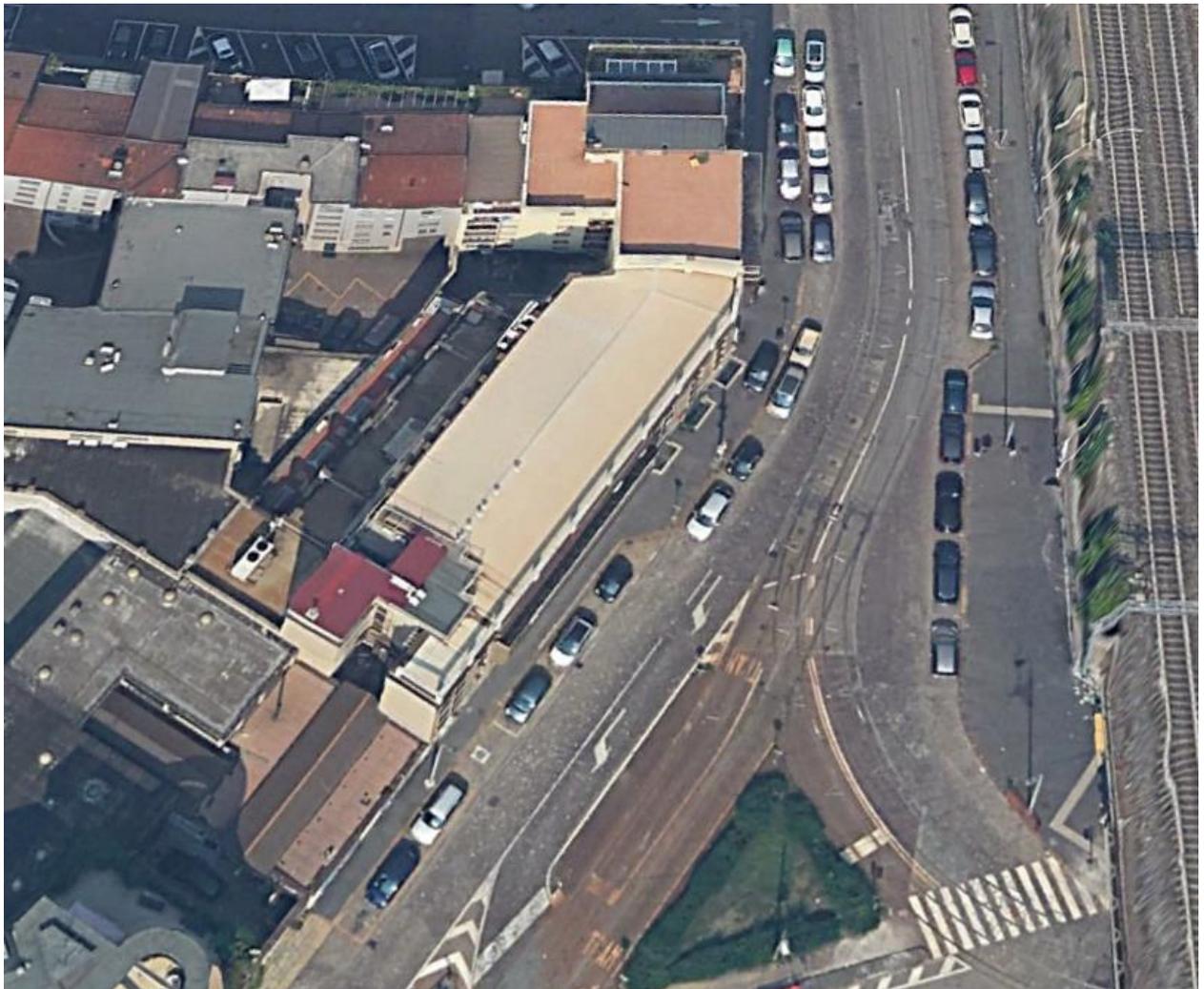


CITTA' METROPOLITANA DI MILANO
COMUNE DI MILANO

Università degli Studi di Milano

Stabile di Via Viotti 3/5

Valutazione del rischio e stima costi di bonifica



Preparato per:



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Via Festa del Perdono 7
20122 Milano

Preparato da:



STUDIO RAFFAELLI
CONSULENZE AMBIENTALI

STUDIO RAFFAELLI

Via Francesco Baracca, 2
20825 BARLASSINA (MB)

Tel 0362.641145

info@studioraffaelli.it

info@pec.studioraffaelli.it

Data:

28 Ottobre 2019

Prot. 72/19



dott. geol. Luca Raffaelli

INDICE

1.0	PREMESSA.....	6
2.0	DOCUMENTI CONSULTATI E DI RIFERIMENTO	8
3.0	INQUADRAMENTO DEL SITO E STATO DEI LUOGHI.....	9
4.0	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA	14
5.0	ESISTI DELLE INDAGINI ESEGUITE	19
6.0	ASSUNZIONI PER L'APPLICAZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO	27
7.0	APPLICAZIONE ANALISI DI RISCHIO	35
7.1	Parametri del sito - Geometria della sorgente.....	37
7.2	Parametri del sito - Caratteristiche qualitative della “sorgente di contaminazione”.....	38
7.3	Parametri del sito – Zona insatura.....	39
7.4	Parametri del sito – Zona satura.....	40
7.5	Parametri outdoor	40
7.6	Parametri indoor.....	43
7.7	Fattori di esposizione.....	43
8.0	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO.....	45
8.1	Scenario residenziale.....	46
8.2	Scenario commerciale	51
9.0	INTERVENTI DI BONIFICA	55
9.1	Bonifica dei terreni contaminati per uno scenario residenziale.....	55
10.0	STIMA DEI COSTI DI BONIFICA.....	57
10.1	Costi di bonifica associati ad uno scenario residenziale	59
11.0	CONCLUSIONI.....	60

ALLEGATI

ALLEGATO 1: TAVOLA 1 – AREA “SORGENTE DI CONTAMINAZIONE” PER APPLICAZIONE DI ANALISI DI RISCHIO CON SCENARIO FUTURO RESIDENZIALE

TAVOLA 2 – AREA “SORGENTE DI CONTAMINAZIONE” PER APPLICAZIONE DI ANALISI DI RISCHIO CON SCENARIO FUTURO COMMERCIALE

ALLEGATO 2: REPORT DI STAMPA DI APPLICAZIONE DELL’ANALISI DI RISCHIO:

SCENARIO RESIDENZIALE

SCENARIO COMMERCIALE

ALLEGATO 3: TAVOLA 3 – AREA DI INTERVENTO DI SCAVO DI BONIFICA PER IPOTESI DI SCENARIO FUTURO RESIDENZIALE.

ALLEGATO 4: STIMA DEI COSTI DI BONIFICA PER IPOTESI DI USO RESIDENZIALE

DISCLAIMER

Questo documento è stato preparato dal dott. Luca Raffaelli secondo le modalità concordate con l'Università degli Studi di Milano ("Cliente"), ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto dal Cliente.

Lo standard del servizio prestato deve essere valutato in funzione del momento e delle condizioni in cui il servizio è stato fornito e non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi.

Questo documento è destinato ad uso esclusivo del Cliente. Il dott. Luca Raffaelli non si assume responsabilità alcuna nei confronti di diversi terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, fatto salvo il fatto che la diffusione a terzi di questo rapporto sia stata preliminarmente concordata formalmente con il dott. Raffaelli Luca.

I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.

Il dott. Luca Raffaelli non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo dell'attività in oggetto.

1.0 PREMESSA

La presente relazione è stata redatta su incarico della Università degli Studi di Milano in qualità di proprietaria dell'area di Via Viotti 3/5 – Milano.

Da parte dell'Università Statale di Milano, si è reso necessario effettuare una serie di indagini sul sottosuolo del sito in oggetto, al fine di verificare lo stato di qualità del sedime, in previsione di una vendita dell'immobile ad oggi dismesso.

L'indagine preliminare è stata realizzata nel Giugno 2019 ed è stata finalizzata alla verifica della sussistenza di eventuali passività ambientali del suolo e del sottosuolo.

Le attività di indagine, le modalità di prelievo dei campioni e le determinazioni analitiche di laboratorio sono state condotte secondo le specifiche tecniche previste dal D. Lgs. 152/06.

Il presente documento, assumendo i risultati delle indagini preliminari eseguite nel Giugno 2019 e descritte nella Relazione *“Citta’ Metropolitana di Milano - Comune di Milano - Università degli Studi di Milano - Stabile di Via Viotti 3/5 - Risultati indagine preliminare ai sensi del D. Lgs. 152/06”* del Luglio 2019 a firma dello scrivente, ha condotto una disamina critica dello stato ambientale emerso rispetto all'uso attuale e ad una previsione di uso futuro assimilabile al residenziale e al commerciale.

In entrambi gli scenari (residenziale e commerciale) è stato evidenziato che in caso di utilizzo delle aree senza alcuna opera di demolizione e nuova costruzione, l'intera “sorgente di contaminazione”, intesa come terreno con valori maggiori delle CSC, risulta all'interno dell'edificio, in condizioni confinate – indoor. Tale condizione di fatto determina l'esclusione o la non attivazione della quasi totalità dei percorsi espositivi rispetto al recettore sanitario, ad esclusione della volatilizzazione verso la superficie di sostanze volatili, qualora presenti nel sottosuolo.

Anche per quanto riguarda il recettore ambientale, rappresentato dalla falda idrica sotterranea, in caso di permanenza di una situazione con presenza di un edificio corrispondente all'intera dimensione della "sorgente di contaminazione" dei terreni, non è possibile il percorso di lisciviazione e trasporto in falda di sostanze contaminanti, in quanto non è possibile alcuna infiltrazione di acque meteoriche all'interno dell'edificio.

Qualora invece si intervenisse sull'area mettendo in opera un progetto che comporta la demolizione totale o parziale dell'edificio esistente, i percorsi di esposizione si attiverebbero nella loro totalità, investendo la contaminazione sia il terreno superficiale che profondo.

Pertanto, immaginando il concretizzarsi di tale ipotesi, è scaturita l'applicazione di un'analisi di rischio a valutazione di CSR sia per un uso residenziale, sia per un uso commerciale.

A seguito della valutazione condotta, sono state evidenziate CSR per uso residenziale che risultano inferiori alle concentrazioni di campo. Tale condizione conduce ad ipotizzare un intervento di bonifica o messa in sicurezza permanente in corrispondenza dei terreni/riporti presenti nel primo metro più superficiale.

In termini assolutamente preliminari e come indicazione di massima sull'ordine di grandezza degli interventi possibili, sono state quindi valutate le azioni di bonifica necessarie a raggiungimento delle CSR calcolate per uno scenario residenziale, quantificandone economicamente l'ammontare.

2.0 DOCUMENTI CONSULTATI E DI RIFERIMENTO

Ai fini della redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti documenti:

“CITTA’ METROPOLITANA DI MILANO - COMUNE DI MILANO - Università degli Studi di Milano - Stabile di Via Viotti 3/5 - Risultati indagine preliminare ai sensi del D. Lgs. 152/06”, Studio Raffaelli del Luglio 2019 (prot. 48/19).

3.0 INQUADRAMENTO DEL SITO E STATO DEI LUOGHI

L'area oggetto della presente è situata nella porzione est del territorio del Comune di Milano (**Figura 3.1**) al civico n. 3/5 di Via Viotti in prossimità della stazione ferroviaria di Lambrate (**Figura 3.2**).

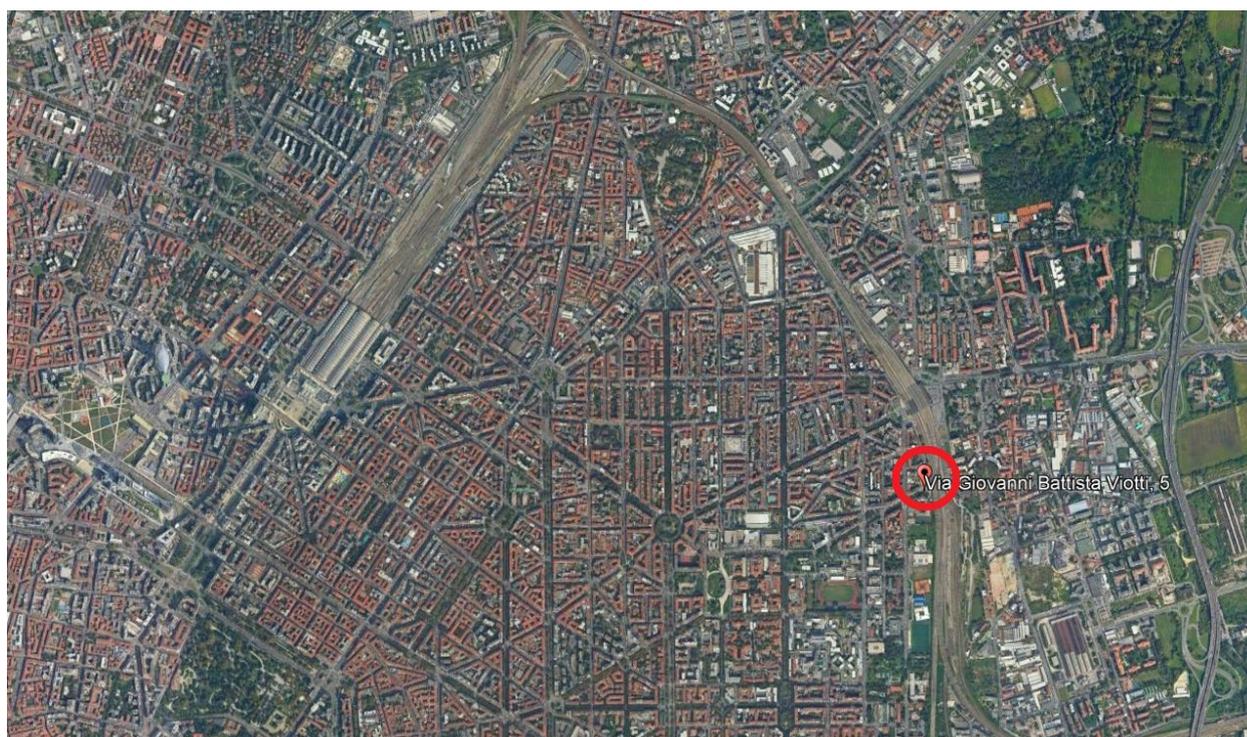


Figura 3.1 – Inquadramento generale del sito

L'edificio confina a Nord, Ovest e Sud con altre proprietà private, mentre a Est si affaccia direttamente su Via Viotti. (**Figura 3.3**)



Figura 3.2 – Mappa dell'intorno del sito



Figura 3.3 – Inquadramento aerofotogrammetrico dello stabile

I dati identificativi degli immobili, sono censiti al Catasto dei Fabbricati come segue: (**Figura 3.4**)

- foglio 279, mappale 144;

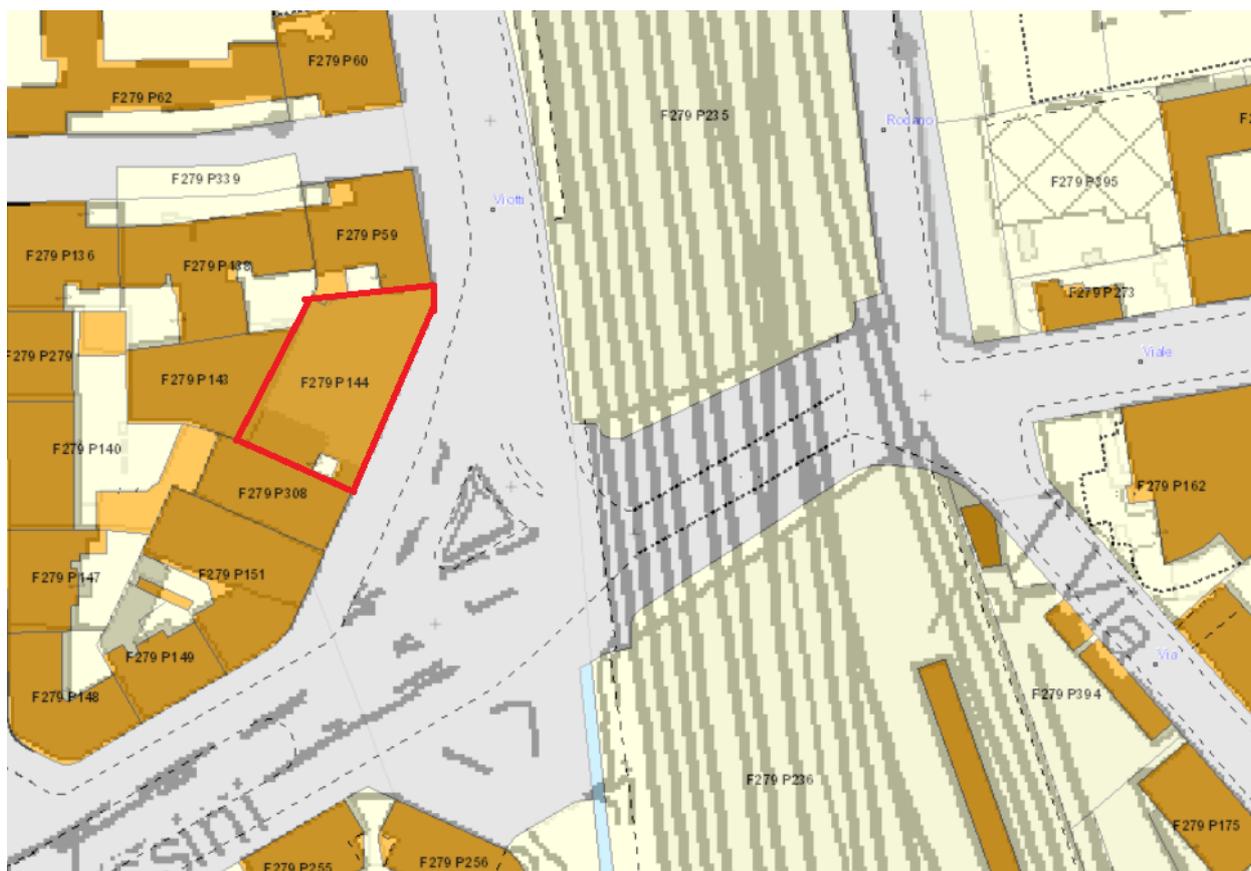


Figura 3.4 - Stralcio da Estratto catastale (Geoportale Regione Lombardia)

L'area in esame corrisponde a due corpi costituenti un unico edificio a differente altezza, il corpo principale è affacciato su via Viotti e presenta 4 piani, ed è stato sede di laboratori e di uffici da parte dell'Università degli studi di Milano.

Il corpo principale ha una porzione interrata a -2,3 metri nella parte lungo via Viotti. **(Figura 3.5)**. Non sono presenti superfici all'aperto (cortili o giardini) fruibili. Attualmente l'area risulta dismessa e priva di qualsiasi attività e funzione.

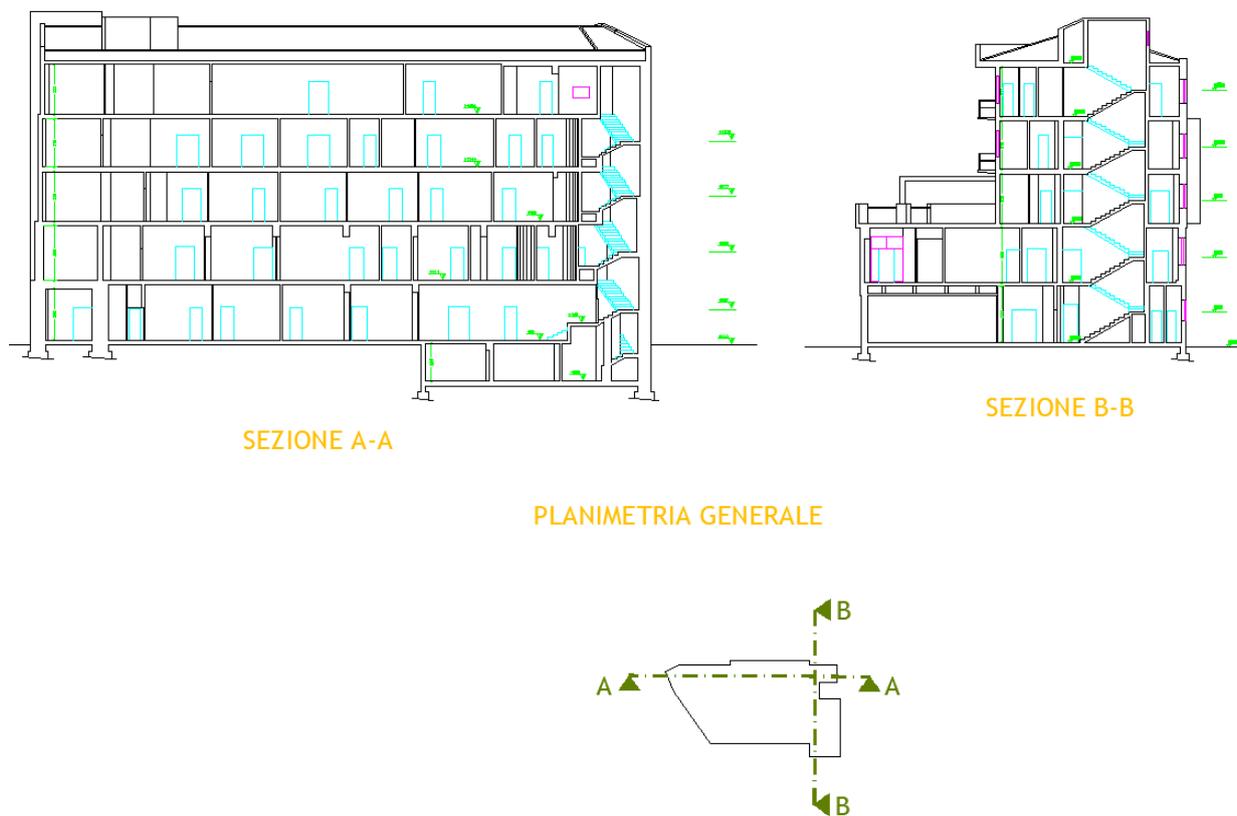


Figura 3.5 – Prospetti edificio Via Viotti

4.0 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Con riferimento agli studi sino ad oggi disponibili nella pianura milanese, il sottosuolo dell'area nella quale ricade il sito in esame può essere suddiviso in tre distinte unità idrogeologiche, aventi nel loro insieme caratteri litologici e idraulici distribuiti con sostanziale omogeneità su settori arealmente significativi.

In particolare, i sedimenti fluvioglaciali dell'unità "ghiaioso-sabbiosa" del Pleistocene superiore (Wurm Auct.), affioranti in superficie, sono sostituiti in profondità dalla unità "ghiaioso-sabbioso-limosa" del Pleistocene medio (Riss-Mindel Auct.) e quindi dall'unità a "conglomerati e arenarie basali" (Ceppo Auct.).

La successione sopra descritta si estende in profondità per circa 100 m e costituisce il cosiddetto "acquifero tradizionale", in quanto le falde in esso contenute (falda libera e falda semiconfinata) hanno costituito la risorsa idrica storicamente sfruttata nel milanese.

Nell'area esaminata la falda libera presente nell'unità ghiaioso-sabbiosa, si estende fino a circa 40-50 m di profondità ed è separata dalla sottostante falda semiconfinata da un livello limoso di spessore che varia tra qualche metro fino a 5-6 m.

Tale livello si individua con una buona continuità laterale su tutta l'area e si caratterizza dal punto di vista idraulico come aquitard. I parametri idrogeologici medi caratteristici dell'acquifero tradizionale sono dati da trasmissività dell'ordine di 10⁻² m²/s, conducibilità idrica dell'ordine di 10⁻³ m/s e portata specifica di 10-20 l/s/m.

Le falde profonde sottostanti sono contenute all'interno di unità sia continentali e di transizione (unità sabbioso-argillosa), sia marine (unità argillosa) del Pleistocene inferiore e Calabriano. Litologicamente si tratta di sedimenti sabbioso-argillosi con una produttività idrica abbastanza limitata. Infatti non

vengono superati valori di trasmissività di $5 \cdot 10^{-3}$ m²/s, conducibilità idrica di circa $5 \cdot 10^{-4}$ m/s e portata specifica con valori limitati a qualche unità.

Lo schema strutturale riassuntivo è riportato in **Figura 4.1**.

Da un punto di vista idraulico le unità dell'acquifero tradizionale a grande scala sono in parte comunicanti e si caratterizzano quindi come un sistema monostrato multifalda. Infatti la falda libera superficiale e la falda semiconfinata hanno scambi idrici dovuti in particolare a cause naturali legate a fenomeni di drenanza e mancanza di continuità su tutto l'areale dell'aquitard interposto. Inoltre, puntualmente sono presenti scambi idrici legati alla mancata ricostruzione, nei pozzi più vecchi, degli orizzonti di separazione naturale tra le falde (presenza di dreno continuo all'esterno della colonna).

DESCRIZIONE GEOLOGICA SECONDO I DIFFERENTI AUTORI							
UNITA' LITOLOGICHE		UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE		UNITA' STRATIGRAFICHE	ETA'	UNITA' IDROGEOLOGICHE	
Mazzarella S. e Martinis B.		Francani V. e Pozzi R.		A.G.I.P.		Avanzini M. et Al.	
	LITOZONA GHIAIOSO- SABBIOSA	ACQUIFERO TRADIZIONALE	FLUVIO GLACIALE WURM AUCT. (Diluvium recente)	I ACQUIFERO	ALLUVIONE	PLEISTOCENE SUPERIORE	UNITA' GHIAIOSO- SABBIOSA
			FLUVIO GLACIALE RISS-MINDEL-WURM (Dil. Medio-Antico)	II ACQUIFERO		PLEISTOCENE MEDIO	UNITA' GHIAIOSO SABBIOSO-LIMOSA
			CEPPO AUCT.				UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI
	LITOZONA SABBIOSO- ARGILLOSA	ACQUIFERI PROFONDI	VILLAGRANCIANO	III ACQUIFERO	SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE INFERIORE	UNITA' SABBIOSO- ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)
	LITOZONA ARGILLOSA					(CALABRIANO)	UNITA' ARGILLOSA (facies marina)

Figura 4.1 - Schema stratigrafico e idrogeologico (da Avanzini et Al., 1995; mod.).

Le falde profonde sono invece idraulicamente separate da quelle più superficiali. Questa evidenza è testimoniata non solo dai diversi valori dei rispettivi carichi idraulici, ma soprattutto da caratteristiche idrochimiche e dai dati derivanti da

specifici test di pompaggio eseguiti in pozzi "multifalda" dai tecnici dell'Acquedotto di Milano.

Per quanto riguarda l'andamento del flusso idrico sotterraneo della prima falda libera a grande scala, lo stesso è desumibile dalla cartografia di base per la predisposizione del PGT disponibile sul sito del Comune di Milano e riportata in stralcio in **Figura 4.2.** o dalla **Figura 4.3,** tratta dalla consultazione del Geoportale del Comune di Milano.

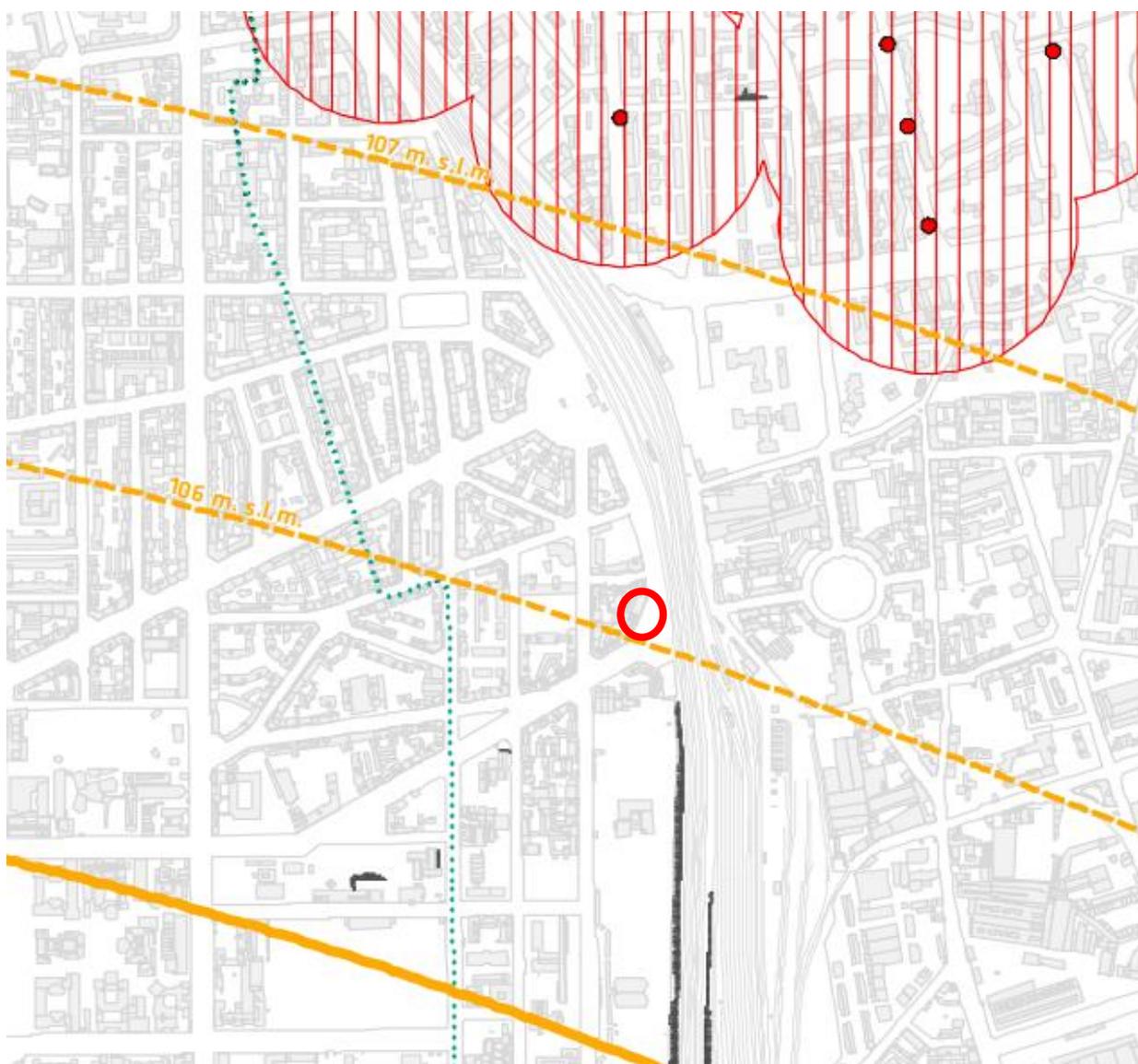


Figura 4.2 – Estratto “Tav. G.02 – Carta Idrogeologica” - PGT Comune di Milano-
idrogeologia, piezometria e aree di salvaguardia dei pozzi idrici

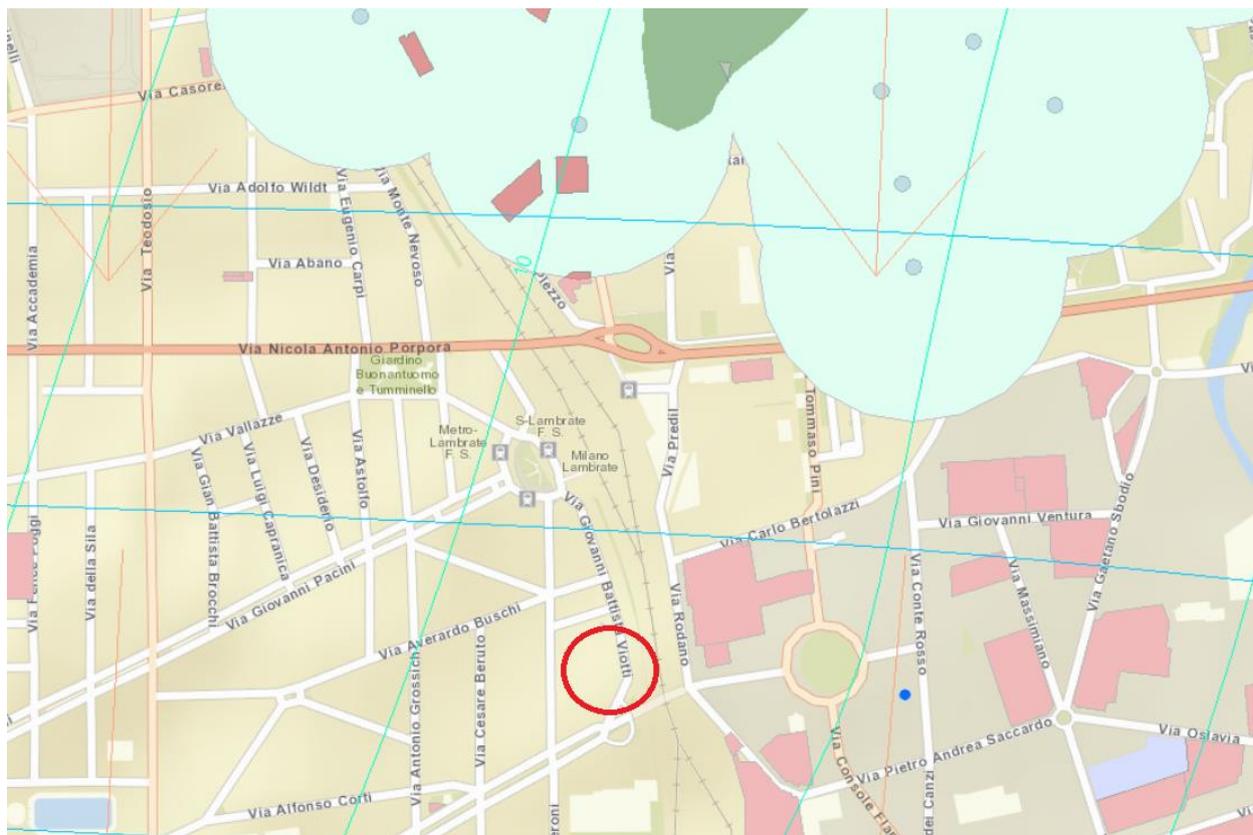


Figura 4.3 – Inquadramento dell'area rispetto alla piezometria, soggiacenza e aree di salvaguardia pozzi pubblici Estratto da Geoportale- Comune di Milano

L'area di studio è esterna alle aree di salvaguardia dei pozzi pubblici (tutela assoluta e rispetto) della centrale di Udine del Comune di Milano, come evidenziabile dalla Tavola R.05/2c - Piano delle Regole "Vincoli amministrativi e per la difesa del suolo" del PGT del Comune di Milano. (**Figura 4.4**)

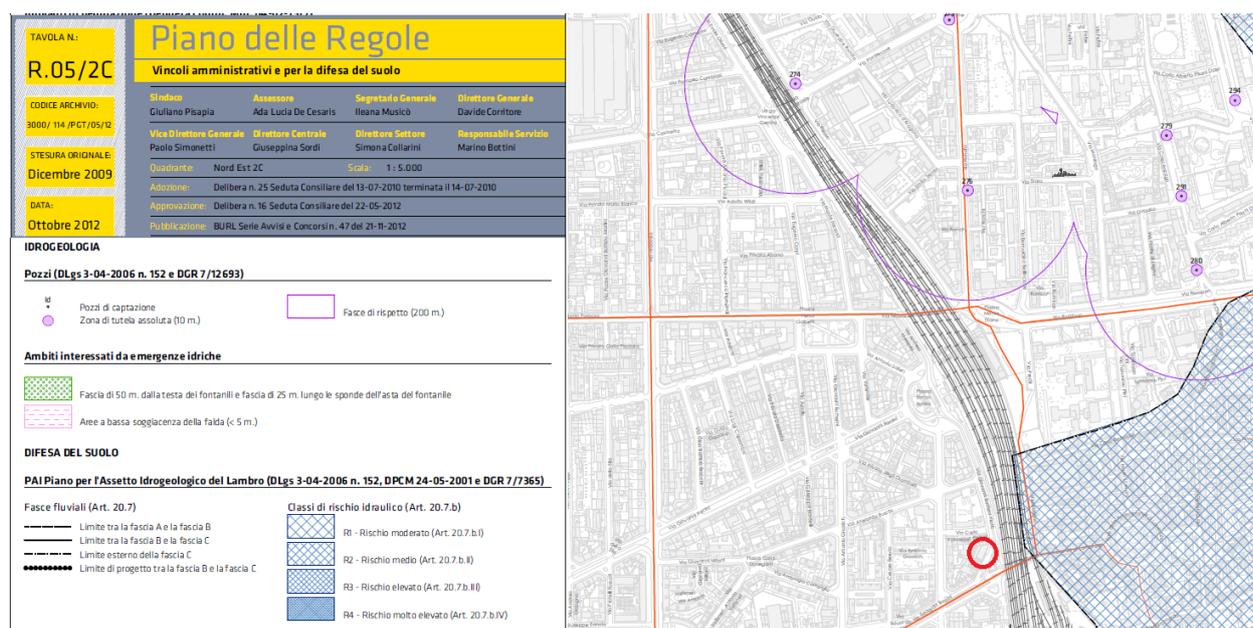


Figura 4.4 – Estratto da Tavola R.05/2c Piano delle Regole “Vincoli amministrativi e per la difesa del suolo” del PGT del Comune di Milano, con individuazione area di studio

Dagli estratti cartografici, si evidenzia come la falda libera superficiale a grande scala, presenti un andamento NNO-SSE ed in corrispondenza del sito in esame abbia una quota piezometrica di circa 106 m s.l.m., con un valore di soggiacenza compreso tra i 9 e 10 metri.

5.0 ESISTENZE DELLE INDAGINI ESEGUITE

Come anticipato in premessa, nel mese di Giugno 2019, al fine di verificare lo stato di qualità del sedime di Via Viotti 3/5 in previsione di una vendita dell'immobile ad oggi dismesso, sono state eseguite una serie di indagini sul sottosuolo del sito.

In particolare sono stati realizzati 6 micro-sondaggi a carotaggio continuo, in corrispondenza sia di centri di potenziale contaminazione (potenziali "centri di pericolo"), che in aree prive di criticità ma solo a copertura completa e sistematica delle caratteristiche ambientali del sito.

I sondaggi sono stati identificati con le sigle C1 ÷ C6 e sono stati ubicati nelle zone indicate in **Tabella 4.1** ed evidenziati schematicamente in **Figura 5.2**.

SIGLA	ZONA	PIANO
C1	locale adibito a zona caldaia	-1 (interrato)
C2	locale adibito a zona serbatoi del combustibile da riscaldamento	-1 (interrato)
C3	locale adibito a zona serbatoi del combustibile da riscaldamento	-1 (interrato)
C4	laboratorio analisi chimiche;	piano terra
C5	magazzino solventi	piano terra
C6	corridoio	piano terra

Tabella 5.1 – Realizzazione del punto di indagine C1

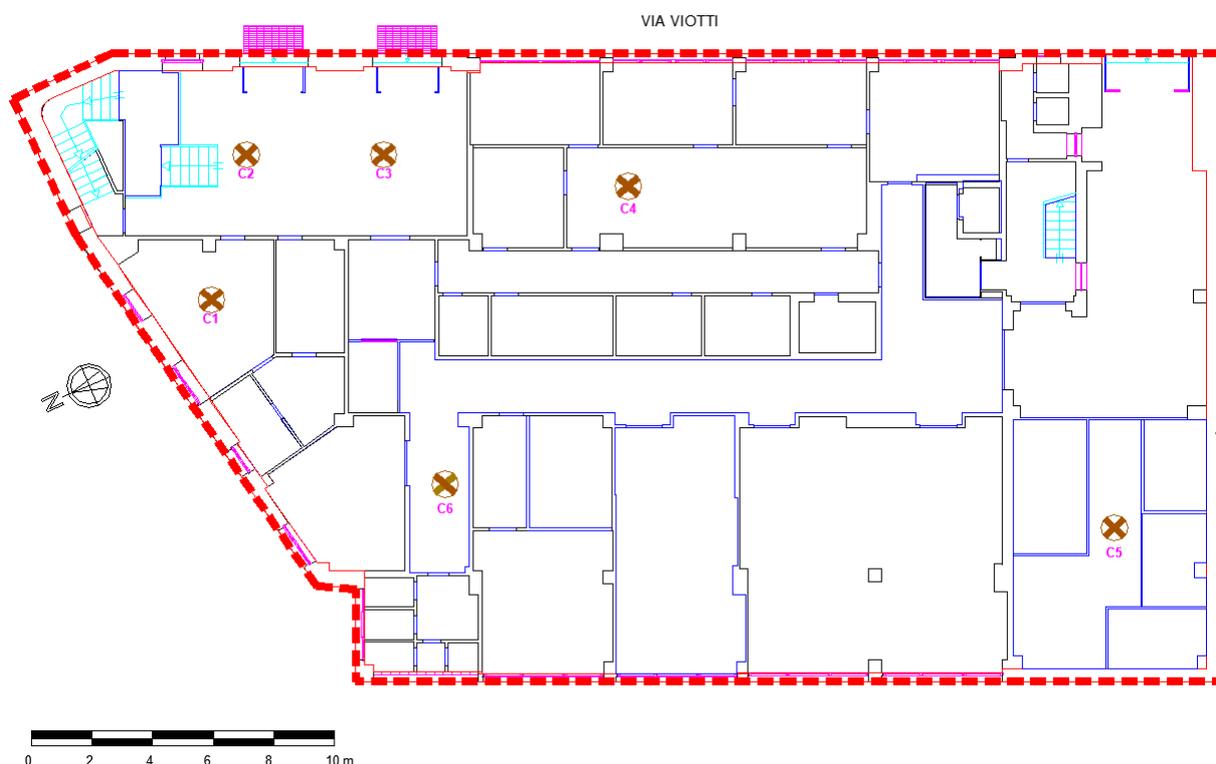


Figura 5.2 – Ubicazione punti di indagine (Micro-carotaggi C1 ÷ C6) realizzati nel
Giugno 2019

I sondaggi sono stati realizzati a carotaggio continuo con un micro-carotatore manuale e sono stati spinti sino alla profondità di -2,5 m da p.c..

Grazie alle indagini eseguite è stata ricostruita in dettaglio la stratigrafia dell'area sino alla massima profondità indagata.

Nei carotaggi eseguiti al piano interrato (C1, C2 e C3) non è stata riscontrata la presenza di materiale di riporto, mentre nei carotaggi al piano terra (C4, C5 e C6) è stata rinvenuta la presenza di riporto, ad identificazione dell'evidente impiego storico di tale materiale in fase precedente alla costruzione dell'edificio.

La sequenza stratigrafica è risultata pertanto la seguente, schematizzata in **Figura 5.3**.

PROFONDITÀ DA PIANO CAMPAGNA	PROFONDITÀ DA PIANO INTERRATO (piano interrato a circa -2,35 metri da p.c.)	Descrizione litologia	CAROTAGGI
da p.c. a 0,1 m		Pavimentazione	C4, C5, C6
da 0,1 a 1,55-1,70 m		Materiale di riporto costituito da sabbia e ghiaia eterometrica con frammenti di residui di demolizioni	C4, C5, C6
da 1,55-1,70 a 2,50m		Sabbia limosa con rara ghiaia eterogena	C4, C5, C6
da - 2,35 a 2,55 m	da 0,0 a 0,2 m	Pavimentazione	C1,C2,C3
da 2,55 a 3,85 m	da 0,2 a 1,5 m	Sabbia limosa di media granulometria	C1,C2,C3
da 3,85 a 4,85 m	da 1,5 a 2,5 m	Limo argilloso passante a sabbia fine con ghiaia	C1,C2,C3

Figura 5.3 – Ricostruzione assetto litostratigrafico dell'area mediante carotaggi.

In sintesi pertanto le indagini eseguite all'interno dell'edificio che ricopre la totalità del sedime di proprietà, hanno individuato:

- pavimentazione di spessore compreso tra i 0,1 e 0,2 metri
- materiale di riporto, nella porzione di edificio priva di interrato per uno spessore di circa 1,5 -1,7 metri
- sabbia limosa con ghiaia da 1,5-1,7 m a 3,85 metri
- limo argilloso passante a sabbia fine con ghiaia da 3,85 a 4,85 metri

In totale sono stati prelevati i seguenti campioni di terreno/riporto (**Tabella 5.4**):

- 9 campioni di terreno relativi al terreno naturale rinvenuto nei carotaggi nel piano interrato e nei carotaggi al piano terra al di sotto del riporto;
- 3 campioni di materiale classificato come “riporto” individuato al disotto della pavimentazione nei carotaggi realizzati a piano terra.

Sondaggio C-1		
Profondità (m da p.c.)	Tipologia campione	Matrice
0,30 ÷ -1,3 m	Setacciato	Terreno naturale in posto
-1,5 ÷ -2,5 m	Setacciato	Terreno naturale in posto

Sondaggio C-2		
Profondità (m da p.c.)	Tipologia campione	Matrice
0,30 ÷ -1,3 m	Setacciato	Terreno naturale in posto
-1,5 ÷ -2,5 m	Setacciato	Terreno naturale in posto

Sondaggio C-3		
Profondità (m da p.c.)	Tipologia campione	Matrice
0,30 ÷ -1,3 m	Setacciato	Terreno naturale in posto
-1,5 ÷ -2,5 m	Setacciato	Terreno naturale in posto

Sondaggio C-4		
Profondità (m da p.c.)	Tipologia campione	Matrice
0,50 ÷ -1,7 m	Tal quale e Setacciato	Materiale di riporto
-1,7 ÷ -2,5 m	Setacciato	Terreno naturale in posto

Sondaggio C-5		
Profondità (m da p.c.)	Tipologia campione	Matrice
0,50 ÷ -1,55 m	Tal quale e Setacciato	Materiale di riporto
-1,55 ÷ -2,5 m	Setacciato	Terreno naturale in posto

Sondaggio C-6		
Profondità (m da p.c.)	Tipologia campione	Matrice
0,50 ÷ -1,7 m	Tal quale e Setacciato	Materiale di riporto
-1,7 ÷ -2,5 m	Setacciato	Terreno naturale in posto

Tabella 5.4 – Sintesi campioni e matrice analizzata.

I riporti sono stati analizzati ai sensi del D.P.R. 120/2017 come test di cessione, verificando la conformità dell’eluato alle concentrazioni previste dalla Tabella 2 di Allegato 5 – Parte Quarta Titolo V del D.lgs. 152/06. I Riporto sono stati pertanto

caratterizzati anche come tal quale, rispetto alla destinazione d'uso con applicazione delle CSC di Tabella 1 di Allegato 5 – Parte Quarta – Titolo V del D.lgs. 152/06.

In **Figura 5.5** sono rappresentati cromaticamente gli esiti delle indagini condotte sui riporti come test di cessione.

In **Figura 5.6** sono rappresentati cromaticamente gli esiti delle indagini condotte sui terreni come sostanza secca, mentre in **Tabella 5.7** sono sintetizzati i dati acquisti, evidenziando i punti con eccedenze rispetto alle CSC di Tabella 1 (Allegato 5 – Parte Quarta – Titolo V del D.lgs. 152/06)

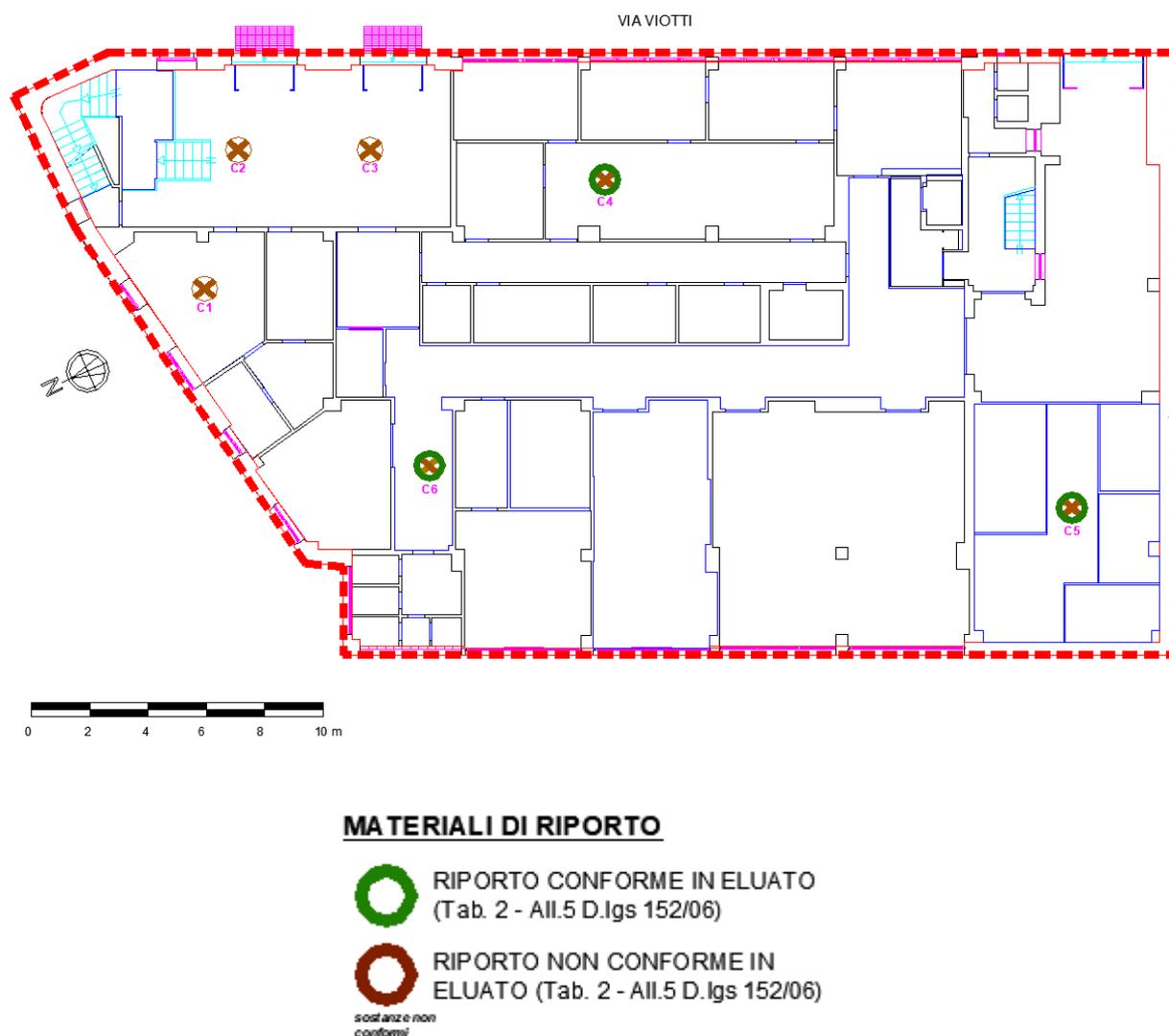
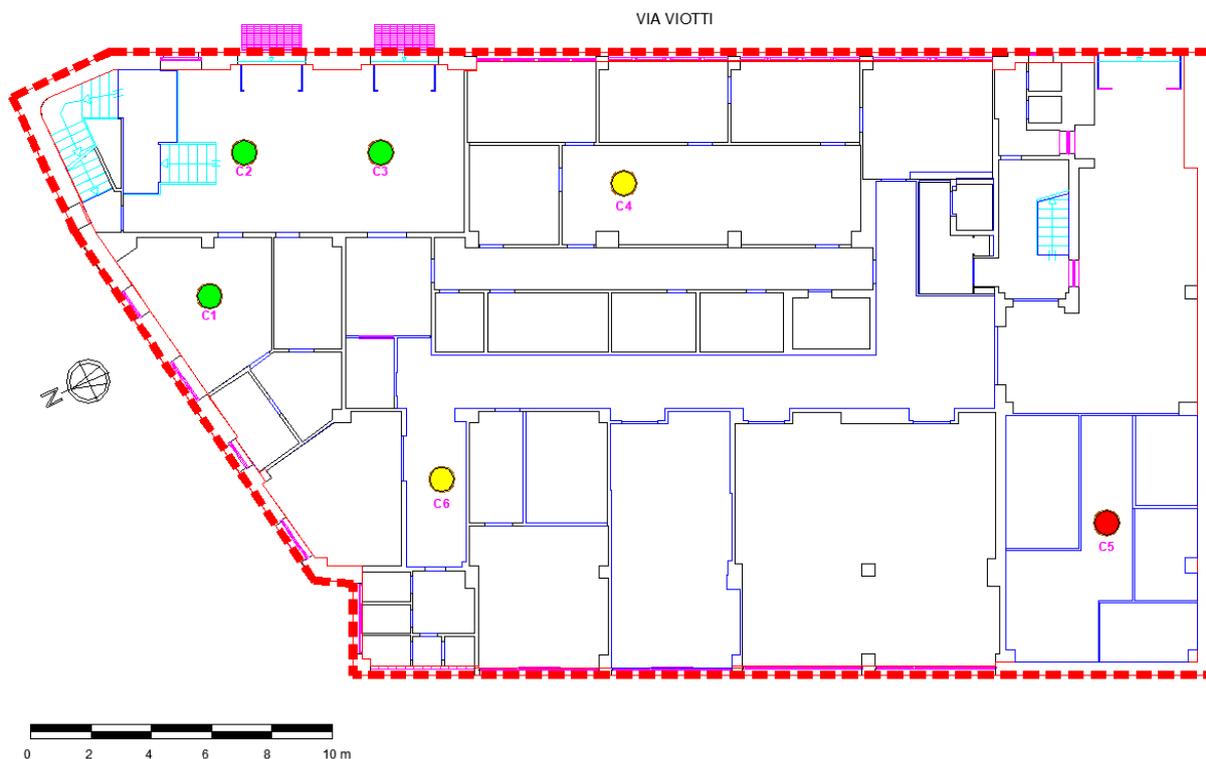


Figura 5.5 – Riporti: condizioni di conformità eluato rispetto alle CSC di Tabella 2



**STATO DI POTENZIALE
CONTAMINAZIONE**

TERRENI

-  Terreni con $C < CSC$
Tab.1 col. A
-  Terreni con
 $C > CSC "A"$ e $C < CSC "B"$
-  Terreni con $C > CSC$
Tab.1 col.B

Figura 5.6 – Terreni: Condizioni di conformità o di superamento delle CSC di Tabella 1

CODICERAPPORTO	CSC TAB. 1 - COLONNA A (residenziale- verde) D.LGS. 152/06 mg/kg ss	CSC TAB. 1 - COLONNA B (comm. -industriale) D.LGS. 152/06 mg/kg ss	4658-1	4658-2	4658-3	4658-4	4658-5	4658-6	4658-13	4658-8	4658-14	4658-10	4658-15	4658-12
DATA CAMPIONAMENTO			26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019
SIGLA	C1	C1	C2	C2	C3	C3	C4 riporto	C4	C5 riporto	C5	C6 riporto	C6	C6	C6
PIANO														
profondità campione	0,3-1,3 m	1,5-2,5 m	0,3-1,3 m	1,5-2,5 m	0,3-1,3 m	1,5-2,5 m	0,5-1,70 m	1,7-2,5 m	0,5-1,55 m	1,55-2,5 m	0,5-1,70 m	1,70-2,50 m	0,5-1,70 m	1,70-2,50 m
Scheletro (2 mm) %	24	29,8	33,9	10,8	35,8	27,8	15,6	33,4	34,2	29,9	18,9	26	18,9	26
Umidità %	19	15,2	13,8	21,1	16,3	19,7	15,2	13,1	12,3	12,6	14,9	9,5	14,9	9,5
Arsenico	20	50	12,9	5,3	5	6,1	9	6,4	9,3	4,2	7	5,5	7,6	4,8
Cadmio	2	15	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,9	<0,2	0,7	<0,2	0,8	<0,2
Cobalto	20	250	6,8	4,2	3,6	7,6	4,3	5,6	5,3	3,3	4,3	3,9	4,7	3,5
Cromo	150	800	21	16	15	27	15	20	22	12	18	16	20	17
Cromo VI	2	15	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Mercurio	1	5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,3	0,1	0,2	<0,1
Nichel	120	500	24	16	18	27	18	22	30	17	20	23	27	19
Piombo s.s.	100	1000	8	6	7	9	7	7	397	24	72	18	148	30
Rame	120	600	12	7	9	13	12	12	470	119	1296	30	466	13
Zinco	150	1500	35	22	19	37	26	30	522	73	282	30	465	225
Idrocarburi leggeri (C<12)	10	250	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Idrocarburi pesanti (C>12)	50	750	<5	<5	<5	<5	<5	8	25	<5	29	<5	23	6
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI														
Clorometano	0,1	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diclorometano	0,1	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Triclorometano	0,1	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloruro di Vinile	0,01	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
1,2-Dicloroetano	0,2	5	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
1,1-Dicloroetilene	0,1	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tricloroetilene	1	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tetracloroetilene	0,5	20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI														
1,1-Dicloroetano	0,5	30	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloroetilene	0,3	15	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
1,1,1-Tricloroetano	0,5	50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2-Dicloropropano	0,3	5	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
1,1,2-Tricloroetano	0,5	15	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
1,2,3-Tricloropropano	1	10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1,2,2-Tetracloroetano	0,5	10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI														
Acenafte	5*	50*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Acenafilene	5*	50*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antracene	5*	50*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Benzo(a)antracene	0,5	10	0,08	<0,05	0,12	<0,05	0,1	<0,05	0,65	<0,05	0,48	<0,05	0,4	<0,05
Benzo(a)pirene	0,1	10	0,06	<0,01	0,09	<0,01	0,09	<0,01	0,56	0,01	0,45	0,03	0,43	0,04
Benzo(b)fluorantene	0,5	10	0,05	<0,01	0,08	<0,01	0,07	<0,01	0,36	0,01	0,31	0,02	0,22	0,05
Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,03	<0,01	0,16	<0,01	0,13	0,01	0,13	0,02
Benzo(k)fluorantene	0,5	10	0,04	<0,01	0,08	<0,01	0,08	<0,01	0,11	0,01	0,07	0,02	0,11	0,04
Crisene	5	50	<0,10	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	0,51	<0,10	0,41	<0,10	0,33	<0,10
Dibenzo(a,h)pirene	0,1	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,h)antracene	0,1	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,05	<0,01	0,05	<0,01
Dibenzo(a,i)pirene	0,1	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,l)pirene	0,1	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Dibenzo(a,e)pirene	0,1	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantrene	5*	50*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,47	<0,10	0,35	<0,10	0,23	<0,10
Fluorantene	5*	50*	0,2	<0,10	0,28	<0,10	0,27	<0,10	1,31	<0,10	0,91	<0,10	0,76	0,13
Fluorene	5*	50*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Indenopirene	0,1	5	0,02	<0,01	0,04	<0,01	0,03	<0,01	0,16	<0,01	0,14	<0,01	0,12	<0,01
Naftalene	5*	50*	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Pirene	5	50	0,15	<0,10	0,23	<0,10	0,21	<0,10	1,15	<0,10	0,82	<0,10	0,72	0,11
Sommatoria policiclici aromatici	10	100	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	2,35	<1,00	1,85	<1,00	1,62	<1,00

*altri limiti identificati per sostanze non comprese nell'Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs. 152/06

Tabella 5.7 – Sintesi risultati ed evidenze superamenti delle CSC di Tabella 1 – Allegato 5 – Parte Quarta Titolo V del D.lgs. 152/06

In sintesi:

- ◆ tutti i riporti rinvenuti e campionati rispettano la percentuale in peso massima di materiale antropico del 20%, prevista ai sensi del D.P.R. n. 120/2017;
- ◆ i 3 campioni di riporto rinvenuti nell'area al piano terra (C4, C5 e C6) hanno individuato un eluato conforme alle concentrazioni o limiti di riferimento e quindi ai sensi del D.P.R. 120/17 sono da considerare a tutti gli effetti come terreni su cui applicare le CSC di riferimento di Tabella 1;
- ◆ i 3 campioni di riporto (C4, C5 e C6) analizzati come sostanza secca sono risultati non conformi alle concentrazioni di riferimento (CSC) di cui alla Tabella 1 colonne A - Allegato 5 – Parte Quarta – Titolo V del D.lgs. 152/06, per Piombo, Rame, Zinco e IPA.
- ◆ il campione di terreno in posto C6 è risultato non conforme alla CSC di Tabella 1 Colonna B per Rame.

Nella **Tabella 5.8** si individuano i campioni con evidenze di superamento delle CSC, per i parametri risultati critici sul sito e corrispondenti esclusivamente ai metalli (Piombo, Rame e Zinco) e IPA (Benzo(a)pirene, Benzo(a)antracene, Benzo(ghi)perilene, Indenopirene).

CODICERAPPORTO	CSC TAB. 1 - COLONNA A (residenziale- verde) D.LGS. 152/06 mg/kg ss	CSC TAB. 1 - COLONNA B (comm. - industriale) D.LGS. 152/06 mg/kg ss	4658-13	4658-14	4658-15	4658-12
DATA CAMPIONAMENTO			26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019
SIGLA			C4 - Riporto conforme per eluato	C5 - Riporto conforme per eluato	C6 - Riporto conforme per eluato	C6 terreno
PROFONDITA' CAMPIONE (m)			0,5-1,7	0,5-1,55	0,5-1,7	1,7-2,5
Piombo	100	1000	397	72	148	30
Rame	120	600	470	1296	466	13
Zinco	150	1500	522	282	465	225
Benzo(a)antracene	0,5	10	0,65	0,48	0,4	<0,05
Benzo(a)pirene	0,1	10	0,56	0,45	0,43	0,04
Benzo(g,h,i)perilene	0,1	10	0,16	0,13	0,13	0,02
Indenopirene	0,1	5	0,16	0,14	0,12	<0,01

Tabella 5.8 – campioni con Superamenti delle CSC di Tabella 1

6.0 ASSUNZIONI PER L'APPLICAZIONE DELL'ANALISI DI RISCHIO

Di seguito si illustrano una serie di considerazioni che sono alla base del modello concettuale assunto per l'elaborazione della procedura di analisi di rischio al sito in esame.

I riporti presenti sul sito sono risultati conformi al test di cessione e pertanto, ai sensi del D.P.R. 120/2017, a tutti gli effetti sono considerabili come terreni, sui quali non solo è possibile applicare le CSC di Tabella 1 di Allegato 5, ma trattandosi di terreno, risulta anche possibile gestire le “potenziali contaminazioni” rilevate, secondo le procedure previste ai sensi dell’art. 242 comma 4 del D.lgs. 152/06 e prevedere quindi un’applicazione in analisi di rischio ad individuazione di specifiche CSR.

Le potenziali contaminazioni considerate nella presente valutazione del rischio come “sorgente di contaminazione” sono illustrate in **Tabella 6.1** dove sono evidenziate in grassetto le massime concentrazioni assolute e i livelli di profondità dove sono state rinvenute.

SIGLA	CSC Tabella 1 Colonna A	CSC Tabella 1 Colonna B	C4 - Riporto conforme per eluato	C5 - Riporto conforme per eluato	C6 - Riporto conforme per eluato	C6 terreno
PROFONDITA' CAMPIONE (m)			0,5-1,7	0,5-1,55	0,5-1,7	1,7-2,5
Piombo	100	1000	397	72	148	30
Rame	120	600	470	1296	466	13
Zinco	150	1500	522	282	465	225
Benzo(a)antracene	0,5	10	0,65	0,48	0,4	<0,05
Benzo(a)pirene	0,1	10	0,56	0,45	0,43	0,04
Benzo(g,h,i) perilene	0,1	10	0,16	0,13	0,13	0,02
Indenopirene	0,1	5	0,16	0,14	0,12	<0,01

Tabella 6.1 – Concentrazioni della potenziale sorgente nei terreni da considerare in analisi di rischio

La “sorgente di contaminazione” deve quindi essere caratterizzata in modo distinto a seconda se presente nel terreno superficiale (da 0 a -1 metro) o nel terreno profondo (> -1 metro); nel caso in esame le concentrazioni sono relative

all'intero spessore di livello di riporto esteso sia nella matrice superficiale che profonda e pertanto le massime concentrazioni attribuibili ai due distinti comparti (superficiale e profondo) coincidono, come evidenziabile da **Tabella 6.2**.

	TERRENO SUPERFICIALE	TERRENO PROFONDO
	0,0-1,0	>-1,0
u.m.	mg/kg	mg/kg
Piombo	397	397
Rame	1.296	1.296
Zinco	522	522
Benzo(a)antracene	0,65	0,65
Benzo(a)pirene	0,56	0,56
Benzo(g,h,i) perilene	0,16	0,16
Indenopirene	0,16	0,16

Tabella 6.2 – Massime concentrazioni nel terreno superficiale e profondo

Le eccedenze alle CSC di Tabella 1, riscontrate nei campioni prelevati in sito, sono evidentemente riconducibili al tipo di riporto presente al di sotto dell'edificio; infatti le condizioni di non conformità alle CSC sono state individuate in corrispondenza del riporto e in un campione immediatamente al disotto di esso (C6 da 1,7-2,5 m).

In fase di applicazione di analisi di rischio e ricostruzione del modello concettuale, la potenziale contaminazione riscontrata in determinato punto/sondaggio, deve essere quantificata anche dal punto di vista dimensionale, in termini di estensioni rispetto alle componenti vento e direzione di flusso idrico sotterraneo. Normalmente per fare ciò si ricorre all'elaborazione dei cosiddetti poligoni di Thiessen, che consentono di tradurre in aree e superfici, le informazioni acquisite puntualmente sui sondaggi.

Nel caso in esame, sono stati elaborati i poligoni corrispondenti a tutti i punti eseguiti (C1- C6), tenendo conto degli esiti delle analisi condotte sulla sostanza secca, senza alcuna distinzione se relativa ai terreni o ai riporti, in quanto quest'ultimi, a fronte dei risultati sul test di cessione, sono a tutti gli effetti come terreni.

Quindi, i risultati delle analisi eseguite sui sondaggi, sono stati confrontati con le CSC di Tabella 1 – Allegato 5, Titolo V – Parte quarta del D.lgs. 152/06 definendo la seguente condizione:

- ◆ concentrazioni < CSC Colonna A - COLORE VERDE
- ◆ concentrazioni > CSC Colonna A e < Colonna B - COLORE GIALLO
- ◆ concentrazioni > CSC Colonna B - COLORE ROSSO

Pertanto, tutti i poligoni di Thiessen appartenenti a sondaggi rinvenuti potenzialmente contaminati rispetto alla Tabella 1 – Colonna A (Allegato 5, Parte Quarta – Titolo V del D.lgs. 152/06), hanno individuato la cosiddetta “sorgente di contaminazione” da considerare in analisi di rischio, per uno scenario residenziale. (**Figura 6.3**) o commerciale (**Figura 6.4**).

Considerata la tipologia di sostanza chimiche che costituiscono la potenziale contaminazione e valutando che essa è attribuita ad una matrice naturalmente eterogenea quale il riporto, non è stata condotta alcuna distinzione di dimensione della “sorgente di contaminazione” rispetto ai singoli parametri chimici.

Rispetto ad uno scenario d’uso industriale-commerciale, con riferimento quindi alla colonna B della Tabella 1 di Allegato 5 – Parte Quarta del D.lgs. 152/06, la sorgente di contaminazione risulta di dimensioni inferiori, corrispondente esclusivamente al poligono con il sondaggio C5.

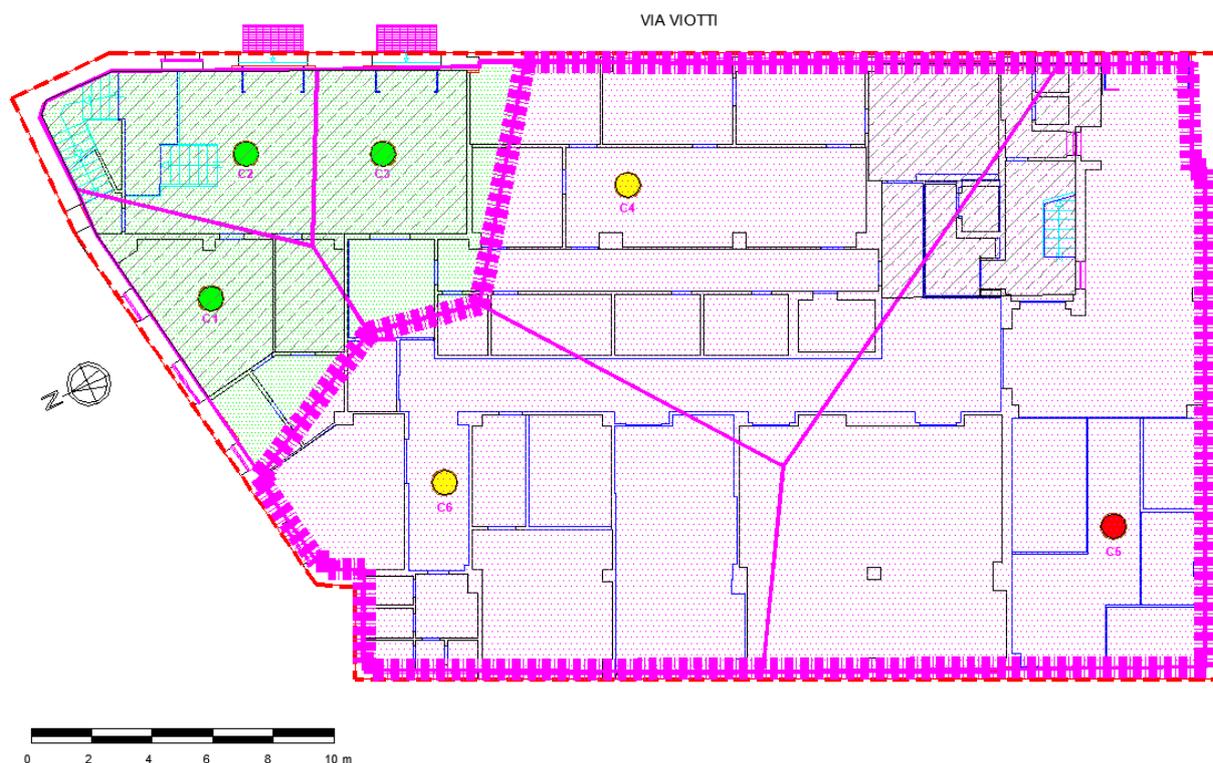


Figura 6.3 - Identificazione cromatica dei poligoni potenzialmente contaminati e dell'area "sorgente" (colore magenta) (con retino diagonale è identificata l'area con presenza di interrato)

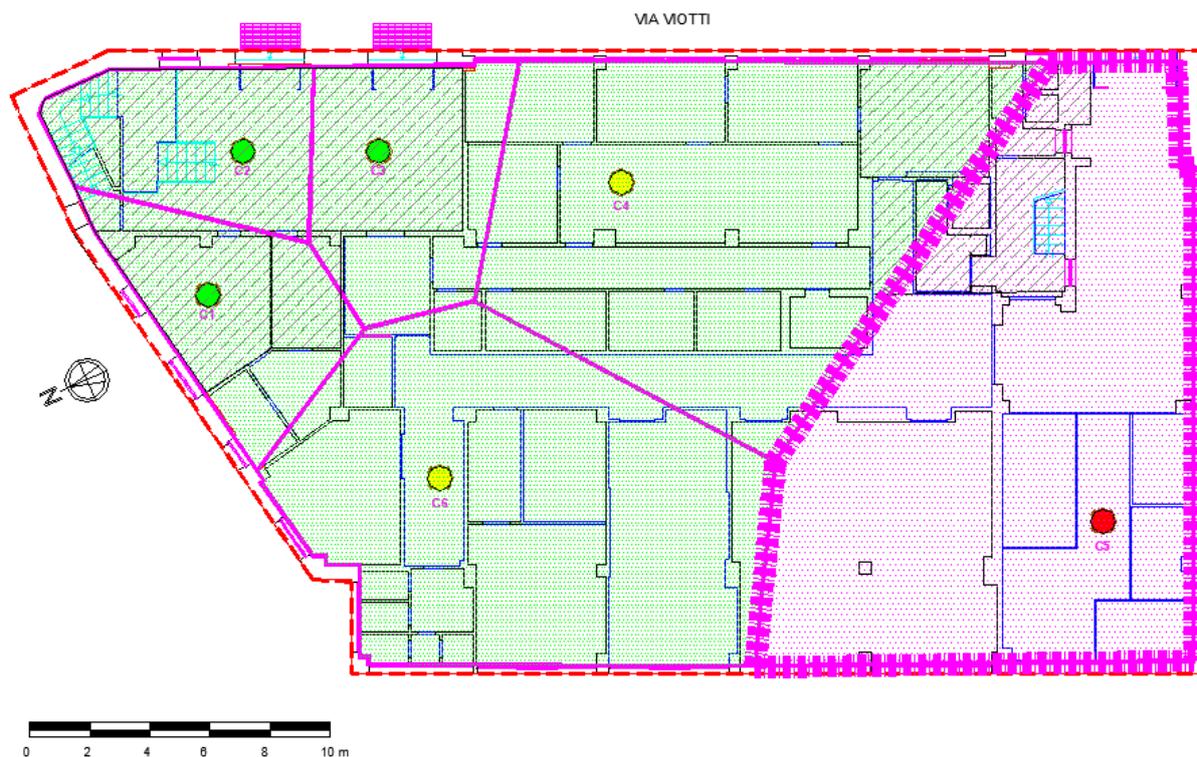


Figura 6.4 - Identificazione cromatica del poligono potenzialmente contaminato e dell'area "sorgente" (colore magenta) con riferimento ad uso industriale - commerciale (con retino diagonale è identificata l'area con presenza di interrato)

Le rispettive sorgenti di contaminazione considerate nella procedura di analisi di rischio, sono state quindi dimensionate rispetto alla direzione principale di flusso idrico sotterraneo (NNO-SSE) e del vento, come indicato nelle **Figure 6.5 e 6.6** seguenti.

Per quanto attiene la dimensione rispetto alla direzione principale del vento dominante, a semplificazione della valutazione e secondo un approccio conservativo, si è scelto di fare coincidere tale valore con la massima dimensione possibile della sorgente, derivante dallo sviluppo dei poligoni di Thiessen.

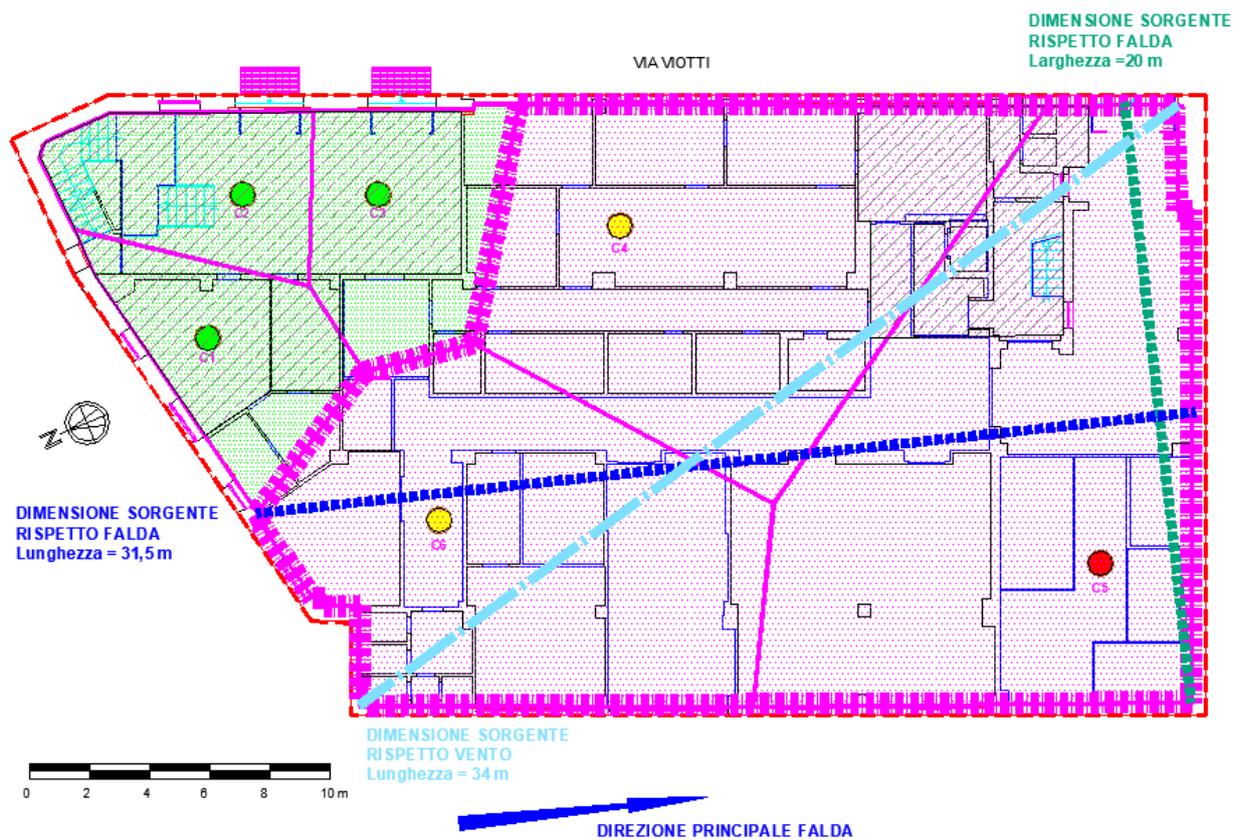


Figura 6.5 - Dimensioni “sorgente di contaminazione” rispetto ad uno scenario residenziale

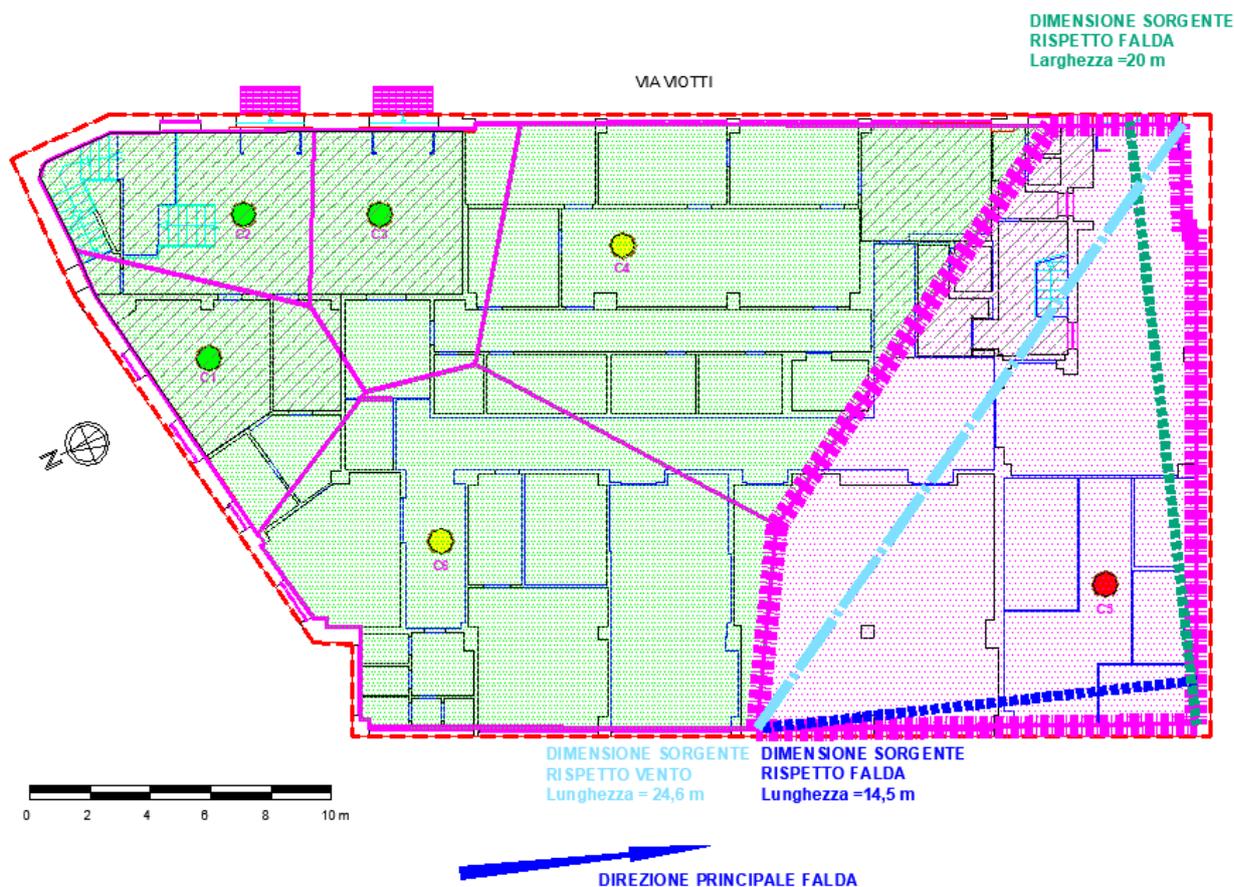


Figura 6.6 - Dimensioni “sorgente di contaminazione” rispetto ad uno scenario industriale - commerciale

In entrambi gli scenari (residenziale e commerciale) si evidenzia che in caso di utilizzo delle aree senza alcuna opera di demolizione e nuova costruzione, l’intera “sorgente di contaminazione” risulta all’interno dell’edificio, in condizioni confinate – indoor.

Tale condizione di fatto determina l’esclusione o la non attivazione della quasi totalità dei percorsi espositivi rispetto al recettore sanitario, ad esclusione della volatilizzazione verso la superficie di sostanze volatili, qualora presenti nel sottosuolo. (Vedi **Tabella 7.1**)

Anche per quanto riguarda il recettore ambientale, rappresentato dalla falda idrica sotterranea, in caso di permanenza di una situazione con presenza di un

edificio corrispondente all'intera dimensione della "sorgente di contaminazione" dei terreni, non è possibile il percorso di lisciviazione e trasporto in falda di sostanze contaminanti, in quanto non è possibile alcuna infiltrazione di acque meteoriche all'interno dell'edificio.

Qualora invece si intervenisse sull'area mettendo in opera un progetto che comporta la demolizione totale o parziale dell'edificio esistente, i percorsi di esposizione si attiverebbero nella loro totalità, investendo la contaminazione sia il terreno superficiale che profondo, come oltre dettagliato. (vedi **Tabella 7.1**)

7.0 APPLICAZIONE ANALISI DI RISCHIO

In coerenza logica-procedurale con le assunzioni definite al capitolo precedente, è stata verificata l'applicazione di analisi di rischio a partire dalle condizioni e dagli scenari sintetizzati nella seguente **Tabella 7.1**.

Di fatto, come illustrato in precedenza, le condizioni che rendono applicabile e significativa una valutazione del rischio sanitaria ed ambientale, considerano esclusivamente uno scenario futuro, con demolizione totale o parziale dell'edificio esistente, determinando il tale modo l'attivazione di una serie di percorsi di esposizione altrimenti non presenti.

STATO DELL'AREA	CON MANTENIMENTO DELL'EDIFICIO ATTUALE (commerciale o residenziale)	IPOTESI DI DEMOLIZIONE E NUOVA REALIZZAZIONE (commerciale o residenziale)
PERCORSI DI ESPOSIZIONE DIRETTI Ingestione, contatto dermico	NON ATTIVI PER PRESENZA DI PAVIMENTAZIONE	ATTIVI Nell'ipotesi di aree prive di pavimentazione (verde, giardino)
PERCORSI DI ESPOSIZIONE INDIRETTI Inalazione polveri da terreno superficiale	NON ATTIVO PER PRESENZA DI PAVIMENTAZIONE	ATTIVO
PERCORSI INDIRETTI Inalazione vapori da terreno superficiale	ATTIVO MA NON SONO PRESENTI SOSTANZE VOLATILI (1)	ATTIVO MA NON SONO PRESENTI SOSTANZE VOLATILI (1)
PERCORSI INDIRETTI Inalazione vapori da terreno profondo	ATTIVO MA NON SONO PRESENTI SOSTANZE VOLATILI (1)	ATTIVO MA NON SONO PRESENTI SOSTANZE VOLATILI (1)
LISCIVIAZIONE E PERCOLAZIONE NELL'INSATURO	NON ATTIVI PER PRESENZA DI EDIFICIO	ATTIVI Nell'ipotesi di aree prive di copertura e pavimentazione

Figura 7.1 – Condizioni espositive e percorsi di possibile attivazione in uno stato attuale o futuro con demolizione edificio presente

(1) l'elenco delle sostanze potenzialmente contaminanti rinvenute in sito, individua parametri che non rientrano tra quelli ritenuti di interesse per l'attivazione del percorso di inalazione vapori (Allegato 1 – Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente – Linee Guida SNPA – 15 2018)

In sintesi, in caso di utilizzo dell'edificio allo stato attuale, senza modifiche sostanziali delle condizioni di copertura e di pavimentazione esistenti, a prescindere dall'uso applicato, sia esso di tipo residenziale o commerciale-industriale, NON sono attivi o NON sono significativi i percorsi di esposizione che un'analisi di rischio può valutare per l'individuazione di CSR.

Pertanto, mantenendo l'edificio alle attuali condizioni strutturali, l'analisi di rischio individuerrebbe rischi ed indici di pericolo all'interno di ordini di grandezza ampiamente inferiori ai valori di accettabilità previsti dalla norma e valori di CSR ampiamente superiori alle concentrazioni rinvenute in sito.

In tali condizioni, il procedimento non richiederebbe alcun intervento di bonifica o messa in sicurezza permanente, ma individuerrebbe unicamente un vincolo al mantenimento delle condizioni di input assunte, ovvero la permanenza della struttura così come esistente, a meno ovviamente di opere interne che non modificano l'impronta edificata.

Diversamente, in caso di nuova costruzione e parziale o completa demolizione dell'edificio presente, potenzialmente si potrebbero attivare dei percorsi di esposizione e di trasporto che la procedura di analisi di rischio considera.

Quindi, sono state applicate due routine di analisi di rischio, una per uno scenario generico residenziale-verde e una per uno scenario generico commerciale – industriale, ipotizzando sostanzialmente una completa demolizione dell'edificio e un nuovo progetto che prevede la concomitante presenza di tutte le condizioni di esposizione diretta e indirette possibile individuate in **Tabella 7.1**.

Tale approccio è ovviamente massimamente conservativo, immaginando che la sorgente di contaminazione individuata nel sottosuolo, possa essere partecipe contemporaneamente in tutti i percorsi di esposizione possibili, ovvero considerando un'irreale condizione di ambiente contemporaneamente indoor e outdoor.

In assenza ovviamente di dettagli progettuali sito specifici relativamente alle configurazioni residenziale e commerciale ipotizzate, relativamente alle

caratteristiche strutturali degli edifici richieste in analisi di rischio, sono stati inseriti i valori di default conservativi individuati all'interno dei Criteri metodologici per applicazione di analisi di rischio (APAT - ISPRA rev. 2 del Marzo 2008).

La procedura di analisi di rischio è stata applicata mediante l'utilizzo del software "RISK-NET versione 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 e Ingegneria Informatica dell'Università di Roma "Tor Vergata", con l'obiettivo di fornire uno strumento che ricalchi la procedura APAT-ISPRA di Analisi di Rischio conforme ai "Criteri metodologici l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati"; (APAT 2008) ed in accordo con quanto previsto dalla normativa italiana (D.lgs. 152/06 e D.lgs. 04/08). Il software è scaricabile gratuitamente dal sito web www.reconnet.it.

Il software è aggiornato al data base Marzo 2018 (Banca dati ISS-INAIL – Aggiornamento data base e Documento di supporto Marzo 2018).

Si sintetizzano di seguito i parametri del sito e i parametri ambientali utilizzati ad identificazione delle caratteristiche degli ambienti, dell'area e delle cosiddette "sorgenti secondarie di contaminazione" intese come gli areali con superamento delle CSC di colonna A per i terreni (scenario residenziale) e di colonna B (scenario commerciale) di Tabella 1 di Allegato 5 del D.lgs. 152/06.

7.1 Parametri del sito - Geometria della sorgente.

Per quanto attiene la "sorgente di contaminazione" attribuibile ai terreni, nella **Tabella 7.2** seguente si identificano le dimensioni assunte nei differenti scenari applicati (residenziale e commerciale)

In **Allegato 1** si riportano le tavole di riferimento relative allo scenario residenziale (**Tavola 1**) e commerciale (**Tavola 2**).

	Lunghezza rispetto direzione falda (m)	Larghezza rispetto direzione falda (m)	Lunghezza rispetto vento (m)	SPESSORE sorgente nel terreno superficiale (m)	SPESSORE sorgente nel terreno profondo (m)
SORGENTE CONTAMINAZIONE SCENARIO RESIDENZIALE	31,5	20	34	1 m (da 0,0 a -1,0)	3,85 (da -1,0 a -4,85 massima profondità di campionamento rilevata conforme C1- C2- C3)
SORGENTE CONTAMINAZIONE SCENARIO COMMERCIALE	14,5	20	24,6	1 m (da 0,0 a -1,0)	0,55 (da -1,0 a -1,55 sondaggio C5)

Tabella 7.2 - Dimensioni delle “sorgenti di contaminazione” considerate negli scenari di analisi di rischio

Per quanto attiene lo spessore di terreno contaminato rispetto alla colonna A, è stato ipotizzato che la contaminazione rilevata sul carotaggio C6 nel campione più profondo (-1,7 – 2,5 m) si estenda sino alla massima profondità assoluta (-4,85 m) indagata in corrispondenza dei carotaggi eseguiti nel piano interrato (C1, C2, C3) che sono risultati tutti conformi alle CSC.

7.2 Parametri del sito - Caratteristiche qualitative della “sorgente di contaminazione”.

Le massime concentrazioni dei contaminanti accertate nei terreni insaturi, secondo i criteri già esposti nei capitoli precedenti, sono elencate in **Tabella 7.3** e **7.4** seguenti, relative ad un confronto rispettivamente con la colonna A (scenario residenziale) e con la colonna B (scenario commerciale).

SORGENTE CONTAMINAZIONE SCENARIO RESIDENZIALE	CSC TAB. 1 COLONNA A	TERRENO SUPERFICIALE	TERRENO PROFONDO
		0,0-1,0 metri	>-1,0 metri
u.m.		mg/kg	mg/kg
Piombo	100	397	397
Rame	120	1.296	1.296
Zinco	150	522	522
Benzo(a)antracene	0,5	0,65	0,65
Benzo(a)pirene	0,1	0,56	0,56
Benzo(g,h,i) perilene	0,1	0,16	0,16
Indenopirene	0,1	0,16	0,16

Tabella 7.3 – Concentrazioni “sorgente contaminazione” scenario residenziale

SORGENTE CONTAMINAZIONE SCENARIO RESIDENZIALE	CSC TAB. 1 COLONNA B	TERRENO SUPERFICIALE	TERRENO PROFONDO
		0,0-1,0 metri	>-1,0 metri
u.m.		mg/kg	mg/kg
Rame	600	1.296	1.296

Tabella 7.4 – Concentrazioni “sorgente contaminazione” scenario commerciale

7.3 Parametri del sito – Zona insatura.

- ◆ Densità, Ph, frazione di carbonio organico – nell’implementazione sono stati assunti i valori di default individuati da APAT-ISPRA nei "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (rev, 2 – marzo 2008).
- ◆ Contenuto d’aria insaturo, contenuto d’acqua insaturo e porosità efficace dell’insaturo e contenuto d’aria e contenuto d’acqua in frangia capillare - nelle implementazioni applicate, è stata considerata la tessitura più conservativa corrispondente alla sabbia (sand). I parametri tessiturali del non saturo inseriti in analisi di rischio, derivano dall’applicazione di abachi che consentano di ricavare, una volta definita la granulometria rappresentativa dei terreni in esame, i rispettivi valori di contenuto d’aria e contenuto d’acqua.

7.4 Parametri del sito – Zona satura.

◆ Livello di soggiacenza della falda

È stato considerato il dato di soggiacenza medio rappresentativo dell'area in esame e dedotto dalle carte piezometriche allegate al Piano Delle Regole del PGT del Comune di Milano (vedi **Figure 4.3-4.4**), da cui è ricavabile una soggiacenza compresa tra i 9 e 10 metri.

In analisi di rischio, è stato considerato ed inserito il valore più cautelativo corrispondente alla soggiacenza minore:

Lgw = 9,0 metri

◆ POC della falda

In considerazione della contiguità individuata tra l'area sorgente e il confine meridionale di proprietà, corrispondente al "valle idrogeologico" del sito, la distanza al punto di conformità per la falda (punto dove garantire il rispetto delle CSC di Tabella 2 di Allegato 5 del D.lgs. 152/06) è stata posta corrispondente ad un valore minimo pari a 0,5 m

POC = 0,5 metri

7.5 Parametri outdoor

◆ Velocità del vento

La velocità del vento è stata assunta mediante consultazione dei dati meteo ARPA Lombardia della stazione più prossima al sito e con maggiore continuità di dati e corrispondente a quella di Cinisello Balsamo – parco Nord.

In particolare, l'esame dei dati relativi al parametro velocità del vento nell'intervallo degli anni compresi tra il 2014-2018 ha condotto ad accertare che la classe di vento più frequente e maggiormente rappresentativa delle condizioni meteo dell'area è quella definita secondo la scala Beaufort come

“bava di vento”, corrispondente ad un vento avente una velocità compresa tra i 0,3 e 1,5 m/s.

La media di velocità ricavata dalle misurazioni ottenute nell’ambito degli episodi ricadenti in questa classe di velocità è pari a 0,88 m/s calcolata come valore medio sugli anni dal 2014-2018

Il dato, acquisito a 10 metri di altezza, è stato ricondotto all’altezza di esposizione (pari a 2 metri, con adozione del parametro di classe atmosferica D, suolo urbano e coeff. $P = 0,25$)

$$U_{air} = 0,59 \text{ m/s}$$

◆ Infiltrazione efficace [cm/anno]

Per la determinazione dell’infiltrazione efficace, che tiene conto del prodotto tra la media delle precipitazioni e la granulometria del terreno, si è assunta una granulometria corrispondente ad un terreno sabbioso.

Per quanto riguarda le precipitazioni, è stata calcolata la media tramite la consultazione dei dati meteo ARPA Lombardia della stazione più prossima al sito e con maggiore continuità di dati e corrispondente a quella di Cinisello Balsamo – parco Nord.

In particolare, l’esame dei dati relativi alle precipitazioni nell’intervallo temporale compreso tra il 2008-2018 ha permesso di accertare che in questa regione la media delle precipitazioni è pari a 110,48 cm/anno.

STAZIONE METEO ARPA LOMBARDIA - CINISELLO BALSAMO - PARCO NORD													
dati di precipitazione 2009 -al 14.07.2019 (mm)													
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	totale
2008										n.d	n.d	n.d	n.d
2009	n.d	10,2	124,2	261,6	9,4	67,4 (*)	30 (*)	20,6	64,6	0,2	156,6	103,4	848,2(*)
2010	45,4	153,8	70,4	79	210,8	68	58,2	153,4	116,2	202,8	220,2 (*)	176,2	1554,4(*)
2011	39,4	87,2	145	7,6	72	15,6 (*)	59,2	28,4	54,4 (*)	n.d	n.d	n.d	508,8(*)
2012	15,2	6,8	15,6	191,2	123	138	41,6	26,8	122,4	72,2	202,6	48,6	1004,0
2013	53,8	38,2	181	166	199	62,6	42	84	52,6	125,4	123,2	118,8	1246,6
2014	257,4	187,2	80,8	130,6	61,2	141,2	239,8	172,6	17,6	67,2	414,2	67,6	1837,4
2015	57	101,2	35,2	63	63	116	28,2	114,8	105,8	104,6	9	0,8	798,6
2016	14,6	167,4	55	29	145,4	157,8	168,2	56,4	22,2	104,2	138,2	0,6	1059,0
2017	1,8	67,8	33,6	87,6	127,8	95,6	11	9,2	121,2	7,6	108	60,2	731,4
2018	44,2	31,2	145,8	111,4	128,4	18,6	159,8	126,8	10,8	150,4	115	14,4	1056,8
2019	8,8	34,8	18,4	93,4	246,4	82,4	31,8						
medie mensili (solo su mesi completi)	53,8	80,5	82,3	110,9	126,0	97,8	84,0	79,3	70,4	92,7	158,4	65,6	1104,8

(*) dati incompleti o non determinati

Tabella 7.5 – Precipitazioni Stazione meteo ARPA – Cinisello Balsamo – Parco Nord (2008-2019)

Pertanto, con applicazione della relazione (3.2.5) ricavata dai “Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi di rischio ai siti contaminati”, da APAT, l’infiltrazione efficace è pari a:

$$I_{eff} = 110,48^2 \times 0,0018 \times \text{frazione di area filtrante} = I_{eff} \text{ (cm/anno)}$$

Dove:

- ◆ 110,48 precipitazione media annua (cm/anno)
- ◆ 0,0018 è un fattore di riduzione che tiene conto della permeabilità del terreno sabbioso
- ◆ Frazione area filtrante = Superficie area filtrante o priva di coperture (outdoor) / superficie area con coperture. Tale valore è stato supposto pari a ad un valore conservativo di 0,5 ipotizzando una superficie verde-filtrante pari alla metà di quella con copertura-edifici.

$$I_{eff} \text{ scenario} = 110,48^2 \times 0,0018 \times 0,5 = 10,98 \text{ (cm/anno)}$$

7.6 Parametri indoor

- ◆ Sono stati considerati valori di default individuati da APAT-ISPRA nei "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati" (rev. 2 – marzo 2008).

7.7 Fattori di esposizione

- ◆ Scenario residenziale - verde

Per lo scenario residenziale sono stati considerati recettori adulti e bambino con i fattori di esposizione di default come indicato in **Figura 7.6**, tenendo conto delle indicazioni della Banca dati ISS-INAIL Marzo 2018

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

Figura 7.6 – Fattori esposizione scenario residenziale- verde

◆ Scenario commerciale

Per lo scenario commerciale sono stati considerati i recettori adulti (lavoratore) con i fattori di esposizione di default come indicato in **Figura 7.7**, tenendo conto delle indicazioni della Banca dati ISS-INAIL Marzo 2018

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 7.7 – Fattori esposizione scenario commerciale (adulti lavoratori)

8.0 RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO

Sono state implementate due analisi di rischio rispettivamente per uno scenario di uso assimilabile al residenziale e per uno scenario di uso commerciale.

In **Allegato 2** sono inserite le schermate applicative del software.

La procedura ha consentito di quantificare i rischi/pericoli in modalità diretta e ha condotto all'individuazione di CSR Cumulate nei terreni in grado di garantire condizioni di assenza di pericolo sia per il recettore sanitario che ambientale.

Di seguito si illustrano i risultati rispettivamente dello scenario residenziale e dello scenario commerciale.

Si ricorda che, in conformità a quanto previsto dal D.lgs. 4/08 e in base a quanto previsto dai pareri ISPRA e dai pareri ISS, è stato individuato il valore di 1×10^{-6} come valore di accettabilità del rischio cancerogeno incrementale tollerabile per singola sostanza (rischio individuale) e di 1×10^{-5} come valore di accettabilità del rischio cancerogeno incrementale per la sommatoria di più sostanze (rischio cumulativo). Per l'indice di pericolo (HI) derivante da sostanze non cancerogene il valore di riferimento per l'accettabilità è 1.

Nella presente analisi di rischio sono stati assunti quindi i seguenti valori di accettabilità del rischio:

- rischio cancerogeno individuale = 1×10^{-6} (R)
- rischio cancerogeno cumulativo = 1×10^{-5} (Rcum)
- indice di rischio/pericolo individuale = 1 (Hi)
- indice di rischio/pericolo cumulativo = 1 (Hicum)

8.1 Scenario residenziale

Si riportano a seguire le Figure tratte dall'applicazione dell'analisi di rischio considerando uno scenario futuro di tipo residenziale, superfici parzialmente filtranti e la presenza di una falda con punto di conformità (POC) a 0,5 metri dalla sorgente.

Rischio

Suolo Superficiale		Suolo Profondo						
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			
Piombo	3.97e+2		3.97e+2	-	-	5.45e-6	1.49e+0	8.93e-3
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	-	4.26e-1	7.48e-3
Zinco	5.22e+2		5.22e+2	-	-	-	2.29e-2	5.67e-4
Benzo(a)antracene	6.50e-1		6.50e-1	1.66e+1	-	5.50e-7	-	7.43e-4
Benzo(a)pirene	5.60e-1		5.60e-1	9.51e+0	-	4.60e-6	5.04e-2	1.93e-3
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1		1.60e-1	4.11e+0	-	-	9.42e-5	2.05e-4
Indenopirene	1.60e-1		1.60e-1	3.71e+0	-	1.31e-7	-	1.66e-5
Cumulato Outdoor (On-site)						1.07e-5	1.99e+0	
Cumulato Indoor (On-site)						9.19e-10	1.17e-4	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	

Figura 8.1 – Scenario residenziale – suolo superficiale: rischio (R) e indice di pericolo (HI) – In rosso valori NON ACCETTABILI per Piombo e Benzo(a) pirene

Dettaglio Rischi

Suolo Superficiale		Suolo Profondo																			
Dettaglio Rischi - Suolo Superficiale																					
Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		Off-Site				
					Ingestione di suolo		Contatto Dermico		Vapori Outdoor		Polveri Outdoor		Cumulato outdoor		Vapori Indoor			Polveri indoor			
					R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI		R	HI		
Piombo	3.97e+2		3.97e+2	-	5.28e-6	1.45e+0	1.67e-7	4.06e-2	-	-	3.89e-11	-	5.45e-6	1.49e+0	-	-	3.89e-11	-	8.93e-3		
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	4.14e-1	-	1.16e-2	-	-	1.76e-7	-	4.26e-1	-	-	-	1.76e-7	-	1.76e-7	7.48e-3	
Zinco	5.22e+2		5.22e+2	-	-	2.22e-2	-	6.23e-4	-	-	9.48e-9	-	2.29e-2	-	-	-	9.48e-9	-	5.67e-4		
Benzo(a)antracene	6.50e-1		6.50e-1	1.66e+1	3.87e-7	-	1.45e-7	-	1.81e-8	-	5.74e-13	-	5.50e-7	-	7.70e-10	-	5.74e-13	-	7.71e-10	7.43e-4	
Benzo(a)pirene	5.60e-1		5.60e-1	9.51e+0	3.33e-6	2.39e-2	1.25e-6	8.69e-3	1.65e-8	1.78e-2	4.94e-12	5.34e-6	4.60e-6	5.04e-2	1.03e-10	1.12e-4	4.94e-12	5.34e-6	1.08e-10	1.17e-4	1.93e-3
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1		1.60e-1	4.11e+0	-	6.82e-5	-	2.48e-5	-	1.20e-6	-	1.02e-9	-	9.42e-5	-	4.21e-9	-	1.02e-9	-	5.23e-9	2.05e-4
Indenopirene	1.60e-1		1.60e-1	3.71e+0	9.52e-8	-	3.58e-8	-	2.20e-10	-	1.41e-13	-	1.31e-7	-	7.00e-13	-	1.41e-13	-	8.41e-13	-	1.66e-5
Rischio Cumulato					9.10e-6	1.91e+0	1.60e-6	6.15e-2	3.48e-8	1.78e-2	4.46e-11	5.52e-6	1.07e-5	1.99e+0	8.74e-10	1.12e-4	4.46e-11	5.52e-6	9.19e-10	1.17e-4	-

Figura 8.2 – Scenario residenziale – suolo superficiale: dettagli rischio (R) e indice di pericolo (HI) – In rosso valori NON ACCETTABILI per ingestione e contatto dermico

Rischio

Suolo Superficiale		Suolo Profondo						
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	-	-	-
Piombo	3.97e+2		3.97e+2	-	-	-	-	3.87e-2
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	-	-	3.24e-2
Zinco	5.22e+2		5.22e+2	-	-	-	-	2.46e-3
Benzo(a)antracene	6.50e-1		6.50e-1	1.66e+1	-	7.48e-10	-	3.22e-3
Benzo(a)pirene	5.60e-1		5.60e-1	9.51e+0	-	9.91e-11	1.07e-4	8.36e-3
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1		1.60e-1	4.11e+0	-	-	3.94e-9	8.87e-4
Indenopirene	1.60e-1		1.60e-1	3.71e+0	-	6.69e-13	-	7.19e-5
Cumulato Outdoor (On-site)						1.90e-10	1.79e-5	
Cumulato Indoor (On-site)						8.47e-10	1.07e-4	
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	

Figura 8.3 – Scenario residenziale – suolo profondo: rischio (R) e indice di pericolo (HI) – VALORI ACCETTABILI

Dettaglio Rischi

Suolo Superficiale		Suolo Profondo							
Dettaglio Rischi - Suolo Profondo									
Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	On-Site		On-Site		Off-Site
					Vapori Outdoor		Vapori Indoor		Lisciviazione
					R	HI	R	HI	Rgw
	mg/kg		mg/kg	mg/kg	-	-	-	-	-
Piombo	3.97e+2		3.97e+2	-	-	-	-	-	3.87e-2
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	-	-	-	3.24e-2
Zinco	5.22e+2		5.22e+2	-	-	-	-	-	2.46e-3
Benzo(a)antracene	6.50e-1		6.50e-1	1.66e+1	1.73e-10	-	7.48e-10	-	3.22e-3
Benzo(a)pirene	5.60e-1		5.60e-1	9.51e+0	1.66e-11	1.79e-5	9.91e-11	1.07e-4	8.36e-3
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1		1.60e-1	4.11e+0	-	4.25e-10	-	3.94e-9	8.87e-4
Indenopirene	1.60e-1		1.60e-1	3.71e+0	1.03e-13	-	6.69e-13	-	7.19e-5
Rischio Cumulato					1.90e-10	1.79e-5	8.47e-10	1.07e-4	-

Figura 8.4 – Scenario residenziale – suolo profondo: dettagli rischio (R) e indice di pericolo (HI) – VALORI ACCETTABILI

Con riferimento alle **Figure 8.1** e **8.2** per il suolo superficiale (da 0 a – 1 metro) , si verifica quanto segue:

Condizioni di Rischio e Indice di pericolo **NON ACCETTABILI** per **SUOLO SUPERFICIALE** per il recettore sanitario per le seguenti sostanze e percorsi di esposizione:

- ◆ Piombo per ingestione
- ◆ Benzo(a)pirene per ingestione e contatto dermico

Per il recettore ambientale rappresentato dalla falda, l'indice di pericolo **E'**
ACCETTABILE.

Per quanto attiene la valutazione del rischio per il terreno profondo (> - 1 metro),
con riferimento alle **Figure 8.3 e 8.4** , si verifica quanto segue:

Condizioni di Rischio e Indice di pericolo **ACCETTABILI** per **SUOLO PROFONDO** per il recettore sanitario e ambientale (falda).

Per lo scenario residenziale, le CSR cumulate, tenendo conto dei fattori di correzione apportati per raggiungere una condizione di accettabilità del rischio/pericolo in presenza di più sostanze chimiche e in contemporaneità di esposizione, sono illustrate in **Figura 8.5** e in **Figura 8.6**.

CSR cumulative

Suolo Superficiale		Suolo Profondo							
CSR cumulative per il Suolo Superficiale									
Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Piombo	3.97e+2	7.28e+1	1,01	7.21e+1	1.00e+2	-	9.90e-7	2.71e-1	1.62e-3
Rame	1.30e+3	3.04e+3	2,1	1.45e+3	1.20e+2	-	-	4.76e-1	8.37e-3
Zinco	5.22e+2	2.28e+4	15	1.52e+3	1.50e+2	-	-	6.67e-2	1.65e-3
Benzo(a)antracene	6.50e-1	1.18e+0	1,01	1.17e+0	5.00e-1	1.66e+1	9.90e-7	-	1.34e-3
Benzo(a)pirene	5.60e-1	1.22e-1	1,010	1.20e-1	1.00e-1	9.51e+0	9.90e-7	1.08e-2	4.15e-4
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1	7.81e+2	10	7.81e+1	1.00e-1	4.11e+0	-	4.60e-2	1.00e-1
Indenopirene	1.60e-1	1.22e+0	3	4.06e-1	1.00e-1	3.71e+0	3.33e-7	-	4.22e-5
Cumulato Outdoor (On-site)							3.30e-6	8.71e-1	
Cumulato Indoor (On-site)							1.42e-9	2.79e-5	
Cumulato Outdoor (Off-site)							-	-	

CSR cumulative

Suolo Superficiale		Suolo Profondo							
CSR cumulative per il Suolo Superficiale									
Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Piombo	3.97e+2	7.28e+1	1,01	1.00e+2	1.00e+2	-	-	-	-
Rame	1.30e+3	3.04e+3	2,1	1.45e+3	1.20e+2	-	-	4.76e-1	8.37e-3
Zinco	5.22e+2	2.28e+4	15	1.52e+3	1.50e+2	-	-	6.67e-2	1.65e-3
Benzo(a)antracene	6.50e-1	1.18e+0	1,01	1.17e+0	5.00e-1	1.66e+1	9.90e-7	-	1.34e-3
Benzo(a)pirene	5.60e-1	1.22e-1	1,01	1.20e-1	1.00e-1	9.51e+0	9.90e-7	1.08e-2	4.15e-4
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1	7.81e+2	10	7.81e+1	1.00e-1	4.11e+0	-	4.60e-2	1.00e-1
Indenopirene	1.60e-1	1.22e+0	3	4.06e-1	1.00e-1	3.71e+0	3.33e-7	-	4.22e-5
Cumulato Outdoor (On-site)							2.31e-6	6.00e-1	
Cumulato Indoor (On-site)							1.41e-9	2.79e-5	
Cumulato Outdoor (Off-site)							-	-	

Mostra le CSR senza la formattazione scientifica

Per le CSR<CSC imponi le CSRcum pari alle CSC ed escludi dalla verifica del rischio cumulato

Figura 8.5 – Scenario residenziale – CSR cumulate suolo superficiale (per Piombo CSR < CSC: ipotesi senza e con imposizione valore di CSR = CSC)

CSR cumulative

Suolo Superficiale		Suolo Profondo							
CSR cumulative per il Suolo Profondo									
Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	<input type="button" value="▶ auto"/>	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Piombo	3.97e+2	1.03e+4	<input type="button" value="🗑"/>	1.03e+4	1.00e+2	-	-	-	1.00e+0
Rame	1.30e+3	4.00e+4	<input type="button" value="🗑"/>	4.00e+4	1.20e+2	-	-	-	1.00e+0
Zinco	5.22e+2	2.12e+5	<input type="button" value="🗑"/>	2.12e+5	1.50e+2	-	-	-	1.00e+0
Benzo(a)antracene	6.50e-1	2.02e+2	<input type="button" value="🗑"/>	2.02e+2	5.00e-1	1.66e+1	2.32e-7	-	1.00e+0
Benzo(a)pirene	5.60e-1	6.70e+1	<input type="button" value="🗑"/>	6.70e+1	1.00e-1	9.51e+0	1.19e-8	1.28e-2	1.00e+0
Benzo(g,h,i)perilene	1.60e-1	1.80e+2	<input type="button" value="🗑"/>	1.80e+2	1.00e-1	4.11e+0	-	4.44e-6	1.00e+0
Indenopirene	1.60e-1	2.23e+3	<input type="button" value="🗑"/>	2.23e+3	1.00e-1	3.71e+0	9.30e-9	-	1.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)							5.71e-8	2.14e-3	
Cumulato Indoor (On-site)							2.53e-7	1.28e-2	
Cumulato Outdoor (Off-site)							-	-	

Figura 8.6 – Scenario residenziale – CSR cumulate suolo profondo

Il confronto delle concentrazioni accertate in campo, con le CSR cumulate calcolate, individua i sondaggi e i rispettivi areali che presentano valori maggiori e che richiedono interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente, come illustrato in **Tabella 8.7**.

CODICE RAPPORTO	4658-13	4658-14	4658-15	4658-12	CSR USO RESIDENZIALE	CSR USO RESIDENZIALE
DATA CAMPIONAMENTO	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	suolo superficiale (da 0 a -1 m)	suolo profondo (>-1 m)
SIGLA	C4 - Riporto conforme per eluato	C5 - Riporto conforme per eluato	C6 - Riporto conforme per eluato	C6 terreno		
PROFONDITA' CAMPIONE (m)	0,5-1,7	0,5-1,55	0,5-1,7	1,7-2,5		
Piombo	397	72	148	30	100	10.300
Rame	470	1296	466	13	1450	40.000
Zinco	522	282	465	225	1520	212.000
Benzo(a)antracene	0,65	0,48	0,4	<0,05	1,17	202
Benzo(a)pirene	0,56	0,45	0,43	0,04	0,12	67
Benzo(g,h,i)perilene	0,16	0,13	0,13	0,02	78,1	180
Indenopirene	0,16	0,14	0,12	<0,01	0,406	2230
valore CSR < CSC imposto CSR = CSC (col. A)						
0,56 Concentrazione maggiore CSC calcolate						

Tabella 8.7 – Scenario residenziale – CSR cumulate e confronto con concentrazioni accertate in campo (mg/kg). In arancio evidenziate concentrazioni > CSR

In sintesi, i carotaggi C4, C5, C6 presentano concentrazioni per Piombo e/o per Benzo(a)pirene maggiori delle CSR calcolate per il terreno superficiale ovvero valide da 0 a – 1 metro. Le CSR per terreno profondo sono invece ampiamente rispettate su tutti i sondaggi.

Pertanto l'intervallo di suolo compreso tra 0 e – 1 metro dal piano campagna richiede un intervento di bonifica e/o messa in sicurezza permanente, nell'ipotesi che si venga ad attivare un possibile percorso di esposizione diretto ovvero che si possa verificare la condizione di un contatto diretto del terreno contaminato con il recettore sanitario.

8.2 Scenario commerciale

Si riportano a seguire le Figure tratte dall'applicazione dell'analisi di rischio considerando uno scenario futuro di tipo commerciale, superfici parzialmente filtranti e la presenza di una falda con punto di conformità (POC) a 0,5 metri dalla sorgente.

Rischio

Suolo Superficiale		Suolo Profondo						
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	-	-	-
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	-	1.79e-2	7.48e-3
Cumulato Outdoor (On-site)						-	1.79e-2	-
Cumulato Indoor (On-site)						-	3.04e-8	-
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	-

Figura 8.8 – Scenario commerciale – suolo superficiale: rischio (R) e indice di pericolo (HI) – Valori ACCETTABILI

Dettaglio Rischi

Suolo Superficiale		Suolo Profondo																			
Dettaglio Rischi - Suolo Superficiale																					
Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		Off-Site				
					Ingestione di suolo		Contatto Dermico		Vapori Outdoor		Polveri Outdoor		Cumulato outdoor		Vapori Indoor			Polveri Indoor		Cumulato indoor	
					R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI		R	HI	R	HI
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	1.59e-2	-	2.09e-3	-	-	-	-	3.04e-8	-	1.79e-2	-	-	3.04e-8	-	3.04e-8	7.48e-3
Rischio Cumulato					-	1.59e-2	-	2.09e-3	-	-	-	3.04e-8	-	1.79e-2	-	-	-	3.04e-8	-	3.04e-8	-

Figura 8.9 – Scenario commerciale– suolo superficiale: dettagli rischio (R) e indice di pericolo (HI) – Valori ACCETTABILI

Rischio

Suolo Superficiale		Suolo Profondo						
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	-	-	-
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	-	-	-	4.63e-3
Cumulato Outdoor (On-site)						-	-	-
Cumulato Indoor (On-site)						-	-	-
Cumulato Outdoor (Off-site)						-	-	-

Figura 8.10 – Scenario commerciale– suolo profondo: rischio (R) e indice di pericolo (HI) – VALORI ACCETTABILI

Dettaglio Rischi

Suolo Superficiale		Suolo Profondo																		
Dettaglio Rischi - Suolo Superficiale																				
Contaminante	CRS	f	CRS/f	Csat	On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		On-Site		Off-Site	
					Ingestione di suolo		Contatto Dermico		Vapori Outdoor		Polveri Outdoor		Cumulato outdoor		Vapori Indoor		Polveri Indoor		Cumulato indoor	Lisciviazione
					R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI	R	HI
	mg/kg		mg/kg	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rame	1.30e+3		1.30e+3	-	1.59e-2	-	2.09e-3	-	-	-	3.04e-8	-	1.79e-2	-	-	-	3.04e-8	-	3.04e-8	7.48e-3
Rischio Cumulato					-	1.59e-2	-	2.09e-3	-	-	3.04e-8	-	1.79e-2	-	-	-	3.04e-8	-	3.04e-8	-

Figura 8.11 – Scenario commerciale– suolo profondo: dettagli rischio (R) e indice di pericolo (HI) – VALORI ACCETTABILI

Con riferimento alle **Figure 8.8** e **8.9** per il suolo superficiale (da 0 a – 1 metro) , si verifica quanto segue:

Condizioni di Rischio e Indice di pericolo **ACCETTABILI** per **SUOLO SUPERFICIALE** per il recettore sanitario.

Per il recettore ambientale rappresentato dalla falda, l'indice di pericolo **E'** **ACCETTABILE.**

Per quanto attiene la valutazione del rischio per il terreno profondo (> - 1 metro), con riferimento alle **Figure 8.10** e **8.11**, si verifica quanto segue:

Condizioni di Rischio e Indice di pericolo **ACCETTABILI** per **SUOLO PROFONDO** per il recettore sanitario e ambientale (falda).

Per lo scenario commerciale, le CSR cumulate, tenendo conto dei fattori di correzione apportati per raggiungere una condizione di accettabilità del rischio/pericolo in presenza di più sostanze chimiche e in contemporaneità di esposizione, sono illustrate in **Figura 8.12** e in **Figura 8.13**.

CSR cumulative

Suolo Superficiale Suolo Profondo

CSR cumulative per il Suolo Superficiale Copia tabella Help

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	▶ auto 🗑️	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Rame	1.30e+3	7.22e+4	1,01	7.15e+4	6.00e+2	-	-	9.90e-1	4.13e-1
Cumulato Outdoor (On-site)							-	9.90e-1	
Cumulato Indoor (On-site)							-	1.68e-6	
Cumulato Outdoor (Off-site)							-	-	

Figura 8.12 – Scenario commerciale– CSR cumulate suolo superficiale

CSR cumulative

Suolo Superficiale Suolo Profondo

CSR cumulative per il Suolo Profondo Copia tabella Help

Contaminante	CRS	CSRind	f	CSRcum	CSC	Csat	R (HH)	HI (HH)	Rgw (GW)
	mg/kg	mg/kg	▶ auto 🗑️	mg/kg	mg/kg	mg/kg	-	-	-
Rame	1.30e+3	2.80e+5		2.80e+5	6.00e+2	-	-	-	1.00e+0
Cumulato Outdoor (On-site)							-	-	
Cumulato Indoor (On-site)							-	-	
Cumulato Outdoor (Off-site)							-	-	

Figura 8.13 – Scenario commerciale– CSR cumulate suolo profondo

Il confronto delle concentrazioni accertate in campo, con le CSR cumulate calcolate, come illustrato in **Tabella 8.14**, individua il rispetto delle CSR su tutti i sondaggi e rispettivi areali. Non sono pertanto necessari interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente su nessun punto, a garanzia di condizioni di sicurezza e assenza di pericolo per un'ipotesi di scenario d'uso futuro commerciale.

CODICE RAPPORTO	4658-13	4658-14	4658-15	4658-12	CSR USO COMMERCIALE	CSR USO COMMERCIALE
DATA CAMPIONAMENTO	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	26/06/2019	suolo superficiale (da 0 a -1 m)	suolo profondo (>-1 m)
SIGLA	C4 - Riporto conforme per eluato	C5 - Riporto conforme per eluato	C6 - Riporto conforme per eluato	C6 terreno		
PROFONDITA' CAMPIONE (m)	0,5-1,7	0,5-1,55	0,5-1,7	1,7-2,5		
Rame	470	1296	466	13	71.500	280.000

Tabella 8.14– Scenario commerciale – CSR cumulate e confronto con le concentrazioni accertate in campo (mg/kg)

8.3 Conclusioni della procedura di analisi di rischio

In sintesi, i carotaggi C4, C5, C6 realizzati a piano terra, presentano concentrazioni per Piombo e/o per Benzo(a) pirene, maggiori delle CSR calcolate per uno scenario d'uso residenziale. I superamenti delle CSR si manifestano esclusivamente nel terreno superficiale ovvero nell'intervallo compreso tra da 0 a – 1 metro. Le CSR per terreno profondo sono invece ampiamente rispettate su tutti i sondaggi.

Pertanto, nello scenario futuro di uso residenziale, l'intervallo di suolo compreso tra 0 e – 1 metro dal piano campagna, in corrispondenza degli areali corrispondenti ai carotaggi C4, C5 e C6, richiede un intervento di bonifica e/o messa in sicurezza permanente; tale intervento si rende necessario nell'ipotesi che si verifichi un contatto diretto tra recettore e terreno contaminato, ovvero nel caso in cui il suolo con evidenze di contaminazione possa essere ingerito o entrare in contatto dermico con l'uomo-bambino presente sul sito.

Nel caso in cui si realizzi uno scenario terziario/commerciale non risultano invece necessari interventi di bonifica/messa in sicurezza permanente, in quanto le concentrazioni rilevate in campo sono inferiori alle CSR calcolate, sia per il suolo superficiale e che profondo. Per quest'ultimo uso il sito si classifica come “non contaminato” ai sensi del D.Lgs. 152/06.

9.0 INTERVENTI DI BONIFICA

A fronte dei risultati ottenuti dalle indagini preliminari eseguite nel giugno 2019 e sulla base delle assunzioni dettagliate nei capitoli precedenti, si individuano le azioni di bonifica necessarie sul sito per la fruizione dell'area a scenario residenziale.

Si evidenzia che i materiali di riporto rinvenuti in sito, non costituiscono sorgente di contaminazione per le acque sotterranee (D.P.R. 120/17) e sono da intendersi a tutti gli effetti come terreno.

Le azioni di bonifica individuate come necessarie sul sito per il raggiungimento di CSR calcolate da analisi di rischio in scenario residenziale, saranno applicate al livello di terreno più superficiale (da 0 a – 1 metro) sugli areali corrispondenti ai carotaggi C4- C5- C6.

Il terreno in esame corrisponde come origine a cosiddetto "materiale di riporto", per natura tipologicamente disomogeneo. Peraltro il riporto, dove individuato in campo, è risultato in tutti i punti presentare difformità alle CSR calcolate.

Si ritiene in questo caso ragionevole supporre che ulteriori zone, pur non direttamente indagate in questa fase, possano costituire un potenziale problema, nell'ipotesi che abbiano livelli di contaminazione per metalli e soprattutto per IPA, leggermente superiori alle CSC di colonna A e pure superiori alle CSR calcolate.

Pertanto si ritiene che l'applicazione della bonifica ai carotaggi C4-C5 e C6 e relativi areali, debba coerentemente essere estesa ed applicata a tutto il riporto presumibilmente presente al di sotto dell'edificio.

9.1 Bonifica dei terreni contaminati per uno scenario residenziale

Nel caso di conversione del sito ad uso residenziale, in considerazione degli esiti della procedura di analisi di rischio applicata secondo criteri ampiamente

conservativi, si rende necessario intervenire sugli areali definiti con concentrazioni maggiori delle CSR calcolate per tale scenario.

In particolare, l'intervento di bonifica si dovrà concentrare esclusivamente sul livello di terreno/riporto più superficiale, compreso da piano campagna sino a -1 metro in quanto, nell'ipotesi di una parziale o totale demolizione dell'edificio presente, il terreno potenzialmente contaminato in esame (attualmente sotto la pavimentazione dell'edificio) potrebbe determinare esposizioni dirette quali contatto dermico ed ingestione.

Le zone su cui è necessario un intervento di bonifica sono le seguenti, corrispondenti agli areali corrispondenti ai sondaggi:

- ◆ C4 da 0,5 a -1,0 metri per Piombo e Benzo(a) pirene
- ◆ C5 da 0,5 a -1,0 metri per Benzo(a) pirene
- ◆ C6 da 0,5 a -1,0 metri per Piombo e Benzo(a) pirene

L'area rappresentativo di tale condizione è indicata con linea tratteggiata rossa in **Figura 9.1** e tiene conto sia della configurazione areale dei poligoni di Thiessen, sia della presenza delle porzioni di edificio con piano interrato, che si è verificato essere prive di riporto e ragionevolmente di problemi di contaminazione e pertanto delimitano gli areali di intervento.

Le superficie delle aree di intervento di bonifica sono state anche in questo caso regolarizzate in funzione della logistica e dello stato dei luoghi.

Si ritiene applicabile al sito un intervento di bonifica consistente nello scavo e rimozione del riporto/terreno che ha presentato concentrazioni maggiori delle CSR. L'intervento viene ritenuto il migliore da un punto di vista tecnico-operativo, in quanto risolutivo non solo dei problemi individuati puntualmente dalle indagini, ma anche di quelli non direttamente evidenziati ma presumibilmente correlabili all'intero volume di riporti presenti al di sotto dell'edificio.

Inoltre la ridotta profondità di scavo necessario (massimo sino a -1 metro) garantisce l'eshaustività dell'intervento senza l'adozione di costose opere

provvisoriamente provvisoria tipo “berlinese di pali” a sostegno delle pareti di scavo perimetrali a contatto con proprietà terze.

Le aree di intervento valutate, considerando anche le aree con possibile presenza di riporto con le medesime criticità, hanno le seguenti superfici e profondità di intervento:

- ◆ areale C4-C5-C6 = superficie **566 m²** e profondità 1 metro

L'ipotesi di intervento considerata nella presente valutazione corrisponde all'asportazione mediante scavo del terreno contaminato e suo smaltimento in idoneo impianto o discarica per rifiuti, per un volume massimo di circa **500 m³**.

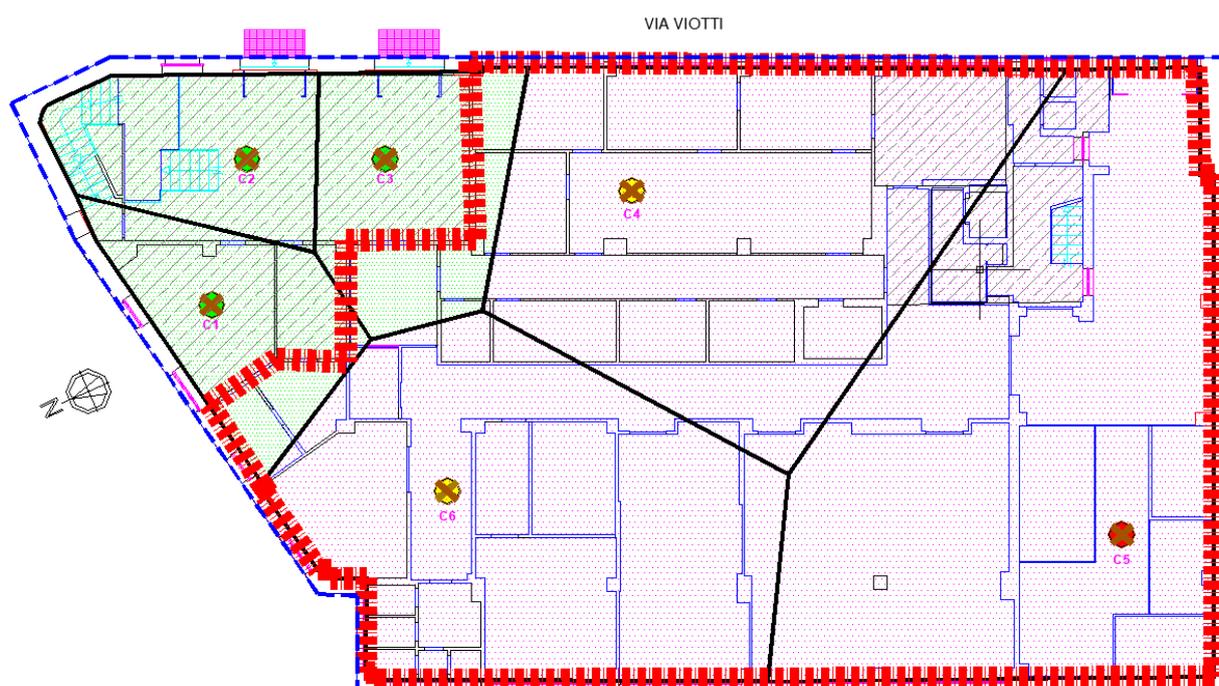


Figura 9.1 – Identificazione dell'area oggetto di bonifica dei terreni contaminati per uso residenziale

L'intervento ipotizzato verrà eseguito a valle della realizzazione di un nuovo progetto che nelle assunzioni alla base dell'analisi di rischio applicata, comporta la demolizione parziale o totale dell'edificio. Pertanto le attività e le voci di costo relative alla demolizione dell'edificio e demolizione e rimozione della

pavimentazione/fondazioni sono escluse dalla presente valutazione relativa agli oneri di bonifica del sito.

Le attività considerate sono le seguenti:

- scavo, rimozione del vespaio e del terreno/riporto contaminato sino alla massima profondità di -1 metro dal piano campagna paino terra;
- invio a smaltimento in idoneo impianto/discardica per rifiuti dei terreni/materiali di riporto contaminati.

In considerazione della ridotta profondità di scavo derivante dalle operazioni e dalla necessaria disponibilità dello stato dei luoghi finali per la realizzazione del futuro progetto edilizio, nella presente valutazione si ritiene utile non prevedere eventuali e successive azioni di ritombamento parziale o totale dello scavo prodotto.

10.0 STIMA DEI COSTI DI BONIFICA

Sulla base delle risultanze delle indagini condotte e dei risultati derivanti dall'analisi di rischio ed in base ai dati progettuali riportati nel capitolo precedente, è stata condotta una stima di massima degli interventi di bonifica.

Tale stima è stata condotta per risanare le passività ambientali del sito e rendere lo stesso idoneo ad un utilizzo residenziale, a seguito di una ipotetica demolizione parziale o totale dell'edificio presente conseguente ristrutturazione.

Si specifica infatti che al fine di un ipotetico uso terziario/commerciale, il sito non presenta passività ambientali che debbano essere risanate in quanto per detto uso il sito si classifica come "non contaminato" ai sensi del D.Lgs. 152/06.

10.1 Costi di bonifica associati ad uno scenario residenziale

Le elaborazioni condotte hanno portato ad una stima economica degli interventi di bonifica pari a circa € 64.000 finalizzati ad un uso residenziale del sito e con un margine di imprevisti pari al 10%.

In considerazione della ridotta profondità di scavo (massimo – 1 metro) non è stata considerata la necessità di realizzazione di opere provvisorie a sostegno degli scavi di bonifica.

In **Allegato 4** si riporta un computo metrico estimativo relativo alle attività di bonifica previste nel presente documento.

11.0 CONCLUSIONI

Il presente documento ha valutato ed interpretato gli esiti delle indagini preliminari eseguite nel recente giugno 2019 sull'area di Via Viotti 3/5 di Milano, ricostruendo un modello concettuale preliminare in grado di definire la dimensione e il grado di criticità ambientali di massima del sito.

Il terreno /riporto presente sul sito ha individuato potenziali contaminazioni per metalli (Piombo, Rame e Zinco) e per IPA. Le sostanze individuate non hanno comportamento volatile e allo stato attuale risultano tutte al di sotto della pavimentazione presente sull'intero sedime.

In funzione dei dati acquisiti è stata applicata una procedura di analisi di rischio ai sensi della normativa vigente (D.lgs. 152/06 art. 242) per definire CSR da confrontare con quelle individuate nel sito e valutare gli eventuali interventi di bonifica che il sito richiede per un generico scenario residenziale o commerciale.

Solo nell'ipotesi in cui l'edificio attuale venga parzialmente, o totalmente demolito e si verifichi la condizione di una "messa in luce" del terreno contaminato attualmente al di sotto della pavimentazione dell'edificio esistente, è potenzialmente possibile l'attivazione di una serie di percorsi che possono fare entrare in contatto il terreno potenzialmente contaminato, sia con il recettore sanitario che ambientale (falda).

L'analisi di rischio ha valutato tale condizione su due scenari, residenziale e terziario/commerciale, arrivando a definire una situazione di potenziale pericolo per il recettore sanitario solo nello scenario residenziale ed esclusivamente per il terreno superficiale compreso tra 0 e -1 metro. Per il recettore ambientale, rappresentato dalla falda, non si individuano pericoli derivanti dalle contaminazioni accertate, né per il suolo superficiale che profondo.

In assenza di uno specifico progetto di riqualificazione del sito, l'analisi di rischio ha dovuto necessariamente essere di tipo conservativo e ha introdotto alcune generalizzazioni nel modello concettuale.

Il confronto delle CSR calcolate con le concentrazioni rinvenute in sito, ha condotto a definire la necessità di interventi di bonifica, limitatamente allo scenario residenziale per la matrice superficiale degli areali ascrivibili ai carotaggi C4-C5 e C6.

Nel caso di uno scenario di riconversione del sito a commerciale, non si individuano necessità di interventi di bonifica.

La valutazione condotta ha portato invece ad una stima economica di circa € 64.000 per dare corso ad interventi di bonifica finalizzati ad ipotetico un uso residenziale del sito.

A circular professional stamp from the 'ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA'. The stamp contains the text: 'LUCA RAFFAELLI', 'geologo specialista', 'Albo n. 1499 AP', and 'sezione A'. Below the stamp is a handwritten signature in black ink that reads 'Luca Raffaelli'.

dott. geol. Luca Raffaelli

ALLEGATI

Allegato 1:

Tavola 1 – area “sorgente di contaminazione” per applicazione di analisi di rischio con scenario futuro residenziale

Tavola 2 – area “sorgente di contaminazione” per applicazione di analisi di rischio con scenario futuro commerciale

Allegato 2:

Report di stampa di applicazione dell'analisi di rischio:

Scenario residenziale

Scenario commerciale

Allegato 3:

Tavola 3 – Area di intervento di scavo di bonifica per ipotesi di scenario futuro residenziale.

Allegato 4:

Stima dei costi di bonifica per ipotesi di futuro uso residenziale.