nel sito inoltre sono state eseguite precedenti campagne di indagine durante le quali sono stati installati i piezometri Pz2S (Marzo 2011) e PzA1.

Nella tabella seguente si riporta una sintesi delle indagini di caratterizzazione eseguite.

Sondaggio	Data di esecuzione	Profondità da p.c. (m)	Tratto finestrato piezometro (m da p.c.)
S1	05/02/2014	7,5	-
S2	07/02/2014	6,0	-
S3	06/02/2014	7,5	-
S4	05/02/2014	7,5	-
S5	06/02/2014	6,0	-
S6	06/02/2014	6,0	-
S7	05/02/2014	7,5	-
PZ1	11/02/2014	9,0	3,0 – 9,0
PZ2	07/02/2014		
PZ3	05/02/2014-06/02/2014		
PZ4	07/02/2014		
PZ5	11/02/2014		
PZ2S	10/03/2011	12	3,0 – 12,0

### Indagini integrative eseguite ai fini dell'elaborazione dell'AdR

Nel Marzo 2016 sono state eseguite le indagini integrative riportate nella tabella seguente al fine di acquisire i dati sito specifici necessari per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio.

### Indagini eseguite in situ

Operazione effettuata	Scopo
Esecuzione di n°3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di -3,00 metri da p.c. (S8+S10)	Ricostruzione litostratigrafica e prelievo di campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio
Esecuzione di n°2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinti fino a -9,00 metri da p.c. (Pz6 e Pz7) successivamente attrezzati a piezometro	Ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica e prelievo dei campioni di terreni ed acque di falda
Prelievo di n°12 campioni di terreno dai sondaggi effettuati	Valutazione dei parametri sito specifici utili per l'elaborazione dell'AdR (granulometrie, foc, KD, speciazioni)
Rilievo dei livelli piezometrici in corrispondenza dei piezometri presenti nell'area	Elaborazione della carta piezometrica



Prelievo di campioni di acque sotterranee da tutti i piezometri presenti in sito (n°7 già esistenti e n°2 di nuova installazione)	Analisi chimica per la valutazione della qualità delle acque sotterranee.
Rilievo piano-altimetrico dei punti d'indagine	-

### **Esecuzione sondaggi e prelievo campioni**

Per la realizzazione dei sondaggi è stata utilizzata la sonda Fraste Multidrill XL; le pareti del foro sono state sostenute da tubazioni di rivestimento provvisorie in materiale non alterabile chimicamente e non verniciate. Particolare attenzione e cura è stata posta nelle operazioni di decontaminazione delle attrezzature utilizzate per il prelievo dei suoli. I campioni di terreno (o carote), prelevati nel corso dei sondaggi, sono stati inseriti in apposite cassette catalogatrici: in situ, sulle carote estruse, è stata eseguita come caratterizzazione una classificazione granulometrica speditiva dei litotipi, da parte di un geologo presente a tempo pieno in cantiere. La descrizione litostratigrafica dei terreni attraversati è riportata nelle schede stratigrafiche di Allegato 1 contenente anche la relativa documentazione fotografica.

### **Modalità di campionamento dei terreni da sondaggio**

Durante le operazioni di perforazione, direttamente dal corpo delle carote, sono stati prelevati a profondità prestabilite dei campioni rimaneggiati di terreno, conservati in opportuni contenitori a tenuta ermetica ed adeguatamente etichettati. Le operazioni di formazione dei campioni sono state attuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione e con modalità adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale. I campioni medi di terreno, sono stati formati dalla miscelazione di più aliquote prelevate in modo da rappresentare il più fedelmente possibile le singole unità stratigrafiche.

### **Formazione del campione per l'analisi dei componenti non volatili:**

- rimozione della frazione granulometrica maggiore di 2 cm;
- identificazione e scarto dei materiali estranei che avrebbero potuto alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli nel rapporto di campionamento;
- prelievo delle varie aliquote di terreno;
- omogeneizzazione dei campioni, su telo di nylon monouso, per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti;
- suddivisione dei campioni in più parti omogenee, adottando metodi di quartatura riportati nella normativa (IRSA-CNR, Quaderno 64 del gennaio 1985);
- i contenitori sono stati riempiti completamente, sigillati, etichettati (riportando l'indicazione del punto di prelievo, l'intervallo di profondità e la data di esecuzione del sondaggio) e inoltrati subito al laboratorio di analisi, insieme con le note di prelevamento;
- conservazione in appositi contenitori in vetro a chiusura ermetica.

Dopo la formazione del campione lo stesso è stato immediatamente posto al buio in un frigorifero da campo mantenuto a 4° C e inviato, entro 24 h, al laboratorio per l'esecuzione delle analisi.

### **Formazione del campione per l'analisi dei componenti volatili:**

Per l'estrazione del campione da sottoporre ad analisi dei composti volatili è stato utilizzato un minicarotatore monouso impiegato ortogonalmente alla carota con successivo scarico della minicarota così subcampionata in vials (fiale di vetro) con tappo a ghiera e guarnizione in silicone teflonata a chiusura ermetica. Tali vials sono state consegnate al laboratorio per lo svolgimento delle analisi senza manipolazioni ulteriori del campione. Dai sondaggi sono stati prelevati campioni medi composti di terreno.

### **Modalità di installazione dei piezometri**

Nel corso della campagna di indagine sono stati installati n°2 piezometri (**Pz6 e Pz7**), (Tav. 3), profondi 9 metri, con tratto fenestrato tra 3 e 9 m da p.c., realizzati in HDPE di diametro 4", per il prelievo di campioni di acque di falda da sottoporre ad analisi chimica. E' stata eseguita la chiusura del fondo del tubo piezometrico mediante fondello cieco impermeabile, sulla parte fessurata non è stata applicata la fascia di tessuto non tessuto che avrebbe potuto trattenere sostanze oleose, è stata realizzata una testa-pozzo di protezione fornita di coperchio, la testa del pozzo non è stata lubrificata. Una volta finita l'installazione di ogni singolo piezometro si è proceduto allo spurgo dello stesso, mediante pompa, fino all'ottenimento di acqua priva di solidi in sospensione;

### **Modalità di campionamento delle acque di falda**

In data 16/03/2016 è stato effettuato il campionamento delle acque di falda dai n°9 piezometri presenti nell'area (n°7 già esistenti e n°2 di nuova installazione).

### **Operazioni preliminari al campionamento**

Preliminarmente al campionamento è stato eseguito lo spurgo di 4-6 volumi di acqua presente nel piezometro a bassa portata di emungimento, che non costituisce matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee, fino alla venuta d'acqua chiarificata.

L'acqua aspirata è stata momentaneamente stoccata all'interno del cantiere.

#### Prelievo dei campioni

Il campionamento dinamico è stato eseguito a bassa portata di emungimento (campionamento Low Flow) al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee e a stabilizzazione dei parametri chimico-fisici, quali temperatura, pH, conducibilità elettrica e valori di torbidità inferiori a 50 NTU, misurati in continuo durante lo spurgo.

Il campionamento e le operazioni di spurgo sono state eseguite mediante pompa sommersa a due stadi.

Le acque di falda prelevate sono state omogeneizzate prima della formazione dei campioni e al termine di ogni prelievo si è proceduto all'etichettatura di ciascun campione, raccolto nell'idoneo contenitore (secondo i metodi IRSA-CNR, Volume 64/85) riportando l'indicazione del punto di monitoraggio e la data di prelievo.

Tutti i contenitori, immediatamente chiusi e asciugati esternamente, sono stati posti al buio in un frigorifero da campo a 4 °C, all'interno del quale sono stati conservati anche durante il trasporto al laboratorio.

#### **Rilievo topografico dei punti di indagine**

Nell'ambito delle indagini effettuate sull'area è stato eseguito un rilievo piano altimetrico anche dei piezometri già esistenti, eseguito mediante strumentazione GNSS mod, Leica GX 1230+.

#### **Caratteristiche litostratigrafiche sito specifiche**

I sondaggi eseguiti sul sito hanno permesso la ricostruzione litostratigrafica dell'area oggetto d'indagine, fino alla profondità di -9,00 metri da piano campagna e l'individuazione dei seguenti livelli principali di terreno omogenei, come descritto in seguito:

1. **Materiale di riporto:** presente fino alla profondità di circa 3 metri da p.c. (spessore minimo di 0,9 m da p.c. in Pz6, spessore massimo di 4,2 m da p.c. in S2 e PZ2). Nella parte superficiale sono presenti materiali grossolani con laterizi ghiaia e sabbia ai quali segue uno strato di limo argilloso con inclusi ghiaiosi;
2. **Limo argilloso e/o Argilla limosa:** presente fino alla profondità compresa tra 2,5 (in S9) e 5,5 (in Pz7);
3. **Sabbia e Sabbia debolmente limosa** fino alla massima profondità indagata di -9 m da p.c.

I primi due livelli costituiscono quello che è il terreno insaturo simulato nella presente Analisi di Rischio, mentre il terzo livello sabbioso costituisce l'acquifero presente mediamente attorno a -3 metri da p.c., pertanto i superamenti rilevati al di sotto di tale profondità non sono stati considerati in quanto appartenenti al terreno saturo.

#### **Superficie piezometrica**

Per la ricostruzione della superficie piezometrica dell'area in esame, il giorno 16/03/2016 si è provveduto ad eseguire la misura del livello statico della falda direttamente all'interno dei n.9 piezometri installati nel corso delle diverse campagne di indagine.

Dall'interpolazione dei dati ottenuti (Tav. 3) è emerso quanto segue:

- la quota della superficie freatica rispetto al livello medio del mare è compresa tra 9,12 m (Pz2S) e 9,236 m (Pz1);
- il valore della quota della superficie freatica rispetto al piano campagna (soggiacenza) è compreso tra 2,986 m (Pz7) e 3,583 m (Pz2);
- il gradiente idraulico medio calcolato è 0,03%;
- la direzione principale di deflusso della falda è in linea generale NW-SE, immergente a SE in coerenza con la direzione di falda regionale.

#### **Risultati analisi chimiche terreni**

A seguito delle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno prelevati nel corso delle diverse campagne di indagine sono emersi **SUPERAMENTI** delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), fissate dalla Tabella 1 Colonna A del D.Lgs 152/06, come riportato nella Tab. 3.12 alle pagg. 20-21-22-23 del documento e nel report all. 2.

Il parametro Stagno non è stato inserito tra i superamenti in quanto nella normativa vigente non è più presente un limite normativo di riferimento.

Come evidenziato in tabella, i superamenti di colonna B (relativi ai soli Idrocarburi) sono, in linea generale, concentrati nell'area del vecchio parco serbatoi, mentre al di fuori di tale intorno si rilevano superamenti della sola colonna A e sono relativi oltre agli Idrocarburi, ad alcuni metalli pesanti (Arsenico, Rame, Piombo e Zinco), Benzene, Etilbenzene, Xilene ed alcuni IPA.

#### **Risultati matrice acque di falda**

A seguito delle analisi chimiche effettuate sui campioni di acque di falda prelevati nel corso delle diverse campagne di indagine sono emersi **SUPERAMENTI** delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC),

fissate dalla Tabella 2 (v. report all. 4) per i parametri: Arsenico, Ferro, Nichel e Manganese e per gli IPA: Benzo(a)pirene e Benzo(g,h,i)perilene.

### Indagini sito specifiche per l'elaborazione dell'Analisi di Rischio

#### Premessa

Ai fini dell'effettuazione dell'analisi di rischio si riportano di seguito le indagini ambientali e le indagini chimiche sugli idrocarburi svolte nel sito al fine dell'elaborazione dell'analisi di rischio sito specifica di livello 2 ai sensi della norma ASTM PS104/98 e di quanto proposto dal Manuale "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" elaborato dal Gruppo di lavoro APAT-ARPA/APPA-ICRAM-ISPEL-ISS (rev. 2 del marzo 2008).

#### Analisi granulometriche eseguite

Nel corso delle indagini eseguite nell'area e descritte nello studio degli scenari idraulici e geotecnici relativi alla realizzazione del complesso del nuovo auditorium di Padova, redatto dall'Università di Padova, sono state effettuate prove di classificazione su campioni prelevati circa ogni metro, ad esclusione del primo metro di riporto.

Nel corso delle indagini integrative eseguite nel Marzo 2016 al fine di valutare alcuni parametri sito-specifici da utilizzare nell'analisi di rischio di livello 2 sono stati prelevati n°3 campioni di terreno superficiale da sottoporre ad **analisi granulometriche**. L'analisi granulometrica è stata eseguita per setacciatura e sedimentazione.

Da tali prove sono state tracciate le curve granulometriche cumulative (vedi all. 3), rappresentanti il sedimento analizzato.

#### Speciazione idrocarburica

Nel corso dell'indagini integrative sono state eseguite analisi di speciazione al fine di ottenere le % delle varie frazioni degli idrocarburi leggeri e pesanti sui campioni S9-C1 (0,0 – 1,0 m da p.c.) ed S9-C2 (1,0 – 2,0 m da p.c.) riportate nella tabella seguente.

#### Speciazione degli Idrocarburi leggeri e pesanti – indagini integrative (mg/Kg s.s.)

Frazione idrocarburica	S9-C1 (0,00-1,00 m da p.c.)	S9-C2 (1,00-2,00 m da p.c.)
Alifatici C5-C6	1,00	9,0
Alifatici C7- C8	1,55	1,42
Alifatici C9-C10	5,7	30
Alifatici C11-C12	18,8	50
Alifatici C13-C16	117	120
Alifatici C17-C18	181	210
Alifatici C19-C21	264	324
Alifatici C22-C35	545	687
Aromatici C5-C6	<1	<1
Aromatici C7-C8	<1	<1
Aromatici C9-C10	<1	1,59
Aromatici C11-C12	1,00	2,63
Aromatici C13-C16	6,1	6,3
Aromatici C17-C18	9,6	11,1
Aromatici C19-C21	13,9	17,0
Aromatici C22-C35	28,7	36,1

#### Coefficiente di ripartizione suolo/acqua (Kd)

È stata effettuata un'analisi chimica mirata alla ricerca del coefficiente di ripartizione suolo/acqua (Kd) per quanto riguarda i metalli che hanno evidenziato superamenti delle CSC Tab. 1 del D.Lgs 152/06 (colonna A), quindi Pb, Cu e Zn. Per gli inquinanti inorganici, il coefficiente di partizione suolo/acqua varia in funzione delle caratteristiche chimico fisiche dei terreni ospiti, delle condizioni di ossido riduzione, della chimica dei maggiori ioni e della chimica dell'inquinante, in particolare Kd risulta influenzato dai valori di pH.

#### Prove di conducibilità idraulica

Come riportato nel citato studio redatto dall'Università di Padova sono state eseguite in sito delle prove di conducibilità idraulica negli strati sabbiosi.

### ANALISI DI RISCHIO

L'Analisi di rischio presentata nel documento è un'analisi di rischio di livello 2 sviluppata mediante l'utilizzo del software RISK NET versione 2.0.

## MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO

In particolare nel sito sono presenti le seguenti sorgenti di potenziale contaminazione:

### 1. SUOLO SUPERFICIALE per il quale potrebbero esserci rischi:

- per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di lisciviazione lungo la verticale della potenziale contaminazione verso la falda sottostante – v. cap. 6;
- per il RECETTORE UOMO a seguito di:
  - contatti diretti (ingestione e contatto dermico) ed inalazione di polveri *outdoor* (recettore ricreativo) – v. cap. 6;
  - inalazione di vapori *outdoor* (recettore ricreativo) ed *indoor* (recettore commerciale). Tale percorso verrà valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas (vedi cap. 8).

### 2. SORGENTE SUOLO PROFONDO per il quale potrebbero esserci rischi:

- per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di lisciviazione lungo la verticale della potenziale contaminazione verso la falda sottostante – v. cap. 7;
- per il RECETTORE UOMO a seguito di inalazione di vapori *outdoor* (recettore ricreativo) ed *indoor* (recettore commerciale). Tale percorso verrà valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas (vedi cap. 8).

### 3. SORGENTE FALDA per il quale potrebbero esserci rischi:

- per il RECETTORE FALDA a seguito di fenomeni di trasporto al POC. Per tale percorso non è tecnicamente possibile eseguire la valutazione del rischio in quanto sono emersi superamenti delle CSC (tab. 2 del D.Lgs 152/06) al confine del sito. Tali superamenti non sono connessi alla sorgente di potenziale contaminazione (area serbatoi). Si procederà pertanto all'esecuzione di monitoraggi periodici che permettano di verificare e controllare l'andamento dei contaminanti nella matrice acque di falda ed eventualmente di aggiornare il presente modello concettuale – v. cap. 9;
- per il RECETTORE UOMO a seguito di inalazione di vapori *outdoor* (recettore ricreativo) ed *indoor* (recettore commerciale). Tale percorso verrà valutato a partire dai dati emersi dalle misure dirette di soil gas (vedi cap. 8).

## ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA MATRICE SUOLO SUPERFICIALE

### Premessa

Sulla base del Modello Concettuale del Sito elaborato è stata sviluppata l'analisi di rischio per la sorgente terreni nel suolo superficiale (terreni tra 0 e -1 m dal p.c.). In particolare, si evidenzia che la presente analisi di rischio:

- è stata condotta con il programma *risk-net vers. 2.0* tenendo conto delle indicazioni riportate nel manuale sopra per l'applicazione della procedura di analisi di rischio sanitario. Inoltre, i valori dei parametri chimico-fisici e tossicologici delle sostanze in oggetto sono stati estratti dalla *Banca dati ISS/ISPESL "Proprietà chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti"* (aggiornamento marzo 2015 – v. Doc. 5).
- E' stata condotta conformemente al PRINCIPIO DI CAUTELA O CONSERVATIVITÀ, nello svolgimento dell'analisi di rischio, infatti, sono stati utilizzati dei dati di input cautelativi (ad es. parametri generici o sito-specifici, parametri di esposizione, dati di tossicità) in modo tale da porsi in uno scenario di riferimento tra i più gravosi possibili ed avere, pertanto, come risultato finale un valore del rischio di tipo conservativo.
- Non considera il percorso di volatilizzazione *outdoor* ed *indoor* in quanto verranno valutati a partire dalle misure dirette di soil gas eseguite nel sito – esposte nel cap. 8 del documento.
- nella presente simulazione il calcolo del rischio è stato effettuato senza limitare le CRS alla Csat, così come definito nelle linee guida MATTM dell'ottobre 2014.

### Principali parametri di input utilizzati

#### Premessa

Per quanto riguarda la geometria della sorgente di potenziale contaminazione nei terreni è stato escluso solamente il piezometro Pz5 (attraverso la costruzione del relativo poligono di Thiessen) in quanto l'unico punto con campione superficiale (0 – 1 m da p.c.) senza superamenti delle CSC.

### Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione: definizione delle CRS

Sono state eseguite indagini tese a ricercare la presenza di contaminanti nel **suolo e sottosuolo** con concentrazione superiori alle CSC riportate nella tab. 1 col. A dell'Allegato 5 del Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs 152/06. I superamenti rilevati nella matrice terreni del suolo superficiale evidenziano principalmente nella parete nord, tra 0 e 2 m di profondità superamenti della colonna A, di:

- idrocarburi leggeri (1.180 mg/kg);
- idrocarburi pesanti (11.600 mg/kg)
- Piombo (370 mg/kg) e Zn (820 mg/kg);
- Benzo(g,h,i)perilene (leggero superamento);

- leggeri superamenti di Rame (S3), Benzene, Etilbenzene, Benzo(a)antracene (S2), Benzo(a)pirene (Pz3), Benzo(g,h,i)perilene, Dibenzo(a,e)pirene (Pz3), Dibenzo(a,i)pirene (S2), Idenopirene (Pz3)

È stata eseguita la speciazione idrocarburica sul campione S9-C1 al fine di definire le famiglie idrocarburiche presenti e permettere la ripercettazione dei valori massimi di idrocarburi sopra riportati. Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali inserite come input nella simulazione eseguita.

#### Calcolo delle concentrazioni di input per le frazioni idrocarburiche alifatiche e aromatiche- Suolo profondo

Classi ISS/INAIL (MADEP)	Valori (mg/kg s.s.)
Alifatici C5-C8	107
Alifatici C9- C18	3.997
Alifatici C19-C36	8.053
Aromatici C11-C22	337

La speciazione ha evidenziato l'assenza di idrocarburi della classe Aromatici C9-C10.

#### Caratterizzazione del recettore uomo: Recettori e Parametri di Esposizione

I principali parametri di input utilizzati per la caratterizzazione dell'esposizione umana sono stati estratti dai valori indicati dal Manuale ISPRA: in particolare, vista la destinazione futura a verde pubblico, è stato considerato il recettore uomo ricreativo (adulto e bambino) per l'ambiente *outdoor*.

#### Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione

##### ZONA INSATURA

Sono riportati i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno insaturo, che sono stati inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR (tab. 6.2.4).

##### ZONA SATURA

Sono riportati i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno saturo e alla falda, che sono stati inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR (tab.6.2.5).

##### AMBIENTE OUTDOOR

Sono riportati i principali parametri relativi all'ambiente *outdoor*, in particolare relativi al percorso di inalazione di polveri, calcolando pari a 160 m la lunghezza massima della sorgente nella direzione prevalente del vento.

#### Modelli di trasporto e destino degli inquinanti

##### Premessa

I percorsi individuati a partire dalla sorgente di contaminazione **suolo superficiale** sono i seguenti:

1. lisciviazione nel terreno insaturo - recettore falda al POC on site;
2. volatilizzazione di polveri dal suolo e dispersione nell'ambiente *outdoor* – recettore uomo *outdoor*.

Diversamente, la modalità di esposizione, ingestione e contatto dermico non necessita dell'applicazione di modelli di trasporto e destino degli inquinanti in quanto si configura come una esposizione diretta: sarà sufficiente, pertanto, oltre ai parametri di esposizione del recettore uomo, inserire la concentrazione del suolo superficiale. Occorre sottolineare, infine, che la sorgente inquinante è sempre ipotizzata costante nel tempo: il programma, pertanto, propone un'assunzione di tipo conservativo in accordo col principio di cautela.

#### Calcolo del rischio e delle CSR per la sorgente suolo superficiale

Sulla base dei dati di input, del modello di trasporto e destino degli inquinanti utilizzato, delle elaborazioni eseguite dal programma *RISK-NET*, **si riporta il calcolo del rischio relativo alla sorgente suolo superficiale per i recettori:**

1. **uomo outdoor** (a seguito dell'inalazione di polveri e contatti diretti);
2. **falda** (a seguito di lisciviazione lungo la verticale).

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di *output* del programma *RISK-NET* per il recettore uomo e per il recettore falda.

#### Calcolo del rischio da suolo superficiale

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	Recettore uomo inalazione di polveri outdoor		Recettore falda
		R	HI	RGW



Piombo	370		1,39E+00	2,37E+00
Rame	123		4,04E-02	7,93E-01
Zinco	820		3,59E-02	6,85E-02
Benzene	0,12	1,36E-08	4,91E-04	1,26E+02
Etilbenzene	1,71	3,87E-08	2,80E-04	1,37E+01
Benzo(a)antracene	0,78	1,26E-06		8,75E+00
Benzo(a)pirene	0,243	9,22E-06		8,22E+00
Benzo(g,h,i)perilene	0,26		1,51E-04	3,2E+00
Dibenzo(a,e)pirene	0,154		8,95E-05	NA
Dibenzo(a,i)pirene	0,14	2,26E-07		NA
Idenopirene	0,269	4,34E-07		2,74E-01
Alifatici C5-C8	107		4,38E-02	1,03E+01
Alifatici C9-C18	3.997		6,54E-01	3,31E+00
Alifatici C19-C136	8.053		6,59E-02	1,15E-02
Aromatici C11-C22	337		1,84E-01	3,80E+01
<b>TOTALE</b>		<b>1,12E-05</b>	<b>2,41E+00</b>	<b>5,16E+01</b>
<b>VALORE OBIETTIVO</b>		<b>Sing ≤ 1E-06 Cum ≤ 1E-05</b>	<b>≤ 1</b>	<b>≤ 1</b>

NELLA TABELLA PRECEDENTE SI EVIDENZIA IL RISCHIO NON ACCETTABILE CHE IN LINEA GENERALE È SIA PER IL RECETTORE UOMO *OUTDOOR* CHE PER IL RECETTORE FALDA A SEGUITO DEL PERCORSO DI LISCIVIAZIONE.

Sulla base dei risultati sopra esposti, si riportano le *Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR)* calcolate automaticamente dal programma in modo da impostare l'accettabilità del rischio sia per il recettore falda che recettore uomo. In particolare sono stati inseriti dei fattori di correzione in modo da ottenere un rischio tossicologico totale inferiore ad 1.

#### Concentrazioni soglia di rischio suolo superficiale

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	CSC tab.1 Colonna A	CSR calcolate dal programma (mg/kg)	Note	CSR da adottare (mg/Kg)
Piombo	370	100	135	-	135
Rame	123	120	155	-	155
Zinco	820	150	1.197	-	1.197
Benzene	0,12	0,1	0,001*	<CSC	0,1*
Etilbenzene	1,71	0,5	0,12*		0,5*
Benzo(a)antracene	0,78	0,5	0,09*		0,5*
Benzo(a)pirene	0,243	0,1	0,03*		0,1*
Benzo(g,h,i)perilene	0,26	0,1	0,008*		0,1*
Dibenzo(a,e)pirene	0,154	0,1	17,2		-
Dibenzo(a,i)pirene	0,14	0,1	0,62	-	0,62
Idenopirene	0,269	0,1	0,62	-	0,62
Idrocarburi leggeri C<12	1.180	10	54	-	54
Idrocarburi pesanti C>12	11.600	50	260	-	260

\* le CSR sono risultate inferiori alle CSC pertanto si sono considerate queste ultime come obiettivo di bonifica (come indicato dalle linee guida MATT al punto m1)

In funzione di quanto soprariportato sono emersi superamenti delle CSR per il suolo superficiale nei punti di campionamento: parete nord, parete sud, S1+S4, S7, S9, Pz1 e Pz3; ciò implica la necessità di eseguire interventi di bonifica, in particolare tali interventi potranno consistere nell'interruzione dei percorsi mediante posa in opera di un telo impermeabile e/o nella stesa di terreno certificato e dovranno essere contenuti all'interno di un progetto di bonifica coordinato con il progetto di riqualificazione urbanistico il quale dovrà essere sottoposto ad approvazione da parte degli enti preposti.

#### ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA MATRICE SUOLO PROFONDO

**Premessa**

E' stata sviluppata l'analisi di rischio per la sorgente terreni nel suolo profondo (terreni oltre -1 m dal p.c.), applicando gli stessi criteri precisati nella premessa dell'Adr matrice suolo superficiale.

**Principali parametri di input utilizzati****Premessa**

Si rileva che la geometria della sorgente di potenziale contaminazione nei terreni del suolo profondo comprende tutto il sito.

**Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione: definizione delle CRS**

Sono state eseguite indagini tese a ricercare la presenza di contaminanti nel **suolo e sottosuolo** con concentrazione superiori alle CSC riportate nella tab. 1 col. A dell'Allegato 5 del Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs 152/06. I superamenti rilevati nella matrice terreni del suolo profondo insaturo, considerando i superamenti rilevati solo fino alla profondità di -3 metri da p.c., (tab. 7.2.1) evidenziano principalmente nella parete nord, tra 0 e 2 m di profondità superamenti della colonna A di,

- idrocarburi leggeri (1.180 mg/kg);

- Piombo (370 mg/kg);

in S7 tra 2 e 3 m di idrocarburi pesanti (11.600 mg/kg);

in PZ2 tra 1 e 2 di Zn (1250 mg/kg);

nonché a profondità comprese tra 0 e 2 m leggeri superamenti di Benzene, Etilbenzene (parete nord tra 0 e 2 m), Benzo(a)antracene (Pz2 tra 1 e 2 m), xilene (fondo scavo a 2 m), Benzo(a)pirene (S5 tra 1 e 2), Benzo(g,h,i)perilene (parete nord tra 0 e 2), Dibenzo(a,i)pirene(S1 tra 1 e 2), Idenopirene (Pz2 tra 1 e 2).

È stata eseguita la speciazione idrocarburica sul campione S9-C2 al fine di definire le famiglie idrocarburiche presenti e permettere la ripercettazione dei valori massimi di idrocarburi sopra riportati. Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali inserite come input nella simulazione eseguita.

**Calcolo delle concentrazioni di input per le frazioni idrocarburiche alifatiche e aromatiche- Suolo profondo**

Classi ISS/INAIL (MADEP)	Valori (mg/kg s.s.)
Alifatici C5-C8	130
Alifatici C9- C18	4.575
Alifatici C19-C36	10.959
Aromatici C9-C10	19,8
Aromatici C11-C22	406

**Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione****ZONA INSATURA**

Sono riportati i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno insaturo, che sono stati inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR (Tab. 7.2.3).

**ZONA SATURA**

I principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno saturo e alla falda, inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR, sono gli stessi che per la zona saturo della matrice suolo-superficiale, fatta eccezione per il parametro estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda, che è pari a 190 m, poiché è stato considerato l'intero sito come sorgente di potenziale contaminazione (lunghezza massima-assunzione cautelativa).

**Modelli di trasporto e destino degli inquinanti****Premessa**

Il percorso individuato a partire dalla sorgente di contaminazione **suolo profondo** è il seguente: lisciviazione nel terreno insaturo - recettore falda al POC on site.

**Calcolo del rischio e delle CSR per la sorgente suolo profondo**

Sulla base:

1. dei dati di input.;
2. del modello di trasporto e destino degli inquinanti utilizzato.;
3. delle elaborazioni eseguite dal programma *RISK-NET*,

si riporta il calcolo del rischio relativo alla sorgente suolo profondo per il recettore falda (a seguito di lisciviazione lungo la verticale).

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di *output* del programma RISK-NET per il recettore falda.

### Calcolo del rischio da suolo profondo

#### RECETTORE FALDA

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	RGW
Piombo	370	5,83E-01
Zinco	1250	7,69E-02
Benzene	0,12	3,41E+01
Etilbenzene	1,71	3,53E+00
p-Xilene	1,32	1,60E+01
Benzo(a)antracene	0,89	2,45E+00
Benzo(a)pirene	0,272	2,26E+00
Benzo(g,h,i)perilene	0,26	8,03E-01
Dibenzo(a,e)pirene	0,131	NA
Idenopirene	0,34	8,51E-02
Alifatici C5-C8	130	6,20+00
Alifatici C9-C18	4.575	9,37E-01
Alifatici C19-C136	10.959	3,84E-03
Aromatici C9-C10	19,8	1,53E+00
Aromatici C11-C22	406	1,13E+01
<b>TOTALE</b>		<b>1,99E+01</b>
<b>VALORE OBIETTIVO</b>		<b>≤1</b>

IL RISCHIO PER IL RECETTORE FALDA A SEGUITO DEL PERCORSO DI LISCIVIAZIONE RISULTA NON ACCETTABILE.

Sulla base dei risultati sopra esposti, si riportano le *Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR)* calcolate automaticamente dal programma in modo da impostare l'accettabilità del rischio sia per il recettore falda che recettore uomo. In particolare sono stati inseriti dei fattori di correzione in modo da ottenere un rischio tossicologico totale inferiore ad 1:

### Concentrazioni soglia di rischio suolo profondo

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	CSC tab.1 Colonna A	CSR calcolate dal programma (mg/kg)	Note	CSR da adottare (mg/Kg)
Piombo	370	100	635	-	635
Zinco	1250	150	16.263	-	16.263
Benzene	0,12	0,1	0,004*	<CSC	0,1
Etilbenzene	1,71	0,5	0,48 *		0,5
p-Xilene	1,32	0,5	0,08*		0,5
Benzo(a)antracene	0,89	0,5	0,36*		0,5
Benzo(a)pirene	0,272	0,1	0,12	-	0,12
Benzo(g,h,i)perilene	0,26	0,1	0,32	-	0,32
Dibenzo(a,e)pirene	0,131	0,1	Non è possibile definire un CSR in quanto non normato nelle acque di falda		
Idenopirene	0,34	0,1	4,0	-	4,0
Idrocarburi leggeri C<12	1.180	10	170	-	170
Idrocarburi pesanti	15.300	50	550	-	550

C>12				
* le CSR sono risultate inferiori alle CSC pertanto si sono considerate queste ultime come obiettivo di bonifica (come indicato dalle linee guida MATT al punto m1)				

In funzione di quanto soprariportato sono emersi superamenti delle CSR per il suolo profondo nei punti di campionamento: parete nord, parete sud, S1+S7, S9, Pz2 e Pz3, ciò implica la necessità di eseguire interventi di bonifica, in particolare tali interventi potranno consistere nell'interruzione dei percorsi mediante posa in opera di un telo impermeabile e/o nella stesa di terreno certificato e dovranno essere contenuti all'interno di un progetto di bonifica coordinato con il progetto di riqualificazione urbanistico il quale dovrà essere sottoposto ad approvazione da parte degli enti preposti.

### ANALISI DI RISCHIO PERCORSO VOLATILIZZAZIONE DA MATRICE SOIL GAS

Nell'area in esame sono state infisse all'interno di fori di sondaggio n.4 sonde di monitoraggio per soil gas (siglate SG1+SG4, v. Tav. 6) nella porzione insatura del suolo, al fine di rilevare la presenza di sostanze organiche volatili (VOC), in particolare l'ubicazione dei soil gas è stata effettuata in funzione delle aree con maggiore contaminazione nella matrice terreni e acque di falda ed è stata precedentemente concordata con Comune ed Arpav. Il percorso di volatilizzazione è stato quindi valutato in funzione dei dati emersi durante il campionamento della matrice soil gas, in particolare si è proceduto ad eseguire la verifica del rischio sia *outdoor* che *indoor*.

Si sono considerati come CRS i valori indicati nel documento "Analisi di rischio stato attuale per la matrice soil gas" valutato dagli Enti nell'incontro tecnico del 28/01/2016 (documento con prot. 346934 del 29/12/2015).

### Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione (CRS)

Le analisi chimiche eseguite sui campioni prelevati dalla matrice soil gas hanno evidenziato valori particolarmente elevati di BTEX e Idrocarburi. Per eseguire la presente Analisi di Rischio sono stati inseriti i massimi valori rilevati nel corso delle due campagne di Agosto e Novembre 2015.

### Riepilogo valore di input utilizzato per le elaborazioni

Parametri	Valore (mg/mc)
Benzene	0,918
Etilbenzene	0,760
Stirene	0,063
Toluene	10
o-Xilene	0,880
p-Xilene	2,07
Naftalene	0,193
Alifatici C>6-C8	2,400
Alifatici C>8-10	3,200
Alifatici C10-12	800

È stata inserita la profondità minima di installazione della sonda pari a 1,2 m da p.c.

### Caratterizzazione del recettore uomo: Recettori e Parametri di Esposizione

I principali parametri utilizzati per la **CARATTERIZZAZIONE DELL'ESPOSIZIONE UMANA** sono stati estratti dai valori indicati dal Manuale ISPRA: in particolare è stato considerato:

- il recettore uomo ricreativo (adulto e bambino) per l'ambiente *outdoor*;
- il recettore uomo commerciale (adulto) per l'ambiente *indoor*.

Questo perché il sito verrà destinato ad uso verde pubblico ma in esso sono presenti due edifici storici che non saranno demoliti in quanto protetti da vincoli e verranno ristrutturati per adibirli ad attività commerciali almeno per quanto riguarda il piano terra.

### Caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione

#### ZONA INSATURA

Sono riportati i principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno insaturo, inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR (Tab.8.2).

#### AMBIENTE OUTDOOR

I principali parametri di caratterizzazione del sito, con particolare riferimento al terreno saturo e alla falda, inseriti nel programma *RISK-NET* ed utilizzati dal programma stesso per elaborare l'AdR, sono gli stessi che per la zona satura della matrice suolo-superficiale, fatta eccezione per il parametro estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda, che è pari a 193 m, poiché è stato considerato l'intero sito come sorgente di potenziale contaminazione (lunghezza massima-assunzione cautelativa).

**AMBIENTE INDOOR**

Sono riportati i principali parametri relativi all'ambiente indoor, che sono essenzialmente dati di default (Tab.8.4).

**Calcolo del rischio per la matrice soil gas**

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di output del programma RISK-NET, per:

- il recettore uomo ricreativo a seguito di inalazione outdoor;
- il recettore uomo commerciale a seguito di inalazione indoor.

**Calcolo del rischio per il recettore uomo - matrice soil gas**

Contaminanti	RICREATIVO OUTDOOR		COMMERCIALE INDOOR	
	R (rischio cancerogeno)	HI (rischio tossicologico)	R (rischio cancerogeno)	HI (rischio tossicologico)
Benzene	9,61E-08	1,96E-03	4,42E-08	5,29E-04
Etilbenzene	1,95E-08	3,72E-05	8,98E-09	1,01E-05
Stirene	-	3,20E-06	-	8,65E-07
Toluene	-	1,11E-04	-	3,00E-05
o-Xilene	-	4,34E-04	-	1,17E-04
p-Xilene	-	1,01E-03	-	2,73E-04
Naftalene	5,96E-08	2,79E-03	2,74E-08	7,53E-04
Alifatici C>6-C8	-	1,85E-01	-	4,98E-02
Alifatici C>8-10	-	2,84E-01	-	7,66E-02
Alifatici C10-12	-	6,45E-02	-	1,74E-02
<b>TOTALE</b>	<b>1,75E-07</b>	<b>5,39E-01</b>	<b>8,06E-08</b>	<b>1,46E-01</b>
<b>VALORE OBIETTIVO</b>	<b>Sing ≤ 1E-06 Cum ≤ 1E-05</b>	<b>≤ 1</b>	<b>Sing ≤ 1E-06 Cum ≤ 1E-05</b>	<b>≤ 1</b>
<b>VERIFICA RISCHIO</b>	<b>ACCETTABILE</b>			

Dall'esame della tabella si può notare che, relativamente alla **MATRICE SOIL GAS SIA PER IL PERCORSO OUTDOOR (RECETTORE RICREATIVO) CHE INDOOR (RECETTORE COMMERCIALE) IL RISCHIO (TOSSICOLOGICO E CANCEROGENO) È RISULTATO ACCETTABILE.**

**VALUTAZIONI ANALISI DI RISCHIO POST INTERVENTO-INDICAZIONI PROGETTUALI**

Viste le criticità emerse e visto il progetto di riqualificazione attualmente previsto sul sito, è necessario eseguire interventi di interruzione dei percorsi nelle aree evidenziate con il colore verde di fig. 9.1 per il suolo superficiale e 9.2 per il suolo profondo.

Tali interventi potranno consistere nella posa in opera di un telo impermeabile e/o nella stesa di terreno certificato e dovranno essere contenuti all'interno di un progetto di bonifica coordinato con il progetto di riqualificazione urbanistico che dovrà essere sottoposto ad approvazione da parte degli enti preposti. Il progetto dovrà contenere l'aggiornamento del modello concettuale con particolare riferimento alle acque di falda e l'eventuale aggiornamento dell'analisi di rischio.

Sono quindi valutati i rischi connessi alle aree del suolo superficiale (area rossa fig. 9.1) e del suolo profondo (area rossa in fig. 9.2) nelle quali invece non saranno eseguiti interventi di interruzione del percorso al fine di verificarne l'accettabilità del rischio.

**Valutazioni a seguito dei vincoli imposti al progetto previsto per il sito – suolo superficiale**

Viste le criticità emerse nel sito si indicherà al progettista la necessità di eseguire interventi nelle aree definite dai poligoni di thissen dei sondaggi con superamenti delle CSR (v. all. 6): **S1+S4, S7, S9, Pz1 e Pz3** oltre ai punti degli scavi **PN e PS** (area indicata con il colore verde in fig. 9.1). Per la restante area dei sondaggi **S5, S6, Pz2 e Pz4** (area rossa) si eseguirà di seguito la verifica dell'accettabilità del rischio.

I superamenti delle CSC relativi all'area non interessata dagli interventi, riguardano idrocarburi pesanti ad una profondità tra 0 e 1 m, con valori che variano da un minimo di 77 ad un max di 230 mg/Kg.

È stata eseguita la speciazione idrocarburica sul campione S9-C1 al fine di definire le famiglie idrocarburiche presenti e permettere la ripercettazione del valore massimo di idrocarburi pesanti sopra riportato pari a 230 mg/kg s.s. Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali inserite come input nella simulazione eseguita.



**Calcolo delle concentrazioni di input per le frazioni idrocarburiche alifatiche e aromatiche- suolo superficiale post intervento**

Classi ISS/INAIL (MADEP)	Valori (mg/kg s.s.)
Alifatici C9- C18	58,8
Alifatici C19-C36	159,7
Aromatici C11-C22	5,8

Per i parametri di input valgono le considerazioni fatte per l'analisi di rischio matrice suolo superficiale con l'eccezione dell'estensione della sorgente nella direzione di flusso della falda che è pari a 120 m.

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del rischio relativo alla sorgente suolo superficiale post intervento per i recettori:

1. uomo a seguito dell'inalazione di polveri e contatti diretti;
2. falda (a seguito di lisciviazione lungo la verticale).

Non è stato considerato il percorso di volatilizzazione in quanto la verifica diretta a partire dai dati dei soil gas ha evidenziato l'assenza di rischio sia *outdoor* (recettore ricreativo) che *indoro* (recettore commerciale).

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di *output* del programma RISK-NET sia per il recettore uomo e per il recettore falda.

**Calcolo del rischio da suolo superficiale -post intervento**

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	Recettore uomo HI	Recettore falda RGW
Alifatici C9- C18	58,8	9,62E-03	4,10E-02
Alifatici C19-C36	159,7	1,31E-03	1,92E-04
Aromatici C11-C22	5,8	3,16E-03	5,51E-01
<b>TOTALE</b>		<b>1,41E-02</b>	<b>5,92E-01</b>
<b>VALORE OBIETTIVO</b>		<b>≤1</b>	<b>≤1</b>
<b>VERIFICA</b>		<b>ACCETTABILE</b>	

Dall'esame della tabella si può notare che, relativamente alla **MATRICE SUOLO SUPERFICIALE POST INTERVENTO** (area rossa in figura 9.1) **IL RISCHIO SIA PER IL RECETTORE UOMO (CONTATTI DIRETTI ED INALAZIONE DI POLVERI) CHE PER IL RECETTORE FALDA (A SEGUITO DI LISCIVIAZIONE) È RISULTATO ACCETTABILE.**

Nella tabella seguente si riportano le CSR calcolate dal programma per la sorgente suolo superficiale post intervento (area dei sondaggi S5, S6, Pz2, Pz4 e Pz5). In particolare sono stati inseriti dei fattori di correzione in modo da ottenere un rischio tossicologico totale inferiore ad 1.

**Calcolo delle CSR suolo superficiale -post intervento**

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	CSC tab.1 Colonna A	CSR da adottare (mg/Kg)
Alifatici C9- C18	58,8	-	285
Alifatici C19-C36	159,7	-	1220
Aromatici C11-C22	5,8	-	8,3
Idrocarburi pesanti C>12	230	50	<b>320</b>

Visto quanto sopra riportato per il suolo superficiale non sono necessari interventi di bonifica nell'area dei sondaggi S5, S6, Pz2, Pz4 e Pz5 (vedi area rossa in fig. 9.1).

**Valutazioni a seguito dei vincoli imposti al progetto previsto per il sito – suolo profondo**

Viste le criticità emerse nel sito si indicherà al progettista la necessità di eseguire interventi nelle aree definite dai poligoni di thiesen dei sondaggi con superamenti delle CSR: **S1+S5, S9, Pz2, Pz3** oltre ai punti degli scavi **PN** e **PS** (area verde in fig. 9.2), il sondaggio Pz1 è inserito nell'area di intervento pur non presentando superamenti delle CSR per il suolo profondo in quanto già compreso nell'area di intervento necessaria per il

suolo superficiale. Per la restante area dei sondaggi Pz4, Pz5 e S6 (area rossa in fig. 9.2) si eseguirà di seguito la verifica dell'accettabilità del rischio.

I superamenti delle CSC relativi all'area non interessata dagli interventi riguardano:

- in S6 gli idrocarburi pesanti pari a 990 mg/kg ad una profondità tra 2 e 3 m;
- in Pz4 Pb e Zn (232 mg/Kg) tra 1 e 2 m;
- in Pz5 un leggero superamento di idenopirene tra 1 e 2 m.

È stata eseguita la speciazione idrocarburica sul campione S9-C2 al fine di definire le famiglie idrocarburiche presenti e permettere la ripercettazione del valore massimo di idrocarburi sopra riportato.

Nella tabella seguente vengono riportate le percentuali inserite come input nella simulazione eseguita.

#### Calcolo delle concentrazioni di input per le frazioni idrocarburiche alifatiche e aromatiche- suolo profondo post intervento

Classi ISS/INAIL (MADEP)	Valori (mg/kg s.s.)
Alifatici C9- C18	231
Alifatici C19-C36	709
Aromatici C11-C22	24,1

Per i parametri di input vale quanto riportato per l'analisi di rischio suolo profondo ad esclusione del parametro estensione della sorgente nella direzione della falda pari a 110 m.

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del rischio relativo alla sorgente suolo profondo post intervento per il recettore falda (a seguito di lisciviazione lungo la verticale). Non è stato considerato il percorso di volatilizzazione in quanto la verifica diretta a partire dai dati dei soil gas ha evidenziato l'assenza di rischio sia *outdoor* (recettore ricreativo) che *indoor* (recettore commerciale).

Nella seguente tabella si riporta un estratto dei file di *output* del programma RISK-NET per il recettore falda.

#### Calcolo del rischio da suolo profondo -post intervento

Contaminanti	Valori riscontrati nei terreni (mg/Kg)	Recettore falda RGW
Piombo	232	2,44E-01
Zinco	232	9,52E-03
Idenopirene	0,168	2,81E-02
Alifatici C9- C18	231	3,16E-02
Alifatici C19-C36	709	1,66E-04
Aromatici C11-C22	24,1	4,46E-01
<b>TOTALE</b>		<b>4,78E-01</b>
<b>VALORE OBIETTIVO</b>		<b>≤1</b>
<b>VERIFICA</b>		<b>ACCETTABILE</b>

Dall'esame della tabella si può notare che, relativamente alla **MATRICE SUOLO PROFONDO POST INTERVENTO IL RISCHIO PER IL RECETTORE FALDA (A SEGUITO DI LISCIVIAZIONE) È RISULTATO ACCETTABILE.**

Nella tabella seguente si riportano le CSR calcolate dal programma per la sorgente suolo profondo post intervento (area dei sondaggi S6, Pz4 e Pz5). In particolare sono stati inseriti dei fattori di correzione in modo da ottenere un rischio tossicologico totale inferiore ad 1.

#### Calcolo delle CSR suolo profondo-post intervento

Contaminanti	Valori massimi riscontrati nei terreni (mg/Kg)	CSC tab.1 Colonna A	CSR da adottare (mg/Kg)
Piombo	232	100	<b>951</b>
Zinco	232	150	<b>24.370</b>
Idenopirene	0,168	0,1	<b>6,0</b>
Idrocarburi pesanti C>12	230	50	<b>1.800</b>
Alifatici C9- C18	231	-	1045
Alifatici C19-C36	709	-	42.700

Aromatici C11-C22	24,1	-	45
-------------------	------	---	----

**VISTO QUANTO SOPRARIPORTATO PER IL SUOLO PROFONDO NON SONO NECESSARI INTERVENTI NELL'AREA DEI SONDAGGI S6, PZ4 E PZ5** (vedi area rossa in fig. 9.2).

### Monitoraggio soil gas post intervento

A seguito degli interventi edilizi e di bonifica previsti per permettere l'interruzione dei percorsi nell'area nord ovest nel sito verranno necessariamente smantellati i punti di campionamento soil gas pertanto, durante l'esecuzione degli interventi e contestualmente alle attività di riqualificazione del sito, si eseguirà l'installazione di n°3 nuovi punti di campionamento della matrice soil gas nella porzione di sito in cui rimarrà attivo il percorso di volatilizzazione.

Tali punti permetteranno di completare la caratterizzazione con ulteriori n°2 campagne (primaverile ed invernale) arrivando in questo modo ad acquisire 4 campagne stagionali.

I valori rilevati verranno analizzati e si valuterà la necessità di eseguire l'aggiornamento del rischio per il percorso di volatilizzazione (*outdoor* ed *indoor*).

La reale posizione reale dei nuovi punti di campionamento soil gas verrà valutata anche in funzione di quanto previsto dal progetto di riqualificazione urbanistica (es. nel caso di installazione in aree verdi si valuterà la necessità di eseguire adeguata impermeabilizzazione per impedire il richiamo di area dalla superficie durante il campionamento). Maggiori dettagli saranno contenuti nel successivo Progetto di Bonifica.

### VALUTAZIONI MATRICE ACQUE DI FALDA E PIANO DI MONITORAGGIO

Le analisi chimiche effettuate sui campioni di acque di falda prelevate nel corso delle diverse campagne di indagine hanno evidenziato **SUPERAMENTI** delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), fissate dalla Tabella 2 del D.Lgs 152/06, per i parametri riportati in all. 4, tav. 9.

In linea generale i superamenti rilevati nel Febbraio 2014, hanno visto una riduzione delle concentrazioni nella campagna di Marzo 2016 evidenziando un trend decrescente probabilmente conseguente alla rimozione della sorgente primaria di contaminazione (rimozione dei serbatoi interrati). Inoltre i superamenti di IPA inizialmente relativi a 5 diversi composti sono ad oggi limitati solamente a 2 parametri: Benzo(a)pirene e Benzo(g,h,i)perilene.

Si evidenzia in particolare che sono presenti superamenti delle CSC tab. 2 del D.Lgs 152/06:

- per i parametri **Ferro** e **Manganese** che sono normalmente presenti nelle acque di falda dell'acquifero regionale già a partire dalla fascia di alta pianura per la presenza di elevate concentrazioni nei paleosuoli del quaternario. Tali livelli sono soggetti a lisciviazione da parte delle acque di falda;

- per il parametro **Nichel**, in concentrazioni di poco eccedenti le CSC, in prossimità del confine del sito nel piezometro Pz5, le concentrazioni permangono pressoché costanti nelle due campagne di campionamento eseguite; si può supporre che tale contaminante derivi da sorgenti esterne tanto più che: analisi di ARPAV ne hanno evidenziato la presenza in un piezometro appena fuori dal sito (angolo sud est); nell'area del vecchio parco serbatoi non è presente con concentrazioni superiori ai limiti;

- per il parametro **Arsenico**, con limitate concentrazioni nel piezometro PzA1 si può supporre che tale valore sia sostanzialmente di origine antropica (diffusa) o derivi dal fondo naturale dell'area; mentre nel piezometro Pz3 i valori di Arsenico superano i 100 µg/l. A tale proposito, tra gli altri, viene citato quanto evidenziato nelle *Conclusioni* del documento ARPAV n. 17/2009 intitolato *Monitoraggio sperimentale dello ione arsenico nelle acque sotterranee della media e bassa pianura veneta (Progetto Mo. Sp.As.)* dove si legge:

*"..... dalle informazioni ricavate dallo studio delle analisi chimiche, si può confermare che la presenza dell'arsenico sia da ipotizzare naturale, ascrivibile ai processi di solubilizzazione di idrossidi di ferro contenenti arsenico, attivati dalle forti condizioni riducenti delle falde, favorite dalla presenza di depositi vegetali."*

- per il parametro **Idrocarburi totali** nel solo piezometro Pz3 posizionato nell'area del vecchio parco serbatoi nella campagna di Febbraio 2014, mentre nell'ultimo campionamento eseguito in contraddittorio con ARPAV non sono emersi superamenti di Idrocarburi in nessuno dei piezometri. In particolare in Pz3 è stato rilevato un valore di 100 µg/l dal laboratorio Chemi- Lab S.r.l. e di 167 µg/l da ARPAV;

- per i parametri **IPA** nei piezometri ubicati al confine del sito Pz1, Pz5 e Pz7, la loro posizione fa supporre che sia contaminazione proveniente dall'esterno del sito, tanto più che in area sorgente dove erano ubicati i serbatoi non sono presenti superamenti delle CSC per tali parametri. I valori rilevati dimostrano comunque un **trend in diminuzione** rispetto alla campagna di Febbraio 2014 ad esempio il Benzo(a)pirene, l'unico superamento rimasto nel PZ1, passa da 0,192 µg/l a 0,022 µg/l.

Per quanto sopra riportato non si è proceduto alla verifica del rischio per la sorgente acque di falda in quanto:

- per il percorso di volatilizzazione, come indicato nel MCS, si è eseguita la verifica dell'accettabilità del rischio con i dati derivanti dalle misure dirette di soil gas. Il parametro arsenico, come peraltro anche ferro e manganese, invece essendo un metallo non ha attivo tale percorso,

- per il percorso di trasporto al POC non è tecnicamente possibile eseguire la simulazione in quanto i superamenti sono presenti solamente nei piezometri al confine o sono relativi a metalli poco mobili come descritto in precedenza per il parametro arsenico.

L'attuale situazione relativa alla matrice acque di falda verrà monitorata con **campionamenti semestrali per la durata indicativa di 2 anni** al fine di verificare l'andamento delle concentrazioni di contaminanti in tale matrice ed eventualmente aggiornando il modello concettuale per le acque di falda. occorre sottolineare che durante l'esecuzione dei lavori di bonifica coordinati con quelli di riqualificazione urbanistica sarà necessario porre particolare attenzione a non danneggiare i piezometri presenti nell'area di intervento e a posizionare il telo impermeabile in maniera adeguata in prossimità dei piezometri stessi. Nel caso si verifichi la rottura di qualcuno di essi sarà necessario eseguire una nuova installazione.

### **Modalità di campionamento**

#### *Operazioni preliminari al campionamento dinamico*

Preliminarmente al campionamento verrà effettuato lo spurgo di 3 – 4 volumi di acqua presente nel piezometro a bassa portata di emungimento, che non costituisce matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee, fino alla venuta d'acqua chiarificata.

#### *Prelievo dei campioni*

Il campionamento dinamico verrà eseguito a bassa portata di emungimento (1 lt/min) al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee e a stabilizzazione dei parametri chimico-fisici, quali temperatura, pH, conducibilità elettrica e potenziale redox misurati in continuo durante lo spurgo.

Le acque di falda prelevate verranno omogeneizzate prima della formazione dei campioni e al termine di ogni prelievo si procederà all'etichettatura di ciascun campione, raccolto nell'idoneo contenitore riportando l'indicazione del pozzo di monitoraggio e la data del prelievo.

Tutti i contenitori, immediatamente chiusi e asciugati esternamente, verranno posti al buio in un frigorifero da campo a 4 °C, all'interno del quale verranno conservati anche durante il trasporto al laboratorio per lo svolgimento delle analisi.

#### **Parametri ricercati nelle acque di falda durante monitoraggio**

Sui campioni di acque di falda prelevati dai piezometri verranno ricercati i parametri seguenti: Metalli: Fe, AS, NI, Mn; Composti aromatici policiclici; Idrocarburi totali (come n-esano).

### 3. CONSIDERAZIONI ISTRUTTORIE

L'analisi di rischio è stata eseguita applicando i criteri riportati nell'Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs 152/06 come modificato dal DLgs 4/08 e secondo le linee guida ISPRA "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", revisione 2 di marzo 2008 e nella sua Appendice V. Per quanto riguarda le proprietà chimico-fisico tossicologiche dei contaminanti, i valori sono stati desunti dalla Banca Dati ISS-INAIL (aggiornamento di novembre 2013).

Ciò premesso si osserva quanto segue:

1. E' opportuno che siano precisati il foglio e i mappali in cui insiste l'area, anche al fine di fornire al Settore competente gli estremi catastali per l'esatta individuazione dell'area in oggetto in vista della futura modifica del PRG e della previsione degli specifici vincoli ai fini del corretto utilizzo della stessa.
2. Si ritiene opportuno effettuare un'accurata georeferenziazione al fine d'individuare con esattezza le aree soggette ad interventi e quelle che invece non lo saranno, nonché allo scopo di definire con precisione il confine del sito.
3. Si rileva che nell'applicazione dell'Analisi di rischio percorso di volatilizzazione da matrice soil gas, relativamente alla caratterizzazione della sorgente di potenziale contaminazione, ambiente outdoor, il parametro estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda, è indicato pari a 193 m, invece che 190 m, come per la matrice suolo profondo, zona satura, pur essendo stato in entrambi i casi considerato l'intero sito come sorgente di potenziale contaminazione (lunghezza massima-assunzione cautelativa);
4. Si prende atto delle considerazioni espresse in merito al fatto che non si è proceduto alla verifica del rischio per la sorgente acque di falda in quanto:

- per il percorso di volatilizzazione, come indicato nel MCS, si è eseguita la verifica dell'accettabilità del rischio con i dati derivanti dalle misure dirette di soil gas. Il parametro arsenico, come peraltro anche ferro e manganese, invece essendo un metallo non ha attivo tale percorso,
- per il percorso di trasporto al POC non è tecnicamente possibile eseguire la simulazione in quanto i superamenti sono presenti solamente nei piezometri al confine o sono relativi a metalli poco mobili come descritto in precedenza per il parametro arsenico.

Tuttavia, con riferimento al piano di monitoraggio della matrice acqua di falda, si chiede alla Conferenza di valutare se

- a) si ritengano sufficienti i parametri proposti;
  - b) sia sufficiente un campionamento semestrale per la durata indicativa di due anni.
5. Si chiede di prevedere, nell'ambito degli interventi di bonifica da attuare nel sito, la valutazione economica di un'eventuale rimozione del terreno maggiormente contaminato.



## DISCUSSIONE

La dott.ssa Ton apre i lavori della conferenza con una presentazione dell'analisi di rischio sulla base dell'istruttoria agli atti, soffermandosi alla fine sulle considerazioni sopra riportate e chiedendo ai presenti di esprimersi in merito.

Con riferimento alla considerazione n. 1 il geom. Forese precisa che l'area considerata ai fini dell'applicazione dell'Analisi di rischio corrisponde ai dati catastali identificativi dell'area, individuata al catasto NCT foglio 66, particelle 203-204-205-206-207-208-209-210-304-305. Precisa poi che in sede di riqualificazione del sito sarà compresa nell'intervento anche la sede stradale arginale sulla sinistra idraulica del Piovego.

Con riferimento alla considerazione n. 2 il dott. Biavati precisa che i sondaggi sono già georeferenziati e quindi si può facilmente fornire tale informazione; rileva tuttavia che l'area dello scavo dovrà essere appositamente georeferenziata. Con riferimento al punto 3 dott. Biavati evidenzia che in realtà si tratta di 190 m, mentre il dato di 193 è un mero errore materiale.

Ing. Sadocco chiede delle precisazioni in merito al ragionamento fatto per individuare le due aree diverse, quella cosiddetta verde e rossa indicate nelle tavole 7 e 8 allegate al documento presentato, seppure non oggetto di valutazione da parte della Conferenza dei Servizi; il dott. Biavati spiega che sulla base dei dati disponibili è stato possibile separare la zona che non dà rischio da quella che deve essere sottoposta ad intervento. Precisa inoltre che tutto quello esposto fino al capitolo 8 è l'Analisi di rischio relativa allo stato attuale, ma con recettore futuro (parco/commerciale), il capitolo 9 invece rappresenta delle linee guida per la progettazione della bonifica con ripristino ambientale.

Dott. Schiona evidenzia che la Conferenza può approvare soltanto le CSR, riportate fino al capitolo 8; ricorda che potranno essere adottati anche altri interventi per l'interruzione dei percorsi oltre a quelli proposti nel cap. 9, inclusa la rimozione della sorgente.

Rileva poi, come ing. Sadocco, il fatto che si applichi la linea guida del MATT del novembre 2014 che prevede che nel caso in cui le CSR risultino inferiori alle CSC per alcuni parametri, si considerano le CSC come obiettivo di bonifica. Dopo discussione la Conferenza concorda nell'accettare l'applicazione delle linee guida.

Dott. Schiona evidenzia che relativamente alla falda non è proposto alcun tipo d'intervento; dott. Biavati risponde che in ogni caso è proposto un monitoraggio dell'acqua di falda per verificare l'andamento della contaminazione in Pz5 e in Pz7 e valutare se effettivamente si può confermare che la contaminazione provenga dall'esterno del sito.

Il p. Zarpellon concorda con la proposta di approvare il documento fino al capitolo 8 compreso il piano di monitoraggio, ribadisce che non è oggetto di valutazione l'intervento proposto nel cap. 9; inoltre il monitoraggio dovrà durare due anni ed essere eseguito con cadenza trimestrale; prima dell'inizio dei lavori di bonifica dovranno essere presentati una relazione con gli esiti dei monitoraggi effettuati fino a quel momento. Relativamente ai parametri da monitorare propone di confermare IPA, idrocarburi totali, Ni, As e togliere Fe e Mn, visti gli studi fatti che evidenziano l'origine naturale e aggiungere i BTEX.

Il dott. Schiona propone d'inserire il PMe5 nella rete di monitoraggio indicata nella TAV. 3.

La Conferenza concorda.

**CONCLUSIONI**

La Conferenza di Servizi per l'area di proprietà del Comune di Padova, ubicata a Padova in via Trieste, esaminato il documento agli atti con prott. n. 127817- 127949 del 03/05/2016:

1. approva gli obiettivi di bonifica definiti dall'Analisi di rischio;
2. ricorda che ai sensi dell'art.242, comma 7 dovrà essere presentato un progetto operativo di bonifica con ripristino ambientale;
3. ricorda che l'approvazione del progetto operativo di bonifica con ripristino ambientale resta comunque preliminare al progetto di riqualificazione urbanistica ed edilizia del sito stesso;
4. approva il piano di monitoraggio della matrice acqua di falda al fine di verificare l'andamento delle concentrazioni di contaminanti in tale matrice con le seguenti prescrizioni che ne diventano parte integrante:
  - a) dovrà avere durata biennale;
  - b) dovrà essere eseguito a cadenza trimestrale monitorando la falda sia in periodi di piena che di magra e indicando la direzione di falda al momento del prelievo;
  - c) dovranno essere monitorati i seguenti parametri: metalli (Nichel e Arsenico), BTEX, IPA, idrocarburi totali;
  - d) la rete di monitoraggio dovrà essere integrata con il piezometro posto sull'angolo sud, denominato PMe5;
  - e) i risultati dei monitoraggi e la ricostruzione della falda dovranno essere trasmessi successivamente ad ogni campionamento;
  - f) le date dei campionamenti dovranno essere anticipatamente concordate con ARPAV, al fine di permettere all'Agenzia di presenziare alle attività, e prelevare eventuali campioni in contraddittorio ai sensi della DGRV n. 2922/2003;
  - g) nei casi in cui si rilevassero trend crescenti delle concentrazioni dei parametri indagati, dovranno essere presentate opportune valutazioni, eventualmente aggiornando il modello concettuale per le acque di falda;
  - h) al termine del periodo di monitoraggio la Ditta dovrà presentare a Comune, Provincia e ARPAV una relazione tecnica contenente gli esiti del monitoraggio, con rappresentazione cartografica, ed ogni altra informazione che la ditta ritenga utile;
  - i) in ogni caso, prima dell'inizio dei lavori di bonifica, dovrà essere presentata una relazione con gli esiti dei monitoraggi effettuati fino a quel momento;
  - j) dovranno essere monitorati i seguenti parametri: metalli (nichel e Arsenico), BTEX, IPA, idrocarburi totali,
  - k) il progetto di bonifica dovrà prevedere la conservazione dei piezometri presenti nell'area di intervento.

Inoltre la Conferenza concorda che:

- i campionamenti e le analisi dovranno essere effettuati secondo le indicazioni dell'allegato 2 del D. Lgs 152/06 e della D.G.R.V. n. 2922/03. Le analisi dovranno essere realizzate da laboratorio accreditato;
- il calendario delle operazioni di campionamento e analisi dovrà essere concordato dalla Ditta con ARPAV, seguendo le indicazioni della DGRV n. 2922/03, cioè al fine di concordare le metodiche analitiche, l'utilizzo di campioni standard di riferimento a composizione nota e più in generale, per un'intercalibrazione che consenta il successivo confronto e validazione dei dati. Tale calendario dovrà essere comunicato a cura della Ditta a Provincia e Comune, con almeno dieci giorni lavorativi di anticipo;
- i limiti di rilevabilità analitica, ove tecnicamente possibile, dovranno risultare almeno 1/10 dei valori riportati in allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006, tab. 2 per le acque sotterranee.

L'ULSS 16, anche se invitata, non ha potuto partecipare

COMUNE DI PADOVA – SETTORE AMBIENTE E TERRITORIO:

Eva Ton Eva Ton

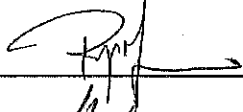
PROVINCIA DI PADOVA

Paolo Zarpellon \* Zella

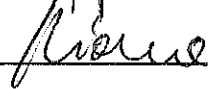
Lorena Sadocco Sadocco

ARPAV Dipartimento Provinciale di Padova:

Ivano Pigato

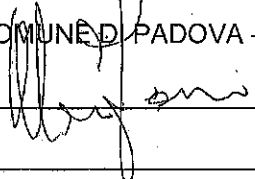


Andrea Silvio Schiona

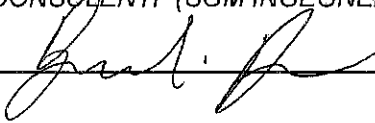


PER PRESA VISIONE

COMUNE DI PADOVA – SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E IMPIANTI SPORTIVI:



CONSULENTI (SGM INGEGNERIA SRL)

 BLAVATI DARIO





# Comune di Padova

**Settore Ambiente e Territorio**

**Determinazione n. 2016/89/0053 del 11/05/2016**

**Oggetto:** AREA 3.3 - ATTIVITA' A RILEVANZA AMBIENTALE. AREA SITA IN COMUNE DI PADOVA IDENTIFICATA CON ID 2516 - ADOZIONE OBIETTIVI DI BONIFICA E AUTORIZZAZIONE ALL'ESECUZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO.

**IL DIRIGENTE DEL SETTORE  
Ambiente e Territorio**

PREMESSO che, con riferimento alla bonifica dell'area in oggetto, di proprietà del Comune di Padova:

- con Determinazione Dirigenziale n. 2013/32/0108 del 20/12/2013 è stato approvato, con prescrizioni, il Piano della Caratterizzazione;

PRESO ATTO:

- che la Società SGM Geologia e Ambiente srl, ha trasmesso, per conto del Comune di Padova-Settore Edilizia Pubblica e Impianti Sportivi, il documento "Relazione tecnica descrittiva indagini integrative, Modello concettuale sito specifico ed Analisi di Rischio ai sensi del D.lgs 152/06" (prot. n. 127817 e prot. n. 127949 del 03/05/2016) al fine di definire gli obiettivi di bonifica sito specifici;
- che il Comune-Settore Ambiente e Territorio ha, pertanto, dato avvio al procedimento amministrativo per l'approvazione del documento, convocando apposita Conferenza di Servizi (prot. n. 127987 del 03/06/2016);
- che la Conferenza di Servizi del 05/05/2016 esaminato il documento:
  1. approva gli obiettivi di bonifica definiti dall'Analisi di rischio;
  2. ricorda che ai sensi dell'art.242, comma 7 dovrà essere presentato un progetto operativo di bonifica con ripristino ambientale;
  3. ricorda che l'approvazione del progetto operativo di bonifica con ripristino ambientale resta comunque preliminare al progetto di riqualificazione urbanistica ed edilizia del sito stesso;
  4. approva il piano di monitoraggio della matrice acqua di falda al fine di verificare l'andamento delle concentrazioni di contaminanti in tale matrice con le seguenti prescrizioni che ne diventano parte integrante:
    - a) dovrà avere durata biennale;
    - b) dovrà essere eseguito a cadenza trimestrale monitorando la falda sia in periodi di piena che di magra e indicando la direzione di falda al momento del prelievo;
    - c) dovranno essere monitorati i seguenti parametri: metalli (Nichel e Arsenico), BTEX, IPA, idrocarburi totali;
    - d) la rete di monitoraggio dovrà essere integrata con il piezometro posto sull'angolo sud, denominato PMe5;
    - e) i risultati dei monitoraggi e la ricostruzione della falda dovranno essere trasmessi successivamente ad ogni campionamento;
    - f) le date dei campionamenti dovranno essere anticipatamente concordate con ARPAV, al fine di permettere all'Agenzia di presenziare alle attività e prelevare eventuali campioni in contraddittorio ai sensi della DGRV n. 2922/2003;
    - g) nei casi in cui si rilevassero trend crescenti delle concentrazioni dei parametri indagati, dovranno essere presentate opportune valutazioni, eventualmente aggiornando il modello concettuale per le acque di falda;
    - h) al termine del periodo di monitoraggio la Ditta dovrà presentare a Comune, Provincia e ARPAV una relazione tecnica contenente gli esiti del monitoraggio, con rappresentazione cartografica, ed ogni altra informazione che la ditta ritenga utile;



- i) in ogni caso, prima dell'inizio dei lavori di bonifica, dovrà essere presentata una relazione con gli esiti dei monitoraggi effettuati fino a quel momento;
- j) dovranno essere monitorati i seguenti parametri: metalli ( nichel e Arsenico), BTEX, IPA, idrocarburi totali,
- k) il progetto di bonifica dovrà prevedere la conservazione dei piezometri presenti nell'area di intervento.

**PRESO ATTO:**

- del D.Lgs. 03/04/2006, n. 152 e successive integrazioni e modificazioni che detta le procedure operative ed amministrative per la bonifica dei siti contaminati;
- della L.R. 16/08/2007, n. 20, che, all'art. 18 - Disposizioni in materia ambientale, a seguito dell'entrata in vigore del Decreto Legislativo 03/04/2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", conferma le competenze amministrative regionali, provinciali e comunali in materia di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati di cui agli artt. 4, 6 e 7 della L.R. n. 3 del 21/1/2000;
- della L.R. 21 gennaio 2000, n. 3 con particolare riferimento all'art. 7;
- della D.G.R.V. 03/10/2003, n. 2922, della D.G.R.V. 10.12.2004, n. 3962; della D.G.R.V. 11 luglio 2006, n. 2166 e del D.M. n. 406/1998;

VISTO il verbale della Conferenza di Servizi del 05/05/2016 (prot. n. 132045);

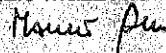
VISTO l'art. 107 del D.Lgs. 18/08/2000 n. 267;

**DETERMINA**

1. che le premesse formano parte integrante e sostanziale del presente atto;
2. di adottare, così come approvato dalla Conferenza di Servizi del 05/05/2016, per l'area sita in Comune di Padova identificata con ID 2516, gli obiettivi di bonifica definiti dall'analisi di rischio contenuta nel documento a prot. n. 127817 e prot. n. 127949 del 03/05/2016;
3. di autorizzare l'esecuzione del Piano di monitoraggio delle acque di falda contenute nella medesima documentazione sopra citata (prot. n. 127817 e prot. n. 127949 del 03/05/2016), approvato dalla Conferenza dei Servizi del 05/05/2016 con le prescrizioni di cui al punto 4) delle conclusioni del verbale della Conferenza stessa, che ne diventano parte integrante.

11/05/2016

Il Dirigente del Settore  
Patrizio Mazzetto



**ALLEGATO POB2**

**Producer:** **TESSILVENETA SRL Via Valgadana 35/A**  
**VALSTAGNA (VI) ITALY - EUROPE**  
**Tel. +39 0424 921 - Fax +39 0424 92154**  
**E-mail: [info@tessilveneta.it](mailto:info@tessilveneta.it)**

## TESSILDRAIN PP FC BIANCO (100% PP resistente UV)

Composizione: geotessile non tessuto, in polipropilene 100%, resistente ai raggi UV, coesionato mediante agugliatura meccanica, esente da trattamenti chimici o termici.

### TOLLERANZA

Massa Areica EN ISO 9864	(gr/mq)	+/-10%	120	150	200	250	300	350	400
<b>Spessore sotto compressione</b>	(mm)	+/-20%							
2 kPa			1,50	1,80	2,00	2,30	3,00	3,50	4,00
20 kPa			1,20	1,40	1,70	1,80	2,60	2,80	3,30
200 kPa			0,90	1,05	1,20	1,40	2,10	2,30	2,80
EN ISO 9863-1									
<b>Resistenza a Trazione</b>	(Kn/m)	+/-13 %							
<b>MD</b>			6	10	14	17	20	23	30
<b>CMD</b>			7	12	15	18	23	26	32
EN ISO 10319									
<b>Allungamento</b>	(%)	+/-30%							
<b>MD</b>			80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
<b>CMD</b>			80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
EN ISO 10319									
<b>Punzonamento statico CBR</b>	(N)	+/-10%							
<b>X</b>			1300	1750	2330	2800	3520	3800	4700
<b>X - S</b>			1000	1500	2100	2600	3200	3500	4220
EN ISO 12236									
<b>Punzonamento dinamico</b>	(mm)	+/-10%	24,00	16,00	16,00	12,00	9,00	7,00	5,00
EN ISO 13433									
<b>Apertura dei pori</b>	(micron)	+/-10%	85	74	69	62	65	63	56
EN ISO 12956									
<b>Permeabilità verticale</b>	(m/s)	+/-30%	0,209	0,195	0,160	0,150	0,090	0,080	0,045
EN ISO 11058									
<b>Capacità drenante nel piano</b>	(l/m·s)	+/-30%							
20 kPa			6,71E-07	3,06E-07	5,60E-07	5,31E-07	4,83E-07	4,12E-06	3,44E-06
EN ISO 12958									
<b>Resistenza agenti atmosferici</b>	(%)		>90%	>90%	>90%	>90%	>90%	>90%	>90%
EN 12224									
Da coprire entro 1 mese dopo installazione			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Previsione di durabilità minima di 25 anni in terreni naturali con $4 < \text{pH} < 9$ e temperatura del terreno $< 25^\circ\text{C}$ .			OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

**Application Standards:** EN ISO 13249:05 , EN ISO 13250:05 , EN ISO 13251:05 , EN ISO 13252:05 , EN ISO 13253:05 , EN ISO 13254:05 , EN ISO 13255:05 , EN ISO 13256:05 , EN ISO 13257:05 , EN ISO 13265:05.

**Funzioni:** Separazione-Rinforzo-Drenaggio-Filtrazione-Protezione



I valori medi riportati sulle schede tecniche sono i risultati ottenuti dai test del nostro laboratorio interno e/o istituti indipendenti esterni, di cui il limite confidenziale è del 95%. Le schede tecniche possono subire revisioni senza obbligo di preavviso.

**ALLEGATO POB3**



GEOMEMBRANA HDPE

# ALVATECH<sup>®</sup> 5002



sotrifa, s.a.





# ALVATECH<sup>®</sup> 5002

GEOMEMBRANA HDPE

## CARATTERISTICHE

- Geomembrana prodotta con sistema di fabbricazione a testa piana in HDPE (97,5%) e nerofumo (2,5%), stabilizzanti ai raggi UV, antiossidanti e stabilizzanti termici.
- Larghezze disponibili : 5,80 m e 7,50 m.
- Spessori: 1,00 – 1,50 – 2,00 – 2,50 mm. Altri spessori disponibili su richiesta.
- Piena conformità con le norme UNI EN ISO.
- Alte proprietà di saldatura.
- Altamente resistente allo strappo e alla foratura.
- Eccellente resistenza chimica ai solventi e diluenti organici e inorganici.
- Garanzia 10 anni.
- Certificato di controllo qualità per ogni rotolo.

## PRINCIPALI VANTAGGI.

- Ampia scelta di lunghezze e spessori.
- ALVATECH è una geomembrana priva di materiali tossici e non biodegradabili.
- Tempi brevi di spedizione e consegna.

## CAPACITA DI CARICO SU CAMION E CONTAINER 20'/40'

Spessore	Larghezze	Lunghezza	Diametro rotolo	Peso rotolo	m <sup>2</sup> /rotolo	Container 20'			Container 40'			Camion		
						Rotolo / Container 20'	Peso / Container 20'	m <sup>2</sup> / 20'	Rotolo / Container 40'	Peso / Container 40'	m <sup>2</sup> / 40'	Rotolo / Camion	Peso / Camion	m <sup>2</sup> / Camion
0,50	4,00	300	0,48	566	1.200	25	14.160	30.000	37	20.957	44.400	38	21.523	45.600
0,50	8,00	150	0,48	566	1.200	25	14.160	30.000	37	20.957	44.400	38	21.523	45.600
0,75	5,80	260	0,6	1.068	1.508,0	16	17.083	24.128	20	21.353	30.160	20	21.353	30.160
0,75	7,50	260	0,6	1.381	1.950,0	/	/	/	15	20.709	29.250	16	22.090	31.200
1,00	5,80	200	0,6	1.095	1.160	16	17.521	18.560	20	21.901	23.200	20	21.901	23.200
1,00	7,50	200	0,6	1.416	1.500	/	/	/	15	21.240	22.500	16	22.656	24.000
1,50	5,80	130	0,6	1.068	754	16	17.083	12.064	20	21.353	15.080	20	21.353	15.080
1,50	7,50	130	0,6	1.381	975	/	/	/	15	20.709	14.625	16	22.090	15.600
2,00	5,80	100	0,6	1.095	580	16	17.521	9.280	19	20.806	11.020	20	21.901	11.600
2,00	7,50	100	0,6	1.416	750	/	/	/	15	21.240	11.250	16	22.656	12.000
2,50	5,80	80	0,6	1.095	464	16	17.521	7.424	19	20.806	8.816	20	21.901	9.280
2,50	7,50	80	0,6	1.416	600	/	/	/	15	21.240	9.000	16	22.656	9.600

ALVATECH 5002 è un prodotto in polietilene ad alta densità con eccellenti caratteristiche chimiche e meccaniche, con alta stabilità dimensionale e resistenza allo stress cracking. La geomembrana ALVATECH 5002 contiene polimero puro  $\geq 0,97$ , nerofumo, stabilizzanti ed antiossidanti che conferiscono al prodotto una eccellente resistenza alle radiazioni UV ed eccezionale durabilità alla luce solare.



GEOMEMBRANA HDPE  
RUVIDA



GEOMEMBRANA HDPE  
LISCIA



La geomembrana ALVATECH 5002 è prodotta dalla SOTRAFA S.A. (Almería – Spagna), società del gruppo Armando Alvarez con sistema di fabbricazione a testa piana (calandrata). Larghezza rotolo: 7,5 m e 5,8 m.  
L'utilizzo di formulazioni specifiche conferiscono una eccellente saldabilità al prodotto.

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORI GEOMEMBRANA HDPE LISCIA (ALVATECH 5002)				METODI DI PROVA
		Geo. PEAD 1.0	Geo. PEAD 1.5	Geo. PEAD 2.0	Geo. PEAD 2.5	
Densità	g/cm <sup>3</sup>	> 0.940	> 0.940	> 0.940	> 0.940	UNE-EN ISO 1183
Indice di Fluidità in Massa (190°C / 2.16 kg) (190°C / 5 kg)	g/10 min	≤ 1.0 ≤ 3	≤ 1.0 ≤ 3	≤ 1.0 ≤ 3	≤ 1.0 ≤ 3	UNE-EN ISO 1133
Spessore minimo	mm	1.00 ± 5 %	1.50 ± 5 %	2.00 ± 5 %	2.50 ± 5 %	UNE -EN 1849-2
Carico di Rottura (1) Allungamento a rottura (1) Carico di Snervamento(1) Allungamento a Snervamento (1)	MPa % MPa %	34 (≥ 26) 900 (≥ 700) 19 (≥ 16) 10 (≥ 9)	34 (≥ 26) 900 (≥ 700) 19 (≥ 16) 10 (≥ 9)	34 (≥ 26) 900 (≥ 700) 19 (≥ 16) 10 (≥ 9)	34 (≥ 26) 900 (≥ 700) 19 (≥ 16) 10 (≥ 9)	UNE EN ISO 527-3 Provetta tipo 5
Resistenza a Punzonamento Statico	KN	≥ 3,3	≥ 4,5	≥ 6,0	≥ 7,0	EN-ISO12236
Resistenza alla Lacerazione (1)	N	150 (≥ 135)	225 (≥ 200)	300 (≥ 270)	375 (≥ 335)	ISO 34-1/B (a)
Flessibilità a Freddo (1)	°C	-77	-77	-77	-77	UNE EN 495 - 5
Coefficiente di dilatazione lineare	°C <sup>-1</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	ASTM D 696
Stabilità dimensionale a Caldo (1)	%	0.5 (≤ 1,5)	0.5 (≤ 1,5)	0.5 (≤ 1,5)	0.5 (≤ 1,5)	UNE EN 14632
Nerofumo Contenuto di Nerofumo Particelle Contenuto Ceneri Dispersione del Nerofumo	% nm % -	2.50 (2.25 ±0.25) ≤ 25 0.05 (≤ 0.1) ≤ 3	2.50 (2.25 ±0.25) ≤ 25 0.05 (≤ 0.1) ≤ 3	2.50 (2.25 ±0.25) ≤ 25 0.05 (≤ 0.1) ≤ 3	2.50 (2.25 ±0.25) ≤ 25 0.05 (≤ 0.1) ≤ 3	ISO 6964 ISO 18553
Durata Ossidazione Induttiva (O.I.T) (200°C, Puro O2, 1 atm)	min	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	UNE-EN 728
Invecchiamento a 85°C, (O.T.I) 200° ottenuto dopo 90 giorni	% retenu	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55	UNE-EN 728
Resistenza UV (O.I.T) 200° ottenuto dopo 1600 ore	% retenu	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55	UNE-EN 728
Resistenza allo Stress Cracking (SP-NCTL) (2)	h	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300	UNE EN 14576
Invecchiamento artificiale accelerato Variazione di Allungamento a Rottura (2)	%	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	EN 12224
Invecchiamento termico Variazione di Allungamento a Rottura (2)	%	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	prEN14575
Absorbimento d'acqua 24 ore 6 giorni	% %	≤0.1(≤0.2) ≤0.1(≤1)	≤0.1(≤0.2) ≤0.1(≤1)	≤0.1(≤0.2) ≤0.1(≤1)	≤0.1(≤0.2) ≤0.1(≤1)	UNE EN ISO 62
Resistenza alla perforazione di radici	-	Senza perforazione	Senza perforazione	Senza perforazione	Senza perforazione	Pr CENT/ITS 14416
Permeabilità idraulica	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> ·jour	< 1·10 <sup>-6</sup>	< 1·10 <sup>-6</sup>	< 1·10 <sup>-6</sup>	< 1·10 <sup>-6</sup>	UNE EN 14150

(\*) Tutti i valori sono nominali. I valori tra parentesi sono valori minimi con livello di confidenza 95%.

(1): Ambedue le Direzioni. (2): Ambedue le Superfici Liscie.

Piena conformità con le norme UNI EN ISO. I valori minimi delle caratteristiche sopra elencate soddisfano la Norma UNI 11309 (nov.2008).

Questa informazione è il risultato della nostra esperienza, è previsto a fini di riferimento e questi valori sono soggetti a modifiche senza preavviso. Sotrafa non è responsabile per l'uso improprio di queste informazioni. La presente informazione non costituisce la Garanzia del prodotto.

## DIMENSIONI STANDARD PER ROTOLO

SPESORE mm.	LARGHEZZA m.	LUNGHEZZA m.	AREA m <sup>2</sup>	PESO ROTOLO kg
1,0	5,80	200	1160	1095 appross.
1,50	5,80	130	754	1068 appross.
2,0	5,80	100	580	1095 appross.
2,50	5,80	80	464	1095 appross.

SPESORE mm.	LARGHEZZA m.	LUNGHEZZA m.	AREA m <sup>2</sup>	PESO ROTOLO kg
1,0	7,50	200	1500	1416 appross.
1,50	7,50	130	975	1381 appross.
2,0	7,50	100	750	1416 appross.
2,50	7,50	80	600	1416 appross.

## RESISTENZA CHIMICA

GRUPPO	RESISTENZA
Carburante per autotrazione	Eccellente
Carburante aereo	Molto Buono
Olio combustibile	Molto Buono
Benzolo	Molto Buono
Petrolio	Molto Buono
Alcool mono e multidrogenati	Eccellente
Alcool e glicoli	Eccellente
Eteri inorganici e chetoni	Eccellente
Eteri organici e chetoni	Eccellente
Soluzioni acquose di aldeidi organiche ≤40%	Eccellente
Aldeidi alifatiche	Eccellente
Soluzioni acquose di minerali organici ≤10%	Eccellente
Minerali organici	Eccellente
Acidi minerali ≤20%	Eccellente
Alcali inorganici	Eccellente
Soluzioni acquose di sali ossidanti organici	Eccellente
Amminie	Eccellente
Soluzioni acquose organiche	Eccellente
Eteri ciclici e non ciclici	Eccellente



## APPLICAZIONI



## BACINI PER IRRIGAZIONE



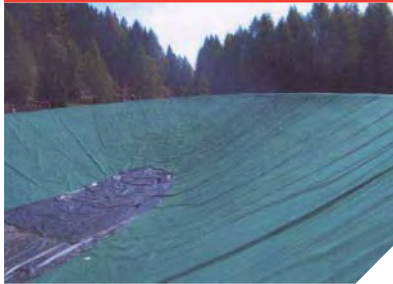
## VASCHE



## DISCARICHE



## CAMPI DA GOLF



## CANALI



## AUTOSTRADE



## TUNNELS



## FITODEPURAZIONE



## BARRIERE VERTICALI



## SALDATURA



**sotrifa, s.a.**





## Scheda prodotto

### Geomembrana in polietilene ad alta densità (H.D.P.E.)

Geomembrana impermeabile in polietilene ad alta densità, disponibile in rotoli con larghezza 5,8 m e 7,5 m, prodotta con il più recente sistema di fabbricazione a testa piana (calandrato).

Soddisfa gli Standard previsti dalla norme UNE-EN 13361:2005 (bacini e dighe) // UNEEN 13362:2006 (canali) // UNE-EN 13491:2006 (gallerie e strutture in sotterraneo) // UNE-EN 13492:2006 (discariche per rifiuti liquidi) // UNE-EN 13493:2006 (discariche per rifiuti solidi) e dalle norme GRI GM-13 per gli spessori 1,5mm e 2,0mm.

CARATTERISTICHE	UNITA'	VALORI GEOMEMBRANA HDPE LISCIA				METODI DI PROVA
		Geo. PEAD 1.0	Geo. PEAD 1.5	Geo. PEAD 2.0	Geo. PEAD 2.5	
Densità	g/cm3	> 0.940	> 0.940	> 0.940	> 0.940	UNE-EN ISO 1183
Indice di Fluidità in Massa (190oC, 2.16 kg) (190oC, 5 kg)	g/10 min	≤1.0 ≤3.0	≤1.0 ≤3.0	≤1.0 ≤3.0	≤1.0 ≤3.0	UNE-EN ISO 1133
Spessore minimo	mm	1.00 ± 5 %	1.50 ± 5 %	2.00 ± 5 %	2.50 ± 5 %	UNE -EN 1849-2
Carico di Rottura (1) Allungamento a rottura (1) Carico di Snervamento (1) Allungamento a Snervamento (1)	MPa % MPa %	<b>33</b> (≥ 26) <b>900</b> (≥ 700) <b>19</b> (≥ 15) <b>10</b> (≥ 9)	<b>33</b> (≥ 26) <b>900</b> (≥ 700) <b>19</b> (≥ 15) <b>10</b> (≥ 9)	<b>33</b> (≥ 26) <b>900</b> (≥ 700) <b>19</b> (≥ 15) <b>10</b> (≥ 9)	<b>33</b> (≥ 26) <b>900</b> (≥ 700) <b>19</b> (≥ 15) <b>10</b> (≥ 9)	UNE-EN ISO 527-3, Provetta tipo 5
Resistenza a Punzonamento Statico	KN	≥3,3	≥4,5	≥6,0	≥7,0	UNE-EN ISO 12236
Resistenza alla Lacerazione (1)	N	<b>150</b> (≥ 130)	<b>225</b> (≥ 195)	<b>300</b> (≥ 260)	<b>375</b> (≥ 325)	UNE-ISO 34-1
Flessibilità a Freddo (1)	oC	Senza rotture				UNE-EN 495-5
Coefficiente di dilatazione lineare	o C-1	2.10-4	2.10-4	2.10-4	2.10-4	ASTM D 696
Stabilità dimensionale a Caldo	%	≤ <b>1,0</b> (≤1,5)	≤ <b>1,0</b> (≤1,5)	≤ <b>1,0</b> (≤1,5)	≤ <b>1,0</b> (≤1,5)	UNE-EN ISO 14632
<b>Nerofumo</b> Contenuto di Nerofumo Particelle Contenuto Cenere Dispersione del Nerofumo	% nm % -	<b>2.50</b> (2.25±0.25) ≤ 25 ≤0,1 ≤3	<b>2.50</b> (2.25±0.25) ≤ 25 ≤0,1 ≤3	<b>2.50</b> (2.25±0.25) ≤ 25 ≤0,1 ≤3	<b>2.50</b> (2.25±0.25) ≤ 25 ≤0,1 ≤3	ISO 6964 ISO 18553
Durata Ossidazione Induttiva(O.I.T.) (200oC, Puro O2, 1 atm)	min	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	UNE-EN 728
Invecchiamento a 85oC, (O.I.T) 200o ottenuto dopo 90 giorni.	% ottenuto	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55	
Resistenza UV (O.I.T.) 200o ottenuto dopo 1600 ore	% ottenuta	≥ 55	≥ 55	≥ 55	≥ 55	
Resistenza allo Stress Cracking (SP-NCTL) (2)	h	≥ 300	≥ 300	≥ 300	≥ 300	UNE-EN 14576 ASTM D 5397
<b>Invecchiamento artificiale accelerato</b> Variazione di Allungamento a Rottura (2)	%	≤15	≤15	≤15	≤15	UNE-EN 12224
<b>Invecchiamento termico</b> Variazione di Allungamento a Rottura (2)	%	≤15	≤15	≤15	≤15	UNE-EN 14575
<b>Assorbimento d'acqua</b> 24 ore 6 giorni	% %	≤0.2 ≤1	≤0.2 ≤1	≤0.2 ≤1	≤0.2 ≤1	UNE-EN ISO 62
Resistenza alla perforazione di radici	-	Senza perforazione	Senza perforazione	Senza perforazione	Senza perforazione	CEN/TS 14416
Permeabilità ai gas	(m3/m2)/ (d.atm)	<2 x 10-3	<2 x 10-3	<2 x 10-3	<2 x 10-3	ASTM D 1434
Permeabilità idraulica	m3/m2*gi	<2 x 10 -6	<2 x 10 -6	<2 x 10 -6	<2 x 10 -6	UNE-EN 14150

(1) Ambedue le direzioni (2) Ambedue le superfici lisce.

Tutti valori sono nominali con una tolleranza ± 5%. I valori indicati tra parentesi sono i valori minimi richiesti dalla norma.

Piena conformità con le norme UNI EN ISO. I valori minimi delle caratteristiche sopra elencate soddisfano la Norma UNI 11309 (NOV.2008)

**ALLEGATO POB4**





# QDrain ZW 8 155P



Certificato numero: **1213-CPD-4006**  
 Anno di ultima revisione: **10**  
 Norma di riferimento: **UNI EN 13252**  
 Applicazione: **Sistemi di drenaggio**

**STRUTTURA:** geocomposito drenante costituito da un'anima interna ottenuta per estrusione di monofilamenti sintetici aggrovigliati alla quale vengono termoaccoppiati due geotessili filtranti.



## ELEMENTI FILTRANTI

Materia prima (+ st.UV)	Polipropilene			
Massa areica	EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	<b>155</b>	<b>±10</b>
Spessore	EN ISO 9863-1	mm	<b>1,5</b>	<b>±0,2</b>
Resistenza a trazione MD/CMD	EN ISO 10319	kN/m	<b>10,5/11,5</b>	<b>-1,1</b>
Allungamento a carico max MD/CMD	EN ISO 10319	%	<b>90/70</b>	<b>±30</b>
Resistenza a punzonamento statico CBR	EN ISO 12236	N	<b>1700</b>	<b>-170</b>
Resistenza a punzonamento dinamico	EN ISO 13433	mm	<b>20</b>	<b>+4</b>
Permeabilità perpendicolare al piano	EN ISO 11058	mm/s	<b>80</b>	<b>-24</b>
Porometria	EN ISO 12956	micron	<b>80</b>	<b>±24</b>

## GEOSTUOIA

Materia prima (+ st.UV)	Polipropilene			
Massa areica	EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	<b>500</b>	
Larghezza		m	<b>2 - 4</b>	

## GEOCOMPOSITO

Massa areica	EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	<b>810</b>	<b>±70</b>
Spessore a 2kPa	EN ISO 9863-1	mm	<b>8</b>	<b>±1</b>
Resistenza a trazione (MD/CMD)	EN ISO 10319	kN/m	<b>20/21</b>	<b>-2</b>
Allungamento a carico max (MD/CMD)	EN ISO 10319	%	<b>75/75</b>	<b>±25</b>

### CARATTERISTICHE IDRAULICHE

Capacità drenante nel piano MD (20kPa, M/M, i=1)	EN ISO 12958	l/(m·s)	<b>1,9</b>	<b>-0,3</b>	
Capacità drenante nel piano MD	EN ISO 12958	l/(m·s)		<b>-20%</b>	
	<i>Gradiente idraulico</i>	<i>Contatto</i>	<i>i = 0,04</i>	<i>i = 0,10</i>	<i>i = 1</i>
	<i>Carico 20 kPa</i>	M/R	0,40	0,60	2,20
	<i>" 50 kPa</i>	M/R	0,35	0,55	2,00
	<i>" 100 kPa</i>	M/R	0,25	0,40	1,40
	<i>" 200 kPa</i>	M/R	0,08	0,10	0,30

M/M: Contatto Morbido/Morbido M/R: Contatto Morbido/Rigido

### ASPETTI DI DURABILITA'

Previsione di durabilità minima (suoli naturali con 4<pH<9 e T<25°C)	anni	<b>25</b>
Prodotto da coprire entro 2 settimane dall'installazione		

## DIMENSIONI STANDARD

Larghezza	m	<b>2 - 4</b>	<b>±3%</b>
Lunghezza	m	<b>40</b>	<b>±2%</b>
Sovrapposizione del filtro	cm	<b>10</b>	
Rotoli/pallet	n°	<b>4</b>	

Le informazioni qui riportate sono basate sull'attuale nostro livello di conoscenza e produzione. Nuove ricerche e sviluppi sul prodotto potranno rendere necessarie ulteriori versioni. Per questo motivo ci riserviamo il diritto di aggiornare le schede tecniche senza preavviso.

Le caratteristiche espresse si riferiscono alla produzione standard. Eventuali scostamenti o richieste di prodotti speciali, si intendono da concordare preventivamente.



**TeMa Technologies and Materials srl**  
 Via dell'Industria, 21 31029 Vittorio V.to (TV) - I -  
 Tel. +39.0438.50.31 - Fax +39.0438.50.34.60  
 e-mail: info@temacorporation.com  
 www.temacorporation.com



## Certificate of Conformity of the Factory Production Control 1213-CPR-4006

In compliance with Regulation 305/2011/EU of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 (the Construction Products Regulation or CPR), this certificate applies to the construction product(s)

**QDrain ZM 8 10P, QDrain ZM 8 40 10P, QDrain ZM 8 75 10P, QDrain ZM 8 10T, QDrain ZM 8 40 10T, QDrain ZM 8 75 14F, QDrain ZM 8 14P, QDrain ZM 8 40 14P, QDrain ZM 8 75 14P, QDrain ZM 8 14T, QDrain ZM 8 40 14T, T-MIX Drain +, T-MIX Drain + S, SPEEDRAIN ZM 8 B 11T, SPEEDRAIN ZM 8 B 14P**  
Drainage geocomposite, geomat core (PP) with channel in CMD and two geotextile filter layers (PP)  
**QDrain ZM 8 TG 10P, QDrain ZM 8 40 TG 10P, QDrain ZM 8 TG 14P, QDrain ZM 8 40 TG 14P**  
geomat core (raw material: PP) with channel in cross machine direction and one geotextile filter layer (raw material: PP)  
**QDrain ZW 5 30 10F, QDrain ZW 5 40 10F, QDrain ZW 5 50 10F, QDrain ZW 5 10T, QDrain ZW 5 40 10T, QDrain ZW 8 40 10F, QDrain ZW 8 50 10F, QDrain ZW 8 75 10F, QDrain ZW 8 100 10F, QDrain ZW 8 10P, QDrain ZW 8 75 10P, QDrain ZW 8 100 10P, QDrain ZW 8 WP 10P, QDrain ZW 8 WP 50 10P, QDrain ZW 8 WP 75 10P, QDrain ZW 8 10T, QDrain ZW 8 75 10T F, QDrain ZW 8 WP 75 10T F, QDrain ZW 8 12P, QDrain ZW 8 50 12P, QDrain ZW 8 75 12P, QDrain ZW 8 WP 75 12P, QDrain ZW 8 50 14F, QDrain ZW 8 75 14F, QDrain ZW 8 100 14F, QDrain ZW 8 14P, QDrain ZW 8 60 14P, QDrain ZW 8 75 14P, QDrain ZW 8 100 14P, QDrain ZW 8 WP 14P, QDrain ZW 8 WP 75 14P, QDrain ZW 8 100 14T, QDrain ZW 8 75 40P, QDrain ZW 8 155P, QDrain ZW 8 60 155P, QDrain ZW 8 75 155P, QDrain ZW 8 FOOTBALL, QDrain ZW 8 WP FOOTBALL, QDrain ZW 8 WP FOOTBALL 75 10T, T-MIX Drain WP +**  
geomat core (raw material: PP) with channel in machine direction and two geotextile filter layers (raw material: PP)  
**QDrain ZW 5 TG 30 10F, QDrain ZW 5 TG 40 10T, QDrain ZW 5 60 20P TG, QDrain ZW 5 60 40P TG, QDrain ZW 8 TG 50 10F, QDrain ZW 8 TG 10P, QDrain ZW 8 TG 75 10P, QDrain ZW 8 TG 10T, QDrain ZW 8 TG 75 10T, QDrain ZW 8 TG 12P, QDrain ZW 8 50 12P TG, QDrain ZW 8 TG 75 12P, QDrain ZW 8 TG 14P, QDrain ZW 8 TG 60 14P, QDrain ZW 8 TG 75 14P, QDrain ZW 8 TG 75 14T, QDrain ZW 8 TG 60 15T**  
geomat core (raw material: PP) with channel in machine direction and one geotextile filter layer (raw material: PP)  
used for the functions: S + F + D  
**T SPACER ZMEP ISPM**  
geomat core (raw material: PP) with channel in cross machine direction  
used for the function: D

produced by or for

### TEMA Technologies and Materials S.r.L.

Via dell'Industria, 21  
31029 Vittorio Veneto (TV) / Italy

and produced in the manufacturing plant(s)

### Vittorio Veneto

This certificate attests that all provisions concerning the assessment and verification of constancy of performance described in Annex ZA of the standard(s)

### EN 13252:2000/A1:2005

under system 2+ the performances set out in this certificate are applied and that

**the factory production control fulfils all the prescribed requirements for these performances.**

This certificate was first issued on 2006-09-01 and will remain valid as long as the test methods and/or factory production control requirements included in the harmonised standard, used to assess the performance of the declared essential characteristics, do not change, and the construction product, and the manufacturing conditions in the plant are not modified significantly, unless suspended or withdrawn by the factory production control certification body.



Würzburg, 28 August 2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'H. Zanzinger', is written over a circular stamp that contains the letters 'i. V.'.

Dipl.-Ing. Helmut Zanzinger  
Certification Body

**ALLEGATO POB5**



## TRICO BAR PAVA

### PROMOTORE DI ADESIONE EPOSSIDICO PER SUPERFICI UMIDE

- Composizione** Formulato epossidico tricomponente emulsionabile in acqua specifico per supporti umidi.
- Campi di Impiego** Promotore di adesione per fondi umidi e per successivi rivestimenti con formulati di natura cementizia e resinosa. Il prodotto applicato risulta permeabile al vapore acqueo ed impermeabile all'acqua.

SPECIFICHE TECNICHE	RISULTATI ottenuti miscelando BASE + REAGENTE	METODO DI ANALISI
<b>Rapporto di catalisi (*)</b>	unire la PARTE A con la PARTE B mescolando bene con miscelatore a basso numero di giri, aggiungere poi il terzo componente (Inerte) continuando a mescolare sino ad ottenere una miscela omogenea, aggiungendo acqua lentamente secondo quanto riportato in diluizione. Rapporto di catalisi: 16 parti in peso di Parte A (11 % sul tot. confezione) + 60 parti in peso di Parte B (41% sul tot.) + 70 parti in peso di Parte C (48% sul tot.); omogeneizzare bene ogni singolo componente prima di prelevarne una parte.	13 IST 21
<b>Peso Specifico (**)</b>	1,70 - 1,84 gr/cm <sup>3</sup> a 20 ± 2°C.	ASTM D 1475
<b>Residuo Secco (**)</b>	84 - 89 %.	ASTM D 2369
<b>Diluizione (*)</b>	con acqua dal 5-10 % in peso (applicaz. Con pennellina, spatola e airless), attenzione a diluizioni maggiori in quanto possono inficiare l'efficacia del prodotto. L'applicazione a rullo richiede una diluizione leggermente superiore, per tale motivo si consigliano almeno due o più strati incrociati in funzione delle necessità, inoltre per avere la massima efficacia del prodotto devono essere posati almeno 1 kg/mq (esclusa la diluizione).	13 IST 21
<b>Durata Miscela (*)</b>	pot-life di 35 - 40 min. a + 20 ± 2°C. (prodotto miscelato).	13 IST 22
<b>Essicaz. e Indurimento (*)</b>	al tatto dopo 60' - 80' alla temperatura di 20 ± 2°C ed con il 50 ± 10% di U.R.	13 IST 04
<b>Ricopertura (**)</b>	dopo 3 - 7 giorni in funzione della temperatura, dell'umidità del supporto e del ricambio d'aria esistente, utilizzando qualsiasi tipo di finitura: malte, intonaci, pitture, resine. Se il successivo ciclo è un rivestimento impermeabile al vapore (epossidico o poliuretano) saggiare con l'igrometro o meglio con "test naylor" l'umidità presente. Compatibilità e sovraverniciabilità, consult. Uff. Tecnico.	13 IST 04
<b>Consumo e Resa (*)</b>	g. 500 - 600/mq. spessore di 230-330 µm circa per ogni strato. Si consigliano almeno due strati. Per ottenere spessori superiori eseguire più applicazioni.	13 IST 03
<b>Aspetto Film (*)</b>	Colore bianco, opaco.	/
<b>Numero degli Strati</b>	due o più strati in relazione alle condizioni del supporto.	/
<b>Lavaggio Attrezzi</b>	con acqua e detersivo.	/
<b>Conservazione a Magazzino</b>	mesi 12 nella confezione originale sigillata in ambienti aerati ed asciutti a temp. non inf. a + 10°C (teme il gelo); non esporre la confezione direttamente al sole.	/

(\*) Test eseguiti secondo le modalità riportate nel piano interno di controllo, provini non a film. RIF. ISO 604 (altospessore). (\*\*) Valori Tipici

<b>Dati Tecnici</b>	Dopo 7 giorni a 25 ± 2°C Il prodotto non è autoportante UNI10966, ma condizionato dal supporto, provini non a film ISO 604 (altospessore).		
	Adesione Cls (MPa) ASTM D 4541	> 3,0	Reazione al fuoco CSE RF 2/75/A - 3/77
			Classe 1

**Preparazione Superfici** Sabbatura, idrosabbatura, idrolavaggio, abrasione meccanica o manuale, pallinatura e bocciardatura. Eliminare ogni parte in fase di distacco e depolverare accuratamente. Su superfici particolarmente porose ed asciutte si consiglia l'applicazione del formulato REFORM.

**Applicazione** Pennellina e spatola sempre nella stessa direzione; se applicato a rullo bisogna assicurarsi che tutte le porosità del supporto siano saturate e tuttavia sono richiesti minimo due strati incrociati per un'ottimale efficacia del prodotto. Intervallo di temperatura idoneo + 10 + 25 °C (attenzione al periodo estivo).

**Confezioni e Tinte** contenitori in plastica da kg. 10 e Kg. 16,800 (A+B+C) nella tinta bianca.

**Norme da osservare** I prodotti suindicati risultano a basso impatto ambientale e consentono di abbattere l'inquinamento da solventi migliorando sicurezza ed igiene dell'utilizzatore. Si consiglia osservanza delle norme igieniche in uso per la manipolazione delle resine (Circ. Min. Lav. 46/1979 e 61/1989). Per info ns. scheda di sicurezza.

## PAVA RAPID UV LEGANTE MASSETTI - DRY STONE

**BICOMPONENTE - SENZA SOLVENTE A BREVE E MEDIO POT - LIFE-- NON INGIALLENTE**

**Campi di Impiego** DRY STONE System - Legante per massetti con inerti di diversa tipologia in opportuna curva granulometrica per la realizzazione di pavimentazioni decorative con alta resistenza ai raggi UV (consultare ns. ufficio tecnico) . Le caratteristiche principali del formulato ne propongono l'impiego anche per esterno.

**Composizione** Formulato a base di resine sintetiche, bicomponente, esente da solventi per applicazioni se necessario anche a spruzzo. I due componenti altamente reattivi sono miscelati assieme con l'aggiunta di diverse tipologie di inerti (marmi, ciotoli, quarzi ed altro).

SPECIFICHE TECNICHE	RISULTATI ottenuti miscelando BASE + REAGENTE	METODO DI ANALISI
<b>Rapporto di catalisi (*)</b>	100 parti in peso di BASE con 90 parti in peso di REAG. X (leggera presenza di solvente) 100 parti in peso di BASE con 59 parti in peso di REAG. XV (per ulteriori informazioni vedere ns. Istruzioni Operative)	13 IST 21
<b>Peso Specifico (**)</b>	1,1 - 1,2 gr/cm <sup>3</sup> a 20 ± 2 °C, in funzione del colore	ASTM D 1475
<b>Residuo Secco (**)</b>	98 ± 2 % Test Pava. (reag XV)	ASTM D 2369
<b>Viscosità a 25±2°C (**)</b>	1000 - 2000 mPa s	ASTM D 2196
<b>Diluizione (*)</b>	Apposito diluente per sistemi poliuretanic, solo se necessario ed funzione dell'applicazione.	13 IST 21
<b>Durata Miscela (*)</b>	pot-life 20-25 minuti circa a 20 ± 2°C Temperature ambientali e del supporto maggiori possono ridurre la lavorabilità della miscela	13 IST 22
<b>Essicaz. e Indurimento (*)</b>	al tatto dopo 50-60 minuti a 20 ± 2°C a 50 ± 10 % U.R..(versione rapida) Indurimento di due strati: da 10 a 16 h in funzione delle condizioni ambientali. Tendenza all'opacizzazione alla vescicatura ed all'annebbiamento in ambienti con basse temperature (< 10°C) ed alta U.R. (> 70%).	13 IST 04
<b>Ricopertura (**)</b>	Compatibilità e sovraverniciabilità, consultare Ufficio Tecnico.	13 IST 04
<b>Consumo e Resa (*)</b>	(teorica) per ogni strato consultare ns. ufficio tecnico; fare attenzione agli alti spessori.	13 IST 03
<b>Aspetto Film (*)</b>	lucido, brillante; assenza di ingiallimento e sfarinamento per esposizione U.V. e con l'usura e l'invecchiamento.	/
<b>Numero degli Strati</b>	uno o più strati a seconda dello spessore del film richiesto.	/
<b>Lavaggio Attrezzi</b>	con apposito diluente.	/
<b>Conservazione a Magazzino</b>	mesi 6 nella confezione originale ben chiusa a temp. Amb. non inf. + 15°C.	/

(\*) Test eseguiti secondo le modalità riportate nel piano interno di controllo, provini non a film. RIF. ISO 604 (altospessore). (\*\*) Valori Tipici

### Dati Tecnici

Dopo 7 giorni a 25 ± 2°C

Il prodotto non è autoportante UNI10966, ma condizionato dal supporto, provini non a film ISO 604 (altospessore).

Adesione Cls (MPa) ASTM D 4541	> 1,5
Abrasione (1Kg 1000giri CS10) ASTM D 4060	< 18 mg

Caricato

### Preparazione Superfici

Levigatura, pallinatura, sabbiatura, abrasione meccanica o manuale; su supporti ferrosi effettuare sabbiatura Sa2 ½ ed applicare apposito promotore di adesione. La temperatura del supporto deve essere almeno di 3°C sopra il punto di rugiada.

### Applicazione

pennello, rullo ed airless con temperature non inferiori a + 10°C. Dato che il film realizzato risulta a pressoché impermeabile, si possono generare, in presenza di umidità, bolle o distacchi. Il materiale non può essere applicato direttamente su superfici bagnate e/o prive di barriera al vapore e soggette a risalita di umidità. In tali situazioni provvedere a creare una barriera al vapore mediante l'impiego di TRICO BAR in ragione di 1,0 kg/mq. In questo caso rivolgersi al ns. ufficio tecnico.

### Confezioni e Tinte

contenitori metallici, nelle tinte secondo tabella colori PAVA. ΔE Cielab <5,0 non vincolante.

Le indicazioni contenute nella scheda tecnica sono quanto di più aggiornato a ns. disposizione sulle quali ci riserviamo ogni opportuna modifica; tali informazioni devono tuttavia essere considerate senza alcun valore vincolante e non dimostrano alcuna relazione legale contrattuale né obbligo accessorio col contratto di compravendita. Dato che l'impiego del prodotto ha luogo anche al di fuori del ns. controllo le responsabilità per l'errata utilizzazione dello stesso ricadono esclusivamente sull'utilizzatore e quindi non comportano l'assunzione di alcuna nostra garanzia e responsabilità sul risultato finale delle lavorazioni. Non dispensano inoltre il cliente dall'onere e responsabilità esclusivi di verificare l'idoneità dei nostri prodotti per l'uso e gli scopi che si prefigge, peraltro il cliente è tenuto a verificare che i valori riportati nella scheda tecnica siano validi anche per la partita di prodotto di suo interesse e non siano superati e/o sostituiti da edizioni successive. La presente scheda annulla e sostituisce le precedenti.



## **PAVA RAPID UV LEGANTE MASSETTI - DRY STONE**

**BICOMPONENTE - SENZA SOLVENTE A BREVE E MEDIO POT - LIFE-- NON INGIALLENTE**

**Norme da osservare**

I prodotti suindicati risultano a basso impatto ambientale e consentono di abbattere l'inquinamento da solventi migliorando sicurezza ed igiene dell'utilizzatore. Si consiglia la scrupolosa osservanza delle norme igieniche in uso per la manipolazione delle resine (Circ. Min. Lav. 46/1979 e 61/1989). Per info ns. scheda di sicurezza.

Le indicazioni contenute nella scheda tecnica sono quanto di più aggiornato a ns. disposizione sulle quali ci riserviamo ogni opportuna modifica; tali informazioni devono tuttavia essere considerate senza alcun valore vincolante e non dimostrano alcuna relazione legale contrattuale né obbligo accessorio col contratto di compravendita. Dato che l'impiego del prodotto ha luogo anche al di fuori del ns. controllo le responsabilità per l'errata utilizzazione dello stesso ricadono esclusivamente sull'utilizzatore e quindi non comportano l'assunzione di alcuna nostra garanzia e responsabilità sul risultato finale delle lavorazioni. Non dispensano inoltre il cliente dall'onere e responsabilità esclusivi di verificare l'idoneità dei nostri prodotti per l'uso e gli scopi che si prefigge, peraltro il cliente è tenuto a verificare che i valori riportati nella scheda tecnica siano validi anche per la partita di prodotto di suo interesse e non siano superati e/o sostituiti da edizioni successive. La presente scheda annulla e sostituisce le precedenti.



Spett.le

Arch. Lorenzo Attolico  
Via Piave 8  
35138 - Padova

Oggetto: Impermeabilizzazione rif. Piazzale Boschetti.

Con la presente siamo a dichiarare che il prodotto Trico Bar Pava applicato con suo promotore di adesione Reform-A Pava 72 in quantità di 1,5 kg/m<sup>2</sup> con interposta rete in fibra di vetro, come descritto sulla voce di capitolato, è da ritenersi impermeabile ai liquidi.  
In fede



**ALLEGATO POB6**

ID	Attività	Settimane lavorative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
<b>1 - ACCANTIERAMENTO</b>																																	
1.1	Installazione recinzione e accessi di cantiere, box uffici, preparazione piazzole di stoccaggio	2	■	■																													
<b>2 - DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE</b>																																	
2.1	Demolizione pavimentazione area 3 lato canale Piovego	2,5			■	■	■	■																									
<b>3 - DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE</b>																																	
3.1	Scavo opere di urbanizzazione (area 3 lato canale Piovego)	2						■	■	■																							
3.2	Scavo opere di bonifica (area hot spot)	1								■	■																						
<b>4 - CAMPIONAMENTO E ANALISI</b>																																	
4.1	Analisi di classificazione terra da scavo	4,5									■	■	■	■	■	■	■																
<b>5 - GESTIONE RIFIUTI</b>																																	
5.1	Conferimento rifiuti a impianto di trattamento	3																■	■	■													
<b>6- SCARIFICA AREA ASFALTATA</b>																																	
6.1	Scarifica area asfaltata (area 2 ex parcheggio)	4																															
<b>7- REALIZZAZIONE CAPPING</b>																																	
7.1	Posa geotessile non tessuto (area 1 ex parcheggio e area 3 lato canale)	1																					■	■									
7.2	Posa geomembrana HDPE (area 1 ex parcheggio e area 3 lato canale)	1																					■	■									
7.3	Posa geocomposito drenante (area 1 e 2 ex parcheggio, area 3 lato canale)	2																						■	■	■							
7.4	Copertura con terra (area 1 e 2 ex parcheggio, area 3 lato canale)	2																							■	■	■						
<b>8- RIPRISTINO AREA</b>																																	
8.1	Realizzazione viabilità ciclopedonale	6																															

**LEGENDA**

■ Tempo necessario per l'esecuzione delle attività di cantiere

■ Tempo necessario per l'esecuzione delle analisi chimiche sui campioni prelevati

**ALLEGATO POB7**



**Caratteristiche Sito**

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Zona Insatura</b>				
$L_s$ (SS)	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	m	0,4	Modificato
$L_s$ (SP)	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	m	NA	Non Richiesto
$d$	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	m	0,6	Modificato
$d_s$	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	m	NA	Non Richiesto
$L_{GW}$	Profondità del piano di falda	m	2,986	Modificato
$h_v$	Spessore della zona insatura	m	NA	Non Richiesto
$f_{oc, SS}$	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	g-C/g-suolo	0,002196	Modificato
$f_{oc, SP}$	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo	g-C/g-suolo	NA	Non Richiesto
$t_{LF}$	Tempo medio di durata del lisciviato	anni	NA	Non Richiesto
$pH$	pH	adim.	6,8	Default
$\rho_s$	Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>	1,7	Default
$\theta_e$	Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	0,353	Default
$\theta_w$	Contenuto volumetrico di acqua	adim.	0,103	Default
$\theta_a$	Contenuto volumetrico di aria	adim.	0,25	Default
$\theta_{wcap}$	Contenuto volumetrico di acqua nelle frangia capillare	adim.	NA	Non Richiesto
$\theta_{acap}$	Contenuto volumetrico di aria nelle frangia capillare	adim.	NA	Non Richiesto
$h_{cap}$	Spessore frangia capillare	m	NA	Non Richiesto
$I_{ef}$	Infiltrazione efficace	cm/anno	15,54	Modificato
$P$	Piovosità	cm/anno	92,91	Modificato
$\eta_{outdoor}$	Frazione areale di fratture outdoor	adim.	1	Default
<b>Zona Saturata</b>				
$W$	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	m	105	Modificato
$S_w$	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	m	NA	Non Richiesto
$d_a$	Spessore acquifero	m	8	Modificato
$K_{sat}$	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	4,25E-05	Modificato
$i$	Gradiente idraulico	adim.	0,003	Modificato
$v_{gw}$	Velocità di Darcy	m/s	1,28E-07	Modificato
$v_e$	Velocità media effettiva nella falda	m/s	3,31E-07	Modificato
$\theta_{e sat}$	Porosità efficace del terreno in zona saturata	adim.	0,385	Modificato
$f_{oc}$	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo	0,0006	Modificato
$POC$	Distanza recettore off site (DAF)	m	NA	Non Richiesto
$a_x$	Dispersione longitudinale	m	NA	Non Richiesto
$a_y$	Dispersione trasversale	m	NA	Non Richiesto
$a_z$	Dispersione verticale	m	NA	Non Richiesto
$\delta_{gw}$	Spessore della zona di miscelazione in falda	m	8,00E+00	Modificato
$LDF$	Fattore di diluizione in falda	adim.	2,97	Modificato

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Ambiente Outdoor</b>				
$\bar{O}_{air}$	Altezza della zona di miscelazione	m	2	Default
$W'$	Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	m	105	Modificato
$S_w'$	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	m	NA	Non Richiesto
$U_{air}$	Velocità del vento	m/s	1,14E+00	Modificato
$P_e$	Portata di particolato per unità di superficie	g/(cm·s <sup>2</sup> )	6,90E-14	Default
$T_{outdoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	30	Default
<b>POC ADF</b>	Distanza recettore off site (ADF)	m	NA	Non Richiesto
$\sigma_y$	Coefficiente di dispersione trasversale	m	NA	Non Richiesto
$\sigma_z$	Coefficiente di dispersione verticale	m	NA	Non Richiesto

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Ambiente Indoor</b>				
<b>Edificio On-Site</b>				
$Z_{crack}$	Profondità fondazioni da p.c.	m	NA	Non Richiesto
$L_{crack}$	Spessore delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\eta$	Frazione areale di fratture indoor	adim.	NA	Non Richiesto
$L_b$	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	NA	Non Richiesto
$\theta_{wcrack}$	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
$\theta_{acrack}$	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
<b>ER</b>	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	NA	Non Richiesto
$T_{indoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	NA	Non Richiesto
$\Delta p$	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	g/(cm·s <sup>2</sup> )	NA	Non Richiesto
$K_v$	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$A_b$	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$X_{crack}$	Perimetro delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\mu_{air}$	Viscosità del vapore	g/(cm·s)	NA	Non Richiesto
<b>Edificio Off-site</b>				
$Z_{crack}$	Profondità fondazioni da p.c.	m	NA	Non Richiesto
$L_{crack}$	Spessore delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\eta$	Frazione areale di fratture indoor	adim.	NA	Non Richiesto
$L_b$	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	NA	Non Richiesto
$\theta_{wcrack}$	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
$\theta_{acrack}$	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
<b>ER</b>	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	NA	Non Richiesto
$T_{indoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	NA	Non Richiesto
$\Delta p$	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	g/(cm·s <sup>2</sup> )	NA	Non Richiesto
$K_v$	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$A_b$	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$X_{crack}$	Perimetro delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\mu_{air}$	Viscosità del vapore	g/(cm·s)	NA	Non Richiesto

**Accettabilità**

Target	Individuale	Cumulativo
Rischio	1E-6	1E-5
Indice di pericolo	1	1

**Modello Concettuale**

Vie di esposizione	On-Site	Off-Site
<b>Suolo Superficiale</b>		
Ingestione Suolo	V	NA
Contatto Dermico	V	NA
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Polveri Outdoor	V	---
Inalazione Vapori Indoor	---	NA
Inalazione Polveri Indoor	---	NA
Lisciviazione In Falda	---	---
<b>Suolo Profondo</b>		
Lisciviazione in Falda	---	---
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Vapori Indoor	---	NA
<b>Falda</b>		
Ingestione d'acqua / Risorsa Idrica	---	---
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Vapori Indoor	---	---

**Recettori / Ambito**

Recettori	On-Site	Off-Site
Recettore	Res - Adjusted	NA
Bersaglio Falda	Risorsa Idrica	NA

Opzioni di Calcolo	Suolo Superficiale	Suolo Profondo
Volatilizzazione, Esaurimento sorgente	NA	NA
VFsamb per suolo superficiale se sorgente più profonda di p.c.	NA	---
Utilizza minore tra VFsamb e Vfss	---	NA
Lisciviazione, Esaurimento sorgente	No	NA
Soil Attenuation Model (SAM)	No	NA
<b>Altre Opzioni di Calcolo</b>		
Dispersione in Falda		NA
Considera Csat per calcolo Rischio (modalità forward)		No
Considera Csat per calcolo CSR (modalità backward)		No

Parametri di Esposizione On-site		Residenziale		Industriale
Simbolo	Unità di misura	Adulto	Bambino	Adulto
<b>ON-SITE</b>				
<b>Parametri Generali</b>				
Peso corporeo	kg	70	15	NA
Durata di esposizione sostanze cancerogene	anni	70		
Durata di esposizione sostanze non cancerogene	anni	24	6	NA
Frequenza di esposizione	giorni/anno	350	350	NA
<b>Ingestione di suolo</b>				
Frazione di suolo ingerita	adim	NA	NA	NA
Tasso di ingestione di suolo	mg/giorno	NA	NA	NA
<b>Contatto dermico con suolo</b>				
Superficie di pelle esposta	cm <sup>2</sup>	NA	NA	NA
Fattore di aderenza dermica del suolo	mg/cm <sup>2</sup> /giorno	NA	NA	NA
<b>Inalazione di aria outdoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione (c)	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione outdoor (a);(b)	m <sup>3</sup> /ora	NA	NA	NA
Frazione di particelle di suolo nella polvere	adim	NA		
<b>Inalazione di aria indoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione	ore/giorno	8	8	NA
Inalazione indoor (b)	m <sup>3</sup> /ora	0,9	0,7	NA
Frazione indoor di polvere all'aperto	adim	1		
<b>Ingestione di acqua potabile</b>				
Tasso di ingestione di acqua	L/giorno	NA	NA	NA

Parametri di Esposizione Off-site		Residenziale		Industriale
Simbolo	Unità di misura	Adulto	Bambino	Adulto
<b>OFF-SITE</b>				
<b>Parametri Generali</b>				
Peso corporeo	kg	NA	NA	NA
Durata di esposizione sostanze cancerogene	anni	NA	NA	NA
Durata di esposizione sostanze non cancerogene	anni	NA	NA	NA
Frequenza di esposizione	giorni/anno	NA	NA	NA
<b>Inalazione di aria outdoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione (c)	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione outdoor (a);(b)	m <sup>3</sup> /ora	NA	NA	NA
Frazione di particelle di suolo nella polvere	adim	NA	NA	NA
<b>Inalazione di aria indoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione indoor (b)	m <sup>3</sup> /ora	NA	NA	NA
Frazione indoor di polvere all'aperto	adim		NA	
<b>Ingestione di acqua potabile</b>				
Tasso di ingestione di acqua	L/giorno	NA	NA	NA

## Default modificato

ID	Contaminanti	Numero CAS	Classe	Peso Molecolare [g/mole]	Solubilità [mg/L]	Rif.	Pressione di vapore [mm Hg]	Rif.	Costante di Henry [adim.]	Rif.	Koc/Kd f(ph)	Koc [mg/kg/mg/L]	Kd [mg/kg/mg/L]	Rif.	log Kow [adim.]	Rif.	Coeff. Diff. Aria [cm <sup>2</sup> /sec]	Rif.	Coeff. Diff. Acqua [cm <sup>2</sup> /sec]	Rif.
134	Alifatici C9-C18		Idrocarburi (MADEP)	170,00	1,00E-02	8	1,06E-01	8	6,90E+01	8		6,80E+05		8			7,00E-02	8	5,00E-06	8
135	Alifatici C19-C36		Idrocarburi (MADEP)	280,00	1,50E-06	[c]	8,36E-04	[c]	1,10E+02	[c]		3,98E+08		[c]			3,36E-02	[c]	3,85E-06	[c]
137	Aromatici C11-C22		Idrocarburi (MADEP)	150,00	5,80E+00	8	2,43E-02	8	3,00E-02	8		5,00E+03		8			6,00E-02	8	1,00E-05	8

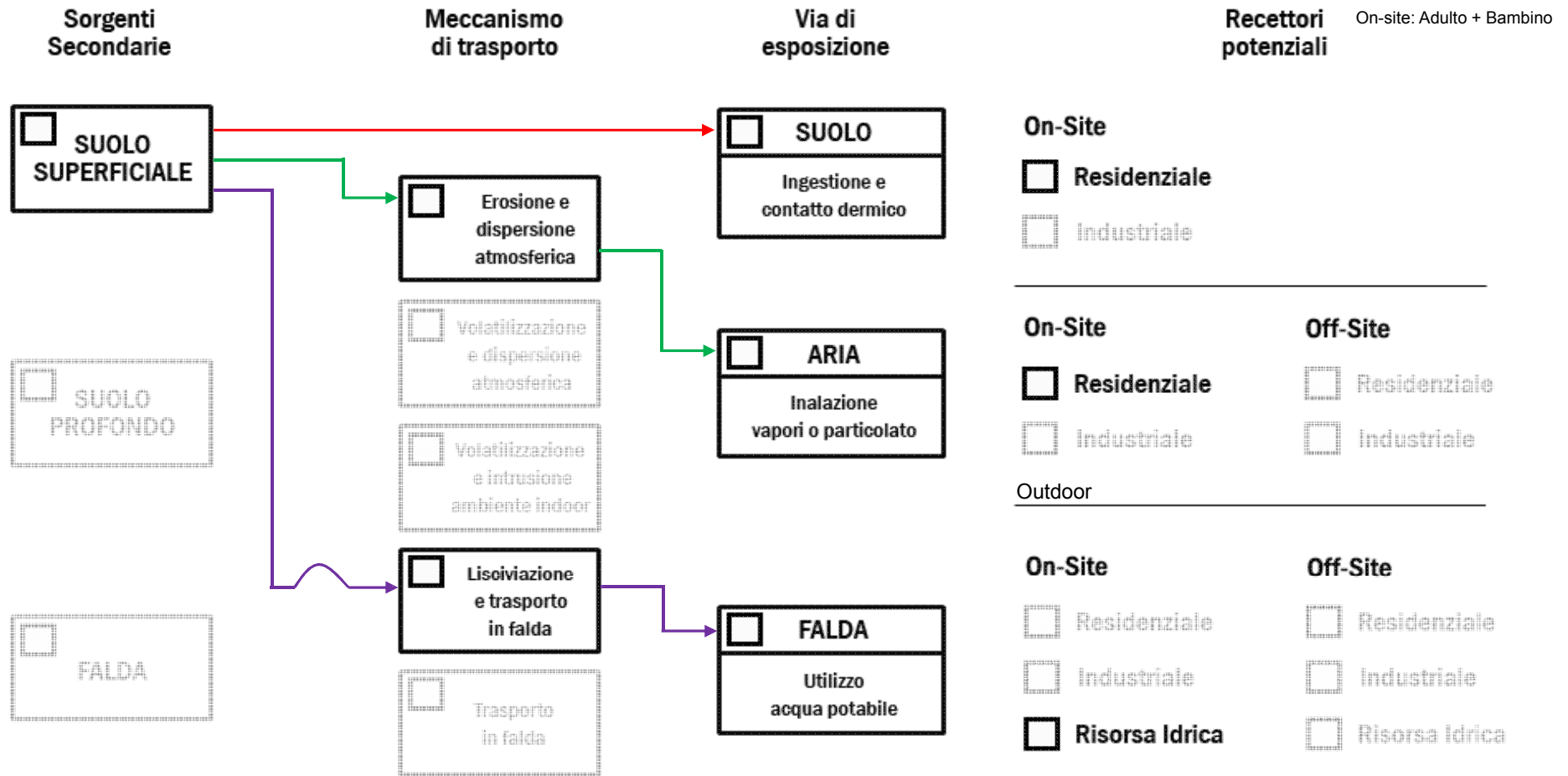
\* Contaminanti Modificati Rispetto al Default (in rosso i parametri modificati)



## Default modificato

ID	Contaminanti	Numero CAS	Classe	ADAF bambino	Rif.	SF Ing. [mg/kg/day]-1	Rif.	SF Inal. [mg/kg/day]-1	Rif.	RfD Ing. [mg/kg/day]	Rif.	RfD Inal. [mg/kg/day]	Rif.	ABS [adim.]	lamda [1/day]	CSC Suolo Residenziale [mg/ka s.s.]	CSC Suolo Industriale [mg/ka s.s.]	CSC Falda [mg/L]
134	Alifatici C9-C18		Idrocarburi (MADEP)							1,00E-01	8	5,70E-02	8	1,00E-01		1,00E+01	2,50E+02	3,50E-01
135	Alifatici C19-C36		Idrocarburi (MADEP)							2,00E+00	8	5,70E-02	---	1,00E-01		5,00E+01	7,50E+02	3,50E-01
137	Aromatici C11-C22		Idrocarburi (MADEP)							3,00E-02	8	1,43E-02	8	1,00E-01		1,00E+01	2,50E+02	3,50E-01

\* Contaminanti Modificati Rispetto al Default (in rosso i parametri modificati)



Suolo Superficiale				on-site			off-site	
Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m <sup>3</sup> ]	Csat [mg/kg s.s.]	Coutdoor [mg/m <sup>3</sup> ]	Cindoor [mg/m <sup>3</sup> ]	Cfalda [mg/L]	Coutdoor [mg/m <sup>3</sup> ]	Cfalda [mg/L]
Alifatici C9-C18	5,88E+01	---	1,50E+01	NA	NA	1,32E-02	NA	NA
Alifatici C19-C36	1,60E+02	---	1,31E+00	NA	NA	6,15E-05	NA	NA
Aromatici C11-C22	5,80E+00	---	6,41E+01	NA	NA	1,77E-01	NA	NA

**Sblocca/calcola Rischi  
con fattore di  
correzione**

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m <sup>3</sup> ]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m <sup>3</sup> ]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	C.A.S. Number
Alifatici C9-C18	5,88E+01	---		5,88E+01	---	---	9,62E-03	3,76E-02	1,00E+01	2,50E+02	1,50E+01	
Alifatici C19-C36	1,60E+02	---		1,60E+02	---	---	1,31E-03	1,76E-04	5,00E+01	7,50E+02	1,31E+00	
Aromatici C11-C22	5,80E+00	---		5,80E+00	---	---	3,16E-03	5,05E-01	1,00E+01	2,50E+02	6,41E+01	

<b>On-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	1,41E-02
Indoor	---	---
<b>Off-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	---

<b>On-site</b>	<b>R gw</b>
TPH WG	---
MADEP	5,43E-01
<b>Off-site</b>	<b>R gw</b>
TPH WG	---
MADEP	---

On-Site Contaminanti	Cumulativo Outdoor (Ingestione, Contatto Dermico, Vapori e Polveri Outdoor)		Cumulativo Indoor (Vapori e Polveri Indoor)		Ingestione Suolo		Contatto Dermico	
	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI
Alifatici C9-C18	---	9,62E-03	---	---	---	7,52E-03	---	2,10E-03
Alifatici C19-C36	---	1,31E-03	---	---	---	1,02E-03	---	2,86E-04
Aromatici C11-C22	---	3,16E-03	---	---	---	2,47E-03	---	6,92E-04

Cumulativo	R tot	HI tot	R tot	HI tot	R tot	HI tot	R tot	HI tot
	---	1,41E-02	---	---	---	1,10E-02	---	3,08E-03



Inalazione Vapori Outdoor		Inalazione Polveri Outdoor		Protezione Risorsa Idrica		Inalazione Vapori Indoor		Inalazione Polveri Indoor	
R	HI	R	HI	R GW		R	HI	R	HI
NA	NA	---	1,20E-08	R GW -->	3,76E-02	---	---	NA	NA
NA	NA	---	3,25E-08	R GW -->	1,76E-04	---	---	NA	NA
NA	NA	---	4,71E-09	R GW -->	5,05E-01	---	---	NA	NA

R tot	HI tot	R tot	HI tot	NA	R tot	HI tot	R tot	HI tot
---	---	---	4,92E-08	---	---	---	---	---

TPH WG  
MADEP

---
5,43E-01

Sblocca/calcola CSR  
con fattore di  
correzione

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo superficiale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg T.Q.]	Rischio cancerogeno (R)	Indice di pericolo (HI)	Rischio Risorsa Idrica (RGW)	CSC Residenziali [mg/kg s.s.]	CSC Industriali [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	CRS in sorgente [mg/kg s.s.]
Alifatici C9-C18	1,43E+03	5,00E+00	3,13E+02	2,94E+02	---	5,12E-02	2,00E-01	1,00E+01	2,50E+02	1,50E+01	5,88E+01
Alifatici C19-C36	1,22E+05	1,00E+02	1,22E+03	1,15E+03	---	1,00E-02	1,34E-03	5,00E+01	7,50E+02	1,31E+00	1,60E+02
Aromatici C11-C22	1,05E+01	1,26E+00	9,12E+00	8,56E+00	---	4,97E-03	7,94E-01	1,00E+01	2,50E+02	6,41E+01	5,80E+00

<b>On-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	6,62E-02
Indoor	---	---
<b>Off-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	---
<b>On-site</b>	<b>R gw</b>	
TPH WG	---	
MADEP	9,95E-01	
<b>Off-site</b>	<b>R gw</b>	
TPH WG	---	
MADEP	---	

On-site Contaminanti	Cumulativo Outdoor (Ingestione, Contatto Dermico, Vapori e Polveri Outdoor)				Cumulativo Indoor (Vapori e Polveri Indoor)				Ingestione di Suolo			
	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI
Alifatici C9-C18	1,22E+03	NC	---	5,12E-02	NA	---	---	---	1,56E+03	NC	---	4,00E-02
Alifatici C19-C36	1,22E+03	NC	---	1,00E-02	NA	---	---	---	1,56E+03	NC	---	7,81E-03
Aromatici C11-C22	1,45E+03	NC	---	4,97E-03	NA	---	---	---	1,86E+03	NC	---	3,89E-03

Cumulativo	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
	---	6,62E-02	---	---	---	5,17E-02

Contatto Dermico				Inalazione di Vapori Outdoor				Inalazione di Polveri Outdoor			
CSR [mg/kg]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI
5,59E+03	NC	---	1,12E-02	NA	---	---	---	[9,82E+08]	> 1E+6	---	6,37E-08
5,59E+03	NC	---	2,19E-03	NA	---	---	---	[4,91E+07]	> 1E+6	---	2,49E-07
6,65E+03	NC	---	1,09E-03	NA	---	---	---	[9,77E+08]	> 1E+6	---	7,40E-09

R tot	HI tot
---	1,45E-02

R tot	HI tot
---	---

R tot	HI tot
---	3,20E-07

Protezione Risorsa Idrica				Inalazione di Vapori Indoor				Inalazione di Polveri Indoor			
CSR [mg/kg]	KEY		R GW	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI
3,13E+02	CSC/LF/f	R GW -->	2,00E-01	NA	---	---	---	NA	---	---	---
9,09E+03	CSC/LF/f	R GW -->	1,34E-03	NA	---	---	---	NA	---	---	---
9,12E+00	CSC/LF/f	R GW -->	7,94E-01	NA	---	---	---	NA	---	---	---

NA	
---	---

R tot	HI tot
---	---

R tot	HI tot
---	---

TPH WG	---
MADEP	9,95E-01

Seleziona Matrice



Suolo Superficiale

Suolo Superficiale

## Calcolo CSR per speciazione TPH WG

Classificazione TPH WG	CRS (mg/kg s.s.)	Frazioni			CSR (mg/kg s.s.)	CSR/f (mg/kg s.s.)		
		f C<12	f C>12	f totali		C<12	C>12	HC tot
Alifatici C5-C6	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici >C6-C8	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C >8-10	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C >10-12	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C >12-16	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici >C16-21	non inseriti	---			NA	---		
Alifatici >C21-C35	non inseriti	---			NA	---		
Aromatici C > 7-8	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C >8-10	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C >10-12	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C >12-16	non inseriti	---			NA	---		
Aromatici C >16-21	non inseriti	---			NA	---		
Aromatici C >21-35	non inseriti	---			NA	---		

Classi	CRS (mg/kg s.s.)
Idrocarburi C<12	0,00E+00
Idrocarburi C>12	0,00E+00
Idrocarburi totali	0,00E+00

Idrocarburi	C<12	C>12	HC tot
CSR (mg/kg s.s.)	NA	NA	NA
Classe critica	NA	NA	NA

## Calcolo CSR per speciazione MADEP

Classificazione MADEP	CRS (mg/kg s.s.)	Frazioni			CSR (mg/kg s.s.)	CSR/f (mg/kg s.s.)		
		f C<12	f C>12	f totali		C<12	C>12	HC tot
Alifatici C5-C8	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C9-C18	5,88E+01	9,10E-01	2,62E-01	2,62E-01	3,13E+02	3,44E+02	1,19E+03	1,19E+03
Alifatici C19-C36	1,60E+02	---	7,12E-01	7,12E-01	1,22E+03	---	1,72E+03	1,72E+03
Aromatici C9-C10	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C11-C22	5,80E+00	8,98E-02	2,59E-02	2,59E-02	9,12E+00	1,02E+02	3,53E+02	3,53E+02

Classi	CRS (mg/kg s.s.)
Idrocarburi C<12	6,5E+01
Idrocarburi C>12	2,2E+02
Idrocarburi totali	2,2E+02

Nella speciazione MADEP in maniera cautelativa le classi miste (ad es. Alifatici C9-C18) vengono conteggiate sia nei C<12 che nei C>12

Idrocarburi	C<12	C>12	HC tot
CSR (mg/kg s.s.)	1,0E+02	3,5E+02	3,5E+02
Classe critica	Aromatici C11-C22	Aromatici C11-C22	Aromatici C11-C22



**ALLEGATO POB8**

**Caratteristiche Sito**

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Zona Insatura</b>				
$L_s$ (SS)	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	m	NA	Non Richiesto
$L_s$ (SP)	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	m	1	Default
$d$	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	m	NA	Non Richiesto
$d_s$	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	m	2	Default
$L_{GW}$	Profondità del piano di falda	m	2,986	Modificato
$h_v$	Spessore della zona insatura	m	NA	Non Richiesto
$f_{oc, SS}$	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	g-C/g-suolo	NA	Non Richiesto
$f_{oc, SP}$	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo profondo	g-C/g-suolo	0,006446	Modificato
$t_{LF}$	Tempo medio di durata del lisciviato	anni	NA	Non Richiesto
$pH$	pH	adim.	6,8	Default
$\rho_s$	Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>	1,7	Default
$\theta_e$	Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	0,383	Modificato
$\theta_w$	Contenuto volumetrico di acqua	adim.	0,255	Modificato
$\theta_a$	Contenuto volumetrico di aria	adim.	0,128	Modificato
$\theta_{wcap}$	Contenuto volumetrico di acqua nelle frangia capillare	adim.	NA	Non Richiesto
$\theta_{acap}$	Contenuto volumetrico di aria nelle frangia capillare	adim.	NA	Non Richiesto
$h_{cap}$	Spessore frangia capillare	m	NA	Non Richiesto
$I_{ef}$	Infiltrazione efficace	cm/anno	7,77	Modificato
$P$	Piovosità	cm/anno	92,91	Modificato
$\eta_{outdoor}$	Frazione areale di fratture outdoor	adim.	1	Default
<b>Zona Saturata</b>				
$W$	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	m	110	Modificato
$S_w$	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	m	NA	Non Richiesto
$d_a$	Spessore acquifero	m	8	Modificato
$K_{sat}$	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	4,25E-05	Modificato
$i$	Gradiente idraulico	adim.	0,003	Modificato
$v_{gw}$	Velocità di Darcy	m/s	1,28E-07	Modificato
$v_e$	Velocità media effettiva nella falda	m/s	3,31E-07	Modificato
$\theta_{e sat}$	Porosità efficace del terreno in zona saturo	adim.	0,385	Modificato
$f_{oc}$	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo	0,0006	Modificato
$POC$	Distanza recettore off site (DAF)	m	NA	Non Richiesto
$a_x$	Dispersione longitudinale	m	NA	Non Richiesto
$a_y$	Dispersione trasversale	m	NA	Non Richiesto
$a_z$	Dispersione verticale	m	NA	Non Richiesto
$\delta_{gw}$	Spessore della zona di miscelazione in falda	m	8,00E+00	Modificato
$LDF$	Fattore di diluizione in falda	adim.	4,76	Modificato

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Ambiente Outdoor</b>				
$\bar{D}_{air}$	Altezza della zona di miscelazione	m	NA	Non Richiesto
$W'$	Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	m	NA	Non Richiesto
$S_w'$	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	m	NA	Non Richiesto
$U_{air}$	Velocità del vento	m/s	NA	Non Richiesto
$P_e$	Portata di particolato per unità di superficie	g/(cm·s <sup>2</sup> )	NA	Non Richiesto
$T_{outdoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	NA	Non Richiesto
<b>POC ADF</b>	Distanza recettore off site (ADF)	m	NA	Non Richiesto
$\sigma_y$	Coefficiente di dispersione trasversale	m	NA	Non Richiesto
$\sigma_z$	Coefficiente di dispersione verticale	m	NA	Non Richiesto

Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Ambiente Indoor</b>				
<b>Edificio On-Site</b>				
$Z_{crack}$	Profondità fondazioni da p.c.	m	NA	Non Richiesto
$L_{crack}$	Spessore delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\eta$	Frazione areale di fratture indoor	adim.	NA	Non Richiesto
$L_b$	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	NA	Non Richiesto
$\theta_{wcrack}$	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
$\theta_{acrack}$	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
<b>ER</b>	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	NA	Non Richiesto
$T_{indoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	NA	Non Richiesto
$\Delta p$	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	g/(cm·s <sup>2</sup> )	NA	Non Richiesto
$K_v$	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$A_b$	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$X_{crack}$	Perimetro delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\mu_{air}$	Viscosità del vapore	g/(cm·s)	NA	Non Richiesto
<b>Edificio Off-site</b>				
$Z_{crack}$	Profondità fondazioni da p.c.	m	NA	Non Richiesto
$L_{crack}$	Spessore delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\eta$	Frazione areale di fratture indoor	adim.	NA	Non Richiesto
$L_b$	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	NA	Non Richiesto
$\theta_{wcrack}$	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
$\theta_{acrack}$	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	NA	Non Richiesto
<b>ER</b>	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	NA	Non Richiesto
$T_{indoor}$	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	NA	Non Richiesto
$\Delta p$	Differenza di pressione tra indoor e outdoor	g/(cm·s <sup>2</sup> )	NA	Non Richiesto
$K_v$	Permeabilità del suolo al flusso di vapore	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$A_b$	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	m <sup>2</sup>	NA	Non Richiesto
$X_{crack}$	Perimetro delle fondazioni/muri	m	NA	Non Richiesto
$\mu_{air}$	Viscosità del vapore	g/(cm·s)	NA	Non Richiesto

**Accettabilità**

Target	Individuale	Cumulativo
Rischio	1E-6	1E-5
Indice di pericolo	1	1

**Modello Concettuale**

Vie di esposizione	On-Site	Off-Site
<b>Suolo Superficiale</b>		
Ingestione Suolo	---	NA
Contatto Dermico	---	NA
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Polveri Outdoor	---	---
Inalazione Vapori Indoor	---	NA
Inalazione Polveri Indoor	---	NA
Lisciviazione In Falda	V	---
<b>Suolo Profondo</b>		
Lisciviazione in Falda	V	---
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Vapori Indoor	---	NA
<b>Falda</b>		
Ingestione d'acqua / Risorsa Idrica	---	---
Inalazione Vapori Outdoor	---	---
Inalazione Vapori Indoor	---	---

**Recettori / Ambito**

Recettori	On-Site	Off-Site
Recettore	Res - Adjusted	NA
Bersaglio Falda	Risorsa Idrica	NA

Opzioni di Calcolo	Suolo Superficiale	Suolo Profondo
Volatilizzazione, Esaurimento sorgente	NA	NA
VFsamb per suolo superficiale se sorgente più profonda di p.c.	NA	---
Utilizza minore tra VFsamb e Vfss	---	NA
Lisciviazione, Esaurimento sorgente	NA	No
Soil Attenuation Model (SAM)	NA	No
<b>Altre Opzioni di Calcolo</b>		
Dispersione in Falda		NA
Considera Csat per calcolo Rischio (modalità forward)		No
Considera Csat per calcolo CSR (modalità backward)		No

Parametri di Esposizione On-site		Residenziale		Industriale
Simbolo	Unità di misura	Adulto	Bambino	Adulto
<b>ON-SITE</b>				
<b>Parametri Generali</b>				
Peso corporeo	kg	70	15	NA
Durata di esposizione sostanze cancerogene	anni	70		
Durata di esposizione sostanze non cancerogene	anni	24	6	NA
Frequenza di esposizione	giorni/anno	350	350	NA
<b>Ingestione di suolo</b>				
Frazione di suolo ingerita	adim	NA	NA	NA
Tasso di ingestione di suolo	mg/giorno	NA	NA	NA
<b>Contatto dermico con suolo</b>				
Superficie di pelle esposta	cm <sup>2</sup>	NA	NA	NA
Fattore di aderenza dermica del suolo	mg/cm <sup>2</sup> /giorno	NA	NA	NA
<b>Inalazione di aria outdoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione (c)	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione outdoor (a);(b)	m <sup>3</sup> /ora	NA	NA	NA
Frazione di particelle di suolo nella polvere	adim	NA		
<b>Inalazione di aria indoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione	ore/giorno	8	8	NA
Inalazione indoor (b)	m <sup>3</sup> /ora	0,9	0,7	NA
Frazione indoor di polvere all'aperto	adim	1		
<b>Ingestione di acqua potabile</b>				
Tasso di ingestione di acqua	L/giorno	NA	NA	NA

Parametri di Esposizione Off-site		Residenziale		Industriale
Simbolo	Unità di misura	Adulto	Bambino	Adulto
<b>OFF-SITE</b>				
<b>Parametri Generali</b>				
Peso corporeo	kg	NA	NA	NA
Durata di esposizione sostanze cancerogene	anni	NA	NA	NA
Durata di esposizione sostanze non cancerogene	anni	NA	NA	NA
Frequenza di esposizione	giorni/anno	NA	NA	NA
<b>Inalazione di aria outdoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione (c)	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione outdoor (a);(b)	m <sup>3</sup> /ora	NA	NA	NA
Frazione di particelle di suolo nella polvere	adim	NA	NA	NA
<b>Inalazione di aria indoor</b>				
Frequenza giornaliera di esposizione	ore/giorno	NA	NA	NA
Inalazione indoor (b)	m <sup>3</sup> /ora	NA	NA	NA
Frazione indoor di polvere all'aperto	adim		NA	
<b>Ingestione di acqua potabile</b>				
Tasso di ingestione di acqua	L/giorno	NA	NA	NA

## Default modificato

ID	Contaminanti	Numero CAS	Classe	Peso Molecolare [g/mole]	Solubilità [mg/L]	Rif.	Pressione di vapore [mm Hg]	Rif.	Costante di Henry [adim.]	Rif.	Koc/Kd f(pH)	Koc [mg/kg/mg/L]	Kd [mg/kg/mg/L]	Rif.	log Kow [adim.]	Rif.	Coeff. Diff. Aria [cm <sup>2</sup> /sec]	Rif.	Coeff. Diff. Acqua [cm <sup>2</sup> /sec]	Rif.
20	Piombo *	7439-92-1	Inorganici	207,20									2,00E+04							
25	Zinco*	7440-66-6	Inorganici	65,38							f(pH)		1,71E+03							
52	Indenopirene	193-39-5	Aromatici policiclici	276,34	1,90E-04	1	1,81E-10	1*	1,42E-05	1		1,95E+06		1	6,70E+00	2	4,48E-02	1	5,23E-06	1
134	Alifatici C9-C18		Idrocarburi (MADEP)	170,00	1,00E-02	8	1,06E-01	8	6,90E+01	8		6,80E+05		8			7,00E-02	8	5,00E-06	8
135	Alifatici C19-C36		Idrocarburi (MADEP)	280,00	1,50E-06	[c]	8,36E-04	[c]	1,10E+02	[c]		3,98E+08		[c]			3,36E-02	[c]	3,85E-06	[c]
137	Aromatici C11-C22		Idrocarburi (MADEP)	150,00	5,80E+00	8	2,43E-02	8	3,00E-02	8		5,00E+03		8			6,00E-02	8	1,00E-05	8

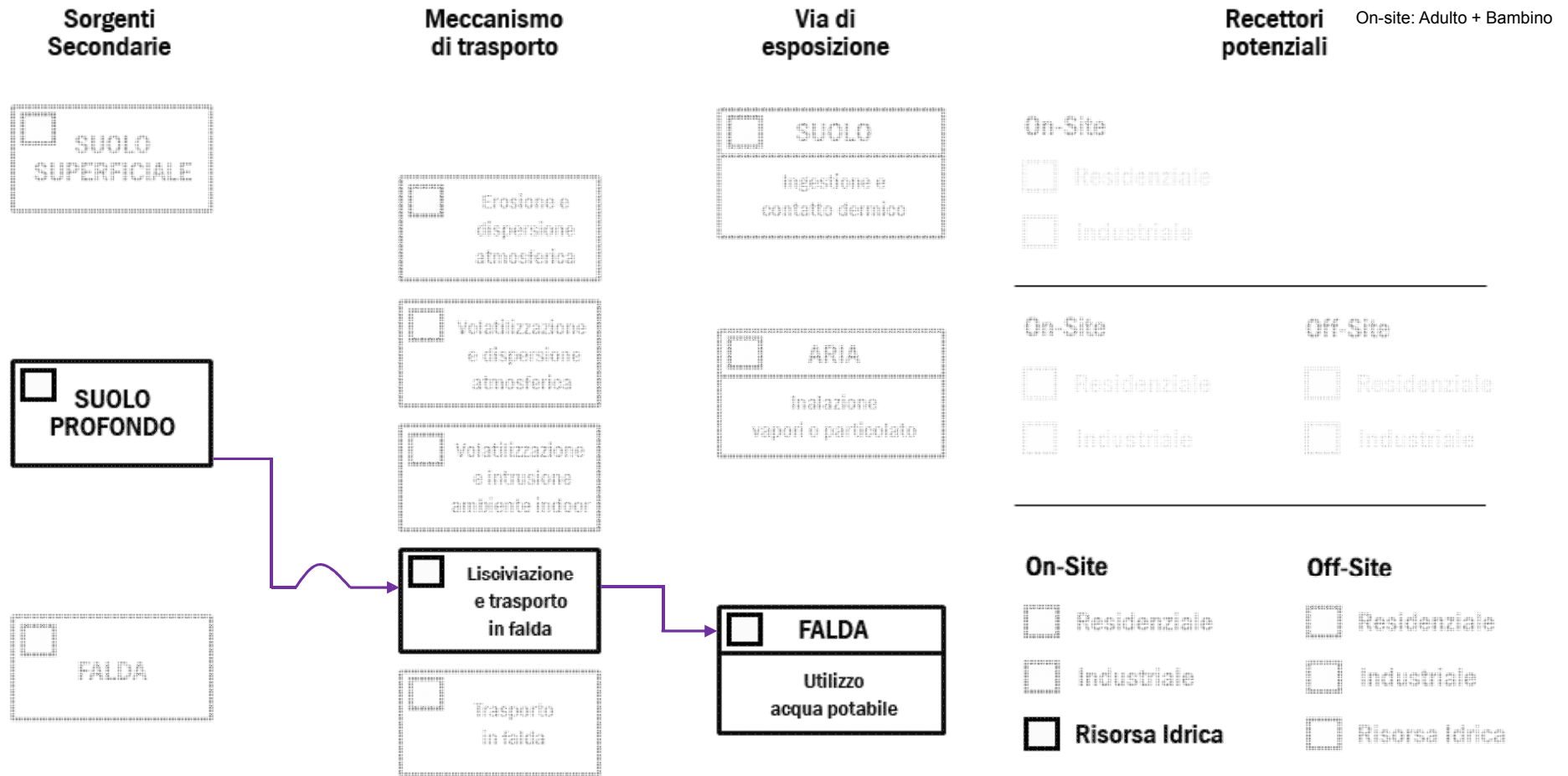
\* Contaminanti Modificati Rispetto al Default (in rosso i parametri modificati)



## Default modificato

ID	Contaminanti	Numero CAS	Classe	ADAF bambino	Rif.	SF Ing. [mg/kg/day]-1	Rif.	SF Inal. [mg/kg/day]-1	Rif.	RfD Ing. [mg/kg/day]	Rif.	RfD Inal. [mg/kg/day]	Rif.	ABS [adim.]	lamda [1/day]	CSC Suolo Residenziale [mg/ka s.s.]	CSC Suolo Industriale [mg/ka s.s.]	CSC Falda [mg/L]
20	Piombo *	7439-92-1	Inorganici							3,50E-03		3,50E-03		1,00E-02		1,00E+02	1,00E+03	1,00E-02
25	Zinco *	7440-66-6	Inorganici							3,00E-01		3,00E-01		1,00E-02		1,50E+02	1,50E+03	3,00E+00
52	Indenopirene	193-39-5	Aromatici policiclici			7,30E-01	1	3,85E-01	1					1,30E-01		1,00E-01	5,00E+00	1,00E-04
134	Alifatici C9-C18		Idrocarburi (MADEP)							1,00E-01	8	5,70E-02	8	1,00E-01		1,00E+01	2,50E+02	3,50E-01
135	Alifatici C19-C36		Idrocarburi (MADEP)							2,00E+00	8	5,70E-02	---	1,00E-01		5,00E+01	7,50E+02	3,50E-01
137	Aromatici C11-C22		Idrocarburi (MADEP)							3,00E-02	8	1,43E-02	8	1,00E-01		1,00E+01	2,50E+02	3,50E-01

\* Contaminanti Modificati Rispetto al Default (in rosso i parametri modificati)



Suolo Profondo				on-site			off-site	
Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m <sup>3</sup> ]	Csat [mg/kg s.s.]	Coutdoor [mg/m <sup>3</sup> ]	Cindoor [mg/m <sup>3</sup> ]	Cfalda [mg/L]	Coutdoor [mg/m <sup>3</sup> ]	Cfalda [mg/L]
Piombo *	2,32E+02	---	---	NA	NA	2,44E-03	NA	NA
Zinco*	2,32E+02	---	---	NA	NA	2,86E-02	NA	NA
Indenopirene	1,68E-01	---	2,39E+00	NA	NA	2,81E-06	NA	NA
Alifatici C9-C18	2,31E+02	---	4,39E+01	NA	NA	1,10E-02	NA	NA
Alifatici C19-C36	7,09E+02	---	3,85E+00	NA	NA	5,80E-05	NA	NA
Aromatici C11-C22	2,41E+01	---	1,88E+02	NA	NA	1,56E-01	NA	NA

Sblocca/calcola  
Rischi con fattore di  
correzione

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	C.A.S. Number
Piombo *	2,32E+02	---		2,32E+02	---	---	---	2,44E-01	1,00E+02	1,00E+03	---	7439-92-1
Zinco*	2,32E+02	---		2,32E+02	---	---	---	9,52E-03	1,50E+02	1,50E+03	---	7440-66-6
Indenopirene	1,68E-01	---		1,68E-01	---	---	---	2,81E-02	1,00E-01	5,00E+00	2,39E+00	193-39-5
Alifatici C9-C18	2,31E+02	---		2,31E+02	---	---	---	3,16E-02	1,00E+01	2,50E+02	4,39E+01	
Alifatici C19-C36	7,09E+02	---		7,09E+02	---	---	---	1,66E-04	5,00E+01	7,50E+02	3,85E+00	
Aromatici C11-C22	2,41E+01	---		2,41E+01	---	---	---	4,46E-01	1,00E+01	2,50E+02	1,88E+02	

<b>On-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	---
Indoor	---	---
<b>Off-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	---

<b>On-site</b>	<b>R gw</b>
TPH WG	---
MADEP	4,78E-01
<b>Off-site</b>	<b>R gw</b>
TPH WG	---
MADEP	---

On-Site Contaminanti	Protezione Risorsa Idrica		Inalazione Vapori Outdoor		Inalazione Vapori Indoor	
	R GW -->	R GW	R	HI	R	HI
Piombo *	R GW -->	2,44E-01	NA	NA	NA	NA
Zinco*	R GW -->	9,52E-03	NA	NA	NA	NA
Indenopirene	R GW -->	2,81E-02	NA	NA	NA	NA
Alifatici C9-C18	R GW -->	3,16E-02	NA	NA	NA	NA
Alifatici C19-C36	R GW -->	1,66E-04	NA	NA	NA	NA
Aromatici C11-C22	R GW -->	4,46E-01	NA	NA	NA	NA

Cumulativo	NA	R tot	HI tot	R tot	HI tot
	---	---	---	---	---
TPH WG	---				
MADEP	4,78E-01				

Sblocca/calcola CSR  
con fattore di  
correzione

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg T.Q.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]	CRS in sorgente [mg/kg s.s.]
Piombo *	9,51E+02		9,51E+02	8,08E+02	---	---	1,00E+00	1,00E+02	1,00E+03	---	2,32E+02
Zinco*	2,44E+04		2,44E+04	2,07E+04	---	---	1,00E+00	1,50E+02	1,50E+03	---	2,32E+02
Indenopirene	5,99E+00		5,99E+00	5,09E+00	---	---	1,00E+00	1,00E-01	5,00E+00	2,39E+00	1,68E-01
Alifatici C9-C18	7,32E+03	6,50E+00	1,13E+03	9,57E+02	---	---	1,54E-01	1,00E+01	2,50E+02	4,39E+01	2,31E+02
Alifatici C19-C36	4,28E+06	1,00E+02	4,28E+04	3,64E+04	---	---	1,00E-02	5,00E+01	7,50E+02	3,85E+00	7,09E+02
Aromatici C11-C22	5,40E+01	1,20E+00	4,51E+01	3,83E+01	---	---	8,35E-01	1,00E+01	2,50E+02	1,88E+02	2,41E+01

<b>On-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	---
Indoor	---	---
<b>Off-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Outdoor	---	---
<b>On-site</b>	<b>R gw</b>	
TPH WG	---	
MADEP	9,99E-01	
<b>Off-site</b>	<b>R gw</b>	
TPH WG	---	
MADEP	---	



On-Site Contaminanti	Protezione Risorsa Idrica				Inalazione Vapori Outdoor				Inalazione Vapori Indoor			
	CSR [mg/kg]	KEY	R GW	R GW	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI	CSR [mg/kg]	KEY	R	HI
Piombo *	9,51E+02	CSC/LF	R GW -->	1,00E+00	NA	---	---	---	NA	---	---	---
Zinco*	2,44E+04	CSC/LF	R GW -->	1,00E+00	NA	---	---	---	NA	---	---	---
Indenopirene	5,99E+00	CSC/LF	R GW -->	1,00E+00	NA	---	---	---	NA	---	---	---
Alifatici C9-C18	1,13E+03	CSC/LF/f	R GW -->	1,54E-01	NA	---	---	---	NA	---	---	---
Alifatici C19-C36	4,28E+04	CSC/LF/f	R GW -->	1,00E-02	NA	---	---	---	NA	---	---	---
Aromatici C11-C22	4,51E+01	CSC/LF/f	R GW -->	8,35E-01	NA	---	---	---	NA	---	---	---

Cumulativo

NA		R tot	HI tot	R tot	HI tot
---	---	---	---	---	---

TPH WG	---
MADEP	9,99E-01

Seleziona Matrice



Suolo Profondo

Suolo Profondo

## Calcolo CSR per speciazione TPH WG

Classificazione TPH WG	CRS (mg/kg s.s.)	Frazioni	Frazioni	Frazioni	CSR (mg/kg s.s.)	CSR/f (mg/kg s.s.)		
		f C<12	f C>12	f totali		C<12	C>12	HC tot
Alifatici C5-C6	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici >C6-C8	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C >8-10	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C >10-12	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C >12-16	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici >C16-21	non inseriti	---			NA	---		
Alifatici >C21-C35	non inseriti	---			NA	---		
Aromatici C > 7-8	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C >8-10	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C >10-12	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C >12-16	non inseriti	---			NA	---		
Aromatici C >16-21	non inseriti	---			NA	---		
Aromatici C >21-35	non inseriti	---			NA	---		

Classi	CRS (mg/kg s.s.)
Idrocarburi C<12	0,00E+00
Idrocarburi C>12	0,00E+00
Idrocarburi totali	0,00E+00

Idrocarburi	C<12	C>12	HC tot
CSR (mg/kg s.s.)	NA	NA	NA
Classe critica	NA	NA	NA

## Calcolo CSR per speciazione MADEP

Classificazione MADEP	CRS (mg/kg s.s.)	Frazioni	Frazioni	Frazioni	CSR (mg/kg s.s.)	CSR/f (mg/kg s.s.)		
		f C<12	f C>12	f totali		C<12	C>12	HC tot
Alifatici C5-C8	non inseriti		---		NA		---	
Alifatici C9-C18	2,31E+02	9,06E-01	2,40E-01	2,40E-01	1,13E+03	1,24E+03	4,70E+03	4,70E+03
Alifatici C19-C36	7,09E+02	---	7,35E-01	7,35E-01	4,28E+04	---	5,82E+04	5,82E+04
Aromatici C9-C10	non inseriti		---		NA		---	
Aromatici C11-C22	2,41E+01	9,45E-02	2,50E-02	2,50E-02	4,51E+01	4,77E+02	1,80E+03	1,80E+03

Classi	CRS (mg/kg s.s.)
Idrocarburi C<12	2,6E+02
Idrocarburi C>12	9,6E+02
Idrocarburi totali	9,6E+02

Nella speciazione MADEP in maniera cautelativa le classi miste (ad es. Alifatici C9-C18) vengono conteggiate sia nei C<12 che nei C>12

Idrocarburi	C<12	C>12	HC tot
CSR (mg/kg s.s.)	4,8E+02	1,8E+03	1,8E+03
Classe critica	Aromatici C11-C22	Aromatici C11-C22	Aromatici C11-C22