



PRAGMATICA
AMBIENTALE



Ravenna, 10/02/2023

Prot. 222/23

Raccomandata inviata tramite pec

Spett.le

Provincia di Avellino

Settore 4 Ambiente e Viabilità

Sevizio Tutela, Valorizzazione e Recupero Ambientale

info@pec.provincia.avellino.it

Spett.le

ARPAC -Dipartimento Provinciale di Avellino

arpac.dipartimentoavellino@pec.arpacampania.it

Spett.le

Giunta Regionale della Campania

Direzione Generale Ciclo Integrato delle Acque e dei Rifiuti

Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali

U.O.D. Autorizzazioni Ambientali e rifiuti – Avellino

uod.501705@pec.regione.campania.it

Spett.le

Comune di Altavilla Irpina (AV)

comune.altavillairpina.av@pec.it

Spett.le

Transeuropa srl

transeuropa.srl@legalmail.it

Egr.

Avv. Fabio Iannucci

Legale fiduciario Transeuropa S.r.l.

fabioiannucci@avvocatinapoli.legalmail.it

Spett.le

Groupama Assicurazioni S.p.A.

groupama@legalmail.it

Egr.

Dott.ssa Emilia Carro

Groupama - Polo Alto valore auto Napoli

emilia.carro@groupama.it

Egr.

Avv. Giovanni Siciliano

Legale incaricato dalla Groupama Assicurazioni

giovanni.siciliano@avvocatina.com

info@studiolegalesiciliano.com

Regione Campania
Data: 10/10/2023 15:49:20, PG/2023/0483642

Pragmatica Ambientale S.r.l. s.u.

SEDE LEGALE E AMMINISTRATIVA

Via Giuseppe Bovini, 35
48123 - Ravenna (RA)
Tel. +39 (0)544 502648
P.IVA e Reg. Impr. 09354751001
amministrazione@pragmaticambientale.it
pragmaticambientale@legalmail.it

Direzione e Coordinamento esercitati da Phoenix Disclosure S.r.l.

SEDE OPERATIVA

C.da Manfredara Soprana snc
75016 - Pomarico (MT)
Tel. +39 (0)835 551488
Numero Verde: 800 121 236
info@pragmaticambientale.it



www.pragmaticambientale.it

www.mypragma.cloud



Spett.le

Studio Legale Iannaccone

Legale fiduciario Pragmatica Ambientale S.r.l.

studio_iannaccone@libero.it

silvio.iannaccone@avvocatiavellinopec.it

p.c. Egr.

Avv. Carmela Pellino

carmelina.pellino@avvocatiavellinopec.it

p.c. Spett.le

Prefettura di Avellino

protocollo.prefav@pec.interno.it

**Oggetto: Sinistro occorso in data 10/02/2016 ad autoarticolato cisterna della Ditta Transeuropa S.r.l. targa CL872FT / AB8003 lungo la SP 85 al km 0+500 nel territorio comunale di Altavilla Irpina (AV) con sversamento accidentale del gasolio trasportato.
Analisi di Rischio D.Lgs 152/06 e s.m.i.**

Con riferimento al sito meglio definito in oggetto e alle attività di indagine eseguite in sito si allega alla presente Analisi di Rischio D.Lgs 152/06 e s.m.i..

Restando a disposizione per qualsivoglia necessità si coglie l'occasione per porgere distinti saluti.

Pragmatica Ambientale S.r.l.

Responsabile Tecnico

(Ing. Paola Cioffi)



SOGGETTO RESPONSABILE

TRANSEUROPA SRL

VIA PALAZZIELLO, 1 - 80040 - VOLLA (NA)

EVENTO POTENZIALMENTE IN GRADO DI CONTAMINARE IL SITO

SVERSAMENTO ACCIDENTALE DI IDROCARBURI A SEGUITO DI SINISTRO DA
CIRCOLAZIONE STRADALE ACCADUTO PRESSO S.P. 85 KM 0 + 500 NEL TERRITORIO
COMUNALE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

UBICAZIONE DEL SITO

S.P. 85 KM 0 + 500

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

DATA INCARICO DEL SOGGETTO RESPONSABILE

26/08/2019

TITOLO ELABORATO

ANALISI DI RISCHIO SANITARIA E AMBIENTALE EX D.LGS. 152/06 E SMI

REDAZIONE ELABORATO

PRAGMATICA AMBIENTALE S.R.L.

RESPONSABILE TECNICO

ING. PAOLA CIOFFI



PRATICA:

110-19

Rev.	Data	Emesso da	Controllato	Approvato da
00	10/10/2023	P. Cioffi	C. Perotti	A. Guidotti





INDICE

1.	PREMESSA	3	
	1.1 AREA IN ESAME		3
	1.2 CRONOLOGIA DELLE ATTIVITÀ DI CARATTERE AMBIENTALE ESEGUITE SUL SITO		6
	1.3 FINALITÀ DELL'ANALISI DI RISCHIO		7
2.	INQUADRAMENTO DELL'AREA	8	
3.	DEFINIZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE	9	
	3.1 LIVELLI DI CONTAMINAZIONE		9
	3.1.1 Speciazione degli idrocarburi		10
	3.2 CONCENTRAZIONI NEL SUOLO		12
	3.2.1 Suolo superficiale		12
	3.2.1 Suolo profondo		15
	3.3 CONTAMINAZIONI ADOTTATE IN ADR		17
	3.3.1 Suolo superficiale		17
	3.3.2 Suolo profondo		17
	3.4 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E TOSSICOLOGICHE DEI CONTAMINANTI		18
	3.5 GEOLOGIA DELL'AREA		19
	3.5.1 Inquadramento geologico		19
	3.5.2 Inquadramento idrogeologico		21
	3.6 MODELLO DI BASE DELLA SIMULAZIONE		23
	3.7 VIE DI ESPOSIZIONE E POSSIBILI BERSAGLI		24
	3.8 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE AL PUNTO DI ESPOSIZIONE		25
	3.9 SCHEMATIZZAZIONE DEL SITO		25
	3.9.1 Caratteristiche del terreno		26
	3.9.2 Velocità e direzione del vento		26
	3.9.3 Lunghezza del sito parallela alla direzione del vento		27
	3.10 MODELLI UTILIZZATI NEL CALCOLO DEL RISCHIO		29
	3.10.1 Terreno verso aria (inalazione indoor e outdoor)		29
4.	CALCOLO DEL RISCHIO	32	
	4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI		32
	4.2 RISULTATI OTTENUTI		34
	4.2.1 Suolo superficiale		34
	4.2.2 Suolo profondo		39
5.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E GESTIONE DEL RISCHIO	43	
6.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	45	

ALLEGATI:

Allegato A: File run Risk Net;

Allegato B: File calcolo CSR.

Tavole



1. PREMESSA

Il presente documento riporta i risultati dell'applicazione dell'analisi di rischio sanitario ambientale sito specifica effettuata per l'area di sversamento del gasolio avvenuto il 10 febbraio 2016 lungo la SP 85a al Km 0+500 nel territorio comunale di Altavilla Irpina (AV), conseguentemente alla problematica sul mezzo targato CL872FT/AB80031 di proprietà della società Transeuropa S.r.l.

L'analisi di rischio sanitario ambientale sito specifica è stata condotta conformemente a quanto contenuto nell'art. 242 comma 4 del D.Lgs. n. 152/2006, in seguito all'esecuzione dei precedenti passaggi tecnico/amministrativi che hanno riguardato il sito, comprendenti notifica di potenziale contaminazione, realizzazione di misure di prevenzione e di messa in sicurezza, piano di caratterizzazione e successive indagini ambientali.

L'individuazione delle vie di esposizione, dei soggetti esposti e la stima dei rischi sono effettuate con riferimento alla destinazione d'uso dell'area (residenziale). Si considera pertanto l'esposizione di bersagli adulti e bambini "adjusted" attraverso le vie di esposizione che possono esporre alla presenza di sostanze rilevate sul suolo in concentrazioni superiori a Colonna A (riferimento per il sito) della Tabella 1 (Allegato 5, Parte IV, D. Lgs. 152/2006).

1.1 AREA IN ESAME

L'area si trova ad ovest dell'abitato di Altavilla Irpina in adiacenza alla strada provinciale SP 85 al km 0+500 come mostrato nella Figura 1.1 e in maggiore dettaglio nella Figura 1.2.

Sulla sede stradale è avvenuto il ribaltamento del mezzo targato CL872FT/AB80031 con conseguente fuoriuscita di 4400 l di gasolio.

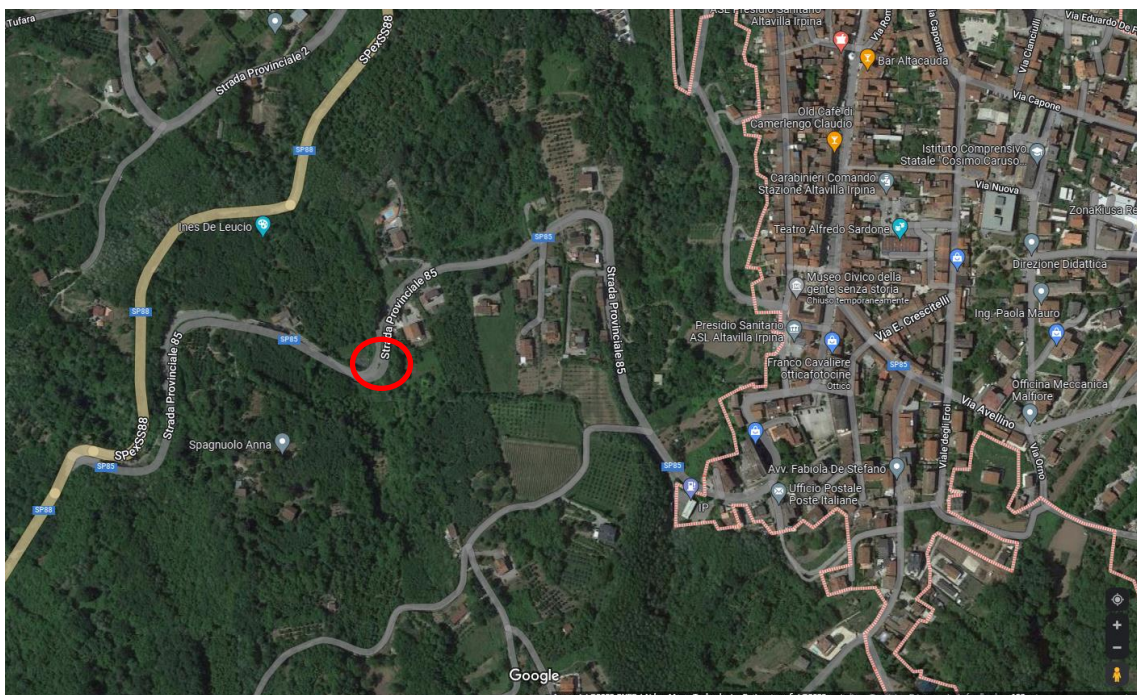




Figura 1.1: Vista della SP 85 e del comune di Altavilla Irpina con luogo incidente



Figura 1.2: Curva dove è avvenuto lo sversamento.

Dal punto di vista catastale l'area di sversamento rientra nelle particelle 457, 310 del foglio 2 nonché nelle particelle 1, 509 e 666 del foglio 7 e della sede stradale come riportato in Figura 1.3.

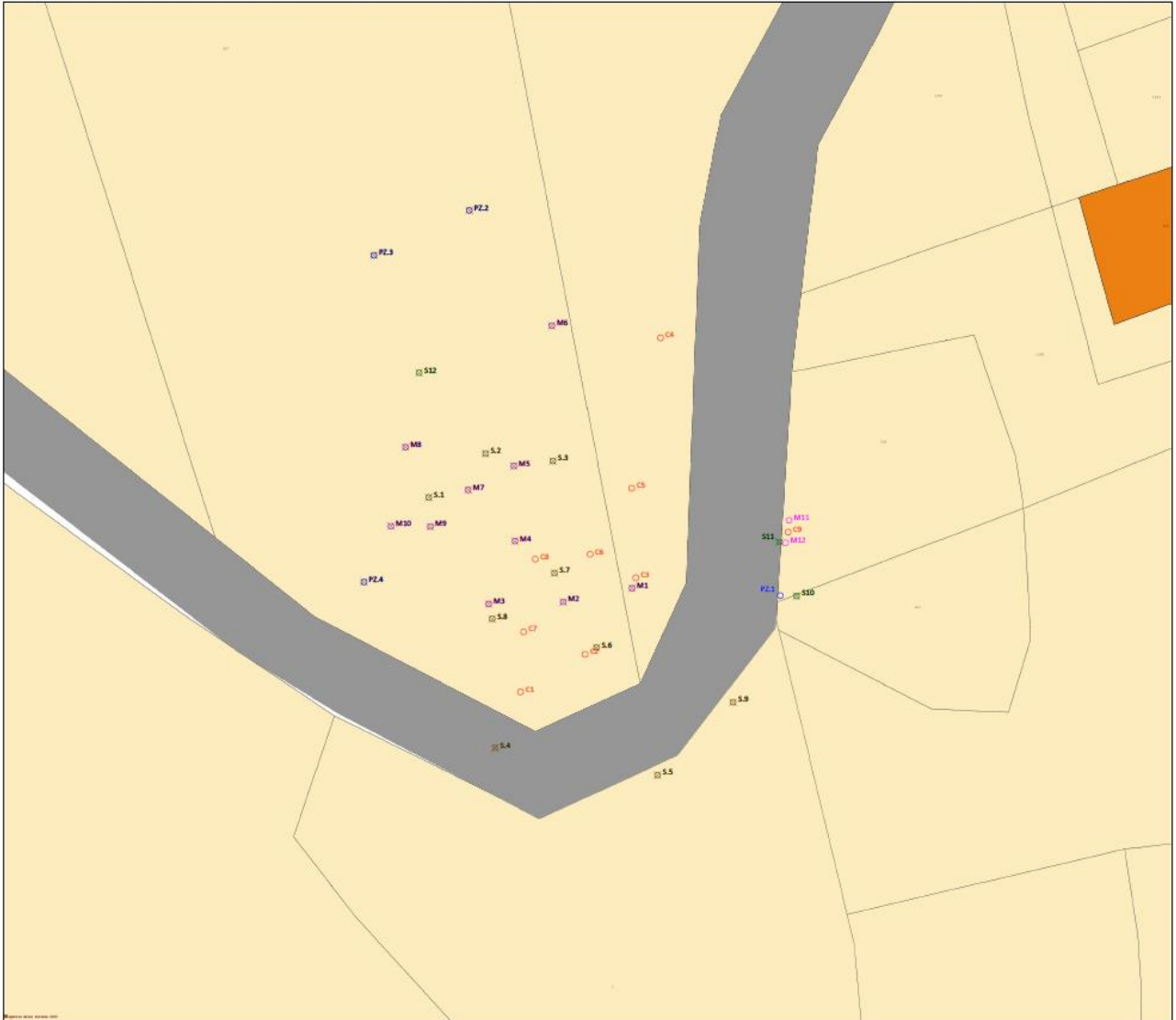


Figura 1.3: Planimetria catastale dell'area



1.2 CRONOLOGIA DELLE ATTIVITÀ DI CARATTERE AMBIENTALE ESEGUITE SUL SITO

Nel corso degli interventi di messa in sicurezza dell'area e delle successive fasi di caratterizzazione si sono svolte diverse campagne di indagine che si riassumono nel seguente elenco:

- prelievi superficiali dopo intervento di mise C1-C8 effettuati in data 12/02/2016
- prelievi mediante microcarotaggi M1-M12 effettuati tra il 16/02 ed il 19/02/2016
- prelievi mediante sondaggio eseguiti nell'ambito dell'esecuzione del piano di caratterizzazione (PZ1-PZ4 e S1-S9) effettuati tra il 28/06 ed il 07/07/2012
- prelievi mediante sondaggio eseguiti nell'ambito dell'esecuzione di integrazioni al piano di caratterizzazione (S10, S11 ed S12) effettuati in data 19/07/2012

Report dettagliati delle attività svolte sul sito si possono desumere dal report "RELAZIONE TECNICA ESITI PIANO DI CARATTERIZZAZIONE" di Pragmatica ambientale srl di data 11/11/2021.

Nell'esecuzione delle indagini, che si sono spinte sino a 20 m dal p.c. nell'esecuzione del sondaggio PZ4, non si sono incontrate evidenze di acque sotterranee.

In accordo quindi con i tecnici ARPAC durante la fase di esecuzione della caratterizzazione si è provveduto all'installazione di un solo piezometro, denominato PZ2, posto a valle topografica del sito, al fine di valutare l'eventuale raccolta di acque di acque sotterranee di scorrimento per il monitoraggio delle stesse.

Dalla relazione geologica viene fornita in base alla granulometria dei terreni e alla ricostruzione geologica una stima della permeabilità che risulta estremamente bassa con un valore medio pari a 1×10^{-8} m/s. La presenza di conglomerati ad elevato spessore, associati ai terreni fini superficiali ed all'evidenza che almeno nei primi 20 m di spessore non sia presente una falda porta ad escludere che per il sito in oggetto per il sito in oggetto la via di esposizione legata alla lisciviazione dei terreni.

Nella presente relazione tale via di esposizione è quindi stata esclusa.

Dall'analisi dei risultati è emersa una potenziale contaminazione della matrice suolo nell'immediato intorno della zona di sversamento del mezzo (fino ad una profondità di 6,8 m da p.c.). I risultati dei sondaggi più esterni in direzione di valle sono invece conformi alle CSC di cui alla Tab. 1/A dell'All. 5 alla Parte IV, Titolo V, del D.Lgs. n. 152/06.

I punti di indagine ricadenti nell'intorno dello sversamento, ossia nei limiti di pertinenza stradale sono stati associati ai limiti di colonna B della Tabella 1 dell'All. 5 alla Parte IV, Titolo V, del D.Lgs. n. 152/06 (S9, S11, S5 ed S4) mentre i restanti sono stati associati a colonna A.

In particolare, per quanto riguarda il **suolo superficiale**, corrispondente a profondità fino ad 1 metro da p.c., vengono rilevati superamenti di colonna A nei punti C3, C5, C6, C9, M1, M2, M4, M7, M11, M12, S7, S6, S10. I punti S9 ed S11 presentano superi di colonna A ma non di colonna B e quindi non vengono contabilizzati nella determinazione delle aree contaminate.



Sul **suolo profondo** sono presenti superamenti rispetto a Colonna A nei sondaggi M1, M2, M4, M7, M8, M9, S2, S6, S7.

Per quanto concerne l'**acqua sotterranea**, non sono stati realizzati campionamenti in quanto i piezometri proposti nel PDC sono risultati asciutti. Non essendo stata rinvenuta la presenza di una falda, tale comparto ambientale è stato escluso nell'analisi di rischio.

1.3 FINALITÀ DELL'ANALISI DI RISCHIO

Il criterio dell'analisi di rischio si propone generalmente il raggiungimento di due obiettivi consequenziali:

- stabilire se l'area in questione pone effettivamente una minaccia per la salute dei bersagli viventi coinvolti o per la qualità delle matrici ambientali (falda);
- individuare le concentrazioni soglia di rischio (CSR), che rappresentano gli obiettivi locali da conseguire con l'eventuale azione di risanamento.

In Figura 1.4 è schematizzato il criterio in base al quale viene impiegata l'analisi di rischio: al rinvenimento di concentrazioni nel suolo o in acqua di concentrazioni superiori ai valori soglia di contaminazione, e in seguito all'esecuzione della caratterizzazione del sito, viene applicata l'analisi di rischio con i due obiettivi esposti.

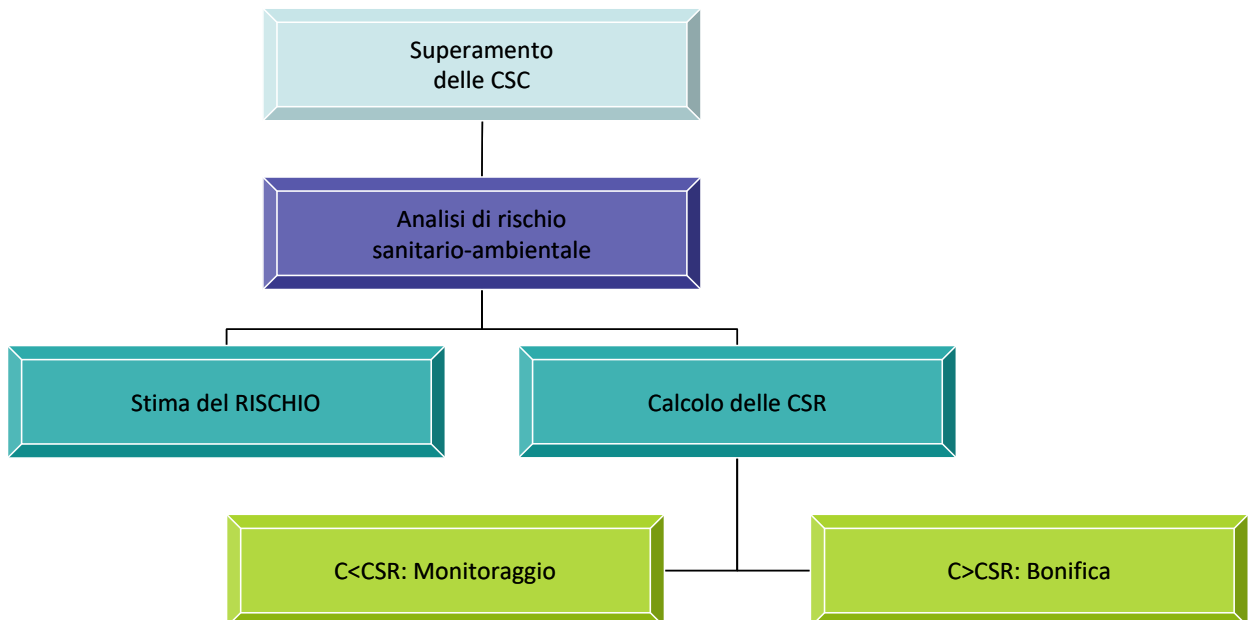


Figura 1.4: Ruolo dell'analisi di rischio

Nella presente analisi di rischio sono stati quindi perseguiti e raggiunti entrambi gli obiettivi previsti dalla normativa, con valutazione dei rischi per la salute umana e determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR).

2. INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area è localizzata nel comune di Altavilla Irpina, in provincia di Avellino. L'area si colloca a Ovest rispetto all'abitato, e coinvolge una superficie pari a circa 1500 m². La posizione rispetto all'abitato di Altavilla Irpina è mostrata in Figura 2.1.



Figura 2.1: Area di sversamento nel comune di Altavilla Irpina

L'area rilevante ai fini del presente documento è costituita da una limitata porzione di terreno posto a monte ed a valle della curva indicata in Figura 2.1. di estensione pari a circa 900 m², la cui posizione è mostrata in dettaglio in Figura 2.2.



Figura 2.2: Posizione dell'area di interesse

La destinazione d'uso, vista l'effettiva attività presente sul sito, in base alla quale è stata effettuata l'analisi di rischio, è **residenziale**.

3. DEFINIZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE

3.1 LIVELLI DI CONTAMINAZIONE

In fase di indagine preliminare e durante l'esecuzione del piano di caratterizzazione ambientale è stata riscontrata la presenza di Idrocarburi C<12 e C>12 in concentrazioni superiori a quelle di colonna A della Tab. 1 del D. Lgs. 152/2006 relativa alle soglie di contaminazione per siti a destinazione residenziale.

Nelle indagini preliminari si trovavano superi anche per i BTEX che non sono stati ritrovati in occasione della realizzazione dei sondaggi previsti dal PDC.

Sul **suolo superficiale** sono stati rilevati superamenti di colonna A nei punti C3, C5, C6, C9, M1, M2, M4, M7, M11, M12, S7, S6, S10 per idrocarburi pesanti C>12, idrocarburi leggeri C<12 e BTEXS. I BTEXS sono stati rinvenuti esclusivamente nelle indagini preliminari svolte nel 2016 dopo lo sversamento e non sono stati confermati nelle indagini previste nel PDC e svolte nel 2021.

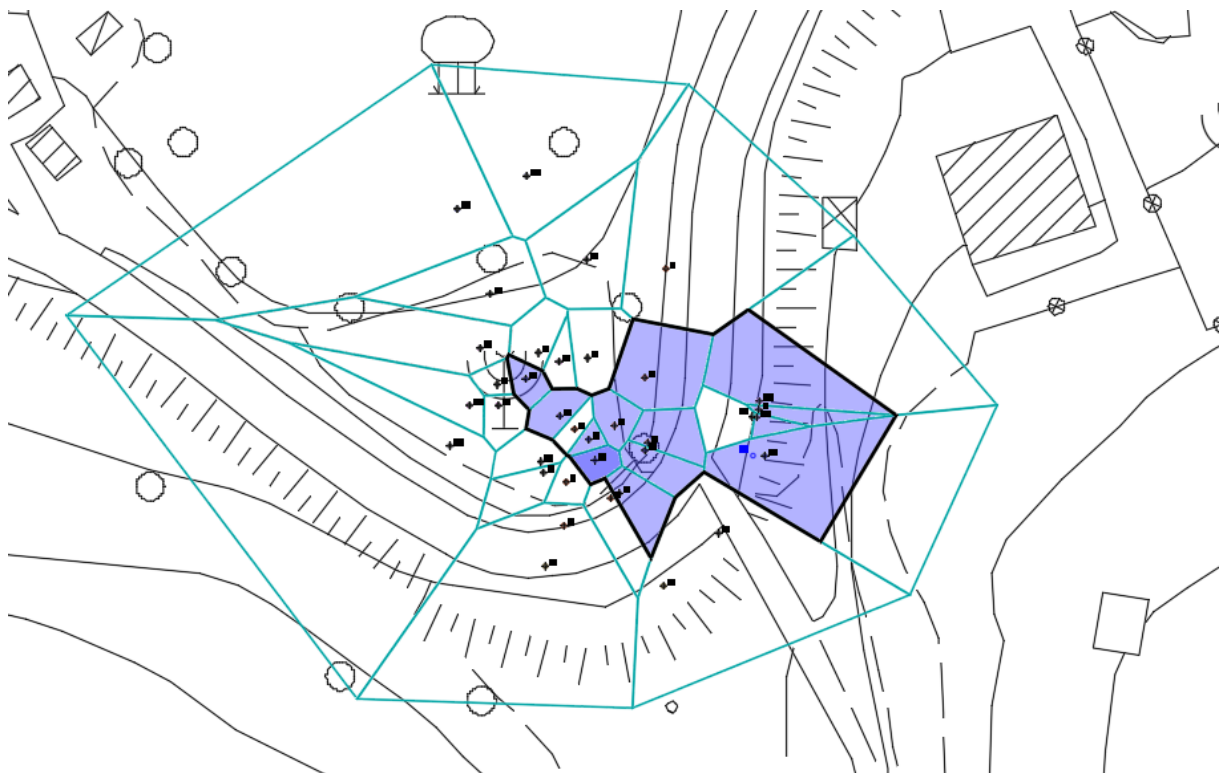


Figura 3.1: Planimetria dei poligoni di Thiessen contaminati relativi al terreno superficiale

Il **suolo profondo** (definito come porzione di suolo fra 1 m e la massima profondità indagata) presenta dei superamenti rispetto ai limiti tabellari di colonna A nei sondaggi M1, M2, M4, M7, M8, M9, S2, S6, S7 per idrocarburi pesanti C>12, idrocarburi leggeri C<12 e BTEXS. I BTEXS sono stati rinvenuti esclusivamente nelle indagini preliminari svolte nel 2016 dopo lo sversamento e non sono stati confermati nelle indagini previste nel PDC e svolte nel 2021

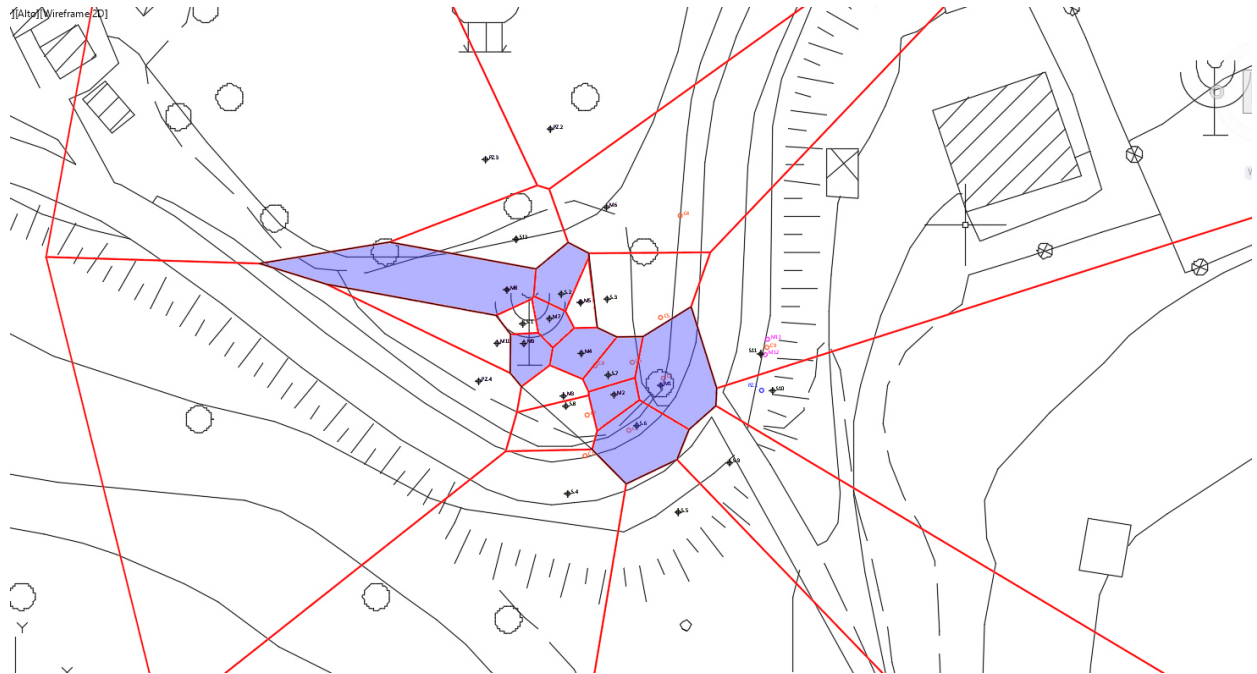


Figura 3.2: Planimetria dei poligoni di Thiessen contaminati relativi al terreno profondo

3.1.1 Speciazione degli idrocarburi

La speciazione degli idrocarburi è stata fatta sia sul terreno superficiale che su quello profondo ed è riportata in quattro Rapporti di prova prelevati sui sondaggi S7 ed S6 alle profondità comprese fra 0 e 3 m dal pc.

3.1.1.1 *Speciazione suolo*

L'esito analitico contenuto nei quattro rapporti di prova è riportato in Tabella 3.1.

Tabella 3.1: Dati di speciazione degli idrocarburi

Des. Campione	S7C1	S7C2	S6C1	S6C3
Profondità	0-1.00 m	1.00-2.00 m	0-1.00 m	2.00-3.00 m
Data Prelievo	30/06/2021	30/06/2021	30/06/2021	30/06/2021
C<12	3,20	8,80	<1	24,00
C>12	1400,00	2200,00	9,50	2600,00
Alifatici C5-C8	<1	<1	<1	<1
Alifatici C9-C12	2,50	7,40	<1	19,80
Alifatici C13-C18	900,00	1500,00	650,00	1900,00
Alifatici C19-C36	500,00	700,00	300,00	700,00
Aromatici C7-C8	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1





Des. Campione	S7C1	S7C2	S6C1	S6C3
Profondità	0-1.00 m	1.00-2.00 m	0-1.00 m	2.00-3.00 m
Data Prelievo	30/06/2021	30/06/2021	30/06/2021	30/06/2021
Aromatici C9-C10	<0.1	1,20	<0.1	3,50
Aromatici C11-C12	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Aromatici C13-C22	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Aromatici C23-C40	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

In Tabella 3.2 sono indicate anche le frazioni in percentuale delle diverse classi di idrocarburi utilizzate nell'elaborazione dell'ADR (sondaggio S6 C3).

I dati risultano congruenti tra loro evidenziando la medesima origine della contaminazione.

Si è assunto come rappresentativa la speciazione relativa al campione più contaminato che evidenziava anche la maggior concentrazione di frazioni leggere.

Tabella 3.2: Speciazione degli idrocarburi nel suolo

speciazione C<12	Alifatici C5-C8	4,082%
	Alifatici C9-C12	80,816%
	Aromatici C7-C8	0,408%
	Aromatici C9-C10	14,286%
	Aromatici C11-C12	0,408%
speciazione C>12	Alifatici C13-C18	73,071%
	Alifatici C19-C36	26,921%
	Aromatici C13-C22	0,004%
	Aromatici C23-C40	0,004%

Tale speciazione è stata usata sia per la suddivisione del terreno superficiale che per quello profondo.



3.2 CONCENTRAZIONI NEL SUOLO

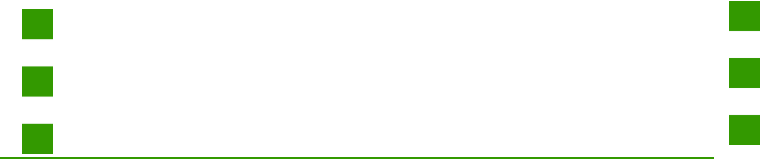
3.2.1 Suolo superficiale

Di seguito si riportano i dati disponibili dalle diverse campagne relative ai terreni superficiali:

Tabella 3.3: Dati sui terreni superficiali

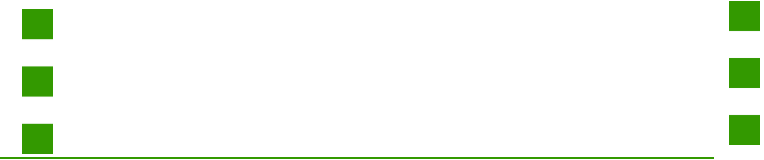
Campione	Profondità	Data	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
LIMITI col A			10,00	50,00	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50
C1	0.2 m	12/02/2016	< 1	43,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C2	0.2 m	12/02/2016	< 1	13,30	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C3	0.2 m	12/02/2016	208,00	2652,00	<0.01	1,99	0,25	1,89	5,39
C4	0.2 m	12/02/2016	< 1	35,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C5	0.2 m	12/02/2016	133,00	1145,00	<0.01	1,35	0,31	2,05	3,50
C6	0.2 m	12/02/2016	383,00	5242,00	<0.01	5,06	0,20	4,77	13,51
C7	0.2 m	12/02/2016	< 1	42,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C8	0.2 m	12/02/2016	< 1	22,80	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
C9	0.2 m	12/02/2016	483,00	31484,00	<0.01	5,28	0,24	6,23	14,48
M1	0 - 1m	16/02/2016	261,00	2089,00	<0.01	2,82	0,17	2,52	7,74
M2	0 - 1m	16/02/2016	291,00	3947,00	<0.01	2,15	0,74	1,77	4,58
M3	0 - 1m	17/02/2016	< 1	16,40	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01





Campione	Profondità	Data	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
M4	0 - 1m	17/02/2016	283,00	4238,00	<0.01	2,96	0,53	2,71	7,41
M5	0 - 1m	17/02/2016	< 1	22,90	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M6	0 - 1m	17/02/2016	< 1	< 4	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M7	0 - 1m	17/02/2016	273,00	4961,00	<0.01	3,37	0,20	2,74	8,01
M8	0 - 1m	17/02/2016	< 1	19,30	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M9	0 - 1m	18/02/2016	< 1	14,50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M10	0 - 1m	18/02/2016	< 1	29,10	<0.01	<0.01	<0.01	0,01	<0.01
M11	0 - 1m	19/02/2016	124,00	3517,00	<0.01	1,44	0,26	1,62	3,46
M12	0 - 1m	19/02/2016	23,00	3046,00	<0.01	0,32	0,14	0,51	1,13
PZ4	0.5-1 m	28/06/2021	< 1.0	13,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5
S8	0.5-1 m	29/06/2021	< 1.0	14,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5
S7	0-1 m	30/06/2021	3,20	1400,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5
S6	0-1 m	30/06/2021	< 1.0	950,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5
S2	0-1 m	30/06/2021	< 1.0	36,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5
PZ3	0-1 m	01/07/2021	< 1.0	21,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5
S1	0-1 m	01/07/2021	< 1.0	12,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.0 5





Campione	Profondità	Data	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
S3	0-1 m	01/07/2021	< 1.0	17,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05
PZ2	0-1 m	01/07/2021	< 1.0	5,80	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05
S9	0-1 m	06/07/2021	< 1.0	180,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05
S10	0 - 1 m	19/07/2022	< 1.0	53,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05
S11	0 - 1 m	19/07/2022	< 1.0	170,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05
S12	0 - 1 m	19/07/2022	< 1.0		< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	<0.05





3.2.1 Suolo profondo

Si riportano in Tabella 3.4 i valori di concentrazione delle sostanze che nel suolo profondo mostrano almeno un superamento rispetto alle CSC. Sono evidenziati i superamenti rispetto a Colonna A (valori massimi misurati sulla singola verticale).

Tabella 3.4: Concentrazioni delle sostanze che superano le CSC nel suolo profondo (valori massimi sulla singola verticale).

Campione	Profondità	Data	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
LIMITI col A			10,00	50,00	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50
M1	1 - 3.3 m	16/02/2016	166,00	3548,00	0,98	1,56	0,35	2,54	3,55
M2	1 - 2 m	16/02/2016	< 1	69,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M3		17/02/2016	< 1	12,50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M4	1 - 3m	17/02/2016	< 1	176,00	<0.01	<0.01	0,01	<0.01	<0.01
M5		17/02/2016	< 1	7,70	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M6		17/02/2016	< 1	26,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M7	1 - 3m	17/02/2016	308,00	4329,00	<0.01	2,74	0,54	2,76	6,17
M8	1 - 3m	17/02/2016	< 1	885,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
M9	1 - 2m	18/02/2016	84,00	27,10	<0.01	0,86	0,30	1,36	4,25
M10		18/02/2016	< 1	25,00	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
PZ4		28/06/2021	< 1.0	25,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S8		29/06/2021	< 1.0	27,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S7	1-6,8 m	30/06/2021	15,80	2371,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S6	1-4 m	30/06/2021	25,40	3870,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05





Campione	Profondità	Data	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
LIMITI col A			10,00	50,00	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50
S2	1-4 m	30/06/2021	< 1.0	80,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
PZ3		01/07/2021	< 1.0	20,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S1		30/06/2021	< 1.0	27,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S3		01/07/2021	< 1.0	28,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
PZ2		01/07/2021	< 1.0	13,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S9		06/07/2021	< 1.0	33,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S5		06/07/2021	< 1.0	12,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S4		07/07/2021	< 1.0	6,70	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S10		19/07/2022	< 1.0	46,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S11		19/07/2022	< 1.0	97,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
S12	1 - 3.3 m	19/07/2022	< 1.0	48,00	< 0.01	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05





3.3 CONTAMINAZIONI ADOTTATE IN ADR

3.3.1 Suolo superficiale

Per il suolo superficiale si sono adottati i valori massimi rinvenuti nelle diverse campagne di indagine. Sugli idrocarburi si è utilizzata la speciazione riportata in Tabella 3.2

I dati usati nel calcolo dei rischi sono elencati in Tabella 3.5

Tabella 3.5: Concentrazioni in ingresso al software per il suolo superficiale

Sostanza	Concentrazione
	mg/kgSS
Alifatici C5-C8	19,71
Alifatici C9-C12	390,34
Aromatici C7-C8	1,971
Aromatici C9-C10	69,00
Aromatici C11-C12	1,97
Alifatici C13-C18	23005
Alifatici C19-C36	8475,8
Aromatici C13-C22	1,21
Aromatici C23-C40	1,21
Benzene	0,1
Etilbenzene	5,28
Stirene	0,74
Toluene	6,23
Xilene	14,48

3.3.2 Suolo profondo

Le concentrazioni in ingresso al software Risknet 3.1.1 sono derivate dalla concentrazioni massime rinvenute sul sito alle quali vengono applicate le speciazioni per le rispettive classi contenute in Tabella 3.2.

Le concentrazioni in input per i terreni profondi sono quelle di Tabella 3.6.

Tabella 3.6: Concentrazioni in ingresso al software per il suolo profondo

Sostanza	Concentrazione
	mg/kgSS
Alifatici C5-C8	12,57
Alifatici C9-C12	248,91
Aromatici C7-C8	1,26
Aromatici C9-C10	44



Sostanza	Concentrazione
	mg/kgSS
Aromatici C11-C12	1,26
Alifatici C13-C18	3163,26
Alifatici C19-C36	1165,41
Aromatici C13-C22	0,166
Aromatici C23-C40	0,166
Benzene	0,98
Etilbenzene	2,74
Stirene	0,54
Toluene	2,76
Xilene	6,17

3.4 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E TOSSICOLOGICHE DEI CONTAMINANTI

Per i contaminanti rilevati sul sito in concentrazioni significative, è possibile avere a disposizione i valori di riferimento delle CSC (Colonna A e Colonna B di Tabella 1 e Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte IV, D. Lgs. 152/2006) e anche i valori delle caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche riportati nella "Banca Dati ISS-INAIL" aggiornata a marzo 2018.



3.5 GEOLOGIA DELL'AREA

A descrizione della geologia ed idrogeologia dell'area si riporta quanto esposto nella relazione geologica allegata al Piano della Caratterizzazione del 2021 redatta dallo STUDIO TECNICO E GEOLOGICO Dr. geol. LUIGI PELOSO e Ing. ANGELO PELOSO.

3.5.1 Inquadramento geologico

“I litotipi affioranti, nella zona oggetto di studio, sono prevalentemente costituiti da limo bruno di origine piroclastica con livelli sabbiosi gialli e da sabbie e ghiaie eterogranulari, poligeniche, facenti parte della formazione conglomeratico-puddingoide, a granulometria grossolana, a matrice micritica talvolta pseudocristallina e spastica.

Dal rilievo effettuato, l'area si presenta, con prevalente assenza di processi morfoevolutivi rapidi; i valori delle acclività sono compatibili con i valori naturali dell'angolo di attrito interno dei litotipi costitutivi, per cui il suo grado di stabilità si può ritenersi accettabile...

I terreni presenti nel territorio di Altavilla Irpina sono terrigeni.

La formazione di base è rappresentata da una facies molassica sabbiosa limosa sciolta, ben rappresentata nell'area.

Le sabbie e i limi giallastri ed avana, generalmente ben compattati o consolidati saturi, scarsamente plastici passano sovente, verticalmente o lateralmente, a lembi di smembramento o a facies detritiche a granulometria più grossolana (sabbie e ghiaie eterogranulari, poligeniche, spesso arrotondate in facies pseudopuddingoidi).

La giacitura del complesso è generalmente caotica, senza evidenti tracce di stratificazione, nell'ambito del complesso.

Su tale complesso si rinviene in modo trasgressivo, la formazione conglomeratici-puddingoide a granulometria grossolana, a matrice micritica talvolta pseudocristallina e spastica.

Trattasi di una formazione potente e regolare a clasti poligenici, ma in prevalenza calcareo-marnosi; la matrice sabbiosa o calcarea, cementa fortemente gli inclusi tanto che la formazione non alterata presenta un habitus litoide duro e resistente.

I terreni caratterizzanti, il territorio di Altavilla Irpina, possono essere così schematizzati dall'alto verso il basso:

- *Depositi Quaternari*
- *Depositi alluvionali*
- *Detriti di versante*
- *Depositi piroclastici.*
- *Complesso Terrigeno Terziario*
- *Unità di Altavilla*
- *Flysch di Castelvetero.*



Nell'area sono presenti terreni costituiti da limo bruno di origine piroclastica con livelli sabbiosi gialli e da sabbie e ghiaie eterogranulari, poligeniche, facenti parte della formazione conglomeratico- puddingoide il cui grado di permeabilità va dal medio più generalmente basso.

Il bedrock è rappresentato dallo strato conglomeratico.

Sigla sondaggio: PZ4

STRATIGRAFIA

0,0 - 1,20 mt Coltre superficiale e terreno di riporto costituito da accumuli di varia origine e natura prevalentemente con presenza di limo e sabbia a tratti debolmente argillosa, di origine piroclastica, di colore grigio-marrone con inclusioni di ciottoli calcarei

1,20 - 5,80 mt Limo marroncino con sabbia di colore giallastro- marrone chiaro frammista a materiali piroclastici più o meno rimaneggiati, a tratti lievemente argillosi con inclusioni di conglomerati calcarei e arenacei a spigoli arrotondati

5,80 - 10,0 mt Conglomerato puddingoide a granulometria grossolana in matrice micritica talvolta pseudocristallina e spatica

10,0 - 20,0 mt Idem (questo intervallo di lunghezza è stato eseguito col tricono)



Figura 3.3: Cassetta catalogatrice sondaggio PZ4 (0-5m))



Figura 3.4: Cassetta catalogatrice sondaggio PZ4 (5-10m)

3.5.2 Inquadramento idrogeologico

“Dal punto di vista idrogeologico, si possono distinguere due tipi di complessi idrogeologici: Complesso dei depositi vulcanici plio-quadernari (complesso delle piroclastiti da caduta, complesso n.1) e Complesso dei depositi molassici tardorogeni (complesso molassico, complesso n.2).

Complesso n.1: Depositi incoerenti costituiti in gran parte da pomici e ceneri derivanti dall'attività esplosiva dei centri eruttivi campani e subordinatamente del Vulture. Per la giustapposizione laterale e verticale di termini granulometricamente differenti, costituiscono acquiferi eterogeni ed anisotropi la cui trasmissività è generalmente mediocre.

Complesso n.2: Depositi terrigeni molassici da marini a continentali costituiti da argille, arenarie e conglomerati scarsamente cementati; nella parte alta (Unità di Altavilla), potenti intercalazioni di puddinghe carbonatiche.

Trattandosi di litologie granulari e, di natura prevalentemente sabbioso – limosa - argillosa, la permeabilità è legata prevalentemente alla porosità e, di conseguenza alla dimensioni granulometriche, nonché al grado di addensamento dei materiali.

Si rileva la presenza di un complesso idrogeologico diversificato al suo interno, dalla presenza di livelli sabbiosi con permeabilità medio-alta, e livelli limoso-argillosi con permeabilità medio-bassa (Complesso Alluvionale Conglomeratico).





ZONA A PERMEABILITA' DA MODESTA A MEDIA

Costituita dagli affioramenti delle arenarie, marne, calcari marnosi e brecce calcaree, puddinghe poligeniche e dalla facies detritica proveniente dalla alterazione di queste. La permeabilità modesta in presenza della facies litoide diviene più elevata in funzione del grado di fessurazione dei materiali. La zona presenta sovente una permeabilità da dissoluzione, erosione e pseudocarsismo.



ZONA A PERMEABILITA' MEDIA

(a) - Affioramenti del tufo grigio campano la cui permeabilità è funzione della struttura colonnare e della frequente fessurazione presente.
(b) - Depositi alluvionali di fondovalle costituiti da ghiaia, sabbia e limi; la permeabilità è funzione della prevalenza del tipo granulometrico fine presente.



ZONA SEDE DI FALDA FREATICA

Costituita dagli affioramenti di limi e limi sabbiosi di origine piroclastica con presenza di materiale detritico sciolto e livelli di pomici granulari. La permeabilità variabile di strato in strato si riduce con il crescere della profondità per la presenza a volte preponderante della frazione argillosa. La falda freatica di portata notevole è spesso insediata nella frazione più sabbiosa con tamponi impermeabili a profondità variabili dovuti alla presenza di livelli più francamente argillosi.



ZONA DI FALDA FREATICA rilevata fra i 3 e i 10 metri di profondità.

Figura 3.6: Legenda della carta idrogeologica del PUC di Altavilla Irpina

Come già riportato nel paragrafo introduttivo la caratterizzazione del sito, non essendoci nell'intorno del punto di sversamento altre indagini idrogeologiche, risulta parziale nella descrizione dell'idrogeologia sotterranea. Dalla relazione geologica viene fornita in base alla granulometria dei terreni e alla ricostruzione geologica una stima della permeabilità che risulta estremamente bassa con un valore medio pari a 1×10^{-8} m/s. La presenza di conglomerati ad elevato spessore, associati ai terreni fini superficiali ed all'evidenza che almeno nei primi 20 m di spessore non sia presente una falda porta ad ipotizzare che per il sito in oggetto non sia attiva la via di esposizione legata alla lisciviazione dei terreni.

Nella presente relazione pertanto tale via di esposizione è stata esclusa.

3.6 MODELLO DI BASE DELLA SIMULAZIONE

La simulazione è stata effettuata considerando tutti i rischi per la salute umana e per l'ambiente considerando l'uso attuale (vie dirette e inalazione outdoor).

Il suolo insaturo presente sul sito è prevalentemente limoso nel suolo superficiale e nei primi metri del suolo profondo, tendente poi a divenire un conglomerato cementato. Nelle simulazioni si è comunque utilizzata la classificazione "sandy loam", a favore di sicurezza, con i parametri desunti dal database di Risk-net 3.1.1.





3.7 VIE DI ESPOSIZIONE E POSSIBILI BERSAGLI

Nella costruzione del modello concettuale è fondamentale valutare attentamente il particolare contesto ambientale in cui il sito si colloca, in quanto non tutti i percorsi di migrazione possibili (acque sotterranee, acque superficiali, aria, suolo, catena alimentare) risultano di fatto “attivi”.

Come anticipato, l’area presa in esame ha un uso residenziale con bersagli adulti e bambini.

Per quanto riguarda il sito, si è tenuto conto di tutte le vie di esposizione evidenziate nella Figura 3.7.

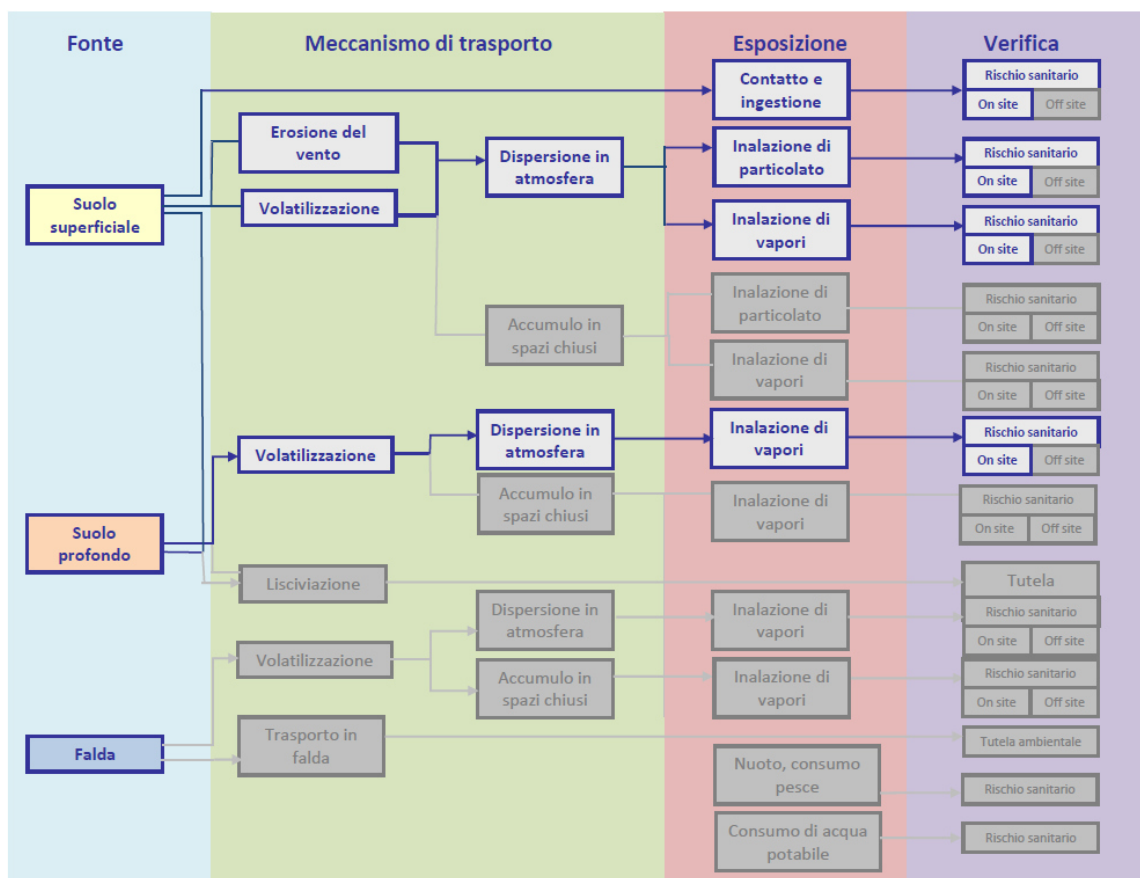


Figura 3.7: Percorsi di esposizione attivi

Nello schema di Figura 3.7 sono evidenziati anche gli obiettivi di verifica degli effetti della contaminazione sulle matrici ambientali.

Le sorgenti di contaminazione presenti sono il **suolo superficiale** ed il **suolo profondo**

I meccanismi di trasporto attivi sono la volatilizzazione con dispersione atmosferica per entrambe i comparti suolo profondo e superficiale e i contatti diretti per il solo suolo superficiale.

Le modalità di esposizione sono quindi l’inalazione di vapori e polveri outdoor, l’ingestione e il contatto dermico.



3.8 CALCOLO DELLA CONCENTRAZIONE AL PUNTO DI ESPOSIZIONE

Per valutare il rischio posto da un inquinante indicatore è necessario determinare la concentrazione dello stesso nel punto di esposizione. Se si trascura a fini cautelativi l'attenuazione derivante dal percorso di migrazione, la concentrazione da considerare nell'analisi di rischio coincide con la concentrazione assunta come rappresentativa della sorgente. Laddove si vogliono invece valutare gli effetti dei percorsi di migrazione sulla concentrazione degli inquinanti indice nel punto di esposizione, è necessario modellizzare i meccanismi di trasporto degli inquinanti dalla sorgente di contaminazione fino al punto di esposizione.

L'analisi di rischio può essere approfondita a vari livelli, secondo un approccio graduale di valutazione. In particolare, lo standard ASTM prevede una procedura, definita con l'acronimo RBCA (Risk-Based Corrective Action), articolata in tre livelli di analisi di rischio.

Il primo livello consiste essenzialmente nel confrontare la contaminazione del sito con dei valori di screening. Generalmente il valore di concentrazione di ciascun contaminante da sottoporre a confronto è il valore di massima concentrazione rilevato. Per il calcolo del rischio nel livello 1 si usano modelli semplificati e, cosa fondamentale, i soggetti potenzialmente esposti sono localizzati in prossimità della sorgente.

Il secondo livello prevede l'impiego di dati "site specific" e di localizzare il punto di esposizione e quello di conformità al di fuori della sorgente di inquinamento e non immediatamente al di sopra di essa, come invece previsto dal livello 1. Il terzo livello prevede di creare dei modelli sito-specifici per simulare in dettaglio il comportamento degli inquinanti e la loro diffusione nel terreno e nella falda.

Le concentrazioni limite derivanti da un'analisi di rischio di secondo livello saranno evidentemente meno conservative e più vicine alla realtà, grazie all'impiego di dati propri dello scenario di rischio in esame. Sono disponibili in letteratura tecnica modelli numerici a 1, 2 o 3 dimensioni. I modelli monodimensionali non prendono in considerazione la dispersione laterale e verticale della contaminazione e tendono pertanto a sovrastimare i livelli di esposizione e sottostimare i fattori di attenuazione naturale. I modelli di trasporto bidimensionali migliorano la simulazione dei fenomeni dispersivi e di attenuazione. I modelli 3D invece sono quelli che forniscono una maggior accuratezza nella simulazione e, per tale motivo, sono oggetto intensivo di ricerca. La loro applicazione a scala reale è tuttavia ancora poco diffusa per la difficoltà di calibrazione e validazione dei parametri di trasporto e dispersione a questo livello.

In questo caso, vista l'effettiva presenza di bersagli umani sul sito in esame, si è proceduto all'analisi di livello 2 mediante il software "Risk-net 3.1.7".

3.9 SCHEMATIZZAZIONE DEL SITO

I software commerciali a disposizione per effettuare le analisi di rischio si basano su modelli monodimensionali semplificati; si determinano infatti le concentrazioni in singoli punti in direzione del vento o del moto della falda. I modelli matematici utilizzati forniscono dei buoni





risultati ma sono vincolati al rispetto di geometrie “omogenee” e non supportano correttamente strutture notevolmente “sbilanciate” in cui la distanza del bersaglio dalla sorgente risulta molto minore della larghezza o lunghezza dell’area contaminata considerata.

Di seguito si riportano tutti i parametri sito specifici scelti e i rispettivi criteri di individuazione.

3.9.1 Caratteristiche del terreno

3.9.1.1. Parametri del terreno

Il suolo è stato indagato in sito e i sondaggi hanno permesso di individuare la presenza di un primo strato di materiale superficiale costituito da accumuli di varia origine e natura prevalentemente con presenza di limo e sabbia di origine piroclastica, di colore marroncino con inclusioni di ciottoli calcarei

Data la presenza di materiale prevalentemente limoso/sabbioso, nei livelli più superficiali del terreno, si considera per il suolo insaturo la tessitura “sandy loam”.

I parametri del terreno utilizzati sono quelli riportati nei “*Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi assoluta di rischio ai siti contaminati – rev. 2*” e presenti nel database del software impiegato.

3.9.1.2. Frazione di carbonio organico e pH

Per la frazione di carbonio organico (f_{oc}) e pH sono stati utilizzati i valori derivanti dalle analisi eseguite rispettivamente sul campione S1C3, S2C2, S1C1 e S2C1.

Per il suolo superficiale il valore di f_{oc} è pari a **0,018**, mentre per il suolo profondo è pari a **0,019**.

3.9.2 Velocità e direzione del vento

Nei dintorni del sito la stazione meteo che riporta dati di velocità e direzione è localizzata a Pietradefusi (LAT 41°03'19.44" N, LONG 14°52'48.84" E, ALT 341 m slm vedi Figura 3.8).

I dati sono stati scaricati dal sito della Regione Campania dipartimento dell’Agricoltura.

I dati della stazione presentano una ridotta serie storica e sono riferiti, al periodo 03/01/2022 – 18/12/2022.

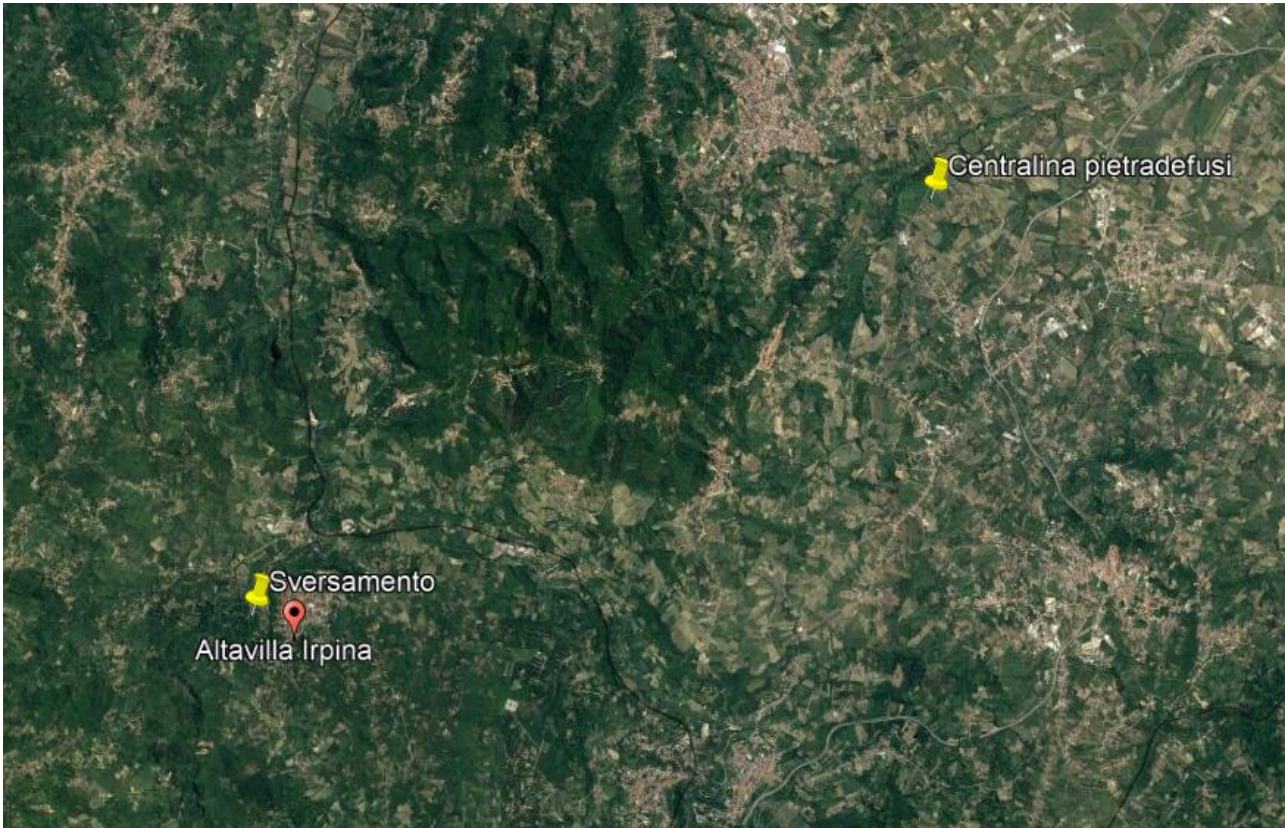


Figura 3.8: Individuazione della stazione meteorologica con dati di direzione e velocità del vento

La velocità del vento utilizzata è la media misurata nel periodo di osservazione che risulta pari a 1,4 m/s. La velocità del vento è misurata a 10 metri da terra.

3.9.2.1. *Direzione prevalente del vento*

Come nel caso dell'intensità anche per la direzione prevalente del vento la serie storica risulta molto esigua.

La direzione più frequente per la centralina di Pietradefusi risulta O-SO.

Considerato la scarsa rappresentatività dei dati per determinare i rischi di inalazione si è preferito non considerare la direzione prevalente ed adottare la misura più lunga del sito.

3.9.3 Lunghezza del sito parallela alla direzione del vento

Per il terreno superficiale la lunghezza dell'area maggiore considerata come lunghezza in direzione del vento prevalente è mostrata in Figura 3.9 ed è pari a **51.7m**. L'area evidenziata rappresenta i Poligoni di Thiessen corrispondenti ai sondaggi per i quali si rileva almeno un superamento nei terreni superficiali della CSC rispetto a Colonna A.



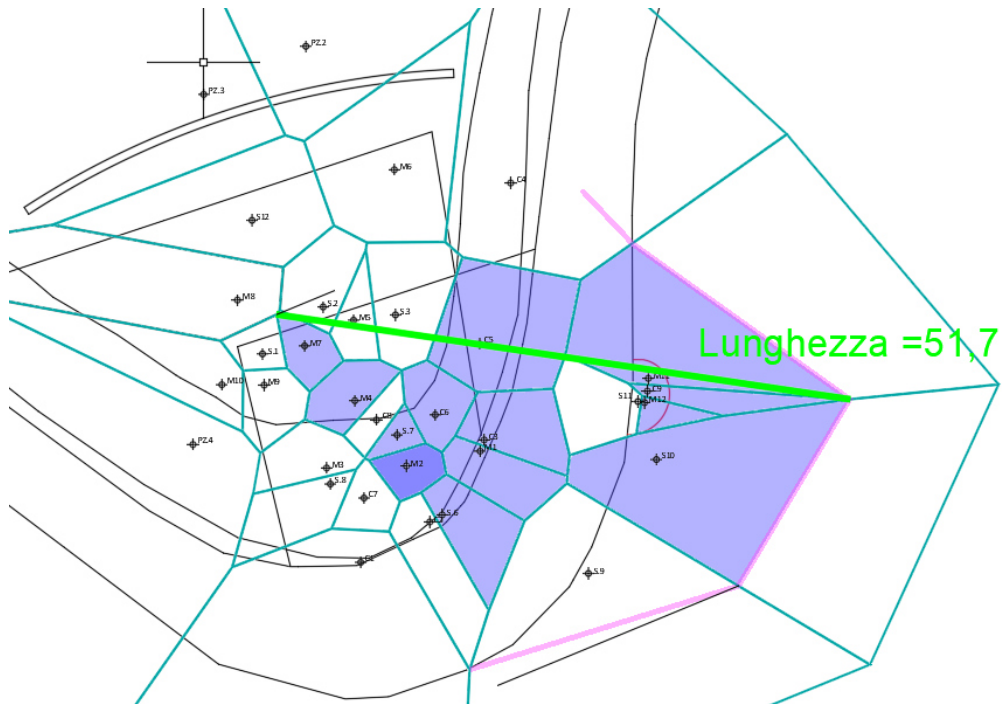


Figura 3.9: Lunghezza del sito nella direzione prevalente del vento per il terreno superficiale

Per il terreno profondo la lunghezza dell'area maggiore considerata come lunghezza in direzione del vento prevalente è mostrata in Figura 3.10 ed è pari a **67.3m**.

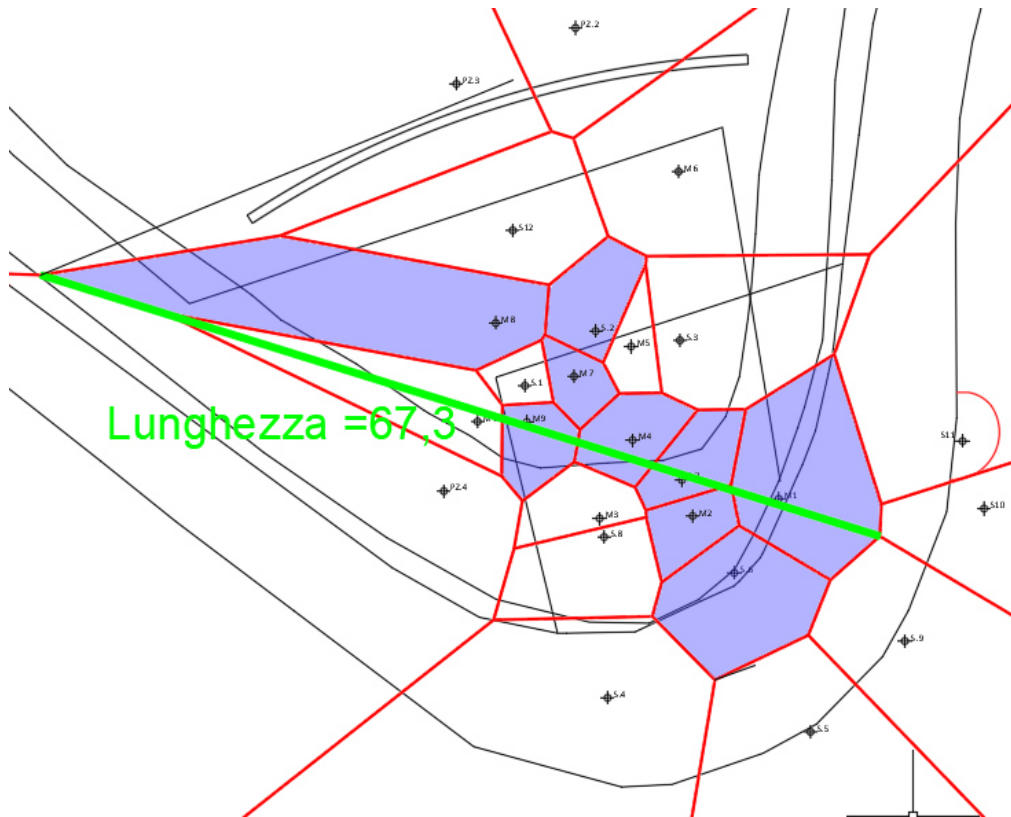


Figura 3.10: Lunghezza del sito nella direzione prevalente del vento per il terreno profondo

3.10 MODELLI UTILIZZATI NEL CALCOLO DEL RISCHIO

Al fine di valutare le CSR del sito, sono state effettuate le determinazioni del rischio legato alla contaminazione del suolo profondo che agisce sull'inalazione di vapori in ambienti indoor o outdoor.

3.10.1 Terreno verso aria (inalazione indoor e outdoor)

Qualsiasi modello venga utilizzato per il trasporto e la diffusione dei contaminanti, il risultato consiste nel calcolo, per ciascuna via d'esposizione, del fattore di attenuazione naturale (NAF = Natural Attenuation Factor) determinato come rapporto tra la concentrazione del contaminante indice nella sorgente di inquinamento C, e la concentrazione nel punto di esposizione CPOE, determinata in condizioni stazionarie. Ovviamente per le vie di esposizione diretta il valore di NAF = 1.

Le espressioni per il calcolo del NAF sono riportate in Figura 3.11:



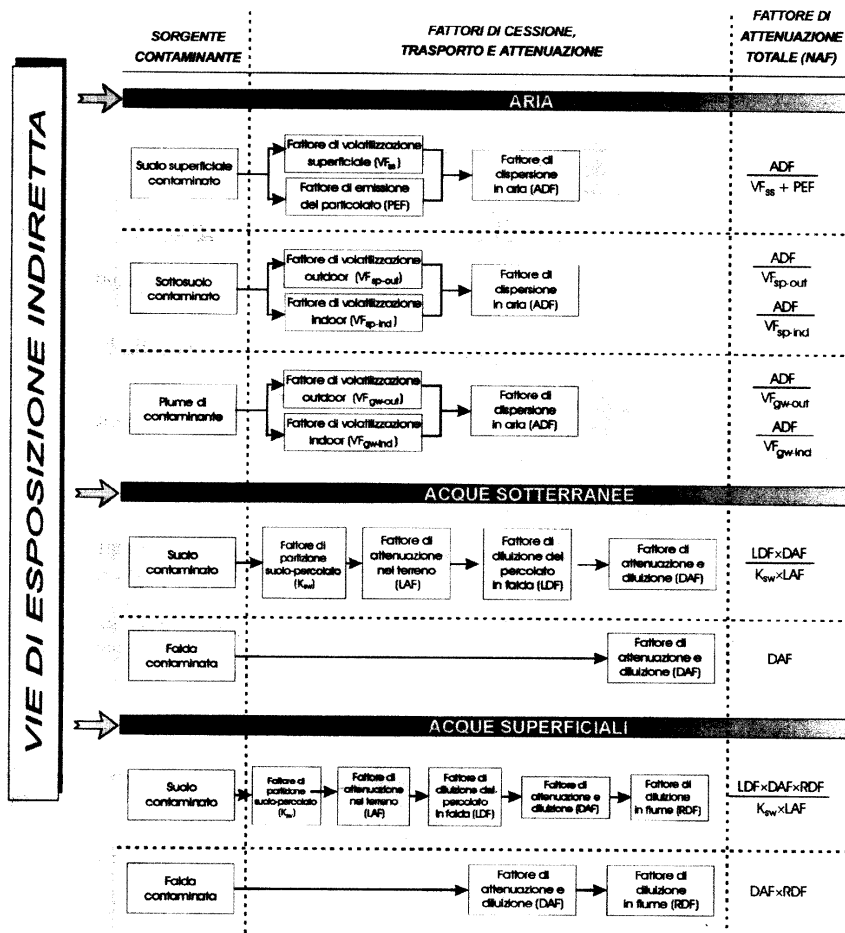


Figura 3.11: Espressioni per il calcolo del NAF

Il programma contiene un ampio database in cui sono inseriti la maggior parte degli inquinanti pericolosi; per ogni inquinante il database contiene le caratteristiche chimiche e fisiche quali:

- peso molecolare;
- solubilità in condizioni standard;
- pressione di vapore;
- coefficiente di diffusione in aria;
- ...

Oltre a questa tipologia di parametri sono presenti i dati di tipo tossicologico come la classe di tossicità, le dosi di riferimento per quanto riguarda il contatto dermico, l'inalazione, l'ingestione ecc...

Le caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche sono state cambiate in relazione a quanto riportato nei Criteri Metodologici (APAT, 2008) e secondo quanto riportato nella banca dati ISS-ISPESL, aggiornata a marzo 2018.

È stato utilizzato il valore di concentrazione di riferimento per l'inalazione di sostanze non cancerogene riferito al bersaglio adjusted; il punto di conformità è stato scelto sopra alla sorgente.



Si riportano altri parametri di esposizione impiegati nella simulazione (Figura 3.12).

Fattori di esposizione							
Esposizione			On Site				
Ambito			Residenziale				Industriale
Parametri di esposizione	Simbolo	UM	Bambini	Adolescenti	Adulti	Anziani	Lavoratore
Fattori Comuni							
Peso Corporeo	BW	kg	15	15	70	70	70
Tempo di mediazione cancerogeni	AT	y	70				
Durata di esposizione	ED	y	6	10	24	5	25
Frequenza di esposizione	EF	d/y	350	350	350	350	250
Ingestione di suolo							
Frazione di suolo ingerita	FI	-	1	1	1	1	1
Tasso di ingestione suolo	IR	mg/d	200	200	100	100	50
Contatto Dermico							
Superficie di pelle esposta	SA	cm ²	2800	2800	5700	5700	3300
Fattore di aderenza dermica	AF	mg/cm ² /d	0,2	0,2	0,07	0,07	0,2
Inalazione di vapori e polveri outdoor							
Frequenza giornaliera outdoor (c)	EFgo	h/d	24	0,5	24	1,9	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri outdoor (a):(b)	Bo	m ³ /h	0,7	0,7	0,9	0,9	2,5
Frazione di suolo nella polvere outdoor	Fsd	-	1	1	1	1	1
Inalazione di vapori e polveri indoor							
Frequenza Giornaliera Indoor	EFgi	h/d	24	19,6	24	22,4	8
Tasso di inalazione di vapori e polveri indoor (b)	Bi	m ³ /h	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9
Frazione di suolo nella polvere indoor	Fi	-	1	1	1	1	1
Ingestione di acqua							
Tasso di Ingestione di acqua	IRw	L/d	1	1	2	2	1

Figura 3.12: Parametri di esposizione impiegati per la destinazione industriale

Si riportano in Tabella 3.7 i valori limite di rischio sanitario.

Tabella 3.7: Valori limite di rischio sanitario

Parametro	Descrizione	Individuale	Cumulativo
TRab	Rischio limite	1,0E-06	1,0E-05
TRc	Rischio limite	1,0E-06	1,0E-05
THQ	HQ limite	1,0	1,0





4. CALCOLO DEL RISCHIO

4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Secondo il decreto 3/12/1985 del Ministero della Sanità si definiscono:

- nocive: le sostanze ed i preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono comportare effetti di gravità limitata;
- tossiche: le sostanze che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono causare effetti gravi, acuti o cronici ed anche la morte.

I contaminanti tossici, infatti, oltre ad effetti come la mortalità di facile ed immediata rilevabilità, possono essere ugualmente dannosi e provocare effetti letali: alcuni pressoché immediatamente rilevabili (in genere entro 14 giorni) in seguito all'assunzione di una dose singola (tossicità acuta); altri rilevabili per esposizioni a basse dosi ma per lunghi e ripetuti periodi di tempo, allorquando la quantità totale di contaminante presente nell'organismo raggiunge uno specifico valore, atto a provocare appunto l'evento indesiderato (tossicità cronica).

La tossicità cronica (rilevabile tramite test tossicologici cosiddetti a lungo termine) può invece comportare effetti sulla crescita degli individui e soprattutto malattie cancerogene.

In letteratura si è soliti proporre anche una ulteriore classificazione delle sostanze tossiche croniche, in cancerogene e non cancerogene, in quanto tale distinzione è legata ai due possibili tipi di correlazione esistenti tra dose assorbita e risposta che si (o non si) registra.

Tutte le sostanze chimiche non cancerogene hanno una soglia minima di non effetto mentre per quelle cancerogene tutti i dosaggi comportano una seppur minima risposta indesiderata.

Le proprietà sopra descritte sono però relative a particolari condizioni di laboratorio, in quanto l'effetto di tossicità di una sostanza nei confronti di un organismo bersaglio può dipendere dalla presenza di altri composti tossici.

I dati relativi alla tossicità delle singole sostanze vengono forniti sotto forma di:

- dose massima ammissibile (Chronic Reference Dose – RfD) per le sostanze non cancerogene;
- potenziale cancerogeno (Cancer Slope Factor – SF) per le sostanze cancerogene.

I contaminanti presenti, nel caso in esame, hanno sia effetti cronici cancerogeni che non cancerogeni. Nel caso di comportamento di tipo non cancerogeno si è proceduto con il calcolo del rischio definito "indice di rischio cronico" (Hazard Quotient – HQ), determinato dividendo la dose media giornaliera (calcolata sulla durata effettiva di esposizione alla sostanza n per una via di esposizione m) per la dose di riferimento:

$$HQ_{n,m} = \frac{C_n \cdot E_m}{RfD} = \frac{ADI_{n,m}}{RfD}$$

dove:





C_n = concentrazione di inquinante nel comparto ambientale al punto di esposizione (aria, acqua, suolo, alimenti);

E_m = tasso di esposizione; rappresenta la quantità media di ciascun mezzo ambientale (acqua, aria, terreno) ingerito, inalato o contattato per unità di peso corporeo e per unità di tempo di esposizione.

ADI = dose media giornaliera (Admissible Daily Intake);

L'indice di rischio cronico, parametro adimensionale, esprime quante volte la dose media giornaliera, calcolata sulla base dell'effettivo periodo di esposizione, supera la dose di riferimento. Se $HQ < 1$ non c'è rischio, mentre se $HQ > 1$ potrebbero potenzialmente prodursi effetti non cancerogeni ma patologici sulla popolazione più sensibile.

Per il caso di un comportamento di tipo cancerogeno si è calcolato:

$$R_{n,m} = C_n \cdot E_m \cdot SF = ADI_{n,m} \cdot SF$$

che rappresenta l'incremento di probabilità di contrarre un tumore nel corso della vita a causa dell'esposizione ad una singola sostanza n ed è dato dal prodotto della dose media giornaliera (calcolata per la durata della vita e per una specifica via di esposizione m) per la tangente SF (Slope Factor).

Il numero di eventi così determinato è da considerarsi in eccesso rispetto al numero di casi di cancro che normalmente colpiscono un'analogha popolazione non esposta (popolazione di controllo). Il rischio cancerogeno, derivante dall'esposizione ad una singola sostanza, non dovrebbe superare il range $10^{-6} - 10^{-4}$.

Il valore limite di rischio cancerogeno è stato assunto pari a 10^{-6} , per esposizione ad una singola sostanza, e pari a 10^{-5} per quanto riguarda il rischio cumulativo.

Il software utilizzato implementa tutti gli aspetti della procedura Risk Based Corrective Action e quindi implementa sia i modelli di trasporto di inquinanti sia le equazioni e tutti i parametri necessari al calcolo del rischio. Alla luce di ciò si evince come vengano automaticamente calcolati tutti i valori tipici collegati alla valutazione del rischio.



4.2 RISULTATI OTTENUTI

Sono riportati i valori ottenuti dei rischi e delle CSR per il suolo superficiale e profondo, per poi concludere con la determinazione delle CSR globali del sito (le concentrazioni di contaminanti nel terreno che rispettano contemporaneamente le soglie di rischio per la salute umana e per l'ambiente e l'additività dei rischi).

4.2.1 Suolo superficiale

4.2.1.1 Terreno verso uomo (ingestione e contatto dermico e inalazione vapori e polveri)

I rischi dovuti al suolo superficiale nella situazione attuale sono riportati in Tabella 4.1.

Tabella 4.1: Valori di rischio – suolo superficiale

Contaminante	Ingestione		Contatto dermico		Vapori outdoor		Polveri outdoor	
	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0	1,0E-06	1,0E+0
Alifatici C5-C8	-	6,30E-03	-	1,76E-03	-	4,06E-02	-	1,53E-09
Alifatici C9-C12	-	4,99E-02	-	1,40E-02	-	5,20E-02	-	3,03E-08
Aromatici C >7-8	-	2,52E-04	-	7,05E-05	-	8,54E-05	-	1,61E-11
Aromatici C9-C10	-	8,82E-02	-	2,47E-02	-	9,93E-02	-	4,29E-08
Aromatici C11-C12	-	1,26E-03	-	3,53E-04	-	4,76E-04	-	1,23E-09
Alifatici C13-C18	-	2,94E+00	-	8,24E-01	-	-	-	1,79E-06
Alifatici C19-C36	-	5,42E-02	-	1,52E-02	-	-	-	6,59E-07
Aromatici C13-C22	-	5,16E-04	-	1,44E-04	-	-	-	3,76E-10
Benzene	8,61E-10	3,20E-05	2,72E-10	8,95E-06	3,85E-09	3,84E-05	5,20E-16	5,18E-12
Etilbenzene	9,09E-08	6,75E-04	2,87E-08	1,89E-04	3,95E-07	3,68E-04	8,80E-14	8,21E-11
Stirene	-	4,73E-05	-	1,32E-05	6,66E-09	3,11E-05	2,47E-15	1,15E-11
Toluene	-	9,96E-04	-	2,79E-04	-	1,16E-04	-	1,94E-11
Xileni	-	9,26E-04	-	2,59E-05	-	9,83E-03	-	2,25E-09
Somma	9,18E-08	3,14E+00	2,90E-08	8,81E-01	4,06E-07	2,03E-01	9,10E-14	2,53E-06

La valutazione in dettaglio del risultato permette di affermare che i percorsi di esposizione non danno luogo a rischi non accettabili per i bersagli umani, eccetto che per le vie dirette (ingestione) limitatamente alla classe **idrocarburi C13-C18**.

Secondo i "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (APAT, 2008), per il calcolo del rischio individuale dovuto a più vie di esposizione è necessario in generale cumulare i rischi dovuti a *ingestione di suolo*, *contatto dermico* e *inalazione di vapori e polveri outdoor* da una parte, mentre dall'altra è stato necessario cumulare i rischi dovuti a *inalazione di vapori e polveri indoor*. Una volta svolte queste operazioni, tra i due rischi "cumulati" calcolati, è stato scelto come rappresentativo del rischio per l'uomo il più conservativo, cioè il maggiore.



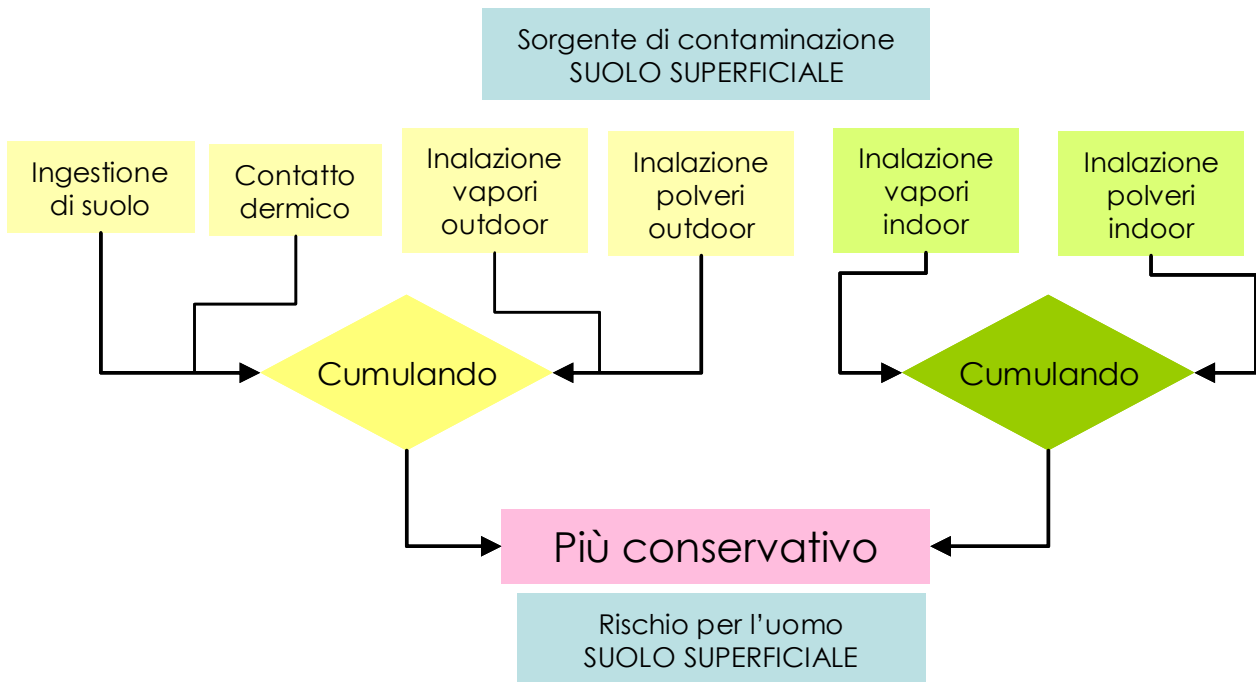


Figura 4.1: Criterio di calcolo del rischio individuale dovuto a più vie di esposizione per suolo superficiale

Con riferimento alla sommatoria dei rischi, la situazione è riportata in Tabella 4.2.

Tabella 4.2: Valori di rischio cumulati – suolo superficiale

Contaminante	Cumulativo outdoor	
	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-06	1,0E+0
Alifatici C5-C8	-	4,87E-02
Alifatici C9-C12	-	1,16E-01
Aromatici C >7-8	-	4,08E-04
Aromatici C9-C10	-	2,12E-01
Aromatici C11-C12	-	2,09E-03
Alifatici C13-C18	-	3,76E+00
Alifatici C19-C36	-	6,94E-02
Aromatici C13-C22	-	6,60E-04
Benzene	4,98E-09	7,93E-05
Etilbenzene	5,14E-07	1,23E-03
Stirene	6,66E-09	9,16E-05
Toluene	-	1,39E-03
Xileni	-	1,08E-02
Somma	5,26E-07	4,22E+00

Le CSR, concentrazioni soglia di rischio, sono riportate in Tabella 4.3.





Tabella 4.3: CSR per suolo superficiale [mg/kgSS]

Contaminante	Cumulativo outdoor	
	Canc.	Tox
Alifatici C5-C8		404,5
Alifatici C9-C12		3362,1
Aromatici C >7-8		4828,4
Aromatici C9-C10		325,5
Aromatici C11-C12		942,6
Alifatici C13-C18		6117,0
Alifatici C19-C36		122190,2
Aromatici C13-C22		1833,3
Benzene	2,01	126,1
Etilbenzene	10,27	4292,7
Stirene	111,11	8078,6
Toluene		4482,0
Xileni		1342,6

4.2.1.2. CSR per il suolo superficiale nello scenario attuale (ingestione e contatto dermico, inalazione vapori e polveri)

La CSR per il sito è la più restrittiva fra le CSR calcolate per il rispetto dei rischi per la salute umana, attraverso le diverse vie di esposizione (Tabella 4.4).

Tabella 4.4: CSR del sito per il suolo superficiale – scenario attuale

Contaminante	CSR
	mg/kgSS
Alifatici C5-C8	404,52
Alifatici C9-C12	3362,07
Aromatici C >7-8	4828,43
Aromatici C9-C10	325,47
Aromatici C11-C12	942,58
Alifatici C13-C18	6117,02
Alifatici C19-C36	122190,20
Aromatici C13-C22	1833,33
Benzene	2,01
Etilbenzene	10,27
Stirene	111,11
Toluene	4482,01
Xileni	1342,59



4.2.1.3. CSR del suolo superficiale (ingestione e contatto dermico, inalazione vapori e polveri) per rispetto additività

I rischi derivanti dall'impiego delle CSR calcolate sono riportati in Tabella 4.5.

Tabella 4.5: Valori di rischio – suolo superficiale con CSR salute umana

Contaminante	CSR mg/kgSS	Cumulativo outdoor	
		Canc.	Tox.
Alifatici C5-C8	404,52		1,00E+00
Alifatici C9-C12	3362,07		1,00E+00
Aromatici C >7-8	4828,43		1,00E+00
Aromatici C9-C10	325,47		1,00E+00
Aromatici C11-C12	942,58		1,00E+00
Alifatici C13-C18	6117,02		1,00E+00
Alifatici C19-C36	122190,20		1,00E+00
Aromatici C13-C22	1833,33		1,00E+00
Benzene	2,01	1,00E-06	1,59E-02
Etilbenzene	10,27	1,00E-06	2,39E-03
Stirene	111,11	1,00E-06	1,38E-02
Toluene	4482,01		1,00E+00
Xileni	1342,59		1,00E+00
Somma		3,00E-06	1,003E+01

L'additività dei rischi è tale da dare un rischio cumulato rappresentativo dell'effetto della somma dell'esposizione diretta e dell'inalazione outdoor, calcolato a partire dalle CSR per il rispetto della salute umana del sito, superiore al valore soglia.

È quindi necessario ridurre alcune CSR al fine di rientrare all'interno dei valori limite. Le CSR ridotte e i relativi rischi singoli e cumulati sono indicati in Tabella 4.6.

Tabella 4.6: Valori di rischio – suolo superficiale con CSR ridotte per rispetto somma rischi

Contaminante	CSR mg/kgSS	Cumulativo outdoor	
		Canc.	Tox.
Alifatici C5-C8	25,0		6,18E-02
Alifatici C9-C12	320,0		9,52E-02
Aromatici C >7-8	4,0		8,28E-04
Aromatici C9-C10	58,0		1,78E-01
Aromatici C11-C12	4,0		4,24E-03
Alifatici C13-C18	3780,0		6,18E-01
Alifatici C19-C36	1500,0		1,23E-02
Aromatici C13-C22	3,0		1,64E-03
Benzene	1,0	4,98E-07	7,93E-03





Etilbenzene	10,0	9,73E-07	2,33E-03
Stirene	4,0	3,60E-08	4,95E-04
Toluene	15,0		3,35E-03
Xileni	18,0		1,34E-02
Somma		1,51E-06	9,9962E-01

Le CSR ridotte indicate in Tabella 4.6 garantiscono il rispetto di tutti i rischi singoli e cumulati.

Volendo calcolare i limiti sugli idrocarburi per le classi normate C<12 e C>12 si utilizza la frazione critica per calcolare il limite sulla classe di riferimento. Le CSR finali saranno quindi per ogni classe il valore minimo calcolato riportato in Tabella 4.7.

Tabella 4.7: CSR del sito per il suolo superficiale: idrocarburi C<12 e C>12

Contaminante	CSR complessive	Frazione critica	CSR C>12 e C<12	CSR risultanti
	mg/kgSS			
Alifatici C5-C8	25,000	0,040816327	612,5	395.96
Alifatici C9-C12	320,000	0,808163265	395,96	
Aromatici C >7-8	4	0,004081633	980	
Aromatici C9-C10	58,000	0,142857143	406	
Aromatici C11-C12	4	0,004081633	980	
Alifatici C13-C18	3780,000	0,730713022	5173,03	5173.03
Alifatici C19-C36	1500,000	0,269210061	5571,863	
Aromatici C13-C22	3	3,84586E-05	78006	

Le CSR risultanti complessive per il terreno superficiale sono riportate in Tabella 4.8.

Tabella 4.8: CSR del sito per il suolo superficiale

Contaminante	CSR complessive	CSC	Obiettivi di bonifica
	mg/kgSS	mg/kgSS	mg/kgSS
Idrocarburi C<12	395,96	10	395,96
Idrocarburi C>12	5173,03	50	5173,03
Benzene	1	0,1	1
Etilbenzene	10	0,5	10
Stirene	4,0	0,5	4,0
Toluene	15	0,5	15
Xileni	18	0,5	18



4.2.2 Suolo profondo

4.2.2.1. *Terreno verso uomo (inalazione indoor e outdoor)*

I rischi dovuti al terreno profondo insaturo sono riportati in Tabella 4.9.

Tabella 4.9: Valori di rischio - suolo profondo

Contaminante	Vapori outdoor	
	Canc.	Tox.
Limite	1,0E-06	1,0E+0
Alifatici C5-C8	-	2,59E-02
Alifatici C9-C12	-	2,11E-02
Aromatici C >7-8	-	5,46E-05
Aromatici C9-C10	-	5,45E-02
Aromatici C11-C12	-	4,39E-05
Alifatici C13-C18	-	-
Alifatici C19-C36	-	-
Aromatici C13-C22	-	-
Benzene	3,77E-07	3,76E-03
Etilbenzene	2,05E-07	1,91E-04
Stirene	4,86E-09	2,27E-05
Toluene	-	5,16E-05
Xileni	-	4,19E-03
Somma	5,87E-07	1,10E-01

La valutazione del risultato permette di affermare che tutti i rischi sono accettabili. Le CSR, concentrazioni soglia di rischio, sono riportate in Tabella 4.10.

Tabella 4.10: CSR per suolo profondo [mg/kgSS]

Contaminante	Vapori outdoor	
	Canc.	Tox.
Alifatici C5-C8		486,5
Alifatici C9-C12		11800,9
Aromatici C >7-8		23076,9
Aromatici C9-C10		807,3
Aromatici C11-C12		28701,6
Alifatici C13-C18		--
Alifatici C19-C36		--
Aromatici C13-C22		--
Benzene	2,599	260,6
Etilbenzene	13,365	14345,5
Stirene	111,111	23788,5
Toluene		53488,4
Xileni		1472,6



4.2.2.2. CSR per il suolo profondo

La CSR per il sito è la più restrittiva fra le CSR calcolate per il rispetto dei rischi per la salute umana, attraverso le diverse vie di esposizione (Tabella 4.11).

Tabella 4.11: CSR del sito per il suolo profondo

Contaminante	CSR
	mg/kgSS
Alifatici C5-C8	486,5
Alifatici C9-C12	11800,9
Aromatici C >7-8	23076,9
Aromatici C9-C10	807,3
Aromatici C11-C12	28701,6
Alifatici C13-C18	
Alifatici C19-C36	
Aromatici C13-C22	
Benzene	2,6
Etilbenzene	13,4
Stirene	111,1
Toluene	53488,4
Xileni	1472,6

4.2.2.1. CSR del suolo profondo per rispetto additività

I rischi derivanti dall'impiego delle CSR calcolate sono riportati in Tabella 4.12.

Tabella 4.12: Valori di rischio – suolo profondo con CSR salute umana

Contaminante	CSR	Cumulativo outdoor	
		Canc.	Tox.
	mg/kgSS		
Alifatici C5-C8	486,5		1,00E+00
Alifatici C9-C12	11800,9		1,00E+00
Aromatici C >7-8	23076,9		1,00E+00
Aromatici C9-C10	807,3		1,00E+00
Aromatici C11-C12	28701,6		1,00E+00
Alifatici C13-C18			
Alifatici C19-C36			
Aromatici C13-C22			
Benzene	2,6	1,00E-06	9,97E-03
Etilbenzene	13,4	1,00E-06	9,32E-04
Stirene	111,1	1,00E-06	4,67E-03
Toluene	53488,4		1,00E+00
Xileni	1472,6		1,00E+00
Somma		3,00E-06	7,016E+00





L'additività dei rischi è tale da dare un rischio cumulato calcolato a partire dalle CSR per il rispetto della salute umana del sito, superiore al valore soglia.

È quindi necessario ridurre alcune CSR al fine di rientrare all'interno dei valori limite.

Le CSR ridotte e i relativi rischi singoli e cumulati sono indicati in Tabella 4.13.

Tabella 4.13: Valori di rischio – suolo profondo con CSR ridotte per rispetto somma rischi

Contaminante	CSR mg/kgSS	Cumulativo outdoor	
		Canc.	Tox.
Alifatici C5-C8	110,00		2,26E-01
Alifatici C9-C12	2200,00		1,86E-01
Aromatici C >7-8	11,00		4,77E-04
Aromatici C9-C10	380,00		4,71E-01
Aromatici C11-C12	11,00		3,83E-04
Alifatici C13-C18	10000,00		
Alifatici C19-C36	10000,00		
Aromatici C13-C22	10000,00		
Benzene	2,50	9,62E-07	9,59E-03
Etilbenzene	12,00	8,98E-07	8,36E-04
Stirene	100,00	9,00E-07	4,20E-03
Toluene	100,00		1,87E-03
Xileni	100,00		6,79E-02
Somma		2,76E-06	9,6849E-01

Le CSR ridotte indicate in Tabella 4.13 garantiscono il rispetto di tutti i rischi singoli e cumulati.

4.2.2.2. CSR per il suolo profondo

Con riferimento allo scenario di esposizione dei bersagli umani e considerando quanto emerso dalla valutazione dei rischi, si propongono le CSR riportate in Tabella 4.14.

Tabella 4.14: CSR del sito per il suolo profondo per lo scenario di esposizione umana e per la tutela della falda.

Contaminante	CSR bersagli umani (mg/kgSS)
Alifatici C5-C8	110,00
Alifatici C9-C12	2200,00
Aromatici C >7-8	11,00
Aromatici C9-C10	380,00
Aromatici C11-C12	11,00





Contaminante	CSR bersagli umani (mg/kgSS)
Alifatici C13-C18	10000,00
Alifatici C19-C36	10000,00
Aromatici C13-C22	10000,00
Benzene	2,50
Etilbenzene	12,00
Stirene	100,00
Toluene	100,00
Xileni	100,00

Tabella 4.15: CSR del sito per il suolo profondo: idrocarburi C<12 e C>12

Contaminante	CSR complessive	Frazione critica	CSR C>12 e C<12	CSR risultanti
	mg/kgSS			
Alifatici C5-C8	110	0,040816327	2695	2660
Alifatici C9-C12	2200	0,808163265	2722	
Aromatici C >7-8	11	0,004081633	2695	
Aromatici C9-C10	380	0,142857143	2660	
Aromatici C11-C12	11	0,004081633	2695	
Alifatici C13-C18	10000	0,730713022	13685	13685
Alifatici C19-C36	10000	0,269210061	37145	
Aromatici C13-C22	10000	3,84586E-05	2,6 E+08	

Le CSR risultanti complessive per il terreno profondo sono riportate in Tabella 4.8.

Tabella 4.16: CSR del sito per il suolo profondo

Contaminante	CSR complessive	CSC	Obiettivi di bonifica
	mg/kgSS		
Idrocarburi C<12	2660	10	2660
Idrocarburi C>12	13685	50	13685
Benzene	2,50	0,1	2,50
Etilbenzene	12,00	0,1	12,00
Stirene	100,00	0,5	100,00
Toluene	100,00	0,5	100,00
Xileni	100,00	0,5	100,00





5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E GESTIONE DEL RISCHIO

L'analisi di rischio è stata condotta tenendo in considerazione i bersagli umani (adulti e bambini destinazione residenziale onsite) e ambientali (in realtà non presenti sul sito, dal momento che la falda è a profondità molto elevate e non individuata nei piezometri realizzati) e le vie di esposizione possibili.

L'area è infatti destinata ad uso agricolo e quindi si è associata ad una destinazione d'uso residenziale; per il calcolo dei rischi onsite sono stati considerati i contaminanti presenti in concentrazioni superiori alle CSC di Colonna A sul suolo superficiale e profondo.

Sono stati utilizzati tutti i dati relativi ai sondaggi eseguiti sul sito e ai monitoraggi condotti sulle diverse matrici considerate.

Le vie di esposizione attive sono le vie dirette e l'inalazione di vapori outdoor.

I dati sito specifici utilizzati sono stati evidenziati nei paragrafi precedenti. In particolare, tra gli altri, si è fatto riferimento alle caratteristiche del sito per quanto riguarda:

- velocità del vento (determinate su una serie di un singolo anno);
- frazione di carbonio organico (f_{oc}) e pH del terreno

La determinazione dei rischi fornisce per i diversi comparti i seguenti risultati:

Sul **suolo superficiale**:

I rischi sanitari derivanti dai superamenti di Idrocarburi C>12 rinvenuti nel **suolo superficiale** risultano non accettabili esclusivamente per la frazione alifatica C13-C18, ed esclusivamente per la via diretta di ingestione.

Sul **suolo profondo**:

Il suolo profondo non pone rischi sanitari per gli utilizzatori del sito e quindi i superamenti di Idrocarburi C<12 e C>12 rinvenuti nel **suolo profondo** risultano accettabili.

Alla luce di quanto esposto gli interventi di bonifica riguardano i soli idrocarburi (C>12 e C<12). In tale ipotesi le superfici che dovranno essere bonificate risultano:

- per i terreni superficiali: poligono C6 (33.6 m²) e poligono C9 (25.6 m²)
- per i terreni profondi: nessun punto

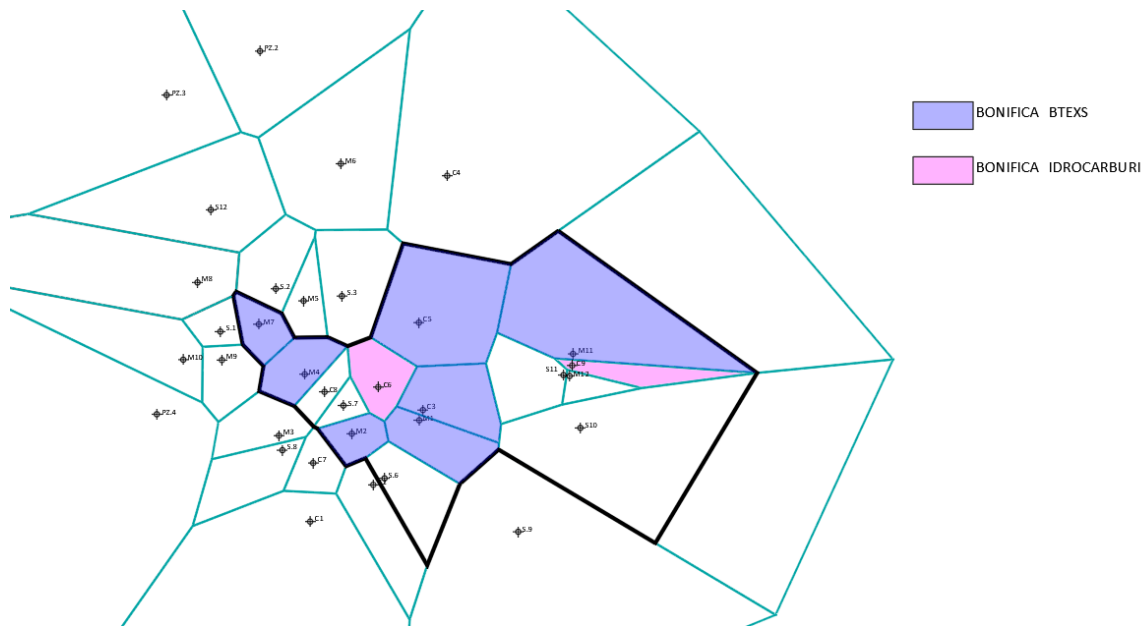


Figura 5.1: Area di intervento per HC suolo superficiale

I volumi interessati dalla bonifica sono indicati in Tabella 5.1.

Tabella 5.1: Aree e volumi di bonifica per il suolo superficiale

Poligono	profondità	area	volume
	m	m ²	m ³
C6	0 - 1 m	33,56	33,56
C9	0 - 1 m	25,65	25,65
area totale HC			59,21

Il volume di bonifica risulta pari a 59,2 m³ corrispondente a circa 120 tonnellate di terreno contaminato.

Pomarico 10/10/2023

Pragmatica Ambientale S.r.l.

Responsabile Tecnico
(Ing. Paola Cioffi)





6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- D. Lgs. 152/2006 Norme in materia ambientale
- APAT (2008) Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati
- APAT (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
- ISS-ISPEL (2009) Banca Dati (Marzo 2018)
- ASTM (2004) Standard Guide for Risk-Based Corrective Action ASTM E-2081-00



PRAGMATICA
AMBIENTALE



Allegato A: File run Risk Net;





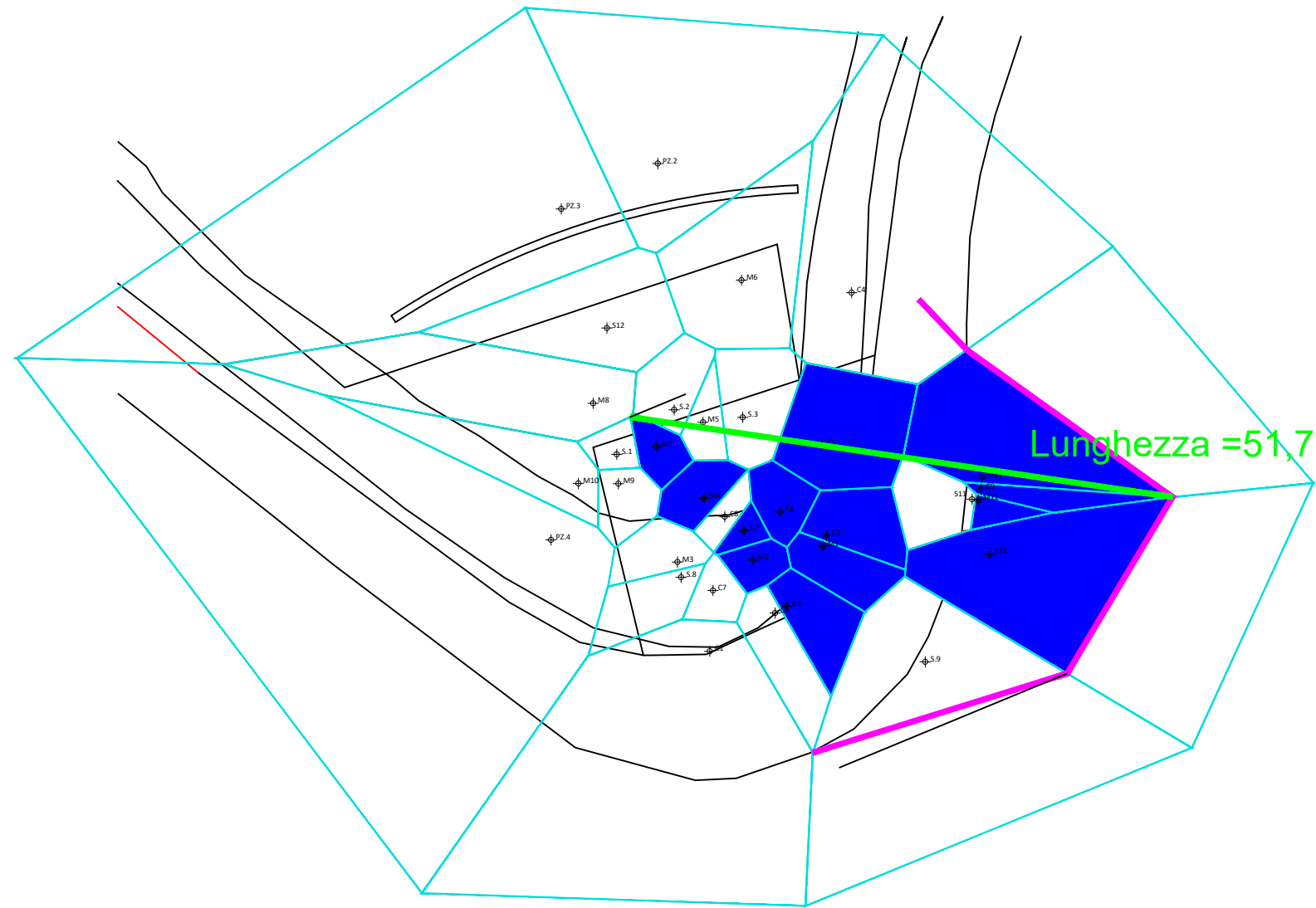
PRAGMATICA
AMBIENTALE



Allegato B: File calcolo CSR.



POLIGONI DI THIESSEN PER IL SUOLO SUPERFICIALE

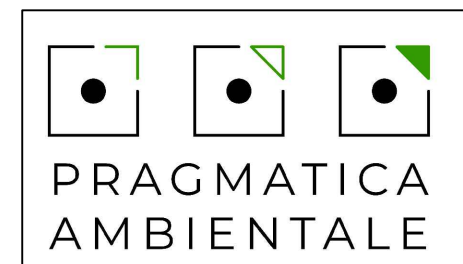


SUOLO SUPERFICIALE

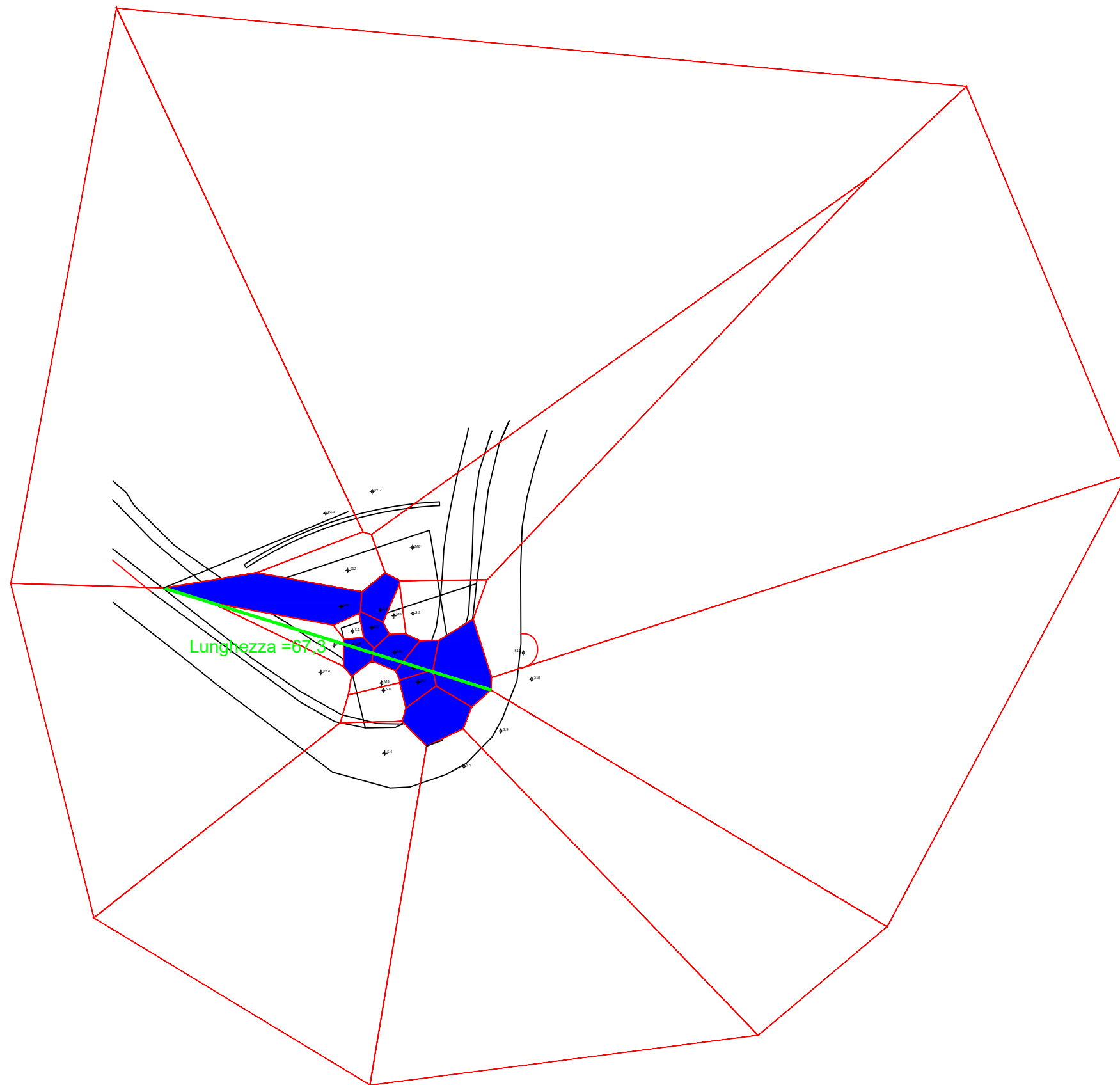
ELABORATO:

ANALISI DI RISCHIO AI SENSI DEL
D.LGS. 152/06 E S.M.I.

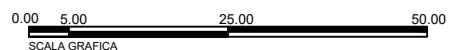
TAVOLA 1.POLIGONI DI THIESSEN
SUOLI SUPERFICIALI



POLIGONI DI THIESSEN PER IL SUOLO PROFONDO



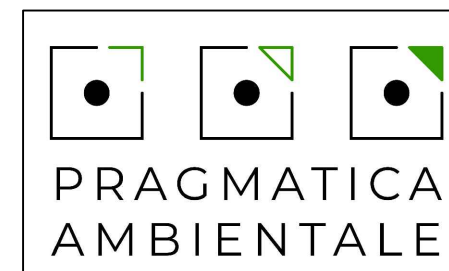
SUOLO PROFONDO



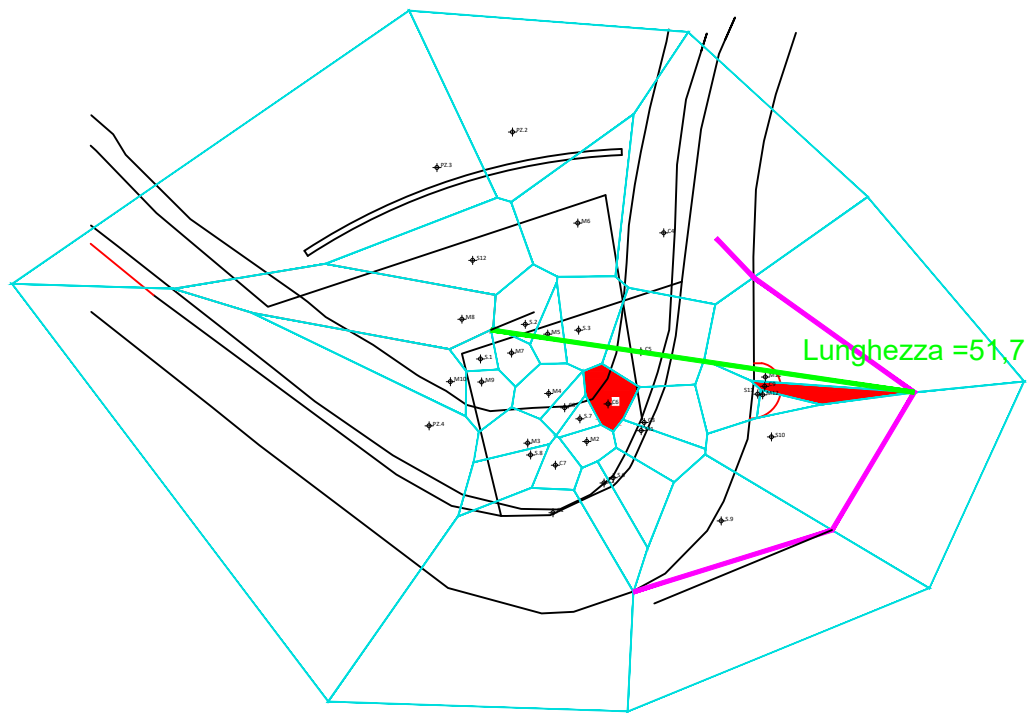
ELABORATO:

ANALISI DI RISCHIO AI SENSI DEL
D.LGS. 152/06 E S.M.I.

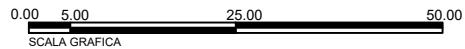
TAVOLA 2.POLIGONI DI THIESSEN
SUOLI PROFONDI



HOT SPOT DA SOTTOPORRE A BONIFICA



AREA DA BONIFICARE
SUOLO SUPERFICIALE



ELABORATO:

ANALISI DI RISCHIO AI SENSI DEL
D.LGS. 152/06 E S.M.I.

TAVOLA 3.POLIGONI DI THIESSEN
DA SOTTOPORRE A BONIFICA

