Committente:

italiana petroli S.p.A. (già TotalErg S.p.A.)

Direzione Rete – Gestione Tecnica HSE

Via Salaria, 1322 – 00138 Roma

ANALISI DI RISCHIO AMBIENTALE SITO SPECIFICA

ai sensi del D.Lgs. 152/06 e successive modifiche
ai sensi del D.M. n. 31/2015

Sito:

PV italiana petroli 45846 (già TotalErg NI002516)

S.S. 639 Km 29+722

CALOLZIOCORTE (LC)

PROGETTO N°:	CM2200695
DATA:	03 Febbraio 2023
RAPPORTO N°:	CM2200695/23.00

Petroltecnica S.p.A.
via Rovereta, 32
47853 Cerasolo di Coriano (RN)

tel. +39 0541.755810
fax +39 0541.755899

info@petroltecnica.it
www.petroltecnica.it

R.E.A. RN n. 199855
Cap. Soc. € 1.000.000,00 i.v.
p.iva/c.f./reg.imp. RN 01508280409

TERRA THERAPY

PROGETTO N.:	CM2200695
DATA:	03 Febbraio 2023
RAPPORTO N.:	CM2200695/23.00

Preparato da: Risk Assessor Team Petroltecnica

Revisionato da: dott. geol. Marco Di Girolamo _____
Technical Manager

Approvato da: dott. geol. Pier Francesco Capriotti _____
Project Manager

TERRA THERAPY

SOMMARIO

1 PREMESSA 2

1.1 SCOPO DEL LAVORO 2

1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 2

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E LIMITI AMMESSI PER LE SOSTANZE CONTAMINANTI 3

3 TIPOLOGIA DEL SITO, RACCOLTA E DESCRIZIONE DEI DATI ESISTENTI 5

3.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO 5

3.2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE E RISULTATI CONSEGUITI 7

3.2.1 Indagini di caratterizzazione 7

4 ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA 9

4.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA 9

4.2 SORGENTI DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE E CONTAMINANTI DI INTERESSE 11

4.2.1 Suolo superficiale 11

4.2.2 Suolo profondo insaturo 12

4.3 IDENTIFICAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI RAPPRESENTATIVE ALLA SORGENTE (CRS) 12

4.3.1 Suolo superficiale 12

4.3.2 Suolo profondo 14

4.4 PERCORSI DI ESPOSIZIONE 15

4.5 BERSAGLI DELLA CONTAMINAZIONE 16

4.6 MODELLI DI TRASPORTO 17

4.7 PARAMETRI SITO SPECIFICI 17

4.7.1 Parametri del sito 17

4.7.2 Parametri chimico-fisici e tossicologici dei contaminanti di interesse 20

4.8 CALCOLO DEL RISCHIO AMBIENTALE 21

4.9 DETERMINAZIONE DELLE CSR 22

5 CONCLUSIONI 24

FIGURE

Figura 1 - Foto area con ubicazione del sito

Figura 2 - Estratto della Carta geologica d'Italia con ubicazione del sito

Figura 3 - Planimetria del sito con ubicazione dei punti di indagine realizzati

Figura 4 - Area sorgente considerata per il suolo superficiale nell'Analisi di rischio

Figura 5 - Area sorgente considerata per il suolo profondo nell'Analisi di rischio

ALLEGATI

Allegato A - Rapporti di prova terreno con parametri sito-specifici (MADEP terreni)

Allegato B - Dati meteo

Allegato C - Schermate del software Risk-net

Allegato D - Files esecutivi del software Risk-net ver. 3.1.1 Pro

1 PREMESSA

La scrivente Petroltecnica S.p.A., su incarico della società italiana petroli S.p.A, presenta il documento "*Analisi di Rischio sito-specifica*" per il Punto Vendita (di seguito PV) italiana petroli S.p.A. 45846 (già TotalErg S.p.A. NI002516), sito nel comune di Calolziocorte (LC), ubicato presso lungo la S.S. 639 Km 29+722. (Figura 1).

1.1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente documento ha i seguenti obiettivi:

- riassumere le attività ed i risultati delle indagini di caratterizzazione condotte nel corso del tempo presso il sito in esame;
- definire il Modello Concettuale del Sito (MCS);
- definire gli obiettivi di bonifica del sito (CSR) mediante l'elaborazione dell'Analisi di rischio sito-specifica.

1.2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta la documentazione saliente di riferimento per la redazione del presente documento, inoltrata alle PP.AA. e che si dà per nota:

- Nota ARPA di Lecco prot. 110352/3.6.6. dell'8 agosto 2007;
- Relazione redatta da HPC num. 2073042-2 "Accertamento della Qualità Ambientale" del luglio 2007;
- Relazione redatta da HPC num. 2073042-1 "Indagine Ambientale" del giugno 2007;
- Notifica della TOTAL ITALIA S.p.A. Direzione Rete – Unità Ambiente prot. 2516/07/01 del 27 giugno 2007;
- Trasmissione della relazione HPC 2073042-3 "Analisi di Rischio" in data gennaio 2008.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E LIMITI AMMESSI PER LE SOSTANZE CONTAMINANTI

Per lo svolgimento delle attività oggetto del presente studio sono stati seguiti i criteri indicati nell'Allegato 2 al Titolo V del D. Lgs. 152/06, recante "*Criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati*" e dall'Allegato 1 alla parte quarta Titolo V (Criteri generali per l'analisi di rischio sanitario ambientale sito-specifica), nonché in conformità con quanto disposto dal Decreto del MATTM n.31 del 12/02/2015, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n°68 del 23 marzo 2015 "*Regolamento recante Criteri Semplificati per la caratterizzazione, messa in sicurezza e bonifica dei punti vendita carburanti*".
Ai fini della caratterizzazione del sito in oggetto, sono stati presi in considerazione i valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) nel suolo e sottosuolo riportati nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/06; in particolare sono state prese in considerazione le sostanze indicatrici relative al tipo di prodotti petroliferi commercializzati dal P.V. Tali valori limite sono stati confermati anche dal D.Lgs. 04/08, e riepilogati nelle Note del Decreto 31/2015.

Considerato che il sito in oggetto è un impianto di distribuzione carburanti, per l'individuazione delle concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e sottosuolo si è fatto riferimento ai limiti previsti per *Siti ad uso commerciale ed industriale* indicati nella Tabella 1 Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e dai limiti proposti dall'I.S.S. nei pareri n. 57058 IA/12 e n. 49759 IA.12, recepiti dal D.M. 31/15, così come riportato nella seguente Tabella 1.

Tabella 1 – Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) nel suolo e sottosuolo

N. ORD. IN D.LGS. 152/06	SOSTANZA	CSC D.LGS152/06 E D.M. 31/15 SITI AD USO COMMERCIALE E INDUSTRIALE
		mg/kg espressi come s.s.
94	Idrocarburi leggeri C≤ 12	250
95	Idrocarburi pesanti C>12	750
19	Benzene	2
20	Etilbenzene	50
21	Stirene	50
22	Toluene	50
23	Xileni	50
10	Piombo	1000
-	MtBE	250(*)
-	EtBE	250(*)
-	Piombo tetraetile	0.068(**)

Note:
(*): valore limite stabilito dal D.M. 31/15 secondo quanto proposto da ISS (Parere del 2001 n. 57058 IA/12);
(**): valore limite stabilito dal D.M. 31/15 secondo quanto proposto da ISS (Parere del 17/12/2002 n. 49759 IA.12).

Relativamente alla matrice ambientale acque sotterranee, il D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 definisce un'unica categoria; le concentrazioni soglia di contaminazione, stabilite dalla Tabella

2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del suddetto decreto e dall'Allegato 1 del D.M.31/2015, sono riportate nella seguente Tabella 2.

Tabella 2 – Concentrazioni Soglia di Contaminazione nelle acque sotterranee (D.Lgs. 152/06)

N. ORD. D.LGS. 152/06	SOSTANZA	CSC D.LGS 152/06 E D.M. 31/15 ACQUE SOTTERRANEE
		µg/l
90	Idrocarburi Totali (come n-esano)	350
24	Benzene	1
25	Etilbenzene	50
26	Stirene	25
27	Toluene	15
28	p-Xilene	10
-	MTBE	40(*)
-	ETBE	40(*)
-	Piombo Tetraetile	0,1(**)

Note:
(*): valore limite stabilito dal D.M. 31/15 secondo quanto proposto da ISS (Parere del 12/09/2006 n.45848);
(**): valore limite stabilito dal D.M. 31/15 secondo quanto proposto da ISS (Parere del 17/12/2002 n. 49759 IA.12).

3 TIPOLOGIA DEL SITO, RACCOLTA E DESCRIZIONE DEI DATI ESISTENTI

3.1 INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

Il comune di Calolziocorte, in provincia di Lecco, possiede una superficie di 9,10 km^2 e si sviluppa in sinistra idrografica dei corpi idrici del lago di Olginate e del fiume Adda, nel tratto posto immediatamente a valle della Diga di ritenuta di Olginate del Consorzio dell'Adda che costituisce la principale opera di regolazione delle acque in uscita del Lago di Como.

In particolare, il PV si colloca in corrispondenza di un'area a morfologia pianeggiante ad una quota di circa 213 m s.l.m.

I caratteri geologico-strutturali dell'area in esame si inseriscono in un quadro geodinamico regionale complesso, la cui definizione risulta in continuo approfondimento. Il comune di Calolziocorte rientra nel settore delle Alpi Meridionali, in corrispondenza della grande anticlinale denominata anche "*Flessura Marginale*", caratteristica per il suo profilo nettamente asimmetrico. Avendo, in generale, nel settore lombardo una direzione ONO – ESE, essa, in corrispondenza della zona di Lecco, mostra due evidenti e marcate deviazioni: un'ampia inflessione verso nord, che disegna una grande incurvatura con concavità verso sud ed un vistoso rovesciamento che, iniziando nei pressi di Civate (ad ovest di Lecco), ha un massimo nella dorsale del Monte Magnodeno, sulla riva orientale dell'Adda, e un progressivo raddrizzamento in direzione d'Albenza.

Per quanto concerne le formazioni geologiche affioranti nel comune di Calolziocorte, nell'area in cui ricade il PV in esame, si notano formazioni cretaciche e quaternarie, come si può vedere dalla Figura 2 nella quale è presente uno stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Nel dettaglio, il sito oggetto del presente documento è un impianto di distribuzione carburanti per autotrazione, attivo, ubicato nel Comune di Calolziocorte (LC) lungo la SS n°639 – Km 29+722.

Il PV è contraddistinto dai seguenti estremi catastali:

- Foglio n.3;
- Mappale n. 2718.

Considerato che il sito in oggetto è un impianto di distribuzione carburanti attivo, per l'individuazione delle concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e sottosuolo si è fatto riferimento ai limiti previsti per *Siti ad uso commerciale ed industriale* indicati nella Tabella 1 Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06.

I prodotti petroliferi attualmente distribuiti sono gasolio, benzina super senza piombo, stoccati in n.3 serbatoi metallici interrati, come rappresentato nella seguente Tabella 3:

Tabella 3 – Capacità e contenuto dei serbatoi interrati presenti in sito

N. SERBATOI	CAPACITÀ *(m³)*	CONTENUTO
1	12	Benzina super senza piombo
1	7	Benzina super senza piombo
1	12	Gasolio

In Figura 3 è riportata la planimetria dell'impianto di distribuzione carburanti.

Dalle indagini effettuate finora hanno permesso di ricostruire una successione stratigrafica locale assimilabile alla classe USDA SANDY LOAM.

L'idrogeologia del territorio oggetto di indagine è strettamente correlata alle caratteristiche litologiche delle formazioni presenti nella zona, alla geologia strutturale dell'area e alle giaciture degli strati. Le principali strutture idrogeologiche presenti nel territorio comunale sono legate al massiccio carbonatico affiorante nei pressi del monte Tesoro – Colle di Sogno: la parte medio-sommitale di tale complesso è, infatti, costituita da litologie con buona permeabilità, che costituiscono la zona di ricarica principale (Maiolica, Calcare di Domaro). La restante zona montuosa del territorio comunale è invece interessata da litologie poco permeabili, appartenenti alla successione rovesciata della Flessura Marginale (Flysch di Pontida, Rosso Ammonitico, Selcifero Lombardo).

Di seguito descriviamo in sintesi le varie unità idrogeologiche presenti:

- Substrato roccioso con permeabilità secondaria da media ad elevata: composto da rocce calcaree stratificate ad elevata permeabilità secondaria (per fratturazione), con locale presenza di condotti di natura carsica (Maiolica, Calcare di Domaro);
- Substrato roccioso a permeabilità variabile (valori medio-bassi): costituito principalmente da rocce di natura flyschoide, con permeabilità variabile;
- Terreni con permeabilità medio-alta, ospitanti falda permanente: costituiti dai depositi di conoide che caratterizzano il settore pianeggiante del territorio comunale;
- Terreni con permeabilità medio-alta di spessore medio ridotto, non ospitanti falda permanente: annovera tutti i depositi di versante o le alluvioni antiche terrazzate, che possiedono spessori limitati o non ospitano in modo permanente una falda;
- Terreni con permeabilità medio-bassa: fanno parte di questa classe i depositi glaciali, che ricoprono con spessori disomogenei il substrato roccioso flyschoide;
- Terreni poco permeabili o impermeabili: comprendono principalmente i depositi lacustri con granulometrie fini (limi ed argille), ubicate nel settore sud-occidentale del comune. L'evidenza principale di bassa permeabilità è data dalla locale esistenza di zone paludose con ampi ristagni, accompagnata talvolta da vegetazione palustre.

Dalle evidenze di campo nel corso delle indagini realizzate, non è stata intercettata la falda alla massima profondità indagata. Da dati bibliografici il livello statico della falda si imposta alla quota piezometrica di circa 196, 5 m s.l.m., mentre per quanto riguarda la direzione di deflusso, si rileva una direzione prevalente lungo l'asse NE-SW.

3.2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE E RISULTATI CONSEGUITI

Nel presente paragrafo si sintetizzano i risultati relativi alle attività di caratterizzazione eseguite ad oggi sul P.V., grazie alle quali è stato possibile stabilire lo stato di qualità di suolo, sottosuolo ed acque sotterranee e delineare quindi il modello concettuale del sito.

3.2.1 Indagini di caratterizzazione

La prima campagna di indagine è stata condotta nel periodo giugno-luglio 2007 e ha previsto la realizzazione di n. 6 sondaggi geognostici (S1÷S6) spinti fino alla profondità di 7 m da p.c.

Per ciascuno dei sondaggi realizzati, sono stati prelevati dei campioni di terreno inviati a laboratorio chimico certificato dove sono stati sottoposti alla ricerca dei seguenti parametri:

- Idrocarburi leggeri (C≤12) e Idrocarburi pesanti (C>12);
- Idrocarburi aromatici (Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni e Stirene);
- Piombo;
- MtBE.

Il dettaglio delle attività svolte è riportato nel documento Relazione HPC 2073042-2 "*Accertamento della Qualità Ambientale*" del luglio 2007, trasmessi alle PP.AA. e che si danno per noti.

Nelle Tabelle 4 e 5 sono riepilogati rispettivamente il dettaglio tecnico dei punti di indagine realizzati ed i risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati nelle fasi di indagine (indagini di caratterizzazione di giugno-luglio 2007)

L'ubicazione dei punti di indagine realizzati è indicata nella Figura 3.

Tabella 4 – Punti di indagine realizzati (giugno-luglio 2007)

N. SERBATOI	Sondaggio	Profondità perforazione
Indagine giugno-luglio 2007	**S1**	7 m
	S2	7 m
	S3	7 m
	S4	7 m
	S5	7 m
	S6	7 m

Tabella 5 – Risultati analitici relativi ai campioni di terreno giugno-luglio 2007

DENOMINAZIONE CAMPIONE (profondità m da p.c.)	BENZENE	ETILBENZENE	STIRENE	TOLUENE	XILENI	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IDROCARBURI PESANTI C>12	PIOMBO	MTBE
	(mg/kg s.s.)								
S1 (A) 0-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	265	3,7	<0,1
S1 (B) 2-3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	17	26,0	<0,1
S1 (C) 3,5-4	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02	<0,01	4,0	**1029**	7,7	<0,2
S1 (D) 5-6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<5	2,4	<0,1
S2 (A) 0-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	**1007**	10,8	<0,1

DENOMINAZIONE CAMPIONE (profondità m da p.c.)	BENZENE	ETILBENZENE	STIRENE	TOLUENE	XILENI	IDROCARBURI LEGGERI C≤12	IDROCARBURI PESANTI C>12	PIOMBO	MTBE
	(mg/kg s.s.)								
S2 (B) 3,5-4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	143	48,2	<0,1
S2 (C) 4,5-5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<5	5,3	<0,1
S3 (A) 0-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	29,9	<0,1
S3 (B) 3-4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	19,3	<0,1
S3 (C) 5,5-6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	32	6,8	<0,1
S3 (D) 6,8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	2,3	<0,1
S4 (A) 0-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	478	10,7	<0,1
S4 (B) 3,3-3,8	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	5,7	<0,1
S4 (C) 5,5-6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	2,96	<0,1
S5 (A) 0-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	11,4	<0,1
S5 (B) 3-4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	16,1	<0,1
S5 (C) 5,5-6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	5,5	<0,1
S6 (A) 0-1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	80	15,3	<0,1
S6 (B) 3-4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	7,8	<0,1
S6 (C) 5,5-6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,01	<2	<6	4,3	<0,1
CSC D.Lgs.152/06 col. B - Siti ad uso Commerciale e Industriale	**2**	**50**	**50**	**50**	**50**	**250**	**750**	**1000**	**250**

Il confronto tra i risultati delle analisi chimiche condotte sui campioni di terreno prelevati e le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) previste dal D.Lgs. 152/06 per *Siti ad uso commerciale e industriale*, evidenzia la conformità del terreno insaturo in corrispondenza di tutti i punti prelevati ad esclusione dei campioni S1 (C) ed S2(A) che presentano superamenti per il solo parametro idrocarburi pesanti C>12.

4 ANALISI DI RISCHIO SITO-SPECIFICA

Nel presente Capitolo viene riportata l'elaborazione dell'Analisi di rischio sito specifica per il sito in oggetto, predisposta sulla base degli esiti analitici delle indagini ambientali eseguite e descritte nei precedenti Capitoli, ed elaborata secondo quanto previsto dalla normativa vigente.
Lo scopo dell'Analisi di rischio è quello di calcolare, ai sensi dell'Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) sulla base dei dati raccolti durante le indagini svolte in sito, al fine di valutare la necessità di implementare eventuali interventi di messa in sicurezza e/o bonifica del sito. Le CSR suddette saranno calcolate tenendo conto delle indicazioni fornite dal D.Lgs. 04/08 che corregge ed integra il D.Lgs. 152/06 in relazione ai criteri per l'applicazione della procedura di Analisi di rischio, e del D.M. 31/2015 specificatamente riferito ai Punti vendita carburante.

4.1 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO SITO SPECIFICA

Sulla base dei dati raccolti durante le indagini svolte in sito, nel presente documento è stata condotta un'Analisi di rischio sito-specifica, con la finalità di verificare se nel sito di interesse emergano delle situazioni di contaminazione tali da necessitare la messa in opera di interventi di bonifica.

L'Analisi di rischio è stata condotta ai sensi dell'Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, modificato dall'art. 2, comma 43 del D.Lgs. 04/08.

Il D.Lgs. 152/06 definisce come "sito potenzialmente contaminato" (art. 240 comma d):
"*un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC)*".

Pertanto, sono state innanzitutto confrontate le concentrazioni delle sostanze riscontrate nei terreni presenti nel sito con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) proposte dal D.Lgs. 152/06 per i suoli ad uso commerciale e industriale. Si ricorda che durante le indagini eseguite in sito non sono mai state intercettate le acque di falda, quindi non si hanno informazioni riguardo il loro stato qualitativo.

Il superamento dei valori di CSC fornisce una mappatura delle aree potenzialmente contaminate nelle matrici ambientali del sito.

Successivamente, limitatamente alle sostanze eccedenti le CSC, è stata eseguita un'Analisi di rischio ai sensi del D.Lgs. 152/06 e del D.Lgs. 04/08, al fine di calcolare le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) sito-specifiche con cui confrontare i dati reali.

Il D.Lgs. 152/06 infatti definisce come "sito contaminato" (art. 240 comma e):

"*un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla quarta parte del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati*".

Scopo della presente Analisi di rischio è quindi quello di definire per ciascun contaminante di interesse un valore di Concentrazione Soglia di Rischio (CSR), al fine di identificare, se presenti, aree nelle quali tali concentrazioni risultano superate e quindi necessitano l'implementazione di interventi atti a minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente in sito.

Nell'elaborazione dell'Analisi di rischio sono state seguite le indicazioni contenute nei seguenti documenti:

- "*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – rev. 2*" (APAT, Marzo 2008);
- "*Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del DLgs 152/06*" (APAT, Giugno 2008);
- "*Appendice V – Applicazione dell'analisi di rischio ai punti vendita carburante*" (ISPRA, Giugno 2009);
- "*Linee guida per l'applicazione dell'analisi di rischio sito-specifica*" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Novembre 2014) e suo Errata corrige prot. 002277/STA del 19/02/2015;
- "*Banca dati ISS-INAIL Documento di supporto*" (Istituto Superiore di Sanità – Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro, Marzo 2018).

L'Analisi di rischio è stata elaborata utilizzando il seguente approccio, descritto nel dettaglio nei prossimi paragrafi:

1. definizione delle sorgenti di potenziale contaminazione, dei percorsi di esposizione attivi e dei bersagli;
2. identificazione dei parametri sito-specifici;
3. calcolo dei rischi in modalità diretta;
4. determinazione delle CSR.

Per le diverse fasi di applicazione della procedura di valutazione del rischio, sono stati utilizzati i parametri geologici, idrogeologici ed ambientali ricavati dalle informazioni raccolte durante le attività di caratterizzazione del sito e/o successive indagini ambientali integrative.
Nel caso in cui non sia stato possibile ricavare misure dirette dei parametri necessari all'elaborazione, sono stati utilizzati dei valori di letteratura rappresentativi di situazioni analoghe.

L'Analisi di rischio è stata condotta utilizzando il software Risk-net ver. 3.1.1 Pro (Settembre 2019), sviluppato nell'ambito della rete RECONnet (Rete Nazionale sulla gestione e la Bonifica dei Siti Contaminati) su iniziativa del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma "Tor Vergata". La metodologia sviluppata nel software è conforme a quanto richiesto dalla

normativa vigente ed applica i principi e i metodi riconosciuti sia a livello nazionale che a livello internazionale, in particolare la procedura RBCA (*Risk Based Corrective Actions*) standardizzata dall'ASTM (*American Society for Testing and Materials*) nei documenti guida E1739-95 e PS104-98.

Nel presente documento è stato elaborato un Livello 2 di analisi di tipo diretto ed inverso, attraverso il calcolo dei rischi associati alla potenziale contaminazione rilevata in sito e la conseguente determinazione delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR) sito specifiche.

4.2 SORGENTI DI POTENZIALE CONTAMINAZIONE E CONTAMINANTI DI INTERESSE

Al fine di determinare con precisione i contaminanti di interesse per l'Analisi di rischio, sono stati confrontati i valori di concentrazione di ciascun contaminante, desunti dalle indagini svolte sui terreni, con le CSC riportate dall'Allegato 5 al Titolo V, parte quarta, Tabella 1 "*Concentrazioni soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare*", colonna B per i siti ad uso Commerciale e Industriale.
In particolare, si fa riferimento alle campagne di indagine eseguite in sito (Figura 3) descritte nei documenti riepilogati al paragrafo 1.2 e nel precedente Capitolo 3.

L'analisi dei dati raccolti ha permesso di identificare la presenza di una potenziale contaminazione di tipo secondario, dovuta alla presenza di composti idrocarburici nel terreno insaturo, sia superficiale, sia profondo. I contaminanti riscontrati nel sottosuolo del sito in esame sono quelli contenuti tipicamente nei prodotti petroliferi per autotrazione (benzine e gasoli).

4.2.1 Suolo superficiale

Dal confronto dei dati di indagine del sito con i valori di CSC del D.Lgs. 152/06 per i suoli ad uso commerciale e industriale sono state rilevate concentrazioni di Idrocarburi pesanti in eccedenza alle CSC presso n.1 campione prelevato durante le attività di indagine eseguite nel mese di giugno 2007. Un riassunto delle eccedenze ai limiti di riferimento è riportato nella seguente Tabella.

Tabella 6 – Eccedenze rispetto alle CSC rilevate nel suolo superficiale

Sondaggio	**Profondità**	**Data**	**Idrocarburi pesanti C>12**
	m		*mg/kg*
S2(A)	0-1	14/06/2007	**1007**
CSC Col. B D.Lgs.152/06 e D.M. 31/2015			**750**

Utilizzando la procedura prevista da ISPRA nell'Appendice V per l'applicazione dell'Analisi di

rischio ai punti vendita carburante è stato possibile suddividere il sito in poligoni di influenza (poligoni di Thiessen), basati sulla griglia di campionamento eseguita in fase di indagine del sito stesso, considerando solo i punti con campioni prelevati nel terreno superficiale insaturo.
La sorgente di potenziale contaminazione è stata identificata considerando il poligono del campione S2(A).
In Figura 4 è riportata l'Area sorgente di potenziale contaminazione considerata in relazione alla matrice terreno superficiale insaturo.

4.2.2 Suolo profondo insaturo

Dal confronto dei dati di indagine del sito con i valori di CSC del D.Lgs. 152/06 per i suoli ad uso commerciale e industriale sono state rilevate concentrazioni Idrocarburi pesanti in eccedenza alle CSC presso n.1 campione prelevato durante le attività di indagine eseguite nel mese di giugno 2007. Un riassunto delle eccedenze ai limiti di riferimento è riportato nella seguente Tabella.

Tabella 7 – Eccedenze rispetto alle CSC rilevate nel suolo profondo

Sondaggio	**Profondità**	**Data**	**Idrocarburi pesanti C>12**
	m		*mg/kg*
S1(C)	3,5-4	14/06/2007	**1029**
CSC Col. B D.Lgs.152/06 e D.M. 31/2015			**750**

Utilizzando la procedura prevista da ISPRA nell'Appendice V per l'applicazione dell'Analisi di rischio ai punti vendita carburante è stato possibile suddividere il sito in poligoni di influenza (poligoni di Thiessen), basati sulla griglia di campionamento eseguita in fase di indagine del sito stesso, considerando solo i punti con campioni prelevati nel suolo profondo insaturo.
La sorgente di potenziale contaminazione è stata identificata considerando i poligoni del campione S1(C).

In Figura 5 è riportata l'Area sorgente di potenziale contaminazione considerata in relazione alla matrice terreno profondo insaturo.

4.3 IDENTIFICAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI RAPPRESENTATIVE ALLA SORGENTE (CRS)

4.3.1 Suolo superficiale

Per quanto riguarda l'Area sorgente identificata sul suolo superficiale, sono state considerate quali CRS le concentrazioni di C>12 rilevate in eccedenza alla CSC presso l'unici campione potenzialmente contaminato in tale matrice (S2(A) (0-1)) (RdP riportato in Allegato A).

<u>Speciazioni idrocarburiche – Suolo superficiale</u>
Per quanto riguarda la sorgente SS nella matrice suolo insaturo superficiale, non essendo

disponibile alcuna analisi di speciazione MADEP dei prelevati nel primo metro di suolo, nella presente Analisi di Rischio è stata utilizzata quella del campione profondo S1(C) (3,5-4 m da p.c.), il cui Rapporto di Prova è riportato in Allegato A, attribuendo la concentrazione degli alifatici C16-C35 alla classe alifatici C16-C21. In particolare, si precisa che è stato utilizzato tale approccio in quanto potenziale contaminazione nel suolo superficiale e nel suolo profondo insaturo sono limitrofe ed è quindi plausibile pensare che siano appartenenti allo stesso evento di contaminazione.

Nella seguente Tabella sono riportati i contaminanti di interesse per il suolo profondo con i valori rappresentativi delle concentrazioni considerati nella presente Analisi di rischio.

Tabella 8 – Contaminanti di interesse e CRS identificate nel suolo superficiale

Contaminanti	CRS SS		
	%	*mg/kg*	*Punto*
Alifatici C12-C16	19,534%	196,70	S1(C)
Alifatici C16-C35	45,675%	459,95	S1(C)
Aromatici C12-C16	6,803%	68,50	S1(C)
Aromatici C16-C21	17,687%	178,10	S1(C)
Aromatici C21-C35	10,301%	103,73	S1(C)

Calcolo delle Concentrazioni di saturazione (Csat)

È stato quindi effettuato, come previsto dal manuale APAT, il confronto tra le CRS identificate nei terreni superficiali insaturi del sito con le concentrazioni di saturazione (C_{sat}). Le concentrazioni di saturazione per ciascun contaminante di interesse possono essere calcolate con la seguente formula:

$$C_{sat} = \left(\frac{\theta_w}{\rho} + \frac{H\,\theta_A}{\rho} + k_{OC} \cdot f_{OC} \right) \cdot S$$

Dove:
ρ: densità secca del suolo (adim.)
θ_w: contenuto di acqua del suolo insaturo (adim.)
θ_a: contenuto di aria del suolo insaturo (adim.)
Foc: frazione di carbonio organico del suolo insaturo (adim.)
H: costante di Henry (adim.)
Koc: coefficiente di partizione carbonio-acqua (l/kg)
S: solubilità (mg/l)

I valori di ρ, θ_w, θ_a e foc utilizzati sono descritti nel paragrafo 5.7.2, e derivano dalle caratteristiche del sito oggetto della valutazione. I valori di H, Koc e S sono invece specifici per ciascun contaminante.

Nella seguente tabella sono riportati i contaminanti di interesse per i terreni superficiali insaturi con i valori rappresentativi delle concentrazioni utilizzate nell'elaborazione della presente Analisi di rischio, posti a confronto con i valori di Csat calcolati.

Tabella 9 – Confronto tra CRS identificate nei terreni superficiali insaturi del sito e le concentrazioni di saturazione calcolate

Contaminanti	CRS	Csat
	mg/kg	*mg/kg*
SS		
Alifatici C >12-16	1.97e+2	1.76e+0
Alifatici C >16-21	4.60e+2	5.97e+0
Aromatici C >12-16	6.85e+1	5.88e+2
Aromatici C >16-21	1.78e+2	8.85e+1
Aromatici C >21-35	1.04e+2	3.65e+1

La tabella precedente evidenzia che le CRS per il parametro "Idrocarburi pesanti C>12" sono superiori alla concentrazione di saturazione calcolata tranne per la classe Aromatici C>12-16.

4.3.2 Suolo profondo

Per quanto riguarda l'Area sorgente identificata sul suolo profondo, sono state considerate quali CRS le concentrazioni di C>12 rilevate in eccedenza alla CSC presso l'unico campione potenzialmente contaminato in tale matrice (S1(C) profondità 3,5-4 m da p.c.), il cui Rapporto di Prova è riportato in Allegato A.

Speciazioni idrocarburiche – Suolo profondo

Per quanto riguarda la sorgente SP nella matrice suolo insaturo profondo, al fine di ricavare la composizione caratteristica della miscela idrocarburica presente nel terreno è stata condotta l'analisi di speciazione degli idrocarburi C>12 sul campione di terreno risultato contaminato (campione S1(C)).

Nella seguente tabella sono riportati i contaminanti di interesse per il suolo profondo con i valori rappresentativi delle concentrazioni considerati nella presente Analisi di rischio.

Tabella 10 – Contaminanti di interesse e CRS identificate nel suolo superficiale

Contaminanti	CRS SP		
	%	*mg/kg*	*Punto*
Alifatici C12-C16	19,534%	201	S1(C)
Alifatici C16-C35	45,675%	470	S1(C)
Aromatici C12-C16	6,803%	70	S1(C)
Aromatici C16-C21	17,687%	182	S1(C)
Aromatici C21-C35	10,301%	106	S1(C)

Calcolo delle Concentrazioni di saturazione (Csat)

È stato quindi effettuato, come previsto dal manuale APAT, il confronto tra le CRS identificate nei terreni profondi insaturi del sito con le concentrazioni di saturazione (C_{sat}). Le concentrazioni di saturazione per ciascun contaminante di interesse possono essere calcolate con la seguente formula:

$$C_{sat} = \left(\frac{\theta_w}{\rho} + \frac{H\,\theta_A}{\rho} + k_{OC} \cdot f_{OC} \right) \cdot S$$

Dove:
ρ: densità secca del suolo (adim.)
θ_w: contenuto di acqua del suolo insaturo (adim.)
θ_a: contenuto di aria del suolo insaturo (adim.)
Foc: frazione di carbonio organico del suolo insaturo (adim.)
H: costante di Henry (adim.)
Koc: coefficiente di partizione carbonio-acqua (l/kg)
S: solubilità (mg/l)

I valori di ρ, θ_w, θ_a e foc utilizzati sono descritti nel paragrafo 5.7.2, e derivano dalle caratteristiche del sito oggetto della valutazione. I valori di H, Koc e S sono invece specifici per ciascun contaminante.

Nella seguente tabella sono riportati i contaminanti di interesse per i terreni profondi insaturi con i valori rappresentativi delle concentrazioni utilizzate nell'elaborazione della presente Analisi di rischio, posti a confronto con i valori di Csat calcolati.

Tabella 11 – Confronto tra CRS identificate nei terreni profondi insaturi del sito e le concentrazioni di saturazione calcolate

Contaminanti	CRS	Csat
	mg/kg	*mg/kg*
SS		
Alifatici C >12-16	2.01e+2	1.76e+0
Alifatici C >16-21	4.70e+2	5.97e+0
Aromatici C >12-16	7.00e+1	5.88e+2
Aromatici C >16-21	1.82e+2	8.85e+1
Aromatici C >21-35	1.06e+2	3.65e+1

La tabella precedente evidenzia che le CRS per il parametro "Idrocarburi pesanti >12" sono superiori alla concentrazione di saturazione calcolata tranne per i Aromatici C >12-15.

4.4 PERCORSI DI ESPOSIZIONE

In funzione della tipologia di contaminazione rilevata in sito sono stati considerati potenzialmente attivi i seguenti percorsi di esposizione validi per entrambe le sorgenti riconosciute rispettivamente nel suolo superficiale (SS) e nel suolo profondo (SP) insaturo:

- Lisciviazione in falda;

In mancanza di informazioni sulla falda acquifera soggiacente il sito, si è ipotizzato cautelativamente un POC on-site, ossia ubicato sulla verticale della sorgente di potenziale contaminazione, ad una distanza di 0 m.

In conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (comma 43, art. 2, Titolo V del D.Lgs. 04/08), il POC per le acque sotterranee è definito come "*il punto a valle idrogeologico della*

sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale […] del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali […]. Pertanto, in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica", presso il quale deve essere garantito il rispetto in falda delle CSC per le acque sotterranee.

Si evidenzia che la modellazione eseguita tramite software porta generalmente ad una sovrastima delle concentrazioni attese nelle acque sotterranee. Ciò si verifica a causa delle assunzioni utilizzate dalle equazioni di calcolo, di cui le principali sono:

- stato stazionario ($t \rightarrow \infty$);
- emissione continua di contaminante (ovvero sorgente che non si esaurisce nel tempo);
- mezzo isotropo e omogeneo;
- assenza di biodegradazione (in mancanza di dati sito-specifici).

La stessa ISPRA nell'Appendice V (2009) dei "*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*" (2008), rileva che "*la valutazione del percorso di lisciviazione suolo-acque sotterranee tramite i modelli analitici previsti all'interno dell'analisi di rischio può portare in alcuni casi a sovrastimare gli apporti potenziali di inquinanti dal suolo contaminato (superficiale o profondo) alle acque sotterranee*".

Inoltre, si precisa che, avendo riscontrato solo superamenti di C>12 per i comparti suolo superficiale e profondo insaturo e che tali parametri, secondo le caratteristiche tossicologiche riportate nella banca dati ISS-INAIL aggiornata a Marzo 2018, sono definiti come composti non volatili, i percorsi di esposizione relativi all'inalazione vapori non sono stati considerati attivi.

Per quanto riguarda i percorsi diretti di ingestione e contatto dermico di suolo superficiale contaminato e i percorsi di inalazione polveri, si precisa che non sono stati considerati attivi in quanto il sito risulta completamente asfaltato.

4.5 BERSAGLI DELLA CONTAMINAZIONE

Per quanto riguarda il recettore risorsa idrica sotterranea esterna al sito, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente (comma 43, art. 2, Titolo V del D.Lgs. 04/08), è necessario che venga identificato il punto di conformità (POC) per le acque sotterranee (definito come "*il punto a valle idrogeologico della sorgente al quale deve essere garantito il ripristino dello stato originale […] del corpo idrico sotterraneo, onde consentire tutti i suoi usi potenziali […]. Pertanto, in attuazione del principio generale di precauzione, il punto di conformità deve essere di norma fissato non oltre i confini del sito contaminato oggetto di bonifica*") presso il quale deve essere garantito il rispetto in falda delle CSC per le acque sotterranee.

Nel sito in oggetto, il punto di conformità è stato fissato lungo la verticale della sorgente

(POC=0). Come recettore della contaminazione è stata identificata la risorsa idrica sotterranea.

4.6 MODELLI DI TRASPORTO

Le equazioni ed i criteri di calcolo utilizzati dal software Risk-net sono desunti interamente dalle linee guida APAT-ISPRA (2008), le quali ricalcano i modelli previsti a livello internazionale in materia di Analisi di rischio (procedura RBCA ASTM).

Il software prevede inoltre la possibilità di definire alcune opzioni di calcolo integrative; si specifica che nella presente Analisi di rischio per tutte le opzioni di calcolo si è scelto di mantenere quelle suggerite dal software come "default".

4.7 PARAMETRI SITO SPECIFICI

Come evidenziato in precedenza, per le diverse fasi di applicazione della procedura di valutazione del rischio, sono stati utilizzati i parametri geologici, idrogeologici ed ambientali ricavati dalle informazioni raccolte durante le attività di indagine del sito.
Nel caso in cui non sia stato possibile ricavare misure dirette dei parametri richiesti da Risk-net, come richiesto dalle linee guida APAT, sono stati utilizzati dati derivanti da bibliografia, provenienti da fonti accreditate o, qualora non disponibili, da criteri di stima indiretta riportati nel manuale "*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – rev. 2*" redatto da APAT; in ogni modo sono state fatte assunzioni di tipo conservativo, ossia tali da produrre una stima del rischio maggiore di quella che dovrebbe essere la situazione reale, valutate sulla base della conoscenza del luogo e dei recettori potenzialmente esposti, dell'esperienza e della letteratura scientifica in materia.

4.7.1 Parametri del sito

Geometria della sorgente suolo superficiale

Altezza della zona di miscelazione: 2 m
Valore proposto come default dal manuale APAT.

Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale: 0 m da p.c.

Spessore della sorgente nel suolo superficiale: 1. m

Estensione della sorgente nella direzione principale della falda :8,01 m
Quest'ultima, a titolo cautelativo, si è deciso di impostarla come corrispondente alla massima estensione della sorgente.

Profondità del piano di falda: 7 m
Quest'ultima corrisponde in via estremamente cautelativa al valore di profondità massima

indagata durante la campagna di indagine di giugno-luglio 2007.

Geometria della sorgente suolo profondo

Altezza della zona di miscelazione: 2 m
Valore proposto come default dal manuale APAT.
Profondità del top delle sorgenti nel suolo profondo: 3 m da p.c.
Corrisponde all'interfaccia tra suolo superficiale e suolo profondo.

Spessore delle sorgenti nel suolo profondo: 1.5 m
Lo spessore della sorgente in tale matrice è stato posto pari alla differenza tra il top della contaminazione e, cautelativamente, il valore della profondità dell'ultimo campione contaminato.

Estensione della sorgente nella direzione principale della falda: 9 m
Quest'ultima, a titolo cautelativo, si è deciso di impostarla come corrispondente alla massima estensione della sorgente.

Profondità del piano di falda: 7 m
Quest'ultima corrisponde in via estremamente cautelativa al valore di profondità massima indagata durante la campagna di indagine di giugno-luglio 2007.

Zona Insatura

Porosità efficace del suolo: 0,345
Valore indicato nel manuale APAT per terreni a litologia Sandy Loam. Questo valore è stato ricavato dalla precedente AdR del 2008 redatta da HPC S.p.A., che descriveva la litologia locale del sito come Sabbia Limosa.

Contenuto d'acqua zona insatura: 0,194
Valore indicato nel manuale APAT per terreni Sandy Loam.

Contenuto d'aria zona insatura: 0,151
Valore indicato nel manuale APAT per terreni Sandy Loam.

Contenuto d'acqua in frangia capillare: 0,288
Valore indicato nel manuale APAT per terreni Sandy Loam.

Contenuto d'aria in frangia capillare: 0,057
Valore indicato nel manuale APAT per terreni Sandy Loam.

Spessore frangia capillare: 0,25 m
Valore indicato nel manuale APAT per terreni Sandy Loam.

Densità del suolo: 1,7 kg/l
Per il presente parametro è stato utilizzato il valore di default proposto dal software Risk-net.

pH: 6,8
Per il presente parametro è stato utilizzato il valore di default proposto dal software Risk-net.

Frazione di carbonio organico suolo superficiale: 0,01
Per il presente parametro è stato utilizzato il valore di default proposto dal software Risk-net.

Frazione di carbonio organico suolo profondo: 0,01
Per il presente parametro è stato utilizzato il valore di default proposto dal software Risk-net.

Frazione residua dei pori nel suolo: 0,04 m
Per il presente parametro è stato utilizzato il valore di default proposto dal software Risk-net.
Infiltrazione efficacie I_{ef}: 4,83 cm/y
Per calcolare tale parametro sono state considerate le precipitazioni cumulate annue (in mm) rilevate presso la stazione meteo di Erba negli ultimi 10 anni (2011-2021). Di essi è stato considerato il valore max pari a 1638,6 mm/y.
Considerando un valore areale di fratture outdoor η_{out} = 0,1 (intermedio tra area pavimentata e area non pavimentata) e la relazione empirica relativa a terreni limosi (sandy loam, p= 0,0018) si è ottenuto un valore di piovosità media annua pari a P= 4,83 cm/y.
In Allegato B sono riportati i dati meteo.

Nella seguente tabella sono riassunti i dati di input principali utilizzati per elaborare l'Analisi di rischio per il comparto insaturo. In Allegato C sono riportate le schermate del software Risk-net riportanti i dati di input completi.

Tabella 12 – Parametri del sito considerati per l'elaborazione dell'ADR

Parametro	U.M.	Valore	Note
GEOMETRIA DELLA SORGENTE NEL SUOLO SUPERFICIALE			
Altezza della zona di miscelazione	m	2	Default APAT
Estensione della sorgente nella direzione del vento – area suolo profondo	m	-	-
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale	m da p.c.	0	Sito specifico
Spessore della sorgente nel suolo superficiale	m	1	Sito specifico
Profondità del piano di falda	m da p.c.	7	Sito specifico
GEOMETRIA DELLA SORGENTE NEL SUOLO INSATURO PROFONDO			
Altezza della zona di miscelazione	m	2	Default APAT
Estensione della sorgente nella direzione del vento – area suolo profondo SP	m	-	-
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo	m da p.c.	3	Sito specifico
Spessore della sorgente nel suolo profondo	m	1.5	Sito specifico
Profondità del piano di falda – GW1	m da p.c.	7	Sito specifico
ZONA INSATURA			
Porosità efficace del terreno insaturo	adim.	0.345	Database APAT – Sandy Loam
Contenuto d'acqua zona insatura	adim.	0.194	Database APAT – Sandy Loam
Contenuto d'aria zona insatura	adim.	0.151	Database APAT – Sandy Loam
Contenuto d'acqua in frangia capillare	adim.	0.288	Database APAT – Sandy Loam
Contenuto d'aria in frangia capillare	adim.	0.057	Database APAT – Sandy Loam
Spessore frangia capillare	m	0.25	Database APAT – Sandy Loam
Densità del suolo	g/cm^3	1.7	Default Risknet

Parametro	U.M.	Valore	Note
pH	adim.	6.8	Default Risknet
Frazione di carbonio organico nel suolo superficiale	adim.	0,01	Default Risknet
Frazione di carbonio organico nel suolo profondo	adim.	0,01	Default Risknet
Frazione residua dei pori nel suolo	m	0,04	Default APAT
Infiltrazione efficacie nel suolo	cm/y	4,83	Sito specifico

4.7.2 Parametri chimico-fisici e tossicologici dei contaminanti di interesse

Nelle tabelle successive sono riportate le caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche di ciascun contaminante di interesse della presente Analisi di rischio, ricavate dal database ISS-INAIL come richiesto dal manuale APAT "*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi di rischio ai siti contaminati – rev. 2*" (marzo 2008), nel suo aggiornamento del Marzo 2018.
In relazione al fingerprint degli Idrocarburi, è stata utilizzata la speciazione proposta dal MADEP ("*Massachussets Department of Environmental Protection*"), riportata nel database ISS-INAIL.

Tabella 13 – Parametri chimico-fisici dei contaminanti di interesse della presente Analisi di Rischio

Contaminanti	PARAMETRI CHIMICO-FISICI										
	Vol.	**Peso Molecolare** (g/mole)	**Solubilità** (mg/l)	**Pressione di vapore** (mm Hg)	**Costante di Henry** (adim.)	**Koc/Kd** (mg/kg/mg/l)	**log Kow** (adim.)	**Coeff. Diff. Aria** (cm^2/sec)	**Coeff. Diff. Acqua** (cm^2/sec)	**ABS** (adim.)	**Stato fisico**
Alifatici C >12-16	SV	-	3.50e-4	-	1.60e+2	-	-	4.06e-2	4.61e-6	-	-
Alifatici C >16-21	SV	-	1.50e-6	-	1.10e+2	-	-	3.36e-2	3.85e-6	-	-
Aromatici C >12-16	SV	-	9.30e+0	-	9.70e-2	-	-	3.50e-2	7.41e-6	-	-
Aromatici C >16-21	SV	-	5.60e-1	-	9.90e-3	-	-	3.26e-2	6.54e-6	-	-
Aromatici C >21-35	SV	-	2.90e-2	-	8.20e-5	-	-	3.07e-2	5.07e-6	-	-

Tabella 14 – Parametri tossicologici dei contaminanti di interesse della presente Analisi di Rischio

CONTAMINANTI	PARAMETRI TOSSICOLOGICI			
	SF Ing. $(mg/kg\text{-}giorno)^{-1}$	**IUR** $(\mu g/m^3)^{-1}$	**RfD Ing.** (mg/kg-giorno)	**RfC** (mg/m^3)
Alifatici C >12-16	-	-	1.00e-1	5.00e-1
Alifatici C >16-21	-	-	2.00e+0	5.00e-1
Aromatici C >12-16	-	-	4.00e-2	2.00e-1
Aromatici C >16-21	-	-	3.00e-2	2.00e-1
Aromatici C >21-35	-	-	3.00e-2	2.00e-1

4.8 CALCOLO DEL RISCHIO AMBIENTALE

A partire dai dati di input presentati sopra, è stato calcolato il valore del Rischio ambientale Rgw per il percorso di lisciviazione per le sostanze eccedenti le CSC nelle sorgenti di potenziale contaminazione riconosciute nel suolo insaturo (superficiale e profondo).

Secondo il D.Lgs. 04/08, una volta definita l'ubicazione del punto di conformità, che deve essere "…non oltre i confini del sito contaminato…" (comma 43, art. 2, Titolo V), occorre che "la relativa CSR per ciascun contaminante deve essere fissata equivalente alla CSC di cui all'Allegato 5 della parte quarta del presente decreto."

L'imposizione del rispetto delle CSC per le acque sotterranee al POC implica il fatto che non fuoriescano dal sito acque potenzialmente contaminate, che vadano ad intaccare la risorsa idrica sotterranea esterna al sito stesso, che potrebbe essere utilizzata a scopo idropotabile e/o irriguo.

In questo caso la valutazione del rischio viene effettuata, per ogni contaminante di interesse, a prescindere dalla sua tossicità e dal suo potenziale di effetto, confrontando la concentrazione calcolata al POC tramite l'implementazione di modelli di trasporto a partire dalle concentrazioni rilevate nella matrice suolo, con le CSC del D.Lgs. 152/06 per le acque sotterranee. Il rapporto tra queste due concentrazioni definisce numericamente il rischio per la risorsa idrica sotterranea: un superamento delle CSC è quindi automaticamente indice di rischio non accettabile (la soglia di accettabilità del rischio è pari a 1).

Nell'analisi di rischio in oggetto, si evidenzia che i valori di concentrazione attualmente presenti nel suolo insaturo (superficiale e profondo) del sito di interesse generano un rischio accettabile in relazione ai percorsi legati alla lisciviazione dal suolo verso la falda della contaminazione, per tutte le sorgenti riconosciute.

In Tabella 15 e 16 è riportato il confronto tra le concentrazioni calcolate al POC dal Modello di Domenico e le CSC per le acque sotterranee, rispettivamente nella sorgente nel suolo superficiale e nel suolo profondo: come si può vedere, le prime non superano le seconde, ciò è indice di rischio accettabile.

Occorre ricordare che, per quanto riguarda le catene idrocarburiche, il software calcola i rischi rapportando le concentrazioni calcolate al POC dal modello di Domenico per ciascuna di esse con la CSC del D.Lgs. 152/06 per gli Idrocarburi totali (350 µg/l).

Tabella 15 – Rischi per la risorsa idrica generati dalla lisciviazione del suolo superficiale – sorgente SS

Contaminante	CRS	C al POC	CSC acque sotterranee	Rgw Lisciviazione On site
U. di M.	mg/kg	mg/l	mg/l	-
Alifatici C >12-16	1.97e+2	1.14e-6	3,5e-1	3.27e-6
Alifatici C >16-21	4.60e+2	3.38e-9	3,5e-1	9.65e-9
Aromatici C >12-16	6.85e+1	3.17e-5	3,5e-1	9.04e-5

Contaminante	CRS	C al POC	CSC acque sotterranee	Rgw Lisciviazione On site
U. di M.	mg/kg	mg/l	mg/l	-
Aromatici C >16-21	1.78e+2	3.29e-5	3,5e-1	9.40e-5
Aromatici C >21-35	1.04e+2	2.40e-6	3,5e-1	6.87e-6
TPH toto	-	-	-	1.95e-4

Tabella 16 – Rischi per la risorsa idrica generati dalla lisciviazione del suolo profondo – sorgente SP

Contaminante	CRS	C al POC	CSC acque sotterranee	Rgw Lisciviazione On site
U. di M.	mg/kg	mg/l	mg/l	-
Alifatici C >12-16	2.01e+2	3.07e-6	3,5e-1	8.77e-6
Alifatici C >16-21	4.70e+2	9.06e-9	3,5e-1	2.59e-8
Aromatici C >12-16	7.00e+1	8.49e-5	3,5e-1	2.43e-4
Aromatici C >16-21	1.82e+2	8.83e-5	3,5e-1	2.52e-4
Aromatici C >21-35	1.06e+2	6.45e-6	3,5e-1	1.84e-5
TPH toto	-	-	-	5.22e-4

In Allegato C si riportano le schermate del software, mentre in Allegato D sono riportati i file editabili di Risk-net.

4.9 DETERMINAZIONE DELLE CSR

Le CSR (Concentrazioni Soglia di Rischio) rappresentano gli obiettivi di bonifica sito specifici, ovvero le più alte concentrazioni che possono permanere in sorgente purché presso il punto di conformità, ubicato in prossimità del limite di proprietà, siano rispettate le CSC per le acque sotterranee.

Il software Risk-net propone dei valori di CSR individuale (vedi schermate in Allegato C) che sono calcolate indipendentemente per ciascun contaminante applicando l'Analisi di rischio in modalità indiretta, cioè stimando le massime concentrazioni che si possono avere in sito compatibilmente con i limiti di accettabilità del rischio ambientale.

Le CSR finali devono però tener conto non solo del rischio individuale dovuto alla presenza di ogni singola sostanza, ma anche del rischio cumulato derivante dalla presenza contemporanea di tutti i contaminanti di interesse in ciascuna matrice ambientale.

Per calcolare queste CSR, in Risk-net l'operatore deve inserire dei fattori di correzione (f) che modificano le CSR individuali e di conseguenza il rischio ad esse associato, fino a che i rischi cancerogeno e non cancerogeno cumulati (per il percorso più critico tra quelli attivati) risultano pari alla soglia di accettabilità.

Data l'accettabilità dei rischi calcolati in modalità diretta le CSR delle singole catene idrocarburiche sono state poste pari alle rispettive CRS.

Pertanto, in Risk-net sono stati inseriti fattori di correzione ad hoc, al fine di ottenere le CSR desiderate, verificando sempre l'accettabilità dei rischi singoli e cumulati.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i valori dei fattori di correzione inseriti e le conseguenti CSR determinate per i contaminanti di interesse rispettivamente nella matrice suolo superficiale e suolo profondo.

Tabella 17 – Fattori di correzione e CSR per il suolo superficiale – sorgente SS

Contaminanti	ACQUE SOTTERRANEE	
	Fattori correttivi	CSR (µg/l)
Alifatici C >12-16	305000	1.97e+2*
Alifatici C >16-21	103600000	4.60e+2*
Aromatici C >12-16	11050	6.85e+1*
Aromatici C >16-21	10620	1.78e+2*
Aromatici C >21-35	145000	1.04e+2*

(*) CSR posta pari alla CRS

Tabella 18 – Fattori di correzione e CSR per il suolo profondo – sorgente SP

Contaminanti	ACQUE SOTTERRANEE	
	Fattori correttivi	CSR (µg/l)
Alifatici C >12-16	114000	2.01e+2*
Alifatici C >16-21	38640000	4.70e+2*
Aromatici C >12-16	4120	7.00e+1*
Aromatici C >16-21	3960	1.82e+2*
Aromatici C >21-35	54200	1.06e+2*

(*) CSR posta pari alla CRS

Avendo posto le CSR pari alle CRS delle singole catene rilevate in sito, ne consegue che la CSR per il parametro "Idrocarburi pesanti C>12" sarà pari alla rispettiva CRS, sia per la sorgente nel SS, sia per quella nel SP.

5 CONCLUSIONI

Il presente documento è stato redatto al fine di stabilire la necessità di interventi di bonifica o di messa in sicurezza presso il PV italiana petroli S.p.A. 45846, sito nel comune di Calolziocorte (LC), ubicato lungo la S.S. 639 Km 29+722.

L'Analisi di rischio, elaborata secondo la metodologia RBCA dell'ASTM e tenente conto delle indicazioni fornite da APAT nel manuale "*Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – rev. 2*" (marzo 2008) e dell'Appendice V "*Applicazione dell'Analisi di rischio ai Punti Vendita Carburante*" (ISPRA, giugno 2009), ha permesso di verificare i rischi associati ad una serie di contaminanti, rilevati in eccedenza rispetto alle CSC proposte dal D.Lgs. 152/06 per il suolo superficiale e per il suolo profondo e di determinare le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), al fine di verificare la necessità di mettere in atto interventi di bonifica o messa in sicurezza del sito.

La seguente Tabella riporta i risultati ottenuti dalla presente Analisi di rischio, in termini di CSR calcolate per i contaminanti di interesse nelle matrici suolo superficiale e suolo profondo. Tali CSR tengono conto del rispetto del rischio ambientale Rgw.

Tabella 19 – Confronto tra valori di concentrazione rappresentativa dei contaminanti presenti in sito e valori di CSR sito specifici calcolati

Contaminanti	SUOLO SUPERFICIALE (SS)		SUOLO PROFONDO (SP)	
	CRS (mg/kg)	CSR (mg/kg)	CRS (mg/kg)	CSR (mg/kg)
Alifatici C >12-16	1.97e+2	1.97e+2	2.01e+2	2.01e+2
Alifatici C >16-21	4.60e+2	4.60e+2	4.70e+2	4.70e+2
Aromatici C >12-16	6.85e+2	6.85e+1	7.00e+1	7.00e+1
Aromatici C >21-35	1.04e+2	1.04e+2	1.06e+2	1.06e+2
Alifatici C >12-16	1.97e+2	1.97e+2	2.01e+2	2.01e+2

Come si può notare, gli esiti della procedura dell'Analisi di rischio evidenziano che le concentrazioni rappresentative dei contaminanti presenti nel sito sono uguale alle CSR ottenute.

Per quanto sopra esposto il sito è da considerarsi "non contaminato" ai sensi della normativa vigente in relazione al comparto suolo profondo e suolo superficiale, pertanto si richiede la chiusura del procedimento ambientale in essere.

PETROLTECNICA S.P.A.

FIGURE

LEGENDA

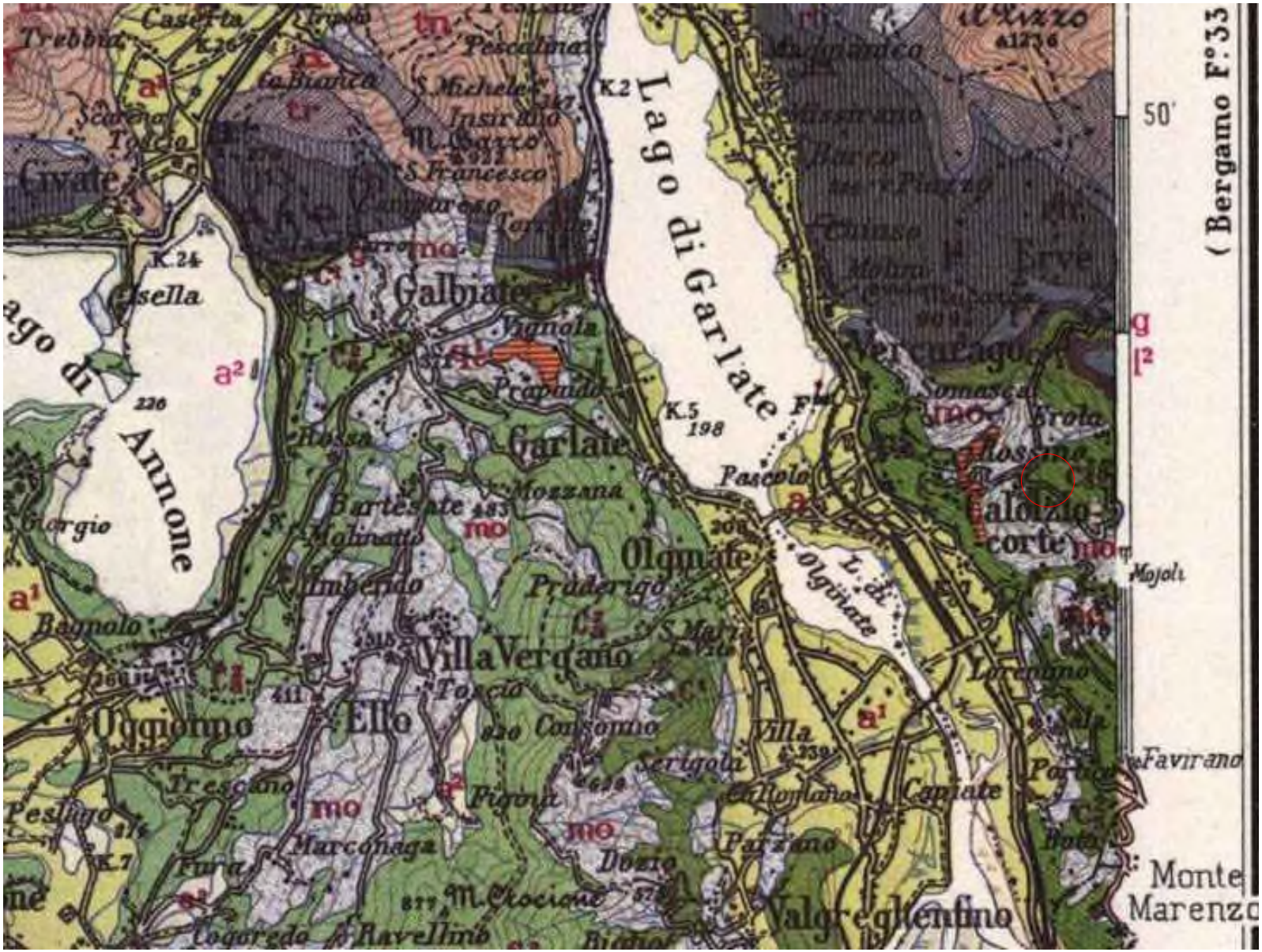
○ Ubicazione del sito

Petroltecnica ®
TERRA THERAPY
Petroltecnica s.p.a.
via Ravenna, 32
47853 Cerasolo Ausa di Coriano (RN)
tel.+39.0541.755810 fax.+39.0541.755869
info@petroltecnica.it www.petroltecnica.it

COMMITT.	Italiana Petroli S.p.A.
SITO	Ev N1002516 - loc. Calolziocorte (LC)
TITOLO	Foto area del sito

Progetto N.	File:Figura1.dwg		FIG. 1
Dis. Basile	Rev.	Approv.	Data:14/11/22
			A3

Il presente disegno è di proprietà di Petroltecnica S.p.A.
In mancanza di esplicita autorizzazione in forma scritta della stessa è vietata la riproduzione, trasmissione, memorizzazione e utilizzo in qualsiasi forma.

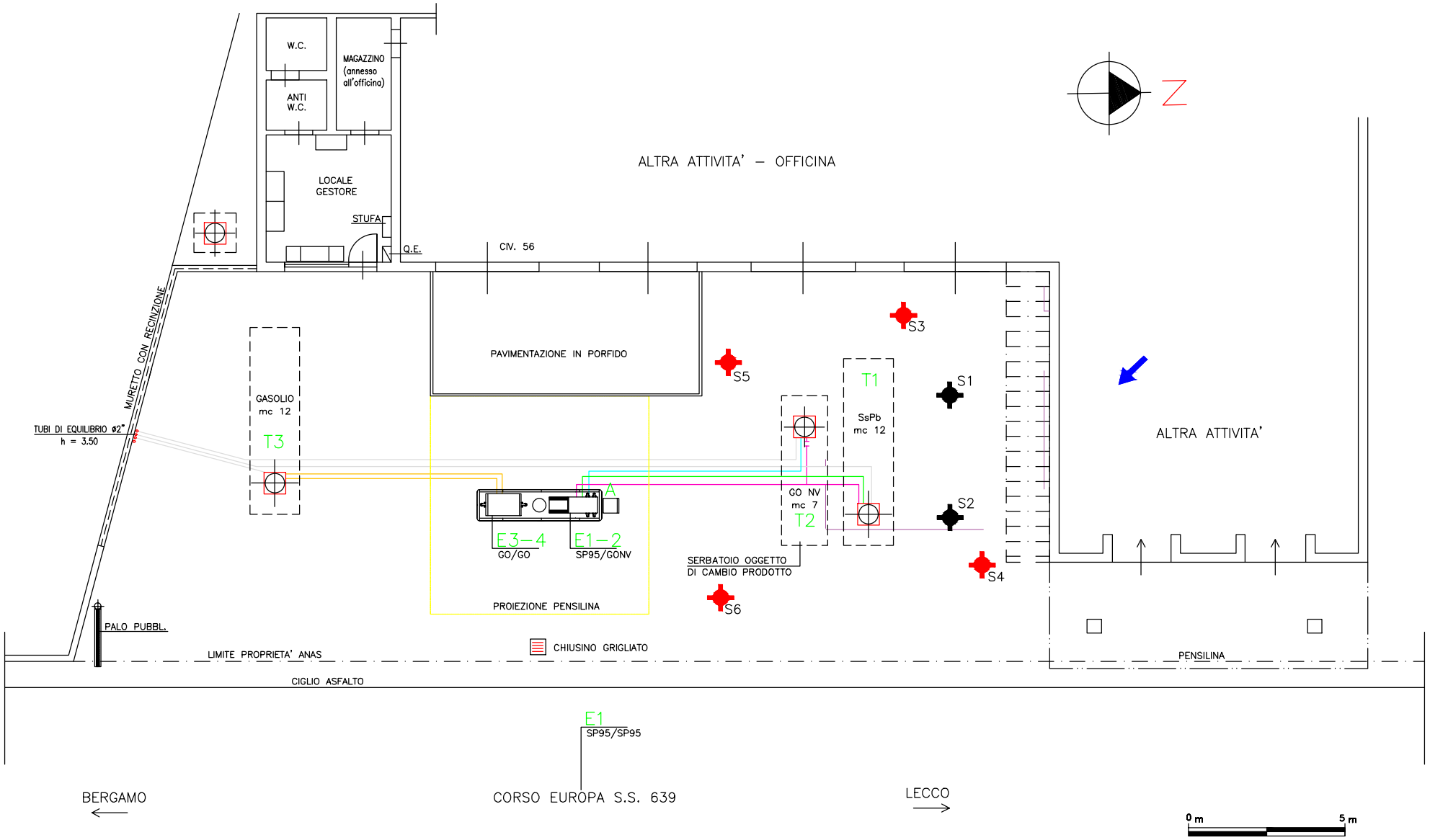


LEGENDA

Ubicazione del sito

Petroltecnica® TERRA THERAPY	Petroltecnica s.p.a. via Ravenna, 32 47853 Cerasolo Ausa di Coriano (RN) tel.+39.0541.759810 fax.+39.0541.759869 info@petroltecnica.it www.petroltecnica.it		
COMMITT.	Italiana Petroli S.p.A.		
SITO	Ev NI002516 - loc. Calolziocorte (LC)		
TITOLO	Estratto della Carta Geologica d'Italia con ubicazione del sito		
Progetto N.	File:Figura2.dwg	FIG. 2	
Dis. Basile	Rev.	Approv.	Data:10/01/23
			A3

Il presente disegno è di proprietà di Petroltecnica S.p.A.
In mancanza di esplicita autorizzazione in forma scritta della stessa è vietata la riproduzione, trasmissione, memorizzazione e utilizzo in qualsiasi forma.



LEGENDA

- Sondaggi realizzati (giugno 2007)
- Sondaggi realizzati (luglio 2007)
- Direzione del flusso di falda (NE–SW)

Petroltecnica s.p.a.
via Ravenna, 32
47853 Cerasolo Ausa di Coriano (RN)
tel.+39.0541.755810 fax.+39.0541.755860
info@petroltecnica.it www.petroltecnica.it

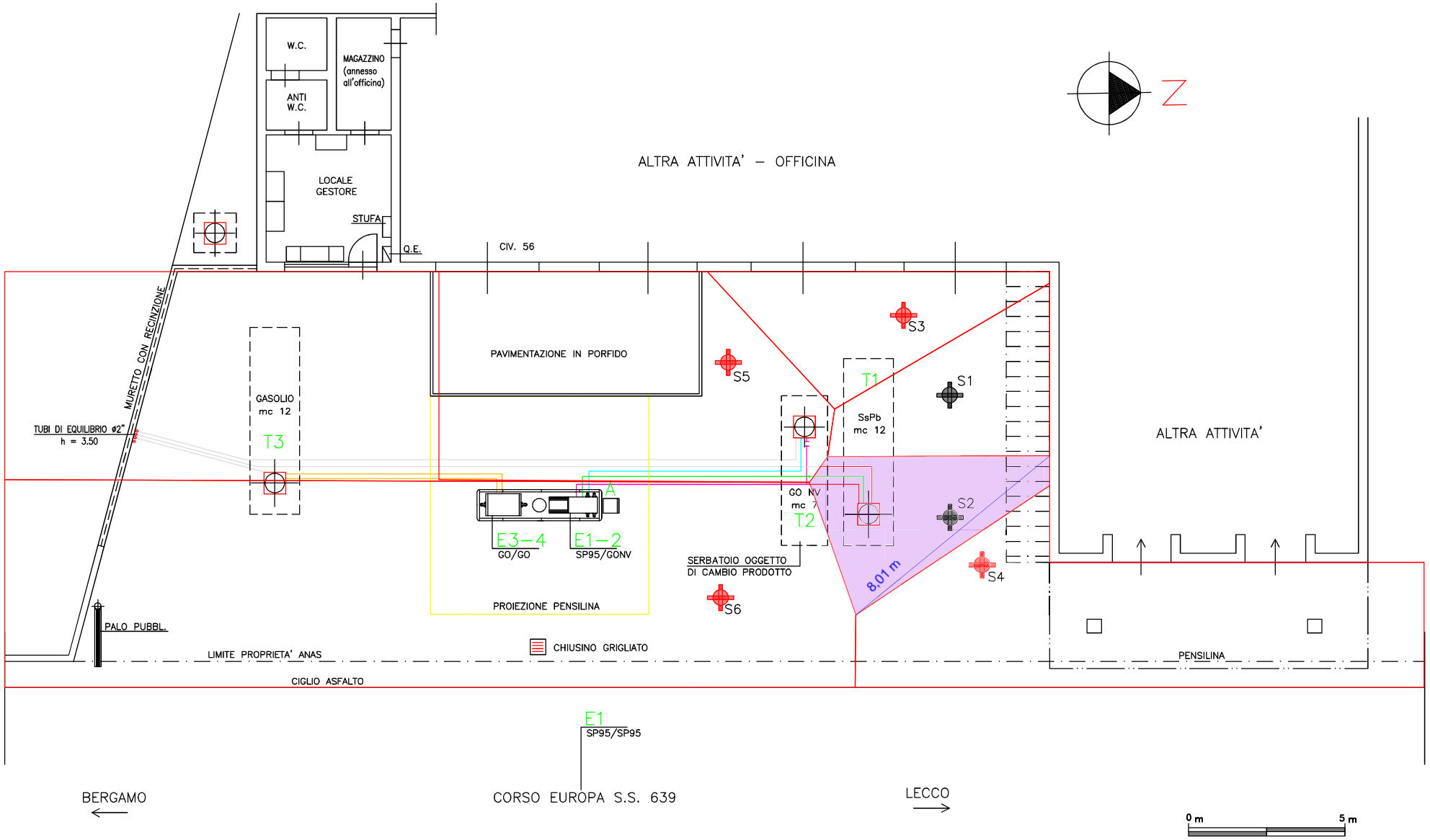
Petroltecnica ®
TERRA THERAPY

COMMITT.	Italiana Petroli S.p.A.
SITO	Ev NI002516 - loc. Calolziocorte (LC)
TITOLO	Ubicazione indagini eseguite

Progetto N.	File:Figura3.dwg		FIG. 3
Dis. Basile	Rev.	Approv.	Data:14/11/22

A3

Il presente disegno è di proprietà di Petroltecnica S.p.A.
In mancanza di esplicita autorizzazione in forma scritta della stessa è vietata la riproduzione, trasmissione, memorizzazione e utilizzo in qualsiasi forma.



LEGENDA

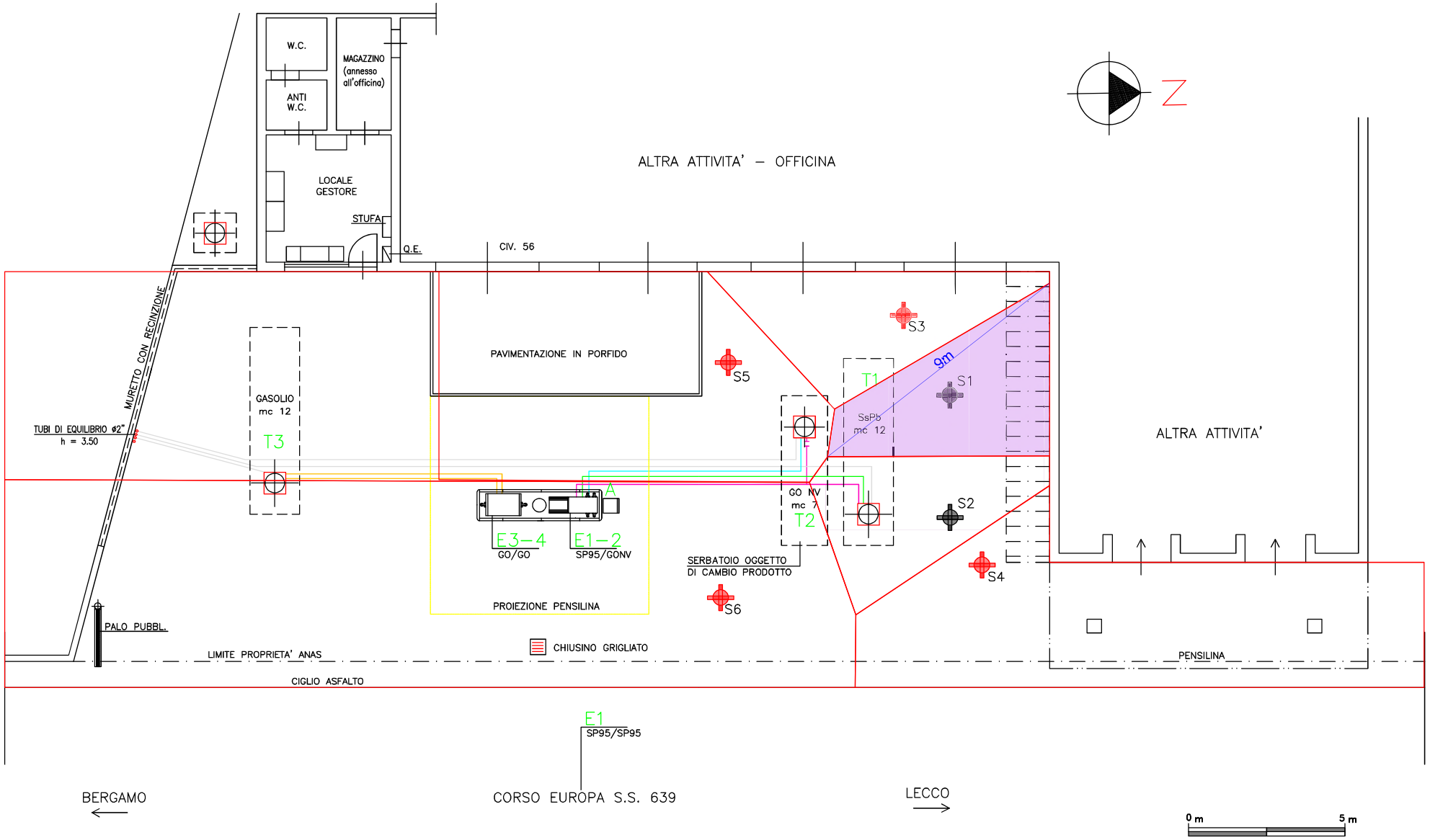
- Sondaggi realizzati (giugno 2007)
- Sondaggi realizzati (luglio 2007)
- Area sorgente Suolo Superficiale
- Poligoni non contaminati
- xm — Dimensione massima dell'estensione della sorgente

COMMITT.	Italiana Petroli S.p.A.
SITO	Ev NI002516 - loc. Calolziocorte (LC)
TITOLO	Sorgente di potenziale contaminazione nel suolo superficiale

Progetto N.	File:Figura 4.dwg		FIG. 4
Dis. Basile	Rev.	Approv.	Data:14/11/22

A3

Il presente disegno è di proprietà di Petroltecnica S.p.A.
In mancanza di esplicita autorizzazione in forma scritta della stessa è vietata la riproduzione, trasmissione, memorizzazione e utilizzo in qualsiasi forma.



LEGENDA

- Sondaggi realizzati (giugno 2007)
- Sondaggi realizzati (luglio 2007)
- Area sorgente Suolo Profondo
- Poligoni non contaminati
- x.m — Dimensione massima dell'estensione della sorgente

Petroltecnica ®
TERRA THERAPY

Petroltecnica s.p.a.
via Ravenna, 32
47853 Cerasolo Ausa di Coriano (RN)
tel.+39.0541.755810 fax.+39.0541.755868
info@petroltecnica.it www.petroltecnica.it

COMMITT.	Italiana Petroli S.p.A.
SITO	Ev NI002516 - loc. Calolziocorte (LC)
TITOLO	Sorgente di potenziale contaminazione nel suolo profondo

Progetto N.	File:Figura 5.dwg		FIG. 5
Dis. Basile	Rev.	Approv.	Data:14/11/22
			A3

Il presente disegno è di proprietà di Petroltecnica S.p.A.
In mancanza di esplicita autorizzazione in forma scritta della stessa è vietata la riproduzione, trasmissione, memorizzazione e utilizzo in qualsiasi forma.

TERRA THERAPY

ALLEGATI

ALLEGATO A

Rapporti di prova terreno con parametri sito-specifici (MADEP terreni)

labAnalysis s.r.l.

Laboratorio: Via Europa, 5 - 27041 CASANOVA LONATI (Pavia) - Sede Legale: Via Rota Candiani, 13 - 27043 BRONI (Pavia)
Tel. 0385.287000 - 0385.287001 - 0385.287024 - Fax 0385.57311 - E-mail: info@labanalysis.it - Sito Internet: http://www.labanalysis.it

Supplemento al Rapporto di prova n°: **707321-003**

Identificazione: **S1(C)**

Spettabile:
HPC ITALIA SRL
Corso Italia, 62/64
20025 LEGNANO (MI)
Italia

Provenienza: **Calolziocorte (LC)**
Accettazione: **707321** Vs Rif.: **n°Job 2073042**
Data Prelievo: **14-giu-07**
Data Arrivo Camp.: **15-giu-07** Data Inizio Prova: **18-giu-07**
Data Rapp. Prova: **31-lug-07** Data Fine Prova: **23-lug-07**

Tipo Analisi: **Terreno**

Mod. Trasporto e Campionamento: **trasporto in contenitori refrigerati; campionamento eseguito sotto responsabilità del richiedente**

Prova	U.M	Metodo	Risultato
Speciazione alifatica Idrocarburi C<12			
Idrocarburi C5-C6	mg/Kg SS	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 B	**< 0,5**
Idrocarburi C6-C8	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**< 0,5**
Idrocarburi C9-C10	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**< 0,5**
Idrocarburi C10-C 12	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**0,56**
Speciazione aromatici Idrocarburi C<12			
Idrocarburi C6-C7	mg/Kg SS	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 B	**< 0,5**
Idrocarburi C7-C8	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**< 0,5**
Idrocarburi C8-C10	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**< 0,5**
Idrocarburi C10-C 12	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**3,44**
Speciazione alifatica Idrocarburi C>12			
Idrocarburi C12-C16	mg/Kg SS	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 B	**201**
Idrocarburi C16-C35	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**470**
Speciazione aromatici Idrocarburi C>12			
Idrocarburi C12-C16	mg/Kg SS	EPA 5035 A 2002 + EPA 8260 B	**70,0**
Idrocarburi C16-C21	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**182**
Idrocarburi C21-C35	mg/Kg SS	EPA 3545 (1996) + EPA 8015 D	**106**

u.m. = unità di misura
SS = Sostanza Secca

DOTT. BASCAPE' MARCO CHIMICO N° 362 A

Questo Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova.
Il Rapporto non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta da parte del Responsabile del Laboratorio.

TERRA THERAPY

ALLEGATO B

Dati meteo

Variabile : Precipitazioni cumulate (2011-2021)
Stazione : ERBA longitudine : 9,224167 latitudine : 45,811389

Anno	Precipitazioni totali annue	
	mm/anno	
2011	995,4	
2012	1300,8	
2013	1638,6	
2014		
2015	1192,8	
2016	1376,4	
2017	1216,8	
2018	1309,8	
2019	1461	
2020	1551,8	
2021	1293,6	
max	**1638,6**	Precipitazione MAX

Calcolo della Infiltrazione efficace

$I_{ef}=0,0018*P^2$			
Parametro	**Valore**	**unità di misura**	
x=	0,0018	-	SANDY LOAM/LOAMY SAND
p=	163,86	-	Precipitazione MAX
η_{out}	0,1	-	frazione areale di fratture (non pavimentata)
I_{ef}	**4,83**	cm/anno	**Relazione empirica per terreni limosi**

TERRA THERAPY

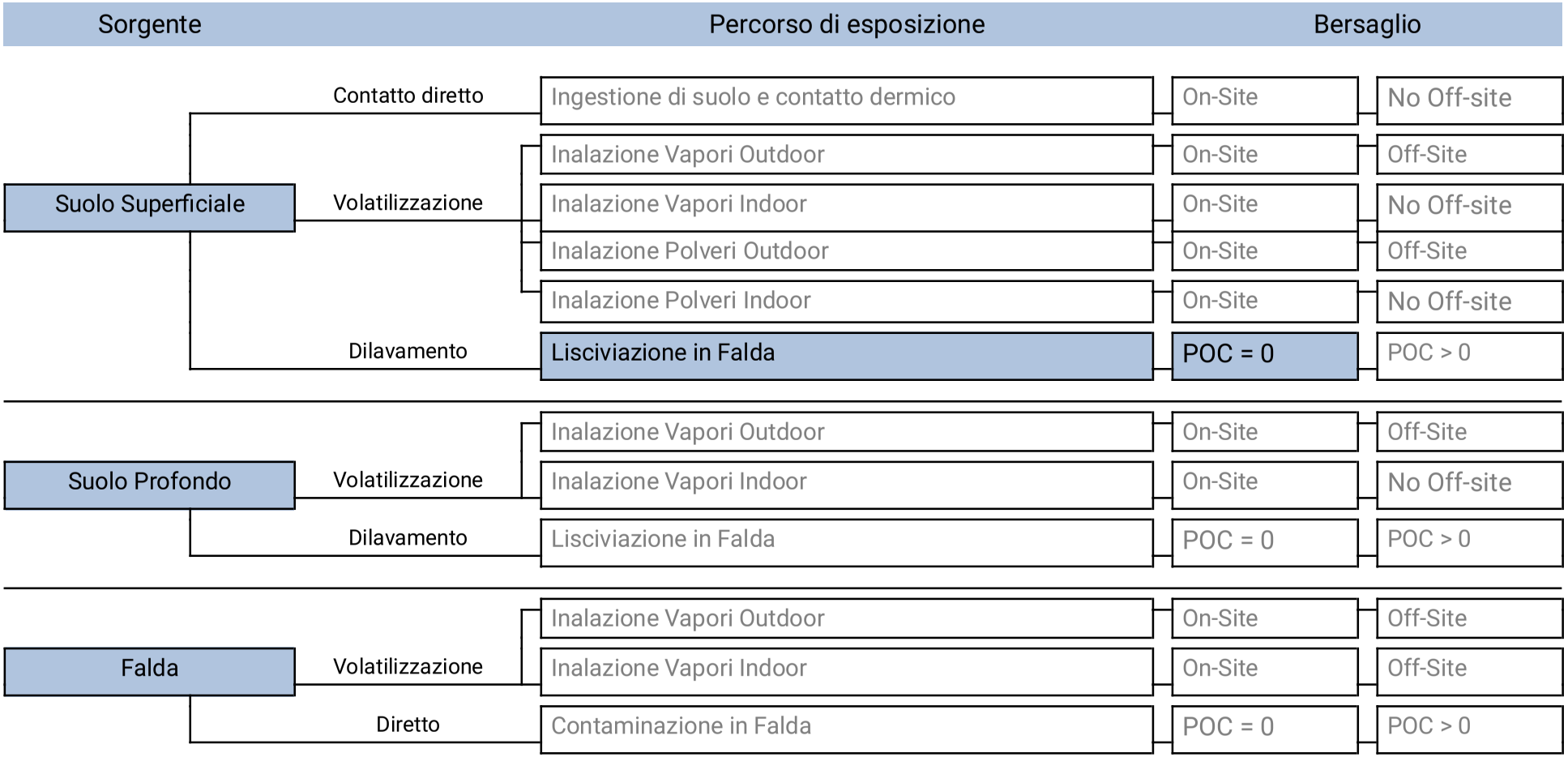
ALLEGATO C

Schermate del software Risk-net

Risk-net

Nome del sito:	Calolziocorte_SS_rev1
Nome sub-area:	-
Data:	13/12/2022
Tipo di analisi:	Calcolo Rischi (Modalità Diretta)
Tipo di analisi:	Calcolo Obiettivi di Bonifica (Modalità Inversa)
Note:	LIsciviazione

Modello Concettuale del Sito



Recettori on-site: ---
Recettori off-site: ---

Opzioni di Calcolo

Descrizione	Valore
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per volatilizzazione	✓
Considera attenuazione vapori quando sorgente nel suolo al di sotto del p.c.	✗
Utilizza il minore tra il fattore di volatilizzazione da suolo profondo e suolo superficiale	✓
Volatilizzazione Outdoor off-site da falda	Trasporto in atmosfera (ADF)
Considera la biodegradazione durante il percorso di volatilizzazione	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per lisciviazione in falda	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per lisciviazione in falda	✗
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo superficiale (SAM)	✓
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo profondo (SAM)	✓
Considera la biodegradazione durante il percorso di lisciviazione in falda	✗
Dispersione in falda	Dispersione in tutte le direzioni ma verticale verso il basso (DAF2)
Verifiche sullo spessore di miscelazione in falda	✓
Considera biodegradazione durante trasporto in falda	✗
Considera Csat per calcolo del Rischio e delle CSR	✗
Considera Csat solo per il calcolo delle CSR	✗
Considera l'eventuale presenza di fase separata nell'esaurimento della sorgente	✗
Considera ADAF	✓
RfD vs RfC	RfC
Considera la frazione bioaccessibile per il percorso di ingestione di suolo	✗
Rischio Accettabile	
Individuale	0.000001
Cumulato	0.00001
Indice di Pericolo Accettabile	
Individuale	1
Cumulato	1

CRS

Contaminante	Suolo Superficiale	Suolo Profondo	Falda	Eluato da suolo superficiale	Eluato da suolo profondo	Soil-gas Outdoor	Soil-gas Indoor	Flux Chamber	Aria Outdoor	Aria Indoor
-	mg/kg	mg/kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Alifatici C >12-16	1.97e+2		-	-	-	-	-	-	-	
Alifatici C >16-21	4.60e+2		-	-	-	-	-	-	-	
Aromatici C >12-16	6.85e+1		-	-	-	-	-	-	-	
Aromatici C >16-21	1.78e+2		-	-	-	-	-	-	-	
Aromatici C >21-35	1.04e+2		-	-	-	-	-	-	-	

Parametri del sito - Geometria Sorgenti

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Geometria Sorgenti					
Suolo Superficiale					
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	Ls,SS	0	0	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo	d	1	1	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	8.01	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	8	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓
Suolo Profondo					
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	Ls,SP	1	1	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo	ds	2	4.5	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	4.46	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	7.75	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓
Falda					
Soggiacenza della falda da p.c.	Lgw	3	7	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	45	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	45	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓

Parametri del sito - Zona Insatura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Insatura					
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo			Sandy Loam		
Porosità efficace del terreno in zona insatura	θe	Letteratura	0.345	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nel suolo	θw	Letteratura	0.194	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nel suolo	θa	Letteratura	0.151	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	θw,cap	Letteratura	0.288	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	θa,cap	Letteratura	0.057	-	✓
Spessore della frangia capillare	hcap	Letteratura	0.25	m	✓
Carico idraulico critico (potenziale di matrice)	hcr	Letteratura	-0.0848	m	✓
Conducibilità idraulica del terreno nella zona insatura	Ksat	Letteratura	1.23e-5	m	✓
Battente idrico in superficie	Hw	0.25	0.25	m	✓
Densità del suolo	ρs	1.7	1.7	g/cm³	✓
pH del suolo	pH	6.8	6.8	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo superficiale	foc,SS	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione di carbonio organico - suolo profondo	foc,SP	0.01	0.0002	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	m	✓
Spessore della zona insatura	hv	Calcolato	6.750	m	✓
Infiltrazione efficace calcolata					
Piovosità media annua	P	129	4.83	cm/y	✓
Frazione areale di fratture outdoor	ηout	1	0.1	cm/y	✓
Infiltrazione efficace nel suolo	Ief	Calcolato	4.20e-3	cm/y	✓

Parametri del sito - Zona Satura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Satura					
Tessitura rappresentativa del suolo saturo			Sandy Loam		
Conducibilità idraulica del terreno saturo	Ksat	Letteratura	1.23e-5	m/s	✓
Porosità efficace del terreno in zona satura	θe,sat	Letteratura	0.345	-	✓
Spessore acquifero	da	2	30	m	✓
Gradiente idraulico	i	0.01	0.005	m/m	✓
Velocità di Darcy	vgw	Calcolato	6.15e-8	m/s	✓
Velocità media effettiva nella falda	ve	Calcolato	1.78e-7	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo saturo	foc,sat	0.001	0.027	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo saturo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	g/g	✓
Distanza punto di conformità in falda	POC	100	3	m	✓
Dispersività longitudinale in falda	ax	Calcolato	0.30	m	✓
Dispersività trasversale in falda	ay	Calcolato	0.10	m	✓
Dispersività verticale in falda	az	Calcolato	0.01	m	✓

Contaminanti selezionati - Parametri chimico-fisici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	Vol	Sol	H	Kd	Kd(pH)	Koc	Koc(pH)	Dair	Dw	ρ
-	-	mg/L	-	L/kg	L/kg	L/kg	L/kg	cm²/s	cm²/s	kg/L
Alifatici C >12-16	SVOC	0.00035	160			501000				
Alifatici C >16-21	SVOC	0.0000015	110			398000000				
Aromatici C >12-16	SVOC	9.3	0.097			6310				
Aromatici C >16-21	SVOC	0.56	0.0099			15800				
Aromatici C >21-35	SVOC	0.029	0.000082			126000				

Contaminanti selezionati - Parametri tossicologici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	ADAFc	ADAFa	SFing	SFinal	IUR	RfDing	RfDinal	RfC	ABS
	-	-	(mg/kg/d)-1	(mg/kg/d)-1	(µg/m³)-1	(mg/kg/d)	(mg/kg/d)	(µg/m³)	-
Alifatici C >12-16						0.1		0.5	0.1
Alifatici C >16-21						2		0.5	0.1
Aromatici C >12-16						0.04		0.2	0.1
Aromatici C >16-21						0.03		0.2	0.1
Aromatici C >21-35						0.03		0.2	0.1

Contaminanti selezionati - CSC (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	CSC Suoli Residenziali	CSC Suoli Industriali	CSC Falda
	mg/kg	mg/kg	mg/L
Alifatici C >12-16	50	750	0.35
Alifatici C >16-21	50	750	0.35
Aromatici C >12-16	50	750	0.35
Aromatici C >16-21	50	750	0.35
Aromatici C >21-35	50	750	0.35

Rischio da Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C >12-16	1.97e+2		1.97e+2	1.76e+0	1.76e+0	-	-	3.27e-6
Alifatici C >16-21	4.60e+2		4.60e+2	5.97e+0	5.97e+0	-	-	9.65e-9
Aromatici C >12-16	6.85e+1		6.85e+1	5.88e+2	5.88e+2	-	-	9.04e-5
Aromatici C >16-21	1.78e+2		1.78e+2	8.85e+1	8.85e+1	-	-	9.40e-5
Aromatici C >21-35	1.04e+2		1.04e+2	3.65e+1	3.65e+1	-	-	6.87e-6
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

CSR per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	Csat	Cres	CSC	CSR (HH)	CSR (GW)	CSR
-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C >12-16	1.97e+2	1.76e+0	1.76e+0	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6
Alifatici C >16-21	4.60e+2	5.97e+0	5.97e+0	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6
Aromatici C >12-16	6.85e+1	5.88e+2	5.88e+2	5.00e+1	-	7.57e+5	7.57e+5
Aromatici C >16-21	1.78e+2	8.85e+1	8.85e+1	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6
Aromatici C >21-35	1.04e+2	3.65e+1	3.65e+1	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6

CSR cumulative per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C >12-16	1.97e+2	>1e+6	305000	1.97e+2	1.76e+0	-	-	3.28e-6
Alifatici C >16-21	4.60e+2	>1e+6	103600000	4.60e+2	5.97e+0	-	-	9.65e-9
Aromatici C >12-16	6.85e+1	7.57e+5	11050	6.85e+1	5.88e+2	-	-	9.05e-5
Aromatici C >16-21	1.78e+2	>1e+6	10620	1.78e+2	8.85e+1	-	-	9.42e-5
Aromatici C >21-35	1.04e+2	>1e+6	145000	1.04e+2	3.65e+1	-	-	6.90e-6
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

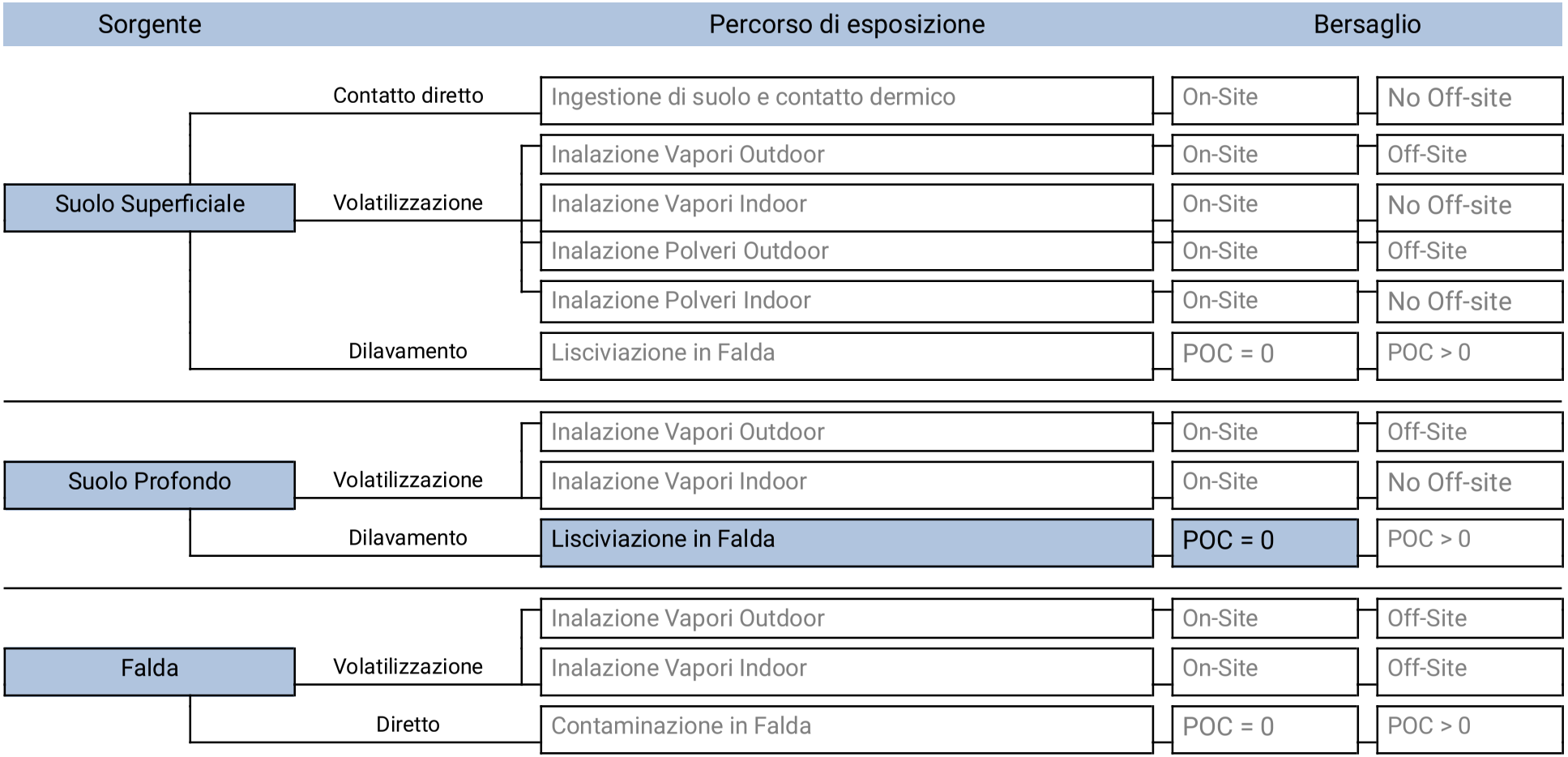
CSR Idrocarburi (TPHCWG) per il Suolo Superficiale

Contaminante	CRS	Frazione			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
-	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C >12-16	1.97e+2	-	0.20	0.20	1.76e+0	-	-	-	-	1.97e+2	-	1.01e+3	1.01e+3
Alifatici C >16-21	4.60e+2	-	0.46	0.46	5.97e+0	-	-	-	-	4.60e+2	-	1.01e+3	1.01e+3
Aromatici C >12-16	6.85e+1	-	0.07	0.07	5.88e+2	-	-	-	-	6.85e+1	-	1.01e+3	1.01e+3
Aromatici C >16-21	1.78e+2	-	0.18	0.18	8.85e+1	-	-	-	-	1.78e+2	-	1.01e+3	1.01e+3
Aromatici C >21-35	1.04e+2	-	0.10	0.10	3.65e+1	-	-	-	-	1.04e+2	-	1.01e+3	1.01e+3
Frazione Critica						CSR (HH)	-	-	-	CSR (GW)	-	1.01e+3	1.01e+3

Risk-net

Nome del sito:	Calolziocorte_SP_rev1
Nome sub-area:	-
Data:	14/12/2022
Tipo di analisi:	Calcolo Rischi (Modalità Diretta)
Tipo di analisi:	Calcolo Obiettivi di Bonifica (Modalità Inversa)
Note:	LIsciviazione

Modello Concettuale del Sito



Recettori on-site: ---
Recettori off-site: ---

Opzioni di Calcolo

Descrizione	Valore
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per volatilizzazione	✓
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per volatilizzazione	✓
Considera attenuazione vapori quando sorgente nel suolo al di sotto del p.c.	✗
Utilizza il minore tra il fattore di volatilizzazione da suolo profondo e suolo superficiale	✓
Volatilizzazione Outdoor off-site da falda	Trasporto in atmosfera (ADF)
Considera la biodegradazione durante il percorso di volatilizzazione	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo superficiale per lisciviazione in falda	✗
Considera esaurimento sorgente nel suolo profondo per lisciviazione in falda	✗
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo superficiale (SAM)	✓
Considera attenuazione durante lisciviazione da suolo profondo (SAM)	✓
Considera la biodegradazione durante il percorso di lisciviazione in falda	✗
Dispersione in falda	Dispersione in tutte le direzioni ma verticale verso il basso (DAF2)
Verifiche sullo spessore di miscelazione in falda	✓
Considera biodegradazione durante trasporto in falda	✗
Considera Csat per calcolo del Rischio e delle CSR	✗
Considera Csat solo per il calcolo delle CSR	✗
Considera l'eventuale presenza di fase separata nell'esaurimento della sorgente	✗
Considera ADAF	✓
RfD vs RfC	RfC
Considera la frazione bioaccessibile per il percorso di ingestione di suolo	✗
Rischio Accettabile	
Individuale	0.000001
Cumulato	0.00001
Indice di Pericolo Accettabile	
Individuale	1
Cumulato	1

CRS

Contaminante	Suolo Superficiale	Suolo Profondo	Falda	Eluato da suolo superficiale	Eluato da suolo profondo	Soil-gas Outdoor	Soil-gas Indoor	Flux Chamber	Aria Outdoor	Aria Indoor
-	mg/kg	mg/kg	mg/L	mg/L	mg/L	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Alifatici C >12-16		2.01e+2	-	-	-	-	-	-	-	
Alifatici C >16-21		4.70e+2	-	-	-	-	-	-	-	
Aromatici C >12-16		7.00e+1	-	-	-	-	-	-	-	
Aromatici C >16-21		1.82e+2	-	-	-	-	-	-	-	
Aromatici C >21-35		1.06e+2	-	-	-	-	-	-	-	

Parametri del sito - Geometria Sorgenti

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Geometria Sorgenti					
Suolo Superficiale					
Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	Ls,SS	0	0	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo	d	1	1	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	45	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	45	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓
Suolo Profondo					
Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	Ls,SP	1	3	m	✓
Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo	ds	2	1.5	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	45	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓
Falda					
Soggiacenza della falda da p.c.	Lgw	3	7	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	W	45	45	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	Sw	45	45	m	✓
Altezza della zona di miscelazione in aria	∂air	2	2	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione principale del vento	W'	45	9	m	✓
Estensione della sorgente nella direzione ortogonale a quella del vento	Sw'	45	45	m	✓

Parametri del sito - Zona Insatura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Insatura					
Tessitura rappresentativa del suolo insaturo			Sandy Loam		
Porosità efficace del terreno in zona insatura	θe	Letteratura	0.345	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nel suolo	θw	Letteratura	0.194	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nel suolo	θa	Letteratura	0.151	-	✓
Contenuto volumetrico di acqua nella frangia capillare	θw,cap	Letteratura	0.288	-	✓
Contenuto volumetrico di aria nella frangia capillare	θa,cap	Letteratura	0.057	-	✓
Spessore della frangia capillare	hcap	Letteratura	0.25	m	✓
Carico idraulico critico (potenziale di matrice)	hcr	Letteratura	-0.0848	m	✓
Conducibilità idraulica del terreno nella zona insatura	Ksat	Letteratura	1.23e-5	m	✓
Battente idrico in superficie	Hw	0.25	0.25	m	✓
Densità del suolo	ρs	1.7	1.7	g/cm³	✓
pH del suolo	pH	6.8	6.8	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo superficiale	foc,SS	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione di carbonio organico - suolo profondo	foc,SP	0.01	0.01	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	m	✓
Spessore della zona insatura	hv	Calcolato	6.750	m	✓
Infiltrazione efficace calcolata					
Piovosità media annua	P	129	4.83	cm/y	✓
Frazione areale di fratture outdoor	ηout	1	0.1	cm/y	✓
Infiltrazione efficace nel suolo	Ief	Calcolato	4.20e-3	cm/y	✓

Parametri del sito - Zona Satura

Descrizione		Valore			
Parametro	Simbolo	Default	Sito-Specifico	UM	check
Zona Satura					
Tessitura rappresentativa del suolo saturo			Sandy Loam		
Conducibilità idraulica del terreno saturo	Ksat	Letteratura	1.23e-5	m/s	✓
Porosità efficace del terreno in zona satura	θe,sat	Letteratura	0.345	-	✓
Spessore acquifero	da	2	30	m	✓
Gradiente idraulico	i	0.01	0.005	m/m	✓
Velocità di Darcy	vgw	Calcolato	6.15e-8	m/s	✓
Velocità media effettiva nella falda	ve	Calcolato	1.78e-7	-	✓
Frazione di carbonio organico - suolo saturo	foc,sat	0.001	0.027	g/g	✓
Frazione residua dei pori nel suolo saturo (per calcolo Cres)	Sr	0.04	0.04	g/g	✓
Distanza punto di conformità in falda	POC	100	3	m	✓
Dispersività longitudinale in falda	ax	Calcolato	0.30	m	✓
Dispersività trasversale in falda	ay	Calcolato	0.10	m	✓
Dispersività verticale in falda	az	Calcolato	0.01	m	✓

Contaminanti selezionati - Parametri chimico-fisici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	Vol	Sol	H	Kd	Kd(pH)	Koc	Koc(pH)	Dair	Dw	ρ
-	-	mg/L	-	L/kg	L/kg	L/kg	L/kg	cm²/s	cm²/s	kg/L
Alifatici C >12-16	SVOC	0.00035	160			501000				
Alifatici C >16-21	SVOC	0.0000015	110			398000000				
Aromatici C >12-16	SVOC	9.3	0.097			6310				
Aromatici C >16-21	SVOC	0.56	0.0099			15800				
Aromatici C >21-35	SVOC	0.029	0.000082			126000				

Contaminanti selezionati - Parametri tossicologici (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	ADAFc	ADAFa	SFing	SFinal	IUR	RfDing	RfDinal	RfC	ABS
	-	-	(mg/kg/d)-1	(mg/kg/d)-1	(µg/m³)-1	(mg/kg/d)	(mg/kg/d)	(µg/m³)	-
Alifatici C >12-16						0.1		0.5	0.1
Alifatici C >16-21						2		0.5	0.1
Aromatici C >12-16						0.04		0.2	0.1
Aromatici C >16-21						0.03		0.2	0.1
Aromatici C >21-35						0.03		0.2	0.1

Contaminanti selezionati - CSC (File DB caricato: Default Database (ISS-INAIL, 2018))

Contaminante	CSC Suoli Residenziali	CSC Suoli Industriali	CSC Falda
	mg/kg	mg/kg	mg/L
Alifatici C >12-16	50	750	0.35
Alifatici C >16-21	50	750	0.35
Aromatici C >12-16	50	750	0.35
Aromatici C >16-21	50	750	0.35
Aromatici C >21-35	50	750	0.35

Rischio da Suolo Profondo

Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	Cres	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C >12-16	2.01e+2		2.01e+2	1.76e+0	1.76e+0	-	-	8.77e-6
Alifatici C >16-21	4.70e+2		4.70e+2	5.97e+0	5.97e+0	-	-	2.59e-8
Aromatici C >12-16	7.00e+1		7.00e+1	5.88e+2	5.88e+2	-	-	2.43e-4
Aromatici C >16-21	1.82e+2		1.82e+2	8.85e+1	8.85e+1	-	-	2.52e-4
Aromatici C >21-35	1.06e+2		1.06e+2	3.65e+1	3.65e+1	-	-	1.84e-5
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

CSR per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	Csat	Cres	CSC	CSR (HH)	CSR (GW)	CSR
-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C >12-16	2.01e+2	1.76e+0	1.76e+0	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6
Alifatici C >16-21	4.70e+2	5.97e+0	5.97e+0	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6
Aromatici C >12-16	7.00e+1	5.88e+2	5.88e+2	5.00e+1	-	2.89e+5	2.89e+5
Aromatici C >16-21	1.82e+2	8.85e+1	8.85e+1	5.00e+1	-	7.22e+5	7.22e+5
Aromatici C >21-35	1.06e+2	3.65e+1	3.65e+1	5.00e+1	-	>1e+6	>1e+6

CSR cumulative per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
-	mg/kg	mg/kg	-	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Alifatici C >12-16	2.01e+2	>1e+6	114000	2.01e+2	1.76e+0	-	-	8.77e-6
Alifatici C >16-21	4.70e+2	>1e+6	38640000	4.70e+2	5.97e+0	-	-	2.59e-8
Aromatici C >12-16	7.00e+1	2.89e+5	4120	7.00e+1	5.88e+2	-	-	2.43e-4
Aromatici C >16-21	1.82e+2	7.22e+5	3960	1.82e+2	8.85e+1	-	-	2.53e-4
Aromatici C >21-35	1.06e+2	>1e+6	54200	1.06e+2	3.65e+1	-	-	1.85e-5
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (On-site)						-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	
Cumulato ingestione di acqua (Off-site)						-	-	

CSR Idrocarburi (TPHCWG) per il Suolo Profondo

Contaminante	CRS	Frazione			Csat	CSR (HH)	CSR/fr (HH)			CSR (GW)	CSR/fr (GW)		
		C<12	C>12	TOT			C<12	C>12	TOT		C<12	C>12	TOT
-	mg/kg	-	-	-	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Alifatici C >12-16	2.01e+2	-	0.20	0.20	1.76e+0	-	-	-	-	2.01e+2	-	1.03e+3	1.03e+3
Alifatici C >16-21	4.70e+2	-	0.46	0.46	5.97e+0	-	-	-	-	4.70e+2	-	1.03e+3	1.03e+3
Aromatici C >12-16	7.00e+1	-	0.07	0.07	5.88e+2	-	-	-	-	7.00e+1	-	1.03e+3	1.03e+3
Aromatici C >16-21	1.82e+2	-	0.18	0.18	8.85e+1	-	-	-	-	1.82e+2	-	1.03e+3	1.03e+3
Aromatici C >21-35	1.06e+2	-	0.10	0.10	3.65e+1	-	-	-	-	1.06e+2	-	1.03e+3	1.03e+3
Frazione Critica						CSR (HH)	-	-	-	CSR (GW)	-	1.03e+3	1.03e+3

TERRA THERAPY

ALLEGATO D

Files esecutivi del software Risk-net ver. 3.1.1 Pro
(trasmessi a parte)