

STRUTTURA COMPLESSA

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE SUD EST

Struttura Semplice Produzione – Nucleo Operativo Qualità dell’Aria

COMUNE DI ALESSANDRIA
fraz. SPINETTA MARENCO

**CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DI ACIDO CLORIDRICO,
ACIDO FLUORIDRICO E COMPOSTI CLORURATI IN ARIA
AMBIENTE**

RELAZIONE TECNICA

RISULTATO ATTESO B5.16
PRATICA N°G07_2020_00122

PERIODO DI MONITORAGGIO: gennaio – marzo 2020

OMISSIS



Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017
Dipartimento territoriale Piemonte Sud Est
Struttura Semplice Attività di produzione

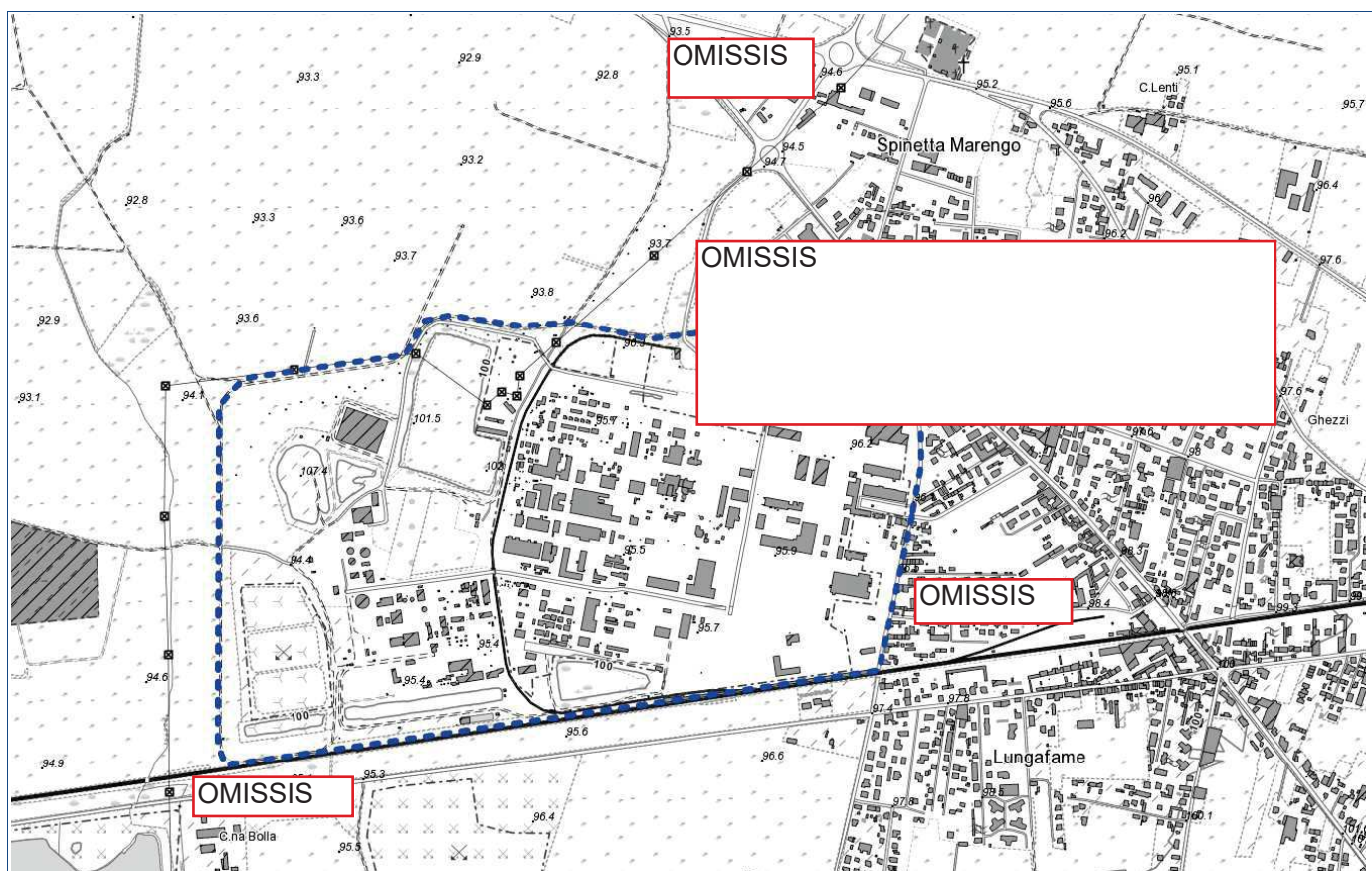
Spalto Marengo, 33 – 15121 Alessandria – tel. 0131276200 – fax 0131276231
Email: dip.sudest@arpa.piemonte.it PEC: dip.sudest@pec.arpa.piemonte.it

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	3
2. CONDIZIONI ATMOSFERICHE.....	4
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	5
3.1 MISURE CON RADIELLO.....	6
3.2 MISURE CON FIALA.....	6
4 RISULTATI DEI MONITORAGGI.....	7
4.1 MISURE OUTDOOR DI ACIDO CLORIDRICO CON CAMPIONATORI PASSIVI	7
4.2 MISURE OUTDOOR DI ACIDO FLUORIDRICO CON CAMPIONATORI PASSIVI.....	8
4.3 MISURE OUTDOOR DI COV CON CAMPIONATORI PASSIVI.....	8
4.5 MISURE DI COV INDOOR CON CAMPIONATORI PASSIVI e ATTIVI.....	15
4.5.1 ANDAMENTO DELLA FALDA E VAPOUR INTRUSION.....	16
4.5.2 RISULTATI.....	17
4.5.3 PROPRIETA' CHIMICO FISICHE E TOSSICOLOGICHE DEI COMPOSTI RICERCATI.....	26
4.6 MISURE DI PFAS IN ACQUE DI CONDENSA ATMOSFERICA.....	28
5 . CONCLUSIONI.....	31

1. INTRODUZIONE

Nel primo trimestre 2020 è stata effettuata una verifica periodica dei livelli di acido cloridrico, fluoridrico e composti organici volatili in aria ambiente per monitorare le emissioni del polo chimico di Spinetta Marengo, attraverso l'uso di campionatori attivi e passivi. I prelievi sono stati effettuati, come nelle precedenti campagne in 12 postazioni ritenute significative tenuto conto delle direzioni dei venti, delle concentrazioni di ricaduta di inquinanti stimate dagli studi modellistici e della presenza di ricettori sensibili. Tale monitoraggio si affianca e completa il monitoraggio in continuo di acidi inorganici (acido fluoridrico e cloridrico) svolto presso la stazione di monitoraggio privata Solvay di via Genova che dal 2016, è entrata a far parte delle stazioni fisse della Rete Regionale di Monitoraggio della Qualità dell'Aria gestita da Arpa Piemonte. Le concentrazioni determinate sono state confrontate con le precedenti campagne di monitoraggio, eseguite nel corso del 2014 – 2016 - 2017.



Punti di misura OUTDOOR - campagna 1° trim 2020

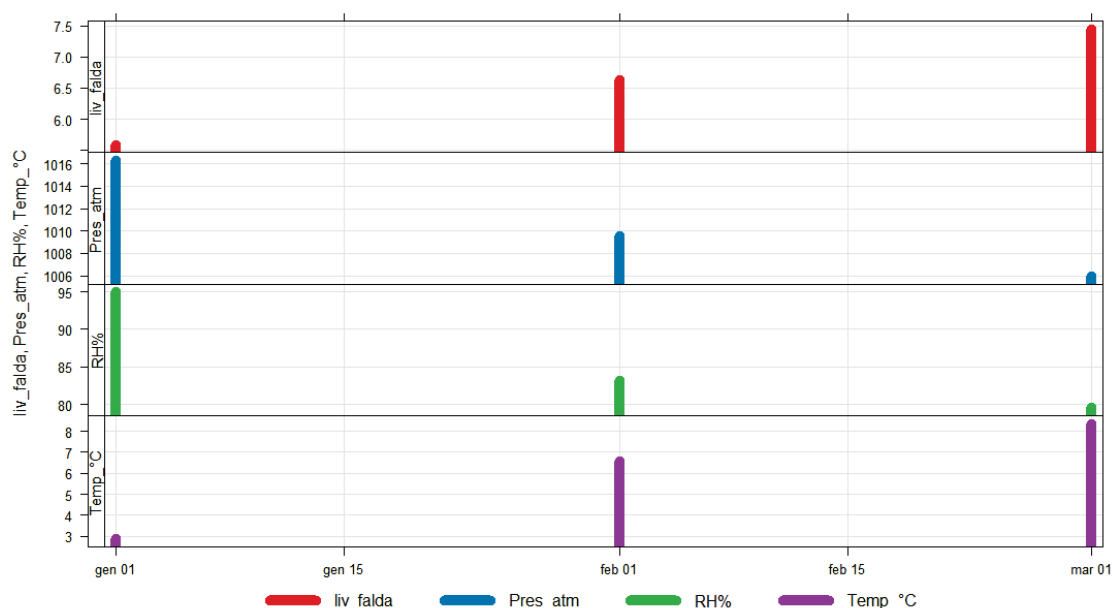
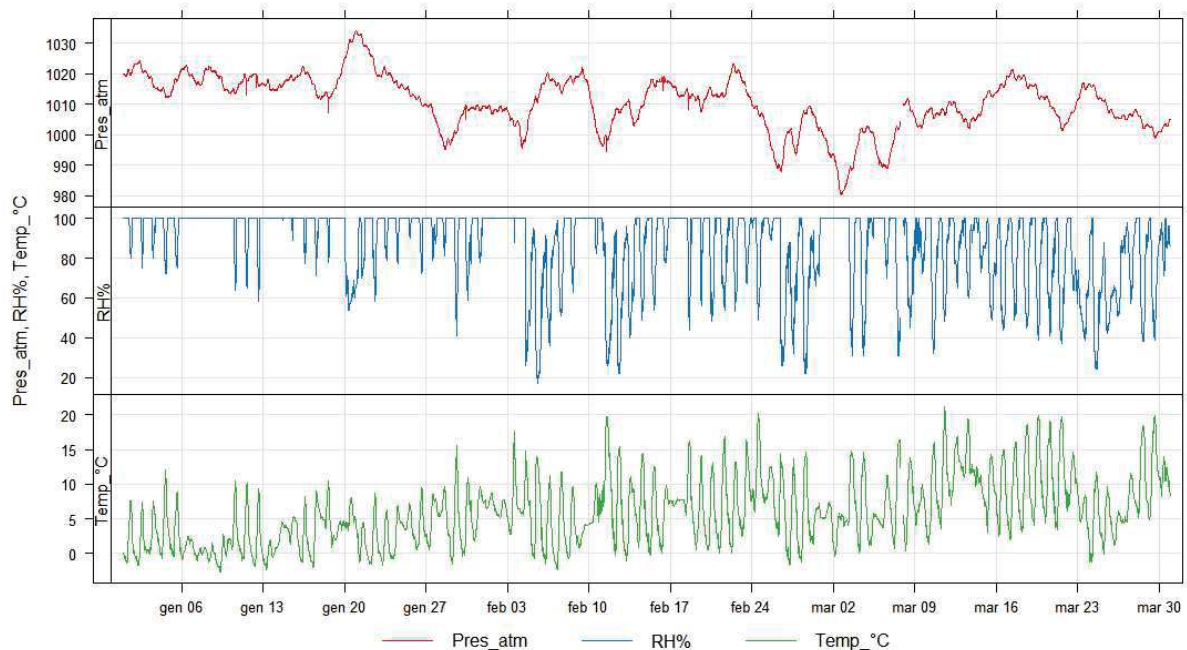
Oltre ai punti esterni dal 2020 è iniziata un'indagine relativa all'inquinamento INDOOR, pertanto ai punti di monitoraggio outdoor sono stati aggiunti alcuni punti per approfondire lo stato dell'inquinamento in ambienti chiusi: in alcune aree sul lato nord e nord-ovest rispetto al polo chimico sono stati posizionati ulteriori campionatori nei locali interrati e nei piani fuori terra degli edifici di alcune abitazioni.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati relativi ai campionamenti effettuati ed il confronto con lo storico delle campagne.

2. CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Le condizioni atmosferiche del periodo di campionamento sono state caratterizzate nel mese di gennaio da tempo freddo e stabile con alta pressione, temperature tra 0 e 5°C e umidità intorno al 100% come mostrano i dati della stazione meteo regionale Arpa di Alessandria Lobbi. Considerando i dati medi mensili insieme ai livelli di falda del primo trimestre 2020 si notano differenze tra i mesi:

- **Gennaio 2020:** alta pressione, umidità massima, temperatura attorno a zero, livello di falda massimo (-4m dal piano campagna)
- **Febbraio 2020:** pressione e umidità in discesa, temperatura in forte rialzo (+7°C), livello di falda in discesa (-6.5m dal piano campagna)
- **Marzo 2020:** pressione e umidità in discesa, temperatura in leggero rialzo (+8°C), livello di falda in discesa (-7.5m dal piano campagna)



3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La caratterizzazione chimica della matrice aria nelle vie di propagazione considerate, soil gas e aria ambiente, prevede la captazione dell'inquinante organico o inorganico su specifici supporti mediante:

- A. Adsorbimento dell'inquinante su un opportuno substrato (fiale e/o cartucce adsorbenti)
- B. Raccolta di un'aliquota d'aria-campione in un idoneo contenitore (canister o sacca)

Le tipologie di campionamento e relative metodiche prescelte sono di seguito elencate

Tabella 1 – Elenco dispositivi e metodiche utilizzati

SUPPORTI	FOTO	TEMPI di campionamento/esposizione	METODI di campionamento e analisi
Fiala a carbone attivo "Small" 100/50mg		Campionamenti a flusso di aspirazione controllato e costante di 0.2lt/min	Metodo UNI EN 13649 Metodo NIOSH 1003
Canister 3lt		Flusso di aspirazione non controllato per differenza di pressione Durata di aspirazione di 6-8 ore mediante riduttore di flusso	Metodo EPA-TO15
Cartuccia adsorbente per COV		Flusso diffusivo non controllato Portata certificata dal produttore Tempo di esposizione 14giorni	OMISSIS

3.1 MISURE CON OMISSIS

I campionatori passivi tipo OMISSIS sono dei dispositivi in grado di raccogliere gas e vapori inquinanti presenti nell'aria senza utilizzo di sistemi di pompaggio per aspirazione forzata. Il tipico campionatore passivo è un tubo di diffusione, che sfrutta il processo fisico di diffusione degli inquinanti. All'interno del campionatore è presente una cartuccia assorbente contenente una sostanza in grado di reagire oppure di trattenere l'inquinante da monitorare: il suo accumulo nel dispositivo per tempi lunghi (da 1 a 14 giorni) permette di concentrare il campione e quindi di determinare l'inquinante anche se presente a basse concentrazioni. La determinazione viene effettuata mediante analisi di laboratorio con differenti metodiche a seconda del tipo di supporto e di inquinante da ricercare. Per i dettagli circa i campionamenti e le metodiche si rimanda al OMISSIS ai rapporti di prova analitici allegati alla presente relazione. I campionatori passivi utilizzati per effettuare campagne di monitoraggio ambientale periodiche vengono scelti come miglior metodo per via sia della facilità di posizionamento e ritiro, dall'assenza di manutenzione e di alimentazione elettrica.



Figura 2 – Immagine campionamento con OMISSIS

Per esporre i campionatori all'esterno, nel caso in cui non sia presente una copertura che protegga il dispositivo da eventi accidentali e/o atmosferici viene utilizzato un box in polipropilene che assicura il miglior compromesso fra efficienza di riparo e ventilazione.

3.2 MISURE CON FIALE

Le fiale a carbone attivo per la determinazione di sostanze organiche sono sistemi di campionamento attivo che sfruttano l'aspirazione forzata dell'aria attraverso la fiala collegata ad una pompa in aspirazione. Il metodo consiste nel far fluire un dato volume di aria attraverso un mezzo filtrante (il carbone attivo) dove viene trattenuto il contaminante. Il flusso forzato e controllato avviene collegando la fiala ad una pompa aspirante ad un flusso costante. Il flusso e la durata del campionamento dipendono dal composto

ricercato e dalla metodica di riferimento. Una volta che l'inquinante è stato trattenuto dalla fiala assorbente, viene estratto mediante eluizione con solvente o con desorbimento termico, infine analizzato in laboratorio mediante cromatografia.

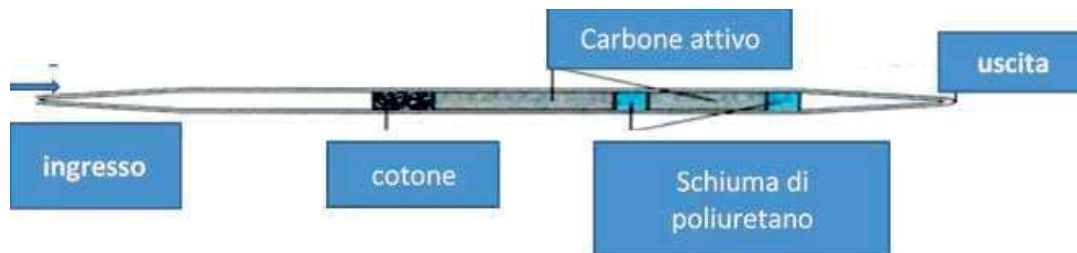


Figura 3 – Immagine FIALA VOC

4. RISULTATI DEI MONITORAGGI

4.1 MISURE OUTDOOR DI ACIDO CLORIDRICO CON CAMPIONATORI PASSIVI

I campionamenti, della durata di 24h, hanno avuto luogo dal 15 al 16 gennaio 2020 in 12 punti del centro abitato e contemporaneamente presso una postazione urbana in Alessandria (“bianco di confronto” o “di campo”). L'acido cloridrico gassoso adsorbito sul dispositivo è stato recuperato con acqua e dosato in laboratorio come ione cloruro in cromatografia ionica. Nel grafico e nella tabella sottostante vengono riassunti i risultati dei campionamenti eseguiti. In tutti punti la concentrazione di HCl è risultata inferiore al limite di quantificazione della metodica pari a 10 microgrammi/m³ per una esposizione di 24h.

Tabella 2 – Campionamenti di HCl dal 15 al 16 gennaio 2020

VIA/PIAZZA	UTMX	UTMY	DURATA	HCl (µg/m ³)	Limite di quantificazione (µg/m ³)	UMIDITA' %
OMISSIS	OMISSIS	24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
		24h	<10*	10	90÷100	
Campione di confronto – Stazione QA di Alessandria fondo urbano presso Istituto Volta	470145	4974174	24h	<10*	10	90÷100
EPA - Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC)			20µg/m³ (valore medio per esposizioni di lungo periodo)			

*dato inferiore al limite di quantificazione del metodo riferito alle condizioni di campionamento

4.2 MISURE OUTDOOR DI ACIDO FLUORIDRICO CON CAMPIONATORI PASSIVI

I campionamenti, della durata di 14gg, sono stati eseguiti dal 15 al 29 gennaio 2020 presso i medesimi punti individuati per la determinazione dell'acido cloridrico, allo scopo di quantificare i livelli di acido fluoridrico nell'area di studio. Analogamente all'acido cloridrico è stato prelevato un campione di "bianco di confronto" o bianco di campo" presso la stazione urbana di qualità dell'aria di Alessandria presso Istituto Volta rappresentativa del fondo urbano. L'acido fluoridrico gassoso adsorbito dal dispositivo è stato recuperato con acqua e dosato in laboratorio come ione fluoruro in cromatografia ionica. Nella tabella sottostante vengono riassunti i risultati dei campionamenti eseguiti.

In tutti i punti la concentrazione di HF è risultata inferiore al limite di quantificazione della metodica pari a 0.5microgrammi/m³.

Tabella 3 – Campionamenti di HF dal 15 al 29 gennaio 2020

VIA/PIAZZA	UTMX	UTMY	DURATA	HF (µg/m ³)	Limite di quantificazione (µg/m ³)	UMIDITA' %
OMISSIS	OMISSIS		14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			14gg	< 0.5*	0.5	90÷100
			Campione di confronto – Stazione QA di Alessandria fondo urbano presso Istituto Volta	470145	4974174	14gg
RAIS - Reference Concentration for Chronic Inhalation Exposure (RfC)				14µg/m³ (valore medio per esposizioni di lungo periodo)		
ATSDR – Minimal risk level (MRL) for Inhalation Exposure				16µg/m³		

*dato inferiore al limite di quantificazione del metodo riferito alle condizioni di campionamento

4.3 MISURE OUTDOOR DI COV CON CAMPIONATORI PASSIVI

E' stata effettuata anche una campagna per la determinazione di COV (composti organici volatili) nell'area di monitoraggio, in particolare sono stati ricercati:

- Benzene
- Cloroformio
- Diclorometano
- 1,2-dicloroetano
- 1,1,1-tricloroetano
- tetracloruro di carbonio
- tricloroetilene
- tetracloroetilene.

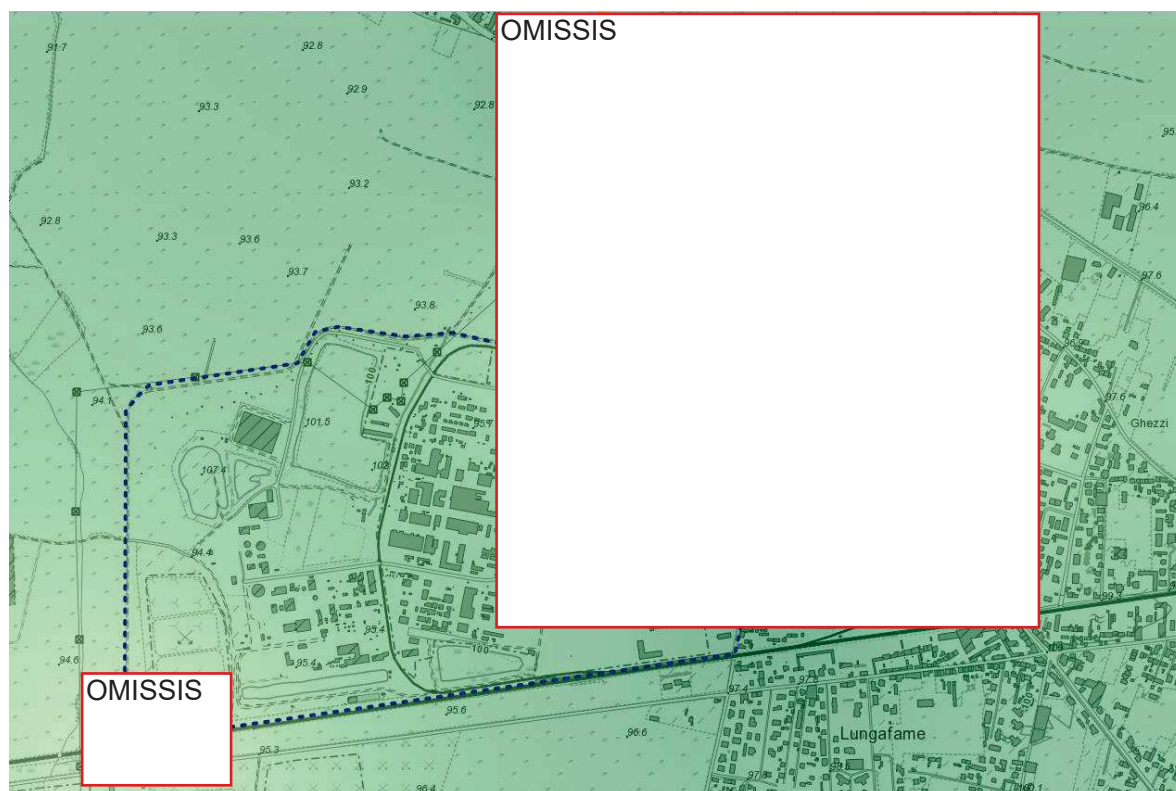
Il limite di rivelabilità in seguito ad esposizione di 7 giorni o più è compreso fra 0,05 e 1 microgrammi/m³ secondo il composto.

RELAZIONE TECNICA

I campionamenti hanno avuto luogo dal 15 a 29 gennaio 2020, per una durata complessiva di 14 giorni di esposizione, negli stessi punti del centro abitato di Spinetta Marengo individuati per la determinazione di acido cloridrico e acido fluoridrico. Nella tabella sottostante vengono riassunti i risultati dei campionamenti eseguiti. Per quanto riguarda il benzene, si tratta di un inquinante ubiquitario emesso dal traffico (motori a benzina) e da alcune attività industriali. Presso il polo chimico di Spinetta Marengo, l'azienda Arkema ha emissioni di benzene in atmosfera.

Tabella 4 – Campionamenti di benzene dal 15 a 29 gennaio 2020

INDIRIZZO	UTMX	UTMY	TEMPO DI ESPOSIZIONE	CONCENTRAZIONI di BENZENE µg/m3
OMISSIS	OMISSIS		14gg	3.12
			14gg	3.26
			14gg	2.84
			14gg	3.32
			14gg	3.12
			14gg	3.46
			14gg	3.67
			14gg	3.67
			14gg	2.93
			14gg	3.12
			14gg	2.84
			14gg	3.46
Campione di confronto – Stazione QA di Alessandria fondo urbano presso Istituto Volta	470145	4974174	14gg	3.26
limite di quantificazione del metodo riferito alle condizioni di campionamento pari a 0.1microgrammi/m3				



Distribuzione delle concentrazioni di BENZENE (microgrammi/mc) rilevate dal 15 al 29 gennaio 2020

RELAZIONE TECNICA

Come si evidenzia dai dati e dalle interpolazioni spaziali i valori di benzene sono simili ovunque senza variazioni di rilievo tra Spinetta ed il fondo urbano di Alessandria (stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di fondo urbano presso Istituto Volta). Si nota un leggero aumento presso le direttrici di attraversamento della frazione, **OMISSIS** a conferma che il traffico risulta essere la sorgente predominante per tale inquinante. Il BENZENE è classificato cancerogeno del Gruppo 1 dallo IARC ed è soggetto ad un limite di legge pari a 5microgrammi/m³ come media sull'anno solare.

Per quanto riguarda i composti organo clorurati, **diclorometano, 1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano e tricloroetilene non sono riportati in quanto sono risultati tutti inferiori al limite di quantificazione del metodo** (<0.6 microgrammi/m³ per diclorometano, <0.1microgrammi/m³ per gli altri)

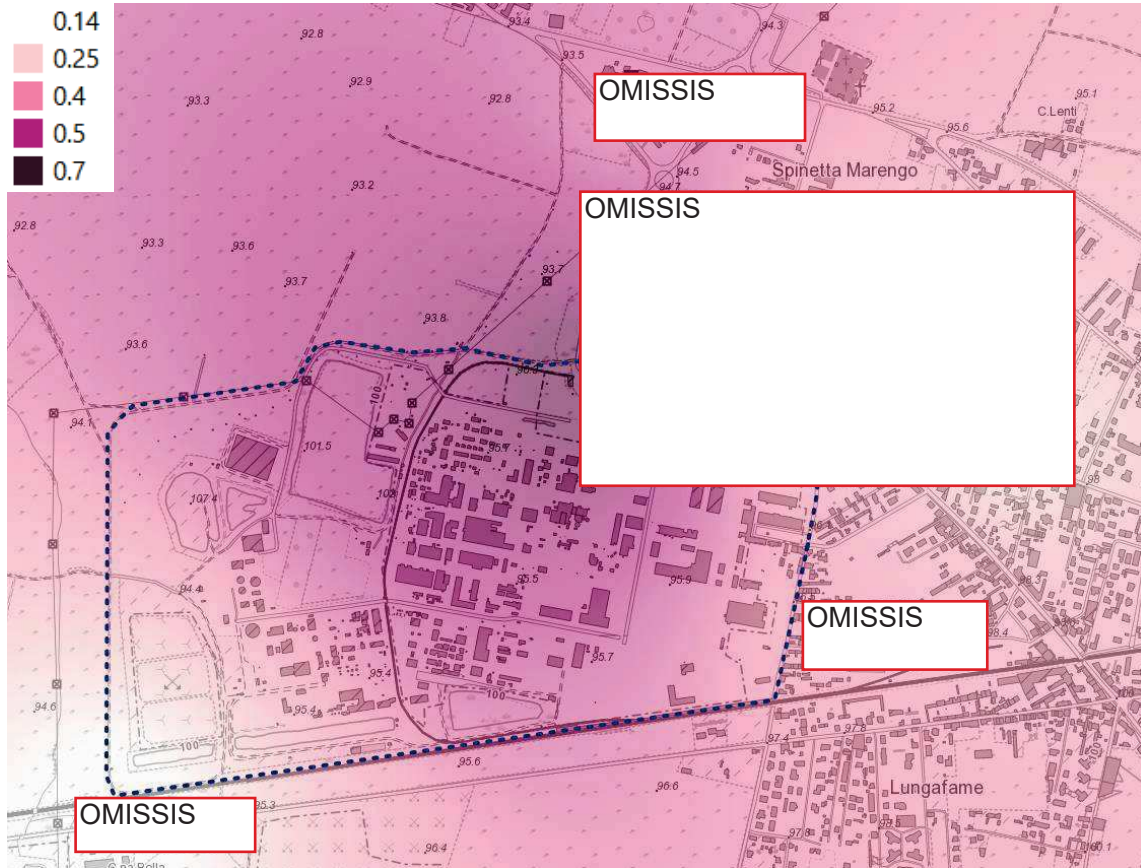
Tabella 5 – Campionamenti di composti organo clorurati dal 15 a 29 gennaio 2020 (in rosa i valori superiori al fondo ambientale)

INDIRIZZO	TEMPO DI ESPOSIZIONE	CLOROFORMIO µg/m ³	TETRA CLORURO DI CARBONIO µg/m ³	TETRACLOROETILENE µg/m ³
OMISSIS	14gg	0.34	0.46	0.80
	14gg	0.81	0.48	0.77
	14gg	0.96	0.61	0.73
	14gg	0.40	0.48	0.85
	14gg	0.22	0.43	1.60
	14gg	0.38	0.45	1.13
	14gg	0.34	0.48	2.54
	14gg	0.30	0.46	1.50
	14gg	0.19	0.46	0.85
	14gg	0.49	0.45	0.75
	14gg	0.10	0.41	0.58
	14gg	0.44	0.61	0.85
Campione di confronto – Stazione QA di Alessandria fondo urbano presso Istituto Volta	14gg	<0.1	0.46	0.85

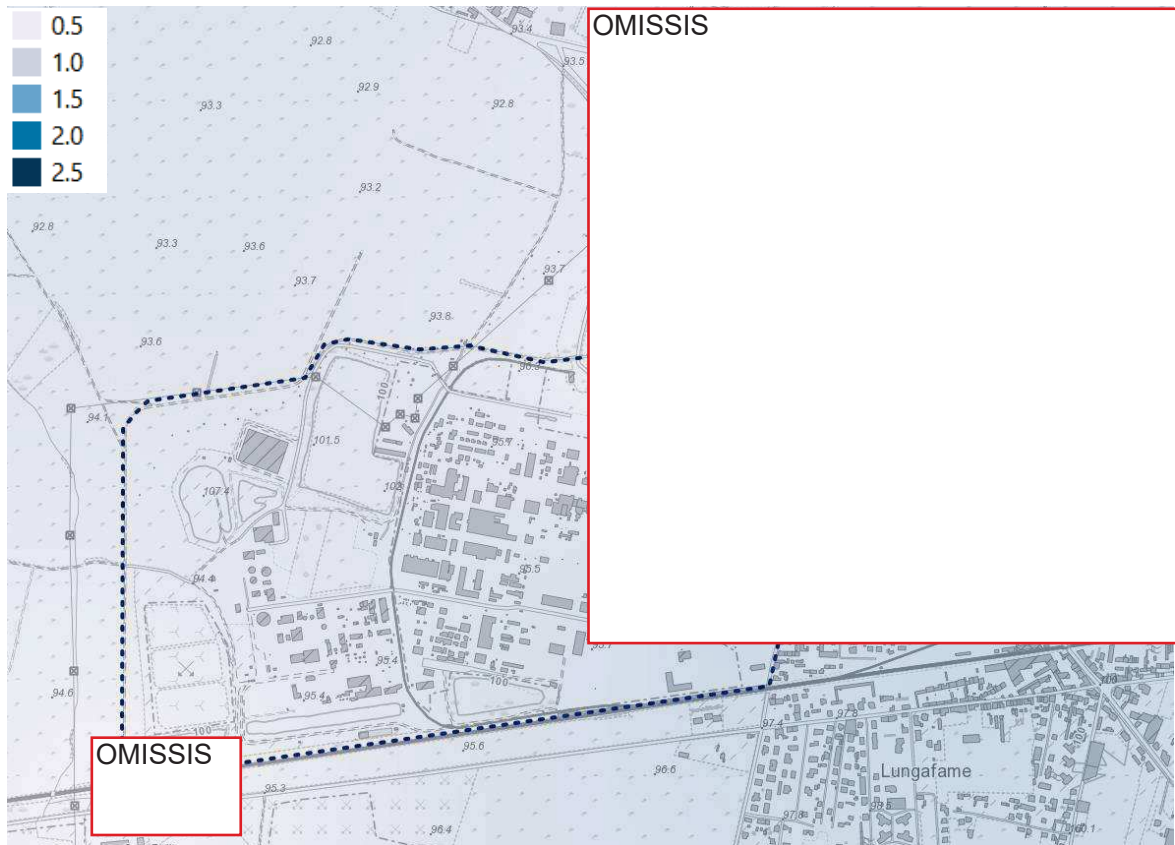
Di questi, il cloroformio non è di norma presente come fondo ambientale ed il dato <0.1microgrammi/m³ rilevato ad Alessandria città, ripetuto negli anni, lo conferma. **Tetracloruro di carbonio e tetracloroetilene sono invece presenti anche come fondo ambientale diffuso.** Questi due composti sono da considerarsi ubiquitari in aria ambiente con **livelli di concentrazione ovunque simili, compresi tra 0.5 e 1.0 microgrammi/m³.** Dunque i valori outdoor riscontrati a Spinetta sono assimilabili ai valori di fondo ambientale ovunque presente come conferma anche lo studio condotto da Arpa Piemonte Progetto “Monitoraggio outdoor di aldeidi e altre sostanze organiche volatili” a cura della Struttura Semplice Rischio Industriale ed Energia¹.

Per cloroformio si evidenzia invece la presenza di un fondo diffuso presente a Spinetta e non riscontrato in altre aree di monitoraggio.

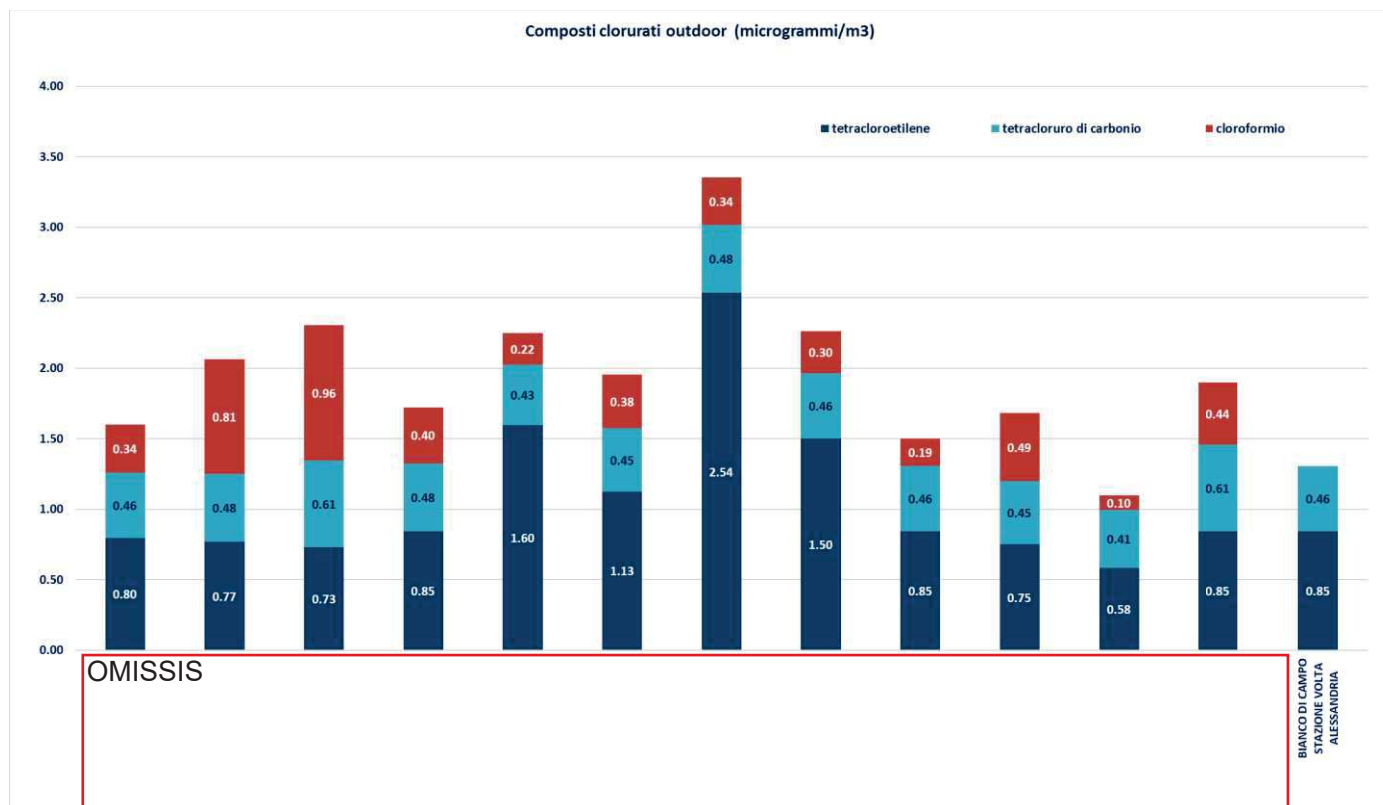
¹http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/pubblicazioni-2018/relazione-finale-progetto-monitoraggio-outdoor.pdf/at_download/file



Distribuzione delle concentrazioni di cloroformio (microgrammi/m³) rilevate dal 15 a 29 gennaio 2020



Distribuzione delle concentrazioni di tetracloroetilene (microgrammi/m³) rilevate dal 15 a 29 gennaio 2020

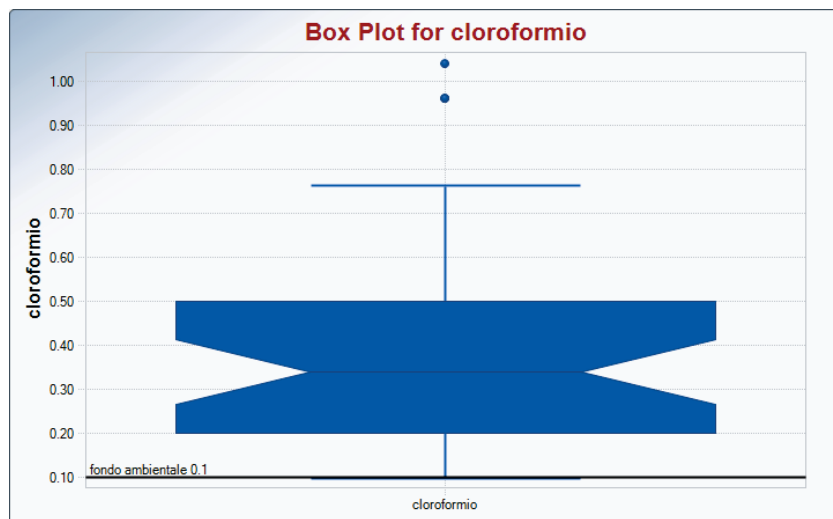


concentrazioni di composti volatili clorurati (microgrammi/m³) rilevate dal 15 a 29 gennaio 2020

I dati medi di fondo confrontati con il fondo misurato negli anni ad Alessandria città e nel resto della regione conferma per Spinetta valori in linea con Alessandria ed il resto del territorio piemontese per tetracloruro di carbonio e tetracloroetilene, mentre per cloroformio sussiste un fondo diffuso presente solo a Spinetta con valori compresi tra 0.2 e 1.0 microgrammi/m³ considerando tutti i dati raccolti negli anni.

valori espressi in microgrammi/m ³	media valori outdoor a Spinetta M.go	bianco di campo - valore di fondo urbano	valori di fondo regionali
cloroformio	0.41	0.05	n.d.
tetracloruro di carbonio	0.48	0.46	0.6
tetracloroetilene	1.08	0.85	0.3-0.7

Valori medi di fondo di alcuni composti clorurati rilevati a Spinetta M.go, Alessandria città e nel resto della regione



Box plot livelli di cloroformio outdoor misurati dal 2014 al 2020 a Spinetta M.go

4.4 CONFRONTO CON LE CAMPAGNE PRECEDENTI

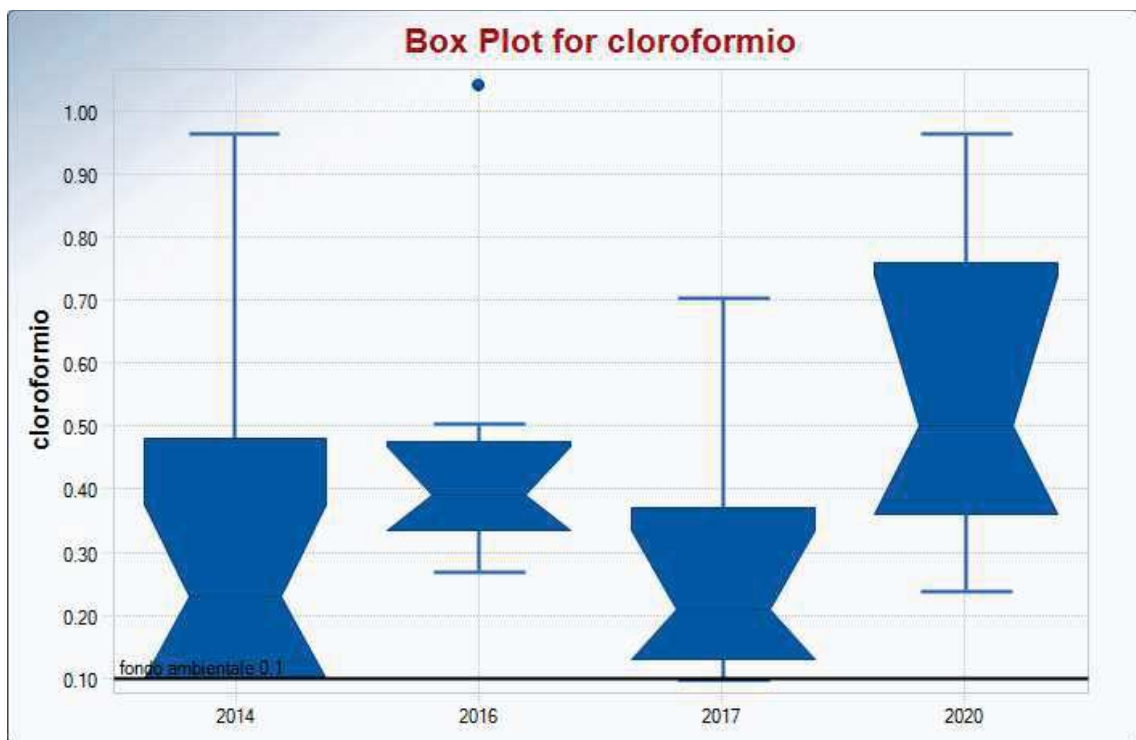
Le concentrazioni della campagna di monitoraggio invernale 2020, sono state confrontate con le precedenti campagne. Si nota nel 2020 un leggero aumento delle concentrazioni rispetto agli anni precedenti. Si riconfermano, come evidenziato in tab.4, i punti maggiormente esposti all'inquinamento locale di cloroformio già rilevati nelle precedenti campagne di via OMISSIS

Tabella 6 –Confronto determinazioni analitiche di cloroformio dal 2014 al 2020

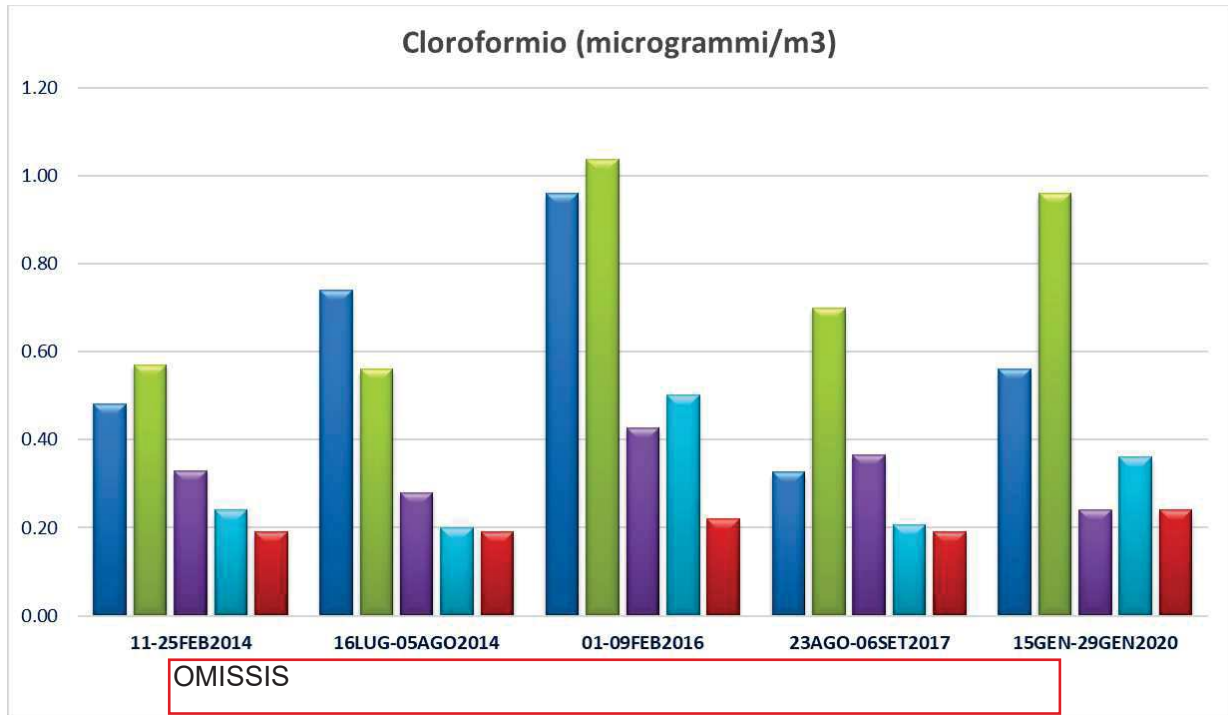
COLORFORMIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11-25FEB2014	16LUG-05AGO2014	01-09FEB2016	23AGO-06SET2017	15GEN-29GEN2020
OMISSIS	0.19	0.19	0.22	0.19	0.24
	0.48	0.74	0.96	0.33	0.56
	0.57	0.56	1.04	0.70	0.96
	0.23	<0.2	0.34	0.11	0.40
	<0.2	0.20	/	0.13	0.56
	/	/	0.35	0.17	/
	<0.2	<0.2	0.45	0.34	0.50
	0.24	0.20	0.50	0.21	0.36
	<0.2	<0.2	0.27	<0.1	0.76
	0.33	0.28	0.43	0.37	0.24
Bianco di fondo rurale	n.d.	<0,2	0.23	0.19	n.d.
Bianco di fondo urbano	<0,2	<0,2	0.14	0.13	<0,2

La distribuzione delle concentrazioni di cloroformio, conferma quanto già evidenziato nelle precedenti campagne, ovvero che l'area maggiormente interessata, coerentemente con gli studi di ricaduta di tale inquinante emesso dal polo chimico, è quella posta a nord-ovest dello stabilimento, lungo OMISSIS in misura minore Via Genova (stazione Arpa-Solvay) e OMISSIS ed a seguire tutte le altre.

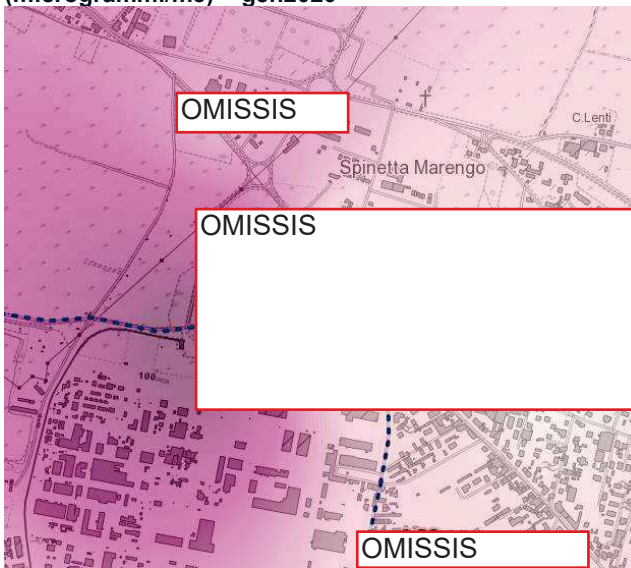
BOX-PLOT Concentrazioni di cloroformio-sintesi anni 2014-2020



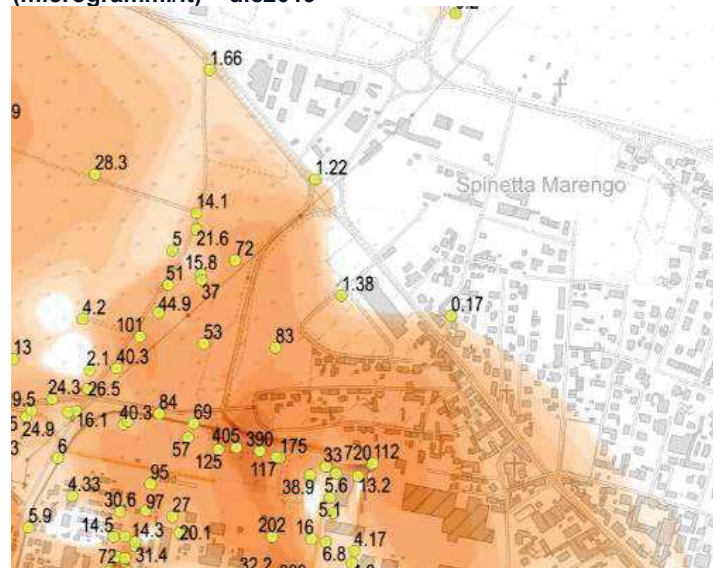
Concentrazioni di cloroformio-confronto andamenti nel tempo delle postazioni più esposte



Cloroformio OUTDOOR
 (microgrammi/m3) – gen2020



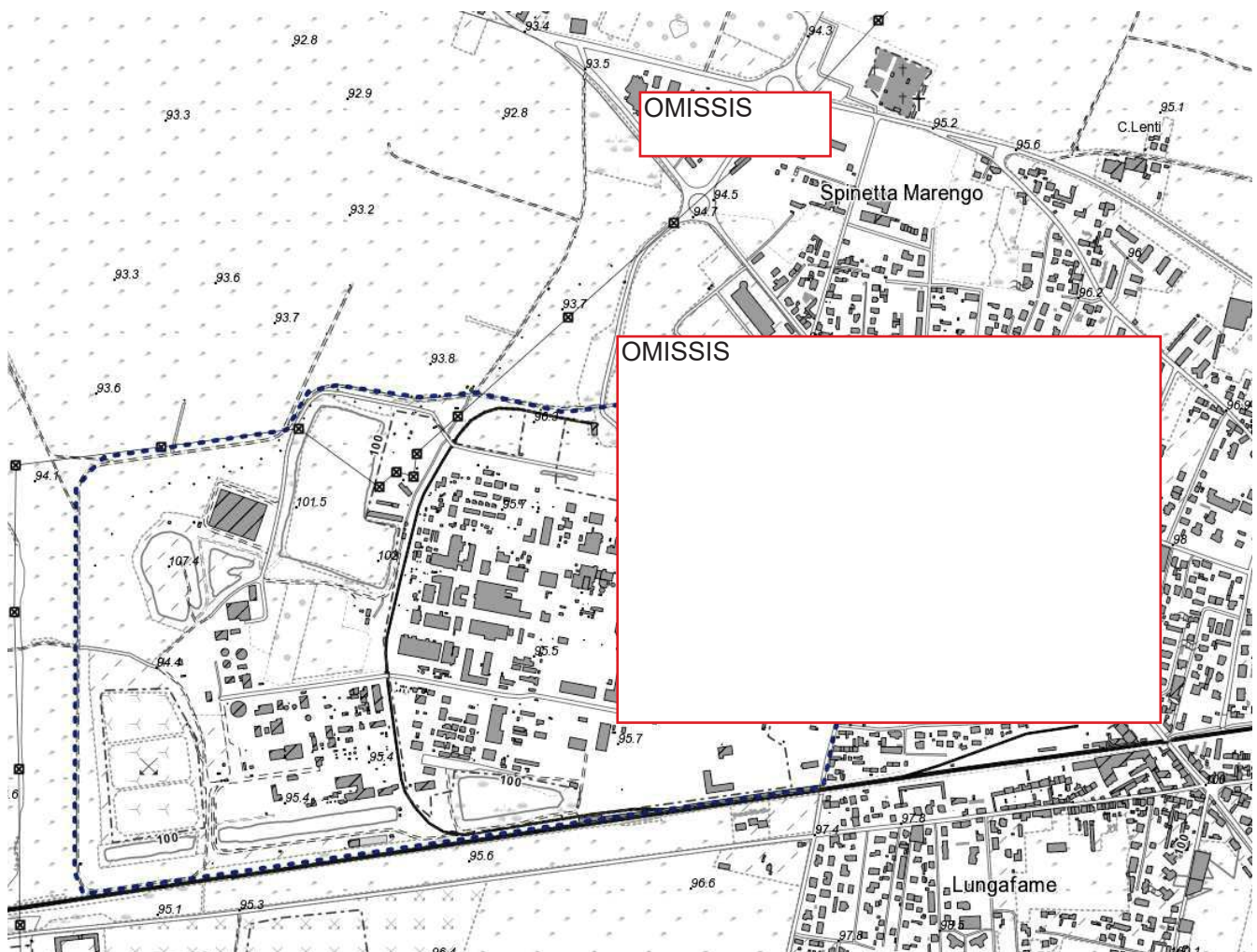
Cloroformio nell'acquifero superficiale
 (microgrammi/lt) – dic2019



4.5 MISURE DI COV INDOOR CON CAMPIONATORI PASSIVI e ATTIVI

Oltre ai punti esterni dal 2020 è iniziata un'indagine relativa all'inquinamento INDOOR, nei locali interrati e nei piani fuori terra di alcune abitazioni. Sono stati posizionati ulteriori campionatori passivi e attivi per correlare l'inquinamento indoor, quello outdoor e dell'acquifero superficiale. La posizione dei punti è stata scelta sulla base dell'orientamento della falda al momento dei campionamenti. Le sostanze ricercate sono le stesse della campagna outdoor:

- Benzene
- Cloroformio
- Diclorometano
- 1,2-dicloroetano
- 1,1,1-tricloroetano
- tetracloruro di carbonio
- tricloroetilene
- tetracloroetilene.



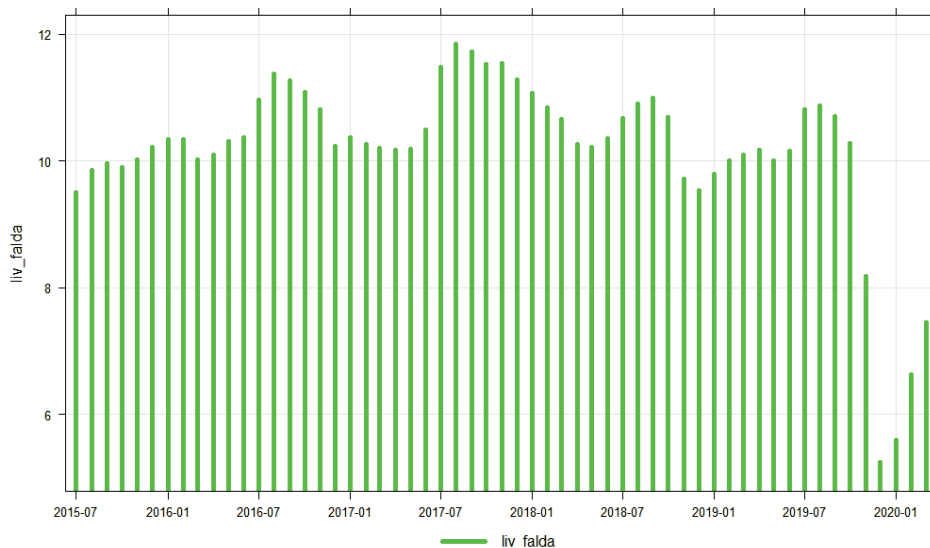
Punti di misura INDOOR - campagna 1° trim 2020

4.5.1 ANDAMENTO DELLA FALDA E VAPOUR INTRUSION

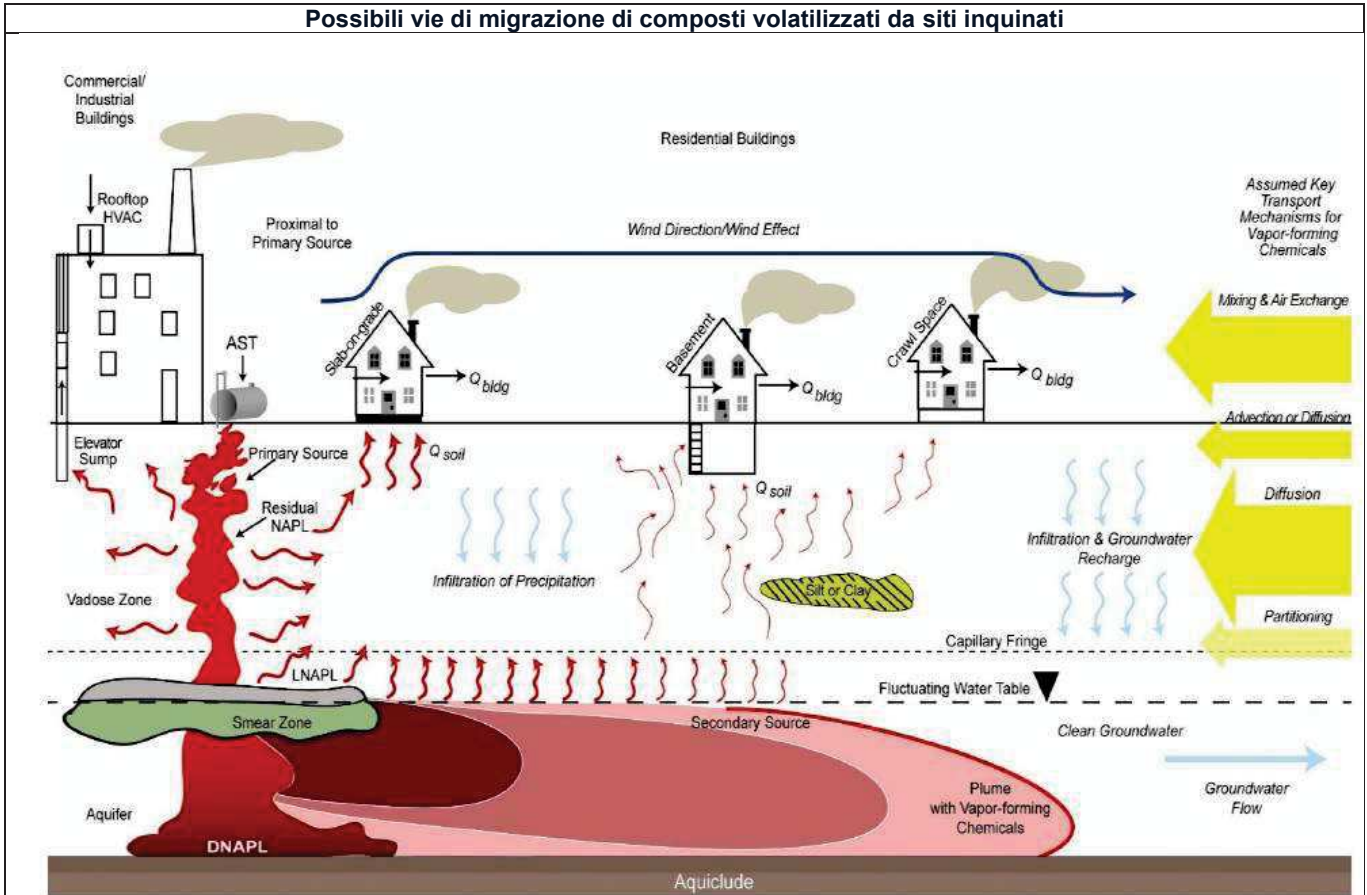
Nei primi mesi del 2020, a seguito delle intense piogge occorse nell'alessandrino nell'autunno precedente, la falda risultava particolarmente elevata pertanto si è voluto indagare possibili vie di fuga dei composti organici volatili ancora presenti in falda come inquinamento prodotto dal polo chimico attraverso il terreno e le fondamenta delle abitazioni sulla base dei noti fenomeni di "vapour intrusion" riportati in letteratura scientifica. Sono state quindi effettuate delle misure in abitazioni dotate di cantine interrato prendendo un campione nel locale interrato, uno nei locali fuori terra e uno all'esterno della abitazione. Le abitazioni sono state individuate all'interno dell'area interessata dalle maggiori contaminazioni dell'acquifero (area gialla indicata in cartografia) posta a nord est dello stabilimento. Un ulteriore punto è stato aggiunto in area posta a est dello stabilimento e a monte rispetto alla direzione di falda.

OMISSIS

livello della falda mensile - anni 2015-2020



Possibili vie di migrazione di composti volatilizzati da siti inquinati

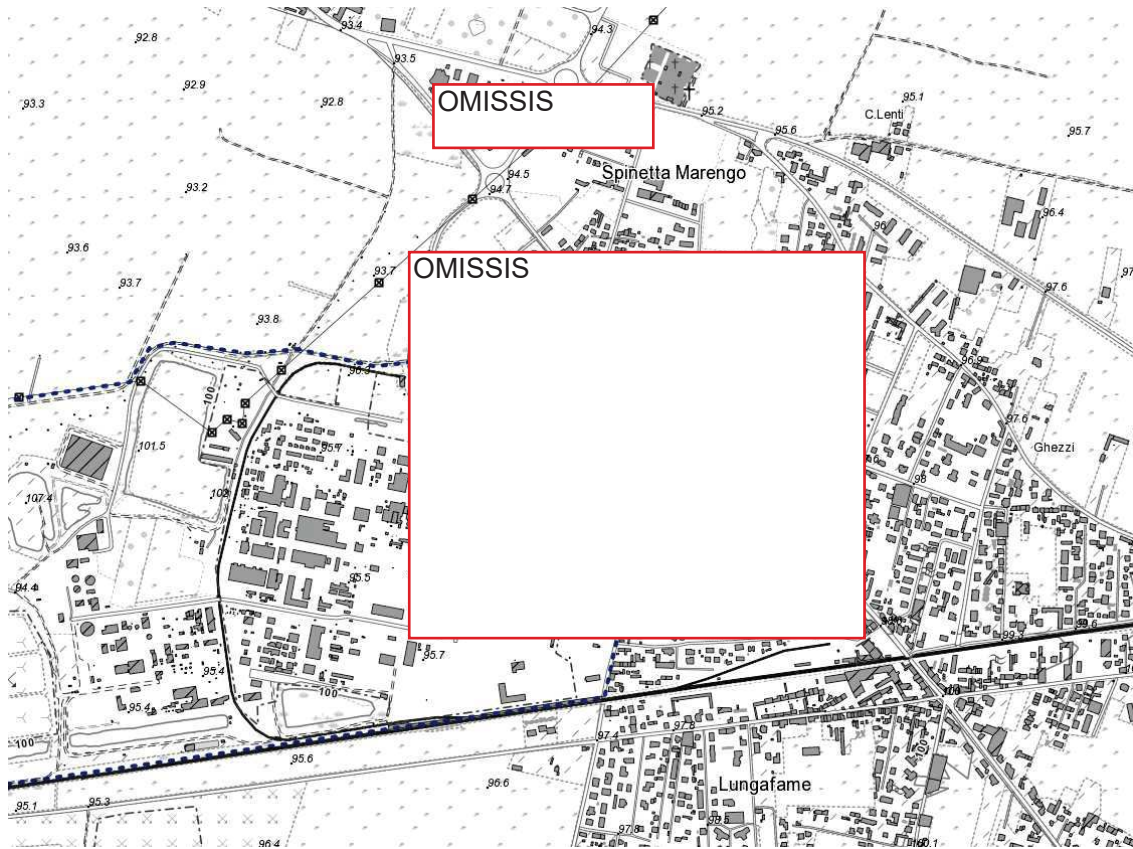


Fonte : EPA - "OSWER TECHNICAL GUIDE FOR ASSESSING AND MITIGATING THE VAPOR INTRUSION PATHWAY FROM SUBSURFACE VAPOR SOURCES TO INDOOR AIR" - 2015

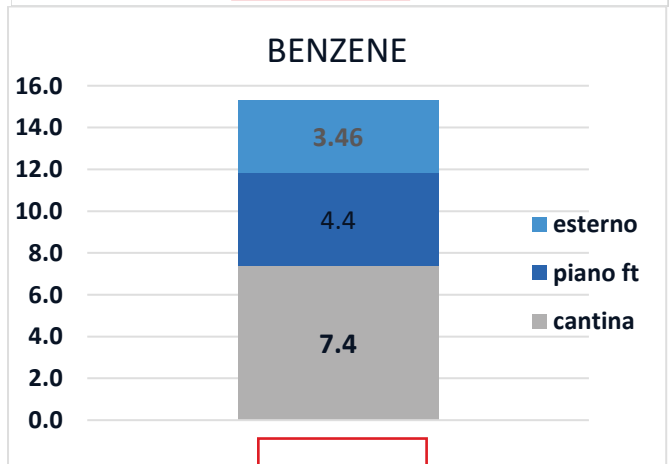
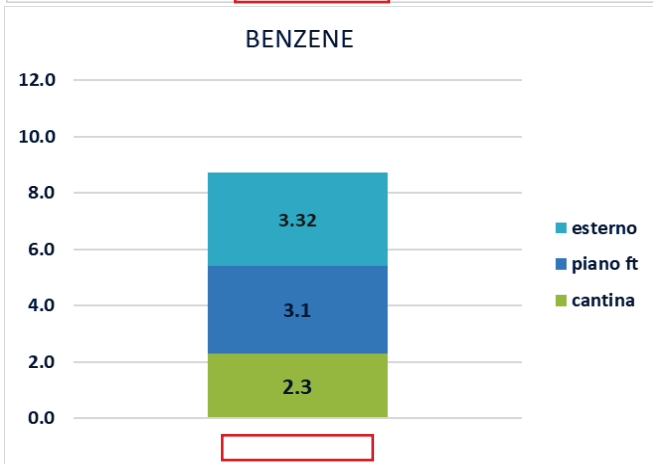
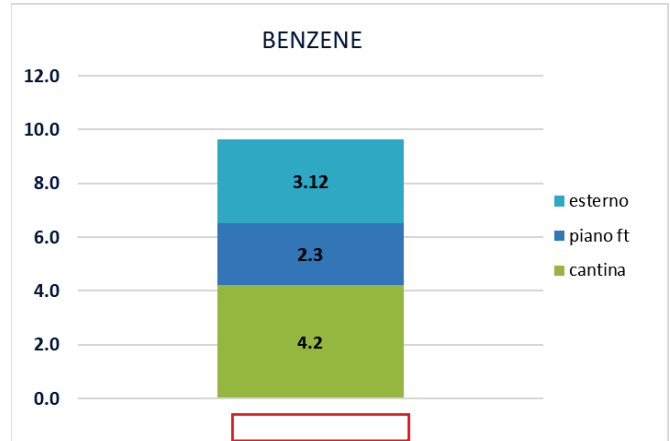
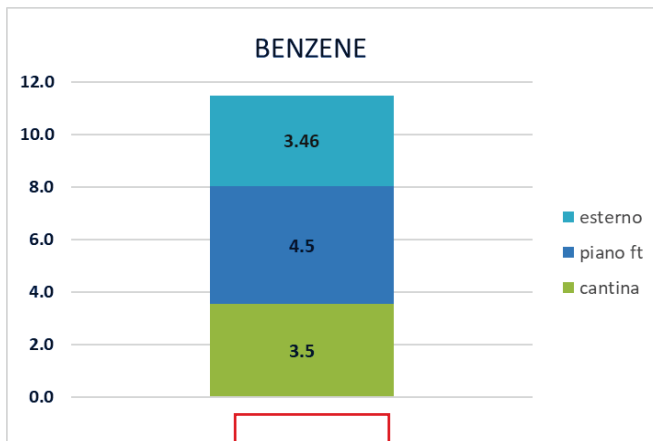
4.5.2 RISULTATI

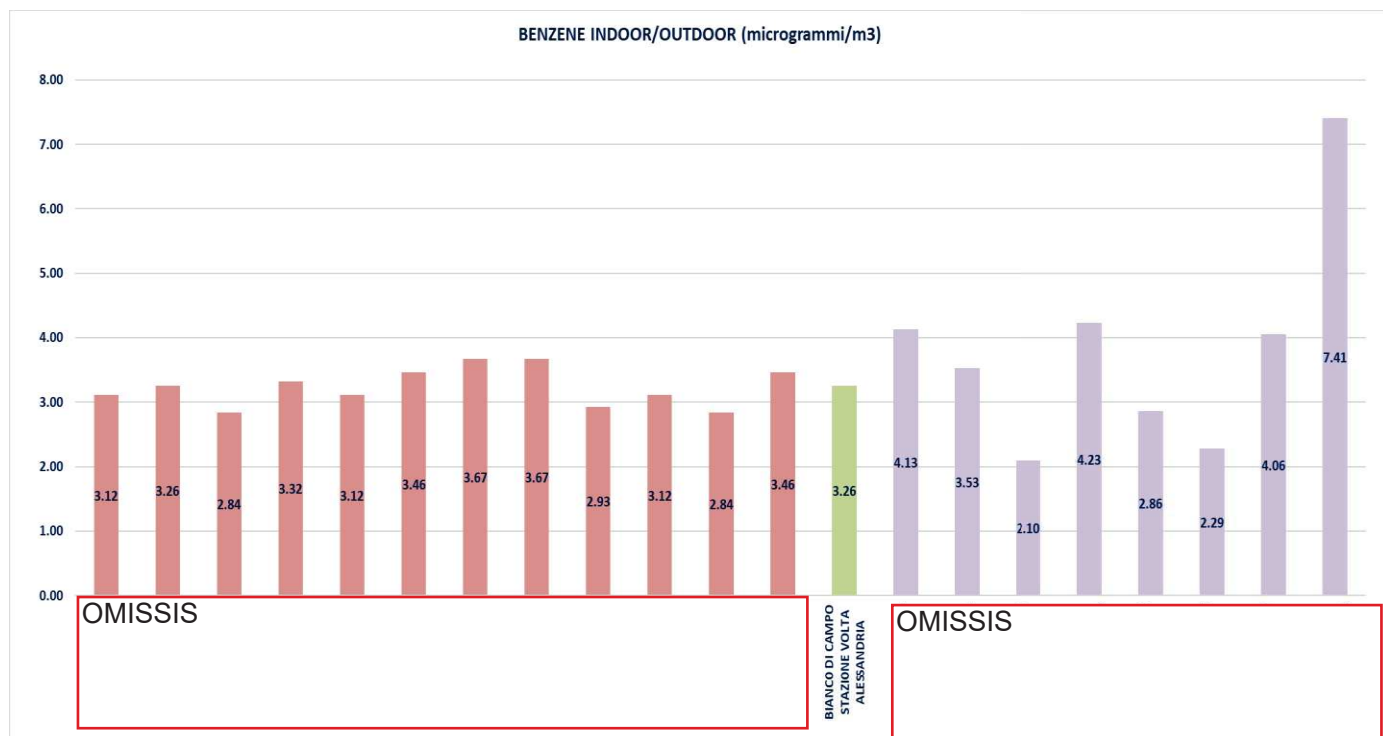
Le quattro abitazioni individuate sono riportate in cartografia. OMISSIS sono poste a valle dello stabilimento rispetto alla direzione di falda, in particolare sono poste sopra l'area maggiormente interessata dall'inquinamento dell'acquifero. al contrario, si trova in area non esposta alle contaminazioni della falda in quanto a monte dello stabilimento rispetto alla direzione di falda.

Come si evince dai grafici le concentrazioni interne/esterne di benzene sono ovunque simili e corrispondono ai valori di benzene normalmente rilevati in stagione invernale in ambiente urbano. Si segnala un'unica anomalia nel campione rilevato nella cantina dell'abitazione di via OMISSIS imputabile al fatto che l'ambiente confinava con i garage per auto condominiale da cui si presume provenga il contributo di benzene.



Punti di misura INDOOR e direzione della falda





Concentrazioni di benzene OUTDOOR (rosa) e INDOOR (azzurro) a Spinetta M.go confrontate con i valori rilevati presso la stazione urbana di qualità dell'aria di Alessandria (verde). Valori medi del periodo 15-29 gennaio 2020

Per quanto riguarda gli altri composti clorurati ricercati, **si segnalano concentrazioni anomale di cloroformio, tetracloruro di carbonio e tetracloretilene in alcune cantine** rispetto a quanto rilevato nello stesso periodo e con le stesse metodiche all'esterno delle abitazioni. I Risultati dei campionamenti sia INDOOR che OUTDOOR condotto con radiello® nel periodo 15-29 gennaio 2020 sono riportati nei grafici seguenti.

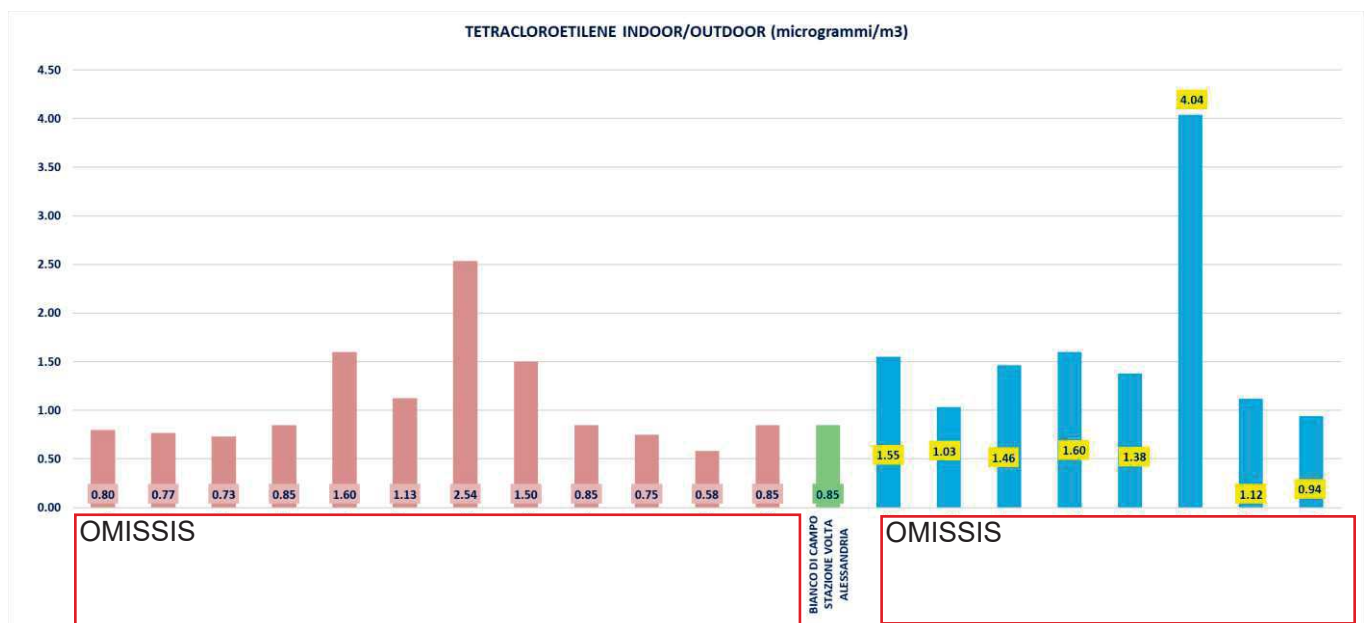
Risulta evidente la presenza anomala di questi tre inquinanti, caratteristici dell'inquinamento della falda sottostante, anche in alcune abitazioni di **OMISSIS** soprattutto nelle zone interrate, mentre in esterno le concentrazioni sono a livello di fondo ambientale diffuso.



Concentrazioni di cloroformio OUTDOOR (rosa) e INDOOR (azzurro) a Spinetta M.go confrontate con i valori rilevati presso la stazione urbana di qualità dell'aria di Alessandria (verde). Valori medi del periodo 15-29 gennaio 2020



Concentrazioni di carbonio tetracloruro OUTDOOR (rosa) e INDOOR (azzurro) a Spinetta M.go confrontate con i valori rilevati presso la stazione urbana di qualità dell'aria di Alessandria (verde). Valori medi del periodo 15-29 gennaio 2020



Concentrazioni di tetracloroetilene OUTDOOR (rosa) e INDOOR (azzurro) a Spinetta M.go confrontate con i valori rilevati presso la stazione urbana di qualità dell'aria di Alessandria (verde). Valori medi del periodo 15-29 gennaio 2020

Ancora di seguito si pone in evidenza come varino i dati presi nei tre punti: esterno, interno primo piano ft, interno locale interrato per le abitazioni esposte rispetto all'andamento della falda. Per confronto, si riporta il medesimo campionamento eseguito in una abitazione in OMISSIS a monte del polo chimico rispetto all'andamento di falda, considerata come "bianco di campo".

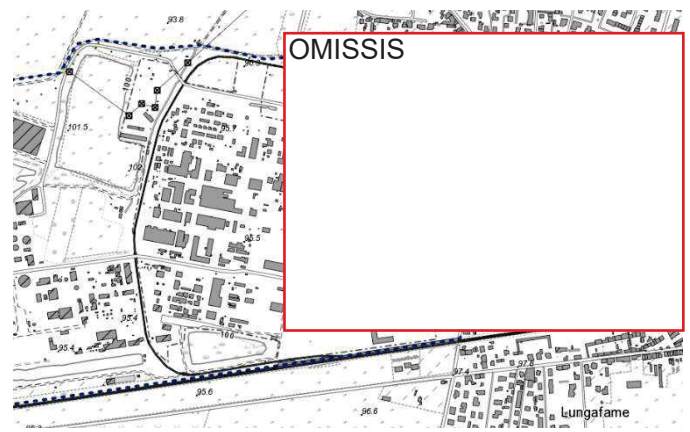
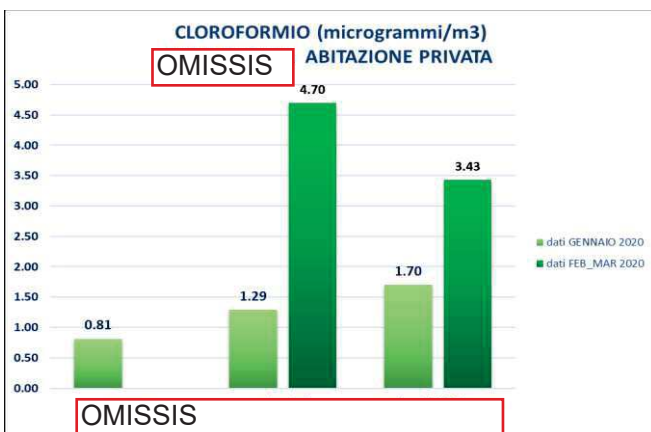
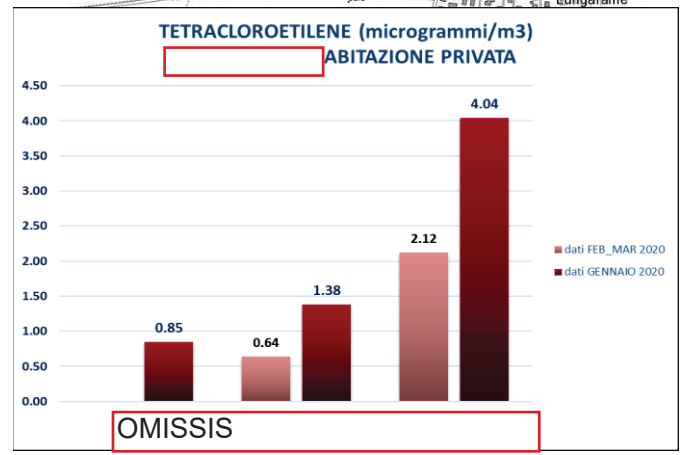
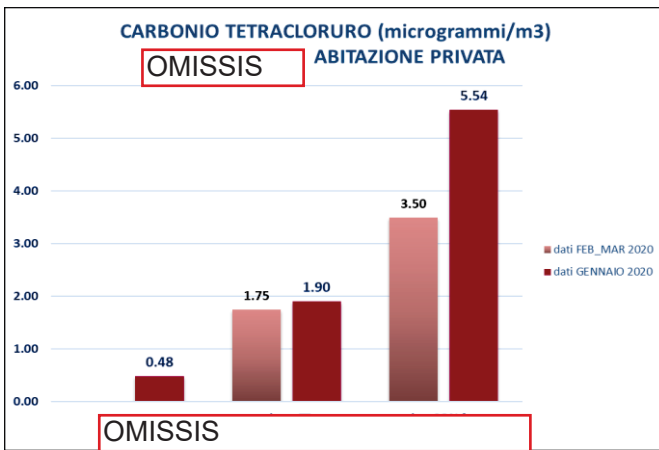
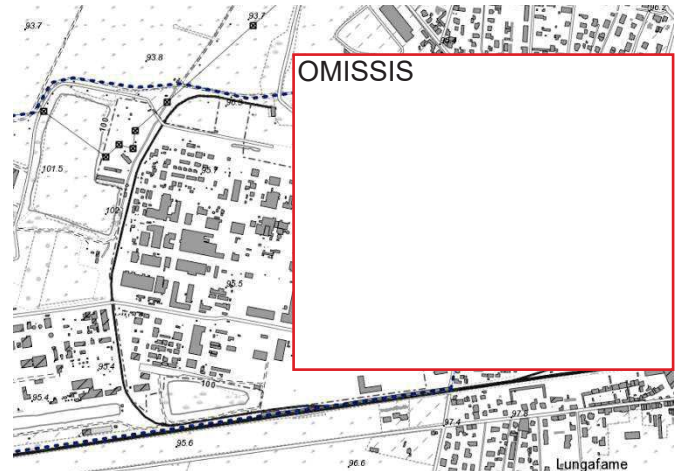
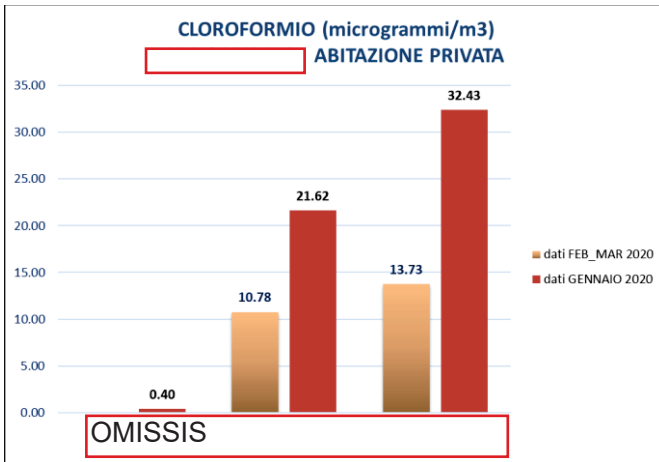
OMISSIS, sia nei campioni di gennaio che in quelli di febbraio-marzo (dati mediati su 14gg di campionamento), si notano livelli indoor sensibilmente più elevati rispetto all'esterno e maggiori nei locali interrati rispetto al piano fuori terra. OMISSIS

OMISSIS

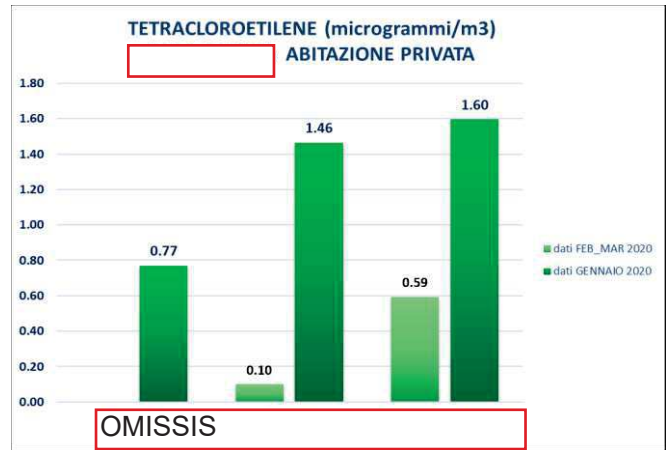
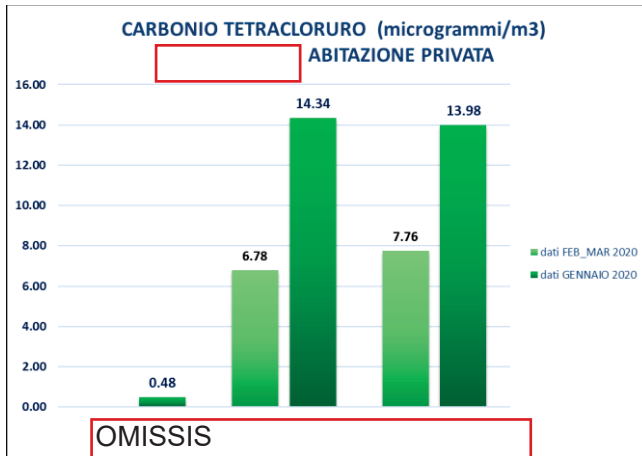
Minor evidenza si ha su tetracloroetilene. Da notare che la cantina della abitazione in

OMISSIS

Di seguito i dati di concentrazione ed il punto di prelievo. La freccia blu indica la direzione della falda al momento del campionamento.

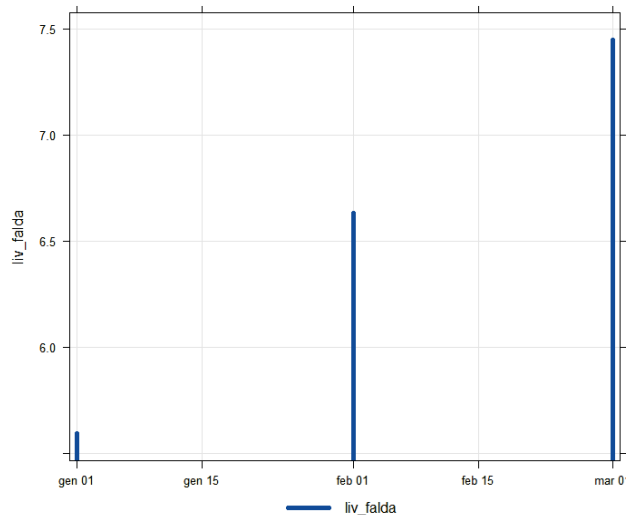


RELAZIONE TECNICA

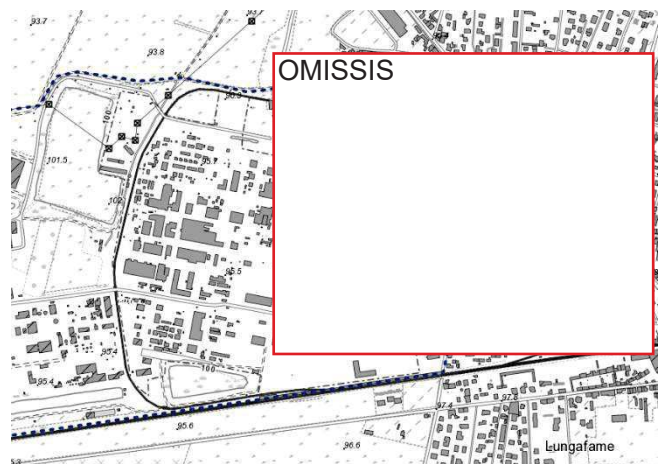
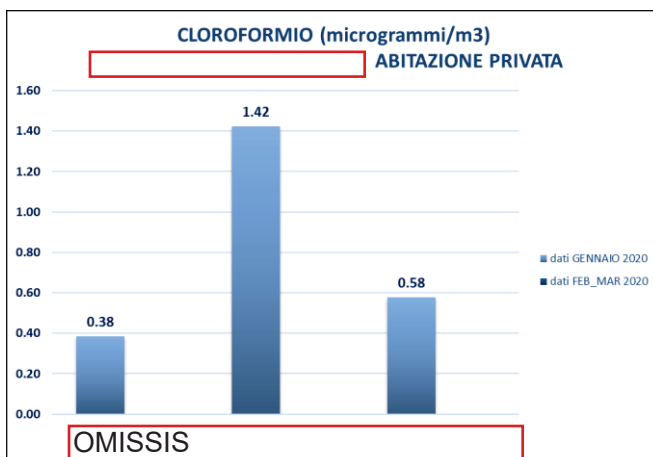


I dati dei campioni di febbraio marzo sono più bassi di quelli di gennaio: nelle cantine si riscontra una diminuzione di circa il 50% su tutti gli inquinanti considerati. Contestualmente il livello di falda è sceso di 3m: da -4m rispetto al livello del suolo a -7m. Ciò pare individuare una dipendenza con il livello di falda.

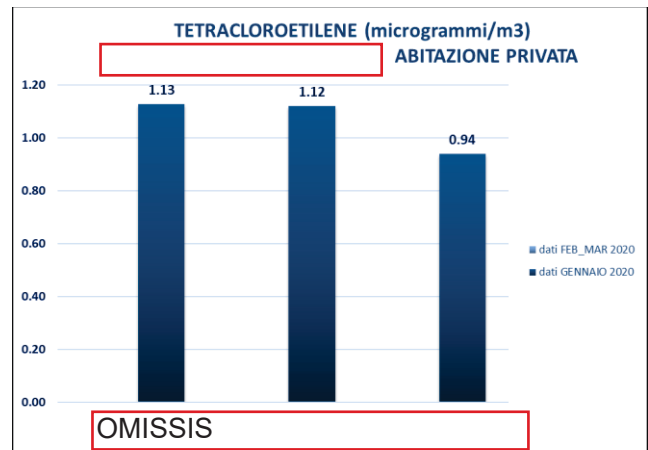
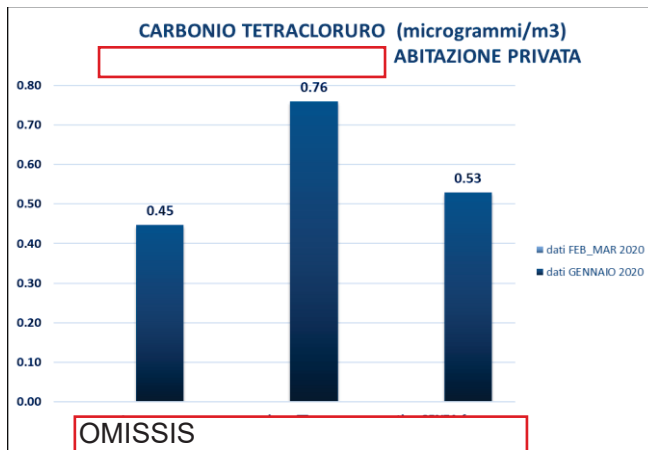
livello della falda mensile - anno 2020



Il dato di confronto preso in **OMISSIS** a monte del polo chimico rispetto alla direzione della falda, a differenza delle altre abitazioni poste a valle, non mostra differenze di rilievo tra indoor e outdoor. Le concentrazioni si attestano su livelli di fondo per tutti gli inquinanti ricercati.



RELAZIONE TECNICA



Allo scopo di meglio indagare la provenienza di tali sostanze e si vi fosse effettivamente una possibile via di volatilizzazione dalla falda inquinata, sono stati eseguiti ulteriori campioni nelle cantine delle abitazioni mediante canister posti in aspirazione direttamente sul pavimento del locale interrato per una durata di 8 ore ed analizzati secondo la metodica EPA-TO15 per sostanze organiche volatili.

Tabella 7 - campionamento con canister in locali interrati e concentrazioni di inquinanti

Canister conc µg/m3	indirizzo	note	cloroformio	cicloesano	diclorometano	carbonio tetracloruro	tetracloroetilene	DATA CAMPIONE
1	OMISSIS	cantina con tombino di scolo	13.18	20.65	<1.74	<1.57	<1.7	15/01/2020
2		cantina con garage auto di fianco	10.25	16.87	<1.74	<1.57	<1.7	15/01/2020
3		cantina con apertura parziale e umidità recente	<2.44	5.51	<1.74	10.07	<1.7	15/01/2020
4		cantina senza aperture e umidità recente	<2.44	<1.72	<1.74	<1.57	<1.7	15/01/2020
5		cantina senza aperture piano campagna	<2.44	<1.72	1.81	<1.57	<1.7	15/01/2020
6		cantina con foro sulla pavimentazione	<2.44	<1.72	2.40	<1.57	<1.7	17/01/2020
7		cantina con foro sulla pavimentazione	<2.44	41.31	<2.1	10.70	<1.7	18/02/2020

I dati confermano la presenza di carbonio tetracloruro e cloroformio negli scantinati con maggior presenza di carbonio tetracloruro nella zona di OMISSIS

Si segnala una presenza anomala di cloroformio in [redacted] rilevata anche con [redacted] in un'area che non dovrebbe essere esposta alle esalazioni della falda in quanto a monte rispetto allo stabilimento anche se a poca distanza da questo. Si riscontra anche la presenza in alcuni campioni di cicloesano e diclorometano.

In alcune cantine sono state eseguiti anche campionamenti attivi con fiale VOC's della durata di 3-4 ore secondo le metodiche NIOSH1003 e UNI13649 nei mesi di gennaio e febbraio 2020. L'utilizzo della fiala garantisce una maggior precisione di misura per via del flusso forzato controllato e della metodica specifica di campionamento per ciascun inquinante; l'uso della fiala ha permesso inoltre di pescare direttamente nei fori sul terreno ove presenti OMISSIS come illustrato nelle foto, dunque la misura costituisce una stima diretta dei composti volatili che possono esalare dal terreno.

Sistema di campionamento nei locali interrati di abitazioni a Spinetta Marengo con strumentazione attiva/passiva

- 1- canister in aspirazione a 40cm dal pavimento
- 2- fiala a carbone attivo posta all'interno del foro sulla pavimentazione



Foto apparato di campionamento e foro di inserzione sul pavimento

Tabella 8 - campionamento con fiale VOC's in locali interrati e concentrazioni di inquinanti

METODO UNI EN 13649:2002	gen-20			feb-20	
	cantina SENZA foro sulla pavimentazione	cantina CON foro sulla pavimentazione	cantina CON foro sulla pavimentazione	cantina CON foro sulla pavimentazione	cantina CON foro sulla pavimentazione
concentrazioni in microgrammi/m3					
MTBE	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
Benzene	<lcl	3.33	0.00	0.00	0.00
toluene	<lcl	0.00	3.61	0.00	0.00
etilbenzene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
xileni	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
stirene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
isopropilbenzene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
n-propilbenzene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
1,3,5- trimetilbenzene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
diclorometano	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
cloroformio	<lcl	0.00	0.00	354.17	361.11
1,1,1-tricloroetano	<lcl	0.00	0.00	4.17	3.89
1,2-dicloroetano	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
carbonio tetracloruro	<lcl	0.00	2.78	250.00	233.33
1,2- dicloropropano	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
tricloroetilene	<lcl	0.00	0.00	91.67	72.22
tetracloroetilene	<lcl	14.17	23.33	102.08	77.78
cis-1,2-dicloroetilene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
trans-1,2-dicloroetilene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00
1,2,4-trimetilbenzene	<lcl	0.00	0.00	0.00	0.00

Di nuovo i campioni confermano la presenza delle sostanze tipiche dell'inquinamento della falda: cloroformio e carbonio tetracloruro e, a minor concentrazione, anche tetracloroetilene, triclorotetilene, 1,1,1-tricloroetano. Benzene e toluene, ove presenti, sono assimilabili al fondo ambientale ovunque presente.

Si osserva inoltre che la cantina di **OMISSIS** con pavimentazione integra e senza via preferenziali di esalazione dal terreno, non ha evidenziato valori superiori al limite di rilevabilità strumentale (<lcl), mentre le altre due cantine che presentavano dei fori di scolo sulla pavimentazione a contatto diretto con il terreno mostrano concentrazioni elevate degli inquinanti di falda. Anche in questo caso **OMISSIS** mostra concentrazioni nettamente più elevate degli altri siti. I dati presi con fiala direttamente nei fori sul terreno confermano la provenienza dell'inquinamento dalla falda che nei primi tre mesi del 2020 era particolarmente alta rispetto al livello del suolo.

RELAZIONE TECNICA

Si riassumono di seguito i risultati dell'inquinamento indoor presso le abitazioni individuate.

OMISSIS	CANTINA			PIANO FT
Conc in microgrammi/m ³	Campionamento con [] 15 gg	Campionamento con canister 8h	Campionamento con fiala 3h	Campionamento con [] 15 gg
Cloroformio	0.4	<lcl	<lcl	0.4
Carbonio tetracloruro	0.7	2÷11	2.8	0.7
Tetracloroetilene	1.03	<lcl	14÷23	1.6
Tricloroetilene	<lcl	<lcl	<lcl	<lcl
Diclorometano	<lcl	1.8÷2.4	<lcl	<lcl
Cicloesano	n.d.	2÷40	n.d.	n.d.

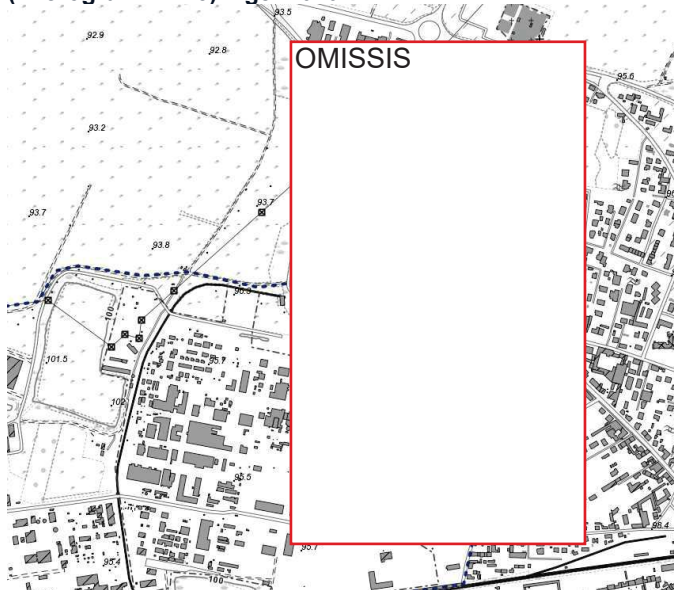
OMISSIS	CANTINA			PIANO FT
Conc in microgrammi/m ³	Campionamento con [] 15 gg	Campionamento con canister 8h	Campionamento con fiala 3h	Campionamento con [] 15 gg
Cloroformio	1.7	<lcl	<lcl	1.3
Carbonio tetracloruro	14.3	1.5÷10	<lcl	14
Tetracloroetilene	1.5	<lcl	<lcl	1.60
Tricloroetilene	<lcl	<lcl	<lcl	<lcl
Diclorometano	<lcl	<lcl	<lcl	<lcl
Cicloesano	n.d.	5.5	n.d.	n.d.

OMISSIS	CANTINA			PIANO FT
Conc in microgrammi/m ³	Campionamento con [] 15 gg	Campionamento con canister 8h	Campionamento con fiala 3h	Campionamento con [] 15 gg
Cloroformio	32.4	13.2	350÷360	21.6
Carbonio tetracloruro	5.5	<lcl	230÷250	1.9
Tetracloroetilene	4.4	<lcl	78÷102	1.1
Tricloroetilene	<lcl	<lcl	72÷92	<lcl
Diclorometano	<lcl	<lcl	<lcl	<lcl
Cicloesano	n.d.	20.6	n.d.	n.d.

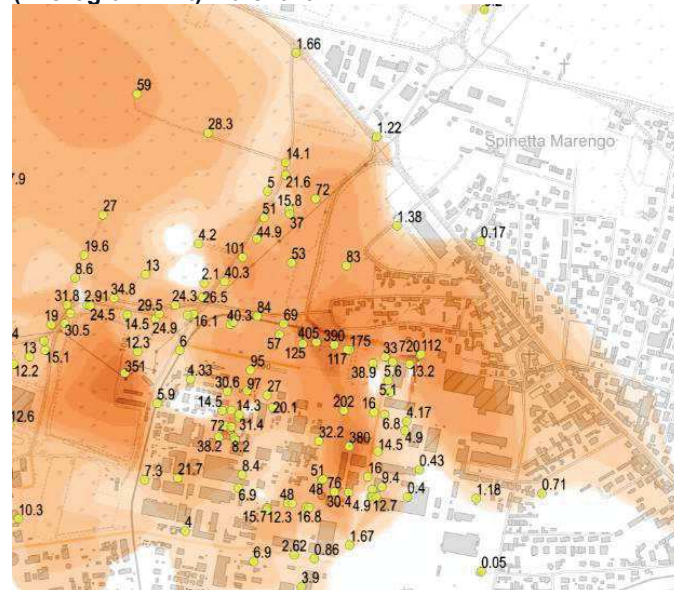
OMISSIS	CANTINA			PIANO FT
Conc in microgrammi/m ³	Campionamento con [] 15 gg	Campionamento con canister 8h	Campionamento con fiala 3h	Campionamento con [] 15 gg
Cloroformio	0.6	10.2	n.d.	1.4
Carbonio tetracloruro	0.5	<lcl	n.d.	0.8
Tetracloroetilene	0.9	<lcl	n.d.	1.1
Tricloroetilene	<lcl	<lcl	n.d.	<lcl
Diclorometano	<lcl	<lcl	n.d.	<lcl
Cicloesano	n.d.	17	n.d.	n.d.

Spazialmente i valori determinati nelle cantine sembrano ricalcare gli andamenti della falda sottostante come evidenziato nella cartografia riportata per cloroformio e tetracloruro di carbonio.

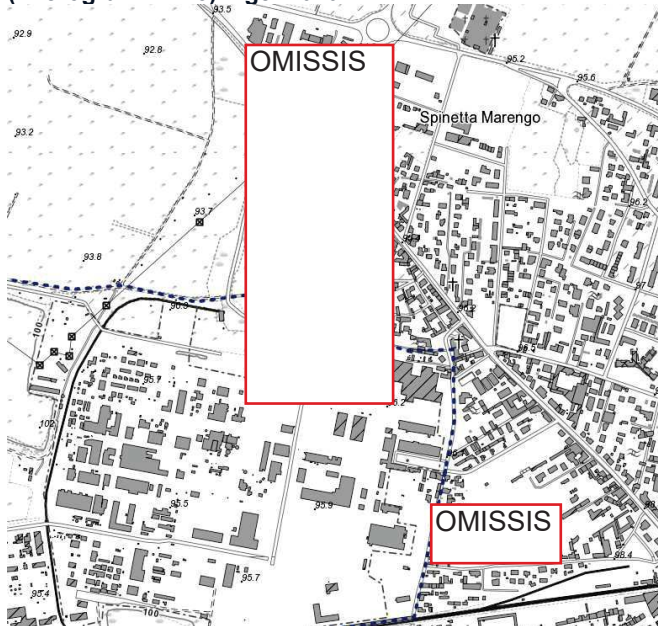
**Cloroformio nelle cantine
 (microgrammi/m³) – gen2020**



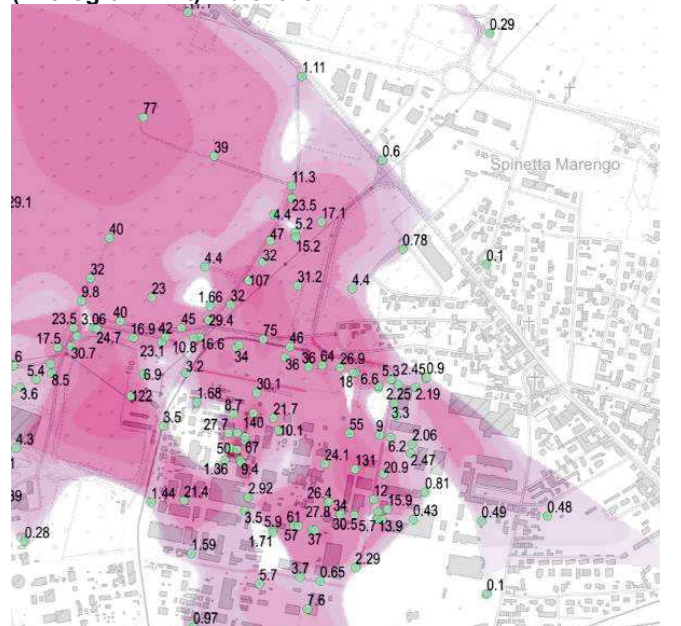
**Cloroformio nell'acquifero superficiale
 (microgrammi/lt) – dic2019**



**Carbonio tetracloruro nelle cantine
 (microgrammi/m³) – gen2020**



**Carbonio tetracloruro nell'acquifero superficiale
 (microgrammi/lt) – dic2019**



4.5.2 PROPRIETA' CHIMICO FISICHE E TOSSICOLOGICHE DEI COMPOSTI RICERCATI

I composti contenenti esclusivamente carbonio, idrogeno e uno o più atomi di alogeno appartengono a tre gruppi principali: alogenuri alchilici (come CHCl₃ e CCl₄), alogenuri arilici (in cui l'alogeno è legato al carbonio di un anello aromatico) ed alogenuri vinilici (in cui l'alogeno è legato ad un carbonio che porta un doppio legame, come C₂Cl₄). Nella tabella seguente vengono riassunti le principali caratteristiche chimico fisiche di alcuni composti organici alogenati tra quelli determinati nel monitoraggio. Tranne il fluoro, gli alogeni sono pesanti rispetto agli atomi di carbonio o di idrogeno. L'aumento di peso molecolare e l'aumento della polarizzabilità (che porta a più rilevanti interazioni di van de Waals) provoca un aumento del punto di ebollizione di un composto. In relazione alla massa dell'alogeno, anche la densità degli alogenuri alchilici e vinilici liquidi è generalmente superiore a quella di altri composti organici di riferimento.

Tutti i composti considerati sono volatili, ovvero evaporano facilmente. Sono considerate volatili le sostanze che, in determinate condizioni di pressione e temperatura, presentano elevata tensione di vapore. La legislazione italiana definisce "composti organici volatili" quei composti organici che, alla temperatura di 293,15 K (20 °C), abbiano una pressione di vapore di 0,01 kPa o superiore.

Tra quelli in elenco il carbonio tetracloruro e il cloroformio presentano la maggior volatilità.

Tabella 9 – caratteristiche chimico fisiche di alcuni composti volatili ricercati

Nome IUPAC	Nome comune	Formula	Massa mol (gr/mol)	Boiling point °C	Atmospheric OH Rate Constant* cm ³ /molecole*sec	Vapour pressure** kPa at 20 °C
clorometano	Cloruro di metilene	CH ₃ Cl	50.49	-24	4.36e-14	573
diclorometano	Cloruro di metilene	CH ₂ Cl ₂	84.93	40	1.42e-13	47.4
triclorometano	cloroformio	CHCl ₃	119.38	61	1.03e-13	212
tetraclorometano	tetracloruro di carbonio	CCl ₄	153.8	77	1.20e-16	115
tetracloroetene	tetracloroetilene	C ₂ Cl ₄	165.83	121,1	1.67e-13	1.9

* La costante di velocità di reazione della molecola con il radicale OH viene utilizzata per stimare il comportamento atmosferico (stabilità) del composto

** La tensione di vapore è la pressione di un vapore di un gas in equilibrio termodinamico con la sua fase condensata in un sistema chiuso. Misura il grado di volatilità di un composto

CLOROFORMIO

Il cloroformio, nome IUPAC triclorometano, è un alogenuro alchilico, noto anche come freon 20 o CFC 20. La struttura chimica della sua molecola è assimilabile a quella di una molecola di metano in cui tre atomi di idrogeno sono stati sostituiti da tre atomi di cloro. A temperatura ambiente è un liquido trasparente, abbastanza volatile, dall'odore caratteristico. Non è infiammabile da solo, ma lo è in miscela con altri composti infiammabili. Il cloroformio, esposto alla luce e in presenza di ossigeno atmosferico si trasforma nel ben più tossico e pericoloso Fosgene.

US-EPA ritiene il cloroformio probabile cancerogeno per l'uomo. Il livello stabilito dalla Californian Environmental Protection Agency per esposizioni croniche prive di effetti negativi sulla salute è pari a 300 µg/m³ per effetti cronici non cancerogeni. (<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/chlorofo.html>)

Il riferimento più cautelativo per l'esposizione cronica della popolazione risulta fissato dall'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) statunitense che adottiamo come **riferimento per il cloroformio in aria ambiente è di 100 microgrammi/m³** (0.02 ppm) come riportato in tabella sotto. (<http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/mrlolist.asp>)

ATSDR Minimal Risk Levels (MRLs) - October 2015							
CHLOROFORM							
Inh.	Acute	0.1 ppm	30	Hepatic	Final	09/1997	67-66-3
Inh.	Int.	0.05 ppm	300	Hepatic	Final	09/1997	67-66-3
Inh.	Chr.	0.02 ppm	100	Hepatic	Final	09/1997	67-66-3
Oral	Acute	0.3 mg/kg/day	100	Hepatic	Final	09/1997	67-66-3
Oral	Int.	0.1 mg/kg/day	100	Hepatic	Final	09/1997	67-66-3
Oral	Chr.	0.01 mg/kg/day	1000	Hepatic	Final	09/1997	67-66-3

TETRACLORURO DI CARBONIO

Il tetracloruro di carbonio, nome IUPAC tetraclorometano, ha formula molecolare CCl₄ ed è un composto sintetico. È noto anche come freon 10 o CFC 10 o R-10. A temperatura ambiente è un liquido apolare, volatile, dal caratteristico odore dolciastro, avvertibile anche a basse concentrazioni. È un composto molto tossico perché capace di innescare reazioni a catena radicaliche che degradano le membrane cellulari. Non infiammabile, è stato usato in passato negli estintori come liquido di raffreddamento, ma è stato via via sostituito da altri composti per via della sua tossicità. E' molto stabile in atmosfera e tende a permanervi per lunghi periodi.

US-EPA ritiene che l'esposizione a tale composto, considerato probabile cancerogeno per l'uomo, a concentrazioni pari a 0.7 microgrammi/m³ comporti un incremento del rischio di contrarre il cancro pari a 1:100.000. **La Californian Environmental Protection Agency ha stabilito un livello di riferimento per esposizioni croniche pari a 40 microgrammi/m³ per effetti cronici non cancerogeni.** Pur non consentendo una stima diretta del rischio, le esposizioni a tale livello sono considerate prive di effetti negativi sulla salute. (<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/carbonte.html>)

TETRACLOROETILENE

Il tetracloroetene è un alogenuro organico. La sua struttura è assimilabile a quella di una molecola di etene i cui quattro atomi di idrogeno sono stati sostituiti da altrettanti atomi di cloro. A temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore dall'odore di cloro, più denso dell'acqua. È un composto pericoloso per l'ambiente e tossico per gli organismi acquatici (come molti alogenuri organici è scarsamente biodegradabile). Non è infiammabile. Viene utilizzato nelle lavanderie a secco, come solvente per lo sgrassaggio dei metalli, nell'industria chimica e farmaceutica, nell'uso domestico. In quanto solvente può essere sostanza d'abuso.

US-EPA ritiene che l'esposizione a tale composto, considerato probabile cancerogeno per l'uomo, a concentrazioni pari a 4 microgrammi/m³ comporti un incremento del rischio di contrarre il cancro pari a 1:1.000.000. **L'EPA ha anche individuato un livello di riferimento per esposizioni croniche pari a 40 microgrammi/m³ per effetti cronici non cancerogeni.**

(<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/tet-ethy.html>)

Le sostanze clorate ricercate non hanno limite in Italia. Per una valutazione della esposizione a lungo termine della popolazione si fa dunque riferimento a dati di letteratura medico scientifica prodotti da autorevoli enti internazionali. Le concentrazioni delle sostanze ricercate nelle abitazioni sono inferiori ai valori soglia indicati in letteratura per la protezione della popolazione, fatta eccezione per la cantina della abitazione di Va tuttavia precisato che tali valori soglia si riferiscono ad esposizioni prolungate per tutto l'arco di vita mentre i dati raccolti sono riferiti ad alcune ore di campionamento.

Si ravvisa quindi la necessità di proseguire l'indagine sulla *vapour intrusion* negli ambienti di vita con monitoraggi periodici atti a caratterizzare la variabilità del fenomeno in funzione della stagionalità e dei livelli di falda oltre che effettuare approfondimenti con misure specifiche di soli gas presso le aree abitate sovrastanti la falda inquinata.

4.6 MISURE DI PFAS IN ACQUE DI CONDENZA ATMOSFERICA

Allo scopo di allargare l'indagine dei contaminanti dell'aria alla classe di composti PFAS, anche in relazione alla nuova istruttoria AIA per l'estensione dell'utilizzo della sostanza perfluoroalchilica cC6O4, è stata effettuato un campionamento in via sperimentale di acque di condensa atmosferica. Il contenitore in vetro dotato di imbuto è stato posizionato sul tetto della stazione di monitoraggio aria di Via Genova per un periodo di 30gg circa dal 15/01/20 al 18/02/20 dove sono stati raccolti 50ml di condensa atmosferica successivamente analizzati secondo le metodiche previste per la ricerca di pfas nelle acque.



contenitore di raccolta delle acque di condensa atmosferica

RELAZIONE TECNICA

I risultati sono di seguito riportati. Il rapporto di analisi ha evidenziato la presenza di due contaminanti riconducibili alle emissioni dello stabilimento Solvay di Spinetta Marengo.

Parametri chimici

METODO APAT CNR-IRSA Metodo 5050 Man 29/2003

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Recupero
Acido perfluorobutanoico (PFBA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoropentanoico (PFPeA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluorobutansolfonico (PFBS)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoroesanoico (PFHxA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoro-n-eptanoico (PFHPA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Perfluoro-a-esansolfonato di sodio (PFHXS)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoroottanoico (PFOA)	µg/l	0,07		N.A.
Acido perfluoro-n-nonanoico (PFNA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoroottansolfonico (PFOS)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoro-n-decanoico (PFDA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoro-n-undecanoico (PFUdA)	µg/l	< 0,01		N.A.
Perfluoro-1-decansolfonato di sodio (PFDS)	µg/l	< 0,01		N.A.
Acido perfluoro-n-dodecanoico (PFDoA)	µg/l	< 0,01		N.A.

METODO APAT CNR-IRSA Metodo 5050 Man 29/2003

Parametro	UM	Risultato	Incertezza	Recupero
cC6O4 (CAS 1190931-27-1)	µg/l	5,06		N.A.
Acido perfluoro-2-propossipropanoico (HFPO-DA)	µg/l	< 0,01		N.A.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ US EPA - "OSWER TECHNICAL GUIDE FOR ASSESSING AND MITIGATING THE VAPOR INTRUSION PATHWAY FROM SUBSURFACE VAPOR SOURCES TO INDOOR AIR", 2015
- ❖ SNPA 16/2018 - "METODICHE ANALITICHE PER LA MISURA DI AERIFORMI IN SITI CONTAMINATI"
- ❖ DTSC-CALEPA - "VAPOR INTRUSION GUIDANCE" 2011
- ❖ US EPA - "Conceptual Model Scenarios for the Vapor Intrusion Pathway", EPA 530-R-10-003, 2012
- ❖ Johansson J., "Sources, transport and fate of perfluoroalkyl acids in the atmosphere". Tesi di Dottorato Dip. Chimica analitica Università di Stoccolma ISBN 978-91-7649-700-5/ ISBN 978-91-7649-701-2

RELAZIONE TECNICA

sottostante. Di nuovo i campioni hanno confermato la presenza delle sostanze maggiormente volatili presenti in falda: **cloroformio e carbonio tetracloruro e, a minor concentrazione, anche tetracloroetilene, triclorotetilene, 1,1,1-tricloroetano**. Anche in questo caso OMISSIS mostra concentrazioni nettamente più elevate degli altri siti, con livelli esalati di cloroformio attorno a 350 microgrammi/m³, di carboni tetracloruro attorno a 250 microgrammi/m³, di tetracloroetilene e tricloroetilene attorno a 90 microgrammi/m³. **I dati presi con fiala direttamente nei fori sul terreno confermano la provenienza dell'inquinamento dalla falda che nei primi tre mesi del 2020 era particolarmente alta rispetto al livello del suolo.**

Le sostanze clorurate ricercate non hanno limite in Italia; per una valutazione della esposizione a lungo termine della popolazione si fa dunque riferimento a dati di letteratura medico scientifica prodotti da autorevoli enti internazionali. Le concentrazioni delle sostanze ricercate nelle abitazioni sono inferiori ai valori soglia indicati in letteratura per la protezione della popolazione, fatta eccezione per la cantina della abitazione di OMISSIS. Va tuttavia precisato che tali valori soglia si riferiscono ad esposizioni prolungate per tutto l'arco di vita mentre i dati raccolti sono riferiti ad alcune ore di campionamento

Il campionamento, condotto in via sperimentale, di acque di condensa atmosferica nel mese di febbraio 2020 per la ricerca di PFAS in aria ha inoltre evidenziato la presenza di PFOA e cC6O4.

Alla luce dei risultati, si evidenzia la necessità di proseguire le campagne indoor/outdoor al fine di monitorare gli andamenti degli inquinanti in aria in relazione alla stagionalità e agli andamenti della falda. Si prevede inoltre di mettere a punto una metodica per la misura dei pfas in aria ambiente sulla scorta dei dati di ricerca scientifica attualmente disponibili.