



Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania



**Analisi di Rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 del sito
Capannoni industriali in Via Pazzigno
Comune di Napoli (NA)
SIN "Napoli Orientale"**

Dicembre 2017

rev 1

INDICE

PREMESSA	3
1. RACCOLTA DATI ESISTENTI	4
1.1 DESCRIZIONE SITO	4
1.2 RISULTATI DELLE INDAGINI AMBIENTALI.....	5
1.2.1 Indagini indirette.....	5
1.2.2 Indagini dirette.....	6
1.2.3 Risultati analisi chimiche.....	7
2. METODOLOGIA DELL’ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE	12
2.1 RISCHIO: DEFINIZIONE E ACCETTABILITÀ	13
3. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA	15
3.1 MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO	15
3.2 PARAMETRI SITO-SPECIFICI.....	16
3.2.1 Parametri meteo climatici.....	16
3.2.2 Parametri di idrogeologia locale.....	18
3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo	19
3.2.4 Parametri degli edifici	20
3.2.5 Tabella parametri sito specifici.....	20
3.2.6 Parametri di default	23
4. RISULTATI	24
5. CONCLUSIONI	26
6. BIBLIOGRAFIA	28

ALLEGATI

Allegato 1 - Convenzione

Allegato 2 - Inquadramento territoriale;

Allegato 3 - Perimetrazione del sito;

Allegato 4 - Stralci delle Varianti al P.R.G. del comune di Napoli - Certificazione di destinazione d’uso immobili comunali;

Allegato 5 - Georadar;

Allegato 6 - Bonifica Ordigni Bellici;

Allegato 7 - Piano Indagine;

Allegato 8 - Risultati analisi chimiche;

Allegato 9 - Validazioni e rapporti di prova ARPAC;

Allegato 10 - Risultati analisi chimiche validati da ARPAC;

Allegato 11 - Dati meteo climatici;

Allegato 12 - Slug test;

Allegato 13 - Stratigrafie;

Allegato 14 - Isofreatiche;

Allegato 15 - Analisi granulometriche;

Allegato 16 – Planimetrie edifici.



Direzione Tecnica

Analisi di Rischio Sito Specifica
“Capannoni industriali in via
Pazzino” – rev.1
codice 3049N263

Pagina 2 di 28

Gruppo di lavoro

Ing. Raimondo Romano
Dott. Geol. Luigi Montanino
Ing. Valentina Sammartino Calabrese
Dott. Geol. Gianluca Ragone

**Il Dirigente U.O. CAAR
Referente gruppo di lavoro**

Ing. Rita Iorio

Il Dirigente U.O.C. S.I.C.B.

Dott. Salvatore Di Rosa



PREMESSA

Il presente elaborato di Analisi di Rischio Sito Specifica è relativo al sito “Capannoni industriali in via Pazzigno”, ubicato in via Pazzigno del comune di Napoli.

Esso è stato redatto da ARPAC in relazione alla convenzione di servizi stipulata con la Regione Campania, prot. 2015. 0765794 del 10/11/2015 (Allegato 1), per l'esecuzione del progetto di servizi *“Elaborazione Analisi di Rischio sito-specifica” di cui all'art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., per i siti individuati dalle delibere di Giunta Regionale della Campania n. 57/2015 e n. 197/2015”*.

Tale documento è stato revisionato alla luce delle considerazioni emerse in sede di riunione tecnica con ISPRA e il MATTM il giorno 15/02/2017 avente oggetto: *“Analisi di Rischio sito specifica di cui all'art. 242 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., per i siti individuati dalle delibere di Giunta Regionale della Campania n. 57/2015 e n. 197/2015”*.

La presente analisi di rischio è stata condotta secondo quanto previsto dall'Allegato 1, Titolo V, Parte IV del D.lgs. 152/06 e s.m.i., contenente i *“Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica”*.

Il Titolo V del sopracitato Decreto disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e stabilisce le procedure, i criteri e le modalità per lo svolgimento delle operazioni necessarie per l'eliminazione delle sorgenti dell'inquinamento e comunque per la riduzione delle concentrazioni di sostanze inquinanti.

1. RACCOLTA DATI ESISTENTI

1.1 Descrizione sito

L'area oggetto di studio ricade nell'ambito del Sito di Interesse Nazionale “Napoli Orientale”, come indicato dalle Legge 426/98, perimetrato provvisoriamente, con Ordinanza Commissariale del 29 dicembre 1999 emanata dal Sindaco di Napoli quale Commissario delegato.

Il sito, denominato “Capannoni industriali in via Pazzigno” è localizzato lungo il litorale di San Giovanni a Teduccio in via Pazzigno ed è inserito con il codice 3049N263 nel Piano Regionale di Bonifica, adottato con delibera di Giunta Regionale n.129 del 27/05/2013, pubblicato sul BURC n.30 del 5/06/2013 e, successivamente, approvato dal Consiglio Regionale della Campania con delibera amministrativa n.777 del 25 ottobre 2013 . In Allegato 2 si riporta l'inquadramento territoriale dell'area.

Il sito è di proprietà del Comune di Napoli ed occupa un'area di forma all'incirca triangolare, delimitata da via Murelle – via Pazzigno lungo un lato e dalla ferrovia Circumvesuviana e dalla Linea FF.SS. Napoli – Salerno lungo gli altri due lati. In Allegato 3 si riporta il perimetro del sito.

Catastralmente il sito è identificato al foglio 165, particelle n. 37-261-38-39-40-261-41-42-43-4445-46-47-48-312-49-50-51-52-53-54-55-56-74-75-82 del Nuovo Catasto Terreni.

L'intera zona in cui è individuabile il sito è stata usata fino alla seconda guerra mondiale come serra e successivamente ha ospitato numerose conerie, tuttavia non si hanno informazioni precise relative al posizionamento delle stesse nelle vicinanze del sito.

L'area è di circa 10.700 mq, di cui circa 3.100 mq occupati da capannoni realizzati in moduli prefabbricati destinati a diverse attività, i cui titolari sono inquilini del comune di Napoli.

I capannoni rientrano tra gli alloggi realizzati a Napoli e nei comuni contermini ai sensi del titolo VIII della L. 219 del 14/05/1981 (Gazzetta Ufficiale serie generale n. 192 – Allegato 10). Il loro completamento e l'inizio delle attività artigianali risalgono a circa 22-25 anni fa.

Gli affittuari presenti nel sito sono:

- Attività industriale della Ditta Vetri di sicurezza s.r.l. – legale rappresentante Guida Mariano - superficie coperta di 355,41 mq. e di 102 mq scoperti;
- Attività artigianale di fabbricazione di accessori per ferramenta della S. e V. De Vivo s.n.c. – legali rappresentanti De Vivo Salvatore e De Vivo Vincenzo;
- Attività artigianale di carpenteria in legno e falegnameria – legale rappresentante Pezzella Francesco - superficie coperta di 256,41 mq. e di 142,5 mq. scoperti;
- Attività artigianale di officina meccanica – legale rappresentante Anastasio Gaetano - superficie coperta di 260,50 mq. e di 96,9 mq. scoperti;
- Attività artigianale di carpenteria in ferro – legale rappresentante Bonavita Giuseppe - superficie coperta di 158,40 mq. e di 144 mq. scoperti;
- Attività artigianale di falegnameria – legale rappresentante Proietti Giuseppe – superficie coperta di 163,20 mq. e di 99,60 mq. scoperti;

- Attività artigianale di produzione e commercio di pellicole per impressione a caldo della Ditta Tecnofolls s.r.l. di Rinaldi Salvatore – legale rappresentante Rinaldi Salvatore - superficie coperta di 163,20 mq. e di 99,96 mq. scoperti;
- Attività artigianale di impiantistica elettrica della Ditta SLAM s.a.s di Anastasio Rosario – legale rappresentante Anastasio Rosario;
- Attività artigianale di costruzione e montaggio di strutture e carpenterie metalliche industriali, civili e navali della Ditta Tecno Montaggi s.r.l.– legale rappresentante Oppressore Romualdo;
- Attività artigianale di lavorazione materiali ferrosi della Ditta Fratelli Pace s.a.s.. di Pace Raffaele – legale rappresentante Pace Raffaele;
- Attività artigianale di officina meccanica – legale rappresentante Visco Gennaro - superficie coperta di 338,75 mq. e di 226,15 mq. scoperti;
- Attività artigianale di recupero e lavorazione materiali tessili della Ditta Cototex s.a.s.di Coppola Tommasina – legale rappresentante Coppola Tommasina - superficie coperta di 346,74 mq. e di 276,15 mq. scoperti;
- Attività artigianale di fabbricazione di accessori per ferramenta della Ditta De Vivo & C. s.n.c. di De Vivo Salvatore e Guida Cira Patrizia– legale rappresentante De Vivo Salvatore e Guida Cira Patrizia - superficie coperta di 413,25 mq. e di 1365 mq. scoperti.

Il territorio dell’area orientale di Napoli è disciplinato dal P.R.G. approvato con D.M. n. 1829 del 31.03.1972, modificato dalla Variante di Salvaguardia al P.R.G., approvata con decreto del Presidente della Giunta Regionale della Campania n. 9297/1998 e dalla Variante al P.R.G del comune di Napoli, approvata con Decreto del Presidente della Giunta Regione Campania n. 323 del 11 giugno 2004.

La destinazione urbanistica del sito “Capannoni Industriali in via Pazzigno” è identificata come zona “D” (Insediamenti per la produzione di beni e servizi) - sottozona “Db” (Nuovi insediamenti per la produzione di beni e servizi), così come indicato nell’allegato 4.

1.2 Risultati delle Indagini ambientali

Il Piano della caratterizzazione del sito, redatto da ARPAC nel giugno 2005 ed approvato dal MATTM in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 11 ottobre 2005, ha comportato l’esecuzione di:

- Indagini di tipo indiretto, ossia non invasive dei terreni indagati (indagini geofisiche) finalizzate alla verifica di eventuali sottoservizi presenti nell’area in esame;
- Indagini di tipo diretto.

1.2.1 Indagini indirette

Al fine di una corretta ubicazione dei punti di sondaggio ambientale, di individuare la possibile presenza di sottoservizi interrati in corrispondenza dei punti di indagine, è stato eseguito un rilievo geofisico su tutta l’area oggetto di intervento. L’acquisizione dei dati di campo, riportati nell’allegato 5, è avvenuta mediante il trascinarsi di un’antenna georadar in n. 6 aree afferenti al sito.

Prima di realizzare la caratterizzazione, l'area in esame è stata oggetto di una campagna di ricerca di ordigni bellici residuati, effettuata in corrispondenza dei punti di indagine, per confermare definitivamente l'assenza di interferenze con i sottoservizi.

I risultati della campagna di ricerca e la relativa documentazione sono stati riportati nell'allegato 6.

1.2.2 Indagini dirette

Nell'ambito dell'area in esame le attività hanno riguardato la realizzazione di n. 6 sondaggi geognostici con tecnica a carotaggio continuo (S1P, S2, S3P, S4P, S5, S6P) spinti fino ad profondità di 10 m da p.c., di cui n. 4 completati a pozzi di monitoraggio della falda (Allegato 7).

Nella scelta dell'ubicazione dei sondaggi si è tenuto conto dei punti a maggiore criticità secondo un sistema ragionato di campionamento e dei risultati delle indagini indirette.

Nel corso dell'indagine ambientale è stato effettuato, il prelievo di campioni di terreno e di acque sotterranee, secondo quanto previsto dall'ex D.M. 471/99, successivamente sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio per la ricerca degli analiti elencati nella “short list integrata” del relativo Piano della Caratterizzazione.

La short list integrata di Napoli Orientale ricomprende le seguenti famiglie di analiti:

Composti Inorganici, Composti Organici Aromatici, Aromatici Policiclici, Alifatici Clorurati Cancerogeni, Alifatici Clorurati non Cancerogeni, Clorobenzeni, Fenoli Clorurati e Non, PCB, Idrocarburi Leggeri e Pesanti, Piombo Tetraetile, MTBE, Amianto, Diossine e Furani.

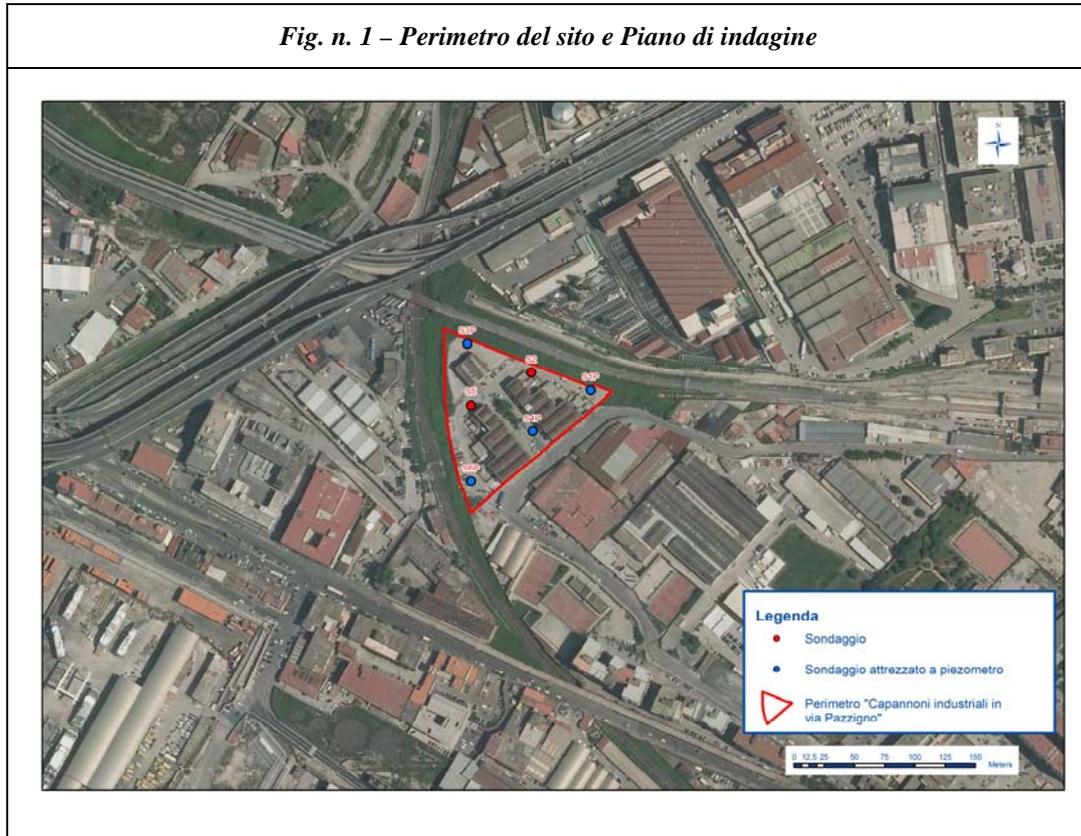
Dai sondaggi sono stati prelevati n. 18 campioni di terreno ed un campione di top soil TS1, destinati ad analisi di laboratorio per verificare lo stato qualitativo dei terreni dell'area in oggetto. Da ciascuno dei sondaggi, i campioni sono stati prelevati alle seguenti profondità:

- un campione rappresentativo dei terreni superficiali (0,0 – 1,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo dell'interfaccia tra terreni insaturi e terreni saturi (4,0 – 5,0 m. di profondità da p.c.);
- un campione rappresentativo del fondo foro (9,0 – 10,0 m. di profondità da p.c.).
- un campione di top-soil (0,0 - 0,10 m. di profondità da p.c.).

Per l'investigazione delle acque sotterranee, sono stati prelevati n. 4 campioni d'acqua di falda, uno per ogni sondaggio attrezzato a piezometro.

Nella figura n. 1 sono rappresentati su ortofoto il sito ed i sondaggi eseguiti in base al Piano di Indagine.

Fig. n. 1 – Perimetro del sito e Piano di indagine



1.2.3 Risultati analisi chimiche

Il Rapporto Tecnico Conclusivo delle Indagini di Caratterizzazione Ambientale, redatto dall’A.T.I. costituita da ENSR Italia Srl, TECNO-IN e LAB ANALYSIS, è stato approvato in sede di Conferenza di Servizi decisoria del 26/02/09.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di suolo insaturo e di sottosuolo saturo non hanno evidenziato la presenza di valori di concentrazione superiori rispetto ai limiti ammissibili della Tabella 1, colonna B (Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D. Lgs.152/06) per una destinazione d’uso commerciale ed industriale del sito.

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di acque di falda, hanno invece evidenziato la presenza di valori di concentrazione superiori rispetto ai limiti ammissibili riportati in Tabella 2 (Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D. Lgs.152/06). In allegato 8 vengono riportati i rapporti di prova delle analisi effettuate dalla ditta esecutrice della caratterizzazione; in allegato 9 viene riportato il documento di validazione da parte di ARPAC ed i rapporti di prova delle analisi eseguite; in allegato 10, infine, vengono riportate le tabelle riassuntive con tutti i risultati validati.

Dall’elaborazione dei dati contenuti nell’allegato 10, sono stati estrapolati i valori per gli analiti dove si è riscontrato il superamento dei limiti di riferimento. Le relative concentrazioni sono state inserite nella

tabella n. 1, dove si riportano gli analiti, il carotaggio/piezometro di riferimento, le coordinate geografiche, la profondità del campione, i limiti di riferimento e la data di esecuzione:

Tab. n. 1 – Risultati Acque																							
D.lgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.2 - (µg/l)		350	0,05	0,5	10	0,3	0,13	200	200	50	10	1500	500	0,01	0,01	0,5	0,001	0,15					
D.lgs 30/09 - Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (µg/l)																			500				
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza falda dal p.c. (m)	Data prelievo	Idrocarburi totali come n-esano	1,1,2,2-tetracloroetano	Cloruro di vinile	Sommatoria Organoclorogenati	Tribromometano	Dibromoclorometano	Alluminio	Ferro	Manganese	Piombo	Fluoruri	Nitriti	Benzo(a)pirene	Benzo(ghi)perilene	1,4-diclorobenzene	1,2 Dibromoetano	Esaclorobutadiene	Azoto Ammoniacale
S6P	440528	4521369	10	2,15	23/07/07	3641	0,1	<0,05	<0,5	<0,02	<0,02	<20	612	190	72	5971	<13	<0,002	<0,002	<0,05	<0,0005	<0,02	90
S4P	440579	4521411	10	2,30	20/07/07	<5	<0,005	111	111,26	0,54	0,07	39,6	55	132	2	2485	<13	0,02	0,013	<0,05	<0,0005	<0,02	<50
S3P	440578	4521460	10	2,30	20/07/07	292	<0,005	<0,05	<0,5	<0,1	<0,1	728	192	280	1,1	1309	<13	<0,002	<0,002	<0,05	0,01	0,2	<50
SIP	440627	4521445	10	2,20	23/07/07	365	<0,005	80	80,476	1,5	0,16	40	22	244	45	4701	513	<0,002	<0,002	0,6	<0,0005	<0,02	600

Per molti contaminanti si rilevano superamenti sia a monte che a valle idrogeologico, ad eccezione di 1,1,2,2-tetracloroetano, Benzo(a)pirene, Benzo(ghi)perilene che sono presenti esclusivamente a valle, in concentrazioni di poco superiori alle CSC e di Dibromoclorometano, 1,4-diclorobenzene, 1,2 Dibromoetano ed Esaclorobutadiene rinvenuti esclusivamente a monte. Per quanto riguarda, in particolare, gli idrocarburi totali si rileva un significativo incremento a valle idrogeologico.

Al fine di delineare in modo completo lo stato qualitativo dei suoli e l'eventuale correlazione tra la contaminazione nelle diverse matrici ambientali, in tabella n. 2 si riportano i risultati analitici nel suolo superficiale insaturo e nel suolo profondo saturo per i contaminanti rilevati in falda. La maggior parte dei risultati indica il rispetto dei limiti di colonna A e/o superamenti non significativi.

Tab. n. 2 – Risultati Suolo insaturo e saturo

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.1, Col. A (mg/kg)																
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza falda dal p.c. (m)	Data prelievo	10	50	0,5	0,01	0,5	0,5	100	0,1	0,1	0,1	0,1
						Idrocarburi leggeri C < 12	Idrocarburi pesanti C > 12	1,1,2,2-tetracloroetano	Cloruro di vinile	Tribromometano	Dibromoclorometano	Piombo	Benzo(a)pirene	Benzo(ghi)perilene	1,4-diclorobenzene	1,2-Dibromoetano
S1P-C1	440627	4521445	0-1	2,20	19/07/2007	< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	27,1	0,15	0,13	< 0,01	< 0,002
S1P-C2			4-5			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	5,9	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,002
S1P-C3			9-10			< 1	12	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,002
S2P-C1	440577	4521460	0-1	2,20	17/07/2007	< 1	27	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	134	0,31	0,19	< 0,01	< 0,002
S2P-C2			4-5			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	8,8	0,02	0,01	< 0,01	< 0,002
S2P-C3			9-10			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	26	0,07	0,04	< 0,01	< 0,002
S3P-C1	440578	4521460	0-1	2,30	17/07/2007	< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	275	0,2	0,11	< 0,01	< 0,002
S3P-C2			4-5			< 1	60	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	19,2	0,02	0,01	< 0,01	< 0,002
S3P-C2			9-10			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	9,2	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,002
S4P-C1	440579	4521411	0-1	2,30	18/07/2007	< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	320	3,33	1,42	< 0,01	< 0,002
S4P-C2			4-5			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	23	0,81	0,5	< 0,01	< 0,002
S4P-C3			9-10			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	7,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,002

Tab. n. 2 – Risultati Suolo insaturo e saturo

Dlgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.1, Col. A (mg/kg)						10	50	0,5	0,01	0,5	0,5	100	0,1	0,1	0,1	0,01
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza falda dal p.c. (m)	Data prelievo	Idrocarburi leggeri C < 12	Idrocarburi pesanti C > 12	1,1,2,2-tetracloroetano	Cloruro di vinile	Tribromometano	Dibromoclorometano	Piombo	Benzo(a)pirene	Benzo(ghi)perilene	1,4-diclorobenzene	1,2 Dibromoetano
S5P-C1	440528	4521432	0-1	2,20	17/07/2007	< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	164	0,07	0,04	< 0,01	< 0,002
S5P-C2			4-5			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	6,5	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,002
S5P-C3			9-10			< 1	< 5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	90,4	0,07	0,04	< 0,01	< 0,002
S6P-C1	440528	4521369	0-1	2,15	19/07/2007	< 1	8	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	29,4	0,49	0,43	< 0,01	< 0,002
S6P-C2			4-5			< 1	11	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	6	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,002
S6P-C3			9-10			< 1	5	< 0,01	< 0,002	< 0,01	< 0,005	6,7	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,002

I risultati della tabella n.1 sono stati rappresentati nella figura n. 2, dove è anche evidenziata la direzione del flusso di falda.

Fig. n. 2 – Risultati Acque



2. METODOLOGIA DELL'ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE

L'analisi di rischio rappresenta una procedura avanzata per valutare il grado di contaminazione di un sito e dei rischi per la salute umana e per l'ambiente circostante connessi con l'inquinamento rilevato. Essa costituisce lo strumento più indicato per supportare le strategie di gestione della contaminazione e per quantificare i pericoli legati alla presenza di sostanze presenti in concentrazioni superiori a quelle previste dalla normativa vigente.

La procedura di analisi di rischio codificata dall'ASTM e ripresa dal D.lgs. 152/06 - Parte IV – Titolo V e s.m.i., prevede un approccio graduale di approfondimento, denominato Risk Based Corrective Action (RBCA). Tale approccio è articolato in tre differenti livelli di approfondimento, che si differenziano fondamentalmente per conservatività, difficoltà di applicazione e rappresentatività sito specifica.

Il livello di dettaglio dell'analisi di rischio è legato allo scopo che ci si prefigge e alla complessità e criticità del sito:

- Risk Screening (livello 1)
- Procedura sito specifica (livello 2)
- Procedura approfondita (livello3)

I tre livelli possono così essere definiti:

- **primo livello (Tier 1)** corrisponde ad una valutazione di screening, in cui vengono determinati, sulla base di scenari, modelli ed assunzioni conservative generiche, i *Risk Based Screening Levels* (RBSL). I valori RBSL sono valori di concentrazione per le diverse matrici ambientali che hanno valore generico e non sito specifico. Se le concentrazioni rappresentative della contaminazione nel sito superano i suddetti valori, i RBSL possono essere un riferimento per gli obiettivi di bonifica, oppure si può passare al livello 2 di analisi che prevede la caratterizzazione specifica del sito;
- **secondo livello (Tier 2)** consiste in una valutazione sito specifica in cui vengono calcolati i *Site Specific Target Level* (SSTL), che corrispondono ai valori di concentrazione che possono costituire gli obiettivi di bonifica per le matrici contaminate. Nel livello 2 sono utilizzati modelli di trasporto analitici, in cui i dati d'ingresso sono ricavati da indagini ambientali condotte in sito. Qualora alcuni dati di input non siano disponibili, si ricorre a valori riportati in letteratura o a dati validati da studi condotti in contesti ambientali analoghi. Se le concentrazioni rappresentative della contaminazione nel sito superano i SSTL, questi ultimi possono essere presi come riferimento nell'individuazione degli obiettivi di bonifica, oppure si può passare al livello 3 di analisi che prevede l'uso di modelli di simulazione complessi e un maggior numero di dati;
- **terzo livello (Tier 3)** rappresenta lo stadio più approfondito di analisi di rischio. Il terzo livello prevede l'uso di strumenti di calcolo più complessi, costituiti da modelli numerici e stocastici per la simulazione dei fenomeni di trasporto dei contaminanti. L'applicazione dell'analisi di rischio di terzo

livello è possibile nel caso in cui si disponga di dati chimici, biologici e fisici specifici del sito, necessari alla completa determinazione dei fenomeni di riduzione del carico di contaminante in atto nel sottosuolo. Nella procedura di analisi di rischio sanitario (AdR), connessa alla contaminazione di un sito, è importante determinare il ‘Modello Concettuale del Sito’ (MCS). Tale modello è il frutto di indagini ed analisi di caratterizzazione del sito e la sua definizione comprende essenzialmente la ricostruzione dei caratteri delle tre componenti principali che costituiscono l’AdR:

Sorgente \Rightarrow **Trasporto** \Rightarrow **Bersaglio**

pertanto devono essere definiti:

- **Le sorgenti di contaminazione:** queste si differenziano in sorgenti primarie, rappresentate dall’elemento che è causa di inquinamento, e sorgenti secondarie identificate invece con il comparto ambientale contaminato (suolo, acqua, aria). Le sorgenti secondarie possono suddividersi in:
 - zona insatura, a sua volta distinta in suolo superficiale (profondità fino a 1 m) e suolo profondo (profondità superiori a 1 m);
 - zona satura o acqua sotterranea.

In accordo agli standard di riferimento la procedura di analisi di rischio viene applicata esclusivamente alle sorgenti secondarie di contaminazione.

- **Le vie di migrazione/percorsi di esposizione:** vengono distinte in base alla sorgente di contaminazione. Per il suolo superficiale si considerano l’ingestione di suolo, il contatto dermico, l’inalazione di vapori e polveri e la lisciviazione verso la risorsa idrica sotterranea; nel caso di un suolo profondo vengono attivati i percorsi di volatilizzazione e di lisciviazione in falda; per la zona satura infine la volatilizzazione e la migrazione verso il punto di conformità, cioè il punto “teorico” o “reale” di valle idrogeologico, in corrispondenza del quale devono essere rispettati gli obiettivi di qualità delle acque sotterranee.
- **I bersagli della contaminazione:** vengono presi in considerazione solo recettori umani, distinti in base alla destinazione d’uso del suolo contaminato, ovvero per aree residenziali/verde pubblico i bersagli sono adulti e bambini mentre per aree industriali/commerciali sono solo adulti (lavoratori).

2.1 **Rischio: definizione e accettabilità**

Il rischio (R) derivante da un sito contaminato è dato dalla seguente espressione:

R = E x T dove:

E = esposizione, definisce la condizione in cui un composto chimico viene a contatto con il recettore ed è il termine che quantifica la probabilità di contatto degli inquinanti con i bersagli.

L’esposizione è pari al prodotto tra la concentrazione del contaminante al punto di esposizione e i fattori di esposizione (tasso di contatto, durata e frequenza di esposizione, peso corporeo, durata della vita etc.).

T = tossicità di un composto chimico, stimato mediante studi scientifici condotti da organismi internazionali, fornito sotto forma di valori di potenziali cancerogeni o delle dosi massime assimilabili, a seconda che si tratti di una sostanza cancerogena o non cancerogena.

Il rischio **R** viene confrontato con i criteri di accettabilità individuali e cumulativi del rischio sanitario, per decidere se esistono o meno condizioni in grado di causare effetti sanitari nocivi. Il calcolo del rischio si differenzia a seconda che l'inquinante sia cancerogeno oppure non cancerogeno.

Per quantificare il rischio per la salute umana dovuto all'esposizione alla contaminazione, e valutarne l'accettabilità o la non accettabilità, si devono calcolare i quozienti di pericolo HI (*Hazard Index*) per le sostanze non cancerogene e i valori di rischio incrementale R per le sostanze cancerogene:

$$HI = Dose\ Assunta / Reference\ Dose\ (RfD)$$

$$R = Dose\ Assunta \times Slope\ Factor\ (SF),$$

in cui la **dose assunta**, ovvero la dose media giornaliera assunta, viene espressa come mg/kg giorno; **la dose di riferimento (RfD)** è espressa in mg/kg giorno e rappresenta la dose massima ammissibile, cioè la dose o concentrazione di sostanza tossica per la quale, in letteratura, non vengono riportati effetti avversi per l'uomo esposto alla sostanza stessa; **lo Slope Factor (SF)** è espresso in (mg/kg giorno)⁻¹, esso rappresenta il potenziale cancerogeno e stima la probabilità incrementale di ammalarsi di cancro nel corso della vita, associata all'assunzione di una dose unitaria di una certa sostanza cancerogena per unità di peso corporeo. Per le sostanze cancerogene, a differenza di quelle semplicemente tossiche, si ritiene che non esista un valore di soglia al di sotto della quale non vi siano effetti. Ciò a significare che non esiste un livello di esposizione alla sostanza che non ponga una probabilità anche se minima di generare una risposta cancerogena, in pratica non esiste una dose senza rischi.

A livello nazionale, secondo quanto previsto nel Testo Unico in campo Ambientale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), il rischio per la salute umana è accettabile se sussistono le seguenti condizioni:

- R per singola sostanza $\leq 10^{-6}$;
- R cumulato $\leq 10^{-5}$;
- HI per singola sostanza ≤ 1 (non c'è rischio, in caso contrario si possono avere effetti non cancerogeni ma patologici sulla popolazione più sensibile);
- HI cumulato ≤ 1 (non c'è rischio, in caso contrario si possono avere effetti non cancerogeni ma patologici sulla popolazione più sensibile).

3. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

L’analisi di rischio applicata nel presente studio è di secondo livello (*Tier 2*), pertanto è stata effettuata una valutazione sito specifica in cui i dati d’ingresso sono stati ricavati da indagini ambientali condotte in sito e, in assenza di queste, da valori riportati in letteratura o da dati validati da studi condotti in contesti ambientali analoghi.

3.1 *Modello concettuale sito specifico*

L’analisi di rischio è stata svolta esclusivamente in modalità diretta ai fini della valutazione del rischio derivante dall’esposizione ai contaminanti rinvenuti in falda dei fruitori del sito. Il software utilizzato è Risk-net 2.0 sviluppato nell’ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati) su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica dell’Università di Roma “Tor Vergata”. Il software permette di calcolare il rischio (e le CSR) legato alla presenza di contaminanti all’interno di un sito, applicando la procedura APAT-ISPRA di analisi di rischio sanitaria ("Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; APAT-ISPRA 2008) in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.Lgs. 152/06 e D.Lgs. 04/08).

- ***Sorgenti***

La matrice ambientale considerata quale sorgente secondaria di contaminazione è la falda, la cui estensione coincide con l’intera superficie del sito in quanto in tutti i piezometri realizzati sono stati rilevati superamenti delle CSC.

- ***Vie di trasporto e percorsi di esposizione***

La via di trasporto attivata è la volatilizzazione da falda ed i percorsi di esposizione sono l’inalazione outdoor ed indoor sia on site che off site. Non è stato attivato il percorso di trasporto in falda in quanto al punto di conformità non risultano rispettati i valori delle CSC di cui all’allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs 152/2006 visto che la sorgente di contaminazione in falda coincide con l’intera superficie del sito.

- ***Bersagli***

In base alla destinazione urbanistica dell’area, i potenziali bersagli on site sono adulti lavoratori, mentre i bersagli off site sono i residenti.

I contaminanti per i quali è stato valutato il rischio da inalazione vapori e le relative concentrazioni rappresentative della sorgente sono indicati nella tabella n. 3. Le concentrazioni rappresentative della sorgente corrispondono alle concentrazioni massime rilevate in tutti i piezometri, comprese le analisi eseguite dall’Ente di Controllo.

I parametri chimico fisici e tossicologici utilizzati sono quelli riportati nella banca dati ISS-ISPEL, aggiornata a Marzo 2015.

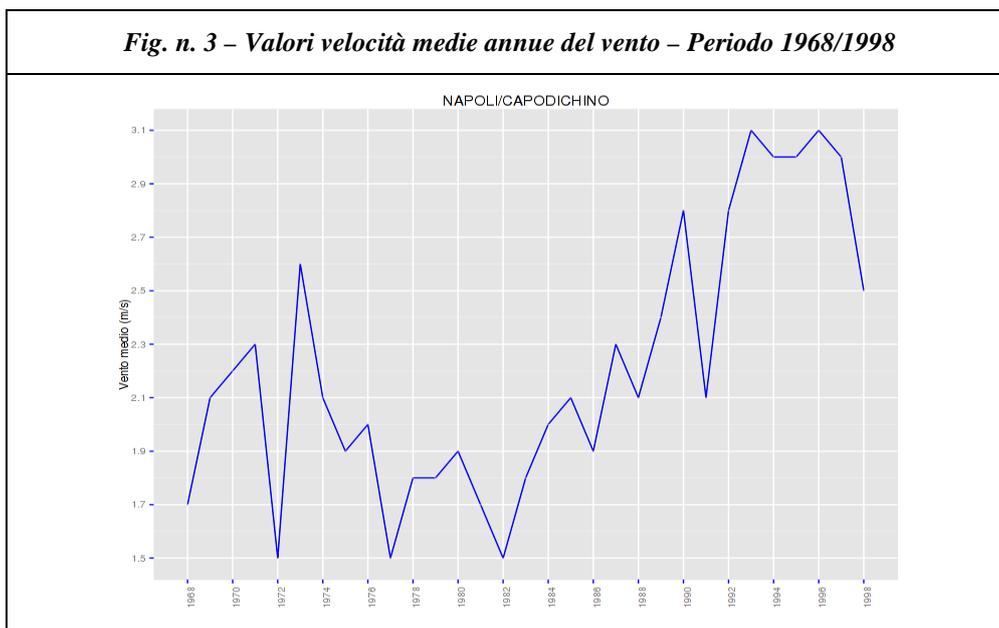
<i>Tab. n. 3 – Concentrazioni rappresentative della sorgente</i>	
Contaminante	CRS (µg/l)
Idrocarburi totali come n-esano	3641
Cloruro di vinile	111
Tribromometano (Bromoformio)	0,89
1,1,2,2-tetracloroetano	0,1
Dibromoclorometano	0,16
1,4-diclorobenzene	0,6

3.2 Parametri sito-specifici

3.2.1 Parametri meteo climatici

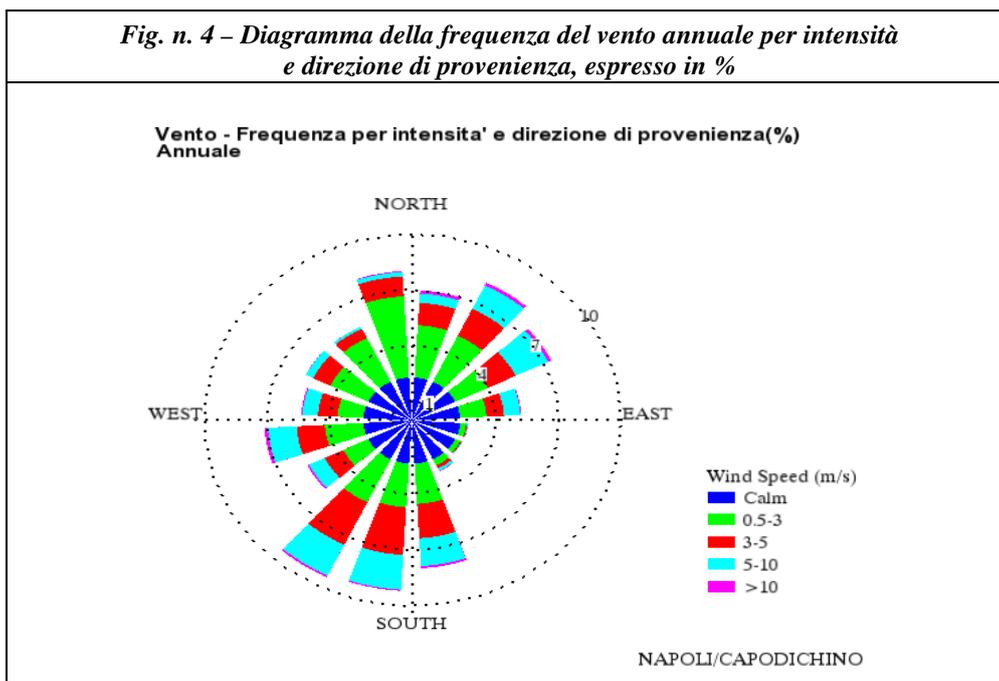
Per quel che concerne i parametri meteo climatici, sono stati utilizzati i dati meteorologici ricavati dall'archivio SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) al link <http://www.scia.isprambiente.it> e fanno riferimento alla stazione meteo di Napoli Capodichino.

Nella figura n. 3 vengono rappresentate le velocità medie annuali del vento relativamente alla serie storica 1968 -1998, mentre nell'allegato 11 si riportano i valori della velocità media del vento per ogni anno. Il valore utilizzato ai fini dell'implementazione dell'analisi di rischio è **1,5 m/s** corrispondente al minimo rilevato.



Ai fini della stima del valore di velocità media del vento alla quota di 2 m, all'interno del software sono state impostate una quota di 10 m della centralina meteo di riferimento, una classe di stabilità atmosferica D ed una tipologia di suolo “urbano”.

Nella figura n. 4 viene riportato il diagramma della frequenza del vento in relazione all'intensità ed alla direzione di provenienza.

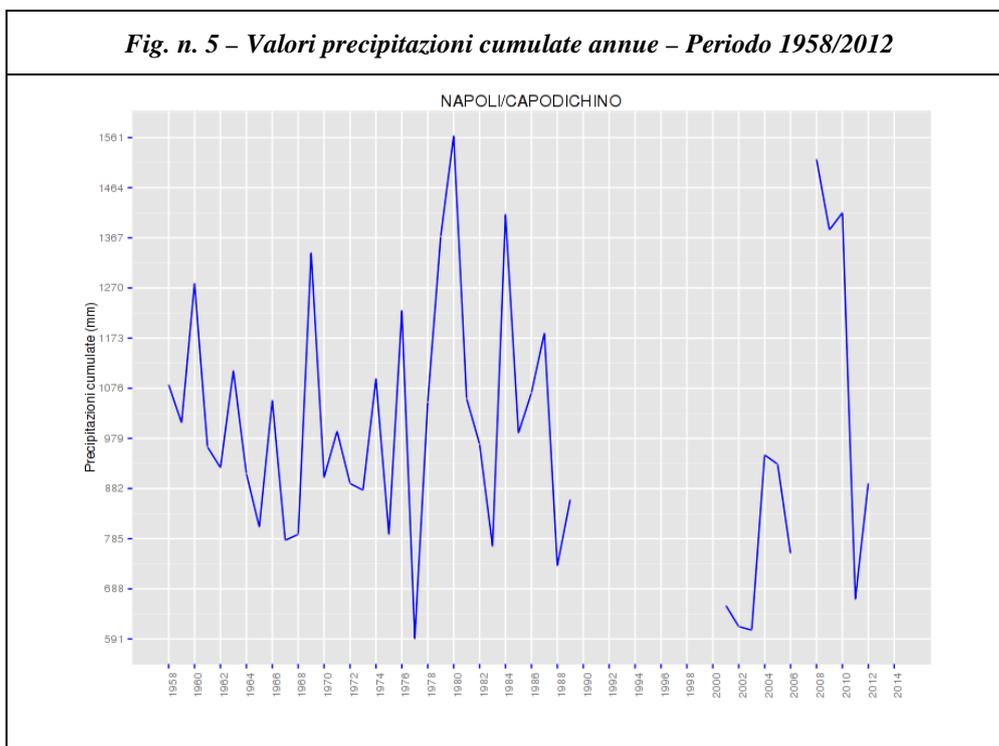


Nella tabella n. 4 vengono riportati i valori utilizzati per l'elaborazione dello stesso. La direzione principale di provenienza del vento è S-SW.

Tab. n. 4 – Percentuali delle frequenze dell'intensità del vento, per l'elaborazione diagramma anemometrico

Intensità (m/s)	CALM	0.5 – 3.0	3.0 – 5.0	5.0 – 10.0	> 10.0	
Frequenze espresse in %	Settore 1	2.31	2.82	1.21	0.50	0.18
	Settore 2	2.31	2.74	1.60	1.40	0.17
	Settore 3	2.31	1.72	1.49	1.73	0.17
	Settore 4	2.31	1.28	0.83	0.79	0.04
	Settore 5	2.31	0.30	0.05	0.03	0.01
	Settore 6	2.31	0.26	0.06	0.04	0.00
	Settore 7	2.31	0.37	0.18	0.14	0.03
	Settore 8	2.31	2.18	1.85	1.50	0.12
	Settore 9	2.31	2.36	2.56	1.87	0.07
	Settore 10	2.31	2.57	2.54	1.83	0.10
	Settore 11	2.31	1.32	0.98	0.83	0.09
	Settore 12	2.31	1.85	1.35	1.38	0.16
	Settore 13	2.31	1.24	0.94	0.74	0.06
	Settore 14	2.31	2.02	0.91	0.39	0.01
	Settore 15	2.31	2.60	0.56	0.13	0.01
	Settore 16	2.31	4.38	1.07	0.24	0.05

Nella figura n. 5 viene rappresentato l’andamento delle precipitazioni cumulate annue nel periodo 1958-2012, mentre in allegato 11 si riportano i corrispondenti valori annuali. Il valore utilizzato ai fini dell’implementazione dell’analisi di rischio è **1.561 mm/anno**, corrispondente al massimo rilevato.



3.2.2 Parametri di idrogeologia locale

Il flusso idrico sotterraneo è caratterizzato dalla presenza di fitte intercalazioni tra sedimenti alluvionali e materiali tuffici e lavici, che costituiscono l’acquifero multistrato. La serie risulta così costituita da una alternanza di orizzonti permeabili ed impermeabili, all’interno della quale si susseguono livelli acquiferi aventi comportamenti idrodinamici con artesianesimo crescente con la profondità.

La direzione di flusso preferenziale della falda è da Est – Sud Ovest con un gradiente medio dell’ordine dello 0,08%.

L’acquifero intercettato è posto ad una profondità media di 2-3 m dal piano del piazzale, costituito da ceneri a granulometria fine. In base alle prove di Slug test, contenute nell’allegato 12, è stata stimata una conducibilità idraulica compresa tra $9,79 \cdot 10^{-4}$ m/s. e $1,18 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Nella tabella n. 5 sono riportati i valori della conducibilità idraulica misurati in corrispondenza dei piezometri.

Tab. n. 5 – Valori di conducibilità idraulica		
Piezometro	Kr (m/s)	Kr (m/giorno)
S1P	9.79E-04	84.6
S3P	1.18E-03	101.9
S4P	1.18E-03	101.9
S6P	1.20E-03	103.7

Nella tabella n. 6 sono riportati i valori della soggiacenza della falda rispetto al p.c., definiti in base all’elaborazione dei dati contenuti nelle stratigrafie dei piezometri, di cui all’allegato 13 e quelli contenuti nell’allegato 14 in relazione alle quote delle isofreatiche rispetto al livello del mare.

Tab. n. 6 – Valori di soggiacenza falda		
Piezometro	Spessore della falda (cm)	Soggiacenza da p.c. (m)
S1P	3500	2.20
S3P	3500	2.30
S4P	3500	2.30
S6P	3500	2.15

3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo

Dall’esame delle stratigrafie, riportate nell’allegato 13, è possibile sintetizzare la seguente successione litologica:

- da 0,00 a 2,00 circa m da p.c.: clasti di varia natura e dimensioni, lateritici e carbonatici, delle dimensioni da subcentimetriche a centimetriche, immersi in matrice sabbioso grossolana bruna. Presenza nei primi 20 cm circa di massetto in calcestruzzo. Procedendo verso il basso da circa 1,50 a 3,00 m prevale la presenza di pezzate tufaceo frammisto a matrice sabbiosa scura. Nel complesso l’orizzonte presenta colore brunastro e maleodorante.
- da 2,00 a 4,80 m circa da p.c.: ceneri a granulometria fine, sabbiosa fine-limosa, di colore grigioverde, con nuclei piuttosto addensati (surge);
- da 4,80 a 10,00 m da p.c.: sabbia prevalentemente medio grossolana, di colore grigio scuro con rari ciottoli levigati e arrotondati. Il materiale estratto incoerente, presenta percentuali di limo piuttosto irrilevanti.

L’analisi granulometrica, di cui all’allegato 15, è stata eseguita per il campione S5Cr2 ed ha evidenziato che i terreni saturi campionati appaiono classificabili come sabbia limosa. Dall’analisi dei dati è stato definito il valore di densità del suolo correlato alla profondità per il campione S5Cr2, riportato in tabella 7:

Tab. n. 7 – Valori di densità del suolo		
Campione	Profondità (m)	Densità (g/cm ³)
S5Cr2	3,50	2.63

3.2.4 Parametri degli edifici

Tutta l’area (ad eccezione di alcune aiuole) si presenta asfaltata esternamente ai capannoni, con presenza in alcuni punti di fessurazioni, mentre all’interno dei capannoni è presente una pavimentazione di tipo industriale.

I capannoni sono realizzati in c.a. prefabbricato con altezza di 8.80 m. ed hanno pareti laterali di 20 cm. di spessore. Nell’ambito dei manufatti edilizi non ci sono locali interrati, così come si evince dalle planimetrie contenute nell’allegato 16.

3.2.5 Tabella parametri sito specifici

In base al modello concettuale attivato, nella tabella n. 8 si riportano i parametri richiesti dal software Risk-net ed i relativi valori implementati, selezionati in base a quanto previsto dai “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati” e dal “Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell’applicazione dell’analisi di rischio ai sensi del DLgs 152/06” elaborati da APAT-ARPA-ISS-ISPEL:

Tab. n. 8 – Parametri sito specifici				
Simbolo	Parametro	Unità di misura	Valore di default doc. APAT (tab. 5.2)	Valore utilizzato
L_{GW}	Profondità del piano di falda	cm	300	215
d_a	Spessore della falda	cm	-----	3500
W	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	cm	4500	15100
S_w	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del flusso di falda	cm	4500	13100
W'	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm	4500	15100
S_w'	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	cm	4500	13100
ρ_s	Densità del suolo	g/cm ³	1.7	2.63

I_{ef}	Infiltrazione efficace	cm/anno	30	43,8
pH	pH del suolo	adim.	6.8	6.8
foc	Frazione di carbonio organico	g-C/g-suolo	0.001	0.001
K_{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	-----	1.20E-03
i	Gradiente idraulico	adim.	-----	0.0008
U_{air}	Velocità del vento	cm/s	225	100
Lb	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (IND.)	cm	-----	880
Lb	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (RES.)	cm	200	200
Lcrack	Spessore fondazioni	cm	15	15
Zcrack	Profondità delle fondazioni	cm	15	15

Le considerazioni effettuate ai fini della scelta dei valori dei parametri sopra indicati sono:

- le dimensioni della sorgente rispetto alle direzioni del vento e della falda sono le massime così come evidenziato nelle figure n. 6 e n. 7;
- per la soggiacenza delle falda è stato selezionato il valore minimo;
- come densità del suolo è stato inserito il valore maggiore;
- la velocità del vento è stata selezionata considerando il valore minore tra quelli riportati nell'allegato 11, un suolo “urbano” ed una classe di stabilità D;
- l’infiltrazione efficace è stata calcolata a partire dal massimo dei valori di piovosità media annua indicati nell'allegato 11;
- la tessitura del suolo insaturo è stata assimilata ad una sabbia mentre quella del terreno saturo ad una sabbia limosa;
- come valore di conducibilità idraulica è stato considerato il massimo;
- le aree scoperte sono state considerate non pavimentate;
- la distanza del recettore off site è stata posta pari a 24 m, considerando l’edificio più vicino ad uso residenziale (vedi figure n. 6 e n. 7).

Relativamente alla scelta dei contaminanti:

- Alluminio, Ferro, Manganese, Piombo, Floruri, Nitriti, Benzo(a)pirene e Benzo(g,h,i)perilene non sono stati inseriti in quanto non volatili;
- per gli idrocarburi non essendo stata effettuata una speciazione degli stessi, si è proceduto selezionando la frazione più cautelativa rispetto ai percorsi di esposizione attivati: alifatici C5-C8.

Fig. n. 6 – Dimensioni della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda



Fig. n. 7 – Dimensioni della sorgente rispetto alla direzione principale del vento



3.2.6 Parametri di default

In fase di caratterizzazione ambientale non sono stati determinati il pH ed il foc del suolo, pertanto i valori inseriti corrispondono a quelli di default ISPRA.

I parametri degli edifici per cui non è stato possibile stabilire un dato sito specifico fanno riferimento ai valori di default ISPRA.

4. RISULTATI

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità diretta per la valutazione dell’esposizione a sostanze volatili presenti nella matrice acque sotterranee ha evidenziato:

- Rischio cancerogeno non accettabile da inalazione indoor ed outdoor off site per Cloruro di vinile;
- Indice di pericolo non accettabile per idrocarburi alifatici C5-C8 per inalazione indoor ed outdoor sia off site che on site;

Nella figura n. 8 si riporta parte della schermata del software risk-net relativa al calcolo del rischio. I valori evidenziati in arancione indicano un valore non accettabile per il rischio e per l’indice di pericolo sia per singola sostanza che cumulato.

Fig. n. 8 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo

Contaminanti	CRS [mg/L]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta falda [mg/L]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
Alifatici C5-C8	3,64E+00	---		3,64E+00	---	---	2,51E+02
Cloruro di vinile	1,11E-01	---		1,11E-01	---	5,15E-05	4,40E-01
Tribromometano (Bromoformio)	8,90E-04	---		8,90E-04	---	---	5,56E-05
1,1,2,2-Tetracloroetano	1,00E-04	---		1,00E-04	---	4,26E-09	---
Dibromoclorometano	1,60E-04	---		1,60E-04	---	---	1,42E-05
1,4-Diclorobenzene	6,00E-04	---		6,00E-04	---	2,56E-08	1,61E-05

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	4,63E-07	1,66E+00
Indoor	6,28E-07	2,29E+00
Off-site	R tot	HI tot
Outdoor	1,55E-06	7,43E+00
Indoor	5,15E-05	2,52E+02

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità inversa ha portato all’individuazione delle CSR indicate nella figura n. 9, che rappresentano le concentrazioni per cui non si rileva un rischio di tipo sanitario. Tali limiti, come si vede, risultano maggiori delle CSC ed i valori evidenziati in arancione indicano il superamento delle CRS.

I composti alifatici C5-C8 sono stati eliminati dall’implementazione in quanto la CSR calcolata risultava minore della CSC. L’obiettivo di bonifica degli idrocarburi totali presenti in falda è stato posto pari alla

concentrazione soglia di contaminazione. Attraverso i fattori di correzione sono state calcolate le CSR per tutti i contaminanti ai fini del rispetto dell’Indice di Pericolo cumulato.

Fig. n. 9 – Concentrazioni Soglia di Rischio

Contaminanti	CSR individuale [mg/L]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR falda [mg/L]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC D.Lgs 152/06 [mg/L]
Cloruro di vinile	2,16E-03		2,16E-03	1,00E-06	8,54E-03	NA	5,00E-04
Tribromometano (Bromoformio)	1,60E+01	1,00E+01	1,60E+00	---	1,00E-01	NA	3,00E-04
1,1,2,2-Tetracloroetano	2,35E-02		2,35E-02	1,00E-06	---	NA	5,00E-05
Dibromoclorometano	1,13E+01	1,00E+01	1,13E+00	---	1,00E-01	NA	1,30E-04
1,4-Diclorobenzene	2,34E-02		2,34E-02	1,00E-06	6,30E-04	NA	5,00E-04

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	6,01E-08	3,34E-03
Indoor	4,82E-08	1,90E-03
Off-site	R tot	HI tot
Outdoor	1,46E-07	1,50E-02
Indoor	3,00E-06	2,09E-01

Si riporta in tabella n. 9 il quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda.

Tab. n. 9 – Quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda

Contaminanti	Obiettivi di bonifica [mg/l]
Cloruro di vinile	2,16E-03
Tribromometano (Bromoformio)	1,60E+00
1,1,2,2-Tetracloroetano	2,35E-02
Dibromoclorometano	1,13E+00
1,4-Diclorobenzene	2,34E-02
Idrocarburi	3,50E-01

5. CONCLUSIONI

L'applicazione dell'analisi di rischio in modalità diretta alla matrice acque sotterranee ha rilevato la presenza di rischio non accettabile da inalazione indoor e outdoor per Cloruro di Vinile (recettore off site) e per Idrocarburi totali (recettori on site ed off site). Inoltre al punto di conformità non risultano rispettate le Concentrazioni soglia di contaminazione per tutti gli analiti di cui alla Tabella n. 1.

Le acque sotterranee devono ritenersi, pertanto, contaminate e si rende necessario, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., attuare idonei interventi di bonifica ai fini del raggiungimento delle CSC per tutti gli analiti per cui sono risultati superamenti e la cui presenza non sia riconducibile alle caratteristiche geochimiche dell'area e/o a valori di fondo accertati dall'Autorità Competente.

Tuttavia è necessario effettuare alcune considerazioni in merito ai risultati ottenuti ai fini della scelta delle soluzioni più efficaci per gli interventi da attuare:

- dalla fase di caratterizzazione ambientale del sito è intercorso un considerevole lasso di tempo (circa 9 anni);
- mancano analisi di speciazione degli idrocarburi e pertanto tutta la contaminazione è stata associata alla frazione più critica dal punto di vista della presenza di rischio sanitario con conseguente sovrastima dello stesso;
- le equazioni utilizzate nell'applicazione dell'analisi di rischio di Livello 2 portano spesso ad una sovrastima del rischio e a una sottostima delle CSR associate al percorso di volatilizzazione;
- la falda del SIN di Napoli Orientale risulta notevolmente compromessa per contaminazione da idrocarburi ed organici clorurati. I piezometri di valle risultano, per alcune sostanze, caratterizzati da una contaminazione meno significativa di quelli di monte;
- la presenza di Ferro, Fluoruri e Manganese nelle acque sotterranee può essere riconducibile alle caratteristiche geochimiche dell'area;
- nella Conferenza di Servizi decisoria del 31/05/2016 è stata approvata la prima fase attuativa del Progetto Definitivo di Bonifica della Falda del SIN di Napoli Orientale;

Un intervento di bonifica limitato all'area in esame potrebbe, pertanto, non essere risolutivo rispetto all'effettiva rimozione della contaminazione rilevata.

In ogni caso, ai fini della tutela della salute umana di coloro che risiedono nelle aree confinanti, si ritiene che debbano essere intraprese almeno le seguenti azioni da attuare nel seguente ordine di priorità:

- esecuzione di una campagna di monitoraggio delle acque sotterranee al fine di verificarne l'attuale stato di contaminazione ed ai fini della verifica dei valori di fondo e della valutazione della distribuzione spazio-temporale della contaminazione. Tale campagna dovrà essere eseguita secondo il “Protocollo Operativo per la Campagna Coordinata del Monitoraggio delle acque di falda per il Sito di Interesse Nazionale (SIN) “Napoli Orientale” approvato in Conferenza di Servizi decisoria

del 16/12/2014. Tali analisi dovranno prevedere la speciazione degli idrocarburi al fine di rilevare le reali frazioni presenti;

- nel caso in cui i risultati del primo campionamento della campagna di monitoraggio dovessero confermare il superamento delle CSR calcolate, dovranno essere condotte, contemporaneamente al monitoraggio della falda, misure dirette dei vapori provenienti dalla falda per la verifica del rischio di inalazione e per la valutazione dell'efficacia – efficienza delle eventuali misure di prevenzione e degli eventuali interventi di bonifica da attuare.

Nel caso in cui le suddette campagne di monitoraggio e di indagine confermino lo stato di contaminazione del sito:

- dovranno essere individuate le effettive sorgenti primarie della contaminazione, qualora ancora presenti, sia nell'area interna al sito “Capannoni industriali in via Pazzigno” che nel perimetro del SIN;
- sarà necessario attuare idonee misure di mitigazione del rischio e di messa in sicurezza e bonifica della falda;

Si evidenzia inoltre che le condizioni relative al modello concettuale dovranno essere trascritte all'interno del certificato di destinazione urbanistica, in quanto in caso di modifiche allo scenario attuale sarà necessario implementare una nuova analisi di rischio.

6. BIBLIOGRAFIA

- "Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; APAT ISPRA 2008;
- Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del D.lgs. 152/06 elaborati da APAT-ARPA-ISS-ISPES;
- Documento di supporto alla Banca dati ISS-INAIL (Marzo 2015);
- Linee guida sull'analisi di Rischio ai sensi del D.lgs. 152/2006 (Novembre 2014);
- Piano della Caratterizzazione Rev. 1 ai sensi del D.M. 471/99 del sito”Capannoni Industriali in via Pazzigno”, Giugno 2005, redatto da ARPAC ed approvato in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 11 Ottobre 2005;
- Integrazioni al Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99, redatte da ARPAC in ottobre 2005 ed approvate in Conferenza di Servizi decisoria del 05/07/2006;
- Rapporto Tecnico Conclusivo delle Indagini di Caratterizzazione Ambientale ai sensi dell'ex D.M. 471/99 del sito”Capannoni Industriali in via Pazzigno”, Settembre 2008, redatto dall’A.T.I. costituita da ENSR Italia Srl, TECNO-IN e LAB ANALYSIS ed approvato dal MATTM in sede di Conferenza di Servizi decisoria del 26/02/09.