

---

**Chemisol Italia Srl – Polo chimico  
di Castellanza e Olgiate Olona (VA)  
Sub area BH16 – Zona C  
Progetto di Messa in Sicurezza Permanente  
dei suoli ai sensi del D.Lgs. 152/06**

**23 Novembre 2015**



## Riferimenti

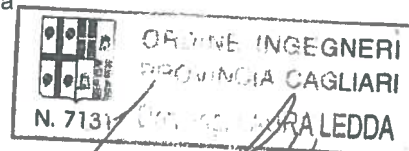
**Titolo** Chemisol Italia Srl – Polo chimico di Castellanza e Olgiate Olona (VA).  
Sub area BH16 - Zona C  
Progetto di Messa in Sicurezza Permanente dei suoli ai sensi del D.Lgs.  
152/06.

**Committente** Chemisol Italia S.r.L. Corso Sempione, 13 – Castellanza (VA)

**Autore/i** Giovanni Buscone – Christian Nielsen – Laura Ledda

**Verificato e approvato** Alberto Riva

**Numero di progetto** 8002547  
**Numero di pagine** 43 (esclusi gli allegati)  
**Data** 23 Novembre 2015



Tauw Italia S.r.l.  
Piazza Leonardo da Vinci, 7  
20133 Milano  
Telefono 02 26 62 611  
Fax 02 26 62 61 52

Il presente documento è di proprietà del Cliente che ha la possibilità di utilizzarlo unicamente per gli scopi per i quali è stato elaborato, nel rispetto dei diritti legali e della proprietà intellettuale. Tauw Italia detiene il copyright del presente documento. La qualità ed il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi sono considerati elementi prioritari da Tauw Italia che opera in conformità con gli standard di qualità ed è accreditata:

- UNI-EN-ISO 9001:2000

Rif. 2547\_001r15gib

---

## Indice

<b>1</b>	<b>Premessa e inquadramento amministrativo .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Inquadramento dell'area .....</b>	<b>9</b>
2.1	Ubicazione e informazioni generali sull'area .....	9
<b>3</b>	<b>Assetto geologico ed idrogeologico .....</b>	<b>11</b>
3.1	Assetto stratigrafico .....	11
3.2	Assetto idrogeologico .....	11
<b>4</b>	<b>Analisi dei livelli di inquinamento .....</b>	<b>13</b>
4.1	Suolo insaturo .....	13
4.1	Acque sotterranee .....	15
<b>5</b>	<b>Obiettivi dell'intervento e selezione della tecnica da applicare .....</b>	<b>17</b>
5.1	Obiettivi dell'intervento .....	17
5.2	Criteri di intervento .....	17
5.3	Selezione della tecnica di intervento .....	18
<b>6</b>	<b>Analisi di rischio in modalità <i>forward</i> .....</b>	<b>21</b>
6.1	Premessa .....	21
6.2	Obiettivi dell'analisi del rischio .....	21
6.3	Selezione dei contaminanti .....	22
6.4	Modello concettuale .....	22
6.5	Parametri di Input del modello .....	24
6.5.1	Parametri relativi al sito .....	24
6.5.2	Parametri chimico-fisici .....	27
6.6	Analisi delle vie di trasporto .....	27
6.7	Risultati dell'analisi di rischio .....	28
6.7.1	Rischio sanitario .....	28
6.7.2	Rischio ambientale – lisciviazione in falda .....	28
6.8	Conclusioni .....	29
<b>7</b>	<b>Descrizione dell'intervento di MSP proposto .....</b>	<b>31</b>
7.1	Descrizione dell'intervento .....	31
7.2	Preparazione dell'area .....	31
7.1	Predisposizione della rete di raccolta acque meteoriche .....	31
7.2	Realizzazione della pavimentazione in conglomerato bituminoso .....	32

<b>8</b>	<b>Gestione dei materiali .....</b>	<b>33</b>
8.1	Gestione dei terreni di scarifica e dei materiali da demolizioni.....	33
8.1	Trasporto e smaltimento di rifiuti .....	34
<b>9</b>	<b>Collaudi, monitoraggio e manutenzione dell'opera .....</b>	<b>35</b>
9.1	Collaudo dell'intervento .....	35
9.2	Monitoraggio dell'intervento .....	35
9.1	Manutenzione dell'opera .....	35
<b>10</b>	<b>Limitazioni all'uso dell'area.....</b>	<b>37</b>
<b>11</b>	<b>Criteri di protezione per i lavoratori .....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Tempistica per la realizzazione dell'opera .....</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>Stima dei costi .....</b>	<b>43</b>

**Tavole:**

- Tavola 1: Inquadramento territoriale
- Tavola 2: Ubicazione sondaggi realizzati (estratto da rapporto ERM)
- Tavola 3: Ubicazione dell'area impattata
- Tavola 4: Inserimento dell'area di MSP nell'ambito degli interventi di riqualificazione

**Allegati:**

1. Decreto di approvazione dei *"Risultati indagini integrative 2013 per il dimensionamento degli interventi di bonifica, relativi ai lotti settentrionali –zone C e D"* n. 1791 del 4 marzo 2014
2. Schermate di input e output del modello di analisi di rischio
3. Tabelle di calcolo dei valori di rischio

## 1 Premessa e inquadramento amministrativo

La Società Chemisol S.r.L. (di seguito anche Committente) è proprietaria di un'area sita nei comuni di Castellanza e Olgiate Olona ricadente all'interno del più ampio comparto industriale denominato *Polo Chimico ex Montedison*, iscritta all'anagrafe dei siti contaminati in qualità di Sito di Interesse Regionale (SIR).

La procedura ha avuto inizio ai sensi del D.M. 471/99 con la comunicazione da parte della precedente proprietà (Agrolinz Melamine Italia S.r.L. successivamente divenuta Agrolinz Melamine International Italia S.r.L. – AMI) della presenza di potenziale contaminazione con possibile superamento dei limiti di concentrazione per alcuni parametri rispetto ai valori tabellari fissati dalla normativa sopracitata.

Successivamente all'entrata in vigore dell'attuale normativa di riferimento (D.Lgs. 152/06), sono state svolte, a partire dal 2007, numerose attività di caratterizzazione del suolo, sottosuolo e delle acque sotterranee, attraverso l'apertura di distinti procedimenti amministrativi in relazione alla suddivisione del sito in più aree tra loro omogenee, denominate zone A, B, C e D.

In particolare, le indagini eseguite nella Zona C avevano evidenziato, nel campione prelevato nel sondaggio BH16 a 1 m da p.c., il superamento dei limiti normativi (CSC: Concentrazione Soglia di Contaminazione fissata dalla Colonna B della Tabella 1 in Allegato 5 alla Parte quarta Titolo V del D. Lgs. n. 152/06 per siti ad uso commerciale ed industriale) per il parametro Arsenico.

Nel mese di febbraio 2013 Chemisol ha eseguito indagini integrative finalizzate a dimensionare gli interventi di bonifica nella medesima zona, i cui esiti sono riportati nel documento *“Risultati Indagini Integrative 2013 per il Dimensionamento degli Interventi di Bonifica – Lotti Settentrionali - Zone C e D – Aree Chemisol – Polo Chimico di Castellanza e Olgiate Olona (ERM, Luglio 2013)”*, trasmesso agli Enti nel mese di settembre 2013 e approvato con il Decreto n. 1791 del 4 marzo 2014 del Dirigente della Struttura Pianificazione dei Rifiuti e delle Bonifiche – Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile della Regione Lombardia. (**Allegato 1**)

Chemisol, intendendo intervenire negli *hot spot* individuati a seguito delle indagini di cui sopra, e in particolare per ciò che riguarda il contenuto del presente documento nell'*hot spot* denominato *Sub-area BH16*, ha incaricato la scrivente per la predisposizione di un progetto di Messa in Sicurezza Permanente dei suoli ai sensi della Parte quarta – Titolo 5 del D.Lgs. n. 152/06, che costituisce pertanto lo scopo del presente documento.

Altri documenti di riferimento già in possesso delle autorità e relativi all'iter procedurale in atto nel sito sono:

- Piano della Caratterizzazione aree di proprietà AMI: Polo Chimico ex Montedison di Castellanza e Olgiate Olona (VA) ed Aree Limitrofe (ERM, Luglio 2007)

- Rapporto di Caratterizzazione delle Aree AMI interne e limitrofe al Polo Chimico ex Montedison di Castellanza e Olgiate Olona (ERM, Giugno 2008)
- Analisi di Rischio sito specifica delle Aree AMI Interne al Polo Chimico ex Montedison di Castellanza e Olgiate Olona (ERM, Giugno 2008)
- Progetto di MISO – Matrice acque di falda (ERM, Febbraio 2009)
- Nota tecnica test pilota Air Sparging - Polo Chimico ex Montedison di Castellanza e Olgiate Olona (ERM, Marzo 2010)
- Barriera idraulica – Relazione di fine lavori (ERM, Maggio 2010)
- Piano delle indagini integrative funzionali alla progettazione degli interventi di bonifica nei Lotti Settentrionali (Shelter, Aprile 2011)
- Monitoraggio idrochimico delle acque di falda (rapporti, anni vari)

Si richiama inoltre quanto riportato nei seguenti atti ufficiali:

- Verbale della Conferenza dei Servizi del 03/10/2007
- Verbale della Conferenza dei Servizi del 22/10/2008
- Verbale della Conferenza dei Servizi del 02/04/2009
- Verbale della Conferenza dei Servizi del 04/05/2011



---

## 2 Inquadramento dell'area

### 2.1 Ubicazione e informazioni generali sull'area

Come anticipato nella premessa, l'area denominata Sub-area BH16 oggetto di intervento è ubicata nel comparto industriale denominato Polo Chimico ex Montedison di Castellanza (VA), all'interno della Zona C dello stabilimento Chemisol.

La sub area ha un'estensione pari a circa 30.000 m<sup>2</sup> ed è in parte occupata da edifici e in parte da zone a verde e da zone pavimentate.

L'area è ubicata nel territorio dei seguenti Comuni:

- Comune di **Olgiate Olona** (VA), al foglio **9** mappali **9328, 9733 e 10106** del N.C.T. In base al vigente strumento urbanistico del Comune di Olgiate Olona (**Piano di Governo del Territorio**), la destinazione urbanistica dell'area è in parte "**AMBITO PRODUTTIVO D2**" e parte "**FASCIA DI RISPETTO CIMITERIALE**";
- Comune di **Castellanza** (VA), al foglio **1** mappali **4759 e 3423** del N.C.T. In base al vigente strumento urbanistico del Comune di Castellanza (**Piano di Governo del Territorio**), la destinazione urbanistica dell'area è "**AREE CON FUNZIONI NON RESIDENZIALI - POLO CHIMICO**".

L'inquadramento territoriale dell'area è riportato in **Tavola 1**.

L'area confina con:

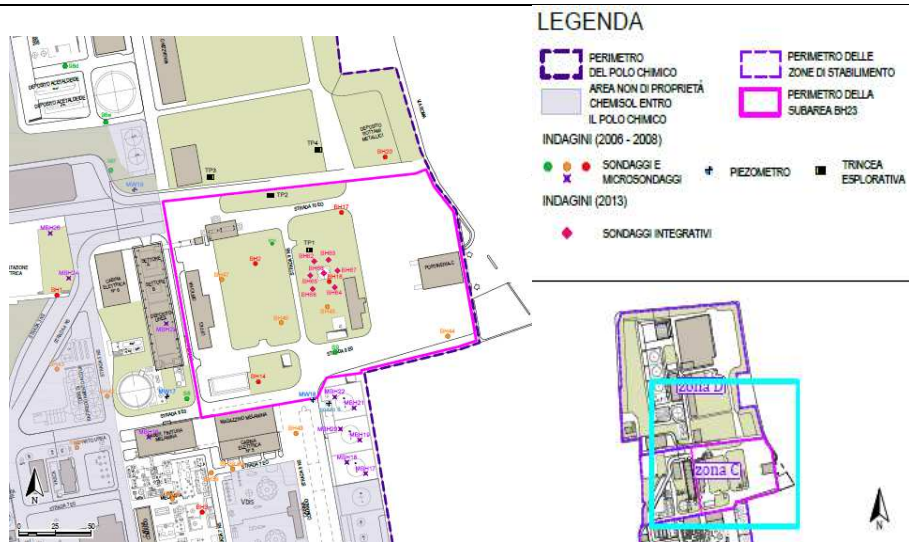
- a Nord: altre aree Chemisol (Zona D)
- a Est: Via Roma e Via per Olgiate in Comune Olgiate Olona
- a Sud: altre aree interne al sito
- a Ovest: altre aree Chemisol (Zona C)

L'accesso all'area dall'esterno è possibile attraverso la viabilità interna di stabilimento.

Nelle figure che seguono è riportata l'ubicazione dell'area rispetto all'intero comparto (Figura 2.1) e rispetto alla Zona C del sito (Figura 2.2).



**Figura 2.1 Polo chimico ex Montedison di Castellanza – Olgiate Olona. Ubicazione Sub area BH16**  
Immagine da satellite [Fonte Google Earth – Utente registrato]  
In rosso area Chemisol – In blu Zona C – In giallo Sub area BH16



**Figura 2.2 Polo chimico ex Montedison di Castellanza – Olgiate Olona. Zona C - Sub area BH16**

## 3 Assetto geologico ed idrogeologico

### 3.1 Assetto stratigrafico

Dal punto di vista stratigrafico, il sottosuolo del sito è caratterizzato dalla presenza delle seguenti litologie:

- 0-1 metro da p.c.: riporto, costituito da ghiaia e sabbia;
- 1-35 metri da p.c.: terreno insaturo, costituito da ghiaia e sabbia;
- 35-100 metri da p.c.: terreno saturo sede dell'acquifero freatico, costituito da alternanze di depositi ghiaioso-sabbiosi prevalenti e locali lente argillose;
- da 100 metri da p.c.: banchi argillosi di spessore anche di decine di metri, alternate da sabbie ghiaie.

### 3.2 Assetto idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, sono presenti un acquifero freatico fino alla profondità di circa 100 metri da p.c. ed un acquifero profondo a profondità maggiori a 100 m da p.c. Tali acquiferi risultano separati idrogeologicamente dai banchi argillosi presenti alla profondità di circa 100 m da p.c.

L'acquifero freatico ha un livello di soggiacenza pari a circa 30-35 metri da p.c. e una direzione di deflusso da NO a SE. Dalle informazioni disponibili si rileva che il gradiente idraulico medio nel sito è pari a circa 5 ‰, mentre la conducibilità idraulica è stimata pari a circa  $2,7 \times 10^{-4}$  m/s.

Rif. 2547\_001r15gib

---

## 4 Analisi dei livelli di inquinamento

### 4.1 Suolo insaturo

Le indagini eseguite nell'area di interesse nel mese di Luglio 2006 avevano evidenziato, in corrispondenza del sondaggio BH16 e alla profondità di 1 metro da p.c., concentrazioni di Arsenico pari a 70,2 mg/kg, superiore quindi alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) fissate dalla Colonna B della Tabella 1 in Allegato 5 alla Parte quarta Titolo V del D.Lgs. n. 152/06 per siti ad uso commerciale ed industriale, pari a 50 mg/kg.

Le indagini non hanno evidenziato superamenti dei limiti normativi per gli altri parametri sito specifici.

Al fine di delimitare l'area da sottoporre a bonifica, nel Luglio 2013 sono state eseguite indagini integrative descritte nel dettaglio nel documento *"Risultati Indagini Integrative 2013 per il Dimensionamento degli Interventi di Bonifica – Lotti Settentrionali - Zone C e D – Aree Chemisol – Polo Chimico di Castellanza e Olgiate Olona (ERM, Luglio 2013)"*; durante tali indagini sono stati realizzati n. 7 sondaggi fino alla profondità di 4 metri da p.c. , la cui ubicazione è riportata in Tavola 2.

Dai 7 sondaggi realizzati sono stati prelevati n. 14 di campioni di terreno alle profondità riportate nella tabella che segue.

**Tabella 4.1 – Sub area BH16. Indagini integrative 2013. Sondaggi e campioni di terreno analizzati**

<b>Sondaggio</b>	<b>Profondità (m da p.c. )</b>	<b>Campioni analizzati</b>
BH62	4	BH 62 (0,1-0,6 m)
		BH 62 (3,4-4,0 m)
BH63	4	BH 63 (0,6-1,0 m)
		BH 63 (3,4-3,8 m)
BH64	4	BH 64 (0,5-1,0 m)
		BH 64 (3,5-4,0 m)
BH65	4	BH 65 (0,2-0,8 m)
		BH 65 (3,5-4,0 m)
BH66	4	BH 66 (2,0-2,5 m)
		BH 66 (3,0-3,5 m)
BH67	4	BH 67 (0,5-1,0 m)
		BH 67 (3,5-4,0 m)

Sondaggio	Profondità (m da p.c.)	Campioni analizzati
BH68	4	BH 68 (0,3-1,0 m) BH 68 (3,5-4,0 m)

Le stratigrafie ottenute attraverso i carotaggi eseguiti hanno consentito di delineare la seguente caratteristiche litologiche dei materiali attraversati:

- presenza di pavimentazione in calcestruzzo fino a 2 metri di profondità (sondaggi BH64, BH66, BH67 e BH68) o di terreno vegetale (sondaggi BH62 e BH65);
- al di sotto della pavimentazione in calcestruzzo o dell'orizzonte di terreno vegetale, presenza di terreno di riporto per uno spessore di metri 1,5, costituito prevalentemente da sabbia limosa-ghiaiosa con frammenti di laterizi;
- al di sotto dell'orizzonte di terreno di riporto, presenza di sabbia e ghiaia limosa.

Sui campioni prelevati, è stata determinata la concentrazione di Arsenico.

Nella tabella che segue e in **Tavola 2** sono riportati i superamenti rilevati rispetto ai valori di CSC.

**Tabella 4.2: Sub area BH16. Risultati delle analisi sui campioni di terreno analizzati**

Campione	u.m.	Arsenico
<b>CSC</b>	<b>mg/kg</b>	<b>50</b>
BH 63 (0,6-1,0 m)	mg/kg	220
BH 63 (3,4-3,8 m)	mg/kg	116
BH 66 (3,0-3,6 m)	mg/kg	59,4

Le analisi sono state eseguite sulla frazione passante al vaglio di 2 mm e la concentrazione ottenuta è stata riferita alla totalità dei materiali secchi, comprensiva dello scheletro.

Dall'esame dei risultati riportati nella Tabella 4.2, si evince che in alcuni sondaggi eseguiti nel contorno del sondaggio BH16, in particolare nei sondaggi BH63 e BH66, sono presenti superamenti dei limiti normativi per il parametro Arsenico.

Sulla base dei risultati ottenuti, è stato possibile delimitare in senso orizzontale l'area potenzialmente impattata (hot spot) estesa per tre lati fino ai sondaggi in cui non sono stati rilevati superamenti della CSC per il parametro arsenico mentre per il lato nord fino alla distanza media tra il sondaggio BH63 risultato contaminato e il sondaggio BH17 in cui non sono stati rilevati superamenti. L'area così determinata è stimata in un rettangolo avente lati di m 18 x 35 e superficie in circa 630 m<sup>2</sup>.

Tale area, denominata in seguito “*Hot spot Sub area BH16*” e identificata in **Tavola 3**, rappresenta la superficie dell’area potenzialmente impattata.

Per quanto riguarda l’estensione della contaminazione in senso verticale, tenuto conto della profondità massima alla quale è stato rilevato il superamento dei limiti normativi nei sondaggi BH63 e BH66, pari a 3,8 m da p.c., si assume uno spessore di terreno contaminato pari a 4,3 m da p.c. (profondità alla quale è stata rilevata la contaminazione + 0,5 m quale franco cautelativo).

#### **4.1 Acque sotterranee**

Le analisi eseguite sul piezometro MW18 (valle idrogeologica sub area BH16) non hanno evidenziato per i contaminanti sito specifici sottoposti a monitoraggio superamenti dei limiti normativi (CSC per Arsenico, Ferro e Manganese), né contributi a carico della sub area per ciò che riguarda i contaminanti sito specifici non normati.

Rif. 2547\_001r15gib

---



## 5 Obiettivi dell'intervento e selezione della tecnica da applicare

### 5.1 Obiettivi dell'intervento

L'Allegato 3 alla Parte quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06, suddivide come segue la tipologia e gli obiettivi degli interventi da adottare per la bonifica/messa in sicurezza di un sito contaminato:

- Interventi di bonifica, finalizzati ad eliminare l'inquinamento delle matrici ambientali o a ricondurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti in suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali, entro i valori soglia di contaminazione (CSC) stabiliti per la destinazione d'uso prevista o ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) definiti in base ad una metodologia di Analisi di Rischio condotta per il sito specifico sulla base dei criteri indicati nell'Allegato 1 al suddetto decreto;
- Interventi di messa in sicurezza, finalizzati alla rimozione e all'isolamento delle fonti inquinanti, e al contenimento della diffusione degli inquinanti per impedirne il contatto con l'uomo e con i recettori ambientali circostanti. Essi hanno carattere di urgenza in caso di rilasci accidentali o di improvviso accertamento di una situazione di contaminazione o di pericolo di contaminazione (messa in sicurezza d'urgenza), ovvero di continuità e compatibilità con le lavorazioni svolte nei siti produttivi in esercizio (messa in sicurezza operativa), ovvero di definitività nei casi in cui, nei siti non interessati da attività produttive in esercizio, non sia possibile procedere alla rimozione degli inquinanti pur applicando le migliori tecniche disponibili a costi sopportabili di cui al presente allegato (messa in sicurezza permanente). La messa in sicurezza di un sito inquinato è comprensiva delle azioni di monitoraggio e controllo finalizzate alla verifica nel tempo delle soluzioni adottate ed il mantenimento dei valori di concentrazione degli inquinanti nelle matrici ambientali interessate al di sotto dei valori soglia di rischio (CSR).

Nei successivi paragrafi vengono valutate e comparate le varie possibilità di intervento sulle matrici contaminate riscontrate nell'area di interesse.

### 5.2 Criteri di intervento

In accordo con le linee guida dettate dalla vigente normativa, al fine dell'individuazione della tipologia di intervento da applicare al sito sono stati adottati i seguenti criteri:

- Raggiungimento degli obiettivi prefissati: la tecnica individuata dovrà consentire il raggiungimento degli obiettivi prefissati (CSC/CSR per interventi di bonifica, o isolamento delle fonti inquinanti e contenimento della diffusione degli inquinanti per

impedirne il contatto con l'uomo e con i recettori ambientali circostanti in caso di MSP);

- Efficacia degli interventi: la tecnica scelta dovrà consentire l'ottenimento di risultati duraturi nel tempo;
- Protezione dell'ambiente e dell'uomo: dovranno essere privilegiate le tecniche che non determinino impatti, né a breve né a lungo termine, su matrici diverse da quelle oggetto del risanamento. Dovrà essere ridotto al minimo il trasferimento di materiali presso altri siti, l'impatto visivo e sonoro derivante dalle attività, la produzione di rifiuti e il consumo di risorse energetiche;
- Durata dell'intervento: l'intervento dovrà essere eseguito nel minor tempo possibile, al fine di ridurre al minimo eventuali disagi per la popolazione;
- Fattibilità tecnica e sostenibilità dei costi: la fattibilità tecnica, la disponibilità di materiali e servizi e la semplicità gestionale saranno criteri sostanziali nella scelta della tecnica di intervento; la scelta della tecnica dovrà altresì tener conto della sostenibilità dei costi di realizzazione e di gestione.

### 5.3 Selezione della tecnica di intervento

Il presente paragrafo riporta un'analisi comparativa delle diverse tecniche di intervento applicabili alle aree in esame, sulla base dei criteri descritti al paragrafo precedente.

La scelta degli interventi è stata sviluppata considerando le tipologie di bonifica che si suddividono in tre principali categorie, di seguito elencate in sintesi:

- Interventi di bonifica *in situ*: si tratta di interventi che non comportano la rimozione/movimentazione di terreno contaminato. Tali interventi possono essere costituiti da diverse tecniche, quali ad esempio la rimozione dei contaminanti in fase vapore, la biodegradazione, l'ossidazione chimica, ecc.;
- Interventi di bonifica *on site*: si tratta di interventi che comportano la rimozione/movimentazione di terreno contaminato, che viene sottoposto a trattamento nel sito stesso (esempio lavaggio, desorbimento termico, ecc.) con possibilità di ricollocamento in loco del materiale dopo trattamento;
- Interventi di bonifica *off site*: si tratta di interventi che comportano la rimozione/movimentazione di terreno contaminato, che viene avviato a smaltimento o recupero in impianti esterni autorizzati;
- Interventi di messa in sicurezza permanente: si tratta di interventi che comportano l'isolamento delle fonti inquinanti e il contenimento della diffusione degli inquinanti per impedirne il contatto con l'uomo e con i recettori ambientali circostanti. Tali interventi possono essere costituiti da impermeabilizzazione delle superfici impattate (capping),

confinamento fisico, ecc. e sono integrati da un piano di monitoraggio che consenta la verifica dell'efficacia nel tempo dei sistemi posti in atto.

Per l'individuazione delle tecniche di bonifica applicabili all'area di interesse, occorre tener conto dei seguenti fattori:

- a) Tipologia e caratteristiche dei contaminanti: i contaminanti rilevati (metalli pesanti, in particolare arsenico) hanno caratteristiche chimico – fisiche (ad esempio, non volatilità e non biodegradabilità) che non ne rendono possibile la rimozione mediante le comuni tecniche in situ;
- b) Estensione della contaminazione: la contaminazione si estende in senso orizzontale su di una superficie di circa 630 m<sup>2</sup> e in senso verticale per uno spessore di circa 4,5 m. Tale estensione richiede, in caso di applicazione di tecniche ex situ, la rimozione di quantitativi importanti di terreno (stimati inizialmente in circa 2.800 m<sup>3</sup>, pari a circa 5.000 t.) da avviare allo smaltimento off site.

Dalla valutazione delle diverse applicazioni, emerge pertanto quanto segue:

**Intervento di bonifica in situ**: non è applicabile per il caso in esame per i seguenti motivi:

- la tipologia degli inquinanti rilevati esclude la possibilità di rimuovere i contaminanti presenti attraverso le comuni tecniche di bonifica in situ;

**Intervento di bonifica on site**: seppur ritenuto applicabile al caso in esame, non è valutato conveniente per i seguenti motivi:

- la quantità di materiali impattata non è sufficiente per raggiungere economie di scala che rendano conveniente l'installazione di impianti necessari per l'applicazione di tecniche on site, quali ad esempio il lavaggio ed il recupero in sito della frazione grossolana;

**Intervento di bonifica off site**: seppur ritenuto applicabile al caso in esame, non è valutato conveniente per i seguenti motivi:

- la quantità dei materiali da rimuovere e da avviare a smaltimento è significativa e impone costi di esecuzione elevati, stimabili in circa € 600.000, non sostenibili dalla Committente;

**Intervento di messa in sicurezza permanente**: è valutato applicabile e conveniente per il caso in esame, per i seguenti motivi:

- può essere realizzato in modo semplice, mediante realizzazione di una pavimentazione in conglomerato bituminoso sull'area impattata, che si integra con gli interventi di sviluppo edilizio previsti nell'area;
- consente di ottenere gli obiettivi prefissi, in particolare l'isolamento delle fonti inquinanti e il contenimento della diffusione degli inquinanti per impedirne il contatto con l'uomo e con i recettori ambientali circostanti;

- è realizzabile in tempi brevi e a costi sostenibili per la Committente;
- non determina un impatto sull'ambiente circostante e sui lavoratori durante la sua realizzazione.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, si ritiene che l'intervento di messa in sicurezza permanente dell'area di interesse mediante pavimentazione della superficie dell'area impattata possa essere la soluzione più idonea per il caso in esame e pertanto viene scelta quale tecnica da applicare per esso.

Come riportato in **Tavola 4**, l'intervento di MSP mediante pavimentazione della superficie dell'area impattata si integra con gli interventi di sviluppo edilizio previsti nell'area, consistenti nella realizzazione di edifici ad uso commerciale e industriale, per i quali sono richieste superfici pavimentate. In particolare, dalla tavola si rileva che l'area sottoposta a MSP ricade all'interno di una porzione di area adibita a strade e parcheggi.

Nel caso in cui gli interventi di riqualificazione dell'area dovessero differire rispetto a quanto previsto nella **Tavola 4**, in modo tale da richiedere modifiche all'opera di MSP, dovrà essere sottoposto agli Enti per approvazione un progetto di variante all'intervento ora proposto, che tenga conto di tali modifiche rispetto agli obiettivi per i quali l'opera è stata realizzata.

## 6 Analisi di rischio in modalità *forward*

### 6.1 Premessa

Al fine di verificare l'idoneità delle misure di Messa in Sicurezza Permanente proposte in termini di accettabilità del rischio e di protezione dell'ambiente e della salute pubblica, è stata sviluppata un'analisi di rischio sito specifica in modalità diretta (*forward*), redatta secondo i criteri di cui all'Allegato 1, Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/06, così come revisionato dall'ultimo decreto correttivo, il D.Lgs. 4/08.

Per l'elaborazione dello studio di analisi di rischio, si sono altresì presi a riferimento, laddove applicabili, le procedure descritte all'interno del documento "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta del rischio ai siti contaminati" (Rev2, Aprile 2008), redatto da APAT, in collaborazione con ISS, ISPESL e ARPA Regionali e il più aggiornato database tossicologico e chimico fisico redatto da ISS-ISPESL (maggio 2015).

### 6.2 Obiettivi dell'analisi del rischio

Le procedure d'analisi del rischio prevedono la suddivisione delle sostanze inquinanti in due grandi categorie: sostanze cancerogene e sostanze non cancerogene.

Per le sostanze cancerogene, il rischio viene calcolato come incremento della probabilità di contrarre il cancro a seguito di una data esposizione (dose giornaliera specifica che una persona assume in seguito all'esposizione all'inquinante); l'equazione che lega il rischio all'esposizione è la seguente:

$$R = E \times SF$$

Dove SF ( $(\text{mg} \times \text{kg}^{-1} \times \text{d}^{-1})^{-1}$ ), *Slope Factor*, è il parametro tossicologico riferito alla sostanza cancerogena considerata. Ad esempio, un rischio di  $10^{-4}$ , corrisponde alla probabilità incrementale pari a 1:10.000 di contrarre il cancro durante l'arco della vita di un individuo; il parametro E ( $\text{mg} \times \text{kg}^{-1} \times \text{d}^{-1}$ ), invece, rappresenta la dose assunta giornalmente dall'individuo secondo le diverse vie di esposizione (inalazione, ingestione, contatto dermico, ecc.)

Per quanto concerne le sostanze non cancerogene, il rischio viene calcolato secondo la seguente espressione:

$$HQ = E / RfD$$

dove HQ (*Hazard Quotient*) rappresenta l'indice di rischio, E l'esposizione e RfD la dose massima giornaliera ammissibile o *Reference Dose* ( $\text{mg} \times \text{kg}^{-1} \times \text{d}^{-1}$ ).

Conformemente a quanto previsto da APAT (2006) e secondo quanto riportato nel decreto correttivo, il D.Lgs. 4/08, il rischio cancerogeno massimo relativo alla singola sostanza è stato posto pari a  $10^{-6}$ . Il rischio massimo relativo alle sostanze non cancerogene è stato posto pari a 1.

Si segnala infine che, con riferimento al rischio di diffusione degli inquinanti tramite le acque sotterranee, conformemente al D.Lgs. 4/08, si prevede che al POC (o *Punto di Conformità*), coincidente con il limite dell'area oggetto delle opere di MSP, siano garantite le CSC (*Concentrazioni Soglia di Contaminazione*) relative agli inquinanti di interesse.

### 6.3 Selezione dei contaminanti

Il D.Lgs. 152/06 prevede l'effettuazione dell'analisi del rischio per tutti quegli inquinanti per i quali sono stati evidenziati superamenti dei valori soglia di contaminazione (CSC).

Nel caso specifico, l'unico parametro per il quale sono stati registrati superamenti dei limiti normativi (D.Lgs. 152/06, Parte IV, Allegato 5, Tabella 1, colonna B – uso industriale) è l'arsenico.

Per quanto riguarda la concentrazione rappresentativa della sorgente nei codici di calcolo del modello utilizzato si è inserito il valore massimo di arsenico riscontrato durante le indagini, pari a 220 mg/kg per il suolo superficiale e 116 mg/kg per il suolo profondo.

### 6.4 Modello concettuale

La definizione del modello concettuale del sito è uno dei momenti "chiave" di un'analisi di rischio in quanto determina scenari e vie di esposizione da considerare all'interno della procedura in oggetto.

In particolare, in questa fase, vengono definite le modalità con cui gli inquinanti possono venire in contatto con i recettori potenzialmente esposti alla contaminazione stessa; affinché vi sia contatto tra contaminante e recettore, è necessario che:

- esista una sorgente di contaminazione;
- esista un (eventuale) trasporto tra sorgente e recettore;

- esistano recettori (potenzialmente) presenti nell'intorno del sito.

Per quanto riguarda vie di esposizione e recettori, il D.Lgs. 152/06, Allegato 1 alla Parte IV, così come modificato dal D.Lgs. 4/08, ha specificato quanto segue:

- le vie di esposizione da prendere in considerazione all'interno dell'analisi di rischio sono quelle di ingestione di suolo, contatto dermico, inalazione di vapori o particolato, sia in ambiente indoor che outdoor;
- I recettori sono umani e possono essere *on site* (persone sul sito) oppure *off site* (al di fuori del sito);
- il punto di conformità (POC) per le acque sotterranee rappresenta il punto fra sorgente e punto di esposizione dove le concentrazioni devono essere inferiori alle CSC per le acque sotterranee (D.Lgs. 152/06, Parte IV, Titolo V, Allegato 5, Tabella 2), al fine di salvaguardare il principio di multifunzionalità della risorsa idrica, ivi compreso quello potabile.

Si ricorda nuovamente che l'analisi del rischio è stata sviluppata nella forma diretta, al fine di verificare efficacia ed efficienza delle misure di MSP proposte.

Ciò premesso, nella seguente tabella è riportato il modello concettuale considerato nello studio di analisi di rischio in relazione alle vie di esposizione e le matrici considerate (suolo superficiale e suolo profondo): con il segno "x" sono indicate le vie di esposizione attive, con il segno "-" quelle inattive):

**Tabella 6.1 : Modello concettuale – vie di esposizione e recettori**

Vie di esposizione	Suolo superficiale	Suolo profondo
<b>Recettori</b>		
Ingestione suolo Recettori: lavoratori <i>on site</i> (adulti)	- (**)	-
Contatto dermico Recettori: lavoratori <i>on site</i> (adulti)	- (**)	-
Inalazione <i>outdoor</i> di polveri Recettori: lavoratori <i>on site</i> (adulti)	- (**)	-
Inalazione <i>outdoor</i> di vapori Recettori: lavoratori <i>on site</i> (adulti) Recettori: residenti <i>off site</i> (adulti e bambini)	- (*)	- (*)
Inalazione <i>indoor</i> di vapori Recettori: lavoratori <i>on site</i> (adulti)	- (*)	- (*)
Lisciviazione in falda verso il POC Rispetto CSC in falda al POC	x	x

\*: via di esposizione non attiva in quanto il contaminante non è volatile

\*\* :l'opera di MSP rende inattiva tale via di esposizione

Con riferimento al modello concettuale proposto, occorre rilevare quanto segue:

- tra le vie di esposizione investigate non è presente quella legata al contatto diretto (ingestione e contatto diretto) e inalazione di polveri dal momento che l'intervento di MSP proposto rende, di fatto, inattiva tale via di esposizione.
- le vie di esposizione relative all'inalazione vapori non sono attive in quanto l'arsenico non è un contaminante volatile.
- per quanto attiene la lisciviazione in falda, il fenomeno di infiltrazione delle acque meteoriche è stato simulato mediante l'applicazione di codici di calcolo che tengano conto di un'area pavimentata (situazione post intervento di MSP).

## 6.5 Parametri di Input del modello

In questo paragrafo vengono descritti i parametri che permettono la risoluzione delle equazioni di rischio, così come previste dalla procedura ASTM e utilizzate dal software software "Risk-net Ver. 2.0", Reconnet, 2015.

I valori dei parametri richiesti ed inseriti nel modello, siano essi sito specifici ovvero di *default* (valori consigliati all'utilizzatore in mancanza di dati relativi al sito), hanno tutti la caratteristica di operare in modo conservativo; in altre parole, i parametri inseriti nel modello e l'insieme delle assunzioni effettuate, tendono a sovrastimare il rischio per le diverse vie di esposizione considerate.

### 6.5.1 Parametri relativi al sito

Per quanto concerne geometria e caratteristiche della contaminazione, sono state effettuate le seguenti assunzioni:

- L'estensione della contaminazione è posta pari a circa 630 m<sup>2</sup> (area di 18×35 m), equivalente alla superficie dell'hot spot considerato in fase di caratterizzazione (vedi **Tavola 3**);
- La profondità della contaminazione è posta pari a 4,3 metri, pari alla massima profondità alla quale è stato rilevato almeno un superamento di arsenico nei campioni di terreno prelevati (3,8 m dal p.c., sondaggio BH63) + 50 cm di franco.

Per quanto attiene i parametri della zona vadosa, questi sono strettamente legati alle caratteristiche granulometriche del sottosuolo; il terreno insaturo, nella zona oggetto di studio, è caratterizzato dalla presenza di orizzonti limoso argillosi alternati da piroclastite fortemente



cementata; ai fini della classificazione USDA, la classe granulometrica più vicina a quella presente nel sito è quella delle sabbie, sia per il suolo superficiale che per il suolo profondo.

In analogia con quanto considerato nel documento “*Analisi di Rischio Sito Specifica: Zona B e C Ovest: Polo Chimico di Castellanza - Olgiate Olona (VA)*” (ERM, Luglio 2014), il FOC è stato considerato sia per il suolo superficiale che profondo pari a 0,0001, ossia due ordine di grandezza in meno, e quindi molto più conservativo, rispetto al dato di default proposto da ISPRA.

Il valore del parametro piovosità (cm/anno) è stato determinato sulla base dei dati meteo rilevati dalla centralina ARPA di Busto Arsizio in via Magenta (dati disponibili sul sito web Arpa Lombardia - [http://www.scia.isprambiente.it/home\\_new.asp#](http://www.scia.isprambiente.it/home_new.asp#)): i dati grezzi utilizzati si riferiscono ai valori cumulati in mm/anno relativi al periodo 2003 – 2013.

---

Anno	Precipitazioni Cumulate (mm)
2003	670
2004	870,2
2005	636,8
2006	847
2007	677,2
2008	1.280,2
2009	945,4
2010	1441,2
2011	744,6
2012	909,4
2013	952
<b>Valore massimo rilevato</b>	<b>1441,2</b>

---

**Figura 6.1: Precipitazioni Cumulate (mm/anno) – Stazione di Busto Arsizio Via Magenta**

E' stato quindi selezionato il valore massimo, pari a 1.441,2 mm/anno, sulla base dei risultati dell'analisi di sensibilità presente nel Protocollo ISPRA (Appendice N, Tabella N37), secondo i quali l'adozione del valore massimo del parametro in esame si traduce nella massima conservatività.

Per quanto riguarda la valutazione dell'infiltrazione efficace, a cui è correlata la potenziale infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche, è stato considerato un valore che tenga conto dell'opera di impermeabilizzazione proposta.

In particolare, il valore di infiltrazione efficace è stato ricavato mediante l'equazione proposta dal modello RBCA e consigliata da APAT-ISS nella sua più recente pubblicazione (“*Criteri*”

metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", Marzo 2008); lo strato insaturo di suolo nel quale si sono accumulati gli inquinanti è costituito da un orizzonte ad alta permeabilità (sabbie); le equazioni che legano l'infiltrazione efficace alla piovosità media annua, per questo genere di suoli viene descritta dalle seguenti equazioni:

$$I_f = 0,0018 \times P^2 \text{ (suoli sabbiosi)}$$

In riferimento al documento APAT citato, in presenza di suolo completamente pavimentato (in riferimento all'intervento di MSP proposto tale condizione è da ritenersi ampiamente rispettata), il valore di infiltrazione efficace deve essere moltiplicato per la frazione areale di fratture del pavimento stesso, mediante l'equazione:

$$I_f' = I_f \times \eta$$

dove per  $\eta$  (frazione areale di fratture), in assenza di misure sito specifiche, è possibile assumere un valore pari ad almeno 0,1 (10%).

Risolvendo le formule sopra riportate, il dato di infiltrazione efficace è pari a 3,74 cm/anno.

Come rappresentato nella **Tavola 3**, il Punto di Conformità per le acque sotterranee (POC) è stato quindi posto in corrispondenza del perimetro meridionale del sito, a 70 metri di distanza dall'area *hot spot* in esame.

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'acquifero, i principali parametri inseriti nel modello sono i seguenti:

- Profondità del piano di falda pari a 30 m dal p.c.: valore utilizzato nel *Progetto di MISO – Matrice acque di falda (ERM, Febbraio 2009)*.
- *Conducibilità* idraulica pari a circa  $2,7 \cdot 10^{-4}$  m/s: valore utilizzato nel *Progetto di MISO – Matrice acque di falda (ERM, Febbraio 2009)*.
- Gradiente idraulico pari a 0,0058: valore utilizzato nel *Progetto di MISO – Matrice acque di falda (ERM, Febbraio 2009)*.
- Spessore dell'acquifero: 70 m: differenza tra la quota dello strato impermeabile di base dell'acquifero, pari a 100 m dal p.c., e la quota piezometrica, pari a 30 m dal p.c..

### 6.5.2 Parametri chimico-fisici

I dati tossicologici e chimico fisici del parametro arsenico sono stati integralmente derivati dal data-base più aggiornato (marzo 2015) proposto da ISS e ISPESL.

Per quanto riguarda il  $K_d$  (coefficiente di adsorbimento al suolo) è stato inserito il valore di  $K_d$  in funzione dei valori sito-specifici disponibili di pH, derivati dal documento “*Analisi di Rischio Sito Specifica: Zona B e C Ovest: Polo Chimico di Castellanza - Olgiate Olona (VA)*” (ERM, Luglio 2014), secondo la tabella 8 a pagina 15 del “Documento di Supporto alla Banca Dati ISS-INAIL , Marzo 2015”

In **Allegato 2** è riportato il database dei dati chimico fisici e tossicologici della sostanza in esame, così come inseriti nei codici di calcolo del programma.

## 6.6 Analisi delle vie di trasporto

Il calcolo della concentrazione nel punto di esposizione può essere effettuato tramite modelli analitici o numerici. I modelli analitici sono più semplici, ma coinvolgono diverse semplificazioni del modello fisico (caratteristiche del mezzo, geometria della sorgente, condizioni al contorno). Questo tipo di modelli è quello utilizzato all'interno del *livello II* di analisi del rischio.

Il risultato dei diversi modelli di trasporto e diffusione utilizzati all'interno della procedura di analisi del rischio, consiste nel calcolo di un fattore naturale di attenuazione (NAF), che rappresenta il rapporto tra la concentrazione presso la sorgente inquinante rispetto alla concentrazione nel punto di esposizione.

Per quanto riguarda i modelli utilizzati nella presente analisi del rischio, viene di seguito fornita una breve descrizione; ulteriori informazioni sono rinvenibili nel manuale d'uso del software “*Risk-net Ver. 2.0*”, Reconnet, 2015.

### Percolazione e diffusione in falda

La formazione di percolato ed il conseguente rilascio dalla sorgente di contaminazione è governato dal coefficiente di partizione suolo acqua  $K_{sw}$ , funzione delle caratteristiche chimico fisiche del contaminante e della tessitura e granulometria del sottosuolo vadoso; il principale parametro che regola la partizione suolo acqua è il coefficiente di adsorbimento al suolo ( $K_d$ ).

L'eluato che si produce è soggetto ad un movimento verticale nel mezzo insaturo. Conseguenza di questo movimento è una dispersione fisica (e non attenuazione biologica) nella zona insatura,

che determina una diminuzione della concentrazione; tale fenomeno è simulato dal modello SAM (*Soil Attenuation Model*).

Una volta raggiunta la tavola d'acqua, l'eluato subisce una diluizione naturale, dovuta alla miscelazione, al di sotto della sorgente inquinante, con le acque di falda stesse; tale fenomeno è quantificato da un rapporto adimensionale LDF (*Leachate Dilution Factor*), il valore del quale deriva esclusivamente dal principio di conservazione di massa nella zona di miscelazione.

L'inquinante ora presente nella fase acquosa, subisce una ulteriore diluizione ed attenuazione per i fenomeni di dispersione che accompagnano il trasporto in falda; tali effetti vengono simulati dal *modello analitico di Domenico*. Tali fenomeni sono tanto più accentuati quanto maggiore è la distanza coperta dall'inquinante fino al POC che nel caso specifico è stato posto a 66 m.

## **6.7 Risultati dell'analisi di rischio**

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati restituiti dallo studio di analisi di rischio effettuato secondo i criteri stabiliti dal D.Lgs. 152/06, così come modificato dall'ultimo decreto correttivo D.Lgs. 4/08.

L'analisi di rischio è stata sviluppata in forma diretta, allo scopo di verificare l'efficienza degli interventi di MSP proposti per l'area in esame, in termini di accettabilità del rischio.

Una volta ultimato, l'intervento di MSP impedirà, di fatto, il contatto diretto col terreno, eliminando il rischio sanitario correlato al contaminante d'interesse, e ridurrà la potenziale lisciviazione del contaminante in falda garantendo ampiamente il rispetto dei valori di accettabilità correlati al rischio ambientale.

In **Allegato 2** sono riportate le schermate originali di input e output del modello di analisi di rischio, mentre in **Allegato 3** sono riassunti i risultati ottenuti.

### **6.7.1 Rischio sanitario**

Come anticipato, l'opera di MSP, eliminando la possibilità che vi sia un contatto diretto (ingestione, contatto dermico e inalazione polveri) col terreno contaminato, escludendo le vie di esposizione correlate all'inalazione vapori, in quanto l'arsenico non è un contaminante volatile, annulla, di fatto, il rischio sanitario per gli utilizzatori del sito.

### **6.7.2 Rischio ambientale – lisciviazione in falda**

I risultati dell'analisi del rischio ambientale, riportati nelle successive tabelle, sono espressi in termini di *indice di rischio*, che rappresenta il rapporto tra la concentrazione in falda simulata dal

modello al POC e la rispettiva CSC; il limite di accettabilità dell'indice di rischio in falda al POC è pertanto pari a 1.

Si ricorda che il POC è stato posto a 70 metri, in posizione di valle idrogeologica, al confine del sito in esame.

**Tabella 6.2 : Suolo superficiale – Rischio ambientale**

Inquinanti	Concentrazione al POC (mg/l)	CSC mg/l	Indice di rischio	Limite di accettabilità del rischio
Arsenico	2,94E-04	1,00E-02	<b>2,94E-02</b>	<b>1,00E+00</b>

**Tabella 6.3 : Suolo profondo – Rischio ambientale**

Inquinanti	Concentrazione al POC (mg/l)	CSC mg/l	Indice di rischio	Limite di accettabilità del rischio
Arsenico	5,29E-04	1,00E-02	<b>5,29E-02</b>	<b>1,00E+00</b>

Per quanto concerne la lisciviazione dei contaminanti dal suolo superficiale e dal suolo profondo simulata dal modello, gli indici di rischio della falda sono oltre 1 ordine di grandezza al di sotto del valore soglia di 1.

## 6.8 Conclusioni

In conclusione, lo studio di analisi di rischio, condotto in modalità *forward*, mostra come il rischio sia sanitario che ambientale rientri entro i limiti di accettabilità, evidenziando la validità degli interventi di MSP in termini di protezione dell'ambiente e della salute pubblica.

Rif. 2547\_001r15gib

---

## 7 Descrizione dell'intervento di MSP proposto

### 7.1 Descrizione dell'intervento

Come riportato nel paragrafo 5.3, l'intervento previsto consisterà nella messa in sicurezza permanente dell'hot spot individuato nella Sub area BH16, con l'obiettivo di isolare le fonti inquinanti al fine di impedirne il contatto diretto con l'uomo e minimizzare la lisciviazione nelle acque sotterranee.

L'intervento previsto consisterà nella realizzazione di una pavimentazione atta ad impedire agli utilizzatori dell'area il contatto diretto con il suolo e a minimizzare il percolamento nel sottosuolo delle acque meteoriche e la conseguente lisciviazione dei contaminanti in falda.

In **Tavola 4** è rappresentata l'area che si prevede di pavimentare rispetto all'estensione dell'area impattata. Come si evince dalla tavola, tale area sarà estesa in via cautelativa per una superficie maggiore rispetto all'area impattata. In particolare, la pavimentazione prevista avrà uno sviluppo di m 25 x 44 e una conseguente superficie pari a circa 1.100 m<sup>2</sup>.

L'intervento sarà integrato da un piano di monitoraggio che consentirà di verificare nel tempo l'efficacia dei sistemi posti in atto.

Di seguito si descrivono le modalità di realizzazione e di monitoraggio dell'intervento.

### 7.2 Preparazione dell'area

Nell'area sono presenti alcuni manufatti in cemento (es. muretti in calcestruzzo o tratti di pavimentazione in cemento), che saranno preventivamente demoliti e rimossi. Il materiale derivante da tali demolizioni sarà avviato a recupero in impianti esterni secondo le procedure previste al Capitolo 8.

Il terreno sarà livellato alle quote di progetto al fine di predisporre un piano di posa omogeneo della pavimentazione da realizzare. L'eventuale terreno rimosso sarà depositato nell'area di cantiere per essere sottoposto alle procedure di gestione previste al successivo Capitolo 8.

#### 7.1 Predisposizione della rete di raccolta acque meteoriche

L'area pavimentata sarà dotata di una rete di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, mediante posa di pozzetti di raccolta e tubazioni collegate alla rete fognaria di stabilimento.

Le tubazioni saranno posate al di sopra di un letto di sabbia e rinfiancate con calcestruzzo. I giunti di collegamento saranno del tipo "a bicchiere" e dotati di guarnizioni a tenuta.

I pozzetti saranno in cemento vibrocompresso con griglia in ghisa sferoidale. Le giunzioni saranno sigillate all'interno con idoneo materiale impermeabilizzante.

## 7.2 Realizzazione della pavimentazione in conglomerato bituminoso

La pavimentazione sarà costituita come segue:

- strato di sottofondo costituito da materiale inerte stabilizzato, adeguatamente costipato e rullato, spessore cm 20;
- strato di base in conglomerato bituminoso, costituito da inerti sabbio – ghiaiosi (tout venant) impastati a caldo con bitume, spessore cm 15 (in due strati);
- strato di collegamento (binder), costituito da graniglie e pietrischetti impastati a caldo con bitume e aggiunta di additivi attivanti l'adesione, spessore cm 5;
- strato di usura in conglomerato bituminoso, costituito da graniglie, pietrischetti di rocce omogenee e sabbie, confezionato a caldo con bitume e aggiunta di additivi attivanti l'adesione, spessore cm 3.

Alla superficie sarà data la pendenza necessaria per consentire il convogliamento delle acque meteoriche verso la rete di raccolta.

La sezione della pavimentazione prevista è riportata nella figura che segue.



---

**Figura 7.1 – Sezione pavimentazione**

---



## 8 Gestione dei materiali

### 8.1 Gestione dei terreni di scarifica e dei materiali da demolizioni

I materiali derivanti dalla realizzazione dell'opera saranno depositati in cumuli suddivisi per tipologia in un'area di deposito temporaneo ubicata in area pavimentata immediatamente adiacente a quella di intervento.

Gli eventuali terreni derivanti dalle operazioni di livellamento del terreno saranno depositati in cumulo di volume non superiore a 500 m<sup>3</sup>, e sottoposti a caratterizzazione analitica al fine dell'invio a smaltimento in impianti esterni.

I terreni costituiti in cumulo saranno sottoposti a campionamento e analisi di laboratorio, al fine della classificazione di rifiuto e dell'omologa per lo smaltimento negli impianti esterni individuati.

Dal cumulo si preleverà un campione medio rappresentativo di tutta la volumetria dello stesso, secondo le seguenti metodiche:

- ciascun cumulo sarà caratterizzato da un unico campione ottenuto dall'unione di almeno 10 incrementi costituiti da 5 prelievi profondi e 5 prelievi superficiali;
- gli incrementi verranno miscelati tra loro al fine di ottenere un campione composito che, per quartatura darà il campione da analizzare;
- dal campione rappresentativo si otterranno indicativamente 3 o più aliquote da 1 kg, di cui:
  - 1 aliquota per la caratterizzazione del rifiuto da parte della Committente;
  - 1 o più aliquote (in funzione del numero di impianti identificati) per l'omologa allo smaltimento presso gli impianti di conferimento finale individuati;
  - 1 aliquota a disposizione per eventuali accertamenti, conservata fino alla chiusura dell'intervento di bonifica.
- le fasi di prelievo, formazione, identificazione, trasporto e conservazione del campione e la relativa richiesta analisi saranno documentate tramite la Catena di Custodia, che riporterà:
  - Codice di riferimento progetto;
  - Provenienza del terreno;
  - Numero progressivo di cumulo;
  - Data campionamento;
  - Matrice del campione;
  - Operatore;
  - Analisi richieste.

Il campione ottenuto sarà sottoposto ad analisi finalizzate allo smaltimento esterni, in particolare:

- analisi di caratterizzazione al fine della classificazione del rifiuto e attribuzione del codice CER, ai sensi dell'Allegato D alla Parte IV del D. Lgs. 152/06, come modificato dalla Legge 116/2014;
- test di cessione per verificare l'ammissibilità in discarica del rifiuto ai sensi del D.M. 27/09/2010.

In funzione degli esiti delle analisi di caratterizzazione, tenuto conto della provenienza e della tipologia del rifiuto, ad esso potranno essere attribuiti i seguenti codici CER:

- 170503 (terra e rocce, contenenti sostanze pericolose)
- 170504 (terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503)

Dopo caratterizzazione, i terreni saranno avviati a smaltimento secondo le procedure previste al paragrafo 8.1.

I materiali derivanti dalla demolizione dei manufatti in cemento, saranno avviati al recupero in impianti esterni autorizzati secondo le procedure previste al paragrafo 8.1. Tenuto conto della provenienza e della tipologia del rifiuto, ad esso potrà essere attribuito il CER 170101 (cemento).

## **8.1 Trasporto e smaltimento di rifiuti**

Successivamente alla fase di caratterizzazione di cui al precedente paragrafo, i rifiuti prodotti saranno avviati allo smaltimento finale nel rispetto di quanto segue:

- lo smaltimento dei rifiuti dovrà avvenire in impianti autorizzati ai sensi del D.Lgs. 152/2006;
- il trasporto dei rifiuti fuori sito dovrà essere eseguito mediante società iscritte all'Albo - Gestori Ambientali – Cat. 4 e 5;
- il trasporto dei rifiuti dovrà essere accompagnato da formulario di identificazione di cui all'art. 193 del D.Lgs. 152/06 s.m.i.;
- l'intermediazione per lo smaltimento di rifiuti potrà avvenire esclusivamente attraverso società iscritte all'Albo Gestori Ambientali – Cat. 8;
- le diverse fasi di smaltimento dovranno avvenire nel rispetto del SISTRI, ove applicabile.

Copia della documentazione autorizzativa dei soggetti interessati alle varie fasi dovrà essere conservata presso il cantiere, a disposizione degli Enti di controllo.

Entro i termini previsti dalla normativa vigente, il trasportatore dovrà inviare la quarta copia del formulario al produttore del rifiuto a conferma dell'avvenuto conferimento.

I rifiuti destinati a smaltimento esterno saranno presi in carico sul registro di carico e scarico ai sensi dell'art.190 del D.Lgs. 152/06 e da esso scaricati al momento dell'invio agli impianti di smaltimento esterni.

---

## **9 Collaudi, monitoraggio e manutenzione dell'opera**

### **9.1 Collaudo dell'intervento**

Come riportato nei precedenti capitoli, lo scopo dell'intervento consiste nell'isolare le fonti inquinanti al fine di impedirne il contatto diretto con gli utilizzatori del sito e la lisciviazione dei contaminanti nelle acque sotterranee.

L'obiettivo sarà conseguito attraverso la realizzazione di una pavimentazione in conglomerato bituminoso, dotata di un sistema di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche.

Per il collaudo dell'opera, la Committente provvederà a nominare un Collaudatore nella figura di un professionista esperto abilitato alla mansione.

Il collaudo dell'opera avverrà a seguito della verifica in corso di esecuzione della corretta modalità di realizzazione della pavimentazione e della rete di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, attraverso sopralluoghi in cantiere da parte del Collaudatore, atti a prendere visione e a registrare la corretta esecuzione dell'opera secondo le specifiche di progetto.

Al termine dei lavori di realizzazione, sarà redatto il certificato di collaudo dell'opera da parte del Collaudatore.

### **9.2 Monitoraggio dell'intervento**

Il monitoraggio dell'intervento consisterà nella presa visione dello stato della pavimentazione nel tempo, rispetto agli obiettivi previsti.

In particolare dovrà essere valutato lo stato della pavimentazione (ad esempio, presenza di zone ammalorate) e la funzionalità della rete di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche.

Si prevede un monitoraggio con frequenza annuale da parte di un tecnico specialista, il quale provvederà a prendere visione dell'opera e a riportare su apposito rapporto gli esiti di tali verifiche.

Il monitoraggio delle acque sotterranee proseguirà nell'intero sito come da attuale piano in vigore,

### **9.1 Manutenzione dell'opera**

Nel caso in cui venissero rilevate condizioni di inadeguatezza dell'opera rispetto allo scopo per il quale essa è stata realizzata (ad esempio, presenza di zone ammalorate della pavimentazione) si dovrà provvedere alle necessarie opere di manutenzione e ripristino della funzionalità.

Tali opere consisteranno essenzialmente nel ripristino della pavimentazione ammalorata, con un'altra di caratteristiche analoghe a quelle di progetto.

Quando necessario, si dovrà altresì provvedere alla pulizia dei pozzetti di raccolta acque meteoriche al fine di garantire il corretto deflusso delle acque nella rete fognaria di stabilimento.

## **10 Limitazioni all'uso dell'area**

A fronte dell'intervento di MSP previsto, che consente l'isolamento delle matrici contaminate verso potenziali recettori, non è richiesta alcuna limitazione d'uso dell'area oggetto dell'intervento.

Nel caso in cui nell'area debbano essere realizzati interventi che richiedano modifiche all'opera di MSP realizzata, sarà necessario richiedere ed ottenere dagli Enti apposita autorizzazione preventiva.

Rif. 2547\_001r15gib

---

## 11 Criteri di protezione per i lavoratori

In questo capitolo sono riportati i criteri generali per la protezione dei lavoratori addetti alla realizzazione dell'opera.

I criteri adottati per assicurare che la realizzazione dell'opera possa avvenire in condizioni di igiene e sicurezza per i lavoratori addetti all'esecuzione, saranno basati sull'individuazione di ogni rischio a cui essi potranno essere soggetti e sulle conseguenti misure precauzionali da adottare.

La gestione della sicurezza sarà sviluppata sulla base della normativa vigente di settore di cui al D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81, e al D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106, e successive modifiche e integrazioni quali la legge 7 luglio 2009, n. 88.

Per l'individuazione dei rischi specifici si farà riferimento al Piano di Sicurezza e Coordinamento, redatto da tecnico abilitato nominato dalla Committente ai sensi del D.Lgs. 81/2008 Allegato XV e successive integrazioni, ivi compresi il Decreto Legislativo n° 163/2006, il decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999 n. 554, la norma UNI U3201 4590 del 2001 ed il DPR 3 luglio 2003 n. 222.

Tutte le imprese che interverranno per l'esecuzione dell'opera dovranno predisporre il proprio Piano Operativo di Sicurezza (POS), da considerare piano complementare e di dettaglio del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

I POS dovranno essere consegnati prima dell'inizio dei lavori al Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione nominato dalla Committente (CSE), il quale provvederà alla loro verifica ed approvazione. Tali Piani dovranno essere conservati presso l'area di cantiere per l'intera durata dei lavori.

Rif. 2547\_001r15gib

---



## **12 Tempistica per la realizzazione dell'opera**

La durata dei lavori per la realizzazione dell'opera è stimata in circa 4 settimane.

Rif. 2547\_001r15gib

---

## 13 Stima dei costi

Nella tabella seguente è riportata la stima dei costi di esecuzione dell'intervento di MSP previsto.

**Tabella 13.1: Stima dei costi**

Descrizione	UM	Quantità	Costo unitario (€)	Costo totale (€)
<b>Lavori</b>				
Allestimento del cantiere, recinzione aree di intervento e di deposito temporaneo materiali, mobilizzazione/demobilizzazione attrezzatura	corpo	1	2.000	2.000
Demolizione e smaltimento manufatti in cemento	corpo	1	3.000	3.000
Scarifica e livellamento delle superfici	m <sup>2</sup>	1.100	2	2.200
Trasporto e smaltimento terreni da scarifica	t	200	90	18.000
Realizzazione rete di raccolta acque meteoriche mediante posa di pozzetti e tubazioni, incluso allacciamento alla rete fognaria	corpo	1	6.000	6.000
Realizzazione sottofondo mediante posa di materiale stabilizzato	m <sup>2</sup>	1.100	5	5.500
Realizzazione pavimentazione in conglomerato bituminoso	m <sup>2</sup>	1.100	35	38.500
<b>Totale per lavori</b>				<b>75.200</b>
<b>Spese tecniche</b>				
Direzione lavori	corpo	1	5.000	5.000
Collaudo	corpo	1	4.000	4.000
Coordinamento per la sicurezza	corpo	1	3.000	3.000
Oneri per la sicurezza	corpo	1	2.000	2.000
<b>Totale per spese tecniche</b>				<b>14.000</b>
<b>Totale per lavori e spese tecniche</b>				<b>89.200</b>
<b>IVA (22%)</b>				<b>19.600</b>
<b>Varie, imprevisti, arrotondamenti</b>				<b>11.200</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>				<b>120.000</b>