

Rel. M60065/0769M

COMUNE DI BARI

AREA EX GASOMETRO

**ANALISI DI RISCHIO
E PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA
AI SENSI DEL DLGS 152/06
INTEGRAZIONI**

BOZZA

REV. 1

Giugno 2008

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
1.1	Documentazione di riferimento	4
2	ANALISI DI RISCHIO.....	6
2.1	Utilizzo di dati sito specifici	6
2.1.1	Sorgente terreno insaturo profondo – Inalazione outdoor	7
2.1.2	Sorgente acque sotterranee –Inalazione outdoor	10
2.1.3	Sorgente acque sotterranee – conformità alle CSC ai confini del Sito	12
2.1.4	Sorgente Terreno profondo – conformità alle CSC ai confini del Sito	13
2.2	Analisi di sensibilità del parametro pH.....	15
2.3	Presenza di prodotto in fase libera.....	16
2.4	Risultati delle simulazioni	17
2.5	Confronto tra le CSR calcolate e le concentrazioni rilevate in sito	19
2.5.1	Terreno profondo	19
2.5.2	Acque sotterranee	19
2.6	Verifica del rischio <i>on site</i> dalla matrice acque sotterranee	20
3	INTEGRAZIONI AL PROGETTO DI BONIFICA	21
3.1	Modifiche al Progetto di bonifica del suolo profondo.....	21
3.1.1	Scavo delle aree non conformi alle CSR	21
3.1.2	Riutilizzo dei terreni conformi alle CSC	21
3.2	Verifica che gli scavi non interferiscano con la stabilità delle strutture	22
3.3	Modalità realizzazione barriera – OPZIONALE.....	23
3.4	Metodologia di campionamento ed analisi dei terreni per la caratterizzazione come rifiuti.....	24
3.5	Modifica layout sistema di filtrazione acqua per sistema PAT e limiti di immissione delle acque in falda.....	25
3.6	Verifica dell’influenza dell’emungimento sul cono salino.....	26
3.7	Stima dei tempi per la bonifica delle acque sotterranee	27
3.8	Set analitico delle acque sotterranee.....	28
3.9	Collaudo dei terreni	29
3.9.1	Verifica e collaudo delle aree non oggetto di scavo	29
3.9.2	Modifica delle procedure di collaudo aree di scavo	29
3.10	Caratterizzazione del DNAPL nel substrato roccioso fratturato	31
3.10.1	Modello concettuale del DNAPL	31
3.10.2	Piano di indagini	31
3.11	Monitoraggio della presenza di gas all’interno dei locali interrati confinanti con il sito	33

TABELLE

Tabella 1	Risultati delle analisi geotecniche sui campioni di terreno (Alkema, 2004)
Tabella 2	Caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche dei contaminanti
Tabella 3a	Recettore outdoor adulto - Verifica di sensibilità del parametro pH
Tabella 3b	Recettore outdoor bambino - Verifica di sensibilità del parametro Ph
Tabella 4	Inalazione outdoor - Verifica di sensibilità del parametro Koc (f(pH))
Tabella 5	Scelta delle classi idrocarburiche rappresentative
Tabella 6	CSR per il terreno e per le acque sotterranee
Tabella 7a	Recettore outdoor adulto – Rischio associato alle CSR per ciascuna sostanza, sorgente e via di esposizione
Tabella 7b	Recettore outdoor bambino – Rischio associato alle CSR per ciascuna sostanza, sorgente e via di esposizione
Tabella 8	Confronto tra le concentrazioni rilevate e le CSR
Tabella 9	Risultati delle analisi chimiche sulle acque sotterranee
Tabella 10a	Recettore outdoor adulto – Rischio on site associato alla matrice acque sotterranee
Tabella 10b	Recettore outdoor bambino – Rischio on site associato alla matrice acque sotterranee
Tabella 11	Computo metrico estimativo

FIGURE

Figura 1	Planimetria del Sito con estensione della sorgente secondaria di contaminazione nel terreno insaturo
Figura 2	Planimetria del Sito con estensioni delle sorgenti secondarie assunte nelle simulazioni relative alla lisciviazione in falda e conformità ai confini del sito
Figura 3	Planimetria del Sito con ubicazione dei campioni di terreno profondo risultati non conformi alle CSR individuate e precedentemente non inclusi nel Progetto di Bonifica
Figura 4	Sequenza delle fasi operative dell'intervento di scavo

Figura 5 Planimetria del Sito con distribuzione delle maglie per il campionamento di collaudo

APPENDICI

- Appendice 1** Rosa dei venti stazione Bari Idromare 1998 - 2007
- Appendice 2** Dati sito specifici
- Appendice 3** Tabelle O.2 e O.3 dell'Appendice O del Manuale APAT
- Appendice 4** Rilievi multiparametrici delle acque sotterranee nei piezometri PZ

1 INTRODUZIONE

In data 15 febbraio 2008 si è tenuta presso la sede della Regione Puglia la Conferenza di Servizi (“CdS”) per l’approvazione dell’Analisi di Rischio e Progetto Operativo di Bonifica ai sensi del Decreto Legislativo n. 152⁽¹⁾ del 3 aprile 2006 (“DLgs 152/06”) dell’area Ex Gasometro di Bari (“Sito”) redatto dalla Golder Associates S.r.l. (“Golder”). Sulla base delle prescrizioni e delle richieste di integrazioni espresse dalle Pubbliche Autorità (“PP.AA.”), la Golder ha preparato il seguente documento che intende fornire delle risposte e delle integrazioni che ottemperino le richieste degli enti, al fine di consentire l’emissione del provvedimento di autorizzazione alla bonifica da parte della Regione Puglia.

Tale documento tiene conto anche di quanto emerso durante il Tavolo Tecnico tenutosi presso la Regione Puglia il giorno 29 maggio 2008.

1.1 Documentazione di riferimento

Nella presente relazione si farà riferimento alla documentazione tecnica di seguito elencata che si dà per nota:

- “Rapporto sullo stato qualitativo”; Presidio Multizonale di Prevenzione della ASL Bari 4, marzo-aprile 1999;
- “Piano di Caratterizzazione – Presentato ai sensi del DM 471/99”; Prof. Arch. Guido Canella, aprile 2001;
- “Relazione geologica”, Dott. Geol. Daniela Ciammarusti, luglio 2001;
- “Relazione Tecnica Descrittiva sulle risultanze delle indagini”, Geotrivell, maggio 2002;
- “Progetto Preliminare per la bonifica dell’area da edificare ex Gasometro”, Prof. Ing. A. Migliacci, giugno 2004; che comprende:
 - 1) “Indagine geognostica – Analisi di laboratorio – Documentazione fotografica”, RCT S.r.l., gennaio 2003;
 - 2) “Monitoraggio ambientale per il aggiornamento e acquisizione dati per il progetto di bonifica dell’area ex gasometro di Bari”, Alkema Engineering S.r.l., aprile 2003;

⁽¹⁾ DLgs 152/2006, alla cui Parte Quarta, Titolo V “...(omissis) disciplina gli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti contaminati e definisce 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 di sostanze inquinanti (omissis) ...”.

- 3) *“Indagini per il completamento del progetto preliminare di bonifica dell’area ex-gasometro di Bari – Indagini geognostiche”*, SO.RI.GE. S.r.l., febbraio-marzo 2004;
 - 4) *“Analisi di laboratorio”*, Alkema Engineering S.r.l., aprile 2004;
 - 5) *“Relazione finale sulle attività di Air Sparging e Pump & Treat nel sito dell’ex-gasometro di Bari”*, Sistemi Industriali S.r.l., marzo 2004.
- *“Analisi di Rischio e Progetto Operativo di Bonifica”*, Golder Associates S.r.l., dicembre 2007.

2 ANALISI DI RISCHIO

Nel presente capitolo vengono trattate tutte le prescrizioni formulate dagli enti relativamente all'analisi di rischio. In particolare, come richiesto dalla Provincia di Bari, le simulazioni sono state eseguite utilizzando anche un secondo software oltre a RISC 4.05.

Il calcolo del rischio, infatti, è stato condotto usando anche il software di calcolo denominato *RBCA Toolkit for Chemical Releases, version 1.3b*. Tale modello è stato sviluppato e distribuito dalla Groundwater Services Inc. (Houston, Texas); il modello permette di eseguire tutte le elaborazioni richieste per sviluppare un'analisi di rischio di Livello 1 e 2, così come definito negli standard ASTM.

Relativamente al percorso di volatilizzazione dei vapori RBCA applica le equazioni del modello di Johnson and Ettinger, simulando sia il meccanismo di trasporto convettivo, determinato dal gradiente di pressione, sia il meccanismo di trasporto diffusivo, regolato dalla legge di Fick.

Relativamente al percorso di migrazione dei contaminanti in falda, RBCA applica le equazioni del modello di Domenico, con flusso monodimensionale, dispersione nelle tre dimensioni spaziali e effetto di ritardo dovuto all'adsorbimento della contaminazione nel terreno.

Le simulazioni sono state eseguite di nuovo anche con il software RISC sia perché sono stati modificati alcuni parametri (lunghezza sorgente terreno parallela alla direzione del vento e velocità del vento), sia perché è stata introdotta un'ulteriore via di esposizione.

2.1 Utilizzo di dati sito specifici

Nel presente paragrafo saranno elencati tutti i dati inseriti nei software utilizzati per il calcolo del rischio considerando le diverse sorgenti e vie di esposizione.

In questo documento non saranno considerate le seguenti vie di migrazione e di esposizione:

- *Sorgente acque sotterranee – migrazione della contaminazione a valle idraulica e volatilizzazione di vapori ed accumulo in spazi confinati:* questa via di esposizione è stata considerata nella relazione M60065/0662, poiché risultava potenzialmente attiva nel Modello Concettuale del Sito (MCS) ricostruito, ma viene qui esclusa (come previsto dal Manuale APAT) poiché la via di esposizione più conservativa per la sorgente acque sotterranee risulta quella che prevede la conformità alle CSC ai confini del Sito. Il fatto che dal Sito debbano “uscire” acque conformi alle CSC, inoltre (oltre al fatto che, come si vedrà dai risultati dell'analisi di rischio,

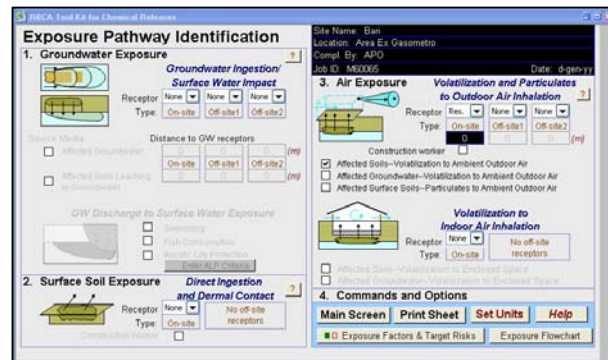
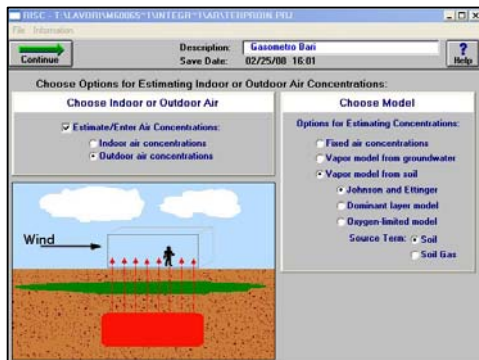
le simulazioni con il software RBCA impongono la conformità alle CSC su tutta l'area del Sito), rende di fatto non completa tale via di esposizione (ovvero si esclude che la sorgente possa fuoriuscire dal Sito).

- *Sorgente terreno profondo – lisciviazione in falda, migrazione a valle idraulica e volatilizzazione di vapori ed accumulo in spazi confinati*: tale via di esposizione è stata esclusa per le stesse motivazioni indicate al punto precedente.

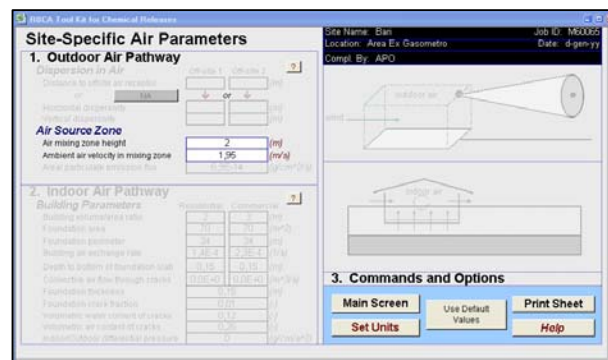
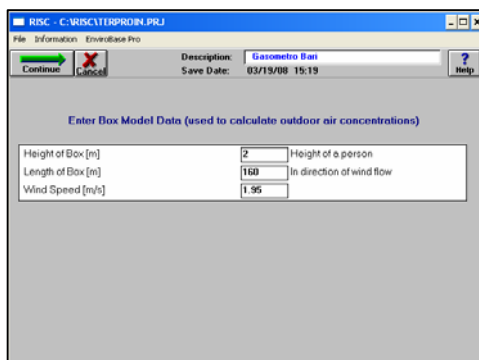
Alla luce dell'entrata in vigore del DLgs 16 gennaio 2008, n.4 (*"Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"*), nel presente documento sarà considerato anche l'apporto della matrice terreno profondo per il bersaglio falda al punto di conformità ai confini del Sito. Diversamente dalle simulazioni eseguite per il calcolo delle CSR per l'inalazione outdoor, in questo caso la sorgente sarà dimensionata considerando gli interventi di bonifica da realizzarsi. Nella ricostruzione delle dimensioni della sorgente, quindi, non saranno considerate le aree nelle quali è previsto l'intervento di rimozione del terreno contaminato fino in falda. L'estensione della sorgente di contaminazione del terreno profondo per ogni sostanza è riportata in **Figura 2**.

2.1.1 Sorgente terreno insaturo profondo – Inalazione outdoor

Scelta della via di esposizione



Caratteristiche dell'air box



- *Altezza del box* = 2 m: parametro di default di livello 1 (Tabella 3.2-1 del Manuale APAT);
- *Lunghezza del box* = 160 m: dimensione massima dell'area contaminata, assunta, in modo cautelativo, uguale per tutte le sostanze (tale dimensione è stata aumentata rispetto a quella assunta nella precedente analisi di rischio per considerare l'eventuale presenza di non conformità anche nell'area uso parcheggio);
- *Velocità del vento* = 1,95 m/s: valore definito sulla base dei dati relativi alla stazione Bari Idromare, intervallo (massimo disponibile) 1997-2006 (**Appendice 1**). Sulla base dei dati forniti dal sito www.idromare.it gestito da APAT, nella stazione meteorologica di Bari è stata registrata una velocità media annuale del vento a 10 m da p. c. pari a 4,17 m/s su tutto il periodo con un minimo pari a 3,71 m/s nel 1999. Sulla base delle indicazioni riportate del Manuale APAT, per ottenere la velocità del vento alla quota di 2 m, è stata applicata la formula

$$\frac{U_{air(z_1)}}{U_{air(z_2)}} = \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^p ; \text{ con } p \text{ funzione della classe di stabilità atmosferica.}$$

Dove z_1 e z_2 sono le quote a cui è riferita la velocità del vento $U_{air}(z_1)$; non potendo identificare la classe di stabilità atmosferica, sulla base del valore di velocità del vento rilevata a 10 m (3-5 m/s), si è fatto riferimento alla classe E, a cui è stato attribuito un coefficiente p pari a 0,40 (suolo urbano). Si ottiene, quindi, un valore di velocità del vento pari a 1,95 m/s.

Caratteristiche della sorgente e del terreno insaturo

- *Distanza della sorgente dal piano campagna* = 1 m: definita sulla base dei risultati delle analisi chimiche e considerando la distanza minima (più conservativa) tra sorgente suolo profondo e p.c.;

- *Porosità totale* = 0,34: valore medio dei risultati delle analisi chimiche sui campioni

prelevati tra 1 e 4 m da p.c. (Tabella 1 e Appendice 2);

- *Contenuto d'acqua* = 0,32: valore medio dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati tra 1 e 4 m da p.c. (Tabella 1 e Appendice 2);

- *Porosità totale nella sorgente* = 0,34: valore medio dei risultati delle analisi chimiche;

- *Contenuto d'acqua nella sorgente* = 0,32: valore medio dei risultati delle analisi chimiche;

- *Frazione di carbonio organico nella sorgente* = 0,0002: valore minimo dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati tra 1 e 4 m da p.c. (Tabella 4 della Relazione M60065/0662);

- *Densità secca* = 2,1 g/cm³: valore medio dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati tra 1 e 4 m da p.c. (Appendice 2).

Parametri di esposizione

Parameter	Adult Resident - RfC	Child Resident - RfC
Lifetime [yr]	70	70
Body Weight [kg]	70	15
Exp. Freq. for Outdoor Air [events/yr]	350	350
Exp. Duration for Outdoor Air [yr]	24	6
Lung Retention Factor [-]	1	1
Inhalation Rate Outdoors [m ³ /hr]	3.2	1.9
Time Outdoors [hr/day]	3	3

Parameter	Adult (Age 5-6)	Child (Age 0-4)	Chronic
Averaging time, carcinogens (yr)	30	15	35
Averaging time, non-carcinogens (yr)	70	15	35
Body weight (kg)	70	15	35
Exposure duration (yr)	24	6	25
Exposure frequency (days/yr)	350	350	350
Dermal exposure frequency (days/yr)	350	350	350
Skin surface area, soil contact (cm ²)	5000	2000	5000
Soil dermal adherence factor (mg/cm ² /day)	1	1	1
Water ingestion rate (L/day)	2	1	1
Soil ingestion rate (mg/day)	100	200	50
Swimming exposure time (hr/event)	3	3	3
Swimming event frequency (events/yr)	12	12	12
Swimming water ingestion rate (L/hr)	0.05	0.5	0.5
Skin surface area, swimming (cm ²)	23000	8100	8100
Fish consumption rate (kg/day)	0.005	0.005	0.005
Contaminated fish fraction (unitless)	1	1	1

I parametri di esposizione sono stati definiti sulla base dei valori indicati dal Manuale APAT nella Tabella 3.4-3.

Il software RBCA utilizza per l'inalazione, come parametri tossicologici, la *Inhalation Reference Concentration* (RfC) e l'*Inhalation Unit Risk Factor* (URF) al posto rispettivamente della *Reference Dose* (RfD) e dello *Slope Factor* (SF). Questi parametri sono stati calcolati a partire dalle RfC e dagli SF dei diversi contaminanti contenuti nella Banca Dati ISS-IPESL aggiornata ad ottobre 2007 tramite le seguenti relazioni:

$$RfC \left(\frac{mg}{m^3} \right) = RfD \left(\frac{mg}{kg \cdot d} \right) \times BW (kg) \times \frac{1}{IR} \left(\frac{d}{m^3} \right)$$

$$URF \left(\frac{m^3}{\mu g} \right) = SF \left(\frac{kg \cdot d}{mg} \right) \times IR \left(\frac{m^3}{d} \right) \times \frac{1}{BW} \left(\frac{1}{kg} \right) \times \frac{1}{1.000} \left(\frac{mg}{\mu g} \right)$$

Dove:

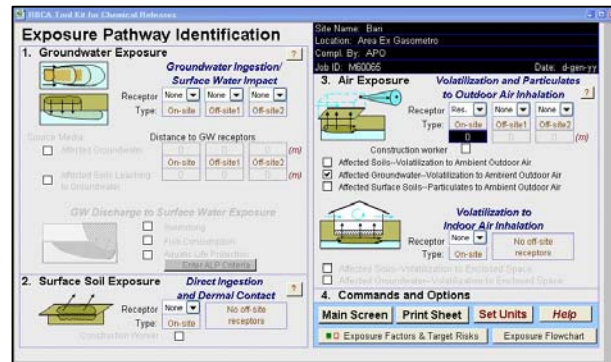
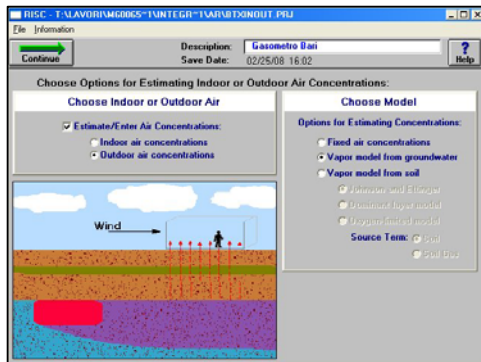
BW = peso corporeo

IR = tasso di inalazione.

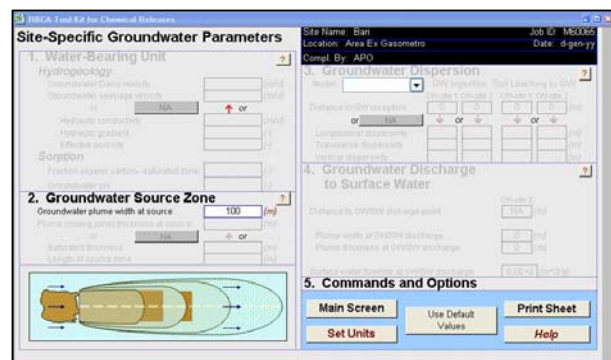
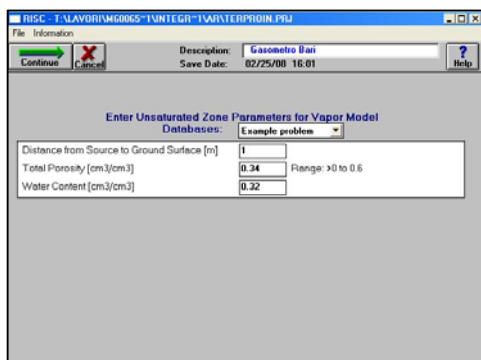
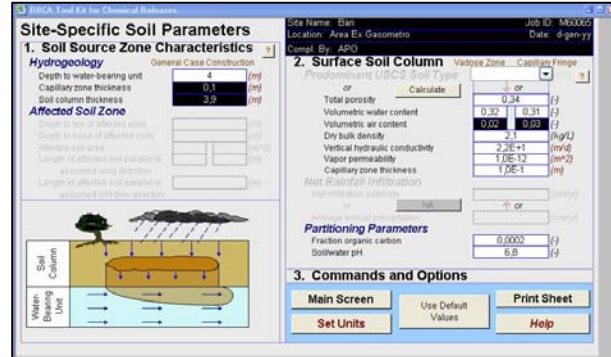
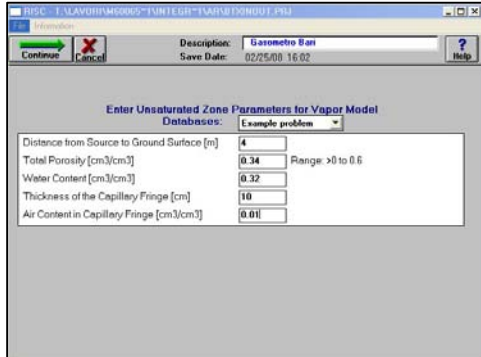
I valori di RfC e URF sono stati calcolati per i recettori adulto e bambino – uso ricreativo, esposti ad inalazione di vapori outdoor. I valori ottenuti sono riportati in **Tabella 2**.

2.1.2 Sorgente acque sotterranee –Inalazione outdoor

Scelta della via di esposizione

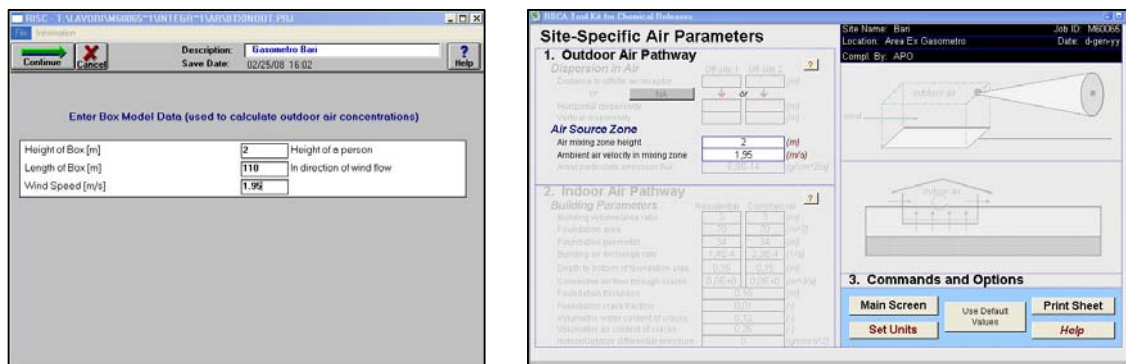


Caratteristiche della sorgente e del terreno insaturo



- Distanza della sorgente dal p.c. = 4 m: media dei valori di soggiacenza rilevati in Sito;
- Porosità totale del terreno insaturo = 0,34: valore medio dei risultati delle analisi chimiche;
- Contenuto d'acqua = 0,32: valore medio dei risultati delle analisi chimiche;
- Spessore della frangia capillare = 10 cm: valore minimo (più conservativo) previsto dal Manuale APAT (Tabella 3.1-2);
- Contenuto d'aria in frangia capillare = 0,01: valore medio dei risultati delle analisi chimiche (Tabella 1 e Appendice 2);
- Larghezza della sorgente = 100 m: estensione massima dell'area contaminata ricostruita perpendicolarmente alla direzione di flusso delle acque sotterranee (Figura 4 della relazione M60065/0662).

Caratteristiche dell'air box



- Altezza del box = 2 m: parametro di default di livello 1 (Tabella 3.2-1 del Manuale APAT);
- Lunghezza del box: diversa per ogni sostanza, estensione massima dell'area contaminata (Tabella 7 e Figura 4 della relazione M60065/0662). I valori assunti sono stati i seguenti:
 - Fenoli e BTEX: 110 m
 - Idrocarburi totali: 100 m
 - Cianuri, IPA e metalli: 70 m

Il software RBCA non ne richiede l'inserimento;

- Velocità del vento = 1,95 m/s: valore definito sulla base dei dati relativi alla stazione Bari Idromare, intervallo 1987-2006 (Appendice 1);

L'unico dato sito specifico che non risulta a disposizione è il valore di pH del terreno insaturo. Tale parametro non era stato trattato nella relazione M60065/0662 poiché il software utilizzato (RISC) non ne richiede l'inserimento. Nel Paragrafo 2.2 viene brevemente illustrata un'analisi di sensibilità sito specifica per tale parametro.

2.1.3 Sorgente acque sotterranee – conformità alle CSC ai confini del Sito

Scelta della via di esposizione

The left screenshot shows the 'Select Contaminated Media and Fate and Transport Models' window. Under 'Select Exposure Pathways', 'Surface Soil' is selected. Under 'Groundwater Used for Irrigation', 'Ingestion' is selected. Under 'Groundwater Used for Irrigation', 'Inhalation of volatiles' is selected. Under 'Indoor Air', 'Inhalation of volatiles' is selected. The right screenshot shows the 'Exposure Pathway Identification' window. Under '1. Groundwater Exposure', 'Groundwater Ingestion' is selected. Under '2. Surface Soil Exposure', 'Direct Ingestion and Dermal Contact' is selected. Under '3. Air Exposure', 'Volatilization and Particulates to Outdoor Air Inhalation' is selected. Under '4. Commands and Options', 'Main Screen', 'Print Sheet', 'Set Units', and 'Help' are visible.

Caratteristiche della sorgente, dell'acquifero e del punto di conformità

The four screenshots show the following input parameters:

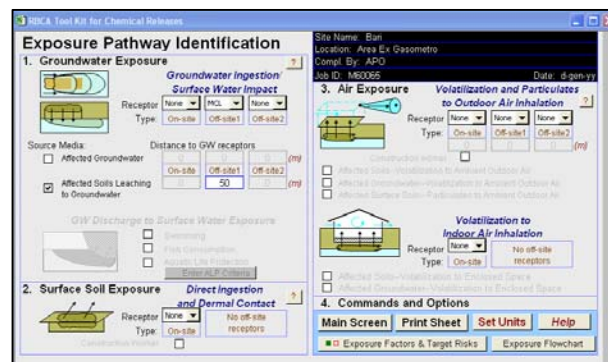
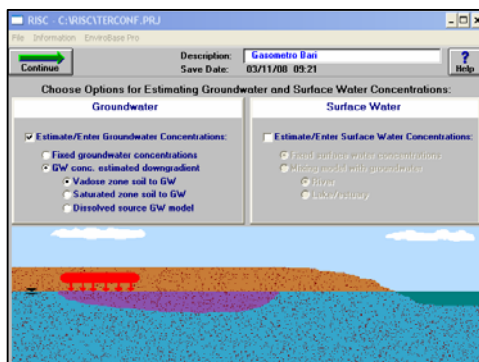
- Enter Saturated Zone Parameters:** Hydraulic Gradient [m/m] = 0.015, Effective Porosity [cm³/cm³] = 0.55, Fraction Organic Carbon [g oc/g soil] = 0.0001, Hydraulic Conductivity [m/day] = 21.6, Soil Bulk Density [g/cm³] = 1.72, Long. Dispersion (l for code-calculated) [m] = 0, Trans. Dispersion (l for code-calculated) [m] = 0, Vert. Dispersion (l for code-calculated) [m] = 0.
- Enter Saturated Zone Degradation Rates for Each Chemical [1/day]:** TPH Aromatic C9-10 ISPEL = 0.0, TPH Aliphatic C19-36 ISPEL = 0.0, TPH Aliphatic C9-19 ISPEL = 0.0, TPH Aliphatic C5-8 ISPEL = 0.0.
- Site-Specific Groundwater Parameters:** 1. Water-Bearing Unit: Hydraulic conductivity = 2.2E-1 [m/d], Hydraulic gradient = 1.9E-2 [l], Effective porosity = 0.55 [l], Sorption: Fraction organic carbon-saturated zone = 0.0001 [l], Groundwater pH = 6.80 [l]. 2. Groundwater Source Zone: Groundwater plume width at source = 100 [m], Plume (mixing zone) thickness at source = 10 [m], Saturated thickness = 7.745 [m]. 3. Groundwater Dispersion: Model = acm default, Distance to GW receptors = 1 [m], Longitudinal dispersivity = 0.1 [l], Transverse dispersivity = 0.05 [l], Vertical dispersivity = 0.05 [l]. 4. Groundwater Discharge to Surface Water: Distance to GW receptors = 1 [m], Plume width at GW discharge = 100 [m], Plume thickness at GW discharge = 10 [m]. 5. Commands and Options: Main Screen, Set Units, Print Sheet, Use Default Values, Help.
- Enter Saturated Source Data:** Thickness of Source Area [m] = 10, Length of Source Area [m] = 100, Width of Source Area [m] = 100.
- Enter Well Location:** Distance Downgradient [m] = 1, Distance Cross-Gradient [m] = 0, Depth to Top of Well Screen [m] = 0, Depth to Bottom of Well Screen [m] = 15, No. of Points Used to Calculate Conc. (Min: 2) = 6.

- *Gradiente idraulico* = 0,015: valore ricostruito dalle carte isopiezometriche
- *Porosità efficace* = 0,55: valore medio dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati nel terreno saturo (Tabella 1 e Appendice 2)

- *Frazione di carbonio organico nell'acquifero* = 0,0001: valore minimo dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati dal terreno saturo (Tabella 4 della Relazione M60065/0662)
- *Conducibilità idraulica* = 21,6 m/giorno: dato ricavato dalla reinterpretazione della prova di pompaggio eseguita il 16 febbraio 2004 da "sistemi industriali S.r.l.". Il valore corrisponde a $2,5 \times 10^{-4}$ m/s
- *Peso di volume naturale* = 1,72 g/cm³: valore medio dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati nel terreno saturo (Tabella 1 e Appendice 2)
- *Spessore della sorgente* = 10 m: definito sulla base dei risultati analitici dei campioni di terreno
- *Lunghezza e larghezza della sorgente*: variabili per ogni sostanza estensioni delle aree contaminate ricostruita parallelamente e perpendicolarmente alla direzione di flusso delle acque sotterranee (Tabella 7 e Figura 4 della relazione M60065/0662). I valori assunti sono stati i seguenti:
 - *Fenoli e BTEX*: 110 m x 50 m
 - *Idrocarburi totali*: 100 m x 100 m
 - *Cianuri e IPA*: 70 m x 40 m
 - *Metalli*: 70 m x 100 m
- *Distanza del punto di conformità (pozzo fittizio)*: variabile per ogni sostanza e definito dalla Figura 4 della rel. M60065/0662. I valori assunti sono stati i seguenti:
 - *Fenoli e idrocarburi totali*: 1 m
 - *Cianuri, BTEX e IPA*: 10 m
 - *Metalli*: 40 m
- *pH delle acque sotterranee* = 6,80: parametro di default di livello 1

2.1.4 Sorgente Terreno profondo – conformità alle CSC ai confini del Sito

Scelta della via di esposizione



Caratteristiche della sorgente e del terreno insaturo

- *Infiltrazione efficace* = 5,83 cm/anno: valore ricavato dai dati di piovosità relativi alla Stazione Bari Presidenza nel periodo 1994 - 2004

- *Spessore del suolo insaturo* = 4 m: definito sulla base dei valori di soggiacenza

- *Contenuto d'acqua residuo* = 0,04: dato bibliografico (database RISC) per la granulometria ghiaia sabbiosa

- *Valore di Van Genuchten* = 2,7: dato

bibliografico (database RISC) per la granulometria ghiaia sabbiosa

- *Lunghezza e larghezza della sorgente*: variabili per ogni sostanza, estensioni delle aree contaminate ricostruita parallelamente e perpendicolarmente alla direzione di flusso delle acque sotterranee. I valori assunti i seguenti:

- Benzene: 32 m x 25 m
- Toluene: 20 m x 20 m
- Xilene: 45 m x 30 m
- IPA: 65 m x 40 m
- Fenolo: 90 m x 100 m
- Idrocarburi totali, cianuri: 100 m x 100 m

- *Distanza del punto di conformità (pozzo fittizio)*: variabile per ogni sostanza e definito dalla Figura 4 della rel. M60065/0662. I valori assunti sono stati i seguenti:

- Benzene: 50 m
- Toluene: 100 m
- Xilene: 50 m
- IPA: 20 m
- Fenolo: 65 m

- Idrocarburi totali, cianuri: 50 m

Caratteristiche dell'acquifero e del punto di conformità

Enter Saturated Zone Degradation Rates for Each Chemical [1/day]	
Benzo(a)anthracene ISPEL	0.0
Benzo(a)pyrene ISPEL	0.0
Benzo(a)pyrene ISPEL	0.0
Benzo(b)fluoranthene ISPEL	0.0

- Distanza del punto di conformità = 50 m: variabile per ogni sostanza e definito dalla Figura 4 della rel. M60065/0662

- Porosità efficace = 0,55: valore medio dei risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati nel terreno saturo (Tabella 1 e Appendice 2)

- Frazione di carbonio organico nell'acquifero = 0,0001: valore minimo dei

risultati delle analisi chimiche sui campioni prelevati dal terreno saturo

2.2 Analisi di sensibilità del parametro pH

Per verificare l'influenza del parametro pH, unico dato sito specifico non acquisito durante le indagini, sono state eseguite delle simulazioni dirette per verificarne l'influenza sui risultati confrontando i valori di indice di pericolo e di rischio cancerogeno ottenuti per le vie di esposizione considerate ed associati ai due valori di pH "testati". RBCA prevede l'utilizzo di valori di pH compresi tra 4 ed 8: per questo motivo sono state sviluppate due simulazioni inserendo nei dati di input rispettivamente pH pari a 4,1 e 7,9.

Come è possibile osservare in **Tabella 3**, i valori di rischio individuale associato ad ogni singola sostanza e di rischio cumulato per le vie di esposizione considerate sono uguali per entrambi i valori di pH assunti.

Considerata poi l'influenza diretta del pH sui valori di Koc per gli acidi organici e sui valori di Kd per i metalli (Tabelle O.2 e O.3 dell'Appendice O del Manuale APAT, **Appendice 3**) sono stati confrontati i valori di indice di pericolo e di rischio cancerogeno ottenuti per la via di esposizione inalazione indoor da

terreno profondo associati ai due valori di pH minimo (4,9) e massimo (8,0) con entrambi i software RISC ed RBCA. Questa analisi è stata eseguita per le sole sostanze i cui valori di Koc sono influenzati dal pH, nel nostro caso il 2-Clorofenolo, il 2,4-Diclorofenolo ed il Pentaclorofenolo. Come è possibile osservare nella **Tabella 4**, variazioni del valore di pH e quindi di Koc comportano variazioni dei valori di indice di pericolo e di rischio cancerogeno per entrambi i software. Si registrano variazioni per tutte le sostanze considerate con differenze massime di circa un ordine di grandezza nei valori di indice di pericolo e di rischio cancerogeno per il pentaclorofenolo nel passaggio da pH 7 a 8. Per gli altri parametri, le variazioni risultano inferiori ed in generale i valori di rischio non subiscono modifiche che possano avere un peso importante sul rischio cumulato.

Sulla base dei risultati della presente analisi di sensibilità, quindi, è possibile concludere che il parametro pH, soprattutto attraverso la sua influenza sui valori di Koc, ha una certa influenza sui risultati delle simulazioni eseguite (in particolare sul software RBCA) per le sostanze 2-clorofenolo, 2,4-diclorofenolo e pentaclorofenolo; solo in un caso (pentaclorofenolo) causa variazioni di un ordine di grandezza dei valori di rischio non comportando quindi grandi modifiche alla situazione di rischio cumulata ed alle CSR. Per questo motivo e considerati i risultati delle analisi chimiche sulle acque sotterranee del 2004 (le concentrazioni del pH si attestano tutti su valori prossimi al neutro), non si ritiene necessario acquisire dati sito specifici per tale parametro.

2.3 Presenza di prodotto in fase libera

I software utilizzati per l'analisi di rischio sito specifica non prevedono l'inserimento del prodotto in fase libera tra le sorgenti di contaminazione. Tale concetto converge peraltro con quanto previsto dal DLgs 152/06, che prevede, tra le principali tipologie di messa in sicurezza (Allegato al Titolo V della Parte Quarta) la *“rimozione dei rifiuti ammassati in superficie, svuotamento di vasche, raccolta di sostanze pericolose sversate”* e, ancora, il *“pompaggio liquidi inquinanti galleggianti, disciolti o depositati in acquiferi superficiali o sotterranei”*. Si evince chiaramente il concetto che il prodotto in fase libera presente nel terreno insaturo e quello in galleggiamento sulla falda debbano essere rimossi e non possano essere oggetto di un'analisi di rischio soprattutto ed in particolare quando sia previsto un intervento di messa in sicurezza e bonifica.

Per tali motivazioni, quindi, nella relazione M60065/0662 per la definizione delle CSR non è stato introdotto il concetto di prodotto in fase libera poiché tale sorgente primaria sarà eliminata nel corso delle operazioni di bonifica.

Poiché i software utilizzati non permettono l'inserimento del prodotto in fase libera tra le sorgenti, l'unico modo di considerare nella matrice analizzata la presenza di prodotto in fase libera potrebbe essere l'inserimento di concentrazioni

pari alla concentrazione di saturazione nel terreno od alla solubilità nelle acque sotterranee. Tale procedura, però, potrebbe avere significato solo nel caso in cui si esegua la sola analisi diretta ossia si vogliano ottenere i valori di rischio per una determinata via di esposizione. Nel caso in cui, come previsto dalla legge, si vogliano ottenere i valori di CSR, le concentrazioni di input (e di conseguenza il fatto che la contaminazione sia in fase libera o disciolta) non hanno alcuna influenza sulle CSR ottenute dai software. Le caratteristiche della sorgente che determinano i valori di CSR, infatti, sono rappresentate dalle sue dimensioni geometriche, dalle sue caratteristiche fisiche (o della matrice ambientale che la ospita), ma non dalle concentrazioni di ingresso dei contaminanti considerati.

Come già in parte espresso nel Paragrafo 4.6 della Rel .M60065/0662 (“Modello concettuale del destino ambientale del catrame”), a differenza del prodotto in fase libera presente nel terreno insaturo e di quello in galleggiamento in falda, che saranno rimossi completamente, il DNAPL presente in profondità nell’acquifero fratturato non risulta rimovibile per gli evidenti motivi tecnici indicati sia nella relazione, sia nella letteratura a disposizione. Non risulta sostenibile, quindi, né dal punto di vista tecnico, né da quello economico la rimozione di tali catrami.

2.4 Risultati delle simulazioni

Sulla base dei nuovi dati sito specifici acquisiti (velocità del vento), della richiesta di utilizzare come rischio cancerogeno per la singola sostanza un valore pari a 10^{-6} (previsto anche dal nuovo decreto correttivo in materia ambientale DLgs 4/08 entrato in vigore il 13 febbraio 2008) e dell’utilizzo di un ulteriore software, sono state definite le CSR per le due matrici ambientali considerate.

Come richiesto in sede di CdS, inoltre, in **Tabella 5** è presentato il confronto tra i rischi associati alle vie di esposizione considerate che hanno portato alla scelta della classe idrocarburica rappresentativa per ogni simulazione.

In **Tabella 6** sono indicate le CSR definite per le vie di migrazione (volatilizzazione di vapori con dispersione in atmosfera, lisciviazione, trasporto in falda) e per le due tipologie di bersaglio considerati (adulto e bambino – uso ricreativo). Nella tabella è possibile osservare come i valori di CSR ottenuti con i due software RISC e RBCA siano, a parte qualche eccezione, sostanzialmente confrontabili. In generale le CSR ottenute con RBCA sono più basse rispetto a quelle ottenute con RISC.

In seguito all’utilizzo di un secondo software per l’analisi di rischio ed in seguito alla modifica di alcuni parametri di input, risulta evidente come le CSR definite nella presente analisi di rischio siano in generale più basse rispetto a quelle ottenute nella relazione M60065/0662.

In **Tabella 7** sono riportati i valori di indice di pericolo e di rischio cancerogeno corrispondenti alle CSR per tutti i parametri considerati e per tutte le vie di migrazione considerate. Tutti gli indici di pericolo individuali e cumulati risultano inferiori al valore di indice di pericolo accettabile pari ad 1; tutti i valori di rischio cancerogeno individuale risultano inferiori al valore di rischio cancerogeno accettabile per la singola sostanza (10^{-6}), mentre i valori di rischio cancerogeno cumulato risultano inferiori al valore di rischio cancerogeno accettabile cumulato (10^{-5}).

Di seguito si riportano le CSR che saranno assunte come concentrazioni obiettivo di bonifica per le matrici suolo profondo ed acque sotterranee:

TERRENO PROFONDO			
Sostanza	CSR (mg/kg)	Sostanza	CSR (mg/kg)
Fenolo	1.600	Crisene	1.000
2-Clorofenolo	28	Dibenzo(a,h)antracene	90
2,4-Diclorofenolo	15	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000
Metilfenolo	10	Pirene	1.000
Pentaclorofenolo	3	Benzene	0,12
Benzo(a)antracene	100	Toluene	6,9
Benzo(a)pirene	29	Xilene	1
Benzo(b)fluorantene	600	Idrocarburi leggeri C<12	500
Benzo(k)fluorantene	1.000	Idrocarburi pesanti C>12	10.000
Benzo(g,h,i)perilene	1.000	Cianuri	110

ACQUE SOTTERRANEE			
Sostanza	CSR (µg/l)	Sostanza	CSR (µg/l)
Ferro	200	Crisene	5
Cadmio	5	Dibenzo(a,h)antracene	0,01
Piombo	10	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1
Fenoli	180	Pirene	50
Benzo(a)antracene	0,1	Benzene	1
Benzo(a)pirene	0,01	Toluene	15
Benzo(b)fluorantene	0,1	Xilene	10
Benzo(k)fluorantene	0,05	Idrocarburi totali (come n-esano)	350
Benzo(g,h,i)perilene	0,01	Cianuri liberi	50

2.5 Confronto tra le CSR calcolate e le concentrazioni rilevate in sito

Nella **Tabella 8** è riportato il confronto tra le CSR calcolate e le concentrazioni rilevate in sito nel corso delle indagini svolte.

2.5.1 *Terreno profondo*

Dall'osservazione della tabella si rilevano superamenti delle CSR per le seguenti sostanze:

- Benzo(a)pirene: risultano non conformità nei sondaggi PZ3, S19, S21, S24 ed S25;
- Benzo(a)antracene: risultano non conformità nel sondaggio S25;
- Benzene: si rilevano superamenti nei sondaggi C8, C9, C10, C12, S14, PZ3, S19, S22, S24 ed S25;
- Toluene: si rilevano superamenti nei sondaggi C12, PZ3, S19, S22 ed S25;
- Xilene: risultano non conformità nei sondaggi C8, C9, C10, C12, S14, PZ3, S19, S22 ed S25.

Relativamente alle altre sostanze, non sono stati rilevati superamenti delle CSR.

2.5.2 *Acque sotterranee*

Poiché le CSR individuate per le acque sotterranee coincidono con le CSC previste dal DLgs 152/06, per il confronto delle concentrazioni con gli obiettivi di bonifica si farà riferimento alla Tabella 5 della relazione M60065/0662 (che qui si riporta per completezza come Tabella 9). Facendo riferimento all'ultimo

campionamento del febbraio 2004, si osserva che sono presenti dei superamenti delle CSR nei pozzi di monitoraggio PZ2, PZ3, PZ4, PZ5, PZ7 e PZ8, PZ9, PZ10, PZ12 e A. I superamenti sono relativi alle sostanze:

- metalli in PZ1, PZ2, PZ3, PZ5, PZ7, PZ8, PZ9 ed A;
- piombo in PZ1 e PZ5;
- benzene in PZ3, PZ7, PZ8, PZ10, PZ12 e A;
- toluene e xilene in PZ3, PZ7, PZ10 e A;
- IPA in PZ3, PZ7, PZ9 e PZ10;
- Cianuri in PZ3, PZ7, PZ10 ed A;
- fenoli (ultimo campionamento del dicembre 2002) in PZ3, PZ4, PZ7 e PZ10;
- idrocarburi totali in PZ2, PZ3, PZ4, PZ7, PZ9 e PZ10.

2.6 Verifica del rischio *on site* dalla matrice acque sotterranee

Considerata la possibilità di fruizione dell'area secondo la sua destinazione d'uso subito dopo l'intervento di bonifica della matrice terreno insaturo prospettato al Capitolo 7 della relazione Golder M60065/0662 con la bonifica delle acque sotterranee ancora in atto, sono state eseguite delle simulazioni dirette per verificare che la matrice contaminata acque sotterranee non arrechi rischio alla popolazione che frequenterà il Sito secondo gli usi previsti.

Rispettando il principio di massima conservatività, in riferimento alla definizione della concentrazione rappresentativa alla sorgente, i livelli di contaminazione sono stati assunti pari al massimo delle concentrazioni rilevate nei campioni di acque sotterranee. Il rischio connesso alla matrice acque sotterranee, inoltre, sempre secondo il principio di massima conservatività, è stato cumulato al rischio connesso alla matrice terreno profondo. Considerato l'intervento di scavo che porterà al raggiungimento degli obiettivi di bonifica per tale matrice, come concentrazioni di input sono state utilizzate le CSR.

I risultati delle simulazioni eseguite in modalità diretta (**Tabella 10**) hanno evidenziato che, per quanto riguarda il rischio per il recettore outdoor (adulti e bambini – uso ricreativo), il valore di HI totale, ottenuto cumulando i valori di HI dei singoli contaminanti, è risultato pari a $3,4 \times 10^{-01}$ (adulto) e $9,99 \times 10^{-01}$ (bambino), inferiori ad 1 e quindi **accettabili**; il valore di R totale, ottenuto cumulando i valori di R dei singoli contaminanti cancerogeni è risultato pari a $1,82 \times 10^{-06}$ (adulto) e $4,98 \times 10^{-06}$ (bambino), inferiori a 10^{-05} e quindi **accettabili**.

3 INTEGRAZIONI AL PROGETTO DI BONIFICA

3.1 Modifiche al Progetto di bonifica del suolo profondo

3.1.1 *Scavo delle aree non conformi alle CSR*

Sulla base delle nuove concentrazioni obiettivo di bonifica definite nel presente documento, le operazioni di bonifica del terreno profondo ed il relativo computo metrico estimativo subiranno alcune modifiche.

Gran parte delle non conformità alle CSR rilevate, comunque, saranno eliminate attraverso l'intervento di scavo già proposto nella relazione M60065/0662.

Come è possibile osservare in **Figura 3**, per i parametri benzene e xilene, risultano delle non conformità alle CSR in 3 punti (in C9 ed S14 per entrambi, in S24 per il solo benzene) nei quali era previsto solo uno scavo parziale fino ad 1 m da p.c..

In C9 ci sono superamenti sia a 2 che a 4 m da p.c., in S14 solo a 4 m da p.c. ed in S24 a 1-1,3 da p.c..

Sulla base di alcuni elementi quali le profondità dei campioni non conformi (in S14 il campione risulta molto superficiale), le concentrazioni rilevate (in particolare le concentrazioni di benzene non superano gli 0,5 mg/kg) e la loro ubicazione (C9 è ubicato in un'area il cui fondo scavo era già previsto dovesse raggiungere i 2 m da p.c.), si ritiene che in tali punti le conformità dei fondi scavo possano essere raggiunte senza rimuovere eccessivi ulteriori quantitativi di terreno rispetto a quelli già previsti.

3.1.2 *Riutilizzo dei terreni conformi alle CSC*

In conseguenza dell'entrata in vigore del DLgs 4/08, il riutilizzo in sito del terreno rimosso e risultato conforme alle CSC non risulta più possibile. La modifica all'Art. 186 del DLgs 152/06 (punto 1.e, comma 23, Art. 2 del DLgs 4/08), infatti, prevede che *“Le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché (...) sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto”*.

Per questo motivo, quindi, i volumi di terreno (circa 1.000 m³) per i quali era previsto un riutilizzo in sito, saranno avviati a smaltimento in discarica per inerti.

3.2 Verifica che gli scavi non interferiscano con la stabilità delle strutture

Le attività di scavo sono state suddivise in alcune fasi in modo da ottimizzare le attività e l'installazione e spostamento della tensostruttura.

Alcune fasi di scavo, limitate a piccole aree, verranno eseguite senza la presenza di una tensostruttura. Tale scelta, legata all'evidente difficoltà di coprire tutta l'area con la tensostruttura, non comporterà rischi per la salute dei lavoratori né degli abitanti poiché connessa a zone caratterizzate da lievi non conformità alle CSC e a volumi e tempi limitati di escavazione.

Le fasi operative possono essere sintetizzate nel modo seguente (Figura 8 del Progetto di Bonifica):

- Fase 1: scavo senza telone fino a 1 m da p. c. della zona nordoccidentale per un'area di circa 350 m²;
- Fase 2: scavo sotto tensostruttura fino a 1 m da p.c. della zona occidentale per un'area di circa 3.400 m². Approfondimento delle aree 2 e 3 rispettivamente fino a 4 e 2 m da p.c.;
- Fase 3: scavo senza telone delle parti più vicine ai muri e rimaste in rilievo per sostenere la struttura (circa 800 m²);
- Fase 4: scavo sotto tensostruttura della zona centrale (Area 1) e della zona centro orientale. La zona centrale (1.530 m²), quella che si prevede essere la più contaminata, verrà scavata fino a 4 m da p.c. attraverso la realizzazione di pareti a 45° e rampe per l'accesso dei mezzi. In questa fase è previsto anche l'intervento di rimozione della vasca interrata presente nella zona centrale. Terminata questa zona, tale fase sarà ultimata dallo scavo, fino a 1 m da p.c., della zona orientale per un'area di circa 1.220 m²;
- Fase 5: scavo sotto tensostruttura della zona sudorientale fino a 1 m da p.c. per un'area di circa 2.047 m². Approfondimento delle aree 4 e 5 rispettivamente fino a 4 e 2 m da p.c.
- Fase 6: scavo senza telone fino a 1 m da p.c. delle parti più vicine ai muri nella zona sudorientale (circa 724 m²).

L'analisi di quanto sopra descritto e della Figura 8 permettono di evidenziare come le profondità maggiori di scavo previste, pari a circa 4 m dal p.c., verranno raggiunte solamente nell'area centrale, meridionale e occidentale del Sito, ad una distanza minima attualmente individuabile in circa 10 m dal perimetro degli edifici più vicini.

Come anticipato dal Comune di Bari in Conferenza dei Servizi sarà carico della società appaltante i lavori di bonifica l'accertamento preliminare, in relazione alle proprie lavorazioni, delle possibili conseguenze sulle strutture presenti nelle adiacenze del sito. Le eventuali criticità individuate

dall'accertamento succitato dovranno essere analizzate prima dell'inizio dei lavori con l'indicazione delle modalità ed opere destinate alla salvaguardia degli edifici interferenti.

3.3 Modalità realizzazione barriera – OPZIONALE

Per quanto riguarda l'esecuzione della barriera permeabile reattiva, proposta nel Progetto di Bonifica come intervento opzionale nel caso venisse riscontrata dopo l'esecuzione della bonifica del terreno superficiale, un'uscita dai confini del Sito della contaminazione disciolta nelle acque sotterranee, si riportano di seguito alcune precisazioni.

I diaframmi vengono generalmente scavati mediante benna mordente (spessore tipico da 50 cm a 100 cm), con l'ausilio di fanghi bentonitici, che stabilizzano la trincea in fase di scavo e che vengono integrati progressivamente con cemento a formare la malta plastica che costituisce il corpo del diaframma, a bassa permeabilità e resistenza richieste. Un'applicazione tipica è la cinturazione di discariche, per evitare il diffondersi di sostanze inquinanti: in questo caso la tenuta impermeabile viene migliorata dall'inserimento di teli in HDPE.

Per quanto riguarda l'emissione di agenti inquinanti verso l'esterno, in fase di esecuzione dovrà essere prestata particolare attenzione alle forme di inquinamento acustico, dell'aria e dei fenomeni vibrazionali che potrebbero influire negativamente sulla salute della popolazione. Adottando adeguate forme di mitigazione. Come evidente nella figura sottostante, l'esecuzione di escavazioni con la benna mordente possono essere eseguite anche in vicinanza di abitazioni con gli opportuni accorgimenti di protezione e prevenzione.



Terre e rocce da scavo generate dalle escavazioni verranno gestite come rifiuti e smaltiti in discarica.

3.4 Metodologia di campionamento ed analisi dei terreni per la caratterizzazione come rifiuti

Di seguito si riporta per approvazione da parte di ARPA e Provincia la proposta di metodologia per il campionamento dei terreni e macerie di scavo (cfr. Paragrafo 7.4.2.1 del Progetto di Bonifica).

I terreni, i rifiuti ed i materiali da demolizione verranno accumulati con l'impiego di escavatori, autocarri e pale meccaniche in cumuli omogenei all'interno dei box di stoccaggio da circa 500 m³. I vari accumuli verranno campionati secondo le norme vigenti (DM 2 maggio 2006, metodo della quartatura CNR-IRSA, quaderno 64, gennaio 1985; metodo UNI 10802 "Rifiuti liquidi, granulari e fanghi, campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati") ed analizzati per i parametri richiesti.

In particolare, la modalità di formazione del campione per la verifica delle caratteristiche chimiche dei cumuli di terreno sarà la seguente:

- prelievo di 8 campioni elementari, di cui 4 sulla parte superficiale e 4 in profondità;
- formazione di un campione medio, miscelando gli otto campioni elementari;
- formazione del campione finale da sottoporre ad analisi, adottando il metodo della quartatura riportato nella normativa IRSA-CNR quaderno n. 64/1985;
- formazione di tre aliquote di circa 1 kg del campione finale:
 - aliquota da trasmettere al laboratorio di analisi;
 - aliquota da lasciare a disposizione degli Enti di controllo;
 - aliquota da conservare per eventuali contro analisi.
- etichettatura dei campioni finali, riportando tra l'altro, i riferimenti al cumulo campionato da trascrivere nel libro giornale di cantiere.

I cumuli di terreno destinati al recupero in situ e/o ex situ, verranno sottoposti in primo luogo ad analisi chimica ai sensi del DLgs 152/06; i dati saranno espressi sul secco della frazione fine inferiore ai 2 mm. In secondo luogo saranno eseguiti i test di cessione secondo il DM 471/99 o secondo il DM 186/06, in funzione della destinazione in situ o ex situ, e saranno analizzati i parametri previsti dai rispettivi Decreti Ministeriali.

I cumuli di terreno destinati ad impianti esterni verranno sottoposti ad analisi chimica sul materiale tal quale e/o sul test di cessione ricercando i parametri richiesti dall'autorizzazione del centro di smaltimento e/o recupero.

Il campione medio prelevato deve essere analizzato sul tal quale per la valutazione della pericolosità e la determinazione del codice CER (ai sensi della Direttiva 9 Aprile 2002⁽²⁾).

Per la valutazione della pericolosità dei rifiuti costituiti da terreni si consiglia in generale di utilizzare un set analitico base (di seguito specificato), da integrare se necessario (in funzione delle specifiche dell'autorizzazione dell'impianto di destinazione ipotizzato per quel tipo di materiale).

Si propone il seguente set analitico di base:

- metalli (Cd, Cr, Pb, più eventuali altri metalli);
- idrocarburi totali;
- IPA;
- solventi organici aromatici;
- fenoli.

3.5 Modifica layout sistema di filtrazione acqua per sistema PAT e limiti di immissione delle acque in falda

Al fine di permettere una migliore gestione dell'impianto di iniezione di acqua sovrasatura di ossigeno, non interrompendo il suo funzionamento neanche durante le operazioni di sostituzione del letto filtrante di carboni attivi dell'acqua emunta dai pozzi, al posto del filtro da 500 kg di carboni attivi verranno utilizzati 2 filtri da 500 kg ciascuno che, opportunamente collegati, potranno funzionare sia in serie che in parallelo o venire esclusi alternativamente dalla linea.

Come richiesto in conferenza dei servizi l'acqua emunta verrà reimpressa in falda con caratteristiche qualitative che rispettino le CSC indicate dal DLgs 152/06 per le acque sotterranee.

Al fine di rispettare tali limiti si è stimato che la sostituzione del letto di carboni attivi debba essere sostituito con frequenza inizialmente almeno bimestrale. Con l'avanzamento della bonifica e la diminuzione delle concentrazioni delle acque emunte l'intervallo di sostituzione potrà essere modificato.

⁽²⁾ Indicazioni per la corretta e piena applicazione del regolamento comunitario n. 2557/2001 sulle spedizioni dei rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti (pubblicato nella G.U. n. 108 del 10 maggio 2002).

Per una corretta gestione dell'impianto e la verifica del rispetto dei limiti di legge, si propone il seguente piano di monitoraggio delle acque in ingresso ed uscita dall'impianto stesso:

- prelievo con cadenza quindicinale per sei mesi poi mensile, di un campione di acqua dalla linea in ingresso al sistema di filtraggio con carboni attivi ed analisi chimica per la ricerca dei seguenti parametri: idrocarburi totali espressi come n-esano, idrocarburi aromatici, idrocarburi policiclici aromatici e fenoli;
- prelievo con cadenza quindicinale per sei mesi poi mensile, di un campione di acqua dalla linea in uscita dal sistema di filtraggio con carboni attivi ed analisi chimica per la ricerca dei seguenti parametri: idrocarburi totali espressi come n-esano, idrocarburi aromatici, idrocarburi policiclici aromatici e fenoli;
- prelievo con cadenza quindicinale per sei mesi poi mensile, di un campione di acqua dalla linea in uscita dalle torri di areazione PAT prima della distribuzione nei pozzi di iniezione in falda ed analisi chimica per la ricerca dei seguenti parametri: idrocarburi totali espressi come n-esano, idrocarburi aromatici, idrocarburi policiclici aromatici e fenoli;
- verifica delle portate e dei volumi emunti ed iniettati in falda tramite registrazione dei dati dei contalitri installati sulle linee in ingresso ed uscita all'impianto ed indicati nelle Figure 9 e 11 del Progetto di Bonifica.

3.6 Verifica dell'influenza dell'emungimento sul cono salino

Nel corso delle indagini di caratterizzazione, eseguite dalla società Geotrivell S.n.c. nel maggio 2002, sono state effettuate nei pozzi di monitoraggio PZ1-PZ8 e PZ11 delle misure di salinità e conducibilità elettrica con sonda multiparametrica. Le misure hanno interessato la falda a partire dalla superficie freatica fino a fondo pozzo, con intervalli variabili non superiori a 40 cm. In **Appendice 4** alla presente relazione sono riportate le schede con il dettaglio dei rilievi eseguiti. L'analisi dei dati evidenzia che la salinità del livello più superficiale della falda è superiore a 1 g/l in tutti i pozzi PZ ad eccezione di PZ6 dove è pari a 0,46 g/l, evidenziando una tipologia salmastra delle acque. I valori massimi di salinità raggiunti ad una profondità di 20 m dal p.c. sono pari a 3,14 g/l in PZ7 evidenziando un incremento poco significativo rispetto ai valori superficiali.

In Appendice 5g alla relazione "Analisi di Rischio e Progetto di Bonifica" è riportata la piezometria deformata dai pozzi di immissione (PAT) e dai pozzi di pompaggio; nella sezione verticale AA' si può notare che l'acqua pompata arriva per la maggior parte dai pozzi di immissione e che la deformazione delle linee di

flusso arriva ad interessare lo strato di falda fino ad una profondità massima di 8 m dal p.c., non interessando quindi gli strati di acqua a salinità maggiore di 3 g/l superiori a 20 m dal p.c.. Si può pertanto escludere un richiamo di acqua salata che possa andare ad aumentare la salinità attuale della falda idrica superficiale.

Salinità dell'acqua			
<u>Acqua dolce</u>	<u>Acqua salmastra</u>	<u>Acqua salata</u>	<u>Salamoia</u>
< 0.05 %	0.05 - 3 %	3 - 5 %	> 5 %
< 450 ppm	500 - 30 000 ppm	30 000 - 50 000 ppm	> 50 000 ppm
< 0,45 g/l	0,5 - 30 g/l	30 - 50 g/l	> 50 g/l

3.7 Stima dei tempi per la bonifica delle acque sotterranee

Come riportato nel Paragrafo 6.3.2 della relazione. M60065/0662 è stata proposta la tecnologia PAT (*Pressurized Aeration Tower*) come soluzione per la bonifica delle acque sotterranee: è stato quindi proposto un sistema di ossigenazione del corpo idrico sotterraneo, tramite iniezione di acqua sovrassatura di ossigeno, per stimolare i fenomeni di biodegradazione naturali degli idrocarburi presenti in falda.

La stima dei tempi necessari per il raggiungimento degli obiettivi di bonifica con tale sistema, quantificata in 8 anni come riportato nel Paragrafo 7.6.1 della sopracitata Relazione, è stata fatta in base ai risultati ottenuti in casi di contaminazione e condizioni litologico-stratigrafico simili ed in base ad alcune considerazioni analitiche che saranno comunque validate durante l'esecuzione del periodo di prova pilota.

In particolare è stato utilizzato un modello di degradazione di primo ordine (Wiedemeier et al. *Natural Attenuation of fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface*) dove la dinamica della degradazione è espressa dalla:

$$C = C_0 e^{-kt} \quad (1)$$

dove:

C = concentrazione del composto in seguito a biodegradazione;

C₀ = concentrazione iniziale;

k = tasso di biodegradazione della specie chimica [T⁻¹].

Nei modelli del primo ordine i tassi k sono generalmente considerati costanti e spesso espressi in termini di tempo di dimezzamento:

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{k} \quad (2)$$

Nel caso in questione è stato considerato un valore del tasso di biodegradazione pari a 0,0031 giorni⁻¹ (Kemblowski et al.) come dato significativo per un acquifero con ammende di ossigeno e quindi in condizioni perfettamente aerobiche come quelle che si intende ottenere grazie all'iniezione di acqua sovra satura in ossigeno tramite il sistema PAT. Inoltre abbiamo considerato per i calcoli il parametro benzene, specie chimica cancerogena presente in sito in concentrazioni elevate, 9.000 µg/l, in corrispondenza di alcuni hot spot, per porci nelle condizioni più cautelative possibile.

Risolvendo l'equazione (1) con i dati di ingresso sopra citati, si ottiene, dopo un lasso di tempo pari a 2.590 giorni (periodo di poco superiore ai 7 anni), una concentrazione finale pari a 1,1 µg/l pari all'obiettivo di bonifica prefissato.

Si precisa, comunque, che i tempi di bonifica calcolati sono da ritenersi indicativi e frutto di valutazioni che, allo stato delle conoscenze attuali, prima dell'avvio dell'impianto pilota, non possono essere ulteriormente raffinate.

3.8 Set analitico delle acque sotterranee

Al Paragrafo 7.9.3 della Relazione M60065/0662 è elencato il set analitico previsto per il collaudo dell'avvenuta bonifica delle acque sotterranee.

Tale set analitico, che sarà preso come riferimento anche i campionamenti di monitoraggio durante la bonifica, integrato con l'aggiunta di alcuni metalli, è di seguito elencato:

- metalli (As, Cd, Cr totale, Cr VI, Fe, Ni, Pb, Cu, Mn, Zn);
- fenoli;
- IPA;
- benzene;
- toluene;
- xilene;
- idrocarburi totali (come n-esano);
- cianuri.

I metalli che non sono stati oggetto di analisi di rischio poiché non sono mai stati analizzati in fase di caratterizzazione, non disponendo di CSR sito specifiche, saranno confrontati con le CSC per le acque sotterranee previste dal DLgs 152/06.

3.9 Collaudo dei terreni

3.9.1 *Verifica e collaudo delle aree non oggetto di scavo*

In Conferenza dei Servizi è stato fatto notare che ci sono alcune aree esterne al muro di cinta in mattoni che circonda l'ex area produttiva, attualmente utilizzate come parcheggio, che non sono state oggetto di caratterizzazione approfondita. Al fine di verificare che, anche in queste aree, i valori di concentrazione dei contaminanti nel terreno rispettino le CSR individuate mediante analisi di rischio, nel corso degli interventi di bonifica verranno eseguiti dei pozzetti esplorativi mediante escavatore fino ad una profondità di circa 2 m dal p.c.. Da ogni pozzetto, la cui ubicazione e numero verranno concordati in Sito con i tecnici ARPA che supervisioneranno alle operazioni di bonifica, verrà prelevato un campione di fondo scavo da sottoporre ad analisi chimiche di laboratorio con le modalità descritte al Paragrafo 7.9 del Progetto di Bonifica. Eventuali non conformità alle CSR, che si presume possano essere solo di limitata entità, saranno rimosse con ulteriori interventi di scavo e smaltimento che nel computo metrico sono stati considerati nella voce "imprevisti".

3.9.2 *Modifica delle procedure di collaudo aree di scavo*

3.9.2.1 *Maglie e numero di campioni*

Come richiesto dalla Provincia di Bari in sede di Tavolo Tecnico, le maglie di collaudo in cui è stata suddivisa l'intera area di scavo sono state riviste in funzione delle profondità di scavo previste.

In particolare, le aree nelle quali si prevede di approfondire lo scavo oltre 1 m da p.c., sono state considerate come maglie di collaudo distinte. In totale, quindi, sono state individuate 27 maglie che presentano un'estensione media di circa 380 m².

I campioni di collaudo di parete saranno prelevati con la frequenza indicativa di uno ogni 20-30 m nelle zone in cui il progetto di bonifica prevede di approfondirsi oltre i due metri da p.c.

Si prevede, quindi, il prelievo di 27 campioni di fondo scavo e di circa 15 campioni di parete.

3.9.2.2 *Metodologia di campionamento*

Per quanto riguarda la metodologia di campionamento, nel Progetto del dicembre 2007, si era proposto (Paragrafo 7.9) di procedere all'acquisizione di un

campione medio tramite il prelievo da più punti nella maglia (almeno cinque punti), la miscelazione ed il prelievo del campione significativo medio da acquisire in triplice aliquota.

Tale metodologia è stata proposta poiché ritenuta più significativa per la verifica dell'avvenuta bonifica. È stata proposta, infatti, nell'ipotesi di individuare dei fondi scavo privi di evidenze organolettiche di contaminazione. Quest'ultima condizione, peraltro, insieme al tipo di sorgente (*"la contaminazione deve essere di tipo diffuso, cioè non essere collegata ad una sorgente puntuale"*) ed al tipo di litologia (*"la litologia deve essere uniforme per quanto riguarda le aliquote che andranno a comporre lo stesso campione"*) fa parte delle casistiche previste dalle "Linee Guida per il collaudo di scavi per interventi di bonifica on-site e off-site" ("Linee Guida") della Provincia di Milano (2004) per le quali sia previsto o applicabile un campionamento composito.

Sulla base di quanto indicato dalle stesse Linee Guida, però, La Provincia di Bari ha chiesto che il campionamento dei fondi scavo e delle pareti sia di tipo puntuale poiché ritenuto più significativo essendo una metodologia che non permette la diluizione dell'eventuale contaminazione.

Poiché in sede di Tavolo Tecnico non è stato raggiunto un accordo sulla metodologia di campionamento, si propone una procedura che permetta un accordo tra i due enti coinvolti nelle attività di collaudo, ossia ARPA (che dovrà presenziare alle attività dando indicazioni sui punti di prelievo dei campioni ed acquisendo dei campioni da sottoporre ad analisi di controllo) e Provincia (che dovrà certificare l'avvenuta bonifica) e che risulta in linea con quanto previsto dalle Linee Guida.

La procedura proposta prevede due metodi di campionamento in funzione del tipo di fondo scavo che si verrà a trovare una volta raggiunta la quota di progetto:

1) Aree (Fondi scavo o pareti) con litologia omogenea e prive di evidenze visive ed organolettiche di contaminazione

Come previsto dalle Linee Guida, il campionamento sarà di tipo composito. Il campione di fondo scavo sarà formato da 5 aliquote prelevate da diversi punti della maglia, indicativamente corrispondenti al centro ed ai quattro angoli della maglia.

Le Linee Guida consigliano di conservare anche le singole aliquote che hanno costituito il campione. Nel caso in cui si verifichi uno o più superamenti degli obiettivi di bonifica, infatti, si potranno sottoporre ad analisi le singole aliquote ai soli contaminanti risultati non conformi per poter meglio individuare l'areale contaminato e rimuoverlo.

2) Aree (fondi scavo o pareti) con litologia non omogenea o con evidenze di presunta contaminazione

Il campione prelevato sarà di tipo puntuale, da prelevarsi in corrispondenza del punto che manifesta evidenze di contaminazione.

Il campione puntuale sarà rappresentativo di tutta la maglia.

La società responsabile della bonifica avrà ovviamente la possibilità di prelevare uno o più campioni da sottoporre ad analisi preliminare interna prima di sottoporre la maglia a collaudo in contraddittorio con le PP.AA..

Si propone il seguente set analitico di base:

- idrocarburi leggeri C<12;
- idrocarburi leggeri C>12;
- IPA;
- benzene;
- toluene;
- xilene;
- cianuri;
- fenoli.

3.10 Caratterizzazione del DNAPL nel substrato roccioso fratturato

3.10.1 Modello concettuale del DNAPL

Il modello concettuale del destino ambientale del catrame è stato ricostruito e trattato nel Paragrafo 4.6 della relazione Golder M60035/0662 del dicembre 2007. Sulla base del modello concettuale individuato e della ricostruzione geologica e idrogeologica del Sito, è stato definito un piano di indagini, da realizzarsi successivamente alla bonifica dei terreni ed in concomitanza dell'installazione dei piezometri per il monitoraggio delle acque sotterranee proposti. Le indagini avranno lo scopo di definire la distribuzione orizzontale e verticale del DNAPL all'interno del substrato roccioso fratturato.

3.10.2 Piano di indagini

3.10.2.1 Scelta della tecnologia

Si prevede l'utilizzo di un'indagine indiretta in grado di identificare il DNAPL presente in falda fornendo informazioni relative alla struttura geologica del sottosuolo e quindi alla distribuzione del contaminante.

Un'indagine indiretta è peraltro da preferirsi ad un'indagine diretta poiché quest'ultima potrebbe causare la mobilitazione dei catrami. La

perforazione attraverso eventuali “accumuli” di catrame, infatti, potrebbe creare vie preferenziali in grado di favorire la migrazione del DNAPL.

Si prevede l'esecuzione di un'indagine geofisica tramite utilizzo di tomografia elettrica di resistività (ERT).

Con metodi elettrici si intendono tutti i metodi di prospezione che fanno uso di correnti continue o solo lentamente variabili. A differenza dei metodi elettromagnetici necessitano di una connessione conduttiva col terreno e questo li rende di non rapida esecuzione, specialmente in casi di formazioni con resistività superficiale notevole. D'altronde offrono parecchi vantaggi: sono piuttosto economici ed i metodi interpretativi sono in generale ben noti e sperimentati. Tra i loro svantaggi, oltre a quello, già ricordato, di essere resi difficili (quando non impossibili) in caso di alte resistività superficiali, si deve menzionare che pretendono uno spazio accessibile notevole, visto che la profondità d'investigazione si aumenta proprio aumentando la distanza tra gli elettrodi.

Battendo più profili paralleli si possono investigare rapidamente grandi aree per la delimitazione di strutture bidimensionali. Se ognuno dei profili viene ripetuto più volte, con valori crescenti della separazione tra gli elettrodi, allora per ogni profilo si potrà restituire una sezione verticale di resistività (tomografia elettrica). Utilizzato in questo modo il metodo é utile per delineare strutture tridimensionali. Ovviamente le strutture da identificare dovranno avere un buon contrasto di resistività rispetto alle formazioni incassanti.

L'ERT, quindi, permette la ricostruzione bidimensionale o tridimensionale delle distribuzioni di resistività del sottosuolo.

I dati ottenuti sono comunque qualitativi e necessitano di un'elevata capacità di interpretazione da parte di personale esperto. Spesso, inoltre, richiedono di essere calibrati con uno o più indagini dirette (sondaggi).

3.10.2.2 Metodologia di lavoro

Si prevede la suddivisione in rettangoli su cui saranno uniformemente distribuite le linee geoelettriche con passo interelettrodico di 2,5 m e distanza tra le stesse pari a 2,5 m. La profondità di investigazione sarà massima al centro dei rettangoli (circa 25 m) e minima nelle periferie (circa 5 m). L'esecuzione delle indagini in modo regolare consentirà di ricavare dati che potranno essere elaborati in modo tridimensionale.

Sarà utilizzata una configurazione Dipolo-Dipolo od altra ritenuta idonea ai fini esplorativi con acquisizione automatica dei dati con sistema multi elettrodo con tempo di energizzazione minimo di 250 millisecondi per ogni singola misura di resistività..

Come già detto, inoltre, si utilizzeranno i sondaggi previsti per l'installazione dei nuovi piezometri per l'acquisizione di dati diretti che serviranno per la taratura e calibrazione del metodo scelto.

Limitazioni della tecnologia scelta

La tecnologia scelta ed il suo metodo di applicazione risultano quelle meglio adottabili al caso in esame sulla base dei seguenti elementi:

- dimensioni del sito: il sito presenta un'area significativa, per cui risulta utile una investigazione con indagini indirette che riescano a coprire tutta l'area orizzontalmente e spingersi fino a profondità elevate (25 m da p.c.);
- assetto geologico: il sito è caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso piuttosto superficiale (circa 8 m da p.c.). Tale substrato, seppure intensamente fratturato, soprattutto nella sua porzione più superficiale, non permette l'avanzamento con tecniche di indagine intrusive quali CPT o Geoprobe che, a loro volta, avrebbero consentito l'utilizzo di tecnologie di indagine di tipo *Direct Push* oppure elettro-ottiche e a fluorescenza (ROST™, *Rapid Optical Screening Tools*, TarGOST™ ecc.);
- come già detto, una fitta rete di indagini dirette, di tipo *Direct Push* o semplici sondaggi, potrebbe provocare un peggioramento dello stato di contaminazione del sito, andando a mobilitare verticalmente e orizzontalmente i catrami che, allo stato attuale, sembrano essere immobili.

L'indagine proposta presenta comunque dei limiti che dipendono soprattutto dall'effettivo assetto strutturale del sottosuolo (dimensioni dei sistemi di fratture e delle cavità carsiche) e dall'effettiva distribuzione e quantità dei catrami e che potranno essere verificati solo dopo la sua realizzazione.

3.11 Monitoraggio della presenza di gas all'interno dei locali interrati confinati con il sito

Considerata la prossimità di locali confinati all'area oggetto di bonifica, è stato previsto un piano di monitoraggio dell'eventuale presenza di gas all'interno di confinati tali locali.

Sarà eseguito il rilievo dei vapori in ambienti confinati attraverso un esplosimetro e/o un fotoionizzatore. Contestualmente, sarà, inoltre, verificata l'assenza di contaminazione diffusa e/o di sorgenti interne ai locali (vernici, materiali stoccati, ecc.)

L'esplosimetro è uno strumento che permette di rilevare la presenza di gas infiammabili (gas naturale, gas propano). Tale strumento emette un fischio di

allarme per avvisare l'utente nel caso venga rilevata la presenza di concentrazioni di gas pericolose.

Il fotoionizzatore è un rilevatore a pompa per composti organici volatili. Il suo rilevatore a fotoionizzazione (PID) permette di effettuare misurazioni in un ampio intervallo di concentrazioni (0-10.000 ppm) ed è, dunque, ideale per le più svariate applicazioni, dal rilevamento ambientale a quelle in ambito di sicurezza interna e di materiali pericolosi.

Il monitoraggio inizierà in concomitanza con le attività di bonifica dei terreni e sarà eseguito una volta ogni 15 giorni durante i 6 mesi previsti per le attività di scavo. Si propone, inoltre, di proseguire le verifiche nei locali confinati durante la bonifica delle acque sotterranee (per gli 8 anni previsti), una volta ogni sei mesi.

In caso di anomalie e di rilievo di vapori potenzialmente esplosivi sarà avviato un Piano di Sicurezza che farà parte del Piano di coordinamento e sicurezza in fase di esecuzione e prevederà le seguenti azioni:

- immediata comunicazione agli enti;
- ripetizione delle misure;
- messa in sicurezza dei locali confinati tramite estrattori d'aria e convogliamento dei flussi estratti su filtri mobili a carboni attivi.

GOLDER ASSOCIATES S.r.l.

Dott. Alessandro Poltronieri
(Geologist)

Ing. Pietro Zenesi
(Environmental Engineer, Remediation Specialist)

Ing. Michele Stella
(Environmental Engineer, Project Manager)

Ing. Livio Locatelli
(Senior Engineer, Project Director)

TABELLE

Tabella 1
RISULTATI DELLE ANALISI GEOTECNICHE SUI CAMPIONI DI TERRENO (ALKEMA, 2004)

Profondità 1-4 m da p.c.					
Parametro	Numero Campioni	Media	Mediana	Min	Max
W - Contenuto naturale d'acqua %	5	18,34	21,00	8,80	28,70
g - Peso di volume naturale g/cm ³	5	2,16	2,03	1,97	2,42
gd - peso di volume secco g/cm ³	5	1,85	1,67	1,53	2,23
Gs - peso specifico solido g/cm ³	5	2,80	2,80	2,80	2,80
n - porosità	5	0,34	0,40	0,20	0,45
Contenuto d'acqua nel suolo	5	0,32	0,35	0,19	0,44
Contenuto d'aria nel suolo	5	0,02	0,01	0,01	0,05

Profondità >4 m da p.c.					
Parametro	Numero Campioni	Media	Mediana	Min	Max
W - Contenuto naturale d'acqua %	7	48,61	54,10	12,97	79,70
g - Peso di volume naturale g/cm ³	7	1,72	1,67	1,52	1,94
gd - peso di volume secco g/cm ³	7	1,20	1,08	0,85	1,72
Gs - peso specifico solido g/cm ³	7	2,80	2,80	2,80	2,80
gsat - peso di volume saturo g/cm ³	6	1,72	1,67	1,52	2,06
n - porosità	7	0,55	0,59	0,34	0,67
Contenuto d'acqua nel suolo	7	0,52	0,59	0,22	0,67
Contenuto d'aria nel suolo	6	0,03	0,01	0,00	0,12

Tabella 2 - CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E TOSSICOLOGICHE DEI CONTAMINANTI

	Peso Molecolare [g/mole]	Solubilità [mg/litro]	Pressione di vapore [mm Hg]	Costante di Henry [adim.]	Koc/Kd [ml/g]	log Koc/Kd	Coeff. Diff. Aria [cm ² /sec]	Coeff. Diff. Acqua [cm ² /sec]	SF Inal. [mg/kg- giorno]-1	URF adulto ricreativo [m ³ /μg]	URF bambino ricreativo [m ³ /μg]	RfD Inal. [mg/kg-d]	RfC adulto ricreativo [mg/m ³]	RfC bambino ricreativo [mg/m ³]
Idrocarburi Aromatici														
Benzene	78,10	1,75E+03	9,53E+01	2,28E-01	6,20E+01	1,79E+00	8,80E-02	9,80E-06	2,91E-02	3,99E-06	1,10E-05	8,55E-03	6,23E-02	2,25E-02
Toluene	92,10	5,26E+02	3,00E+01	2,72E-01	1,40E+02	2,15E+00	8,70E-02	8,60E-06	-	-	-	1,14E-01	8,31E-01	3,00E-01
Xileni	106,20	1,85E+02	8,78E+00	3,14E-01	1,96E+02	2,29E+00	8,70E-02	7,80E-06	-	-	-	2,00E-01	1,46E+00	5,26E-01
Idrocarburi Totali														
Alifatici C5-C8	93,00	1,10E+01	7,60E+01	5,40E+01	2,27E+03	3,36E+00	8,00E-02	1,00E-05	-	-	-	5,70E-02	4,16E-01	1,50E-01
Alifatici C9-C18	170,00	1,00E-02	1,06E-01	6,90E+01	6,80E+05	5,83E+00	7,00E-02	5,00E-06	-	-	-	5,70E-02	4,16E-01	1,50E-01
Aromatici C9 - C10	120,00	5,10E+01	2,20E+00	3,30E-01	1,78E+03	3,25E+00	7,00E-02	1,00E-05	-	-	-	1,43E-02	1,04E-01	3,76E-02
Aromatici C11 - C22	150,00	5,80E+00	2,43E-02	3,00E-03	5,00E+03	3,70E+00	6,00E-02	1,00E-05	-	-	-	-	-	-
Idrocarburi Policiclici Aromatici														
Benzo(a)antracene	228,00	9,40E-03	4,55E-06	1,37E-04	3,58E+05	5,55E+00	5,10E-02	9,00E-06	6,00E-01	8,23E-05	2,28E-04	2,85E-01	2,08E+00	7,50E-01
Benzo(b)fluorantene	252,30	1,50E-03	6,67E-07	4,55E-03	1,23E-06	-5,91E+00	2,30E-02	5,56E-06	6,00E-01	8,23E-05	2,28E-04	2,85E-01	2,08E+00	7,50E-01
Benzo(k)fluorantene	525,30	8,00E-04	3,09E-08	3,45E-05	1,23E+06	6,09E+00	2,26E-02	5,56E-06	3,10E-02	4,25E-06	1,18E-05	3,10E-02	2,08E-01	7,50E-02
Benzo(g,h,i)perilene	276,30	7,00E-04	1,69E-07	3,00E-05	1,60E+06	6,20E+00	1,00E-01	1,00E-05	-	-	-	3,00E-02	2,19E-01	7,89E-02
Crisene	228,30	1,60E-03	8,03E-07	3,88E-03	3,98E+05	5,60E+00	2,48E-02	6,21E-06	6,10E-03	8,36E-07	2,32E-06	3,00E-02	2,19E-01	7,89E-02
Dibenzo(a,h)antracene	278,40	2,49E-03	6,87E-10	6,03E-07	1,79E+06	6,25E+00	2,02E-02	5,18E-06	7,30E+00	1,00E-03	2,77E-03	1,14E-01	8,31E-01	3,00E-01
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	276,30	2,20E-05	1,00E-09	6,56E-05	3,47E+06	6,54E+00	1,90E-02	5,66E-06	6,00E-01	8,22E-05	2,28E-04	3,14E+00	2,29E+01	8,26E+00
Benzo(a)pirene	252,30	1,62E-03	5,68E-04	4,63E-05	9,69E+05	5,99E+00	4,30E-02	9,00E-06	7,32E+00	1,00E-03	2,78E-03	3,14E+00	2,29E+01	8,26E+00
Pirene	202,30	1,35E-01	8,39E-05	4,51E-04	6,80E+04	4,83E+00	2,72E-02	7,20E-06	-	-	-	3,00E-02	2,19E-01	7,90E-02
Fenoli														
Fenolo	94,11	8,28E+04	5,07E-01	1,63E-05	2,88E+01	1,46E+00	8,20E-02	9,10E+06	-	-	-	6,00E-01	4,38E+00	1,58E+00
Metilfenolo	108,15	2,60E+04	3,08E-01	6,30E-05	2,19E+01	1,34E+00	6,13E-02	8,30E-06	-	-	-	5,00E-03	3,60E-02	1,30E-02
2-Clorofenolo	128,60	2,20E+04	2,11E+00	1,60E-02	3,83E+02	2,58E+00	5,01E-02	9,46E-06	-	-	-	5,00E-03	3,60E-02	1,30E-02
2,4-Diclorofenolo	162,90	4,50E+03	1,16E-01	1,30E-04	1,41E+02	2,15E+00	3,46E-02	8,77E-06	-	-	-	3,00E-03	2,19E-02	7,90E-03
Pentaclorofenolo	266,30	1,95E+03	9,00E-04	1,00E-06	5,20E+02	2,72E+00	5,60E-02	6,10E-06	1,20E-01	1,65E-05	4,56E-05	3,00E-02	2,19E-01	7,90E-02
Composti Inorganici														
Cadmio	112,40	6,51E+05	8,98E-18	ND	1,10E+02	2,04E+00	ND	ND	6,30E+00	-	-	5,70E-05	-	-
Ferro	55,85	6,24E+05	4,23E-09	ND	1,65E+02	2,22E+00	ND	1,00E-05	-	-	-	8,00E-05	-	-
Cromo totale	52,00	1,20E+04	ND	ND	2,50E+06	6,40E+00	ND	ND	-	-	-	1,50E+00	-	-
Piombo	207,20	9,58E+03	7,28E-11	ND	5,50E+01	1,74E+00	ND	ND	-	-	-	3,50E-02	-	-
Cianuri liberi	27,00	1,00E+05	7,42E+02	1,10E-06	9,90E+00	9,96E-01	5,21E-01	2,28E-05	-	-	-	2,00E-02	1,46E-01	5,30E-02

Fonte: Banca Dati ISPESL-ISS elaborata a supporto del documento APAT "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", aggiornamento ottobre 2007

Tabella 3a
RECETTORE OUTDOOR ADULTO
VERIFICA DI SENSIBILITA' DEL PARAMETRO PH

	RISCHIO CANCEROGENO				RISCHIO NON CANCEROGENO			
Recettore outdoor Adulto	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>
	Benzo(a)antracene	100	2,70E-07	2,70E-07	Fenoli	1.600	7,00E-05	7,00E-05
	Benzo(a)pirene	29	3,50E-07	3,50E-07	2-Clorofenolo	28	2,00E-02	2,00E-02
	Benzo(b)fluorantene	600	2,90E-07	2,90E-07	2,4-Diclorofenolo	15	2,60E-05	2,60E-05
	Benzo(k)fluorantene	1.000	2,50E-08	2,50E-08	Metilfenolo	10	9,00E-03	9,00E-03
	Crisene	1.000	1,70E-08	1,70E-08	Pentaclorofenolo	3	2,00E-04	2,00E-04
	Dibenzo(a,h)antracene	90	3,40E-07	3,40E-07	Benzo(a)antracene	100	3,70E-06	3,70E-06
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1,80E-07	1,80E-07	Benzo(a)pirene	29	3,60E-08	3,60E-08
	Benzene	0,12	2,40E-11	2,40E-11	Benzo(b)fluorantene	600	4,00E-06	4,00E-06
	Pentaclorofenolo	3	3,10E-07	3,10E-07	Benzo(k)fluorantene	1.000	6,70E-05	6,70E-05
					Benzo(g,h,i)perilene	1.000	8,70E-05	8,70E-05
					Crisene	1.000	2,20E-04	2,20E-04
					Dibenzo(a,h)antracene	90	9,50E-07	9,50E-07
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	2,20E-07	2,20E-07
					Pirene	1.000	1,50E-03	1,50E-03
					Benzene	0,12	2,20E-07	2,20E-07
					Toluene	6,9	4,80E-05	4,80E-05
					Xilene	1	2,30E-05	2,30E-05
					Idrocarburi leggeri C≤12	500	2,80E-01	2,80E-01
					Idrocarburi pesanti C>12	10.000	1,00E-05	1,00E-05
					Cianuri	110	1,00E-03	1,00E-03
	<i>Totale rischio da Terreno profondo</i>		<i>1,78E-06</i>	<i>1,78E-06</i>	<i>Totale rischio da Terreno profondo</i>		<i>3,12E-01</i>	<i>3,12E-01</i>
	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>
	Benzo(a)antracene	0,1	3,00E-12	3,00E-12	Fenoli	180	3,60E-08	3,60E-08
	Benzo(a)pirene	0,01	3,70E-12	3,70E-12	Benzo(a)antracene	0,1	4,10E-11	4,10E-11
	Benzo(b)fluorantene	0,1	1,90E-12	1,90E-12	Benzo(a)pirene	0,01	3,80E-13	3,80E-13
	Benzo(k)fluorantene	0,05	4,80E-14	4,80E-14	Benzo(b)fluorantene	0,1	2,60E-11	2,60E-11
	Crisene	5	1,10E-12	1,10E-12	Benzo(k)fluorantene	0,05	1,30E-10	1,30E-10
	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	2,10E-12	2,10E-12	Benzo(g,h,i)perilene	0,01	4,40E-11	4,40E-11
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	1,90E-12	1,90E-12	Crisene	5	1,40E-08	1,40E-08
	Benzene	1	1,90E-12	1,90E-12	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	5,90E-12	5,90E-12
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	2,40E-12	2,40E-12
					Benzene	1	1,80E-08	1,80E-08
					Toluene	15	1,90E-08	1,90E-08
					Xilene	10	6,90E-09	6,90E-09
					Idrocarburi totali (come n-esano)	350	3,90E-05	3,90E-05
					Cianuri	50	7,40E-07	7,40E-07
	<i>Totale rischio da acqua sotterranea</i>		<i>1,56E-11</i>	<i>1,56E-11</i>	<i>Totale rischio da acqua sotterranea</i>		<i>3,98E-05</i>	<i>3,98E-05</i>
	<i>Totale rischio cancerogeno recettore outdoor</i>				<i>Totale rischio non cancerogeno recettore outdoor</i>			
			<i>1,78E-06</i>	<i>1,78E-06</i>			<i>3,12E-01</i>	<i>3,12E-01</i>

Tabella 3b
BERSAGLIO RECETTORE OUTDOOR BAMBINO
VERIFICA DI SENSIBILITA' DEL PARAMETRO PH

	RISCHIO CANCEROGENO				RISCHIO NON CANCEROGENO			
Recettore outdoor Bambino	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>
	Benzo(a)antracene	100	7,50E-07	7,50E-07	Fenolo	1.600	2,00E-04	2,00E-04
	Benzo(a)pirene	29	9,80E-07	9,80E-07	2-Clorofenolo	28	5,40E-02	5,40E-02
	Benzo(b)fluorantene	600	8,10E-07	8,10E-07	2,4-Diclorofenolo	15	5,60E-02	5,60E-02
	Benzo(k)fluorantene	1.000	1,40E-11	1,40E-11	Metilfenolo	10	2,50E-02	2,50E-02
	Crisene	1.000	4,70E-08	4,70E-08	Pentaclorofenolo	3	5,50E-04	5,50E-04
	Dibenzo(a,h)antracene	90	9,40E-07	9,40E-07	Benzo(a)antracene	100	1,00E-05	1,00E-05
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	4,90E-07	4,90E-07	Benzo(a)pirene	29	1,00E-07	1,00E-07
	Benzene	0,12	6,60E-11	6,60E-11	Benzo(b)fluorantene	600	1,10E-05	1,10E-05
	Pentaclorofenolo	3	8,50E-07	8,50E-07	Benzo(k)fluorantene	1.000	3,70E-08	3,70E-08
					Benzo(g,h,i)perilene	1.000	2,40E-04	2,40E-04
					Crisene	1.000	6,10E-04	6,10E-04
					Dibenzo(a,h)antracene	90	2,60E-06	2,60E-06
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	6,10E-07	6,10E-07
					Pirene	1.000	4,10E-03	4,10E-03
					Benzene	0,12	6,20E-07	6,20E-07
					Toluene	6,9	1,30E-04	1,30E-04
					Xilene	1	6,30E-05	6,30E-05
					Idrocarburi leggeri C≤12	500	7,80E-01	7,80E-01
					Idrocarburi pesanti C>12	10.000	2,90E-05	2,90E-05
					Cianuri	110	2,80E-03	2,80E-03
	<i>Totale rischio da Terreno profondo</i>		<i>4,87E-06</i>	<i>4,87E-06</i>	<i>Totale rischio da Terreno profondo</i>		<i>9,24E-01</i>	<i>9,24E-01</i>
	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>CSR</i>	<i>pH = 4,1</i>	<i>pH = 7,9</i>
	Benzo(a)antracene	0,1	8,40E-12	8,40E-12	Fenoli	180	9,90E-08	9,90E-08
	Benzo(a)pirene	0,01	1,00E-11	1,00E-11	Benzo(a)antracene	0,1	1,10E-10	1,10E-10
	Benzo(b)fluorantene	0,1	5,20E-12	5,20E-12	Benzo(a)pirene	0,01	1,00E-12	1,00E-12
	Benzo(k)fluorantene	0,05	7,20E-12	7,20E-12	Benzo(b)fluorantene	0,1	7,10E-11	7,10E-11
	Crisene	5	2,90E-12	2,90E-12	Benzo(k)fluorantene	0,05	1,90E-08	1,90E-08
	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	5,90E-12	5,90E-12	Benzo(g,h,i)perilene	0,01	1,20E-10	1,20E-10
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	5,30E-12	5,30E-12	Crisene	5	3,80E-08	3,80E-08
	Benzene	1	5,30E-12	5,30E-12	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	1,60E-11	1,60E-11
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	6,50E-12	6,50E-12
					Benzene	1	5,00E-08	5,00E-08
					Toluene	15	5,30E-08	5,30E-08
					Xilene	10	1,90E-08	1,90E-08
					Idrocarburi totali (come n-esano)	350	1,10E-04	1,10E-04
					Cianuri liberi	50	2,00E-06	2,00E-06
	<i>Totale rischio da acqua sotterranea</i>		<i>5,02E-11</i>	<i>5,02E-11</i>	<i>Totale rischio da acqua sotterranea</i>		<i>1,12E-04</i>	<i>1,12E-04</i>
	<i>Totale rischio cancerogeno recettore outdoor</i>				<i>Totale rischio non cancerogeno recettore outdoor</i>			
			<i>4,87E-06</i>	<i>4,87E-06</i>			<i>9,24E-01</i>	<i>9,24E-01</i>

Tabella 4
INALAZIONE OUTDOOR
VERIFICA DI SENSIBILITA' DEL PARAMETRO Koc (F(PH))

	RISCHIO CANCEROGENO						RISCHIO NON CANCEROGENO					
	<i>Terreno profondo</i>	<i>INPUT (CSR)</i>	<i>pH</i>	<i>Koc</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>INPUT (CSR)</i>	<i>pH</i>	<i>Koc</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
Recettore inalazione outdoor Adulto	Pentaclorofenolo	3	4,9	9,05E+03	4,00E-08	4,00E-08	2-Clorofenolo	28	4,9	3,98E+02	2,40E-02	2,00E-02
	Pentaclorofenolo	3	7,0	5,20E+02	4,00E-08	3,10E-07	2-Clorofenolo	28	7	3,83E+02	2,40E-02	2,00E-02
	Pentaclorofenolo	3	8,0	4,10E+02	3,40E-07	3,40E-07	2-Clorofenolo	28	8,0	2,86E+02	2,70E-02	2,20E-02
							2,4-Diclorofenolo	15	4,9	1,59E+02	2,50E-02	2,30E-05
							2,4-Diclorofenolo	15	7,0	1,41E+02	2,50E-02	2,60E-05
							2,4-Diclorofenolo	15	8,0	7,17E+01	2,80E-02	5,10E-05
							Pentaclorofenolo	3	4,9	9,05E+03	3,30E-05	2,60E-05
							Pentaclorofenolo	3	7,0	5,20E+02	3,30E-05	2,00E-04
							Pentaclorofenolo	3	8,0	4,10E+02	2,70E-04	2,20E-04
	<i>Terreno profondo</i>	<i>INPUT (CSR)</i>	<i>pH</i>	<i>Koc</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>INPUT (CSR)</i>	<i>pH</i>	<i>Koc</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
Recettore inalazione outdoor Bambino	Pentaclorofenolo	3	4,9	9,05E+03	2,80E-08	1,10E-07	2-Clorofenolo	28	4,9	3,98E+02	6,70E-02	5,30E-02
	Pentaclorofenolo	3	7,0	5,20E+02	2,80E-08	8,50E-07	2-Clorofenolo	28	7	3,83E+02	6,80E-02	5,40E-02
	Pentaclorofenolo	3	8,0	4,10E+02	2,30E-07	9,30E-07	2-Clorofenolo	28	8,0	2,86E+02	7,40E-02	5,90E-02
							2,4-Diclorofenolo	15	4,9	1,59E+02	6,90E-02	5,50E-02
							2,4-Diclorofenolo	15	7,0	1,41E+02	7,00E-02	5,60E-02
							2,4-Diclorofenolo	15	8,0	7,17E+01	7,60E-02	6,10E-02
							Pentaclorofenolo	3	4,9	9,05E+03	9,00E-05	7,20E-05
							Pentaclorofenolo	3	7,0	5,20E+02	9,00E-05	5,50E-04
							Pentaclorofenolo	3	8,0	4,10E+02	7,50E-04	6,00E-04

Tabella 5
SCELTA DELLE CLASSI IDROCARBURICHE RAPPRESENTATIVE

RISCHIO NON CANCEROGENO				
Recettore inalazione outdoor Adulto	Terreno profondo	INPUT (mg/kg)	RISC	RBCA
	Alifatici C5-C8	21	9,00E-03	1,20E-02
	Aromatici C9-C10	21	3,80E-03	8,50E-07
	Alifatici C9-C18	768,4	9,00E-06	8,00E-07
	Aromatici C11-C22	768,4	-	-
	Acqua sotterranea	INPUT (µg/l)	RISC	RBCA
	Alifatici C5-C8	241.126	3,00E-02	2,40E-02
	Aromatici C9-C10	241.126	3,40E-03	2,70E-03
	Alifatici C9-C18	241.126	3,30E-02	2,70E-02
	Aromatici C11-C22	241.126	-	-
RISCHIO NON CANCEROGENO				
Recettore inalazione outdoor Bambino	Terreno profondo	INPUT (mg/kg)	RISC	RBCA
	Alifatici C5-C8	21	2,50E-02	3,30E-02
	Aromatici C9-C10	21	1,10E-02	2,40E-06
	Alifatici C9-C18	768,4	2,50E-05	2,20E-06
	Aromatici C11-C22	768,4	-	-
	Acqua sotterranea	INPUT (µg/l)	RISC	RBCA
	Alifatici C5-C8	241.126	8,20E-02	6,80E-02
	Aromatici C9-C10	241.126	9,30E-03	7,60E-03
	Alifatici C9-C18	241.126	9,10E-02	7,50E-02
	Aromatici C11-C22	241.126	-	-
Lisciviazione conformità ai confini del Sito	Terreno profondo	INPUT (mg/kg)	CSR RISC	CSR RBCA
	Alifatici C5-C8	21	RES*	RES*
	Aromatici C9-C10	21	RES*	RES*
	Alifatici C9-C18	768,4	RES*	RES*
	Aromatici C11-C22	768,4	RES*	RES*
	Acqua sotterranea	INPUT (µg/l)	CSR RISC	CSR RBCA
	Alifatici C5-C8	241.126	530	870
	Aromatici C9-C10	241.126	530	350
	Alifatici C9-C18	241.126	1.800	-
	Aromatici C11-C22	241.126	530	350

Tabella 6
CSR PER IL TERRENO E PER LE ACQUE SOTTERRANEE

SORGENTE TERRENO PROFONDO					
INALAZIONE OUTDOOR					
Bersaglio Adulto - uso ricreativo	CSR (mg/kg)		Bersaglio Bambino - uso ricreativo	CSR (mg/kg)	
	RISC	RBCA		RISC	RBCA
Fenolo	5.000	5.000	Fenolo	5.000	5.000
2-Clorofenolo	100	100	2-Clorofenolo	30	28
2,4-Diclorofenolo	100	100	2,4-Diclorofenolo	25	15
Metilfenolo	50	100	Metilfenolo	25	10
Pentaclorofenolo	9	9	Pentaclorofenolo	13	3
Benzo(a)antracene	1.000	300	Benzo(a)antracene	1.000	100
Benzo(a)pirene	1.000	80	Benzo(a)pirene	1.000	29
Benzo(b)fluorantene	1.000	1.000	Benzo(b)fluorantene	1.000	600
Benzo(k)fluorantene	1.000	1.000	Benzo(k)fluorantene	1.000	1.000
Benzo(g,h,i)perilene	1.000	1.000	Benzo(g,h,i)perilene	1.000	1.000
Crisene	1.000	1.000	Crisene	1.000	1.000
Dibenzo(a,h)antracene	1.000	250	Dibenzo(a,h)antracene	1.000	90
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1.000	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1.000
Pirene	1.000	1.000	Pirene	1.000	1.000
Benzene	13	1.000	Benzene	19	1.000
Toluene	100	1.000	Toluene	25	50
Xilene	100	1.000	Xilene	25	50
Idrocarburi leggeri C<12	1.000	1.000	Idrocarburi leggeri C<12	500	500
Idrocarburi pesanti C>12	10.000	10.000	Idrocarburi pesanti C>12	10.000	10.000
Cianuri	1.000	1.000	Cianuri	1.000	500

SORGENTE TERRENO PROFONDO			SORGENTE ACQUE SOTTERRANEE		
CONFORMITA' ACQUE SOTTERRANEE ALLE CSC AI CONFINI DEL SITO					
	CSR (mg/kg)			CSR (µg/l)	
	RISC	RBCA		RISC	RBCA
Fenolo	3.100	1.600	Fenolo	315	180
2-Clorofenolo	ND ⁽²⁾	ND ⁽²⁾	Benzo(a)antracene	0,23	0,1
2,4-Diclorofenolo	ND ⁽²⁾	ND ⁽²⁾	Benzo(a)pirene	0,08	0,01
Metilfenolo	ND ⁽¹⁾	ND ⁽¹⁾	Benzo(b)fluorantene	1,2	0,1
Pentaclorofenolo	ND ⁽²⁾	ND ⁽²⁾	Benzo(k)fluorantene	0,61	0,05
Benzo(a)antracene	RES*	RES*	Benzo(g,h,i)perilene	0,19	0,01
Benzo(a)pirene	RES*	RES*	Crisene	12,8	5
Benzo(b)fluorantene	RES*	RES*	Dibenzo(a,h)antracene	0,23	0,01
Benzo(k)fluorantene	RES*	RES*	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	10	0,1
Benzo(g,h,i)perilene	RES*	RES*	Pirene		50
Crisene	RES*	RES*	Benzene	1,8	1
Dibenzo(a,h)antracene	RES*	RES*	Toluene	27	15
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	RES*	RES*	Xilene	18	10
Pirene	RES*	RES*	Idrocarburi totali (come n-esano)	520	350
Benzene	680	0,12	Cianuri	86	50
Toluene	1.300	6,9	Cadmio	58	5
Xilene	340	1	Ferro	7.800	200
Idrocarburi leggeri C<12	RES*	RES*	Piombo	28	10
Idrocarburi pesanti C>12	RES*	RES*			
Cianuri	170	110			
Cadmio	11.000	-			
Cromo totale	RES*	-			
Piombo	1.300	-			

Tabella 7a
RECETTORE OUTDOOR ADULTO
RISCHIO ASSOCIATO ALLE CSR PER CIASCUNA SOSTANZA, SORGENTE E VIA DI ESPOSIZIONE

	RISCHIO CANCEROGENO				RISCHIO NON CANCEROGENO			
	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
Recettore outdoor Adulto	Benzo(a)antracene	100	1,80E-09	2,70E-07	Fenoli	1.600	8,80E-05	7,00E-05
	Benzo(a)pirene	29	3,80E-09	3,50E-07	2-Clorofenolo	28	2,40E-02	2,00E-02
	Benzo(b)fluorantene	600	1,80E-10	2,90E-07	2,4-Diclorofenolo	15	2,50E-02	2,60E-05
	Benzo(k)fluorantene	1.000	4,90E-12	2,50E-08	Metilfenolo	10	1,10E-02	9,30E-03
	Crisene	1.000	2,20E-12	1,70E-08	Pentaclorofenolo	3	2,50E-04	2,00E-04
	Dibenzo(a,h)antracene	90	3,40E-09	3,40E-07	Benzo(a)antracene	100	3,10E-08	3,70E-06
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	2,70E-12	1,80E-07	Benzo(a)pirene	29	4,90E-10	3,60E-08
	Benzene	0,12	8,80E-09	2,40E-11	Benzo(b)fluorantene	600	3,10E-09	4,00E-06
	Pentaclorofenolo	3	3,10E-07	3,10E-07	Benzo(k)fluorantene	1.000	1,60E-08	6,70E-05
					Benzo(g,h,i)perilene	1.000	2,40E-08	8,70E-05
					Crisene	1.000	3,50E-08	2,20E-04
					Dibenzo(a,h)antracene	90	1,20E-08	9,50E-07
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	4,10E-12	2,20E-07
					Pirene	1.000	3,40E-06	1,50E-03
					Benzene	0,1	1,00E-04	2,20E-07
					Toluene	6,9	3,80E-04	4,80E-05
					Xilene	1	2,80E-05	2,30E-05
					Idrocarburi leggeri C≤12	500	8,70E-03	2,80E-01
					Idrocarburi pesanti C>12	10.000	8,70E-06	1,00E-05
					Cianuri	110	1,30E-03	1,00E-03
	Totale rischio da Terreno profondo		3,28E-07	1,78E-06	Totale rischio da Terreno profondo		7,09E-02	3,13E-01
	Acqua sotterranea	CSR	RISC	RBCA	Acqua sotterranea	CSR	RISC	RBCA
	Benzo(a)antracene	0,1	2,10E-12	3,00E-12	Fenoli	180	4,90E-08	3,60E-08
	Benzo(a)pirene	0,01	2,60E-12	3,70E-12	Benzo(a)antracene	0,1	3,60E-11	4,10E-11
	Benzo(b)fluorantene	0,1	1,30E-12	1,90E-12	Benzo(a)pirene	0,01	3,30E-13	3,80E-13
	Benzo(k)fluorantene	0,05	3,40E-14	4,80E-14	Benzo(b)fluorantene	0,1	2,20E-11	2,60E-11
	Crisene	5	8,60E-13	1,10E-12	Benzo(k)fluorantene	0,05	1,10E-10	1,30E-10
	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	1,20E-12	2,10E-12	Benzo(g,h,i)perilene	0,01	3,80E-11	4,40E-11
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	1,30E-12	1,90E-12	Crisene	5	1,20E-08	1,40E-08
	Benzene	1	2,10E-12	1,90E-12	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	5,20E-12	5,90E-12
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	2,10E-12	2,40E-12
					Benzene	1	2,50E-08	1,80E-08
					Toluene	15	2,60E-08	1,90E-08
					Xilene	10	9,40E-09	6,90E-09
					Idrocarburi totali (come n-esano)	350	3,90E-05	3,90E-05
					Cianuri	50	6,50E-07	7,40E-07
	Totale rischio da acqua sotterranea		1,15E-11	1,56E-11	Totale rischio da acqua sotterranea		3,98E-05	3,98E-05
	Totale rischio cancerogeno recettore outdoor				Totale rischio non cancerogeno recettore outdoor			
			3,28E-07	1,78E-06			7,09E-02	3,13E-01

Tabella 7b
RECETTORE OUTDOOR BAMBINO
RISCHIO ASSOCIATO ALLE CSR PER CIASCUNA SOSTANZA, SORGENTE E VIA DI ESPOSIZIONE

	RISCHIO CANCEROGENO				RISCHIO NON CANCEROGENO			
	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
Recettore outdoor Bambino	Benzo(a)antracene	100	1,30E-09	7,50E-07	Fenolo	1.600	2,40E-04	2,00E-04
	Benzo(a)pirene	29	2,80E-09	9,80E-07	2-Clorofenolo	28	6,80E-02	5,40E-02
	Benzo(b)fluorantene	600	1,30E-10	8,10E-07	2,4-Diclorofenolo	15	7,00E-02	5,60E-02
	Benzo(k)fluorantene	1.000	3,40E-12	1,40E-11	Metilfenolo	10	3,10E-02	2,50E-02
	Crisene	1.000	1,50E-12	4,70E-08	Pentaclorofenolo	3	6,90E-04	5,50E-04
	Dibenzo(a,h)antracene	90	2,30E-09	9,40E-07	Benzo(a)antracene	100	8,60E-08	1,00E-05
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1,90E-12	4,90E-07	Benzo(a)pirene	29	1,30E-09	1,00E-07
	Benzene	0,12	6,10E-09	6,60E-11	Benzo(b)fluorantene	600	8,50E-09	1,10E-05
	Pentaclorofenolo	3	2,10E-07	8,50E-07	Benzo(k)fluorantene	1.000	4,50E-08	3,70E-08
					Benzo(g,h,i)perilene	1.000	6,80E-08	2,40E-04
					Crisene	1.000	9,60E-08	6,10E-04
					Dibenzo(a,h)antracene	90	3,30E-08	2,60E-06
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1,10E-11	6,10E-07
					Pirene	1.000	9,40E-06	4,10E-03
					Benzene	0,1	2,90E-04	6,20E-07
					Toluene	6,9	1,00E-03	1,30E-04
					Xilene	1	7,80E-05	6,30E-05
					Idrocarburi leggeri C≤12	500	2,40E-02	7,80E-01
					Idrocarburi pesanti C>12	10.000	2,40E-05	2,90E-05
					Cianuri	110	3,60E-03	2,80E-03
	Totale rischio da Terreno profondo		2,23E-07	4,87E-06	Totale rischio da Terreno profondo		1,99E-01	9,24E-01
	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
	Benzo(a)antracene	0,1	1,50E-12	8,40E-12	Fenoli	180	1,40E-07	9,90E-08
	Benzo(a)pirene	0,01	1,80E-12	1,00E-11	Benzo(a)antracene	0,1	1,00E-10	1,10E-10
	Benzo(b)fluorantene	0,1	9,10E-13	5,20E-12	Benzo(a)pirene	0,01	9,10E-13	1,00E-12
	Benzo(k)fluorantene	0,05	2,30E-14	7,20E-12	Benzo(b)fluorantene	0,1	6,20E-11	7,10E-11
	Crisene	5	5,90E-13	2,90E-12	Benzo(k)fluorantene	0,05	3,10E-10	1,90E-08
	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	8,60E-13	5,90E-12	Benzo(g,h,i)perilene	0,01	1,10E-10	1,20E-10
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	9,20E-13	5,30E-12	Crisene	5	3,30E-08	3,80E-08
	Benzene	1	1,50E-12	5,30E-12	Dibenzo(a,h)antracene	0,01	1,40E-11	1,60E-11
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,1	5,70E-12	6,50E-12
					Benzene	1	6,80E-08	5,00E-08
					Toluene	15	7,10E-08	5,30E-08
					Xilene	10	2,60E-08	1,90E-08
					Idrocarburi totali (come n-esano)	350	1,10E-04	1,10E-04
					Cianuri liberi	50	1,80E-06	2,00E-06
	Totale rischio da acqua sotterranea		8,10E-12	5,02E-11	Totale rischio da acqua sotterranea		1,12E-04	1,12E-04
	Totale rischio cancerogeno recettore outdoor				Totale rischio non cancerogeno recettore outdoor			
			2,23E-07	4,87E-06			1,99E-01	9,24E-01

TABELLA 8
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI RILEVATE E LE CSR

Punti di campionamento	C1			C2			C3			C4			C5			C6			CSC DLgs 152/06	CSR Terreno Profondo
Profondità di prelievo (m dal p.c.)	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6		
Parametro	Concentrazioni espresse in mg/kg s.s.																			
Fenoli	1	1	0,5	< 0,1	0,7	0,1	0,3	0,01	0,1	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	0,1	0,1	2	0,01	2	1	1.600
Idrocarburi policiclici aromatici																				
naftalene	4,5	1,3	0,05	25	17	<0,01	22	1	0,02	0,2	<0,01	<0,01	0,3	<0,01	<0,01	130	3	<0,01	n.p.	n.d.
acenaftilene	0,09	0,03	<0,01	0,6	0,42	<0,01	1,6	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3	0,05	<0,01	n.p.	n.d.
acenaftalene	0,09	0,03	<0,01	0,51	0,39	<0,01	0,9	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,5	0,05	<0,01	n.p.	n.d.
fluorene	0,85	0,3	<0,01	4,9	3,1	<0,01	10	0,5	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	21	0,6	<0,01	n.p.	n.d.
fenantrene	2,9	0,8	0,02	14	10	<0,01	20	0,9	0,02	0,1	<0,01	<0,01	0,15	<0,01	<0,01	71	1,8	<0,01	n.p.	n.d.
antracene	0,71	0,2	<0,01	3,3	1,9	<0,01	5	0,25	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	13	0,33	<0,01	n.p.	n.d.
fluorantene	1,5	0,51	<0,01	10	7	<0,01	17	0,6	0,02	0,1	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	<0,01	41	1,2	<0,01	n.p.	n.d.
pirene	1,2	0,4	<0,01	8,5	2,2	<0,01	15	0,47	<0,01	0,08	<0,01	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	30	1	<0,01	5	1.000
crisene	0,28	0,09	<0,01	1,8	1,2	<0,01	3	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	7	0,2	<0,01	5	1.000
benzo(a)antracene	0,25	0,08	<0,01	1,9	0,5	<0,01	3,1	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	6,5	0,22	<0,01	0,5	100
benzo(b)fluorantene	0,12	0,04	<0,01	0,75	0,51	<0,01	1,4	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	3,5	0,09	<0,01	0,5	600
benzo(k)fluorantene	0,15	0,05	<0,01	0,79	0,39	<0,01	1,5	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	3,3	0,1	<0,01	0,5	1.000
benzo(a)pirene	0,1	0,03	<0,01	0,61	0,15	<0,01	1,1	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2,6	0,07	<0,01	0,1	29
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,04	<0,01	<0,01	0,3	0,16	<0,01	0,5	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,1	0,05	<0,01	0,1	1.000
dibenzo(a,h)antracene	0,04	<0,01	<0,01	0,33	0,29	<0,01	0,6	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,3	0,04	<0,01	0,1	90
benzo(g,h,i)perilene	0,05	<0,01	<0,01	0,45	9,8	<0,01	0,9	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,5	0,06	<0,01	0,1	1.000
Idrocarburi aromatici																				
benzene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,12
toluene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	6,9
xilene	1	0,9	0,8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	1	<0,01	0,5	1

CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per i siti ad uso verde pubblico, privato ed uso residenziale

CSR: concentrazioni soglia di rischio definite dall'Analisi di Rischio sito specifica

n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06

n.d.: parametro non determinato nell'Analisi di Rischio

s.s.: sostanza secca

In arancione sono evidenziati i valori superiori alle CSC

In rosso sono evidenziati i valori superiori alle CSR

TABELLA 8
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI RILEVATE E LE CSR

Punti di campionamento	C7			C8			C9			C10			C11			C12			CSC DLgs 152/06	CSR Terreno Profondo
Profondità di prelievo (m dal p.c.)	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6		
Parametro	Concentrazioni espresse in mg/kg s.s.																			
Fenoli	1	0,01	3	144	9	3	49	37	3	2	8	11	1,5	27	14	173	275	96	1	1.600
Idrocarburi policiclici aromatici																				
naftalene	40	<0,01	0,07	1500	1	0,09	250	35	0,07	160	11	8,8	1,5	<0,01	<0,01	35	620	100	n.p.	n.d.
acenaftilene	0,9	<0,01	<0,01	110	0,05	<0,01	18	2,5	<0,01	4	0,23	0,15	0,03	<0,01	<0,01	0,75	13	2,2	n.p.	n.d.
acenaftalene	0,85	<0,01	<0,01	60	0,03	<0,01	9	2,2	<0,01	3	0,26	0,11	0,03	<0,01	<0,01	0,7	10	2,2	n.p.	n.d.
fluorene	7,3	<0,01	0,04	600	0,25	0,05	110	20	0,04	30	1,8	1,5	0,3	<0,01	<0,01	6,2	110	18	n.p.	n.d.
fenantrene	28	<0,01	0,08	1200	0,4	0,1	220	2,7	0,08	100	6,2	5,2	0,75	<0,01	<0,01	21	380	60	n.p.	n.d.
antracene	5,5	<0,01	<0,01	300	0,15	0,02	50	6,7	<0,01	19	1,1	1	0,3	<0,01	<0,01	3,9	70	10	n.p.	n.d.
fluorantene	15	<0,01	0,02	900	0,35	0,04	180	25	0,02	61	3,8	3,2	0,55	<0,01	<0,01	13	240	38	n.p.	n.d.
pirene	12	<0,01	0,02	850	0,4	0,04	150	20	0,02	49	3,1	2,8	0,45	<0,01	<0,01	11	200	30	5	1.000
crisene	2,7	<0,01	<0,01	200	0,1	<0,01	35	4,8	<0,01	11	0,75	0,7	0,11	<0,01	<0,01	2,3	40	6	5	1.000
benzo(a)antracene	2,6	<0,01	<0,01	180	0,09	<0,01	30	4,5	<0,01	12	0,58	0,6	0,09	<0,01	<0,01	2,2	38	7	0,5	100
benzo(b)fluorantene	1,3	<0,01	<0,01	85	0,04	<0,01	16	2	<0,01	4,9	0,3	0,26	0,05	<0,01	<0,01	1	18	2,9	0,5	600
benzo(k)fluorantene	1	<0,01	<0,01	80	0,05	<0,01	15	2	<0,01	5	0,3	0,24	0,05	<0,01	<0,01	0,9	19	2,6	0,5	1.000
benzo(a)pirene	0,95	<0,01	0,04	65	0,03	0,005	12	1,5	0,04	3,7	0,23	0,2	0,004	<0,01	<0,01	0,77	14	2,2	0,1	29
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,41	<0,01	0,01	40	0,02	<0,01	8	1	0,01	1,8	0,1	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	0,36	7	0,9		1.000
dibenzo(a,h)antracene	0,38	<0,01	0,01	45	0,02	<0,01	7	1,1	0,01	1,9	0,09	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	7	0,95	0,1	90
benzo(g,h,i)perilene	0,6	<0,01	0,02	50	0,04	<0,01	10	1,2	0,02	2,6	0,16	0,15	0,02	<0,01	<0,01	0,55	10	1,5	0,1	1.000
Idrocarburi aromatici																				
benzene	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	0,4	< 0,1	0,2	0,6	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	6,9	20	6,9	0,1	0,12
toluene	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	1,2	< 0,1	0,3	0,8	<0,01	<0,01	<0,01	2,6	<0,01	<0,01	<0,01	4,1	7,4	1,8	0,5	6,9
xilene	<0,01	<0,01	<0,01	5,6	1,7	< 0,1	9,9	15	<0,01	1	2,7	18	<0,01	<0,01	0,8	25	39	20	0,5	1

CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per i siti ad uso verde pubblico, privato ed uso residenziale

CSR: concentrazioni soglia di rischio definite dall'Analisi di Rischio sito specifica

n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06

n.d.: parametro non determinato nell'Analisi di Rischio

s.s.: sostanza secca

In arancione sono evidenziati i valori superiori alle CSC

In rosso sono evidenziati i valori superiori alle CSR

TABELLA 8
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI RILEVATE E LE CSR

Punti di campionamento	S13			S14			S15			S16			S17			S18			PZ3			S19			CSC DLgs 152/06	CSR Terreno Profondo
Profondità di prelievo (m dal p.c.)	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6		
Parametro	Concentrazioni espresse in mg/kg s.s.																									
Cadmio	0,38	2	0,8	0,4	1,9	0,5	0,31	0,12	0,41	0,37	0,32	0,34	0,3	0,25	0,27	< 0,05	0,16	< 0,05	1,23	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,13	2	11.000
Piombo	51,2	5,6	13,1	19,3	6,3	19,4	19,1	7,2	11,3	19	8,9	10,1	23,1	7,4	9,1	13,4	24,9	3,8	61,1	3,9	2,1	5,1	3,9	23,9	100	1.300
Ferro	11.700	3.500	7.600	10.900	1.800	10.100	11.100	2.500	3.800	9.200	2.000	2.200	12.100	1.900	1.500	4.700	5.900	810	13.600	1.000	400	1.100	810	10.100	n.p.	n.d.
Cromo totale	15,8	9,1	14,1	16,3	5,4	23,2	23,2	6,3	12,8	13,3	5,2	11,2	18,1	5,9	7,2	8,1	10,3	3,9	17,6	3,2	4	4	4,6	26,8	150	n.d.
Fenoli	<0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5	240	310	43	780	86	45	1	1.600
Idrocarburi policiclici aromatici																										
benzo(a)antracene	0,85	0,07	0,04	9,1	5,7	0,3	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,14	0,14	0,02	60	49	20	76	18	30	0,5	100
benzo(b,j,k)fluorantene	1,5	0,12	0,05	8,8	3,2	0,2	0,01	0,03	0,01	0,04	0,023	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,23	0,23	0,03	72	52	22	68	15	24	0,5	600
benzo(e)pirene	0,92	0,07	0,05	3,8	1,3	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,1	0,01	33	23	8,9	27	6	10	n.p.	n.d.
benzo(a)pirene	0,71	0,06	0,02	5,1	1,7	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,06	0,01	44	31	11	36	5,2	8,9	0,1	29
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,47	0,03	0,01	2,2	0,6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,03	<0,01	14	8,5	3,3	9,4	1,9	2,7	0,1	1.000
dibenzo(a,h)antracene	0,16	0,01	0,01	1,1	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,02	<0,01	3,7	2,6	0,9	1,5	0,4	0,59	0,1	90
benzo(g,h,i)perilene	0,57	0,04	0,02	2,3	0,7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,05	0,01	14	9,7	4,3	8,4	1,9	2,7	0,1	1.000
Idrocarburi pesanti C>12	27	19	29	160	170	11	8	12	3	3	7	2	11	7	9	6	3	2	2.020	2.030	620	3.160	550	750	50	10.000
Idrocarburi aromatici																										
benzene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	4,3	1,1	14	0,3	0,3	0,1	0,12
toluene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	1,9	10	0,9	16	1,3	1	0,5	6,9
xilene	0,1	<0,01	<0,01	0,8	7,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3,8	11	0,8	14	0,7	3,6	0,5	1

CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per i siti ad uso verde pubblico, privato ed uso residenziale

CSR: concentrazioni soglia di rischio definite dall'Analisi di Rischio sito specifica

n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06

n.d.: parametro non determinato nell'Analisi di Rischio

s.s.: sostanza secca

In arancione sono evidenziati i valori superiori alle CSC

In rosso sono evidenziati i valori superiori alle CSR

TABELLA 8
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI RILEVATE E LE CSR

Punti di campionamento	S20		S21			S22				S23			S24			S25					S26			CSC DLgs 152/06	CSR Terreno Profondo
Profondità di prelievo (m dal p.c.)	1-1,5	4-4,5	1,5-2	3,0-4,0	6-6,5	2	4	7-7,5	14,3-14,7	2	4	6	1-1,3	6-6,3	12,3-12,6	1-1,5	4-4,5	6,0-7,0	13,6-13,8	19,2-19,8	2	4	6		
Parametro	Concentrazioni espresse in mg/kg s.s.																								
Cadmio	0,21	< 0,05	0,19	< 0,05	< 0,05	0,75	< 0,05	3,74	< 0,05	< 0,05	0,29	< 0,05	0,96	0,14	< 0,05	0,14	1,79	< 0,05	< 0,05	0,48	2,75	< 0,05	< 0,05	2	11.000
Piombo	126,4	5,2	73,3	13,6	16,1	104	8,6	17,3	3,9	38,8	24,8	20	68,7	9,4	3	15,6	0,1	1,7	0,11	25,6	3.168	30,2	2,9	100	1.300
Ferro	8.300	1.200	6.500	2.500	6.100	17.400	2.700	14.300	130	2.700	10.700	9.000	40.100	2.700	220	4.600	1.100	2.300	690	34.800	192.000	5.500	720	n.p.	n.d.
Cromo totale	9,9	4,4	8,2	5,9	17,6	22,9	5,2	19,7	< 0,1	5,8	24,6	21,2	33,8	10,4	< 0,1	9,9	2	4,5	1,6	51,7	162,8	8,4	4,3	150	n.d.
Fenoli	21	8,2	13	4,5	3,8	960	50	20	< 0,5	1,4	1	0,95	12	11	1,2	24	236	30	26	29	15	12	8,3	1	1.600
Idrocarburi policiclici aromatici																									
benzo(a)antracene	33	8,8	59	6,9	1,6	53	22	4,5	0,32	0,39	0,01	0,01	45	0,63	1,7	213	163	1,9	1,1	0,29	54	0,57	0,06	0,5	100
benzo(b,j,k)fluorantene	34	6	74	5,9	1,8	50	16	3,4	0,76	0,8	0,04	0,02	75	0,87	8,2	420	187	2,6	1,8	0,44	79	1	0,16	0,5	600
benzo(e)pirene	14	2,6	35	2,8	1	20	7	1,4	0,34	0,34	0,01	< 0,01	41	0,48	3,2	210	84	1,2	0,73	0,19	34	0,46	0,06		n.d.
benzo(a)pirene	12	1,6	34	2	0,66	24	5,5	0,38	0,33	0,1	0,01	< 0,01	44	0,43	2,9	232	105	1,1	0,48	0,14	29	0,28	0,05	0,1	29
indeno(1,2,3-c,d)pirene	4	0,76	13	0,94	0,36	7,3	2,4	0,5	0,67	0,3	0,02	< 0,01	38	0,56	5,4	198	84	1,5	0,77	0,14	24	0,32	0,05	0,1	1.000
dibenzo(a,h)antracene	0,82	0,17	1,7	0,19	0,04	1,4	0,45	0,09	0,13	0,04	< 0,01	0,01	4,5	0,07	0,5	29	19	0,27	0,19	0,03	9,2	0,14	< 0,01	0,1	90
benzo(g,h,i)perilene	3,5	0,72	13	0,94	0,39	6,7	2,1	0,32	0,82	0,18	0,02	0,01	55	0,741	5,4	209	89	1,7	1	0,2	29	0,43	0,07	0,1	1.000
Idrocarburi pesanti C>12	1.410	200	1.220	3	4	4.600	1.040	120	680	38	3	3	1.660	5	29	1.550	4.050	370	25	28	2.470	11	2	50	10.000
Idrocarburi aromatici																									
benzene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	8,1	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	<0,01	0,3	0,3	7,8	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,12
toluene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	14	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,4	<0,01	0,3	0,3	16	0,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	6,9
xilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	19	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	0,5	0,5	21	0,4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	1

CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per i siti ad uso verde pubblico, privato ed uso residenziale

CSR: concentrazioni soglia di rischio definite dall'Analisi di Rischio sito specifica

n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06

n.d.: parametro non determinato nell'Analisi di Rischio

s.s.: sostanza secca

In arancione sono evidenziati i valori superiori alle CSC

In rosso sono evidenziati i valori superiori alle CSR

TABELLA 8
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI RILEVATE E LE CSR

Punti di campionamento	A		B		C			CSC DLgs 152/06	CSR Terreno Profondo
Profondità di prelievo (m dal p.c.)	2	4	2	4	2	4	6		
Parametro	Concentrazioni espresse in mg/kg s.s.								
Piombo	10	< 0,1	< 0,1	8,3	37,7	10,8	36,6	100	1.300
Cromo totale	20,3	< 0,1	6,1	2,2	0,8	9,8	11	150	n.d.
Fenoli	< 0,1	< 0,5	< 0,1	< 0,1	<0,1	< 0,1	< 0,1	1	1.600
IPA totali	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,4	< 0,01	< 0,01	0,1	3.600
idrocarburi pesanti C>12	12	3	6	6	48	10	6	50	10.000
idrocarburi aromatici									
benzene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,12
toluene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	6,9
xilene	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	1

CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per i siti ad uso verde pubblico, privato ed uso residenziale

CSR: concentrazioni soglia di rischio definite dall'Analisi di Rischio sito specifica

n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06

n.d.: parametro non determinato nell'Analisi di Rischio

s.s.: sostanza secca

In arancione sono evidenziati i valori superiori alle CSC

In rosso sono evidenziati i valori superiori alle CSR

TABELLA 8
CONFRONTO TRA LE CONCENTRAZIONI RILEVATE E LE CSR

Punti di campionamento	E				F				G					N		TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH14	TI7	TI8	TI9	TI10	CSC ⁽¹⁾ DLgs 152/06	CSR Terreno Profondo
Profondità di prelievo (m dal p.c.)	2,45	3,45	5,45	9,45	2,55	3,55	5,55	9,55	2,85	4,05	5,85	7,85	9,85	1,35	7,35	0,8	1	1	1,5	0,7	2	0,9	0,3	1,2	1		
Parametro	Concentrazioni espresse in mg/kg s.s.																										
Metalli	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	11.000
Cadmio	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	4	2	6	<2	<2	<2	4	120	400	120	80	80	60	80	160	160	100	100	1.300
Piombo	5.200	2.000	7.800	1.068	5.500	1.892	5.000	1.200	4.600	1.820	920	240	266	680	216	1.320	34.000	9.000	10.000	8.000	7.000	6.400	2.400	6.000	6.400	n.p.	n.d.
Ferro	<2	2	<2	2	<2	2	<2	2	2	<2	<2	2	2	<2	2	8	20	14	18	12	8	6	4	1	<2	150	n.d.
Cromo totale	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	n.d.
Cromo VI	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	2	n.d.
Fenoli	<0,1	0,1	2,5	<0,1	<0,1	8,9	1,4	<0,1	0,3	2,8	0,9	2,8	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,6	1,5	<0,1	0,9	0,1	10
Metilfenolo	0,5	5,4	40,8	3,2	4,4	45	32,1	<0,1	5,2	7,4	5,2	21,6	<0,1	<0,1	5,4	<0,1	<0,1	1,2	0,7	<0,1	0,5	2	1	1,9	3,1	1	1.600
Fenolo	<0,1	<0,1	0,8	<0,1	<0,1	26,1	23,2	<0,1	<0,1	0,5	<0,1	0,6	<0,1	<0,1	<0,1	1,9	1,4	<0,1	0,8	2,9	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,5	28
2-clorofenolo	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	6,4	10,4	<0,1	<0,1	4,5	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	0,6	<0,1	0,6	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5	15
2,4-diclorofenolo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,8	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,01	3
Pentaclorofenolo	<0,002	0,06	0,08	0,016	0,07	0,14	0,08	0,02	0,06	0,14	0,11	49,78	0,09	0,07	0,11	10,4	36,81	34,7	0,03	0,42	14,36	0,03	10,77	10,72	78,76	5	1.000
Idrocarburi Policiclici Aromatici	0,03	<0,002	0,03	<0,002	0,05	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	0,002	13,12	<0,002	<0,002	<0,002	4,16	16,24	33,55	<0,002	0,24	4,76	<0,002	3,98	7,46	46,27	5	1.000
Pirene	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,03	<0,002	<0,002	0,01	0,008	39,19	<0,002	0,007	<0,002	7,96	45,43	107,59	<0,002	<0,002	10,46	<0,002	8,66	16,21	133,15	0,5	100
Crisene	<0,002	0,01	0,03	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,04	0,04	4,45	<0,002	<0,002	<0,002	2,34	6,99	12,39	<0,002	<0,002	2,14	<0,002	2,51	3,98	24,98	0,5	600
benzo(a)antracene	0,04	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	10,55	<0,002	<0,002	<0,002	7,09	22,48	40,46	<0,002	<0,002	8,86	<0,002	7,23	12,11	59,32	0,5	1.000
benzo(b)fluorantene	<0,002	0,08	0,01	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,09	0,16	0,14	8,9	<0,002	0,05	<0,002	2,95	14,86	38,4	0,01	<0,002	5,25	<0,002	7,18	8,97	54,16	0,1	29
benzo(k)fluorantene	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	2,45	<0,002	<0,002	<0,002	1,08	4,92	11,2	<0,002	<0,002	1,39	<0,002	1,28	3,61	26,17	0,1	90
benzo(a)pirene	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	2,47	<0,002	<0,002	<0,002	1,09	4,87	11,19	<0,002	<0,002	1,4	<0,002	1,33	3,59	19,44	0,1	1.000
dibenzo(a,h)antracene	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	6,55	<0,002	<0,002	<0,002	3,51	12,18	20,97	<0,002	<0,002	4,71	<0,002	4,84	8,94	16,52	0,1	1.000
benzo(g,h,i)perilene	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	1.000
indeno(1,2,3,c,d)perilene	0,46	0,12	0,06	0,08	0,29	1,44	<0,05	0,04	0,79	0,06	<0,05	0,08	<0,05	0,05	<0,05	12,3	22	1,03	0,51	2,47	3,32	1,13	4,94	3,1	13,77	1	1.000
Cianuri	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	16	21	10	22	16	<5	<5	140	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	6	<5	10	500
Idrocarburi totali	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6	6	<5	42	18	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	64	50	10.000
Idrocarburi leggeri C<12	30	26	19	29	19	10	8	22	178	141	6	11	21	32	30	160	116	7	4200	44	7	107	143	14	93	n.p.	n.d.
Idrocarburi pesantiC>12	14.240	1.030	330	227	970	201	235	406	3.826	354	1.000	258	121	13.130	265	98.550	38.440	11.580	1.330	6.720	10.620	1.980	33.700	20.790	76.620	n.p.	n.d.
DOC7	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,004	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,006	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,003	<0,0001	0,1	0,12
benzene	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,006	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5	6,9
toluene	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0008	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5	n.d.
etilbenzene	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5	1
xilene	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0006	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5	n.d.
stirene	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5	n.d.

TABELLA 9
RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE SUI CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE

Pozzo di campionamento	PZ1				PZ2				PZ3				PZ4				CSC DLgs 152/06
Tipo campionamento	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	
Data	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	
Parametro	Concentrazioni espresse in µg/l																
Metalli																	
Cadmio	< 5	< 5	18	0,6	< 5	< 5	-	0,4	< 5	< 5	-	0,1	< 5	< 5	-	0,1	5
Piombo	< 10	< 10	120	1,6	< 10	< 10	-	<2,5	< 10	< 10	-	1,5	< 10	< 10	-	3,1	10
Ferro	< 200	< 200	390	350	< 200	< 200	-	470	< 200	< 200	-	310	< 200	< 200	1.260	50	200
Idrocarburi Aromatici																	
benzene	45	2	52,6	<0,03	11	2	-	<0,03	130	10	112	40,3	15	2	123	<0,03	1
toluene	30	4	15,2	<0,08	7	2	0,35	<0,08	90	12	229	2,1	10	4	43,9	<0,08	15
xilene	22	3	79,6	<0,06	8	3	-	<0,06	78	7	677	210	7	< 1	99,7	<0,06	10
Idrocarburi Policiclici Aromatici																	
benzo(a)antracene	0,76	0,03	-	<0,05	0,14	0,03	-	<0,05	5,1	0,12	-	15,8	0,34	0,01	-	<0,05	0,1
benzo(b)fluorantene	-	-	-	<0,05	-	-	-	<0,05	-	-	-	1,7	-	-	-	<0,05	0,1
benzo(k)fluorantene	-	-	-	<0,002	-	-	-	<0,002	-	-	-	4,9	-	-	-	<0,002	0,05
benzo(a)pirene	0,36	0,04	-	<0,005	0,02	0,01	-	<0,005	2,6	0,01	-	9,6	0,12	< 0,01	-	<0,005	0,01
benzo(g,h,i)perilene	0,16	0,04	-	<0,005	0,02	0,02	-	<0,005	0,98	0,02	-	1,8	0,07	0,02	-	<0,005	0,01
crisene	-	-	-	<2,5	-	-	-	<2,5	-	-	-	12,7	-	-	-	<2,5	5
dibenzo(a,h)antracene	0,06	0,01	-	<0,05	0,01	0,01	-	<0,05	0,45	0,02	-	19,4	0,04	0,02	-	<0,05	0,01
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,16	0,07	-	<0,05	0,02	0,02	-	<0,05	1,1	0,03	-	11,6	0,07	0,02	-	<0,05	0,1
Cianuri	-	-	60	33	-	-	16	9	-	-	59	85	-	-	8	8	50
Fenoli	1.720	210	69	-	< 50	< 50	27,8	-	32.000	4.900	6.732	-	550	160	3.092	-	180
idrocarburi totali (come n-esano)	1.080	170	314	310	51	90	89,5	530	6.200	1.120	2.390	62.120	120	110	651	650	350

sur: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa appena di poco al di sotto del pelo libero della falda
FF: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa in profondità
din: campionamento dinamico
CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per le acque sotterranee
n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06
Sono evidenziati i valori superiori alle CSC

TABELLA 9
RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE SUI CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE

Pozzo di campionamento	PZ5			PZ6				PZ7				PZ8				CSC DLgs 152/06
Tipo campionamento	sur	FF	din	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	
Data	mag-02	mag-02	dic-02	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	
Parametro	Concentrazioni espresse in µg/l															
Metalli																
Cadmio	< 5	< 5	14	< 5	< 5	8	0,1	< 5	< 5	-	0,1	< 5	< 5	20	0,4	5
Piombo	< 10	< 10	170	< 10	< 10	-	1,5	< 10	< 10	70	2,4	< 10	< 10	40	1,9	10
Ferro	< 200	< 200	230	< 200	< 200	-	10	< 200	< 200	-	260	< 200	< 200	-	400	200
Idrocarburi Aromatici																
benzene	9	7	-	7	3	-	<0,03	80	9	581	6.890	12	2	-	4,3	1
toluene	5	15	0,4	7	1	*	<0,08	55	8	204	2.124	9	2	-	<0,08	15
xilene	6	5	0,33	7	3	-	<0,06	28	5	377	180	10	< 1	-	<0,06	10
Idrocarburi Policiclici Aromatici																
benzo(a)antracene	0,18	0,15	-	0,09	0,01	-	<0,05	1,1	0,12	-	31,7	0,19	0,03	-	<0,05	0,1
benzo(b)fluorantene	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-	6,4	-	-	-	<0,05	0,1
benzo(k)fluorantene	-	-	-	-	-	-	<0,002	-	-	-	9,5	-	-	-	0,04	0,05
benzo(a)pirene	0,09	0,26	-	0,08	< 0,01	-	<0,005	0,65	0,02	-	18,6	0,07	0,04	-	0,012	0,01
benzo(g,h,i)perilene	0,13	0,58	-	0,2	0,01	-	<0,005	0,47	0,03	-	0,4	0,04	0,06	-	0,009	0,01
crisene	-	-	-	-	-	-	<2,5	-	-	-	26,1	-	-	-	3,9	5
dibenzo(a,h)antracene	0,09	0,15	-	0,04	< 0,01	-	<0,05	0,12	0,01	-	17,3	0,02	0,03	-	0,01	0,01
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,12	0,47	-	0,1	0,01	-	<0,05	0,41	0,03	-	14,1	0,04	0,05	-	0,09	0,1
Cianuri	-	-	24	-	-	23	<5	-	-	290	73	-	-	41	<5	50
Fenoli	70	< 50	41,5	< 50	< 50	50,4	-	22.000	7.200	12.130	-	465	120	139	-	180
idrocarburi totali (come n-esano)	100	37	106	130	24	128	98	3.900	980	1.766	109.500	230	< 10	224	310	350

sur: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa appena di poco al di sotto del pelo libero della falda
FF: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa in profondità
din: campionamento dinamico
CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per le acque sotterranee
n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06
Sono evidenziati i valori superiori alle CSC

TABELLA 9
RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE SUI CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE

Pozzo di campionamento	PZ9				PZ10				PZ11				PZ12				CSC DLgs 152/06
Tipo campionamento	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	sur	FF	din	din	
Data	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	mag-02	mag-02	dic-02	feb-04	
Parametro	Concentrazioni espresse in µg/l																
Metalli																	
Cadmio	< 5	< 5	14	0,5	< 5	< 5	6	0,1	< 5	< 5	8	0,6	< 5	< 5	12	0,2	5
Piombo	< 10	< 10	70	1,2	< 10	< 10	80	0,9	< 10	< 10	1	1,5	< 10	< 10	50	1,4	10
Ferro	< 200	< 200	-	230	450	280	60	100	< 200	< 200	-	150	< 200	< 200	100	100	200
Idrocarburi Aromatici																	
benzene	< 0,01	< 0,01	-	<0,03	0,4	0,04	523	6.562	< 0,01	< 0,01	-	<0,03	< 0,01	< 0,01	-	6,1	1
toluene	< 0,01	< 0,01	-	<0,08	0,13	0,02	284	1.943	< 0,01	< 0,01	0,36	<0,08	< 0,01	< 0,01	0,12	<0,08	15
xilene	< 0,01	< 0,01	-	<0,06	0,18	0,02	581	926	< 0,01	< 0,01	1,17	<0,06	< 0,01	< 0,01	13,1	<0,06	10
Idrocarburi Policiclici Aromatici																	
benzo(a)antracene	0,04	0,01	-	<0,05	0,04	0,03	-	100,9	0,01	0,01	-	<0,05	0,01	0,01	-	<0,05	0,1
benzo(b)fluorantene	-	-	-	<0,05	-	-	-	10	-	-	-	0,07	-	-	-	<0,05	0,1
benzo(k)fluorantene	-	-	-	<0,002	-	-	-	15	-	-	-	0,008	-	-	-	<0,002	0,05
benzo(a)pirene	0,03	0,01	-	0,009	0,03	0,01	-	50	< 0,01	0,01	-	0,006	< 0,01	< 0,01	-	<0,005	0,01
benzo(g,h,i)perilene	0,02	0,01	-	0,04	0,03	0,01	-	2,3	< 0,01	0,01	-	0,007	0,01	< 0,01	-	<0,005	0,01
crisene	-	-	-	4,2	-	-	-	24,8	-	-	-	2,8	-	-	-	<2,5	5
dibenzo(a,h)antracene	0,02	0,01	-	<0,05	0,03	0,01	-	25	< 0,01	0,01	-	0,009	< 0,01	< 0,01	-	<0,05	0,01
indeno(1,2,3-c,d)pirene	0,03	0,01	-	<0,05	0,04	0,01	-	20,1	0,01	0,02	-	<0,05	0,01	< 0,01	-	<0,05	0,1
Cianuri	-	-	24	7	-	-	80	120	-	-	-	<5	-	-	31	7	50
Fenoli	50	< 50	78,2	-	7.600	610	14.180	-	80	< 50	0,9	-	60	60	20,8	-	180
idrocarburi totali (come n-esano)	32	240	164	1.240	2.400	1.100	2.326	241.126	70	210	69,2	248	32	100	86,3	340	350

sur: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa appena di poco al di sotto del pelo libero della falda
FF: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa in profondità
din: campionamento dinamico
CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per le acque sotterranee
n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06
Sono evidenziati i valori superiori alle CSC

TABELLA 9
RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE SUI CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE

Pozzo di campionamento	A	B	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	AS1	AS3	AS7	AS11	PT1	CSC DLgs 152/06
Tipo campionamento	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	din	
Data	dic-02	dic-02	feb-04	feb-04	feb-04	feb-04	feb-04	feb-04	feb-04	feb-04	feb-04	mar-04	mar-04	mar-04	mar-04	mar-04	
Parametro	Concentrazioni espresse in µg/l																
Metalli																	
Cadmio	13	8	0,7	0,6	0,1	0,5	0,2	0,4	0,01	<0,05	0,01	<0,1	0,2	<0,1	0,3	0,5	5
Piombo	-	-	0,9	2,7	1,2	2,7	0,7	2,2	<0,08	1,2	<0,08	2,8	2,3	3,2	1,5	1,9	10
Ferro	460	-	10	130	200	140	100	140	95	140	10	120	70	50	200	50	200
Idrocarburi Aromatici																	
benzene	49,3	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1,2	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	15,5	3.830	1
toluene	14,3	0,21	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	3	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	240,5	15
xilene	74,4	0,19	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	132,3	<0,2	10
Idrocarburi Policiclici Aromatici																	
benzo(a)antracene	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,1
benzo(b)fluorantene	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	0,1
benzo(k)fluorantene	-	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
benzo(a)pirene	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
benzo(g,h,i)perilene	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
crisene	-	-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<1	<1	<1	<1	9	5
dibenzo(a,h)antracene	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
indeno(1,2,3-c,d)pirene	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Cianuri	72	21	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	3,3	2	4,6	18	140	50
Fenoli	50,6	21,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.517	182	165	1.535	14.470	180
idrocarburi totali (come n-esano)	297	87,9	10	10	10	10	54	19	10	10	10	6.400	8.800	1.600	9.500	28.060	350

sur: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa appena di poco al di sotto del pelo libero della falda
FF: campione prelevato posizionando la pompa elettrosommersa in profondità
din: campionamento dinamico
CSC: concentrazioni soglia di contaminazione previste dal DLgs 152/06 per le acque sotterranee
n.p.: parametro non previsto dal DLgs 152/06
Sono evidenziati i valori superiori alle CSC

Tabella 10a
RECETTORE OUTDOOR ADULTO
RISCHIO ON SITE ASSOCIATO ALLA MATRICE ACQUE SOTTERRANEE

	RISCHIO CANCEROGENO				RISCHIO NON CANCEROGENO			
	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
Recettore outdoor Adulto	Benzo(a)antracene	100	1,80E-09	2,70E-07	Fenoli	1.600	8,80E-05	7,00E-05
	Benzo(a)pirene	29	3,80E-09	3,50E-07	2-Clorofenolo	28	2,40E-02	2,00E-02
	Benzo(b)fluorantene	600	1,80E-10	2,90E-07	2,4-Diclorofenolo	15	2,50E-02	2,60E-05
	Benzo(k)fluorantene	1.000	4,90E-12	2,50E-08	Metilfenolo	10	1,10E-02	9,30E-03
	Crisene	1.000	2,20E-12	1,70E-08	Pentaclorofenolo	3	2,50E-04	2,00E-04
	Dibenzo(a,h)antracene	90	3,40E-09	3,40E-07	Benzo(a)antracene	100	3,10E-08	3,70E-06
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	2,70E-12	1,80E-07	Benzo(a)pirene	29	4,90E-10	3,60E-08
	Benzene	0,12	8,80E-09	2,40E-11	Benzo(b)fluorantene	600	3,10E-09	4,00E-06
	Pentaclorofenolo	3	3,10E-07	3,10E-07	Benzo(k)fluorantene	1.000	1,60E-08	6,70E-05
					Benzo(g,h,i)perilene	1.000	2,40E-08	8,70E-05
					Crisene	1.000	3,50E-08	2,20E-04
					Dibenzo(a,h)antracene	90	1,20E-08	9,50E-07
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	4,10E-12	2,20E-07
					Pirene	1.000	3,40E-06	1,50E-03
					Benzene	0,1	1,00E-04	2,20E-07
					Toluene	6,9	3,80E-04	4,80E-05
					Xilene	1	2,80E-05	2,30E-05
					Idrocarburi leggeri Cs12	500	8,70E-03	2,80E-01
					Idrocarburi pesanti C>12	10.000	8,70E-06	1,00E-05
					Cianuri	110	1,30E-03	1,00E-03
	Totale rischio da Terreno profondo		3,28E-07	1,78E-06	Totale rischio da Terreno profondo		7,09E-02	3,13E-01
	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>INPUT</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>INPUT</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
	Benzo(a)antracene	100,9	2,10E-09	3,10E-09	Fenoli	32.000	8,70E-06	6,40E-06
	Benzo(a)pirene	50	1,30E-08	1,80E-08	Benzo(a)antracene	100,9	3,70E-08	4,20E-08
	Benzo(b)fluorantene	10	1,30E-10	1,90E-10	Benzo(a)pirene	50	1,60E-09	1,90E-09
	Benzo(k)fluorantene	15	1,00E-11	1,40E-11	Benzo(b)fluorantene	10	2,20E-09	2,60E-09
	Crisene	26	4,50E-12	5,60E-12	Benzo(k)fluorantene	15	3,40E-08	3,80E-08
	Dibenzo(a,h)antracene	25	3,10E-09	5,30E-09	Benzo(g,h,i)perilene	2,3	8,80E-09	1,00E-08
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	20,1	2,70E-10	3,80E-10	Crisene	26,1	6,20E-08	7,10E-08
	Benzene	6.890	1,40E-08	1,30E-08	Dibenzo(a,h)antracene	25	1,30E-08	1,50E-08
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	20,1	4,20E-10	4,70E-10
					Benzene	6.890	1,70E-04	1,30E-04
					Toluene	2.124	3,60E-06	2,70E-06
					Xilene	926	8,70E-07	6,40E-07
					Idrocarburi totali (come n-esano)	241.126	2,70E-02	2,70E-02
					Cianuri	120	1,60E-06	1,80E-06
	Totale rischio da acqua sotterranea		3,26E-08	4,00E-08	Totale rischio da acqua sotterranea		2,72E-02	2,71E-02
	Totale rischio cancerogeno recettore outdoor		3,61E-07	1,82E-06	Totale rischio non cancerogeno recettore outdoor		9,80E-02	3,40E-01

Tabella 10b
RECETTORE OUTDOOR BAMBINO
RISCHIO ON SITE ASSOCIATO ALLA MATRICE ACQUE SOTTERRANEE

	RISCHIO CANCEROGENO				RISCHIO NON CANCEROGENO			
Recettore outdoor Bambino	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Terreno profondo</i>	<i>CSR</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
	Benzo(a)antracene	100	1,30E-09	7,50E-07	Fenolo	1.600	2,40E-04	2,00E-04
	Benzo(a)pirene	29	2,80E-09	9,80E-07	2-Clorofenolo	28	6,80E-02	5,40E-02
	Benzo(b)fluorantene	600	1,30E-10	8,10E-07	2,4-Diclorofenolo	15	7,00E-02	5,60E-02
	Benzo(k)fluorantene	1.000	3,40E-12	1,40E-11	Metilfenolo	10	3,10E-02	2,50E-02
	Crisene	1.000	1,50E-12	4,70E-08	Pentaclorofenolo	3	6,90E-04	5,50E-04
	Dibenzo(a,h)antracene	90	2,30E-09	9,40E-07	Benzo(a)antracene	100	8,60E-08	1,00E-05
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1,90E-12	4,90E-07	Benzo(a)pirene	29	1,30E-09	1,00E-07
	Benzene	0,12	6,10E-09	6,60E-11	Benzo(b)fluorantene	600	8,50E-09	1,10E-05
	Pentaclorofenolo	3	2,10E-07	8,50E-07	Benzo(k)fluorantene	1.000	4,50E-08	3,70E-08
					Benzo(g,h,i)perilene	1.000	6,80E-08	2,40E-04
					Crisene	1.000	9,60E-08	6,10E-04
					Dibenzo(a,h)antracene	90	3,30E-08	2,60E-06
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	1.000	1,10E-11	6,10E-07
					Pirene	1.000	9,40E-06	4,10E-03
					Benzene	0,1	2,90E-04	6,20E-07
					Toluene	6,9	1,00E-03	1,30E-04
					Xilene	1	7,80E-05	6,30E-05
					Idrocarburi leggeri C≤12	500	2,40E-02	7,80E-01
					Idrocarburi pesanti C>12	10.000	2,40E-05	2,90E-05
					Cianuri	110	3,60E-03	2,80E-03
	<i>Totale rischio da Terreno profondo</i>		<i>2,23E-07</i>	<i>4,87E-06</i>	<i>Totale rischio da Terreno profondo</i>		<i>1,99E-01</i>	<i>9,24E-01</i>
	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>INPUT</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>	<i>Acqua sotterranea</i>	<i>INPUT</i>	<i>RISC</i>	<i>RBCA</i>
	Benzo(a)antracene	100,9	1,50E-09	8,50E-09	Fenoli	32.000	2,40E-05	1,80E-05
	Benzo(a)pirene	50	9,00E-09	5,10E-08	Benzo(a)antracene	100,9	1,00E-07	1,20E-07
	Benzo(b)fluorantene	10	9,10E-11	5,20E-10	Benzo(a)pirene	50	4,60E-09	5,20E-09
	Benzo(k)fluorantene	15	7,00E-12	4,00E-11	Benzo(b)fluorantene	10	6,20E-09	7,10E-09
	Crisene	26	3,10E-12	1,50E-11	Benzo(k)fluorantene	15	9,30E-08	1,10E-07
	Dibenzo(a,h)antracene	25	2,20E-09	1,50E-08	Benzo(g,h,i)perilene	2,3	2,40E-08	2,80E-08
	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	20,1	1,90E-10	1,10E-09	Crisene	26,1	1,70E-07	2,00E-07
	Benzene	6.890	1,00E-08	3,70E-08	Dibenzo(a,h)antracene	25	3,60E-08	4,10E-08
					Indeno(1,2,3-c,d)pirene	20,1	1,20E-09	1,30E-09
					Benzene	6.890	4,70E-04	3,50E-04
					Toluene	2.124	1,00E-05	7,50E-06
					Xilene	926	2,40E-06	1,80E-06
					Idrocarburi totali (come n-esano)	241.126	7,50E-02	7,50E-02
					Cianuri liberi	120	4,30E-06	4,90E-06
	<i>Totale rischio da acqua sotterranea</i>		<i>2,30E-08</i>	<i>1,13E-07</i>	<i>Totale rischio da acqua sotterranea</i>		<i>7,55E-02</i>	<i>7,54E-02</i>
	<i>Totale rischio cancerogeno recettore outdoor</i>				<i>Totale rischio non cancerogeno recettore outdoor</i>			
			<i>2,46E-07</i>	<i>4,98E-06</i>			<i>2,74E-01</i>	<i>9,99E-01</i>

TABELLA 11
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

N. Ord	DESCRIZIONE ED ELEMENTI DI COMPUTO	QUANTITÀ'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO
1	Intervento di bonifica terreno			€ 1.535.719,46
2	Gestione Rifiuti			€ 6.215.458,75
3	Bonifica acque sotterranee			€ 877.503,86
4	Imprevisti (5% del totale 1+2+3)			€ 431.434,10
TOTALE				€ 9.060.116,17
IVA 10%				€ 906.011,62
TOTALE GENERALE:				€ 9.966.127,79

TABELLA 11
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

N. Ord	Riferimento	DESCRIZIONE ED ELEMENTI DI COMPUTO	QUANTITÀ'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO
1.1		LAVORI PRELIMINARI			
1.1.1		Allestimento cantiere	corpo 1,000 x	€/corpo 2.500,00 = €	€2.500,00
1.1.2		Disboscamento, decespugliamento, estirpazione della vegetazione incolta	corpo 1,000 x	€/corpo 5.000,00 = €	€5.000,00
1.1.3		Monitoraggio dei gas nei locali confinati	corpo 1,000 x	€/corpo 10.000,00 = €	€10.000,00
SUBTOTALE 1.1					€ 17.500,00
1.2		REALIZZAZIONE AREA STOCCAGGIO RIFIUTI			
1.2.1	IG.06.003 (Prezzario Regione Puglia 2006)	Fornitura e posa in opera di geomembrana in HDPE rinforzato, con resistenza a trazione e a lacerazione non inferiori rispettivamente a 17 kN/m e a 130 N in senso sia longitudinale che trasversale, stabilizzata ai raggi solari Box 1,2,3,4: 16,00 x 50,00 + Box 5,6,7,8,9,10: 20,00 x 60,00 Totale: 2.000,00 mq	mq 2,000,00 x	€/mq 4,00 = €	€8.000,00
1.2.2	IG.06.005 (Prezzario Regione Puglia 2006)	Posa in opera di uno strato di sabbia di qualsiasi spessore, compresa la fornitura e lo spandimento Box 1,2,3,4: 800,00 x 0,30 + Box 5,6,7,8,9,10: 1.200,00 x 0,30 Totale: 600,00 mc	mc 600,00 x	€/mc 21,30 = €	€12.780,00
1.2.3	Offerte da privati	Fornitura e messa in opera pareti prefabbricate per la realizzazione dei box Pareti centrali divisorie: elementi da 200x370h Pareti perimetrali: elementi perimetrali da 200x370h	n 30,000 x n 42,000 x	€/m 535,00 + €/m 525,00 = €	€38.100,00
1.2.4	Offerte da privati	Noleggio e installazione 2 tensostrutture temporanee 30x50 m per la copertura dei box	mesi 6,000 x	€/mese 24.000,00 = €	€144.000,00
1.2.5	Offerte da privati	Noleggio e installazione pesa a ponte sopraelevata	corpo 1,000 x	€/corpo 25.000,00 = €	€25.000,00
1.2.6	Offerte da privati	Fornitura e installazione di impianto di lavaggio ruote	corpo 1,000 x	€/corpo 30.000,00 = €	€30.000,00
SUBTOTALE 1.2					€ 257.880,00
1.3		SCAVI DI SBANCAMENTO			
1.3.1	E.01.001.a (Prezzario Regione Puglia 2006)	Scavo di sbancamento effettuato con mezzi meccanici compresa la rimozione di arbusti e cespugli, la profilatura delle pareti, la regolarizzazione del fondo, il carico sugli automezzi ed il trasporto nell'ambito del cantiere in rocce sciolte (argilla, sabbia, ghiaia, terreno vegetale e simili o con trovanti fino ad 1 mc) Area 1: 1.530,00 x 1,00 + Area 2: 460,00 x 1,00 + Area 3: 222,00 x 1,00 + Area 4: 433,00 x 1,00 + Area 5: 265,00 x 1,00 + Area 6: 192,00 x 1,00 + Area 7: 192,00 x 1,00 + Area 8: 7.091,00 x 1,00 Totale: 10.385,00 mc	mc 10.385,00 x	€/mc 7,70 = €	€79.964,50
1.3.2	E.01.002.b (Prezzario Regione Puglia 2006)	Scavo a sezione obbligata, eseguita con mezzi meccanici, fino alla profondità di 2 m, compresa l'estrazione e l'aggio di eventuali acque, fino ad un battente massimo di 20 cm, il carico su mezzi di trasporto e l'altantamento dei materiali scavato fino a un massimo di 10 km: conglomerati calcareniti, tufo, pietra crosta, puddinghe, argilla compatta e assimilabili Area 1: 1.530,00 x 3,00 + Area 2: 460,00 x 3,00 + Area 3: 222,00 x 1,00 + Area 4: 145,00 x 2,00 + Area 5: 433,00 x 3,00 + Area 6: 265,00 x 1,00 + Area 7: 192,00 x 3,00 + Area 8: 192,00 x 3,00 Totale: 9.198,00 mc	mc 9.198,00 x	€/mc 13,30 = €	€122.333,40

TABELLA 11
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

N. Ord	Riferimento	DESCRIZIONE ED ELEMENTI DI COMPUTO	QUANTITÀ'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO
1.3.3	E.01.003.b (Prezzario Regione Puglia 2006)	Sovrapprezzo allo scavo a sezione obbligata eseguita con mezzi meccanici, per ogni metro o frazione di metro di maggiore profondità da oltre 2 m: conglomerati calcareniti, tufo, pietra crosta, puddinghe, argilla compatta e assimilabili Area 1: 1.530,00 x 2,00 + Area 2: 460,00 x 2,00 + Area 3: 150,00 x 2,00 + Area 4: 433,00 x 2,00 + Area 6: 192,00 x 2,00 + Area 7: 192,00 x 2,00 + Totale: 5.914,00 mc	mc 5.914,000 x	€/mc 1,70 = €	€10.053,80
1.3.4	Offerte da privati	Noleggio e installazione tensostruttura temporanea 50x100 m per lo scavo al coperto	mesi 6,000 x	€/mese 20.000,00 = €	€120.000,00
1.3.5		Trasporto, montaggio iniziale e smontaggio finale	corpo 1,000 x	€/corpo 60.000,00 = €	€60.000,00
1.3.6		Montaggio e smontaggio intermedio	corpo 2,000 x	€/corpo 50.000,00 = €	€100.000,00
1.3.7		Noleggio ed installazione di sistema di aspirazione e trattamento a carboni attivi dell'aria per la tensostruttura e per i box di stoccaggio terreni (compresi cambi carboni aria)	mesi 6,000 x	€/mese 25.000,00 = €	€150.000,00
SUBTOTALE 1.3					€ 642.351,70
1.4	REINTERRI				
1.4.1	E.01.008.a (Prezzario Regione Puglia 2006)	Rinterro con materiali provenienti da cave di prestito situate entro 10 km dal sito d'impiego, compreso il trasporto con qualsiasi mezzo, la pistonatura a strati di altezza non superiore a cm 30 e la bagnatura. Rinterro con misto da cava di prestito Area 1: 1.530,00 x 3,00 + Area 2: 460,00 x 3,00 + Area 3: 222,00 x 1,00 + Area 4: 145,00 x 3,00 + Area 5: 433,00 x 1,00 + Area 6: 265,00 x 3,00 + Area 7: 192,00 x 3,00 + Totale: 9.007,00 mc	mc 9.007,000 x	€/mc 25,00 = €	€225.175,00
1.4.2	F.01.005.a (Prezzario Regione Puglia 2006)	Forniture di terreno vegetale idoneo per formazione di aiuole e simili, crivellato finemente, esente da ciottoli, radici e materie rocciose in genere compreso lo spargimento e la configurazione. Forniture di terreno vegetale Area 1: 1.530,00 x 1,00 + Area 2: 460,00 x 1,00 + Area 3: 222,00 x 1,00 + Area 4: 433,00 x 1,00 + Area 5: 265,00 x 1,00 + Area 6: 192,00 x 1,00 + Area 7: 192,00 x 1,00 + Area 8: 7.091,00 x 1,00 + Totale: 10.385,00 mc	mc 10.385,000 x	€/mc 23,63 = €	€245.397,55
SUBTOTALE 1.4					€ 470.572,55

TABELLA 11
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

N. Ord	Riferimento	DESCRIZIONE ED ELEMENTI DI COMPUTO	QUANTITÀ'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO
1.5		ONERI PER LA SICUREZZA			
1.5.1		Oneri per la sicurezza sulle attività 1.1-1.2-1.3-1.4 (5%)			
			corpo 1,000 x	€/corpo 69.415,21 = €	€69.415,21
SUBTOTALE 1.5					€ 69.415,21
1.6		COLLAUDO DI FONDI SCAVO E PARETI			
1.6.1	Offerte da privati	Prelievo dei campioni ed analisi dei parametri ai sensi del DLgs 152/06			
		Numero fondi scavo 30			
		Numero pareti 30	cad 60,000 x	€/cad 300,00 = €	€18.000,00
SUBTOTALE 1.6					€ 18.000,00
1.7		DIREZIONE LAVORI			
1.7.1	Indagine di mercato	Direzione lavori per 6 mesi			
			mesi 6,000 x	€/mese 10.000,00 = €	€60.000,00
SUBTOTALE 1.7					€ 60.000,00
TOTALE 1:					€1.535.719,46

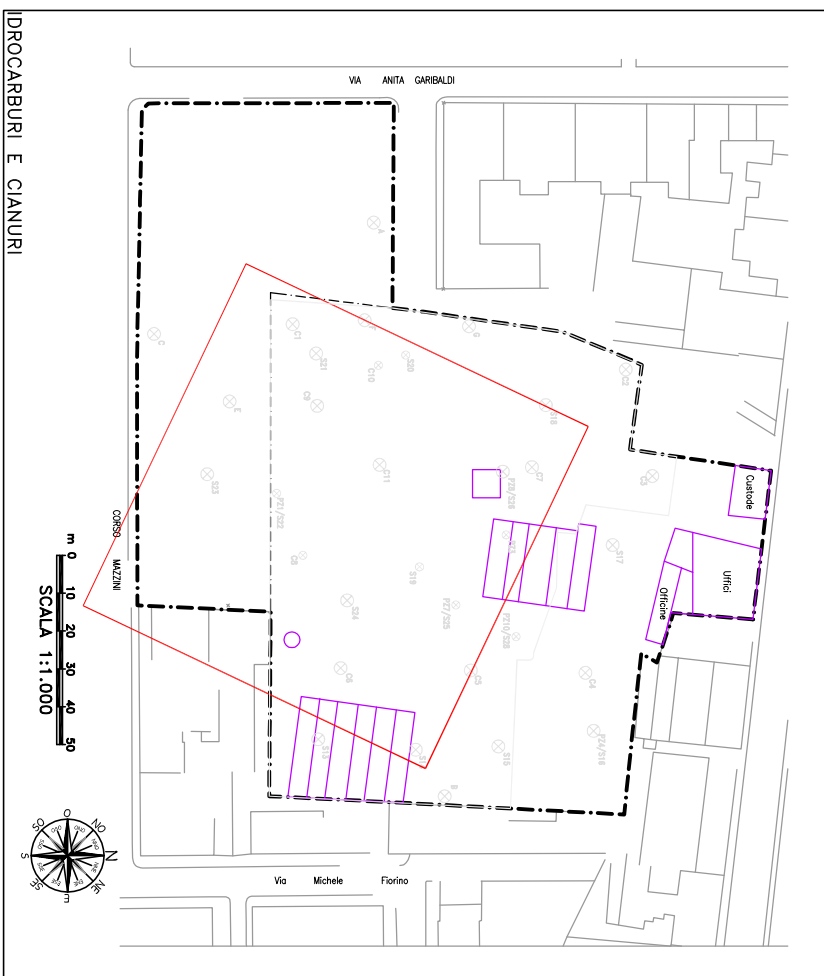
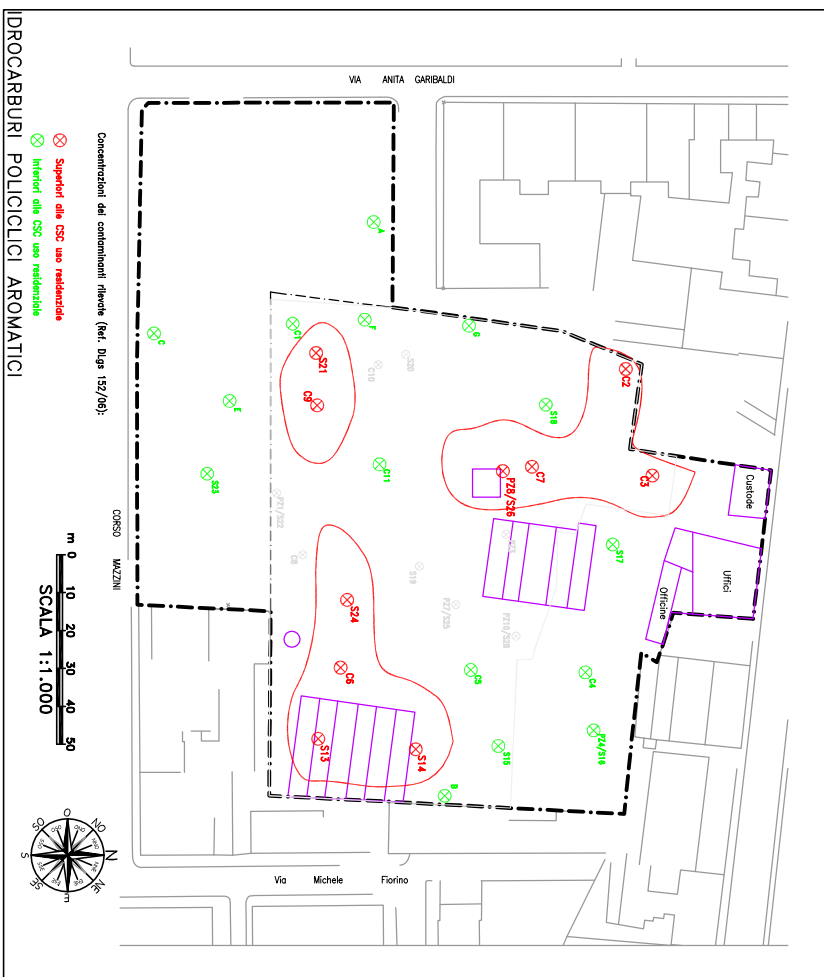
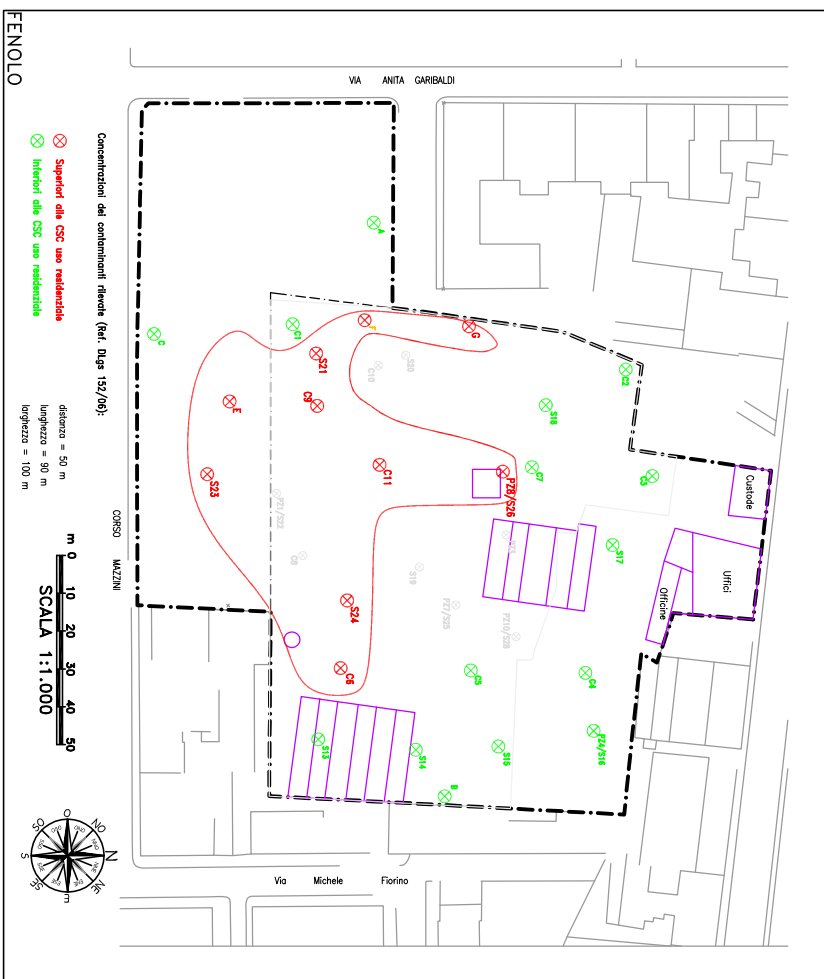
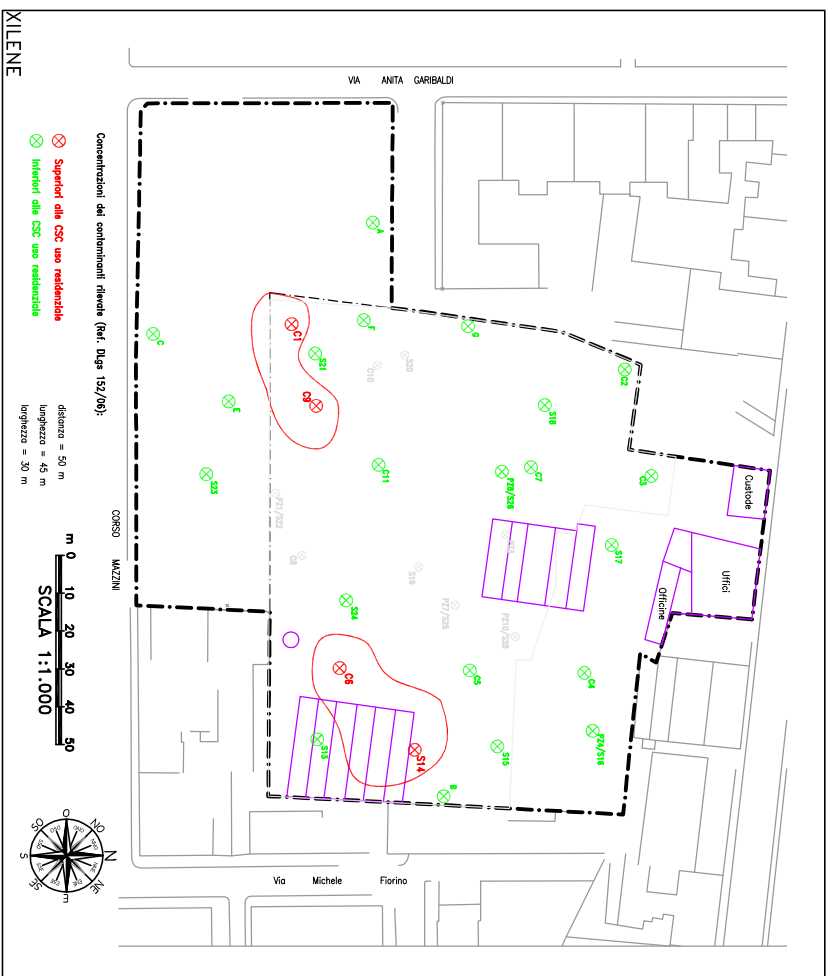
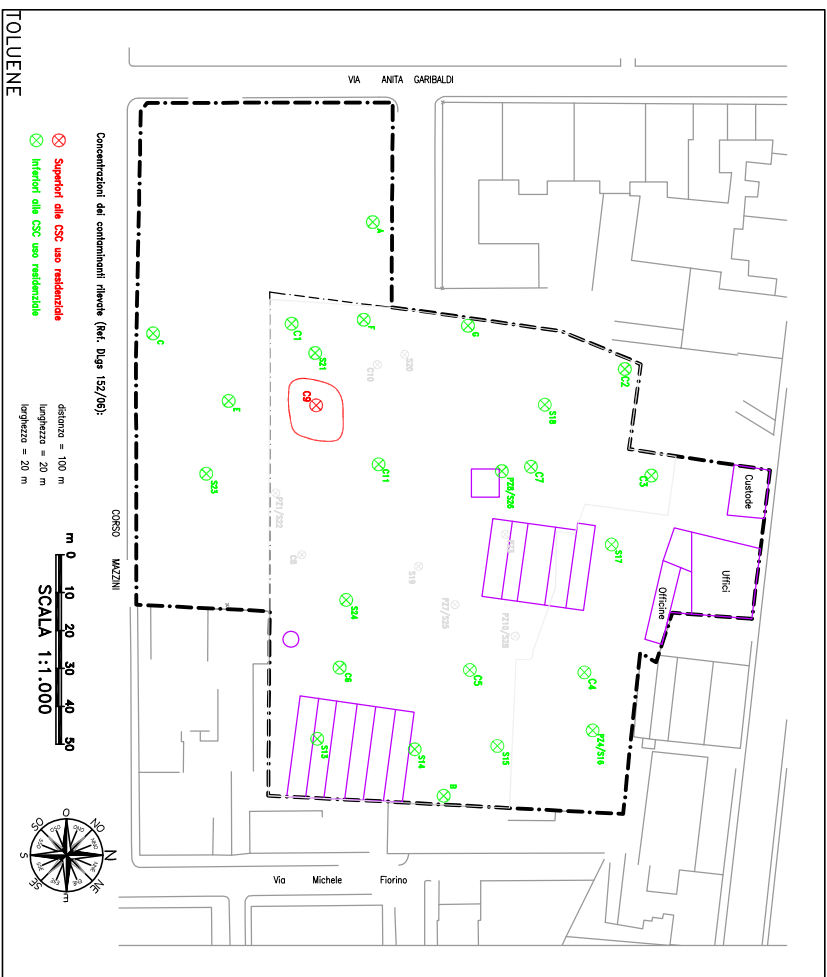
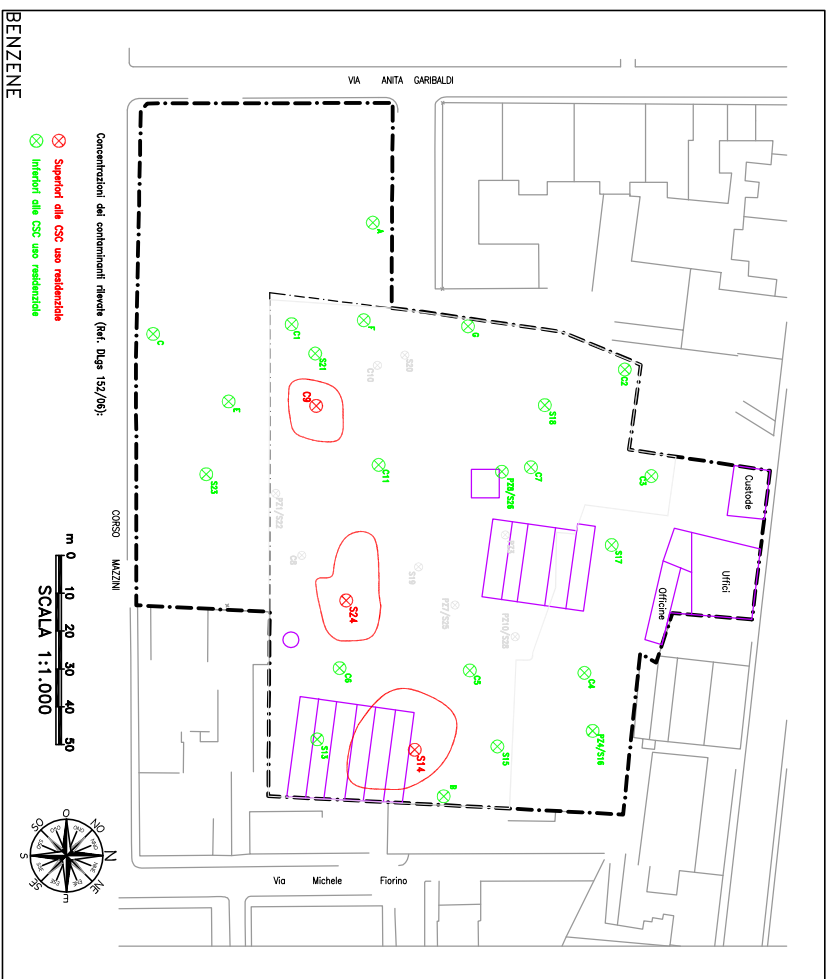
TABELLA 11
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

N. Ord	Riferimento	DESCRIZIONE ED ELEMENTI DI COMPUTO	QUANTITÀ'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO
2.1		SMALTIMENTO RIFIUTI			
2.1.1	Indagine di mercato	Macerie di costruzione demolite non pericolose CER 17.09.04 1,50 t/mc x 1.500,00 mc	t 2.250,000 x	€/t 35,00 = €	€78.750,00
2.1.2		Macerie di costruzione demolite pericolose CER 17.09.03* 1,50 t/mc x 3.500,00 mc	t 5.250,000 x	€/t 230,00 = €	€1.207.500,00
2.1.3		Rifiuti pericolosi costituiti essenzialmente da morchie e catrame CER 05.06.03* 1,25 t/mc x 1.500,00 mc	t 1.875,000 x	€/t 450,00 = €	€843.750,00
2.1.4		Terreni non contaminati non riutilizzabili in sito smaltibili in discarica per inerti CER 17.05.04 1,75 t/mc x 2.583,00 mc	t 4.520,250 x	€/t 35,00 = €	€158.208,75
2.1.5		Terreni contaminati smaltibili in discarica per rifiuti non pericolosi CER 17.05.04 1,75 t/mc x 2.000,00 mc	t 3.500,000 x	€/t 135,00 = €	€472.500,00
2.1.6		Terreni contaminati pericolosi smaltibili in discarica per rifiuti pericolosi CER 17.05.03* 1,75 t/mc x 8.500,00 mc	t 14.875,000 x	€/t 230,00 = €	€3.421.250,00
SUBTOTALE 2.1					€ 6.181.958,75
2.2		ANALISI CHIMICHE CARATTERIZZAZIONE RIFIUTO			
2.2.1	Offerte da privati	Analisi sul campione tal quale ai sensi DM 3/08/05, Tab. 3 "Limiti di accettabilità per i composti organici in discariche per rifiuti inerti"	cad 10,000 x	€/cad 100,00 = €	€1.000,00
2.2.2		Test di cessione ai sensi DM 3/08/05, Tab. 2, 5 e 6	cad 50,000 x	€/cad 350,00 = €	€17.500,00
2.2.3		Analisi sul campione (frazione <2mm) ai sensi del DLgs 152/06	cad 50,000 x	€/cad 300,00 = €	€15.000,00
SUBTOTALE 2.2					€ 33.500,00
TOTALE 2:					€ 6.215.458,75

TABELLA 11
COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

N. Ord	Riferimento	DESCRIZIONE ED ELEMENTI DI COMPUTO	QUANTITÀ'		PREZZO UNITARIO	IMPORTO
3.1		TORRI DI OSSIGENAZIONE - PROVE PILOTA				
3.1.1	Offerte da privati	Materiali - componenti di processo - perforazione nuovi pozzi	corpo	1,000	x €/corpo 20.412,50 = €	€20.412,50
3.1.2		Logistica ed installazione - ore personale - viaggio	corpo	1,000	x €/corpo 12.740,00 = €	€12.740,00
3.1.3		Manutenzione e gestione (6 mesi)	mese	6,000	x €/mese 5.878,40 = €	€35.270,40
3.1.4		Analisi microbiologiche	corpo	1,000	x €/corpo 9.998,76 = €	€9.998,76
3.1.5		Oneri per la sicurezza 5 %	corpo	1,000	x €/corpo 3.921,08 = €	€3.921,08
SUBTOTALE 3.1 € 82.342,74						
3.2		INDAGINI INTEGRATIVE SULLA FALDA				
3.2.1	Offerte da privati	Materiali e personale - perforazione nuovo pozzo di monitoraggio acque - battuta pianoaltimetrica da topografo	corpo	1,000	x €/corpo 15.000,00 = €	€15.000,00
3.2.2		Prelievo ed analisi chimiche di laboratorio (2 campagne di campionamento su tutti i pozzi interni ed esterni al Sito)	corpo	1,000	x €/corpo 30.000,00 = €	€30.000,00
3.2.3		Oneri per la sicurezza 5 %	corpo	1,000	x €/corpo 2.250,00 = €	€2.250,00
SUBTOTALE 3.2 € 47.250,00						
3.3		TORRI DI OSSIGENAZIONE - COMPLETAMENTO IMPIANTO E GESTIONE				
3.3.1	Offerte da privati	Materiali - componenti di processo - perforazione nuovi pozzi di iniezione - perforazione nuovi pozzi di monitoraggio	corpo	1,000	x €/corpo 148.017,50 = €	€148.017,50
3.3.2		Logistica ed installazione - ore personale - viaggio	corpo	1,000	x €/corpo 20.745,00 = €	€20.745,00
3.3.3		Manutenzione e gestione (8 anni)	mese	96,000	x €/mese 4.811,25 = €	€461.880,00
3.3.4		Analisi microbiologiche	corpo	1,000	x €/corpo 81.653,80 = €	€81.653,80
3.3.5		Oneri per la sicurezza 5 %	corpo	1,000	x €/corpo 35.614,82 = €	€35.614,82
SUBTOTALE 3.3 € 747.911,12						
TOTALE 3: €877.503,86						

FIGURE



LEGENDA

Concentrazioni dei contaminanti rilevate (Ref. Dlgs 152/06):

⊗ **Concentrazioni superiori alle CSC uso residenziale**

⊗ Concentrazioni inferiori alle CSC

— Limite area ipotizzata quale sorgente secondaria

0 10 20 30 40 50
m
SCALA 1:1.000



 **Golder
Associates**

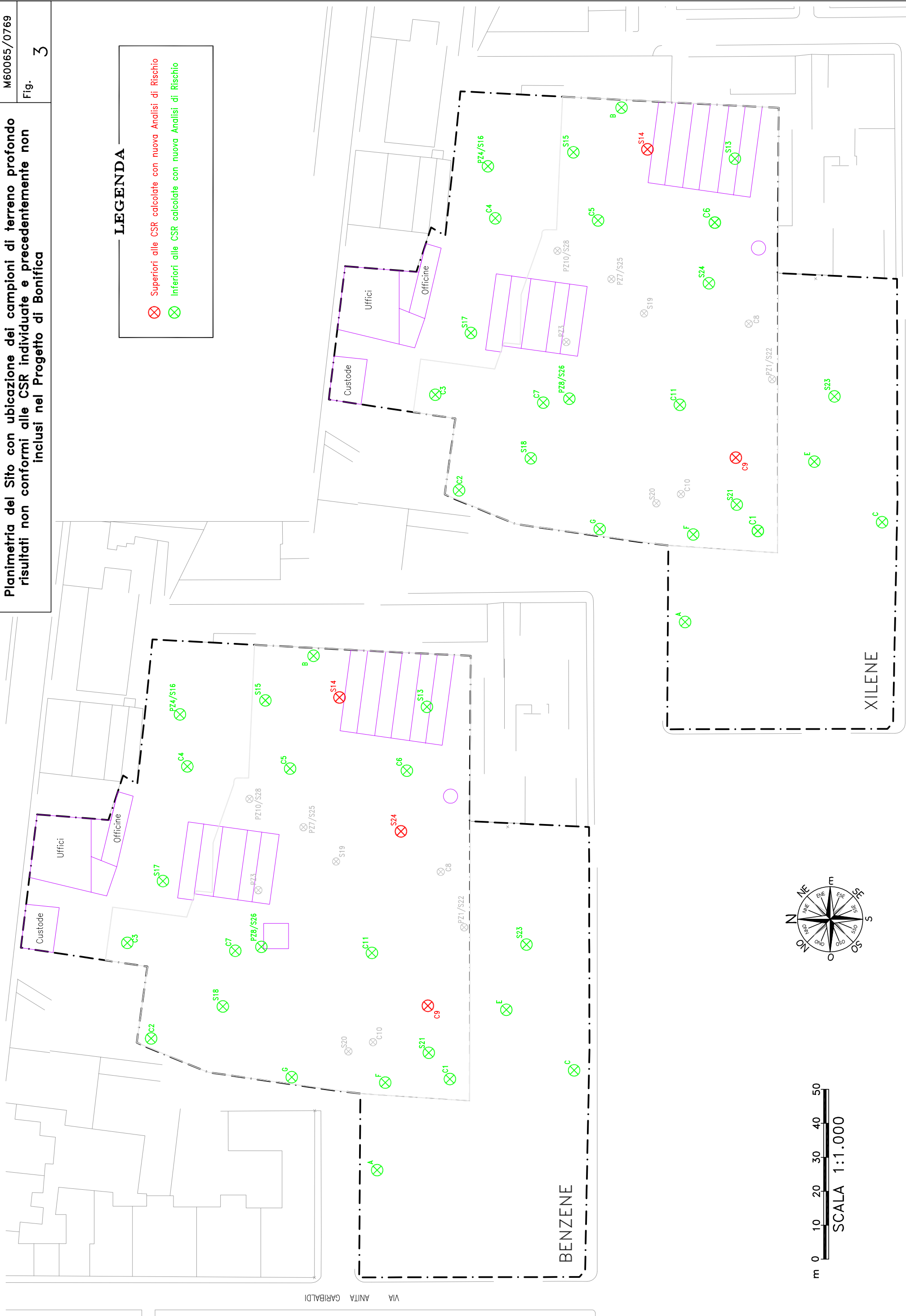
COMUNE DI BARI
AREA EX GASOMETRO
BARI

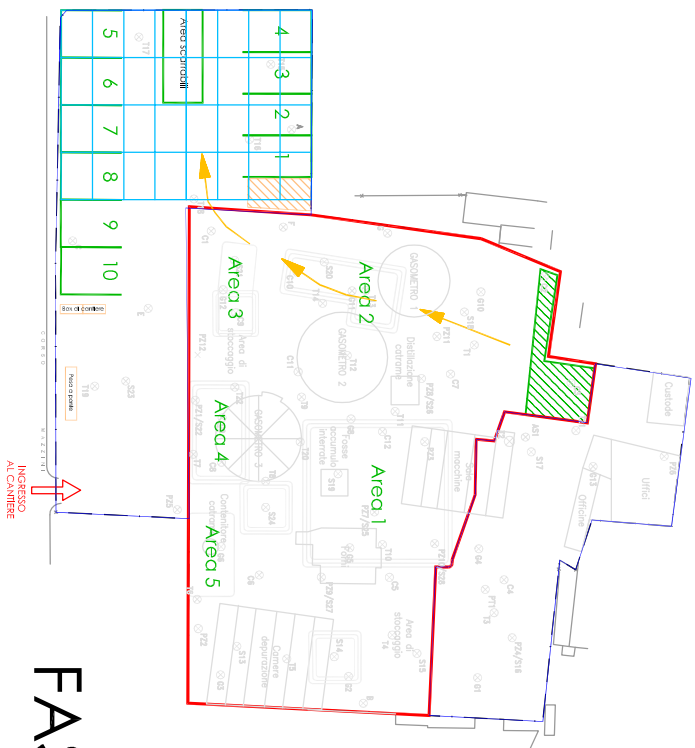
PLANIMETRIA DEL SITO CON ESTENSIONI DELLE
SORGENTI SECONDARIE ASSUNTE NELLE SIMULAZIONI
RELATIVE ALLA LISCIVIAZIONE IN FALDA E
CONFORMITÀ AI CONFINI DEL SITO

FIG. 2

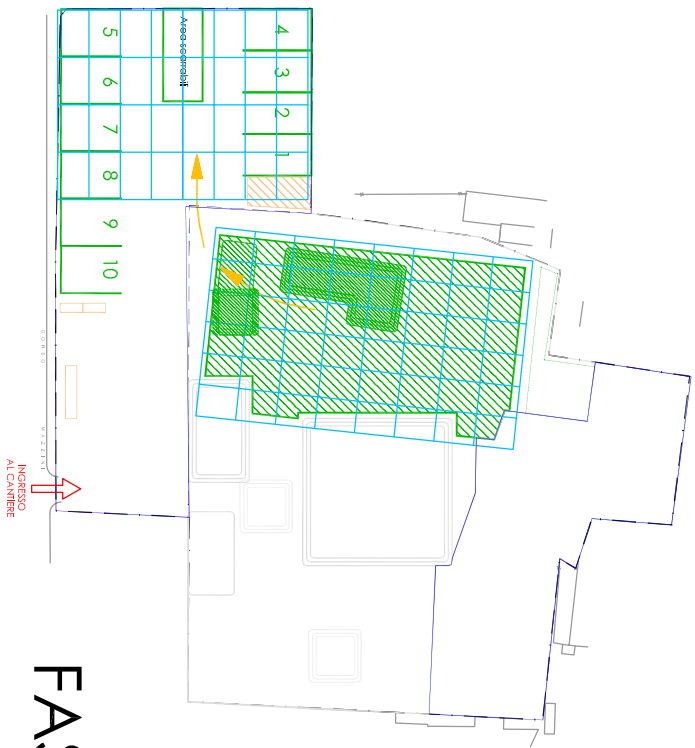
FIG. 2

THE REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED WITHOUT WRITTEN PERMISSION BY GOLDER ASSOCIATES

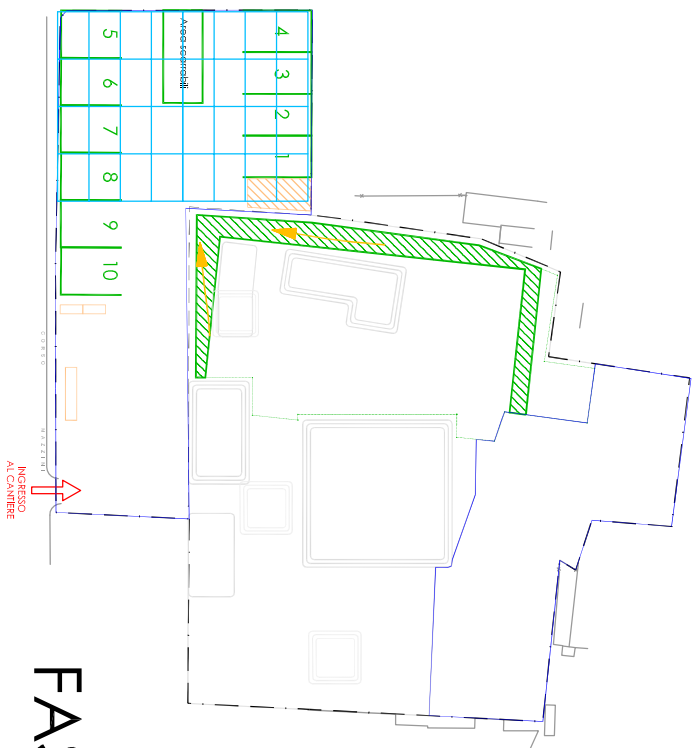




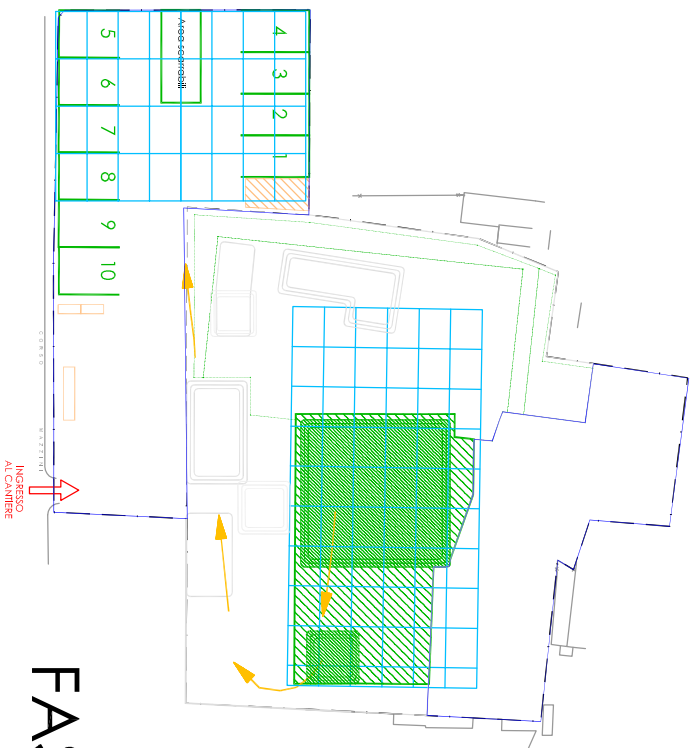
FASE 1



FASE 2



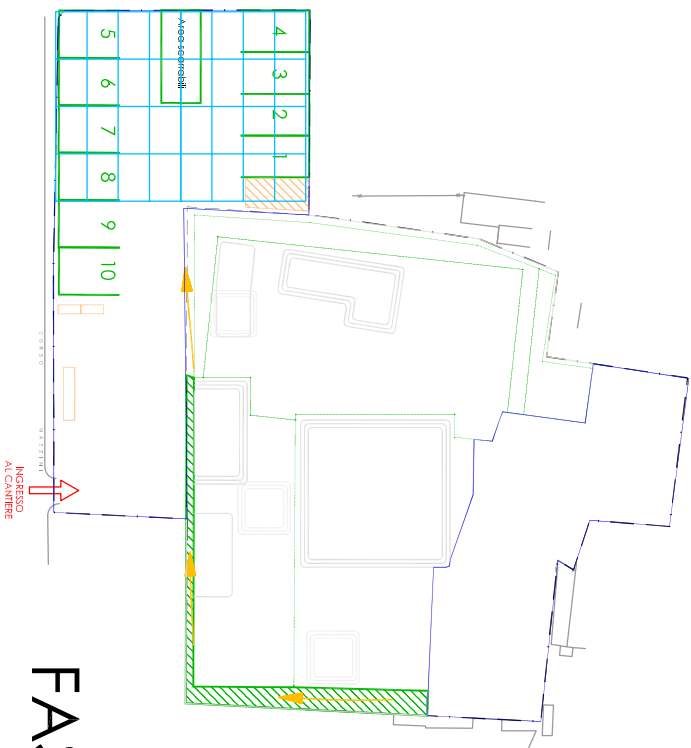
FASE 3



FASE 4



FASE 5



FASE 6

LEGENDA

- Zona di scavo fino a
-1 m dal p.c.

Zona di scavo fino a
-2 m dal p.c.

Zona di scavo fino a
-4 m dal p.c.
- 3

2

Box stoccaggio provvisorio terreni
- Limite area intervento di bonifica
- Limite area di scavo principale
- Limite area soggetta a pozzetti
esplorativi ed eventuali scavi limitati
- Porzione di muro da demolire

Zona trattamento aria

Tensostrutture

Percorso mezzi d'opera



0 10 20 30 40 50
SCALA 1:1.000



COMUNE DI BARI
AREA EX GASOMETRO
BARI

SEQUENZA DELLE FASI OPERATIVE
DELL'INTERVENTO DI SGAVO

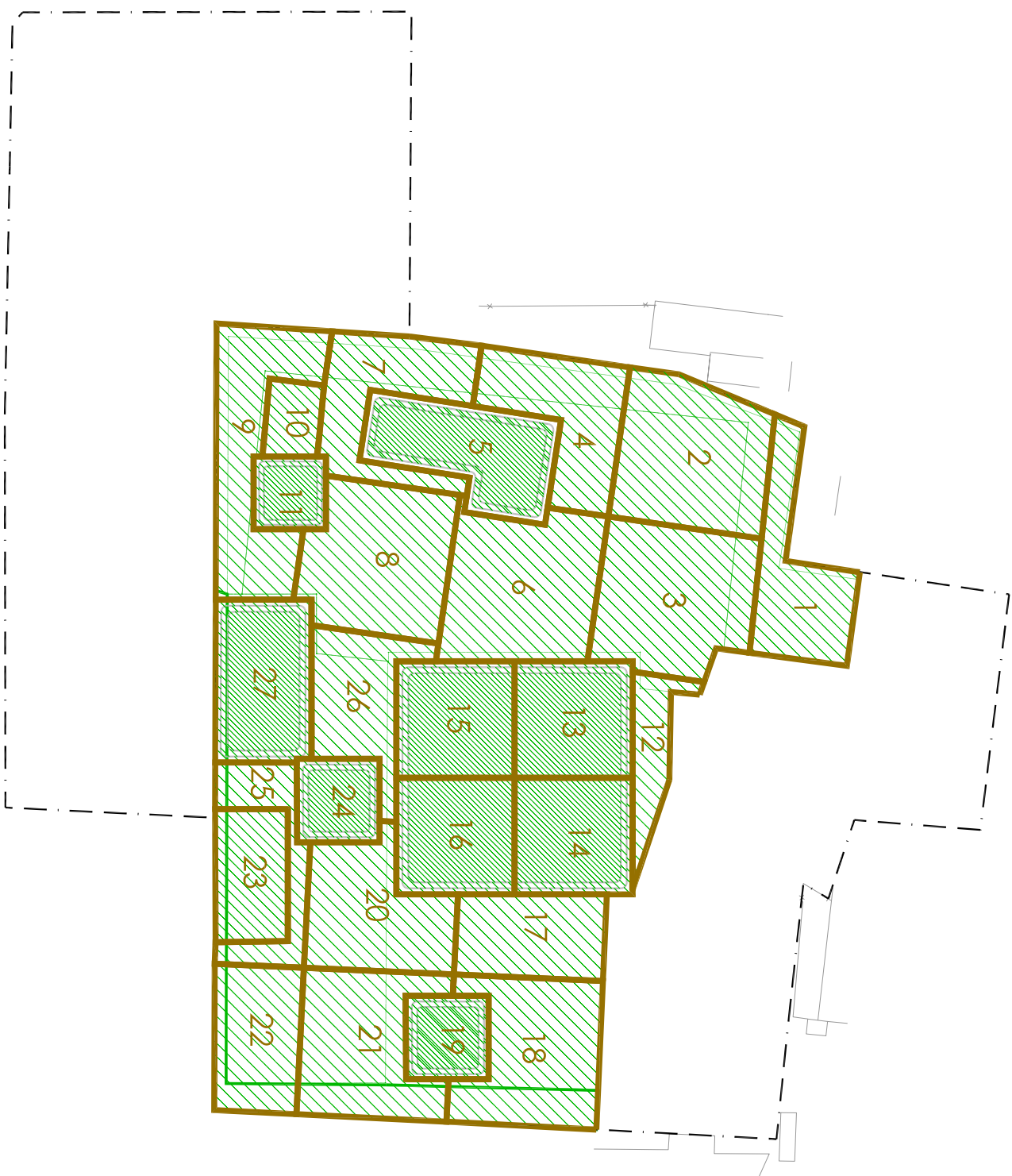
FIG. 4

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA ADEGUATA AUTORIZZAZIONE DELLA GOLDER ASSOCIATES
THE REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED WITHOUT WRITTEN PERMISSION BY GOLDER ASSOCIATES

Comune di Bari	Area Ex Gasometro
<p>Planimetria del Sito con distribuzione delle maglie per il campionamento di collaudo</p>	

Area Ex Gasometro – Bari	Rel. M60065/0769
--------------------------	---------------------

Fig. 5

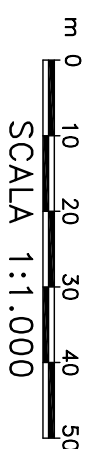
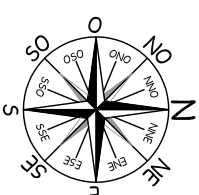
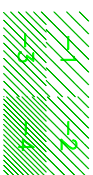


— LEGENDA

12

Subarea per il campionamento di collaudo dei terreni

Profondità previste (m da p.c.)



APPENDICE 1
Rosa dei venti stazione
Bari Idromare 1998 - 2007

APPENDICE 2

Dati sito specifici

APPENDICE 3
Tabelle O.2 e O.3 dell'Appendice O del
Manuale APAT

APPENDICE 4
Rilievi multiparametrici delle acque
sotterranee nei piezometri PZ