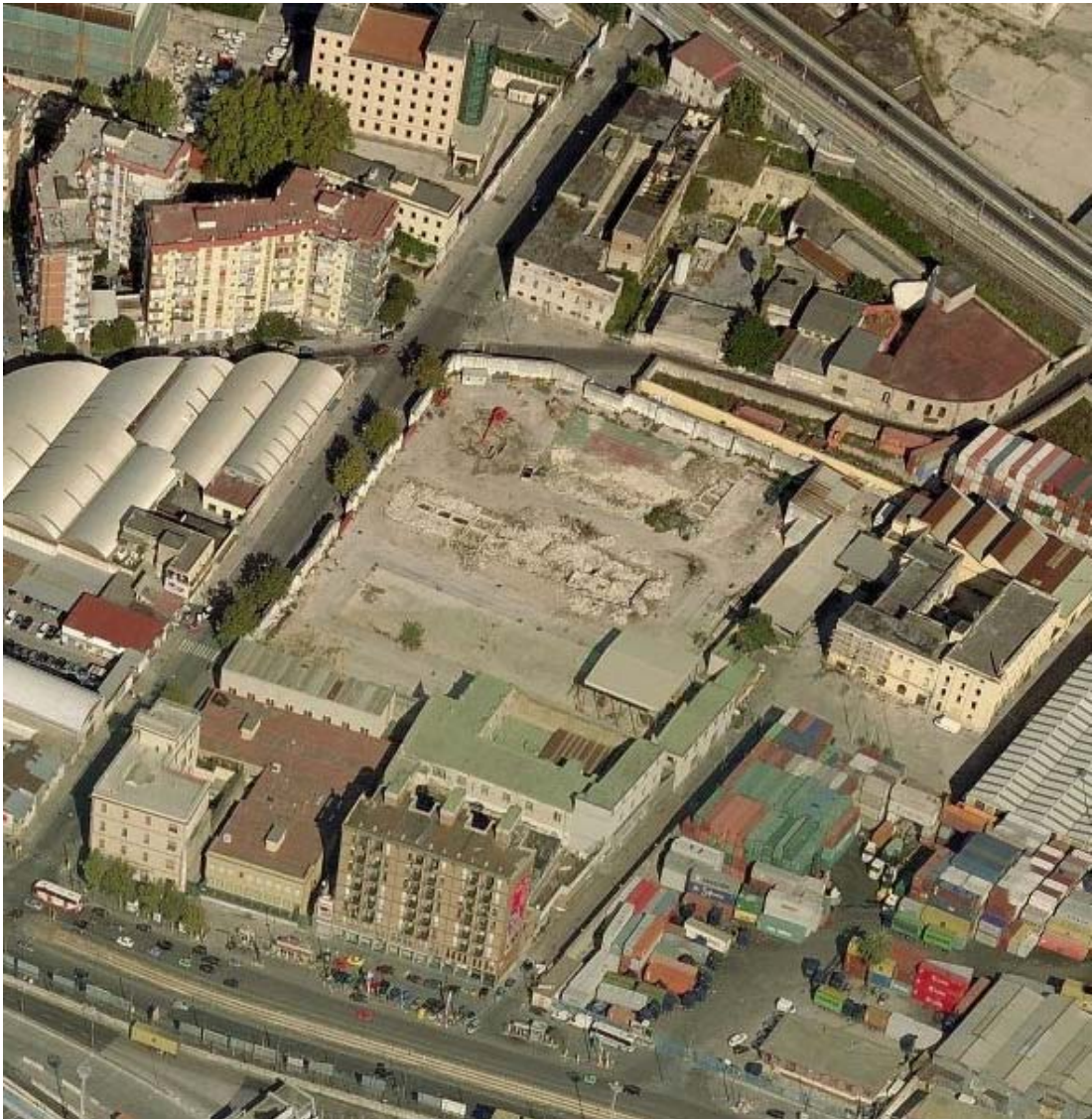




Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania



**Analisi di Rischio sito specifica ai sensi del D.Lgs. 152/06 del sito
Agenzia del Demanio in Via Emanuele Gianturco
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.....	8
2. METODOLOGIA DELL’ANALISI DI RISCHIO SANITARIO-AMBIENTALE... 15	
2.1 RISCHIO: DEFINIZIONE E ACCETTABILITÀ	16
3. ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA..... 18	
3.1 MODELLO CONCETTUALE SITO SPECIFICO	18
3.1.1 Analisi di rischio colonna A	18
3.1.2 Analisi di rischio colonna B	20
3.2 PARAMETRI SITO-SPECIFICI.....	20
3.2.1 Parametri meteo climatici	20
3.2.2 Parametri di idrogeologia locale	23
3.2.3 Granulometria/tessitura del suolo	23
3.2.4 Distanze da aree residenziali e/o ricreative.....	24
3.2.5 Parametri degli edifici	24
3.2.6 Tabella parametri sito specifici.....	24
3.2.7 Parametri di default	28
4. RISULTATI	29
4.1 SCENARIO COLONNA A	29
4.2 SCENARIO COLONNA B	36
5. CONCLUSIONI..... 38	
5.1 SCENARIO COLONNA A	38
5.2 SCENARIO COLONNA B	40
6. BIBLIOGRAFIA	42

ALLEGATI

Allegato 1	Convenzione
Allegato 2	Inquadramento territoriale;
Allegato 3	Perimetrazione del sito;
Allegato 4	Stralcio della Variante 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	Stratigrafie;
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	Isofreatiche;
Allegato 14	Analisi granulometriche;

Gruppo di lavoro

Arch. Maria Daro
Ing. Annalisa Giordano
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 dell’Agenzia del Demanio sito in via E. Gianturco - 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 “Agenzia del Demanio” con codice 3049N284, ubicato a sud ovest del SIN Napoli Orientale in via Emanuele Gianturco, è inserito 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.

L'area, di proprietà dell'Agenzia del Demanio dal 1970, occupa una superficie di circa 12478 m² e confina a ovest con Via Gianturco, a nord con il raccordo delle FS e via Brecce a S. Erasmo dove sono ubicati diversi corpi di fabbrica dismessi, a est con altri corpi di fabbrica di proprietà aliena e infine a sud con l'Istituto delle Suore di Gesù Eucaristico e con l'Archivio del tribunale di Napoli.

Il sito è ubicato laddove nella seconda metà dell'800 si collocava lo stabilimento industriale della C. e T.T. Pattison (opificio Metalmeccanico e Fonderia); nel 1970 è stato trasferito al Demanio dello Stato subendo una radicale ristrutturazione consistente nella demolizione dei vecchi corpi di fabbrica e la realizzazione di una caserma denominata “Pattison”. Nell'anno 2002 la Marina Militare cede all'Arma dei Carabinieri l'intera area che verrà utilizzata come parco automezzi. Attualmente è in itinere da parte del Provveditorato alle Opere Pubbliche un progetto di ristrutturazione dell'area che prevede la realizzazione di un impianto logistico. Dai sopralluoghi effettuati e dalla visione di foto aeree, si evince uno stato dei luoghi del tutto differente rispetto a quello constatato durante le attività di caratterizzazione.

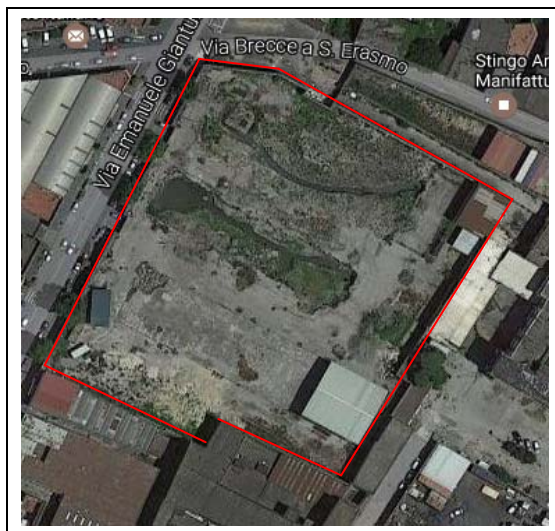


Figura 1

Sono presenti delle tettoie utilizzate come probabile ricovero di attrezzature mentre i manufatti costituenti l'ex caserma sono stati demoliti. La pavimentazione risulta seriamente compromessa.

La disciplina urbanistica vigente, per le aree comprese nel perimetro di bonifica e che insistono sul territorio demaniale marittimo costiero, fa riferimento al D.M. n. 1829 del 31.03.1972 come modificato dalla variante di salvaguardia al P.R.G., approvata con decreto del Presidente della Giunta Regionale della Campania n° 9297/1998. In particolare, in riferimento alla nota del Dipartimento Pianificazione Urbanistica del Comune di Napoli prot. n. 893/M del 15.10.07, l'area dell'Agenzia del Demanio risulta essere zona G Insediamenti urbani integrati.

La Nota del Dipartimento Ambientale del Comune di Napoli, Prot.n.1106 del 18.10.2007, riporta che “*può prevedersi una bonifica secondo la Tabella B del D.M. 471/99 in quanto non sono state ancora chiaramente localizzate le quote destinate alla realizzazione di abitazioni. Resta inteso che qualora successivamente queste aree o parti di esse dovessero essere destinate ad abitazioni o ad aree verdi dovrà prevedersi un approfondimento della bonifica fino a raggiungere i valori della tabella A.*”

1.2 Risultati delle Indagini ambientali

Il “Piano della Caratterizzazione dell’Agenzia - Rev 0 è stato redatto nel Giugno 2005 ai sensi del D.M. 471/99, da ARPAC – Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania, ed approvato dal Ministero dell’Ambiente in sede di Conferenza dei Servizi decisoria del 11 Ottobre 2005; ad esso hanno fatto seguito le Integrazioni del Novembre 2005. Detto Piano ha comportato l’esecuzione di:

- indagini di tipo indiretto (indagini geofisiche) finalizzate alla verifica di eventuali sottoservizi;
- bonifica da ordigni bellici;
- indagini di tipo diretto (carotaggio e prelievo di campioni).

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 in Allegato 5, è avvenuta mediante il trascinarsi di un’antenna georadar in n. 7 aree afferenti al sito.

L’area è stata inoltre oggetto di una campagna di ricerca di ordigni bellici residuati, effettuata in corrispondenza dei punti di indagine. I risultati della campagna di ricerca e la relativa documentazione sono stati riportati in Allegato 6.

1.2.2 Indagini dirette

Tali indagini hanno riguardato la realizzazione n. 6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1, S2, S3, P1, P3 e P4), e n.1 sondaggio P2 a distruzione di nucleo, spinti sino alla profondità di 10 metri da p.c. di cui 4 attrezzati a piezometro per la caratterizzazione delle acque della falda.

Nel corso dell'indagine ambientale è stato effettuato il prelievo di campioni di terreno ed 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.

Per i terreni sono state effettuate analisi chimiche finalizzate alla ricerca di:

- Composti inorganici (Antimonio, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Piombo Tetraetile, Rame, Selenio, Stagno, Tallio, Vanadio e Zinco);
- Composti Organici Aromatici (Benzene, Etilbenzene, Toluene, Xileni e Stirene);
- Aromatici Policiclici (Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)terilene, Crisene, , Dibenzo(a, e)pirene, Dibenzo(a, l) pirene, Dibenzo(a, i)pirene, Dibenzo(a, h) pirene, Dibenzo(ah)antracene, Indeno (1,2,3,cd)pirene e Pirene ;
- Fenoli non clorurati;
- Fenoli
- Idrocarburi (Leggeri C<12 e Pesanti C>12);
- Alifatici clorurati cancerogeni;
- Alifatici clorurati non cancerogeni;
- Clorobenzeni;
- MTBE;
- PCB;
- Amianto sul 20% dei campioni di Top Soil per aree non pavimentate (0-10 cm)
- Diossine sul 20% dei campioni di Top Soli per aree non pavimentate (0-10 cm)

Per le acque di falda sono state eseguite analisi di laboratorio su un numero complessivo di n. 4 campioni di acqua finalizzate alla ricerca di:

- Composti inorganici (Alluminio, Antimonio, Argento, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo Totale, Cromo VI, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Manganese, Tallio e Zinco);
- Piombo Tetraetile;
- Composti Organici Aromatici (Benzene, Etilbenzene, Toluene, para-Xilene e Stirene);
- Policiclici Aromatici (Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene,

- Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)terilene, Crisene, , Dibenzo(a, e)pirene, Dibenzo(a, l) pirene, Dibenzo(a, i)pirene, Dibenzo(a, h) pirene, Dibenzo(ah)antracene, Indeno (1,2,3,cd)pirene e Pirene);
- Fenoli e clorofenoli;
- Pentaclorofenolo;
- Idrocarburi Totali;
- Parametro n-esano;
- MTBE;
- CVM (Cloruro Vinile Monomero);
- Alifatici clorurati cancerogeni;
- Alifatici clorurati non cancerogeni;
- Clorobenzeni

Dai sondaggi sono stati prelevati n. 18 campioni di terreno ed un campione di top soil T1, destinati ad analisi di laboratorio per verificare lo stato qualitativo dei terreni dell'area in oggetto.

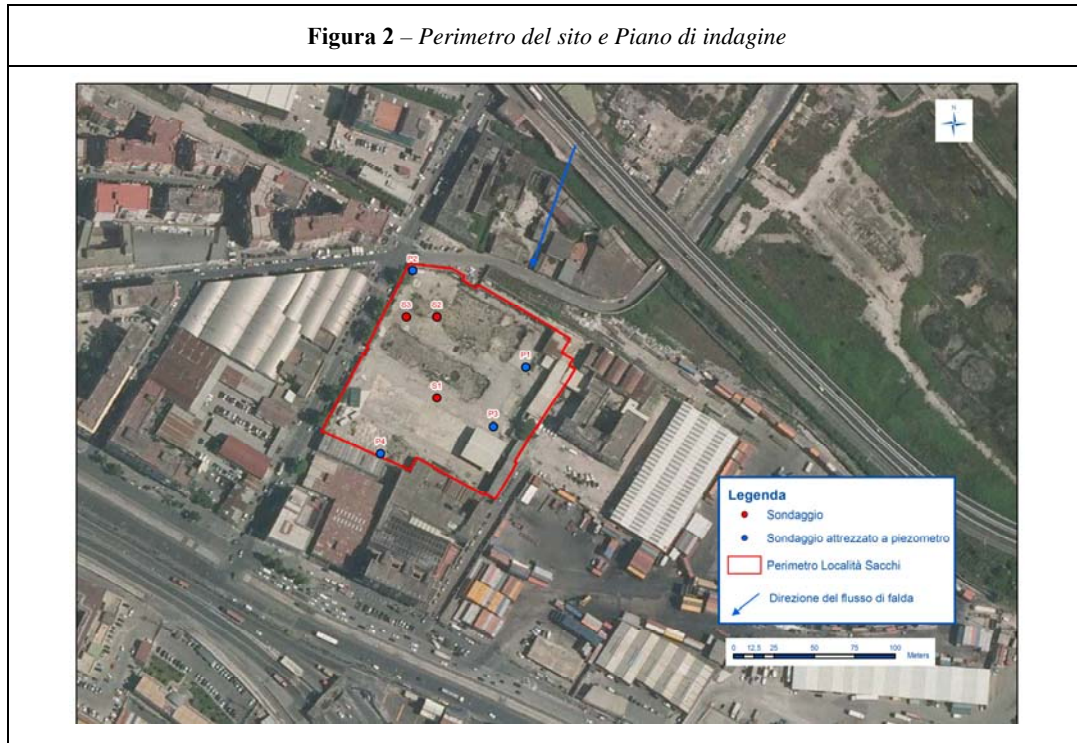
Da ciascuno dei sondaggi superficiali sono stati prelevati e sottoposti ad analisi chimiche di laboratorio i seguenti campioni:

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

In Figura 2 sono rappresentati su ortofoto il sito ed i sondaggi eseguiti in base al Piano di Indagine.

Figura 2 – 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 12/11/08.

Vista la nota 18904 del 5/11/2007, con cui ARPAC ha evidenziato che “*a scopo cautelativo, tuttavia, per quanto concerne le aree Agenzia del Demanio e Depuratore di S. Giovanni, ricadenti rispettivamente nelle sottozone G ed E della variante del PRG...*” si ritiene necessario “*...predisporre le relazioni tecnico-descrittive, confrontando comunque i risultati ottenuti e traendo le relative conclusioni, sia in riferimento alla Colonna A che alla Colonna B del D.lgs 152/06*”, si riportano i risultati rispetto ai limiti sia di Colonna A che di Colonna B.

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

I risultati delle analisi chimiche eseguite sui campioni di acque di falda, hanno 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.

I contaminanti per cui si è riscontrato il superamento dei limiti di riferimento e le relative concentrazioni sono riportati nelle seguenti tabelle:

Tabella 1a - suoli **insaturi** per destinazione d’uso residenziale;

Tabella 1b - suoli **saturo** per destinazione d’uso residenziale;

Tabella 2 - acque sotterranee.

Nelle stesse si riportano altresì il carotaggio/piezometro di riferimento, le coordinate geografiche, la profondità del campione, i limiti di riferimento e la data di esecuzione.

Tabella 1a - Superamenti suoli insaturi _ colonna A																	
D.L.gs n 152/06 Tabella 1, Colonna A All. 5 Parte Quarta (mg/Kg s.s.)							2	1	100	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,06
Sondaggio/piezometro	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza media falda dal p.c.	Data prelievo	Berillio	Stagno	Piombo	Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(k)fluorantene	Benzo(ghi)perilene	Dibenzo(a,h)antracene	Indeno[1,2,3-cd]pirene	PCB (congeneri totali)	
S1 C1	439871	4521718	0,0-1,0	3,00	28/6/07	1,65	8,15	214	0,33	1,54	0,76	0,61	1,14	0,37	0,64	0,04	
S2 C1	439871	4521768	0,0-1,0	3,00	29/6/07	1,03	4,78	94	0,58	0,82	0,48	0,32	0,47	0,15	0,55	0,07	
S3 C1	439852	4521768	0,0-1,0	3,00	28/6/07	1,89	1,35	37,40	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00093	
P1 C1	439926	4521737	0,0-1,0	3,00	2/7/07	2,28	4,03	63,60	0,43	0,45	0,39	0,28	0,22	0,08	0,21	0,0106	
P3 C1	439906	4521700	0,0-1,0	3,00	28/6/07	1,15	2,45	42,06	0,32	1,09	0,57	0,46	0,62	0,20	0,54	0,00119	
P4 C1	439836	4521683	0,0-1,0	3,00	3/7/07	1,10	0,53	44,3	0,36	0,65	0,34	0,29	0,81	0,20	0,35	0,00938	

Tabella 1b- Superamenti suoli **saturo** _ colonna A

D.L.gs n 152/06 Tabella 1, Colonna A All. 5 Parte Quarta (mg/Kg s.s.)							2	2	1	0,1	0,5	0,1
Sondaggio/piezometro	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza media falda dal p.c.	Data prelievo	Berillio	Cadmio	Stagno	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(ghi)perilene	
S1 C2	439871	4521718	4,0-5,0	3,00	28/6/07	2,33	0,22	0,46	0,01	0,01	0,01	
S1 C3	439871	4521718	9,0-10,0	3,00	28/6/07	2,18	0,48	0,40	0,05	0,03	0,07	
S2 C2	439871	4521768	4,0-5,0	3,00	29/6/07	2,38	0,75	1,10	0,08	0,06	0,05	
S3 C2	439852	4521768	4,0-5,0	3,00	28/6/07	2,06	0,22	0,90	0,01	0,01	0,01	
S3 C3	439852	4521768	9,0-10,0	3,00	28/6/07	2,50	0,46	0,60	0,01	0,01	0,01	
P1 C2	439926	4521737	4,0-5,0	3,00	2/7/07	1	0,22	0,38	0,01	0,01	0,01	
P3 C2	439906	4521700	4,0-5,0	3,00	28/6/07	2,30	0,22	0,90	1,07	0,72	1,08	
P3 C3	439906	4521700	9,0-10,0	3,00	28/6/07	2,18	0,57	0,50	0,09	0,08	0,06	
P4 C2	439836	4521683	4,0-5,0	3,00	3/7/07	2,77	1,62	1,39	0,02	0,01	0,01	
P4 C3	439836	4521683	9,0-10,0	3,00	3/7/07	2,38	10,21	0,64	0,02	0,02	0,02	

Tabella 2 – Superamenti Acque sotterranee

D.lgs 152/06, Parte IV, titolo V, All. 5, tab.2 - (µg/l)					350	0,5	0,05	1,5	1,1	10	200	200	50	1500	0,01	0,05	0,01	0,1	
Sond.	Coord_X	Coord_Y	Profondità (m)	Soggiacenza falda dal p.c./ Sondaggio (m)	Data prelievo	Idrocarburi totali come n-esano	Cloruro di vinile	1,1-dicloroetilene	Tricloroetilene	Tetracloroetilene	Sommatoria alif. Clor. Canc.	Alluminio	Ferro	Manganese	Fluoruri	Benzo(a)pirene	Benzo(k)fluorantene	Benzo(ghi)perilene	Somma IPA specifici (+)
P1	439926	4521737	10	3,00	9/7/07	545	60,02	0,005	1,44	2,35	63,295	686	117	412	1532	0,002	0,005	0,002	0,01
P2	439856	4521797	10	3,00	4/7/07	5	0,05	0,22	0,64	0,32	1,18	580	210	680	120	0,002	0,005	0,002	0,01
P3	439836	4521683	10	3,00	9/7/07	952	5,06	0,22	4,21	3,12	10,779	45	20	5,3	2267	0,036	0,06	0,036	0,15
P4	439906	4521700	10	3,00	4/7/07	37	0,05	0,005	0,67	0,13	0,8	20	280	310	120	0,002	0,05	0,002	0,01

Per quanto riguarda il berillio e lo stagno i limiti di riferimento considerati sono i valori di fondo stabiliti per il SIN di Napoli Orientale e pertanto l'unico superamento è relativo al valore di 8,15 mg/kg per lo Stagno.

Sulla base dei dati indicati nelle tabelle sopra riportate, si può osservare quanto segue:

- Suoli rispetto alla colonna A:
 - nel suolo insaturo, i risultati mostrano una contaminazione costituita essenzialmente da metalli ed IPA. Si rileva poi in un solo punto un lieve superamento per i PCB;
 - nel suolo saturo si evidenzia un hot spot (P3C2) per alcuni IPA ed un hot spot (P4C3) per il cadmio.
- Suoli rispetto alla colonna B: nessun superamento.
- Acque sotterranee: si osserva una contaminazione costituita essenzialmente da idrocarburi, organoclorurati ed IPA. Gli idrocarburi già presenti a monte idrogeologico subiscono un incremento nel piezometro di valle. Per gli organoclorurati, a parte il tricloroetilene rinvenuto solo a valle, risultano superamenti sia a monte che a valle. Gli IPA sono presenti nel solo piezometro P3 a valle, in corrispondenza del quale sono stati riscontrati superamenti di IPA anche nei suoli saturi ed insaturi.

Figura 3 – Suolo insaturo



Figura 4 – Suolo saturo

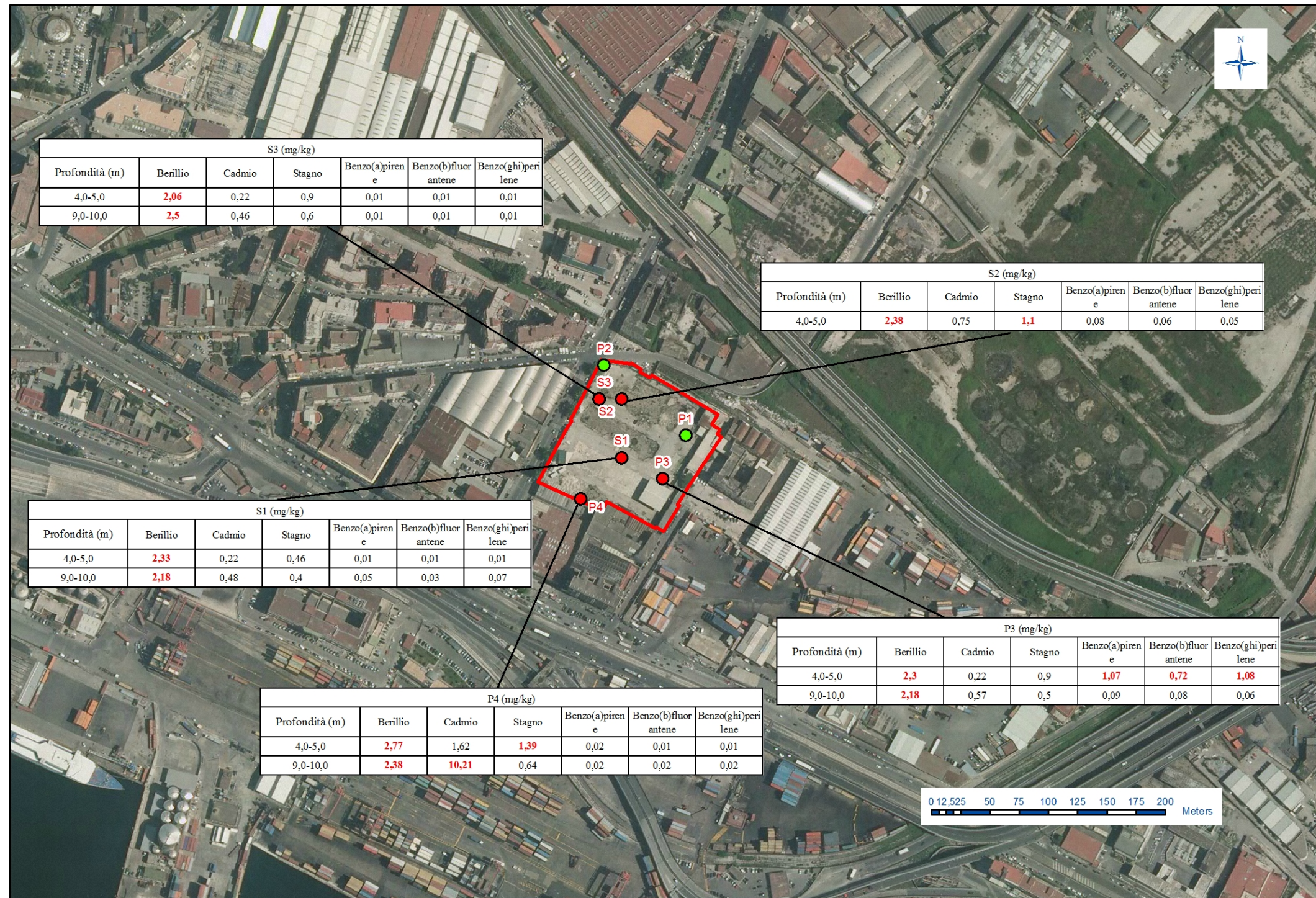


Figura 5 – Acque sotterranee



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 in modalità sia diretta che inversa ai fini del calcolo del rischio e delle Concentrazioni Soglia di Rischio per il rispetto del rischio sanitario.

Il software utilizzato è Risk-net 2.1 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). Sulla base di quanto riportato al paragrafo 1.2.3, sono stati valutati due differenti scenari che fanno riferimento rispettivamente ai superamenti delle CSC di cui alla colonna A ed ai superamenti delle CSC di cui alla colonna B dell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/2006

3.1.1 *Analisi di rischio colonna A*

- ***Sorgenti***

Le matrici ambientali considerate quali sorgenti secondarie di contaminazione sono il suolo superficiale, il suolo profondo, a cui in via cautelativa è stata associata la contaminazione del suolo superficiale dal momento che non sono stati prelevati campioni nell'insaturo profondo, e la falda.

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

Le vie di trasporto attivate sono:

- per il suolo superficiale: ingestione e contatto dermico, inalazione vapori e polveri outdoor sia on site che off site, inalazione indoor off site, lisciviazione in falda;
- inalazione vapori outdoor sia on site che off site, inalazione indoor off site, lisciviazione in falda;
- per la falda: inalazione vapori outdoor on site ed off site ed indoor off site.

L'esposizione off site è stata attivata in quanto nelle immediate vicinanze sono presenti edifici ad uso residenziale. Le vie di esposizione dirette sono state cautelativamente considerate in quanto la pavimentazione si presenta attualmente danneggiata. Non è stato attivato il percorso di trasporto in falda in

quanto al punto di conformità già 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 (Insediamenti urbani integrati) e allo scenario futuro (realizzazione di un impianto logistico) i potenziali bersagli on site sono adulti lavoratori. Nell'area esterna sono presenti edifici residenziali ed attività commerciali per cui i bersagli off site considerati sono i residenti.

I contaminanti per i quali è stata effettuata la valutazione di rischio e le relative concentrazioni rappresentative delle sorgenti sono indicati nelle Tabella 3 e 4. Le concentrazioni rappresentative della sorgente corrispondono alle concentrazioni massime rilevate, 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.

Tabella 3 – Concentrazioni rappresentative delle sorgenti Suolo Superficiale e Suolo Profondo

<i>Contaminante</i>	<i>CRS (mg/kg)</i>
Piombo	214
Benzo(a)antracene	0,582
Benzo(a)pirene	1,54
Benzo(b)fluorantene	0,755
Benzo(k)fluorantene	0,605
Benzo(ghi)perilene	1,135
Dibenzo(a,h)antracene	0,37
Indeno[1,2,3-cd]pirene	0,64
PCB (congeneri totali)	0,073

Tabella 4 – Concentrazioni rappresentative della sorgente Acque Sotterranee

<i>Contaminante</i>	<i>CRS (µg/l)</i>
Idrocarburi totali come n-esano	952
Cloruro di vinile	60,02
1,1-dicloroetilene	0,22
Tricloroetilene	4,21
Tetracloroetilene	3,12

3.1.2 *Analisi di rischio colonna B*

- **Sorgenti**

La matrice ambientale considerata quale sorgente secondaria di contaminazione è la falda.

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

Le vie di trasporto attivate sono l'inalazione vapori outdoor on site ed off site ed indoor off site.

L'esposizione off site è stata attivata in quanto nelle immediate vicinanze sono presenti edifici ad uso residenziale. Non è stato attivato il percorso di trasporto in falda in quanto al punto di conformità già 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 (Insediamenti urbani integrati) e allo scenario futuro (realizzazione di un impianto logistico) i potenziali bersagli on site sono adulti lavoratori. Nell'area esterna sono presenti edifici residenziali e attività commerciali per cui i bersagli off site considerati sono i residenti.

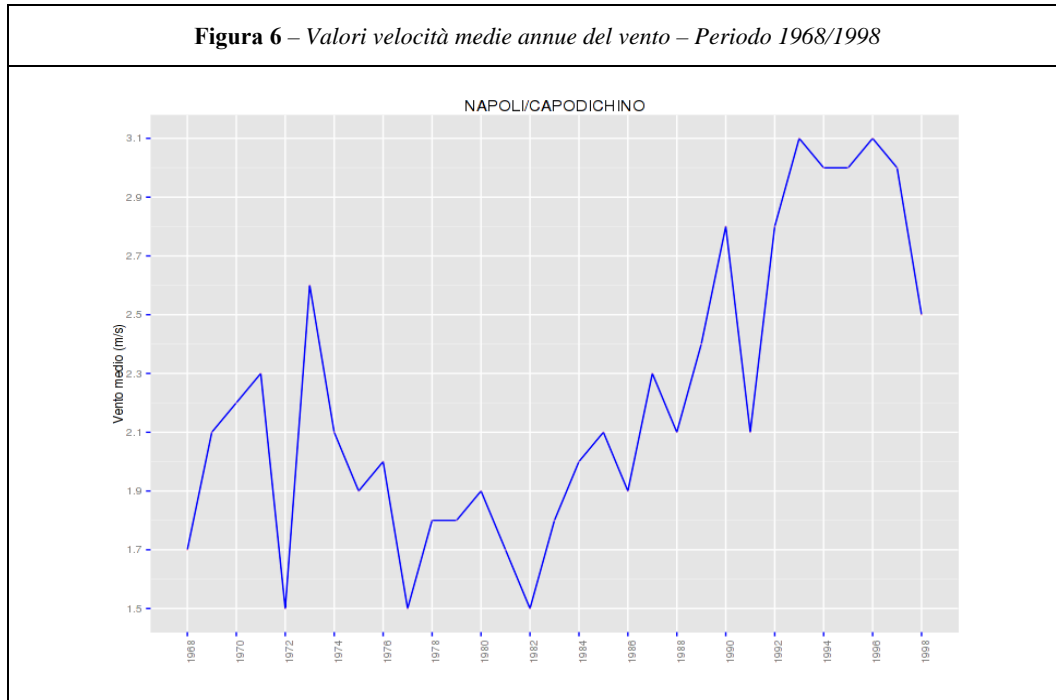
I contaminanti per i quali è stata effettuata la valutazione di rischio e le relative concentrazioni rappresentative delle sorgenti sono indicati nella Tabella 3 Tabella .

3.2 *Parametri sito-specifici*

3.2.1 *Parametri meteo climatici*

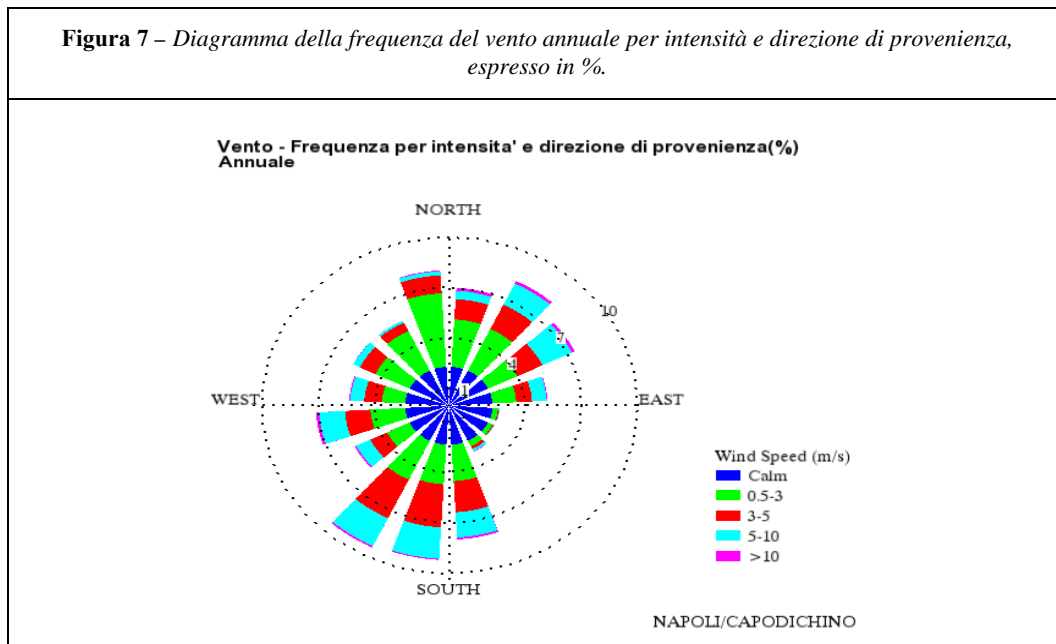
Per quel che concerne la velocità del vento e la piovosità, sono stati utilizzati i dati meteorologici ricavati dall'archivio SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) al link <http://www.scia.isprambiente.it> e fanno riferimento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

Nella Figura 66 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 7 viene riportato il diagramma della frequenza del vento in relazione all'intensità ed alla direzione di provenienza.

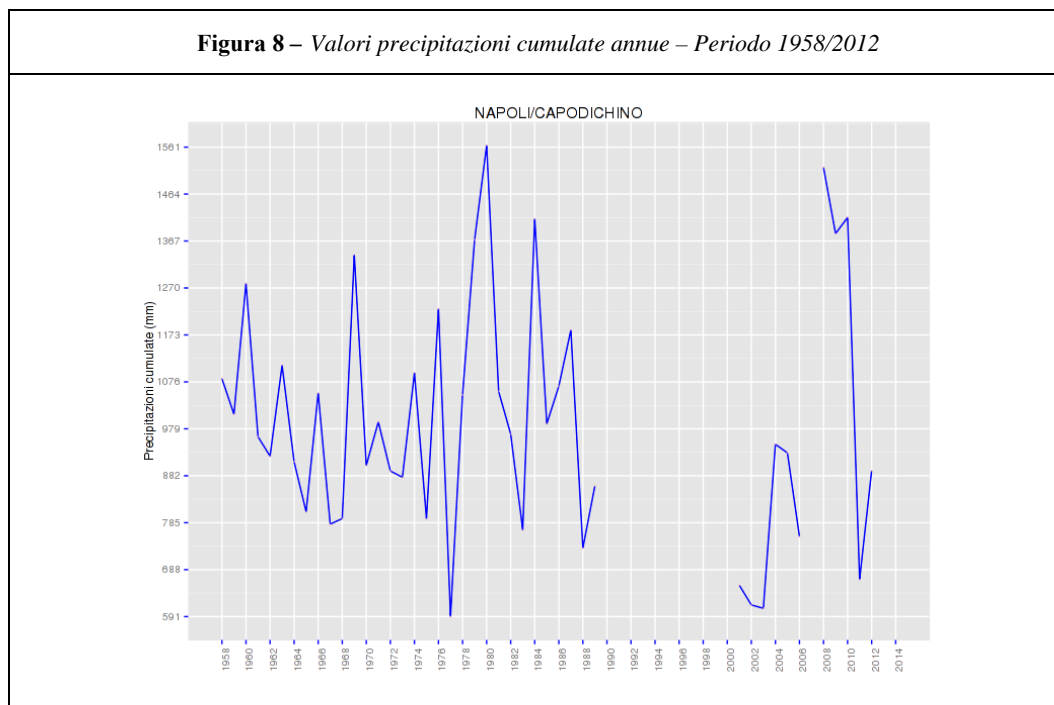


Nella Tabella 5 vengono riportati i valori utilizzati per l’elaborazione dello stesso. La direzione principale di provenienza del vento è S-SW.

Tabella 5 – 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 8 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

Le indagini svolte sul sito in esame hanno permesso di individuare la presenza di una falda freatica la cui soggiacenza media è di circa 3,00 m da p.c.

La direzione di flusso preferenziale è da Nord Est verso Sud-Ovest, la superficie piezometrica appare piuttosto regolare, con gradienti pressoché costanti attorno a 0.22%.

In base alle prove di Slug test è stata stimata una permeabilità idraulica compresa tra $4,68 \times 10^{-4}$ m/s e $6,35 \times 10^{-4}$ m/s

Nella Tabella 6 sono riportati i valori della conducibilità idraulica misurati in corrispondenza dei piezometri.

Tabella 6 – Valori di conducibilità idraulica		
Piezometro	Kr (m/s)	Kr (m/giorno)
P1	4.46E-04	38.53
P2	4.68E-04	40.44
P3	6.35E-04	54.86
P4	5.12E-04	44.24

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 2.50 m da p.c.: terreno di riporto costituito da numerosi frammenti di laterizi rosso, cemento, breccia calcarea, blocchi di tufo giallo immersi in matrice sabbiosa medio-grossolana di colore grigio scuro;
- da 2,50 a 3,00 m da p.c.: terreno di riporto costituito da sabbia sciolta di colore bruno scuro
- da 3.00 a 10,00 m da p.c.: sabbie medio grossolane di colore grigio-nero con rari frammenti o inclusi litici. Lo strato si presenta saturo.

Dai risultati delle analisi granulometriche, di cui all'allegato 15, eseguite sui tre campioni S1Cr1 a 2m , S1Cr3 a 10 m e S1Cr2 6 m si evince una litologia dei campioni costituita da sabbia ghiaiosa debolmente limosa.

Dai certificati delle analisi granulometriche non si evince il valore di densità del suolo correlato alla profondità per i campioni analizzati.

3.2.4 Distanze da aree residenziali e/o ricreative

Lungo la Via Brecece a S.Erasmo e via Gianturco si rinvennero fabbricati adibiti ad uso residenziale caratterizzati da più piani fuori terra; a sud è presente l'istituto delle Suore di Gesù Eucaristico ed oltre ancora il porto e il mare. Non sono state individuate aree ricreative in zone limitrofe.

3.2.5 Parametri degli edifici

Dai sopralluoghi effettuati e dalla visione di foto aeree, si evince uno stato dei luoghi del tutto differente rispetto a quello constatato durante le attività di caratterizzazione. Sono presenti delle tettoie utilizzate come probabile ricovero di attrezzature, i manufatti costituenti l'ex caserma sono stati demoliti, mentre la pavimentazione risulta molto compromessa.

3.2.6 Tabella parametri sito specifici

In base al modello concettuale attivato, nella Tabella Tabella 77 vengono riportati 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:

Tabella 7 – Parametri implementati in risknet			
Zona Insatura		U.M.	Valore
L_s(SS)	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	m	0,0
d	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	m	1,0
L_{GW}	Profondità del piano di falda	m	3,0
h_v	Spessore della zona insatura	m	2,9
f_{oc, SS}	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo superficiale	g-C/g-suolo	0,01
pH	pH	adim.	6,8
ρ_s	Densità del suolo	g/cm ³	1,7
θ_e	Porosità efficace del terreno in zona insatura	adim.	0,385
θ_w	Contenuto volumetrico di acqua	adim.	0,068
θ_a	Contenuto volumetrico di aria	adim.	0,317
θ_{wcap}	Contenuto volumetrico di acqua nelle frangia capillare	adim.	0,33
θ_{acap}	Contenuto volumetrico di aria nelle frangia capillare	adim.	0,055
h_{cap}	Spessore frangia capillare	m	0,1
I_{ef}	Infiltrazione efficace	cm/anno	4,39E+01
P	Piovosità	cm/anno	156,1
η_{outdoor}	Frazione areale di fratture outdoor (solo per lisciviazione)	adim.	1,0

Zona Saturata			Valore
W	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	m	125,0
S _w	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	m	123,0
d _a	Spessore acquifero	m	30,0
K _{sat}	Conducibilità idraulica del terreno saturo	m/s	6,35E-04
i	Gradiente idraulico	adim.	0,22
v _{gw}	Velocità di Darcy	m/s	1,40E-04
v _e	Velocità media effettiva nella falda	m/s	3,96E-04
θ _{e sat}	Porosità efficace del terreno in zona saturo	adim.	0,353
f _{oc}	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo	0,001
POC	Distanza recettore off site (DAF)	m	0,0
a _x	Dispersione longitudinale	m	0,00E+00
a _y	Dispersione trasversale	m	0,00E+00
a _z	Dispersione verticale	m	0,00E+00
δ _{gw}	Spessore della zona di miscelazione in falda	m	1,32E+01
LDF	Fattore di diluizione in falda	adim.	1,07E+03

Ambiente Outdoor			Valore
δ _{air}	Altezza della zona di miscelazione	m	2,0
W'	Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	m	125,0
S _w '	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	m	123,0
U _{air}	Velocità del vento	m/s	1,0031
P _e	Portata di particolato per unità di superficie	g/(cm ²)	6,90E-14
τ _{outdoor}	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	25,0
POE ADF	Distanza recettore off site (ADF)	m	15,0
σ _y	Coefficiente di dispersione trasversale	m	3,19E+00
σ _z	Coefficiente di dispersione verticale	m	2,79E+00

Edificio Off-site			
Z _{crack}	Profondità fondazioni da p.c.	m	0,15
L _{crack}	Spessore delle fondazioni/muri	m	0,15
η	Frazione areale di fratture indoor	adim.	0,01
L _b	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione	m	2,0
θ _{wcrack}	Contenuto volumetrico di acqua nelle fratture	adim.	0,12
θ _{acrack}	Contenuto volumetrico di aria nelle fratture	adim.	0,26
ER	Tasso di ricambio di aria indoor	1/s	1,40E-04
τ _{indoor}	Tempo medio di durata del flusso di vapore	anni	30,0

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 9 e 10;
- per la soggiacenza delle falda è stato selezionato l’unico valore riportato nel rapporto tecnico conclusivo delle indagini che corrisponde a quello medio;
- come densità del suolo è stato inserito il valore di default perché non rilevato durante le analisi granulometriche;
- 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 superficiale è stata assimilata ad una sabbia;
- 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 15 m, considerando l’edificio ad uso residenziale più vicino.

Relativamente alla scelta dei contaminanti:

- per la sorgente di contaminazione falda non sono stati implementate le sostanze Alluminio, Ferro, Manganese, Fluoruri, Benzo(a)pirene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(ghi)perilene 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;
- il berillio, presente nel punto P1C1 con un valore di 2,28 mg/kg, non è stato considerato in quanto il valore di riferimento è di 6 mg/kg, valore di fondo naturale per i terreni di riporto del SIN di Napoli Orientale, così come approvato dal MATTM nella Conferenza di Servizi decisoria del 05/08/2009;
- lo Stagno non è stato considerato in quanto analita non più normato a seguito dell’emanazione della Legge 11 agosto 2014, n. 116;
- per i PCB si è proceduto selezionando la frazione più cautelativa rispetto ai percorsi di esposizione attivati.

Figura 9 – Dimensioni della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda



Figura 10 – Dimensioni della sorgente rispetto alla direzione principale del vento



3.2.7 Parametri di default

In fase di caratterizzazione ambientale non sono stati determinati il pH, il foc e la densità 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 presenti nelle matrici considerate ha evidenziato:

4.1 Scenario colonna A

Suolo Superficiale

- Rischio cancerogeno cumulativo outdoor on site per Dibenzo(a,h)antracene;
- Rischio cancerogeno on site per ingestione suolo e contatto dermico per benzo(a)pirene e PCB dl;
- Indice di pericolo on site per ingestione suolo e per contatto dermico per PCB dl.

Suolo Profondo

- Rischio accettabile per tutte le vie di esposizione attivate per ogni contaminante e rispetto a tutti i bersagli.

Relativamente ai PCB dl è da sottolineare che, sebbene le elaborazioni effettuate indichino la presenza di rischio da inalazione vapori, tale risultato non è stato preso in considerazione in quanto nella Banca dati ISS i PCB dl non risultano essere volatili.

Falda

- Indice di pericolo off site non accettabile per inalazione vapori indoor ed outdoor per gli idrocarburi (valore maggiore per gli Alifatici C9-C18);
- Rischio cancerogeno off site non accettabile per inalazione vapori indoor per il cloruro di vinile;

Nelle tabelle seguenti si riportano parti delle schermate del software risk-net relative 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.

Tabella 8 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo per il Suolo Superficiale_industriale_indoor

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)
Piombo	2,14E+02	---		2,14E+02	---	---	3,39E-02	7,44E-03
Benzo(a)antracene	5,82E-01	---		5,82E-01	---	2,25E-07	---	1,03E-03
Benzo(a)pirene	1,54E+00	---		1,54E+00	---	5,40E-06	---	8,21E-03
Benzo(b)fluorantene	7,55E-01	---		7,55E-01	---	2,65E-07	---	3,94E-04
Benzo(k)fluorantene	6,05E-01	---		6,05E-01	---	2,13E-07	---	6,45E-04
Benzo(g,h,i)perilene	1,14E+00	---		1,14E+00	---	---	7,89E-05	2,25E-03
Dibenzo(a,h)antracene	3,70E-01	---		3,70E-01	---	1,29E-06	---	6,06E-04
Indenopirene	6,40E-01	---		6,40E-01	---	2,23E-07	---	1,03E-04
PCB Tot.	7,30E-02	---		7,30E-02	---	2,32E-07	---	2,93E-03
PCB dl	7,30E-02	---		7,30E-02	---	1,16E-03	1,53E+01	1,80E-03
						On-site	R tot	HI tot
						Outdoor	9,00E-04	1,53E+01
						Indoor	---	---
						Off-site	R tot	HI tot
						Outdoor	1,16E-03	4,26E+00

Tabella 9 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo per il Suolo Superficiale_residenziale_indoor

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m³]	Rischio Cancerogeno (R)
PCB Tot.	7,30E-02	---		7,30E-02	---	2,26E-08

Tabella 10 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo per il Suolo Profondo_industriale indoor

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)
Piombo	2,14E+02	---		2,14E+02	---	---
Benzo(a)antracene	5,82E-01	---		5,82E-01	---	5,62E-10
Benzo(a)pirene	1,54E+00	---		1,54E+00	---	3,23E-10
Benzo(b)fluorantene	7,55E-01	---		7,55E-01	---	1,13E-11
Benzo(k)fluorantene	6,05E-01	---		6,05E-01	---	8,47E-12
Benzo(g,h,i)perilene	1,14E+00	---		1,14E+00	---	---
Dibenzo(a,h)antracene	3,70E-01	---		3,70E-01	---	8,10E-12
Indenopirene	6,40E-01	---		6,40E-01	---	1,50E-12
PCB Tot.	7,30E-02	---		7,30E-02	---	1,11E-08
PCB dl	7,30E-02	---		7,30E-02	---	4,21E-05

On-site	R tot	HI tot
	Outdoor	1,52E-05
Indoor	---	---
Off-site	R tot	HI tot
	Outdoor	4,21E-05

Tabella 11 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo per il Suolo Profondo_residenziale_ indoor

Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m ³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m ³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
PCB Tot.	7,30E-02	---		7,30E-02	---	2,19E-08	---

Tabella 12 – Valori del Rischio e dell’Indice di Pericolo per la Falda

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	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	6,42E+01
Alifatici C9-C18	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	7,17E+01
Aromatici C9-C10	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	1,48E+00
Aromatici C11-C22	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	1,64E-01
Cloruro di vinile	6,00E-02	---		6,00E-02	---	2,72E-05	2,32E-01
1,1-Dicloroetilene	2,20E-04	---		2,20E-04	---	---	3,24E-04
Tricloroetilene	4,21E-03	---		4,21E-03	---	5,61E-07	1,94E-01
Tetracloroetilene (PCE)	3,12E-03	---		3,12E-03	---	1,74E-08	9,33E-03

	On-site	R tot	HI tot
	Outdoor	2,05E-07	7,53E-01
	Indoor	---	---
	Off-site	R tot	HI tot
	Outdoor	8,43E-07	4,13E+00
	Indoor	2,77E-05	1,38E+02

Calcolo delle CSR

L’elaborazione dell’analisi di rischio in modalità inversa ha portato all’individuazione delle CSR che rappresentano le concentrazioni per cui non si rileva rischio. Relativamente agli idrocarburi in falda, la CSR della frazione MADEP Alifatici C9-C18 a cui è associato il rischio maggiore è risultata inferiore alla CSC e pertanto questi ultimi sono stati esclusi dal calcolo delle CSR e l’obiettivo di bonifica è stato posto pari alla CSC, così come per i PCB nel suolo superficiale. Per quanto riguarda i PCB nel suolo profondo sono stati considerati i PCB tot che presentano il valore di CSR più basso rispetto al percorso di lisciviazione.

Suolo Superficiale

Dalla Tabella 13 si evince che le CSR per Benzo(a)pirene e Dibenzo(a,h)antracene sono inferiori alle CRS. Al fine di verificare il rispetto del rischio cumulato è stato apportato un fattore di correzione pari a 1,03 per il Piombo.

Tabella 13 – Concentrazioni Soglia di Rischio Suolo Superficiale

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo superficiale [mg/kg s.s.]	CSR suolo superficiale [mg/kg T.Q.]	Rischio cancerogeno (R)	Indice di pericolo (HI)
Piombo	6,32E+03	1,03E+00	6,14E+03	5,89E+03	---	9,71E-01
Benzo(a)antracene	2,59E+00		2,59E+00	2,48E+00	1,00E-06	---
Benzo(a)pirene	2,85E-01		2,85E-01	2,74E-01	1,00E-06	---
Benzo(b)fluorantene	2,85E+00		2,85E+00	2,73E+00	1,00E-06	---
Benzo(k)fluorantene	2,85E+00		2,85E+00	2,73E+00	1,00E-06	---
Benzo(g,h,i)perilene	5,05E+02		5,05E+02	4,85E+02	---	3,51E-02
Dibenzo(a,h)antracene	2,87E-01		2,87E-01	2,76E-01	1,00E-06	---
Indenopirene	2,87E+00		2,87E+00	2,76E+00	1,00E-06	---

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	6,00E-06	1,00E+00
Indoor	---	---
Off-site	R tot	HI tot
Outdoor	4,67E-07	3,51E-02

Il quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per il suolo superficiale viene riportato in Tabella 14.

Tabella 14 – Quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per il suolo superficiale.

Contaminanti	Obiettivi di bonifica [mg/kg s.s.]
Piombo	6,32E+03
Benzo(a)antracene	2,59E+00
Benzo(a)pirene	2,85E-01
Benzo(b)fluorantene	2,85E+00
Benzo(k)fluorantene	2,85E+00
Benzo(g,h,i)perilene	5,05E+02
Dibenzo(a,h)antracene	2,87E-01
Indenopirene	2,87E+00
PCB	6,00E-02

Suolo Profondo

Tabella 15 – Concentrazioni Soglia di Rischio Suolo Profondo

Contaminanti	CSR individuale [mg/kg s.s.]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR suolo profondo [mg/kg s.s.]	CSR suolo profondo [mg/kg T.Q.]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
Piombo	9,59E+03		9,59E+03	9,20E+03	---	---
Benzo(a)antracene	1,89E+02		1,89E+02	1,81E+02	1,82E-07	---
Benzo(a)pirene	6,25E+01		6,25E+01	6,00E+01	1,31E-08	---
Benzo(b)fluorantene	6,38E+02		6,38E+02	6,12E+02	9,55E-09	---
Benzo(k)fluorantene	3,13E+02		3,13E+02	3,00E+02	4,38E-09	---
Benzo(g,h,i)perilene	1,68E+02		1,68E+02	1,62E+02	---	3,79E-06
Dibenzo(a,h)antracene	2,03E+02		2,03E+02	1,95E+02	4,46E-09	---
Indenopirene	2,08E+03		2,08E+03	1,99E+03	4,85E-09	---
PCB Tot.	6,57E+00		6,57E+00	6,31E+00	1,00E-06	---

On-site

Outdoor

Indoor

Off-site

Outdoor

R tot	HI tot
4,37E-07	6,91E-07
---	---
R tot	HI tot
1,22E-06	3,79E-06

Il quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per il suolo profondo viene riportato in Tabella 16.

Tabella 16 – Quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per il suolo superficiale.

Contaminanti	Obiettivi di bonifica [mg/kg s.s.]
Piombo	9,59E+03
Benzo(a)antracene	1,89E+02
Benzo(a)pirene	6,25E+01
Benzo(b)fluorantene	6,38E+02
Benzo(k)fluorantene	3,13E+02
Benzo(g,h,i)perilene	1,68E+02
Dibenzo(a,h)antracene	2,03E+02
Indenopirene	2,08E+03
PCB	6,57E+00

Falda

Si riportano in Tabella 17 le CSR per cui non si rileva un rischio sanitario

Tabella 17 – Concentrazioni Soglia di Rischio Falda

Contaminanti	CSR individuale [mg/L]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR falda [mg/L]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	
Cloruro di vinile	2,21E-03		2,21E-03	1,00E-06	8,54E-03	
1,1-Dicloroetilene	6,80E-01	1,00E+01	6,80E-02	---	1,00E-01	
Tricloroetilene	7,51E-03		7,51E-03	1,00E-06	3,46E-01	
Tetracloroetilene (PCE)	1,79E-01		1,79E-01	1,00E-06	5,35E-01	
				On-site	R tot	HI tot
				Outdoor	2,45E-08	5,63E-03
				Indoor	---	---
				Off-site	R tot	HI tot
				Outdoor	9,31E-08	3,09E-02
				Indoor	3,00E-06	9,89E-01

Il quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda viene riportato in Tabella 18.

Tabella 18 – Quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda

Contaminanti	Obiettivi di bonifica [mg/l]
Cloruro di vinile	2,21E-03
1,1-Dicloroetilene	6,80E-02
Tricloroetilene	7,51E-03
Tetracloroetilene (PCE)	1,79E-01
Idrocarburi totali	3,5 E-01

4.2 Scenario colonna B

Falda

- Indice di pericolo off site non accettabile per inalazione vapori indoor ed outdoor per gli idrocarburi (valore maggiore per gli Alifatici C9-C18);
- Rischio cancerogeno off site non accettabile per inalazione vapori indoor per il cloruro di vinile;

Nelle tabelle seguenti si riportano parte delle schermate del software risk-net relative al calcolo del rischio e delle CSR. 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.

Tabella 19 – Valori del Rischio e dell'Indice di Pericolo per la Falda

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	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	6,42E+01
Alifatici C9-C18	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	7,17E+01
Aromatici C9-C10	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	1,48E+00
Aromatici C11-C22	9,52E-01	---		9,52E-01	---	---	1,64E-01
Cloruro di vinile	6,00E-02	---		6,00E-02	---	2,72E-05	2,32E-01
1,1-Dicloroetilene	2,20E-04	---		2,20E-04	---	---	3,24E-04
Tricloroetilene	4,21E-03	---		4,21E-03	---	5,61E-07	1,94E-01
Tetracloroetilene (PCE)	3,12E-03	---		3,12E-03	---	1,74E-08	9,33E-03
				On-site		R tot	HI tot
				Outdoor		2,05E-07	7,53E-01
				Indoor		---	---
				Off-site		R tot	HI tot
				Outdoor		8,43E-07	4,13E+00
				Indoor		2,77E-05	1,38E+02

Calcolo delle CSR

L'elaborazione dell'analisi di rischio in modalità inversa ha portato all'individuazione delle CSR che rappresentano le concentrazioni per cui non si rileva rischio. Relativamente agli idrocarburi, la CSR della frazione MADEP Alifatici C9-C18 a cui è associato il rischio maggiore è risultata inferiore alla CSC e pertanto questi ultimi sono stati esclusi dal calcolo delle CSR e l'obiettivo di bonifica è stato posto pari alla CSC.

Tabella 20 – Concentrazioni Soglia di Rischio Falda

Contaminanti	CSR individuale [mg/L]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR falda [mg/L]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)
Cloruro di vinile	2,21E-03		2,21E-03	1,00E-06	8,54E-03
1,1-Dicloroetilene	6,80E-01	1,00E+01	6,80E-02	---	1,00E-01
Tricloroetilene	7,51E-03		7,51E-03	1,00E-06	3,46E-01
Tetracloroetilene (PCE)	1,79E-01		1,79E-01	1,00E-06	5,35E-01

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	2,45E-08	5,63E-03
Indoor	---	---
Off-site	R tot	HI tot
Outdoor	9,31E-08	3,09E-02
Indoor	3,00E-06	9,89E-01

Il quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda viene riportato in Tabella 21.

Tabella 21 – Quadro riepilogativo degli obiettivi di bonifica per la falda

Contaminanti	Obiettivi di bonifica [mg/l]
Cloruro di vinile	2,21E-03
1,1-Dicloroetilene	6,80E-02
Tricloroetilene	7,51E-03
Tetracloroetilene (PCE)	1,79E-01
Idrocarburi totali	3,5 E-01

5. CONCLUSIONI

5.1 Scenario colonna A

- Visto il rischio non accettabile associato al suolo superficiale per il bersaglio lavoratore relativamente all’esposizione cumulata outdoor per Dibenzo(a,h)antracene e all’ingestione di suolo e contatto dermico per benzo(a)pirene e PCB dl;
- Considerato il rischio non accettabile associato alla falda per il bersaglio residenziale off site relativamente all’inalazione di vapori indoor di idrocarburi e cloruro di vinile ed outdoor di idrocarburi;
- Visto il superamento al punto di conformità delle concentrazioni soglia di contaminazione di tutti gli analiti riportati in Tabella 2;

il sito in esame è da ritenersi contaminato.

Pertanto, così come previsto dal D.Lgs. 152/2006 e smi, si rende necessario attuare idonei interventi al fine del raggiungimento degli obiettivi di bonifica per il suolo e delle CSC o dei valori di fondo per le acque di falda.

In ogni caso 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 dei PCB e pertanto tutta la contaminazione è stata associata alla frazione e alla forma più critiche dal punto di vista della presenza di rischio con conseguente sovrastima dello stesso;
- le equazioni utilizzate nell’applicazione dell’analisi di rischio di Livello 2 portano spesso ad una sovrastima del rischio ed 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. Difatti il Cloruro di vinile è presente a monte idrogeologico con concentrazioni nettamente maggiori di quelle rilevate a valle;
- la presenza di Ferro, Manganese e Fluoruri 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;
- il sito è dismesso e pertanto, al momento, per il rischio on site manca di fatto il bersaglio (lavoratore).

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

In ogni caso, 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. Le 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.
- è necessario attuare idonee misure di mitigazione del rischio e di messa in sicurezza e bonifica del suolo superficiale, in caso di riutilizzo del sito e presenza di bersaglio lavoratore on site. Dovrà inoltre essere valutata la necessità di adottare specifiche misure di protezione e prevenzione per l’esecuzione dei lavori.

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;
- sarà necessario attuare idonee misure di messa in sicurezza e/o bonifica del suolo saturo in corrispondenza del sondaggio P3.

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.

5.2 Scenario colonna B

- Visto il rischio non accettabile associato alla falda per il bersaglio residenziale off site relativamente all’ inalazione di vapori indoor di idrocarburi e cloruro di vinile ed outdoor di idrocarburi;
- Visto il superamento al punto di conformità delle concentrazioni soglia di contaminazione di tutti gli analiti riportati in Tabella 2;

il sito in esame è da ritenersi contaminato.

Pertanto, così come previsto dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., si rende necessario attuare idonei interventi al fine del raggiungimento degli obiettivi di bonifica per il suolo e delle CSC o dei valori di fondo per le acque di falda.

In ogni caso 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 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. Difatti il Cloruro di vinile è presente a monte idrogeologico con concentrazioni nettamente maggiori di quelle rilevate a valle;
- la presenza di Ferro, Manganese e Fluoruri 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, si ritiene che debbano essere intraprese almeno le seguenti azioni da attuare nel seguente ordine di priorità:

1. 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;

2. 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 Pazzino” 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 "Area dell'Agenzia del Demanio", Giugno 2005, redatto da ARPAC;
- Integrazioni al Piano della Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99, redatte da ARPAC in novembre 2005;
- Rapporto Tecnico Conclusivo delle Indagini di Caratterizzazione Ambientale ai sensi dell'ex D.M. 471/99 del sito "Agenzia del Demanio", Dicembre 2007, redatto dall'A.T.I. costituita da ENSR Italia Srl, TECNO-IN e LAB ANALYSIS.