



Dott. Chim. **Francesco Cannito**, PhD

Consulenza Chimica e Ambientale

Via De Napoli, 10 Bitonto (BA) - cell. 338/9153123 - 320/3864945

e-mail: [francesco.cannito@virgilio.it](mailto:francesco.cannito@virgilio.it) - PEC: [francesco.cannito@pec.chimici.it](mailto:francesco.cannito@pec.chimici.it)

COD.FISC. CNNFNC67E29A893Y - P.IVA 07452750727

ISCRITTO  
ALL'ORDINE DEI CHIMICI  
DELLA PROVINCIA DI BARI  
n. 684/A



# HIDROCHEMICAL SERVICE S.R.L.

Contrada Rondinella  
Taranto

## ANALISI DI RISCHIO

(ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006)

Revisione 1

Agosto 2017



*Francesco Cannito*

## INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. SINTESI DELLE INDAGINI ESEGUITE	4
3. MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DEL SITO	11
3.1. PREMESSA	11
3.2. CARATTERISTICHE GENERALI DEL SITO	11
3.3. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA	15
3.4. SELEZIONE DEI CONTAMINANTI INDICE	18
3.4.1. PREMESSA	18
3.4.2. PROPRIETÀ FISICO-CHIMICHE DEI CONTAMINANTI INDICE	19
3.4.3. PROPRIETÀ TOSSICOLOGICHE DEI CONTAMINANTI INDICE	20
3.4.4. CONCENTRAZIONE RAPPRESENTATIVA IN SORGENTE	21
3.5. SORGENTI, CONTAMINANTI, PERCORSI DI ESPOSIZIONE E RECETTORI	21
3.5.1. GENERALITÀ	21
3.5.2. ACQUE SOTTERRANEE	22
4. PARAMETRIZZAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE	24
4.1. SINTESI	24
4.2. PARAMETRI DI ESPOSIZIONE	24
4.3. MATRICI AMBIENTALI ED AMBIENTI INDOOR E OUTDOOR	25
5. METODOLOGIA D'ANALISI DI RISCHIO UTILIZZATA	30
5.1. PROCEDIMENTO GENERALE	30
5.2. VALORI DI RISCHIO CANCEROGENO E NON CANCEROGENO ACCETTABILI	31
6. RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO	32
7. CONCLUSIONI	34

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce l'Analisi di Rischio Sito Specifica (AdR) ai sensi del D.Lgs. n° 152/2006 e s.m.i. per l'area di proprietà Hydrochemical Service s.r.l. all'interno della quale è situata la piattaforma polifunzionale di trattamento rifiuti liquidi pericolosi e non pericolosi, ubicata in Taranto alla contrada Rondinella.

La redazione del documento risponde alla richiesta del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) che, acquisiti i risultati della caratterizzazione dei suoli e della falda trasmessi dalla Hydrochemical Service srl con nota prot. N. 069/17 del 15/03/17 unitamente alla copia dei certificati analitici, con nota prot. 7162/STA del 29/03/2017 ha richiesto alla stessa Hydrochemical Service srl, vista la presenza di composti volatili nelle acque di falda, di effettuare la stima del rischio sanitario associato alla volatilizzazione da falda in modalità diretta, al fine dell'adozione di eventuali idonee misure di prevenzione, ai sensi dell'art. 242 e dell'art. 245 del D.Lgs. 152/06, per la tutela della salute di coloro che si trovano ad operare nell'area.

Sebbene la Hydrochemical Service S.r.l. abbia già trasmesso con nota prot. n. 098/17 del 26/04/17 l'Analisi di Rischio", la presente revisione fa seguito alla richiesta di integrazione del MATTM, trasmessa con nota prot. n. 0013089/STA del 20/06/2017, alla luce delle osservazioni ARPA Puglia presenti nel parere n. 35924/17 del 07/06/2017.

Considerando conclusa la caratterizzazione ambientale del Sito, in questo rapporto vengono presentati i risultati dell'Analisi di Rischio Sito Specifica (AdR), includendo i dati di validazione forniti da ARPA Puglia, per l'area in esame. Questa ha una destinazione d'uso commerciale/industriale e la stessa è stata utilizzata come riferimento per l'elaborazione della presente AdR, considerando come recettore la presenza di lavoratori sul Sito stesso (come richiesto dalle Linee Guida ISPRA), non essendoci presenza di residenti esterni.

L'AdR è stata elaborata con riferimento al documento "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati, rev.2 – ISPRA, marzo 2008" (nel seguito Protocollo ISPRA); inoltre, sono state considerate le "Linee Guida sull'Analisi di Rischio ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." pubblicate dal Ministero dell'Ambiente (MATTM) il 18/11/2014 (prot. n°0029706/TRI).

Le elaborazioni dell'AdR sono state effettuate con l'applicativo Risk-net ver. 2.1 (2016), sviluppato nell'ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati) su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma "Tor Vergata" e disponibile

sul sito internet [www.reconnet.net](http://www.reconnet.net); detto strumento permette di applicare la procedura di analisi di rischio ai siti contaminati in accordo con quanto previsto dal Protocollo ISPRA e dalla citata normativa Italiana di riferimento.

Questa relazione tecnica è strutturata come segue:

- Capitolo 2, che riassume i risultati delle indagini ambientali precedenti;
- Capitolo 3, in cui viene descritto il Modello Concettuale Definitivo del Sito;
- Capitolo 4, in cui vengono descritti i parametri di ingresso dell'AdR;
- Capitolo 5, in cui viene descritta la Metodologia di Analisi del Rischio;
- Capitolo 6, in cui si sintetizzano gli esiti dell'AdR;
- Capitolo 7, in cui sono riassunte le conclusioni dell'AdR.

## 2. SINTESI DELLE INDAGINI ESEGUITE

Nell'ambito della caratterizzazione del sito (Piano di Caratterizzazione approvato nella Conferenza di Servizi "decisoria" del Ministero dell'Ambiente, convocata con nota n. 17513/Q.d.V./DI del 02/09/2005, nulla osta ottenuto dal MATT inviato con protocollo n° 0016336/STA del 19/10/2015, e delle integrazioni richieste da ARPA Puglia con nota numero protocollo n° 0021722-86-del 07/04/2016) nell'anno 2016 è stato effettuato un monitoraggio del suolo e delle acque sotterranee dai piezometri presenti in stabilimento.

I risultati delle indagini hanno fornito le necessarie informazioni per consentire di:

- stabilire l'idrogeologia dell'area e definire le isofreatiche;
- stabilire un quadro analitico del suolo e la geochimica delle acque sotterranee.

Il progetto di caratterizzazione ambientale ha previsto l'esecuzione di attività di campo e di laboratorio, finalizzate a:

- localizzare e definire in dettaglio le eventuali sorgenti d'inquinamento;
- definire l'estensione ed il livello d'inquinamento nel suolo e nelle acque sotterranee.

I campionamenti di suoli e top-soil sono stati effettuati nel periodo 27-29 giugno 2016. La caratterizzazione della matrice suolo è stata realizzata attraverso l'esecuzione di 7 sondaggi di cui 6 nel

sito recintato in cui sono presenti le attività della Società Hydrochemical Service S.r.l. ed uno nella zona di pertinenza. Dal materiale estratto da ogni sondaggio sono stati prelevati tre campioni puntuali a profondità stabilite, per un totale di 3 campionamenti analitici per ogni sondaggio collocati indicativamente a livello superficiale (0 – 100 cm), all'altezza della frangia capillare e ad un altro di valore intermedio, per un totale di 21 campioni. Inoltre sono stati prelevati due campioni di Top Soil (0-10 cm).

Sui campioni di suolo sono stati analizzati:

<b>Umidità</b>	<b>pH</b>	<b>Peso Specifico</b>
<b>Composti inorganici:</b>		
Antimonio	Arsenico	Berillio
Cadmio	Cobalto	Cromo totale
Cromo VI	Mercurio	Nichel
Piombo	Rame	Selenio
Stagno	Tallio	Vanadio
Zinco		
<b>Fluoruri e anioni</b>		
<b>Aromatici:</b>		
Benzene	Etilbenzene	Stirene
Toluene	Xilene	Sommatoria organici aromatici
<b>Aromatici Policiclici:</b>		
Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene
Benzo(k)fluorantene	Benzo(g,h,i)perilene	Crisene
Dibenzo(a,e)pirene	Dibenzo(a,l)pirene	Dibenzo(a,i)pirene
Dibenzo(a,h)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indeno[1,2,3,-cd]pirene
Pirene	Sommatoria policiclici aromatici	
<b>Alifatici clorurati cancerogeni:</b>		
Clorometano	Diclorometano	Triclorometano
Cloruro di Vinile	1,2-Dicloroetano	1,1-Dicloroetilene
Tricloroetilene	Tetracloroetilene	
<b>Alifatici clorurati non cancerogeni:</b>		
1,1-Dicloroetano	1,2-Dicloroetilene	1,1,1-Tricloroetano
1,2-Dicloropropano	1,1,2-Tricloroetano	1,2,3-Tricloropropano
1,1,2,2-Tricloroetano		
<b>Alifatici alogenati cancerogeni:</b>		
Tribromometano	1,2-Dibromoetano	Dibromoclorometano

**Bromodichlorometano**

**Fenoli**

**Idrocarburi leggeri (C<12)**

**Idrocarburi pesanti (C>12)**

Sui campioni di suolo sono stati analizzati, oltre agli analiti previsti per i suoli sopra elencati, anche i PCB e le diossine.

Facendo seguito alla richiesta di ARPA Puglia, inviata con nota protocollo n. 35924/17 del 07/06/2017, sono stati inoltre caratterizzati i “materiali di riporto”, presenti in tutti i sondaggi geognostici effettuati, coerentemente a quanto definito dalla circolare MATTM 13338/TRI del 14/05/2014 (test di cessione ai sensi del DM 5 febbraio 1998) per valutarne l’eventuale rappresentazione di fonte di contaminazione per le acque sotterranee. I parametri determinati sono stati quelli previsti dall’allegato 3 del DM 5 febbraio 1998 con l’esclusione dell’amianto.

Per la caratterizzazione dell’acquifero presente nel sottosuolo dell’area in oggetto, cinque dei sondaggi realizzati per la caratterizzazione del suolo sono stati attrezzati a piezometro. I cinque piezometri sono stati realizzati spingendo la perforazione fino al raggiungimento della falda superficiale e per circa una profondità di 7 m dal p.c..

I piezometri sono stati ubicati in modo da poter disporre di dati significativi, rappresentativi e dettagliati riguardanti il livello della falda e delle sue oscillazioni, l’andamento della superficie piezometrica, la direzione del flusso idrico sotterraneo e lo stato di contaminazione delle acque di falda.

Nello specifico i piezometri sono ubicati in modo da permettere di disporre di punti di monte e a valle dell’area di interesse della Società Hydrochemical Service S.r.l.: in particolare quattro sono stati posizionati sul perimetro dell’impianto (PZ1-PZ2-PZ3-PZ4) ed uno in posizione baricentrica (PZ6).

Sono state anche analizzate le acque sotterranee provenienti dai due pozzi spia presenti all’interno dell’area di proprietà della Hydrochemical Service S.r.l.. I pozzi spia, denominati PS1 e PS2, sono profondi circa 6 metri dal piano campagna e hanno un diametro di circa 10 cm.

I campionamenti delle acque di falda superficiale sono stati effettuati in data 12 luglio 2016 (piezometro PZ1), 14 luglio 2016 (piezometri PZ2, PZ3 e PZ4; pozzi spia PS1 e PS2) e 30 novembre 2016 (piezometro PZ6).

Sulle acque di falda sono stati determinati i seguenti parametri analitici:

<b>Conducibilità</b>	<b>pH</b>	
<b>Metalli:</b>		
Alluminio	Antimonio	Argento
Arsenico	Berillio	Cadmio
Cobalto	Cromo totale	Cromo VI
Ferro	Mercurio	Nichel
Piombo	Rame	Selenio
Manganese	Tallio	Zinco
<b>Inquinanti inorganici:</b>		
Boro	Fluoruri	Nitrati
Solfati		
<b>Composti organici aromatici:</b>		
Benzene	Etilbenzene	Stirene
Toluene	p-Xilene	
<b>Policiclici Aromatici:</b>		
Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene
Benzo(k)fluorantene	Benzo(g,h,i)perilene	Crisene
Dibenzo(a,h)antracene	Indeno[1,2,3,-cd]pirene	Pirene
Sommatoria policiclici aromatici		
<b>Alifatici clorurati cancerogeni:</b>		
Clorometano	Triclorometano	Cloruro di Vinile
Tetracloroetilene	Esaclorobutadiene	Sommatoria organoalogenati
<b>Alifatici clorurati non cancerogeni:</b>		
1,1-Dicloroetano	1,2-Dicloroetilene	1,2-Dicloropropano
1,1,2-Tricloroetano	1,2,3-Tricloropropano	1,1,2,2-Tricloroetano
<b>Alifatici alogenati cancerogeni:</b>		
Tribromometano	1,2-Dibromoetano	Dibromoclorometano
<b>PCB</b>		
<b>Idrocarburi totali</b>		

Il laboratorio che ha eseguito le analisi chimiche dei terreni e delle acque di falda è il Centro di Analisi Chimiche Srl con sede in Zona PIP lotto 12 a Marconia (MT), accreditato da ACCREDIA relativamente all'esecuzione di prove e al Sistema di Qualità secondo le norme UNI EN ISO IEC 17025 (Certificato di Accreditamento n. 1456).

Il laboratorio che ha eseguito successivamente le analisi chimiche dei materiali di riporto è quello di Laboratori e Studi di Progettazione A.R.CHI.MED.E s.r.l. con sede in Bari (BA), accreditato da

ACCREDIA relativamente all'esecuzione di prove e al Sistema di Qualità secondo le norme UNI EN ISO IEC 17025 (Certificato di Accreditamento n. 1058).

### **Risultati delle indagini**

Le indagini effettuate (esecuzione di sondaggi, campionamenti e analisi) hanno avuto lo scopo di stabilire un quadro analitico dello stato di contaminazione sulla matrice suolo e acqua ai sensi dell'allegato 2 al Titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/06.

I "Risultati del Piano di Caratterizzazione" dei suoli e della falda presente sul sito della Hydrochemical Service srl sono trasmessi, sempre in revisione (Agosto 2017), contestualmente alla presente Analisi di Rischio.

### Acque sotterranee

In merito alla matrice acqua, tutti i campioni prelevati dai piezometri, sia di monte che di valle e compresi i pozzi spia, hanno mostrato superamenti rispetto ai limiti normativi previsti dal D.Lgs 152/2006 per le acque sotterranee.

Di seguito si riporta la tabella 2.1 riassuntiva dei valori riscontrati limitatamente ai superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) rispetto ai limiti riportati in Tabella 2 dell'allegato 5 del titolo 5 parte IV del D.Lgs 152/2006.

	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ6	PS1	PS2		CSC
As (ug/l)	295	3,78	51,5	31,7	22,4	319	239		10
Cr <sub>tot</sub> (ug/l)	87,2	13,0	29,2	60,7	4,43	13,2	20,9		50
Fe (ug/l)	14200	3277	8680	22682	3108	20695	15926		200
Ni (ug/l)	1074	10,1	101	225	167	138	141		20
Se (ug/l)	200	7,8	2,51	1,94	22	0,276	0,562		10
Mn (ug/l)	600	76,9	281	783	435	1385	1584		50
B (ug/l)	4765	882	1450	1725	1654	946	1100		1000
fluoruri (ug/l)	2204	1741	1013	1387	1000	1889	2065		1500
solfati (mg/l)	16,8	1017	190	226	200	583	709		250
benzene (ug/l)	159	0,94	152	0,45	210	70,6	62,5		1
PCB (ug/l)	120	21	68	10,8	20	88	73		0,01

Tabella 2.1

Dall'analisi dei risultati si evince che le acque di falda superficiale che si trovano al di sotto del sito della Hydrochemical Service srl presentano un inquinamento da metalli pesanti (As, Cr, Fe, Ni, Se, Mn, B) abbastanza uniformemente distribuito fra tutti i piezometri e pozzi spia presenti, sia essi posti a monte (PZ1 e PZ2) sia a valle (PZ3 e PZ4) del sito. I valori limite sono superati anche per inquinanti inorganici quali i fluoruri (soprattutto a monte nei piezometri PZ1, PZ2 e nei pozzi spia PS1 e PS2) ed i solfati (nel piezometro PZ2 e nei pozzi spia PS1 e PS2). Per quanto riguarda gli inquinanti organici, il benzene è risultato essere in concentrazione superiore ai valori limite in quasi tutti i pozzi, mentre i PCB sono stati riscontrati superiori ai valori limite in tutti i pozzi presenti sul sito.

I risultati ottenuti sono in linea con gli esiti delle analisi relative ai piezometri PZ1 e PZ6 che ARPA Puglia, con nota prot. 9177 del 16/02/17, ha trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (acquisita al prot. N. 3498/STA del 21/02/17). Con nota prot. n. 35064 del 01/06/2017 ARPA Puglia ha quindi precisato le seguenti non conformità per le acque sotterranee rispetto alle CSC:

	<b>PZ1</b>	CSC
As (ug/l)	434,6	10
Cr <sub>tot</sub> (ug/l)	65,4	50
Fe (ug/l)	12257,8	200
Ni (ug/l)	2377,3	20
Se (ug/l)	403,6	10
Mn (ug/l)	362,0	50
B (ug/l)	13697,5	1000
fluoruri (ug/l)	1800	1500
benzene (ug/l)	484,8	1
toluene (ug/l)	51,5	15
PCB (ug/l)	159,5	0,01

	<b>PZ6</b>	CSC
As (ug/l)	28	10
Fe (ug/l)	3029,7	200
Ni (ug/l)	201	20
Se (ug/l)	28,7	10
Mn (ug/l)	515,7	50
B (ug/l)	2069,2	1000
solfati (mg/l)	294	250
PCB (ug/l)	20,25	0,01

Tabella 2.2

Visti gli esiti di validazione di ARPA Puglia, la presente revisione dell'AdR terrà conto del dato del benzene riscontrato nel piezometro PZ1 (484,8 ug/l) in quanto più conservativo rispetto ai valori limite normativi, nonché del dato del toluene nel piezometro PZ1 (51,5 ug/l) riscontrato da ARPA Puglia e non dalla Hydrochemical Service srl.

#### Materiali di riporto

I risultati ottenuti sui materiali di riporto ritrovati nell'area di interesse della Hydrochemical Service srl sono stati confrontati sia con i limiti fissati nell'allegato 3 del DM 5 febbraio 1998 sia con quelli previsti dalla Tabella 2 dell'allegato 5 del titolo 5 parte IV del D.Lgs 152/2006 (Concentrazioni Soglia di Contaminazione – CSC – per le acque sotterranee). Tale confronto ha evidenziato la conformità dei suddetti materiali di riporto ai limiti previsti per il test di cessione e pertanto questi non rappresentano una fonte di contaminazione per le acque sotterranee.

#### Suolo e top soil

In nessuno dei campioni di suolo e top-soil prelevati, relativamente ai parametri analizzati, si è riscontrato un valore di concentrazione superiore ai limiti normativi previsti dalla tabella 1B dell'allegato 5 del titolo 5 parte IV del D.Lgs 152/2006 “siti ad uso commerciale e industriale” cui si deve far riferimento per l'attività svolta dalla Hydrochemical Service srl.

Non avendo ARPA Puglia trasmesso al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare alcun esito analitico relativo alla caratterizzazione del suolo della Hydrochemical Service srl, è apparso dapprima lecito supporre che non ci fossero stati superamenti delle CSC per questa matrice (così come risultato dalla caratterizzazione fatta dall'azienda) e tale ipotesi è stata confermata con la già citata nota prot. n. 35064 del 01/06/2017 mediante la quale ARPA Puglia ha trasmesso la relazione di validazione dei campioni di terreno e delle acque di falda e dalla quale emerge che “si ritiene di poter validare le analisi sui terreni, top soil ed acque sotterranee”.

**Sulla base dei dati di caratterizzazione è quindi possibile sostenere che nel sito di attività della Hydrochemical Service srl non vi siano sorgenti primarie di contaminazione attive. Non essendo neanche in presenza di terreno superficiale e profondo contaminato, l'unica sorgente secondaria di contaminazione identificata è costituita dalle acque sotterranee (falda superficiale) al di sotto del sito e l'area interessata alla contaminazione può essere considerata pari a tutto il sito.**

### 3. MODELLO CONCETTUALE DEFINITIVO DEL SITO

#### 3.1 PREMESSA

Il Modello Concettuale del Sito (MCS) ha lo scopo di identificare i collegamenti esistenti tra le sorgenti di contaminazione presenti ed i possibili recettori; incrociando le informazioni inerenti al tipo, grado ed estensione della contaminazione riscontrata con le caratteristiche ambientali della zona, si delinea un quadro delle potenziali sorgenti identificate, dei meccanismi di trasporto, dei percorsi di esposizione attivi e dei recettori presenti.

Il MCS rappresenta dunque la base per lo sviluppo dell'AdR; di seguito vengono riportati i principali aspetti relativi alla definizione del MCS in funzione dello scenario considerato nella presente AdR:

- geologia e idrogeologia;
- sorgenti di contaminazione;
- contaminanti di interesse;
- percorsi di esposizione;
- potenziali recettori.

Nei paragrafi successivi vengono quindi descritti i principali aspetti relativi alla definizione del MCS che è qui rappresentato nella sua versione finale essendo stata completata esaustivamente la caratterizzazione ambientale del Sito.

#### 3.2 CARATTERISTICHE GENERALI DEL SITO

L'area oggetto dell'attività della Hydrochemical Service s.r.l. ricade all'interno del Comune di Taranto, nella periferia del Mar Grande e nella zona ovest della città denominata "Rondinella". L'area dell'impianto è individuata sulla tavola 493114 del PRG ed è regolamentata dal PRP del Porto di Taranto. La zona è delimitata dalla Ferrovia dello Stato, dal Mar Ionio e dalla proprietà AGIP Raffinazione. Il tutto è riportato:

- in catasto urbano di Taranto alla partita 1063218, fol. 196, particelle 32 sub 1 p.T, 32 sub 2 p.T, 32 sub 3 p.T, 32 sub 4 p.T e 32 sub 5p.T;
- in catasto rustico di Taranto alle partite:
  - a) 1 fol.196, particella 32;

b) 213521-213522, fol. 196, particelle 33, 34, 35, 44 e 48.

La superficie totale derivante dai data catastali risulta di 17.221 m<sup>2</sup> in cui sono distribuiti:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| - parcheggio pubblico e viabilità interna | m <sup>2</sup> 4.693,00; |
| - superficie a verde interna ed esterna   | m <sup>2</sup> 4.304,00; |
| - superficie coperta complessiva          | m <sup>2</sup> 1.524,76. |

All'interno del lotto di proprietà della Hydrochemical Service s.r.l., oltre ad un capannone adibito a deposito, vi è una palazzina uffici costituita da piano terra e da un primo piano, un locale adibito a cabina di trasformazione MT/BT e un locale pesa e, separatamente, è presente un locale adibito a laboratorio chimico. Inoltre vi sono ventisei silos adibiti allo stoccaggio dei rifiuti da trattare all'interno del ciclo di trattamento e dotati di bacino di contenimento. Infine nella stessa area è installata una piattaforma polifunzionale di depurazione.

#### *Caratteristiche della piattaforma polifunzionale*

All'interno dell'insediamento in oggetto è previsto lo stoccaggio, il trattamento e la depurazione di rifiuti liquidi pericolosi e non, ad alto contenuto organico rinvenienti da attività produttive e marittime portuali.

L'impianto in oggetto, oltre a trattare acque di pulizia di cisterne di navi ed acque reflue da attività marittimo-portuali, tratta le seguenti acque industriali del settore meccanico metallurgico:

- rifiuti liquidi da processi galvanici contenenti metalli pesanti;
- soluzioni alcaline da cianuri non contenenti metalli pesanti;
- rifiuti liquidi contenenti cromo ma non cianuri;
- miscele acquose da pulizia strade;
- soluzioni e miscele acquose con inquinanti principalmente organici;
- miscele acquose da bagni galvanici di fosfatazione e/o fosfosgrassaggio;
- soluzione acquose ed acque madri derivanti da processi di lavorazione di prodotti agro-alimentari in genere;
- soluzioni acquose basiche di idrossido di calcio;
- soluzioni acquose basiche di idrossido di sodio;
- acque reflue da trattamento dei fumi ed altre acque reflue;
- rifiuti liquidi della preparazione e trattamento della carne, pesce ed altri alimenti di origine animale;

- rifiuti liquidi dell'industria lattiero-casearia;
- rifiuti liquidi da lavanderie industriali;
- rifiuti liquidi della produzione di bevande alcoliche;
- percolato di discarica.

I suddetti rifiuti in ingresso vengono inviati all'interno dei serbatoi di stoccaggio presenti nello stabilimento ovvero vengono inviati direttamente alle fasi trattamento.

L'ubicazione della piattaforma tecnologica in oggetto, compatibilmente con l'assetto urbano, l'ambiente naturale ed antropico e le locali condizioni geo-climatiche ricade all'interno del polo industriale per i servizi portuali di Taranto, precisando che già quest'area rispondeva in pieno alle norme vigenti per la localizzazione delle industrie insalubri.

Qui di seguito sono inserite le immagini satellitari che descrivono l'area di interesse.



Figura 3.1: la freccia rossa indica il sito della Hydrochemical Service srl

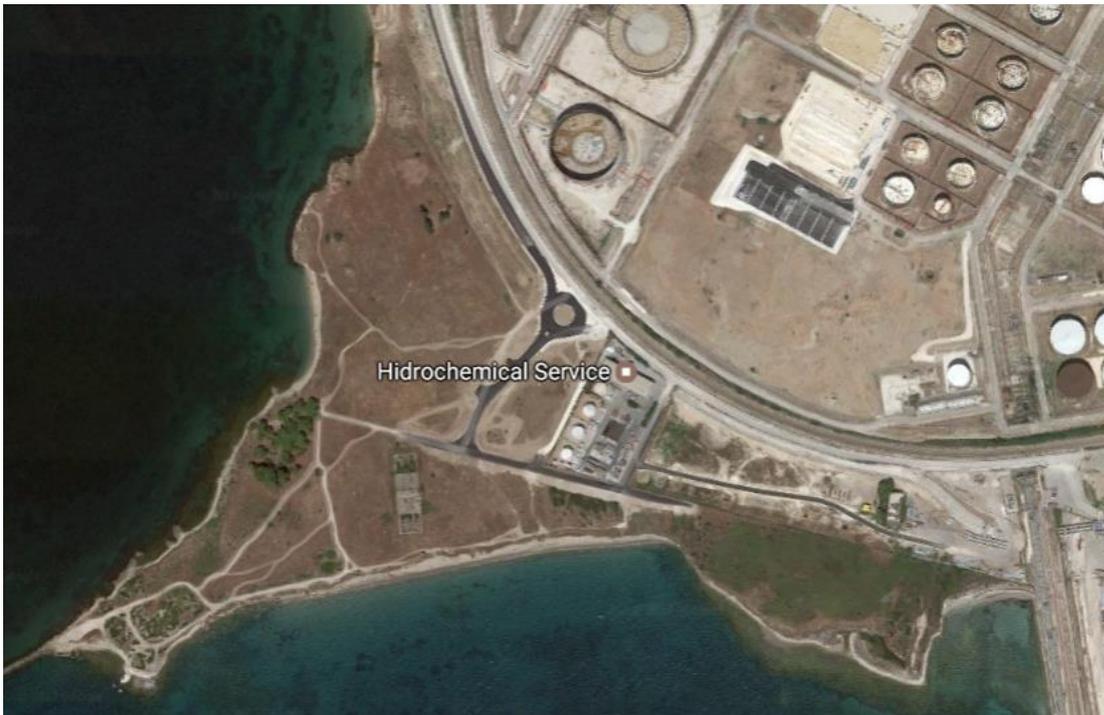


Figura 3.2



Figura 3.3: geometria e dimensioni del sito della Hydrochemical Service srl

### 3.3 GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

In base alla stratigrafia dei punti di indagine realizzati in Sito, come evidenziato da foto di seguito inserita, è possibile rilevare la seguente successione litostratigrafica:

- presenza di terreno vegetale misto a sabbia ghiaiosa sino a 1,20 m circa dal p.c.;
- orizzonte di sabbia grossa e fine compresa tra 1,20 e circa 7,0 m da p.c..



Figura 3.4: carota di terreno estratta nell'installazione del piezometro PZ4

Durante la realizzazione dei piezometri di monitoraggio delle acque di falda sono stati raccolti dei campioni di terreno per la determinazione delle classi granulometriche. Nella seguente tabella vengono riportati i valori percentuali di sabbia, limo e argilla utilizzati ai fini della presente AdR e rilevati nei campioni di terreno prelevati fino alla quota massima di 4,0 m da p.c.; sulla base delle informazioni

stratigrafiche disponibili questa quota rappresenta il livello di terreno all'interno delle quali i vapori provenienti dalle acque di falda migrano verso la superficie.

Campione	Prof. Prelievo (m)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
PZ1	0,5-1,0	93,1	3,5	3,4
PZ1	2,5-3,0	88,3	5,7	6,0
PZ4	1,5-2,0	90,9	4,2	4,9
PZ4	3,5-4,0	92,5	3,6	3,9
<b>Media</b>		91,2	4,2	4,6
<b>Classe APAT</b>			<b>Sand</b>	

Tabella 3.1 Analisi Granulometriche

La tabella 3.1 sintetizza i risultati delle analisi granulometriche e la classificazione del terreno secondo il Protocollo ISPRA effettuata utilizzando il diagramma triangolare ivi contenuto (vedi Figura 3.5); per identificare i parametri di ingresso per l'AdR relativi ai terreni insaturi è stata selezionata la classe riportata nella tabella precedente, ovvero Sand.

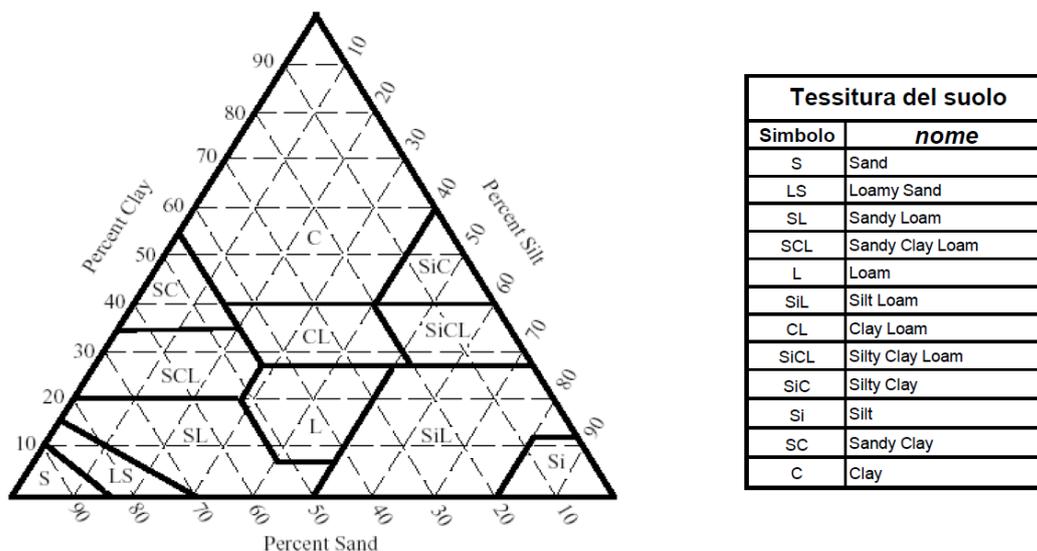


Figura 3.5: Diagramma Triangolare della Granulometria – Protocollo ISPRA

I dati ottenuti sono in linea con quanto riportato in uno studio condotto dall'Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA, 2003) nell'ambito del Programma Operativo Multiregionale per Attività di Sostegno ai Servizi di Sviluppo per l'Agricoltura, denominato "Ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche, convenzionali e non, in sistemi colturali sostenibili". Nell'ambito di tale progetto sono state individuate le caratteristiche pedologiche dei suoli in varie aree di studio tra cui quella di interesse "Arco Ionico" (metapontino e tarantino). I terreni più diffusi nell'Arco Ionico appartengono alla categoria dei "Sabbiosi e sabbio-limosi (S-SL)" ed in provincia di Taranto interessano quasi l'intero territorio che si affaccia al Golfo di Taranto. Si tratta di terreni sciolti con sensibile contenuto in scheletro, con basso tenore in limo e argilla, poco o per nulla calcarei a reazione subalcalina, poveri in sostanza organica, azoto e potassio.

#### ***Determinazione flusso di falda e analisi piezometrica***

Sui piezometri e pozzi spia realizzati nell'area in esame si è proceduto alla valutazione della direzione locale del flusso di falda ed alla determinazione della piezometrica dell'area, eseguendo una battitura topografica sulle teste di pozzo e del livello statico. Nella tabella 3.2 sottostante sono riportate le Coordinate geografiche dei piezometri e pozzi spia misurate con riferimento al Sistema geodetico WGS84 ed i livelli piezometrici della falda in m.s.l.m. ottenuti a partire dalle misure freatiche della falda superficiale effettuate durante la caratterizzazione della matrice acqua.

<b>Piezometri e pozzi spia</b>	<b>Coordinate geografiche delle teste di pozzo dei piezometri e pozzi spia</b> <b>Sistema geodetico WGS84</b>	<b>Livello teste di pozzo</b> <b>(m.s.l.m.)</b>	<b>Livelli Piezometrici della falda</b> <b>Proiezione verticale su geoide EGM96</b> <b>(m.s.l.m.)</b>	<b>Soggiacenza della falda</b> <b>(m)</b>
PZ1	4483498,689 Nord 685265,949 Est	4,897	1,047	3,850
PZ2	4483469,063 Nord 685336,545 Est	4,963	0,833	4,130
PZ3	4483366,395 Nord 6852675,595 Est	4,918	-0,272	5,190
PZ4	4483381,683 Nord 685212,256 Est	4,249	0,049	4,200
PZ6	4483411,461 Nord 685262,177 Est	4,799	0,199	4,600

<b>Piezometri e pozzi spia</b>	<b>Coordinate geografiche delle teste di pozzo dei piezometri e pozzi spia</b>  <b>Sistema geodetico WGS84</b>	<b>Livello teste di pozzo</b>  <b>(m.s.l.m.)</b>	<b>Livelli Piezometrici della falda</b>  <b>Proiezione verticale su geoide EGM96 (m.s.l.m.)</b>	<b>Soggiacenza della falda</b>  <b>(m)</b>
Pozzo Spia 1	4483464,870 Nord 685291,090 Est	4,787	0,687	4,100
Pozzo Spia 2	4483375,758 Nord 685244,160 Est	4,981	0,181	4,800

Tabella 3.2

In merito alla direzione del flusso di falda, il flusso idrico risulta orientato in direzione Nord-Sud, direzione perpendicolare alla linea di costa, e pertanto i piezometri PZ1 e PZ2 sono da considerarsi a monte mentre i piezometri PZ3 e PZ4 a valle del sito di attività della Hydrochemical Service srl.

Ai fini della presente AdR, è stata considerata la presenza di un unico acquifero avente base a circa 7 m da p.c..

### 3.4 SELEZIONE DEI CONTAMINANTI INDICE

#### 3.4.1 Premessa

Nel campo di applicazione della bonifica dei siti contaminati, disciplinato dal titolo V alla parte IV del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., una conseguenza della contaminazione del terreno e/o delle acque sotterranee è la migrazione di sostanze volatili pericolose, in genere di origine organica (COV), verso la superficie. Tale processo denominato “vapor intrusion” (intrusione di vapori) è tale per cui le sostanze chimiche volatili presenti nel suolo superficiale, nel suolo profondo e/o nelle acque sotterranee, migrano attraverso il suolo insaturo, raggiungendo gli ambienti sovrastanti, ed alterano la qualità dell’aria indoor e/o outdoor, con conseguente rischio per la salute umana, per l’ambiente e per la sicurezza.

I composti organici volatili sono definiti all’interno della Parte Quinta del D.Lgs. 152/06, relativa alla materia di Tutela dell’aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera, e precisamente all’art. 268, lettera II): si indicano come “qualsiasi composto organico che abbia alla temperatura di 293,15 K una pressione di vapore di 0,01 kPa (0,075 mm Hg) o superiore, oppure che abbia una volatilità corrispondente in condizioni particolari d’uso”.

La su richiamata definizione può essere estesa anche ai composti volatili inorganici e pertanto, applicando quanto disciplinato dall'art. 268, Titolo I, Parte V del D.Lgs. 152/06, emerge che:

- per i composti inorganici, si considerano volatili i Cianuri, i Fluoruri ed il Piombo tetraetile, ai quali corrisponde una pressione di vapore uguale o superiore a 0,01 kPa (= 0,075 mm Hg).
- per i composti organici, sono non volatili tutti gli IPA ad esclusione del Naftalene, i Nitrobenzeni ad esclusione del Nitrobenzene, alcuni tra le classi dei Clorobenzeni e dei Fenoli clorurati, gran parte delle Ammine Aromatiche, tutti i Fitofarmaci, Diossine, Furani e PCBs (gli Idrocarburi pesanti e l'Acrilammide).

Nel caso specifico, facendo seguito alla richiesta del MATTM di effettuare la stima del rischio sanitario associato alla volatilizzazione da falda e data la natura dei composti rilevati nelle acque sotterranee, la scelta dei contaminanti rispetto ai quali calcolare l'esposizione è stata limitata al benzene ed al toluene.

Non è stata invece sviluppata l'analisi di rischio sanitario per i seguenti composti:

- arsenico, cromo, ferro, nichel, selenio, manganese, boro, solfati e PCB in quanto tali composti non sono volatili (cfr. D.Lgs. 152/06);
- fluoruri in quanto tali composti sono stati eliminati dalla Banca dati ISS-ISPEL (rev. Marzo 2015).

#### 3.4.2 Proprietà fisico-chimiche dei contaminanti indice

Di seguito sono elencate le proprietà fisico chimiche dei contaminanti di interesse, Le stesse sono state estratte dalla banca-dati ISS-ISPEL (rev. Marzo 2015).

	<b>Benzene</b>	<b>Toluene</b>
Numero CAS	71-43-2	108-88-3
Peso Molecolare [g/mole]	78,11	92,14
Solubilità [mg/litro]	1,79E+03	5,26E+02
Punto Ebolliz. [°C]	80,1	110,6
Pressione di vapore [mm Hg]	9,66E+01	2,88E+01
Costante di Henry [adim.]	2,27E-01	2,71E-01
Koc [ml/g]	1,46E+02	2,34E+02
log Kow [adim.]	1,99	2,54E+00
Coeff. Diff. Aria [cm <sup>2</sup> /sec]	8,95E-02	7,78E-02
Coeff. Diff. Acqua [cm <sup>2</sup> /sec]	1,03E-05	9,20E-06
ABS [adim.]	0,1	0,1

Tabella 3.3: Proprietà fisico-chimiche dei contaminanti indice

### 3.4.3 Proprietà tossicologiche dei contaminanti indice

Nella tabella sottostante sono riportati i parametri di tossicità che compaiono nelle formule utilizzate per il calcolo del rischio, ed in particolare del Rischio Cancerogeno e degli Hazard Index, desunti dalla banca dati ISS-ISPEL (marzo 2015) per le diverse sostanze indice.

	<b>Benzene</b>	<b>Toluene</b>
Numero CAS	71-43-2	108-88-3
Class. Armonizzata UE	Flam. Liq. 2 H225; Carc. 1A H350; Muta. 1B H340; STOT RE 1 H372; Asp. Tox. 1 H304; Eye Irrit. 2 H319; Skin Irrit. 2 H315	Flam. Liq. 2 H225; Repr. 2 H361d; Asp. Tox. 1 H304; STOT RE 2 H373; Skin Irrit. 2 H315; STOT SE 3 H336
Class. IARC	1	3
SF Ing. [mg/kg-giorno] <sup>-1</sup>	5,50E-02	-
SF Inal. [mg/kg-giorno] <sup>-1</sup>	2,73E-02	-
IUR [µg/m <sup>3</sup> ] <sup>-1</sup>	7,80E-06	-
RfD Ing. [mg/kg-giorno]	4,00E-03	8,00E-02
RfD Inal. [mg/kg-giorno]	8,57E-03	1,43E-00
RfC <sub>i</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	3,00E-02	5,00E-00

Tabella 3.4: Proprietà tossicologiche dei contaminanti indice

#### 3.4.4 Concentrazione rappresentativa in sorgente

Per il calcolo della Concentrazione Rappresentativa in Sorgente (CRS), per quanto riguarda le concentrazioni rilevate nelle acque di falda si è fatto riferimento ai risultati della caratterizzazione effettuata nel 2016 ed essendo il numero di determinazioni inferiore a 10 è stata utilizzata come CRS la maggiore concentrazione rilevata per ogni composto che ha evidenziato superamenti delle CSC. In particolare si è fatto riferimento al dato più conservativo rispetto ai valori limite normativi e per questo si sono utilizzati i valori riscontrati da ARPA.

Nella tabella 3.5 seguente sono riportate le CRS per le acque di falda.

<b>Composto</b>	<b>UM</b>	<b>CSC</b>	<b>CRS (max)</b>
<b>Benzene</b>	µg/l	1	484,8
<b>Toluene</b>	µg/l	15	51,5

Tabella 3.5: CRS per le acque di falda

### 3.5 SORGENTI, CONTAMINANTI, PERCORSI DI ESPOSIZIONE E RECETTORI

#### 3.5.1 Generalità

La valutazione della esposizione, propedeutica al calcolo del rischio, rappresenta il punto focale di tutta l'analisi. La procedura di valutazione della esposizione prevede la raccolta di alcuni parametri specifici per il sito in esame e per i contaminanti selezionati, il calcolo della concentrazione rappresentativa della generica sorgente di contaminazione e infine il calcolo della esposizione.

L'esposizione è stata determinata in base ai dati sito specifici e in base alle risultanze analitiche delle analisi fatte sui campioni di acqua di falda.

Nei seguenti paragrafi sono elencati i parametri necessari per la valutazione della esposizione e del rischio sito specifico, così come richiesti dal software utilizzato. È necessario precisare che dove non erano disponibili valori sito specifici questi sono stati sostituiti con i parametri di default del software o con valori di letteratura di comprovata attendibilità.

Sulla base dei dati di caratterizzazione e del MCS, come già detto si ritiene che non vi siano presenti sorgenti primarie di contaminazione attive.

Le sorgenti secondarie di contaminazione, come descritto nel Protocollo ISPRA, possono trovarsi all'interno dei seguenti comparti/matrici ambientali:

- terreno superficiale insaturo (da 0 a -1 m da p.c.);
- terreno profondo insaturo (da -1 m da p.c. fino alla tavola d'acqua);
- acque sotterranee (zona satura).

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le sorgenti secondarie di contaminazione identificate, i rispettivi contaminanti di interesse, i percorsi di esposizione valutati come attivi ed i bersagli individuati sulla base delle indagini svolte in Sito e descritte al Capitolo 2.

Non essendo state rilevate eccedenze nei terreni delle CSC (commerciale/industriale) per tutti i parametri analizzati, l'unica sorgente secondaria di contaminazione considerata attiva nella presente AdR è costituita dalle acque sotterranee al di sotto del Sito.

### 3.5.2 Acque Sotterranee

Le attività di indagine ambientale condotte per il Sito in esame hanno evidenziato la presenza di eccedenze delle CSC definite dal D.Lgs. n° 152/06 per le acque sotterranee a carico dei seguenti parametri: arsenico, cromo totale, ferro, nichel, selenio, manganese, boro, fluoruri, solfati, benzene, toluene, PCB.

L'area sorgente di contaminazione per le acque sotterranee è stata considerata cautelativamente pari a tutto il Sito in conformità alle linee guida nazionali (in Figura 3.3 è riportata la geometria dell'area sorgente).

Per quanto riguarda i composti non volatili, ovvero arsenico, cromo, ferro, nichel, selenio, manganese, boro, solfati e PCB, le eccedenze rilevate non sono state oggetto dell'AdR in quanto queste sostanze come detto non sono caratterizzate da volatilità, e quindi l'unico percorso di esposizione è rappresentato dalla migrazione della fase disciolta al punto di conformità (non attivo in questa AdR).

In merito ai composti volatili eccedenti le CSC, ovvero benzene e toluene, l'unico percorso di esposizione considerato attivo nella presente AdR, in conformità alle linee guida ISPRA, è l'inalazione di vapori. In questo contesto, poiché in prossimità dei confini di Sito non sono presenti degli edifici

residenziali, in conformità alle linee guida ISPRA sono stati considerati i seguenti percorsi di esposizione:

Recettore commerciale/industriale (lavoratore) in Sito:

- inalazione di vapori da falda in ambiente chiuso;
- inalazione di vapori da falda in ambiente aperto.

I potenziali recettori attuali sono costituiti dai lavoratori del sito, per cui è stata considerata un'esposizione di 8 ore al giorno per 220 giorni/anno (numero di giorni lavorativi per un lavoratore italiano) per una durata di 30 anni.

Per quanto riguarda i percorsi di esposizione relativi al recettore commerciale/industriale, la concentrazione rappresentativa dei contaminanti volatili di interesse è stata posta pari alla massima concentrazione rilevata in tutti i piezometri di Sito.

La Figura 3.6 rappresenta graficamente il Modello Concettuale Definitivo del Sito considerato per l'AdR, così come descritto in precedenza e parametrizzato nel Capitolo 4 tramite i dati sito-specifici disponibili.

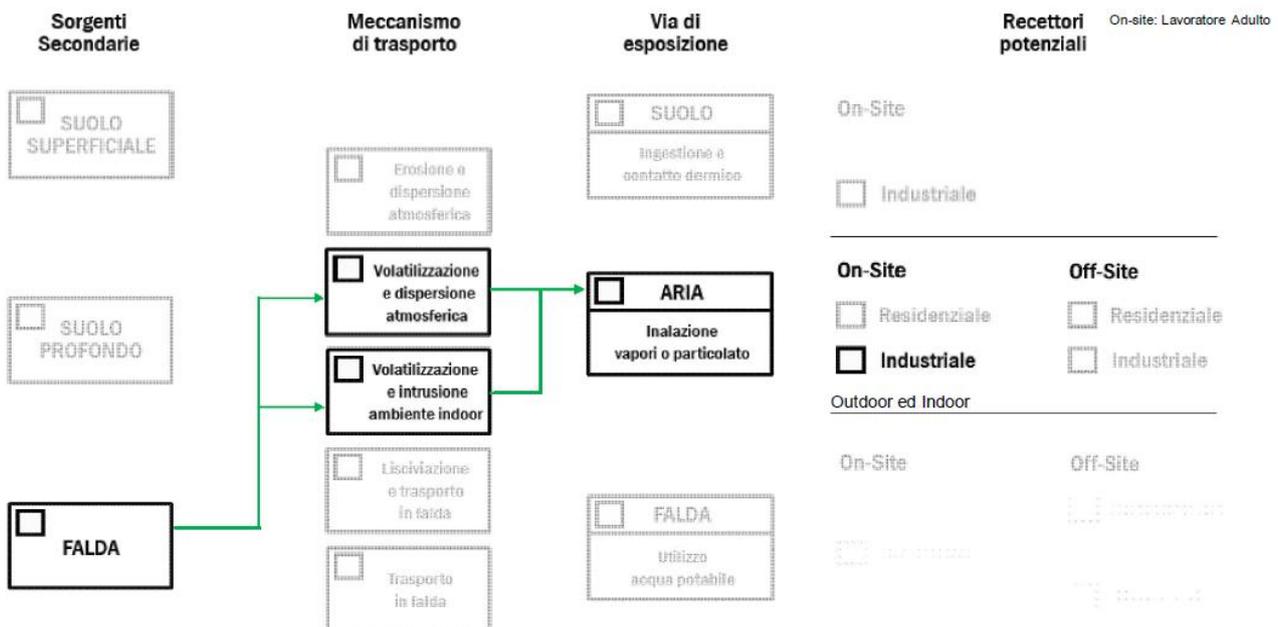


Figura 3.6: Modello Concettuale Definitivo del Sito – Recettore Commerciale/Industriale

## 4. PARAMETRIZZAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE

### 4.1 Sintesi

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i valori attribuiti ai principali parametri d'ingresso necessari per caratterizzare ai fini dell'AdR, le sorgenti di contaminazione individuate, i percorsi di esposizione attivi ed i potenziali recettori; inoltre vengono riportate le principali assunzioni adottate per la determinazione e definizione di tali parametri.

### 4.2 Parametri di Esposizione

Ai fini della presente elaborazione il sito è stato considerato pavimentato, con spazi confinati e con destinazione d'uso commerciale/industriale.

Nella seguente tabella 4.1 vengono riportati i valori attribuiti ai parametri di esposizione relativi ad un recettore in Sito di tipo commerciale/industriale relativamente al percorso di esposizione “inalazione di vapori da falda in ambiente indoor e outdoor”.

Di seguito si fornisce una breve descrizione dei parametri sito specifici scelti in sostituzione dei valori di default e di quelli desunti da dati di letteratura in funzione delle condizioni sito specifiche.

<b>Parametri di esposizione</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Industriale Adulto</b>
<b>Parametri Generali</b>			<b>On-Site</b>
Peso corporeo	BW	kg	70,0
Durata di esposizione sostanze cancerogene	ATc	anni	70,0
Durata di esposizione sostanze non cancerogene	ED	anni	<u>30,0</u>
Frequenza di esposizione	EF	giorni/anno	<u>220,0</u>
<b>Ingestione di suolo</b>			
Frazione di suolo ingerita	FI	adim	1,0
Tasso di ingestione di suolo	IR	mg/giorno	50,0

<b>Parametri di esposizione</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>Industriale Adulto</b>
<b>Contatto dermico con suolo</b>			
Superficie di pelle esposta	SA	cm <sup>2</sup>	3300,0
Fattore di aderenza dermica del suolo	AF	mg/cm <sup>2</sup> /giorno	0,2
<b>Inalazione di aria outdoor</b>			
Frequenza giornaliera di esposizione (c)	EFgo	ore/giorno	8,0
Inalazione outdoor (a);(b)	Bo	m <sup>3</sup> /ora	2,5
Frazione di particelle di suolo nella polvere	Fsd	adim	1,0
<b>Inalazione di aria indoor</b>			
Frequenza giornaliera di esposizione	EFgi	ore/giorno	8,0
Inalazione indoor (b)	Bi	m <sup>3</sup> /ora	0,9
Frazione indoor di polvere all'aperto	Fi	adim	1,0
<b>Ingestione di acqua potabile</b>			
Tasso di ingestione di acqua	IRw	L/giorno	1,0

Tabella 4.1 Parametri di Esposizione

#### 4.3 Matrici Ambientali ed Ambienti Indoor e Outdoor

I modelli di trasporto richiedono una descrizione delle caratteristiche delle matrici ambientali contaminate e dei comparti all'interno dei quali avviene il trasporto dei contaminanti dalla sorgente al recettore; per lo svolgimento dell'AdR sono stati attribuiti ai diversi parametri che caratterizzano le matrici ambientali dei valori sito-specifici, quando disponibili, o in alternativa dei valori di default suggeriti dai protocolli di riferimento: l'utilizzo di questi ultimi, opportunamente cautelativi, è previsto dalla procedura di AdR.

Nella seguente tabella 4.2 vengono elencati i parametri utilizzati per il calcolo degli obiettivi di bonifica sito-specifici; nei paragrafi successivi sono dettagliati i procedimenti utilizzati per ricavare tali parametri.

Parametro	Unità di misura	Valore	Note
<b>Zona Insatura</b>			
Profondità del piano di falda	m	3,85	Sito Specifico
Spessore della zona insatura	m	3,75	Sito Specifico
pH	adim.	7,7	Sito Specifico
Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>	1,4	Sito Specifico
Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	0,385	Protocollo ISPRA – classe “Sand”
Contenuto volumetrico di acqua	adim.	0,068	Protocollo ISPRA – classe “Sand”
Contenuto volumetrico di aria	adim.	0,317	Protocollo ISPRA – classe “Sand”
Contenuto volumetrico di acqua nelle frangia capillare	adim.	0,33	Protocollo ISPRA – classe “Sand”
Contenuto volumetrico di aria nelle frangia capillare	adim.	0,055	Protocollo ISPRA – classe “Sand”
Spessore frangia capillare	m	0,1	Protocollo ISPRA – classe “Sand”
<b>Ambiente Outdoor</b>			
Altezza della zona di miscelazione	m	2	Protocollo ISPRA
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	m	80	Sito Specifico
Velocità del vento	m/s	2,36	Sito Specifico
Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	25	Sito Specifico
<b>Ambiente Indoor</b>			
Profondità fondazioni da p.c.	m	0,25	Sito Specifico
Spessore delle fondazioni/muri	m	0,25	Sito Specifico
Frazione areale di fratture indoor	adim.	0,01	Protocollo ISPRA
Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	3	Protocollo ISPRA
Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	0,12	Protocollo ISPRA
Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	0,26	Protocollo ISPRA
Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	0,00023	Protocollo ISPRA
Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	25	Protocollo ISPRA

Tabella 4.2 Parametri di Ingresso dell'AdR

### Zona Insatura

Sulla base dei risultati delle analisi granulometriche e della successione stratigrafica locale (riportate al paragrafo 3.3), ai fini dell'AdR il terreno insaturo è stato considerato appartenente alla classe tessiturale “Sand”.

Il parametro profondità del piano di falda rappresenta la distanza tra il piano campagna (p.c.) e la superficie piezometrica dell'acquifero: il suo valore è stato determinato mediante l'elaborazione dei dati di soggiacenza rilevati durante l'ultimo campionamento delle acque sotterranee ed è stato posto pari al valore più basso e quindi più cautelativo, anche in considerazione del fatto che l'analisi ha come via di migrazione principale la volatilizzazione dalla falda.

Il valore del parametro pH nei terreni insaturi è stato posto pari al valore di letteratura (7,7) desunto dallo studio condotto dal già citato Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA, 2003).

Il valore attribuito al parametro densità secca è quello pari al valore di letteratura (1,4) desunto dallo studio condotto dal già citato Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA, 2003).

Il valore dei parametri contenuto volumetrico d'acqua e d'aria nel suolo e nella frangia capillare, spessore della frangia capillare e porosità efficace sono quelli definiti nel Protocollo ISPRA per un terreno di tipo "Sand", selezionato per rappresentare il terreno insaturo del Sito in base alle analisi granulometriche effettuate (vedi paragrafo 3.3).

#### *Ambiente Outdoor*

Il valore del parametro "altezza della zona di miscelazione in aria" in accordo con il Protocollo ISPRA è stato posto pari al valore di default di 2 m; questo parametro rappresenta lo spessore di aria, valutato da piano campagna, nel quale avviene la miscelazione dei contaminanti.

Il valore attribuito al parametro lunghezza della sorgente parallelamente alla direzione del vento è stato desunto dalle dimensioni e posizione geografica del sito (vedi figura 3.3).

Il valore dei parametri velocità media del vento e direzione principale del vento derivano dall'elaborazione dei dati meteo rilevati dalla centralina di Taranto della Rete idrografica e mareografica nazionale ISPRA disponibili sul sito dell'ISPRA (dati disponibili sul sito web <http://www.mareografico.it/?session=0SESSM&syslng=ita&sysmen=-1&sysind=-1&sysub=-1&sysfnt=0&code=STAZ&idst=1C>): i dati grezzi di tabella 4.3 si riferiscono ai valori di velocità media annua e relativi al periodo 2010- 2016.

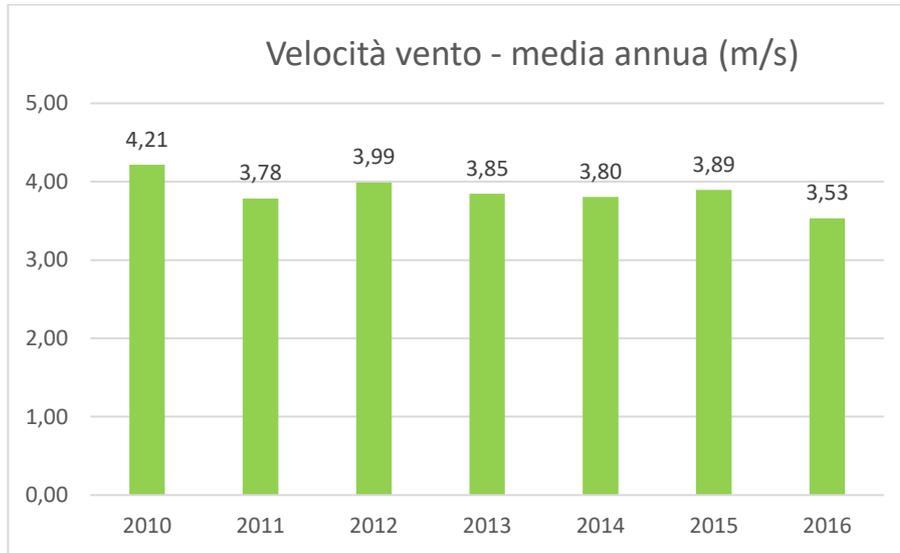


Tabella 4.3: Velocità del Vento 2010 – 2016, Centralina di Taranto (m/s)

E' stato quindi selezionato il valore minimo, pari a 3,53 m/s, sulla base dei risultati dell'analisi di sensibilità presente nel Protocollo ISPRA (Appendice N, Tabella N9), secondo i quali l'adozione di un valore basso del parametro in esame si traduce nella massima conservatività.

Siccome il dato della centralina è riferito ad un'altezza dal suolo pari a 10 m (come comunicato sul sito [www.mareografico.it](http://www.mareografico.it)), il valore precedentemente calcolato è stato riportato a 2 m di altezza dal suolo utilizzando la formula indicata nel Protocollo ISPRA (vedi pag. 74, rif. 3.2.14.), considerando per la determinazione del parametro p, la classe atmosferica D in tab. 4.4 (che rappresenta la neutralità del grado di stabilità atmosferica) ed un suolo di tipo urbano.

$$\frac{U_{air}(z_1)}{U_{air}(z_2)} = \left( \frac{z_1}{z_2} \right)^p$$

<b>p</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
Suolo urbano	0,15	0,15	0,20	0,25	0,40	0,60
Suolo rurale	0,07	0,07	0,10	0,15	0,35	0,55

Tabella 4.4: valori di p in funzione della classe di stabilità

A valle di questa operazione il valore di velocità media del vento risulta pari a 2,36 m/s; in figura 4.1 è riportata la rosa dei venti elaborata da cui si osserva che la direzione principale di provenienza del vento è Ovest-OvestSudOvest (W-WSW).

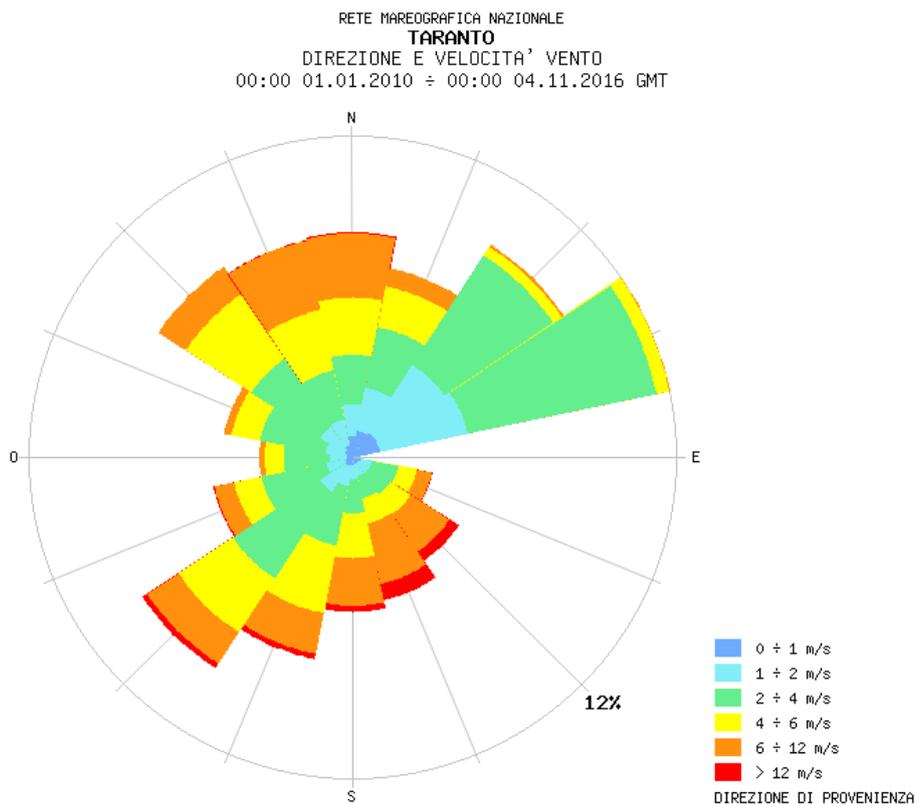


Figura 4.1: Rosa dei Venti, Stazione di Taranto

## *Ambiente Indoor*

Il valore dei parametri profondità delle fondazioni e spessore delle fondazioni è stato posto pari a 25 cm in quanto riferito alla costruzione del capannone industriale che ospita laboratori e uffici della Hydrochemical Service srl. Sul sito sono presenti edifici costruiti antecedentemente all'attività della stessa Hydrochemical Service srl ma per questi ultimi non sono disponibili dati di costruzione.

Il valore attribuito al parametro frazione areale di fratture è quello proposto dal Protocollo ISPRA (in quanto non è disponibile un dato sito-specifico).

Il valore del parametro rapporto tra volume degli edifici e area di infiltrazione, pari a 3 m, è quello proposto dal Protocollo ISPRA: lo stesso corrisponde all'altezza delle volte dei locali a piano terra presenti sul Sito in esame.

## 5 METODOLOGIA DI ANALISI DI RISCHIO UTILIZZATA

### 5.1 PROCEDIMENTO GENERALE

La normativa italiana con il D.Lgs. n° 152/06 e s.m.i. inquadra l'analisi di rischio come “strumento necessario a stabilire i valori delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), il cui superamento richiede la messa in sicurezza e la bonifica”; nello specifico, la costruzione del modello concettuale di cui al capitolo 3 è stata sviluppata considerando lo scenario attuale del Sito, ovvero per una destinazione d'uso commerciale/industriale.

L'AdR si è quindi sviluppata applicando il seguente procedimento:

- costruzione del modello concettuale ai fini dell'AdR: sulla base dei risultati delle indagini ambientali svolte si è proceduto alla ricostruzione dei caratteri delle seguenti tre componenti principali dell'AdR ovvero:
  - le aree sorgenti di contaminazione,
  - i contaminanti di interesse, ovvero i composti ritrovati in concentrazioni superiori alle CSC – Concentrazioni Soglia di Contaminazione – ex D.Lgs.n° 152/06 e s.m.i. (tale approccio deriva dal Protocollo ISPRA: "...per sorgente secondaria di contaminazione si intende il volume di suolo o sottosuolo interessato dalla presenza di contaminanti in concentrazione superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente, in

- funzione della destinazione d'uso del sito...”) e le relative concentrazioni rappresentative, e
- le modalità di trasporto ed i bersagli o recettori di tale contaminazione;
  - impostazione di modelli Fate & Transport che permettono di calcolare la concentrazione di contaminante che entra in contatto con i recettori;
  - confronto tra le concentrazioni ritrovate in Sito rappresentative delle sorgenti di contaminazione (CRS) ed i valori di rischio accettabili.

## 5.2 VALORI DI RISCHIO CANCEROGENO E NON CANCEROGENO ACCETTABILI

Il rischio per la salute umana viene suddiviso in rischio non cancerogeno e rischio cancerogeno; per i composti che esibiscono tossicità di tipo non cancerogeno, il confronto tra la dose media giornaliera assunta (Average Daily Intake, ADI) e la dose ritenuta in grado di non determinare danno per la salute umana (TDI = Tolerable Daily Intake, identificata con la Reference Dose, RfD), consente di valutare se il rischio per i recettori umani sia da considerarsi “accettabile” ( $ADI < TDI$ ) o “inaccettabile” ( $ADI > TDI$ ). Tale valutazione è pertanto effettuata mediante il calcolo del Quoziente di Rischio o Hazard Quotient (HQ):

$$HQ = \frac{ADI}{RfD}$$

Si considera accettabile il rischio associato all'esposizione ad un dato contaminante quando HQ assume valori inferiori o uguali a 1, sia per un recettore che trascorre l'intero periodo di esposizione in ambiente indoor che per un recettore che trascorre l'intero periodo di esposizione in ambiente outdoor; si considera altresì accettabile il rischio associato all'esposizione di più contaminanti quando anche HI (Hazard Index), calcolato come somma degli HQ relativi ai singoli contaminanti, assume valori inferiori o uguali a 1.

Per i composti che esibiscono tossicità di tipo cancerogeno il rischio (R) è rappresentato dalla stima probabilistica di insorgenza di forme tumorali nel corso della vita ed è espresso dalla seguente formula:

$$R = ADI * SF$$

dove SF (Slope Factor) espresso in  $(\text{mg/kg di peso corporeo} \times \text{giorno})^{-1}$  rappresenta il coefficiente angolare della retta che interpola, per basse dosi, i risultati dei test sperimentali per determinare le relazioni dose-risposta.

Sulla base di quanto disposto dal Protocollo ISPRA, dal D.Lgs. n° 152/06 e s.m.i e dal D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008, si considera accettabile il rischio incrementale cancerogeno quando R assume valori inferiori o uguali a  $1 \cdot 10^{-6}$  per gli effetti derivanti dall'esposizione ad un singolo agente cancerogeno e quando il rischio cancerogeno cumulato  $R_{\text{tot}}$ , calcolato come somma dei rischi incrementali ottenuti per ogni singolo composto, è inferiore a  $1 \cdot 10^{-5}$ .

In sintesi, nel presente lavoro i criteri di accettabilità utilizzati sono i seguenti:

- $HQ = 1$ ;
- $HI = 1$ ;
- $R = 1 \cdot 10^{-6}$
- $R_{\text{tot}} = 1 \cdot 10^{-5}$ .

## 6. RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO

Nel presente capitolo vengono descritti i risultati ottenuti, in termini di rischio sanitario, sulla base del modello concettuale definitivo descritto al Capitolo 3 e della sua parametrizzazione riportata al Capitolo 4; l'AdR per il sito della Hydrochemical Service srl di Taranto è stata elaborata sulla base delle seguenti assunzioni:

- destinazione d'uso del Sito di tipo commerciale/industriale;
- per quanto riguarda i composti volatili, per il recettore commerciale/industriale le concentrazioni rappresentative sono state poste pari alla massima concentrazione rilevata in tutti i piezometri di Sito;
- l'area sorgente di contaminazione per le acque sotterranee è stata considerata cautelativamente pari a tutto il Sito.

I percorsi di esposizione considerati nella presente AdR per le eccedenze delle CSC nelle acque di falda sono riassunti al paragrafo 3.5.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi di rischio eseguita.

In Tabella 6.1 si riportano i valori di rischio calcolati per i diversi composti presenti nella acque di falda in concentrazioni maggiori delle CSC del D.Lgs 152/06.

Contaminanti	CRS falda [mg/L]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
Benzene	4,85E-01	1,97E-06	1,97E-02
Toluene	5,15E-02	-	1,29E-05
	<b>On-site</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
	Outdoor	1,53E-07	1,53E-03
	Indoor	1,97E-06	1,97E-02

Tabella 6.1a

On-site Contaminanti	Inalazione Vapori Outdoor		Inalazione Vapori Indoor	
	R	HI	R	HI
Benzene	1,53E-07	1,53E-03	1,97E-06	1,97E-02
Toluene	---	9,91E-07	---	1,29E-05
	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>	<b>R tot</b>	<b>HI tot</b>
Cumulativo	1,53E-07	1,53E-03	1,97E-06	1,97E-02

Tabella 6.1b

Dal confronto tra i criteri di accettabilità del rischio tossico e cancerogeno e i risultati ottenuti si evince che:

- vi è rischio cancerogeno individuale associato all'inalazione indoor del benzene contenuto nelle acque di falda ( $R > 1 \cdot 10^{-6}$ );

- non vi è rischio cancerogeno individuale associato all'inalazione outdoor del benzene contenuto nelle acque di falda;
- non vi è rischio tossico individuale associato all'inalazione outdoor e indoor del benzene e del toluene contenuto nelle acque di falda;
- risulta accettabile il rischio tossico e cancerogeno cumulato dalla falda associato all'inalazione outdoor e indoor.

## 7. CONCLUSIONI

L'AdR fa riferimento alle indagini di caratterizzazione eseguite in sito e descritte al capitolo 2. Tali indagini non hanno evidenziato eccedenze delle CSC nei terreni per tutti i parametri analizzati, mentre sono state rilevate eccedenze delle CSC a carico di alcuni composti nelle acque di falda. Tali eccedenze sono state quindi oggetto della presente AdR.

L'AdR è stata elaborata utilizzando l'applicativo Risk-net ver. 2.1 (2016) ed in conformità all'Allegato 1, alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. n° 152/06; sono stati utilizzati, come riferimento tecnico, gli standard ASTM PS-104, E-1739 ed E-2081 ed il Protocollo ISPRA “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati, rev. 2, ISPRA Marzo 2008”.

**L'AdR è stata elaborata esclusivamente per quanto riguarda il rischio sanitario associato alla volatilizzazione dei composti presenti nelle acque di falda superficiale eccedenti le CSC.**

**Dal confronto tra i criteri di accettabilità del rischio tossico e cancerogeno e i risultati ottenuti si evince che:**

- **vi è rischio cancerogeno individuale associato all'inalazione indoor del benzene contenuto nelle acque di falda.**

Come riportato nel già citato manuale “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati, rev. 2, ISPRA Marzo 2008”, nel caso di attivazione dei percorsi di esposizione di inalazione indoor/outdoor di vapori e/o polveri, dall'esame delle esperienze maturate nel settore sia a livello nazionale che internazionale, è emerso che la procedura AdR fornisce degli output estremamente conservativi, soprattutto per quanto riguarda l'esposizione indoor (*Guidance for the evaluation and mitigation of subsurface vapour intrusion to indoor air*, Department of Toxic Substances Control, California Environmental Protection Agency, USA, 2005). Quanto detto è essenzialmente

legato alle equazioni utilizzate per il calcolo dei corrispondenti fattori di trasporto, descritti nel dettaglio rispettivamente nei paragrafi 3.3.2 e 3.3.3 (e 3.3.4) del manuale suddetto.

Per tale ragione, sempre nel manuale richiamato, si specifica che, nel caso di non accettabilità del rischio per la salute umana, dovranno essere eventualmente previste campagne di indagini dirette (es. campionamenti dell'aria indoor e outdoor) allo scopo di verificare i risultati ottenuti mediante l'applicazione del modello AdR. Tale approccio risulta in accordo con le più recenti indicazioni tecnico-scientifiche elaborate da organismi di controllo statunitensi sulla base di una consolidata esperienza applicativa.

Nel caso della Hydrochemical Service srl, la non accettabilità del rischio per la salute umana scaturita dall'AdR riguarda esclusivamente l'esposizione professionale dei lavoratori presenti sul sito alle inalazioni di vapori indoor del benzene contenuto nelle acque di falda superficiale.

Nell'ottica della prevenzione del rischio chimico di esposizione professionale, attualmente normata dal D.Lgs. 81/2008 ("Testo unico in materia di sicurezza nei luoghi di lavoro") e s.m.i. (D.Lgs. 106/2009), la Hydrochemical Service srl ha quindi programmato e fatto eseguire campionamenti e caratterizzazione delle emissioni diffuse in ambiente confinato (vapori indoor) al fine di valutare la presenza di solventi organici aromatici (tra cui benzene e toluene). Il campionamento è stato eseguito in data 24/07/2017 nei locali a piano terra presenti sul sito con presenza dei lavoratori pari a 8 ore giornaliere: sono stati scelti il laboratorio chimico e l'ufficio logistico e pesa mentre sono stati scartati i bagni e gli spogliatoi.



Figura 7.1

Il laboratorio che ha eseguito le analisi chimiche è quello di Laboratori e Studi di Progettazione A.R.CHI.MED.E s.r.l. con sede in Bari (BA), accreditato da ACCREDIA relativamente all'esecuzione di prove e al Sistema di Qualità secondo le norme UNI EN ISO IEC 17025 (Certificato di Accreditamento n. 1058). I risultati delle analisi effettuate sono inviate in allegato 4 al presente documento.

Nel caso del rischio chimico, nell'allegato XXXVIII (riferito genericamente agli agenti chimici) e nell'Allegato XLIII (riferito specificatamente agli agenti cancerogeni e mutageni) al D.Lgs. 81/2008 sono riportati i valori limite di esposizione professionale.

<b>SPECIE CHIMICA</b>	<b>Numero CAS</b>	<b>Valori limite di esposizione professionale [mg/mc] (1)</b>	
Benzene (Benzolo)	71-43-2	3,25	D.Lgs. 81/2008

(1) Misurato e calcolato rispetto ad un periodo di riferimento di 8 ore, come media ponderata.

Tabella 7.1

A livello europeo esistono numerose liste di valori limite e comunque in Italia generalmente si fa riferimento ai TLVs dell'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Sono previste tre categorie di TLVs:

- TLV-TWA (Time-Weighted Average): concentrazione media ponderata nel tempo su una giornata lavorativa convenzionale di otto ore e su 40 ore lavorative settimanali, alla quale si ritiene che quasi tutti i lavoratori possono essere ripetutamente esposti, giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza effetti negativi.
- TLV-STEL (Short Term Exposure Limit): concentrazione TWA di 15 minuti che non deve essere superata in qualsiasi momento durante la giornata lavorativa, anche se il TWA sulle otto ore non supera il valore TVL-TWA.
- TLV-C (Ceiling): concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento della esposizione lavorativa.

Per la maggior parte delle sostanze assume rilevanza solo il TWA, con il relativo STEL (se esistente). Se un qualsiasi di questi TLV è superato, si presume esista un rischio potenziale.

VALORI LIMITE ACGIH 2014	
BENZENE	
INDICE	VALORE
TWA	1,6 mg/m <sup>3</sup>
STEL	8,0 mg/m <sup>3</sup>

Tabella 7.2

**Il campionamento diretto dei vapori indoor presenti negli ambienti confinati della Hydrochemical Service srl a diretto contatto con il suolo (sorgente di inalazione vapori provenienti dalla falda acquifera contaminata) ha mostrato il non superamento dei valori limite del benzene in ambiente di lavoro sia relativi all'ACIGH (TLV-TWA) sia relativi al D.Lgs. 81/2008.**

Parametro	Unità di misura	Valore trovato		Valore limite TLV-TWA ACIGH 2014	Valore limite D.Lgs. 81/2008
		c/o Hydrochemical Service srl laboratorio chimico	Ufficio logistico e pesa		
Benzene	mg/m <sup>3</sup>	<0,1	<0,1	1,6	3,25

Tabella 7.3

**Alla luce dei risultati ottenuti si presume che non esista un rischio potenziale per la salute umana dovuto alla presenza dell'inquinante benzene nelle acque di falda superficiale e pertanto non sono necessarie misure specifiche di prevenzione (sorveglianza sanitaria, formazione, DPI, sistemi di prevenzione collettiva, ecc.).**

Come già detto nella relazione tecnica comprendente i risultati della caratterizzazione dei suoli e della falda (trasmessa agli Enti Competenti dalla Hydrochemical Service srl con nota prot. N. 069/17 del 15/03/17) il quadro ambientale che interessa la Hydrochemical Service srl andrebbe collegato alla situazione che caratterizza tutto il Sito di Interesse Nazionale di Taranto. È noto infatti, così come comunicato alla Hydrochemical Service srl dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (prot. 17329/STA del 02/11/2015), che a Taranto "Le attività di caratterizzazione, effettuate sia da alcune Aziende insediate (nelle aree private) che da Enti pubblici (nelle aree pubbliche), hanno

rilevato una contaminazione diffusa della falda per quanto riguarda il ferro ed il manganese e una contaminazione limitata ad aree localizzate, per quanto riguarda altre famiglie di contaminanti”. Tra questi contaminanti non a caso è possibile ritrovare gli stessi metalli (arsenico, cromo, ferro, nichel, selenio, manganese), gli stessi inquinanti inorganici (boro, fluoruri, solfati) e gli stessi composti organici (benzene e toluene) presenti nelle acque sotterranee che caratterizzano i piezometri della Hydrochemical Service srl.

Lo stesso MATTM ritiene che Punta Rondinella, sede dell’attività della Hydrochemical Service srl, sia da includere fra le macro aree destinarie degli interventi di bonifica della falda superficiale previsti in funzione delle sue caratteristiche litostratigrafiche e di contaminazione peculiari. La scelta di Punta Rondinella deriva dal fatto che si trova a valle delle linee isofreatiche che interessano tutta l’area industriale di Taranto e pertanto rappresenta il collettore mediante il quale tutti gli inquinanti presenti a monte dell’azienda sono trascinati al mare.

Il Tecnico

Dott. Chim. Francesco Cannito, PhD



A circular professional stamp in purple ink. The text inside the stamp reads: "ORDINE dei CHIMICI della PROVINCIA di BARI", "DOTT. FRANCESCO CANNITO", and "CHIMICO". Below the name, it says "ORD. - A 684 - IRI". To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink that appears to read "Francesco Cannito".

#### Allegati

1. Schermate di calcolo del software Risk-NET.
2. Report di calcolo del software Risk-NET (file xls).
3. File editabile da aprire con software Risk-NET (file xls).
4. Certificato di analisi delle emissioni in ambienti di lavoro.