

Struttura Complessa Rischio Industriale ed Energia
Struttura Semplice Rischio Industriale ed Igiene Industriale

PROGETTO 2014-2017

Monitoraggio outdoor di aldeidi e altre sostanze organiche volatili



Redazione	I Tecnici	Data:	Firma:
	Paolo Fornetti		<i>Paolo Fornetti</i>
	Cristina Bertello	<i>29.12.17</i>	<i>CBertello</i>
Approvazione	Il Responsabile SS Rischio Industriale e Igiene Industriale	Data:	Firma
	Marco Fontana	<i>29.12.17</i>	<i>MF</i>

1. PREMESSA

La struttura di rischio industriale e igiene industriale dell'Arpa Piemonte ha promosso un progetto per la valutazione di inquinanti aerodispersi in ambiente esterno (outdoor) che normalmente non vengono monitorati dal sistema di controllo della qualità dell'aria.

Si tratta in particolare di composti chimici che possono considerarsi ubiquitari, per i quali è necessario acquisire informazioni aggiornate sulla loro diffusione nel territorio regionale, sia in funzione di studi di impatto ambientale, sia per un confronto tra le concentrazioni outdoor e indoor.

Nello specifico sono stati monitorati i seguenti parametri: aldeidi, idrocarburi aromatici, tetracloruro di carbonio e alcuni solventi alogenati. L'attenzione si è concentrata su tali sostanze per via delle loro caratteristiche tossicologiche (alcuni composti sono cancerogeni o sospetti cancerogeni, tossici per via inalatoria, irritanti per le vie respiratorie e per la cute) e per la loro ampia diffusione nei processi industriali.

Tale progetto si è sviluppato in due fasi successive, prendendo avvio nel marzo 2014 per concludersi al termine del 2017.

Nella prima fase sono stati eseguiti quattro monitoraggi, uno per ogni stagione, in nove postazioni di prelievo; si è poi proceduto ad una prima elaborazione dei dati acquisiti. E' stato quindi deciso di proseguire l'attività con ulteriori sei campagne di monitoraggio: sono state condotte a partire da marzo 2016, con cadenza bimestrale, in cinque stazioni di campionamento, con la medesima metodologia di prelievo ed analisi.

La strategia operativa, le postazioni di monitoraggio, la periodicità delle misurazioni sono stati definiti in collaborazione con la Struttura 05.03 Qualità dell'aria di ARPA Piemonte. Alle attività di prelievo hanno contribuito i tecnici delle strutture di Produzione dei Dipartimenti ARPA di Torino, Asti, Cuneo e Novara, cui vanno i nostri ringraziamenti per la loro disponibilità.

La presente relazione tecnica costituisce parte integrante e conclusiva di quella redatta in data 23/12/2015 (Protocollo N.107425 del 29/12/2015).

2. SOSTANZE RICERCATE

Nella seconda fase di monitoraggio, realizzata tra il marzo 2016 e il gennaio 2017, sono state ricercate le stesse sostanze determinate nella prima parte del progetto, ovvero: le aldeidi, che sono riportate nella tabella 1, ed alcuni composti organici volatili elencati nella tabella 2.

Tabella 1: classificazioni aldeidi ricercate.

		CLASSIFICAZIONE REGOLAMENTO EU N°1272/2008 (CLP)	
ALDEIDI	CAS	CLASSE E CATEGORIA DI PERICOLO	INDICAZIONE DI PERICOLO
Formaldeide	50-00-0	Carc. 1B Muta. 2 Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * Skin Corr. 1B Skin Sens.	H350: Provoca il cancro. H341: Sospettato di provocare alterazioni genetiche. H331: Tossico se inalato. H311: Tossico per contatto con la pelle. H301: Tossico se ingerito. H314: Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H317: Può provocare una reazione allergica cutanea.
Acetaldeide	75-07-0	Flam. Liq. 1 Carc. 2 Eye Irrit. 2 STOT SE 3	H224: Liquido e vapori altamente infiammabili. H351: Sospettato di provocare il cancro. H319: Provoca grave irritazione oculare. H335: Può irritare le vie respiratorie.
Benzaldeide	100-52-7	Acute Tox. 4 *	H302: Nocivo se ingerito.
Butilaldeide	123-72-8	Flam. Liq. 2	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili.
Glutaraldeide	111-30-8	Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * Skin Corr. 1B Resp. Sens. 1 Skin Sens. 1	H331: Tossico se inalato. H301: Tossico se ingerito. H314: Provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari. H334: Può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato. H317: Può provocare una reazione allergica cutanea.
Propionaldeide	123-38-6	Flam. Liq. 2 Eye Irrit. 2 STOT SE 3 Skin Irrit. 2	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili. H319: Provoca grave irritazione oculare. H335: Può irritare le vie respiratorie. H315: Provoca irritazione cutanea.
Valeraldeide	110-62-3		NON CLASSIFICATO
Esanale	66-25-1		NON CLASSIFICATO
Isovaleraldeide	590-86-3		NON CLASSIFICATO

Tabella 2: classificazioni sostanze organiche volatili ricercate.

		CLASSIFICAZIONE REGOLAMENTO EU N°1272/2008 (CLP)	
SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI	CAS	CLASSE E CATEGORIA DI PERICOLO	CLASSE E CATEGORIA DI PERICOLO
Benzene	71-43-2	Flam. Liq. 2 Carc. 1A Muta. 1B Asp. Tox. 1 Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2 STOT RE 1	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili. H350: Può provocare il cancro<indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo> H340: Può provocare alterazioni genetiche H372 **: Provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta. H304: Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie. H319: Provoca grave irritazione oculare. H315: Provoca irritazione cutanea.
Toluene	108-88-3	Flam. Liq. 2 Repr. 2 Asp. Tox. 1 STOT RE 2 * Skin Irrit. 2 STOT SE 3	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili. H361D***Sospettato di nuocere al feto. H304: Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie. H373 **: Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta. H315: Provoca irritazione cutanea. H336: Può provocare sonnolenza o vertigini.
Etilbenzene	100-41-4	Flam. Liq. 2 Asp. Tox. 1 Acute Tox. 4 * STOT RE 2	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili. H332 Nocivo se inalato. H373 Può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta. H304 Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie.
o,m,p Xileni	1330-20-7	Flam. Liq. 3 Acute Tox. 4 * Skin Irrit. 2 Acute Tox. 4 *	H226: Liquido e vapori infiammabili. H312: Nocivo per contatto con la pelle. H315: Provoca irritazione cutanea. H332: Nocivo se inalato.
1,3,5 Trimetilbenzene	25551-13-7	Flam. Liq. 3 STOT SE 3	H226: Liquido e vapori infiammabili. H335: Può irritare le vie respiratorie.
1,2,4 Trimetilbenzene	95-63-6	Flam. Liq. 3 Skin Irrit. 2 Eye Irrit. 2 Acute Tox. 4 * STOT SE 3	H226: Liquido e vapori infiammabili. H315: Provoca irritazione cutanea. H319: Provoca grave irritazione oculare. H332: Nocivo se inalato. H335: Può irritare le vie respiratorie.
Diclorometano	75-09-2	Carc. 2	H351 Sospettato di provocare il cancro.
Tetracloruro di carbonio	56-23-5	Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * Acute Tox. 3 * Carc. 2 STOT RE 1 Ozone 1	H351: Sospettato di provocare il cancro. H331: Tossico se inalato. H311: Tossico per contatto con la pelle. H301: Tossico se ingerito. H372 **: Provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta. H420 - Nuoce alla salute pubblica e all'ambiente distruggendo l'ozono dello strato superiore dell'atmosfera
Tetracloroetilene	127-18-4	Carc. 2 Aquatic Chronic 2	H351 Sospettato di provocare il cancro. H411 Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

3. TECNICHE DI MONITORAGGIO

Per il monitoraggio delle aldeidi e dei composti organici volatili sono stati utilizzati sistemi passivi analoghi a quelli impiegati nella prima parte del progetto. Nella precedente relazione tecnica sono stati descritti in dettaglio i sistemi di prelievo e le metodiche di laboratorio, qui di seguito sintetizzati:

Metodica di prelievo e analisi Aldeidi sistema passivo Radiello®: la cartuccia codice 165 (in rete di acciaio inossidabile 100 mesh riempita di Florisil® rivestito di 2,4-dinitrofenilidrazina) viene inserita nel corpo diffusivo (cod. 120-1) ed esposta per circa sette giorni. Le aldeidi reagiscono con la 2,4-DNPH per dare il corrispondente 2,4-dinitrofenilidrazone. Gli idrazoni prodotti per derivatizzazione vengono, quindi, estratti con acetonitrile ed analizzati mediante HPLC in fase inversa con rivelatore UV-DAD



Foto 1: campioni passivi esposti in outdoor.

Metodica di prelievo e analisi SOV con desorbimento chimico sistema passivo Radiello®: la cartuccia (codice 130) è costituita da un cilindro, diametro 5,8 mm, in rete di acciaio inossidabile con maglia di 100 mesh, riempito con 530 ± 30 mg di carbone attivo 35-50 mesh. I composti organici volatili sono captati per adsorbimento sulla superficie del carbone attivo; successivamente vengono estratti con solfuro di carbonio e sono analizzati in GC/MS.

4. CARATTERISTICHE DEI SITI

Nella prima parte del progetto sono stati individuati nove punti di prelievo per l'esecuzione dei monitoraggi, secondo le indicazioni fornite dalla struttura Sistemi Previsionali; in sette di questi erano presenti cabine fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria gestite da Arpa Piemonte.

I siti monitorati nel 2014/15 sono stati:

1. Ceresole Reale (TO);
2. Druento La Mandria (TO);
3. Torino, via Rubino;
4. Carmagnola (TO);
5. Grugliasco (TO);
6. Prigelato (TO)
7. Asti, via Salvo d'Acquisto;
8. Vinchio (AT);
9. Cerano(NO).

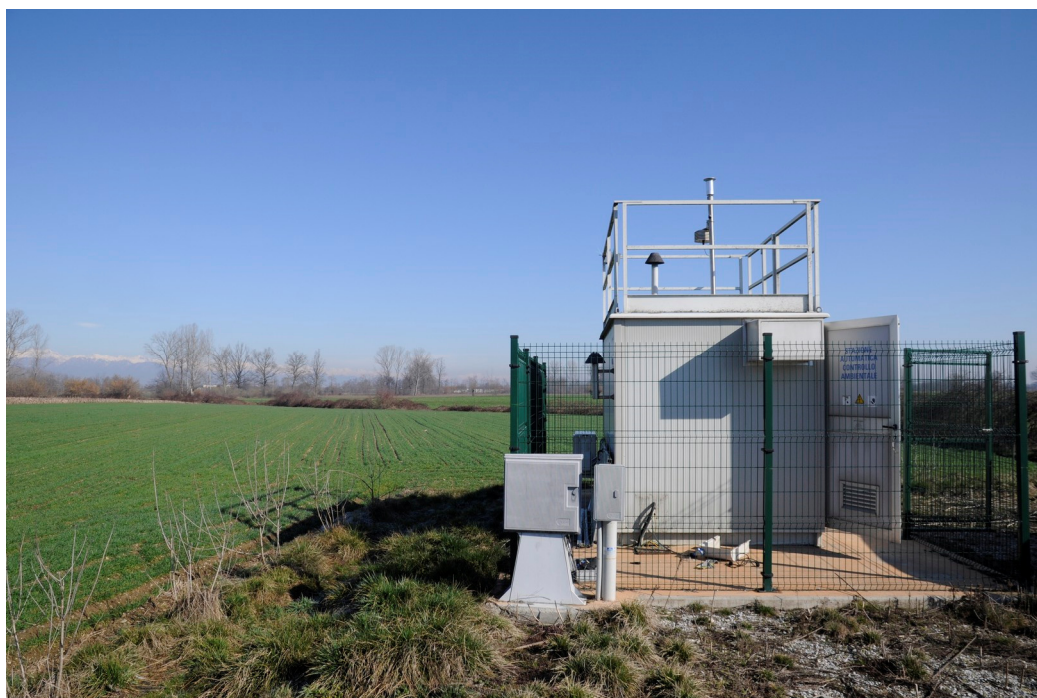


Foto 2: cabina rete monitoraggio qualità dell'aria presso Revello Staffarda (CN).

I siti monitorati nel 2016/17 sono stati:

1. Ceresole Reale (TO);
2. Druento La Mandria (TO);
3. Carmagnola (TO);
4. Revello Staffarda (CN);
5. Saliceto (CN).



Foto 3: cabina rete monitoraggio qualità dell'aria presso Carmagnola (TO)

I siti individuati, si veda la figura 1, sono differenti per tipologia e caratteristiche del territorio, e rappresentano per lo più le varieguate situazioni che si trovano sul territorio regionale:

- zone rurali (Vinchio, Saliceto, Staffarda);
- zone alpine (Ceresole Reale, Pragelato);
- contesto urbano (Torino - via Rubino, Asti, Carmagnola, Grugliasco);
- zona industriale (Cerano);
- zona rurale in prossimità dell'area metropolitana torinese (Druento Parco La Mandria).

La tabella 3 che segue fornisce la descrizione dettagliata dei punti di prelievo. Non sono elenco la postazione di Grugliasco (presso la sede del Laboratorio Nord Ovest di ARPA Piemonte) e quella di Pragelato (relativa ad una abitazione privata nella frazione Soucheres Basses).

Si ritiene che la scelta di queste postazioni sia linea con gli obiettivi definiti dal progetto di monitoraggio di inquinanti outdoor.

Tabella 3: descrizione punti di prelievo delle cabine della QA comprese nel progetto.

COMUNE	ASTI	VINCHIO	REVELLO	SALICETO	CERANO	CARMAGNOLA	CERESOLE REALE	DRUENTO	TORINO
STAZIONE	Asti - D'Acquisto	Vinchio - San Michele	Revello - Staffarda	Saliceto - Moizo	Cerano - Bagno	Carmagnola - I Maggio	Ceresole Reale - Diga	Druento - La Mandria	Torino - Rubino
LOCALITA'	via S. D'Acquisto, 18 - Asti (AT)	via San Michele c/o cimitero (AT)	Via Cascinetta - località Staffarda - Revello (CN)	via Monsignor G. Moizo - Saliceto (CN)	via Bagno, 10 c/o campo sportivo - Cerano (NO)	Piazza I Maggio - Carmagnola (TO)	Ceresole Reale (TO)	parco La Mandria c/o cascina Peppinella - Druento (TO)	via Edoardo Rubino c/o giardini Rubino - Torino (TO)
ZONA UE	IT0110	IT0111	IT0109	IT0109	IT0106	IT0101	IT0102	IT0101	IT0103
RETE	RETE QUALITA' ARIA PROV. ASTI	RETE QUALITA' ARIA PROV. ASTI	RETE QUALITA' ARIA PROV. CUNEO	RETE QUALITA' ARIA PROV. CUNEO	RETE QUALITA' ARIA PROV. NOVARA	RETE QUALITA' ARIA PROV. TORINO	RETE QUALITA' ARIA PROV. TORINO	RETE QUALITA' ARIA PROV. TORINO	RETE QUALITA' ARIA PROV. TORINO
CODICE ISTAT COMUNE	5005	5120	4180	4201	3049	1059	1073	1099	1272
PROGR PUNTO COM	801	800	800	800	800	802	800	800	822
STAZIONE CODICE	AT_5005_DACQUISTO	AT_5120_VINCHIO		CN_4201_SALICETO	NO_3049_CERANO	TO_1059_CARMAGNOLA	TO_1073_CERESOLE	TO_1099_MANDRIA	TO_1272_TO_RUBINO
STAZIONE ID	10501	100518	100403	10401	10302	100170	100168	100122	100167
STAZIONE EOI	IT1523A	IT1948A	IT2119A	IT1519A	IT1509A	IT2081A	IT1963A	IT1121A	IT1877A
PROVINCIA	AT	AT	CN	CN	NO	TO	TO	TO	TO
TIPO ZONA	Urbana	Rurale	Rurale	Rurale	Suburbana	Urbana	Rurale	Rurale	Urbana
TIPO STAZIONE	Background	Background	Background	Background	Background	Traffico	Background	Background	Background
CARATTERISTICHE ZONA	Residenziale	Agricola	Sconosciuto	Residenziale	Residenziale	Residenziale/Commerciale	Naturale	Naturale	Residenziale
NAZIONALE	si	si	si	si	si	no	si	si	si
UTM EST	437279	445461	375359	433879	483279	398375	362750	386869	391781
UTM NORD	4973141	4961855	4953025	4917995	5028490	4966819	5032242	5003485	4988521
LATITUDINE	449089	448081	447197	444139	454098	448475	454301	451758	450421
LONGITUDINE	82055	83102	74262	81676	87863	77149	72453	75602	76259
QUOTA s.l.m.	149	250	266	388	124	240	1620	335	257
DATA INIZIO	17/03/2002	30/01/2009	12/12/2013	01/12/1999	06/01/1998	11/11/2011	01/01/2009	05/09/2001	29/03/2007

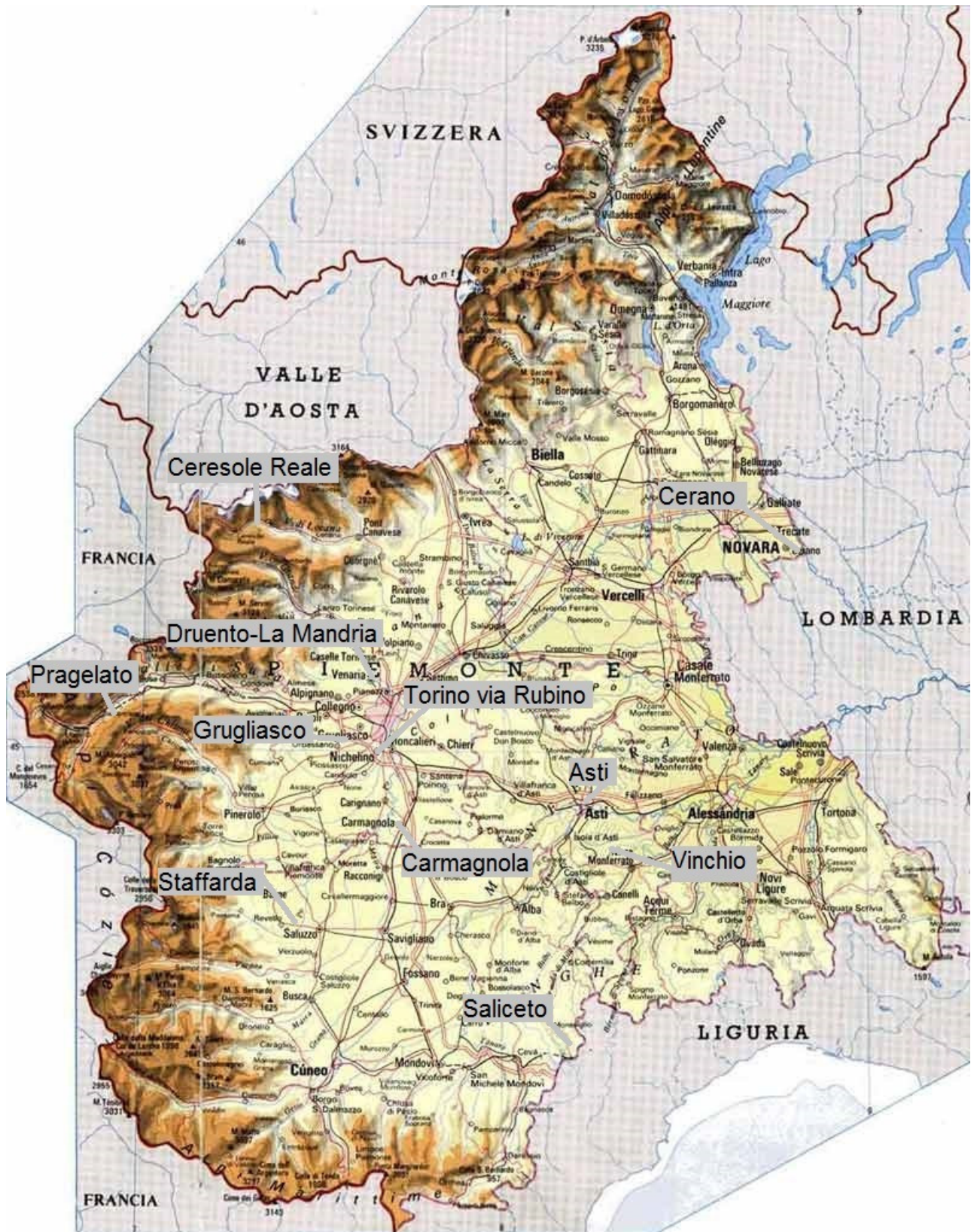


Figura 1

5. ELABORAZIONE DEI RISULTATI

Nella presente relazione sono riportati tutti i risultati delle campagne di prelievo eseguite nel 2016/17. Gli stessi sono stati successivamente elaborati unitamente ai dati conseguiti nella prima parte del progetto, ovvero nel periodo settembre 2014 – maggio 2015.

Le concentrazioni rilevate sono espresse in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e sono state così elaborate:

- suddivisione per **postazione di prelievo**,
- suddivisione per **parametro misurato**,
- suddivisione per tipologia della zona di prelievo:
 - **zone urbane**: Asti, Carmagnola, Cerano, Grugliasco, Torino – Rubino;
 - **zone “rurali agricole” e “residenziali”**: Prigelato, Revello Staffarda, Saliceto, Vinchio;
 - **zone rurali “naturali” (fondo ambientale)**: Ceresole Reale, Druento – La Mandria.

Si noti che rispetto all’elaborazione precedente i sottogruppi sono stati leggermente modificati, in particolare i dati del 2014/15 delle zone rurali erano stati suddivisi in rurali di montagna e rurali di pianura, ma le caratteristiche dei punti di prelievo della seconda fase del progetto non hanno permesso la stessa tipologia di aggregazione.

Per le postazioni dove sono stati ripetuti i monitoraggi si è proceduto al confronto dei valori misurati nel 2014/15 e nel 2016/17 (si vedano le pag. 15 e 28).

I risultati di tutti i parametri analizzati sono presentati nelle tabelle in Allegato 1 e precisamente:

tabella 4: aldeidi rilevate nelle zone urbane;

tabella 5: aldeidi rilevate nelle zone rurali agricole/residenziali;

tabella 6: aldeidi rilevate nelle zone rurali naturali;

tabella 7: sostanze organiche volatili rilevate nelle zone urbane;

tabella 8: sostanze organiche volatili rilevate nelle zone rurali agricole/residenziali;

tabella 9: sostanze organiche volatili rilevate nelle zone rurali naturali.

Per ognuno di questi raggruppamenti sono stati calcolati i valori minimo, medio e massimo.

Dalla tabella 10 alla tabella 20, sempre in allegato, sono riportati i risultati analitici di tutti i parametri rilevati nelle singole postazioni di prelievo.

Per le sostanze più significative, quali: **formaldeide, acetaldeide, butilaldeide, benzene, toluene, tetracloroetilene e tetracloruro di carbonio** si è proceduto all’elaborazione complessiva di tutti i risultati, a partire dal settembre 2014, sino al gennaio 2017. Per tali parametri sono stati calcolati i **valori minimi, i valori medi, i valori massimi e gli andamenti stagionali**.

Per completezza di informazione si precisa che per le concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale è stato considerato per convenzione un valore pari alla metà dello stesso, ad esempio nel caso di valori $< 0.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è calcolato $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Al fine di verificare la rappresentatività delle singole campagne di monitoraggio si è proceduto ad un confronto dei valori di NO_2 misurati dalle cabine della rete per il monitoraggio della qualità dell’aria. Tale confronto è consistito nel riportare il valore medio di NO_2 relativo alla settimana di

campionamento con il suo corrispettivo valore medio mensile. Tanto più il risultato di tale rapporto è vicino a 1 tanto più è garantita la rappresentatività della settimana in cui è stata effettuata la campagna di prelievo. Nella tabella 21 seguente sono evidenziati in giallo i rapporti (media periodo di misura/ media mese di riferimento) superiori al 20% (assoluto) e in arancione quelli maggiori del 30% (assoluto). In merito a quanto evidenziato dai confronti settimanali e mensili si ritiene che i periodi di monitoraggio possano essere considerati rappresentativi nella maggior parte dei casi.

Tabella 21: Valori di NO₂ centraline e confronti valori periodo di misura e valori mensili.

Valori NO₂ (µg/m³) centraline QA				
POSTAZIONE	PERIODO DI MISURA	Media PERIODO DI MISURA	Media MENSILE	M periodo di misura/ M mensile
Carmagnola	08-15/03/2016	46,9	42,1	1,11
Carmagnola	16-23/05/2016	27,2	31,0	0,88
Carmagnola	05-12/07/2016	31,2	29,7	1,05
Carmagnola	13-20/09/2016	34,0	37,2	0,91
Carmagnola	14-21/11/2016	44,2	46,0	0,96
Carmagnola	18-25/01/2017	71,3	58,6	1,22
Druento La Mandria	08-14/03/2016	12,5	12,3	1,02
Druento La Mandria	16-23/05/2016	4,8	5,3	0,92
Druento La Mandria	06-14/07/2016	5,1	4,8	1,07
Druento La Mandria	14-22/09/2016	6,8	6,4	1,06
Druento La Mandria	14-22/11/2016	17,0	13,8	1,23
Druento La Mandria	16-24/01/2017	16,8	19,2	0,88
Ceresole Reale	09-17/03/2016	5,9	5,3	1,12
Ceresole Reale	18-24/05/2016	6,8	5,3	1,29
Ceresole Reale	07-13/07/2016	6,3	5,8	1,08
Ceresole Reale	15-22/09/2016	2,3	3,6	0,63
Ceresole Reale	16-24/11/2016	4,2	3,4	1,26
Ceresole Reale	19-27/01/2017	4,4	4,1	1,08
Revello Staffarda	07-14/03/2016	12,2	11,3	1,08
Revello Staffarda	16-23/05/2016	7,8	8,2	0,96
Revello Staffarda	04-11/07/2016	12,3	14,4	0,86
Revello Staffarda	13-20/09/2016	5,5	8,2	0,67
Revello Staffarda	14-21/11/2016	15,3	13,3	1,15
Revello Staffarda	14-21/01/2017	17,0	17,2	0,99
Saliceto	07-14/03/2016	15,3	13,6	1,13
Saliceto	16-23/05/2016	7,3	7,4	1,00
Saliceto	04-11/07/2016	8,3	7,1	1,18
Saliceto	13-20/09/2016	7,3	8,4	0,87
Saliceto	14-21/11/2016	20,8	18,4	1,13
Saliceto	14-21/01/2017	18,7	20,8	0,90

5.1 ALDEIDI

I prelievi finalizzati alla ricerca di aldeidi hanno previsto la quantificazione di formaldeide, acetaldeide, benzaldeide, butilaldeide, glutaraldeide, isovaleraldeide, valeraldeide, propionaldeide, esanale.

Considerando i risultati ottenuti si è deciso di procedere all'elaborazione dei valori di formaldeide, acetaldeide e butilaldeide, per i quali sono stati calcolati i valori minimi, medi e massimi relativi ai dati misurati nelle singole postazioni di prelievo nel periodo compreso tra marzo 2016 e gennaio 2017.

Tabella 22

2016-17 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VALORI MINIMI			VALORI MEDI			VALORI MASSIMI		
	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide
CARMAGNOLA	2,0	< 0,03	<0,22	3,2	2,0	2,4	4,6	2,9	4,5
SALICETO	1,1	< 0,02	<0,22	2,1	0,71	1,6	3,4	2,7	3,8
REVELLO STAFFARDA	1,0	< 0,02	<0,22	1,9	0,54	1,3	2,4	2,0	3,4
DRUENTO LA MANDRIA	0,90	< 0,02	<0,22	1,5	0,41	1,8	2,0	1,5	3,1
CERESOLE REALE	0,90	< 0,02	<0,22	1,3	0,24	0,81	2,2	0,82	2,1

Per procedere alle elaborazioni dei singoli parametri i dati delle varie postazioni di prelievo sono stati raggruppati in zone urbane, zone rurali agricole/residenziali e zone rurali naturali. Nella tabella 23 sono riportati i **valori minimi**, i **valori medi** e i **valori massimi** per ogni zona di prelievo.

Tabella 23

2016-17 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VALORI MINIMI			VALORI MEDI			VALORI MASSIMI		
	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide
ZONE URBANE	2,0	< 0,03	<0,22	3,2	2,0	2,4	4,6	2,9	4,5
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	1,1	<0,02	<0,22	2,0	0,63	1,5	2,9	2,4	3,6
ZONE RURALI NATURALI	0,90	<0,02	<0,22	1,4	0,33	1,3	2,1	1,2	2,6

Dall'osservazione dei risultati appare evidente come i valori massimi siano relativi alla postazione di Carmagnola, ovvero zona urbana a intenso traffico.

Dalle elaborazioni grafiche dei dati si può notare che non vi sono variazioni rilevanti e le concentrazioni di aldeidi misurate indicano che la loro diffusione è territorialmente omogenea.

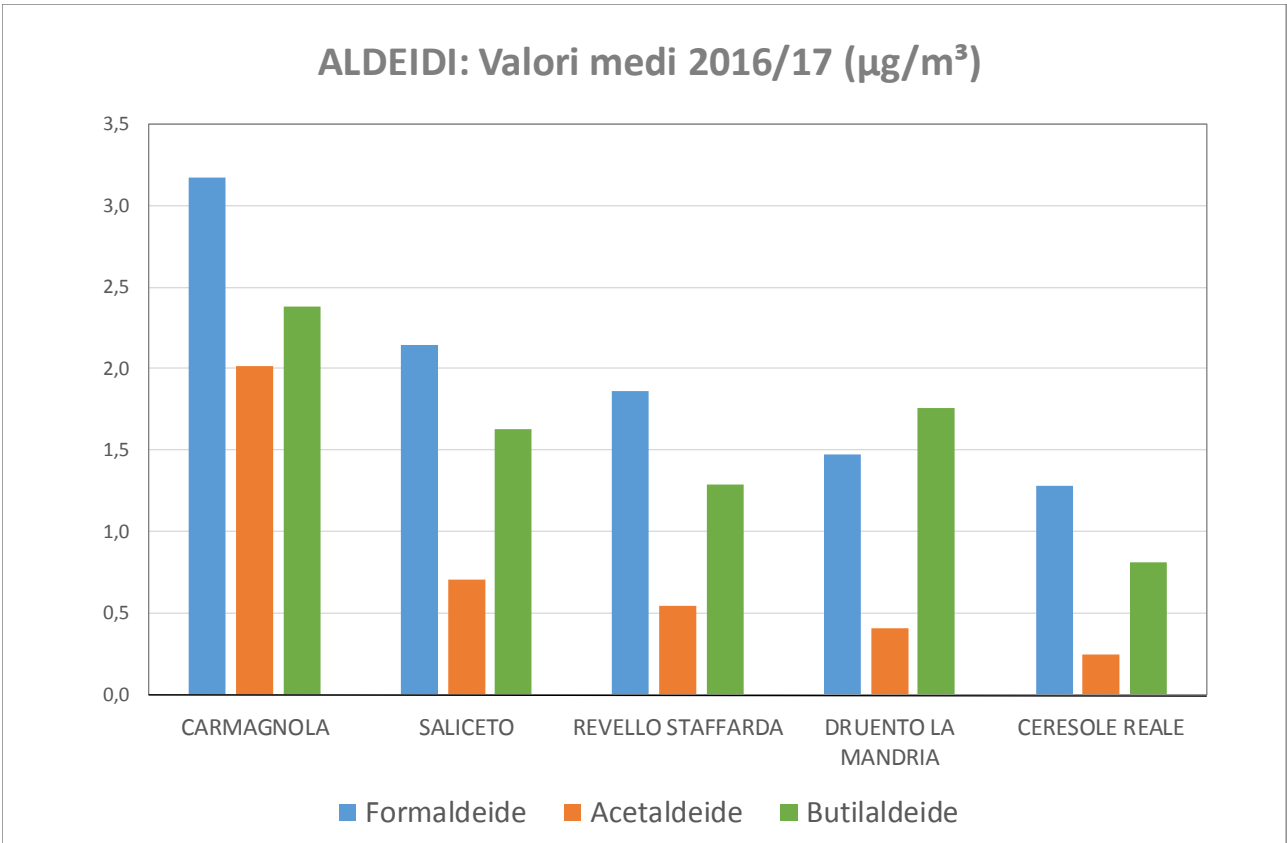


Grafico 1

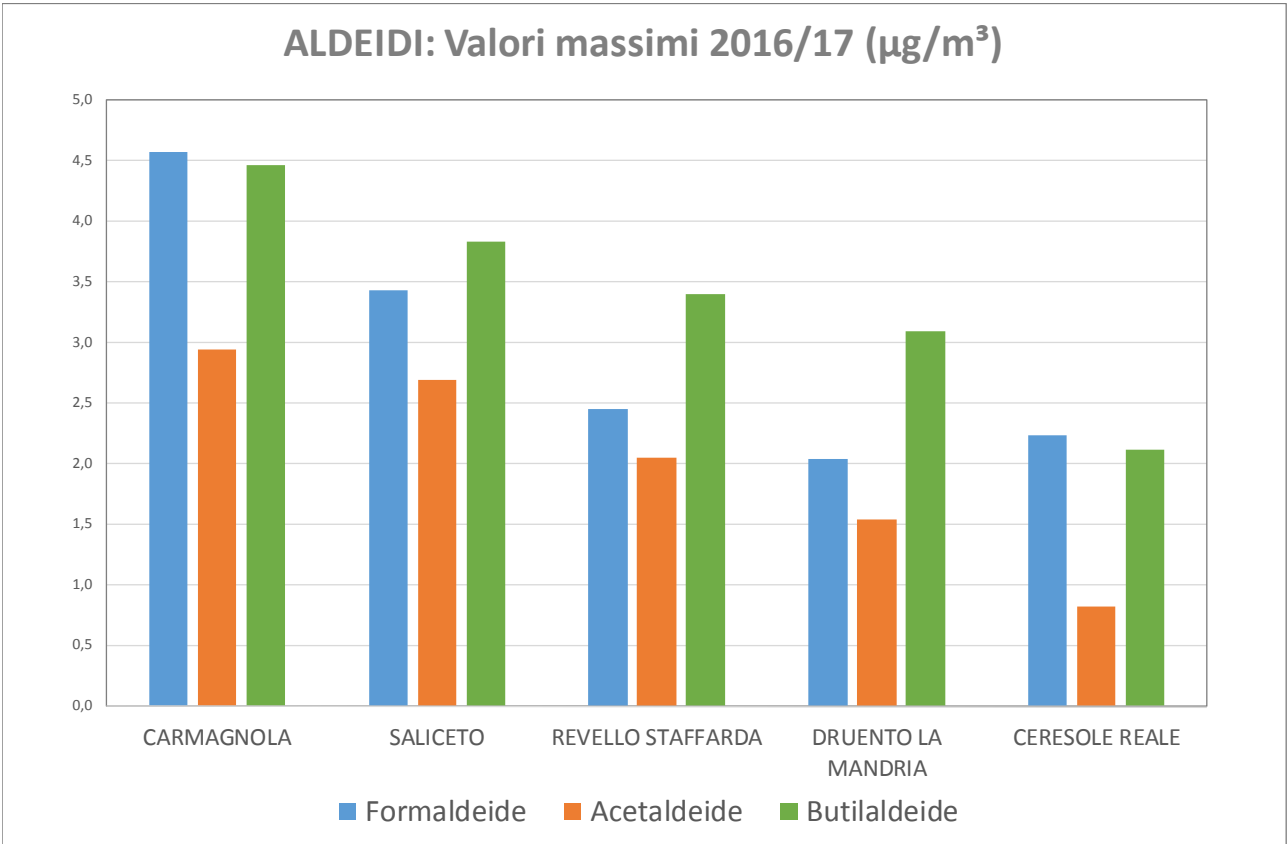


Grafico 2

Per le postazioni dove sono stati ripetuti i monitoraggi nella seconda fase del progetto (Carmagnola, Ceresole Reale e Druento La Mandria) si è proceduto al confronto dei valori misurati nel 2014/15 con quelli relativi al 2016/17. Da tale correlazione i dati delle due serie risultano omogenei per ordine di grandezza; nel 2016/17 i valori medi e massimi sono leggermente maggiori per i parametri formaldeide e butilaldeide.

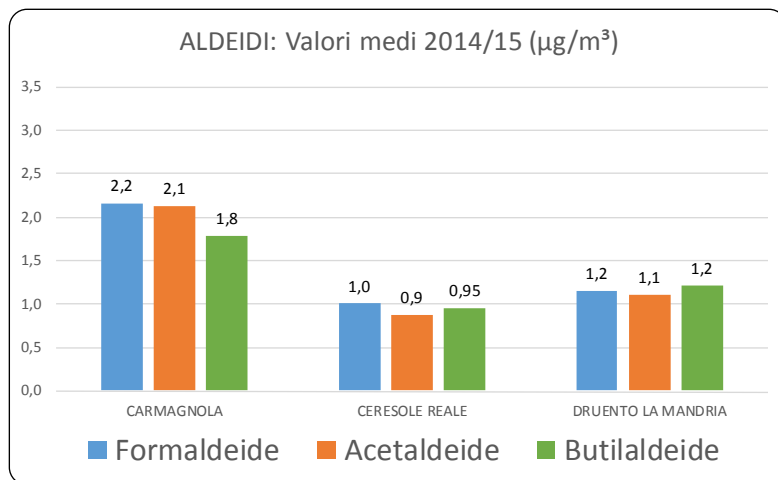


Grafico 3

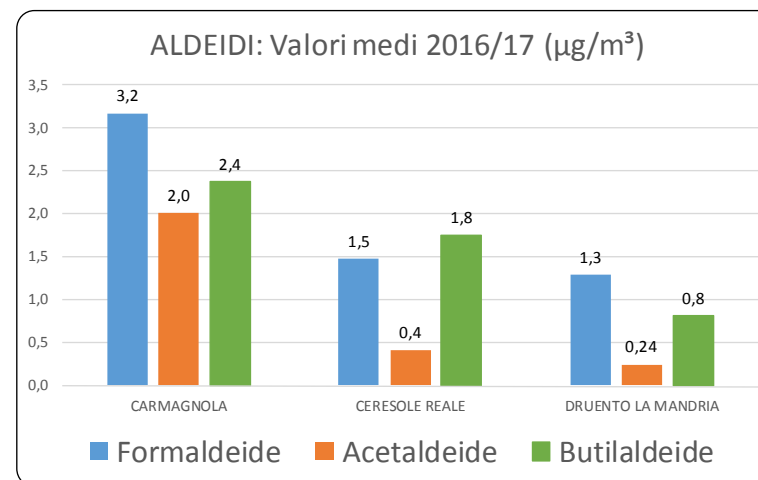


Grafico 4

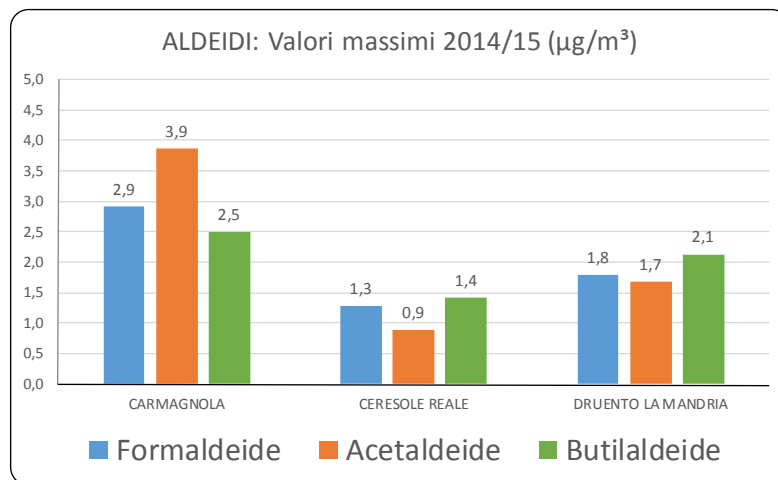


Grafico 5

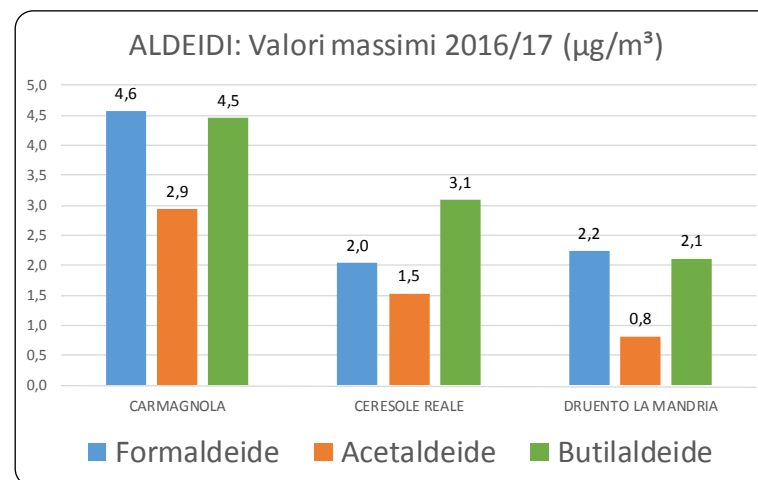


Grafico 6

5.2 ELABORAZIONE COMPLESSIVA ALDEIDI - DATI 2014-17

Le elaborazioni successive si riferiscono ai singoli parametri ed al confronto tra tipologia di zone di prelievo.

Formaldeide

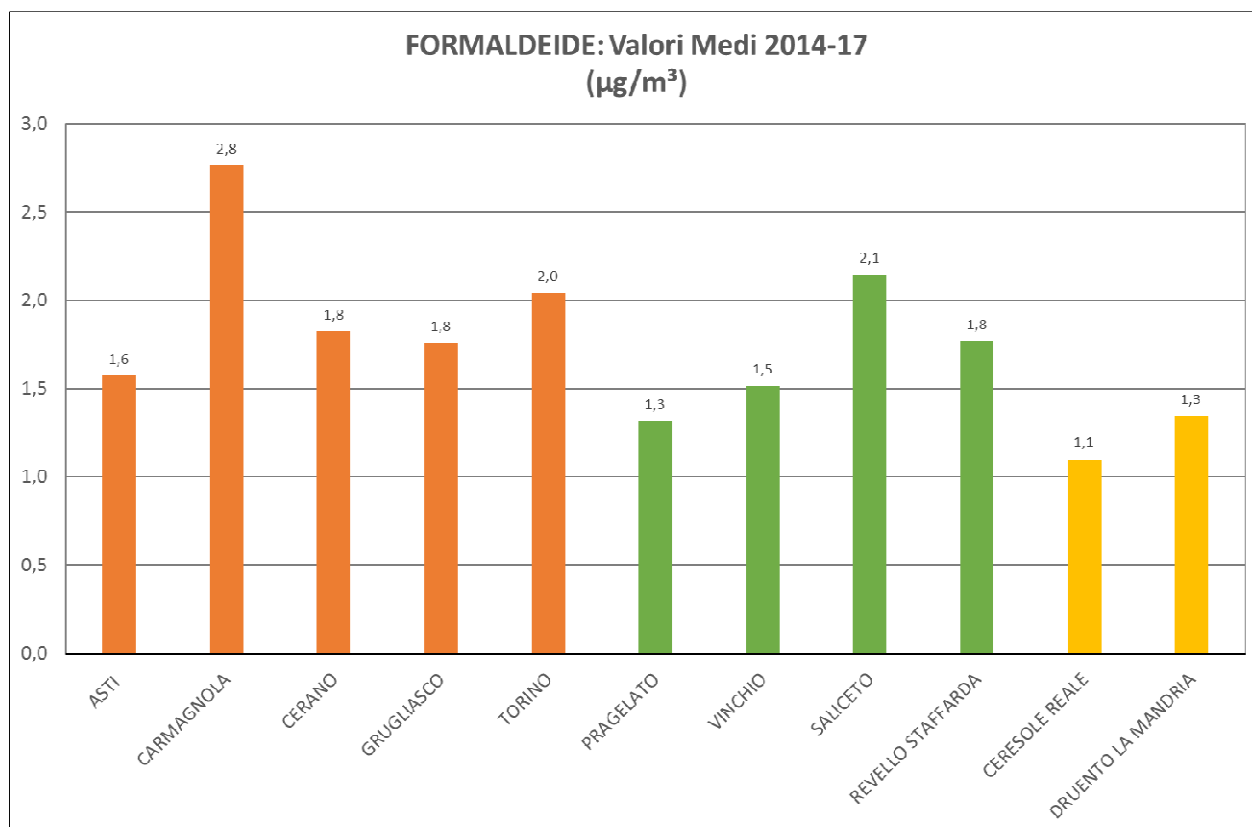


Grafico 7

Nel grafico 7 sono rappresentati i valori medi di formaldeide misurati nelle varie postazioni di misura. Si conferma il carattere ubiquitario di tale sostanza, infatti, in tutti i campioni eseguiti per la formaldeide è sempre risultata presente.

L'elaborazione rappresentata graficamente nel grafico 8 mostra un andamento coerente con la tipologia dei punti di prelievo con i valori più bassi relativi alle zone naturali.

Tabella 24

2014-2017			
Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VALORI MINIMI	VALORI MEDI	VALORI MASSIMI
ZONE URBANE	1,0	2,2	4,6
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,63	1,8	3,4
ZONE RURALI NATURALI	0,54	1,3	2,2

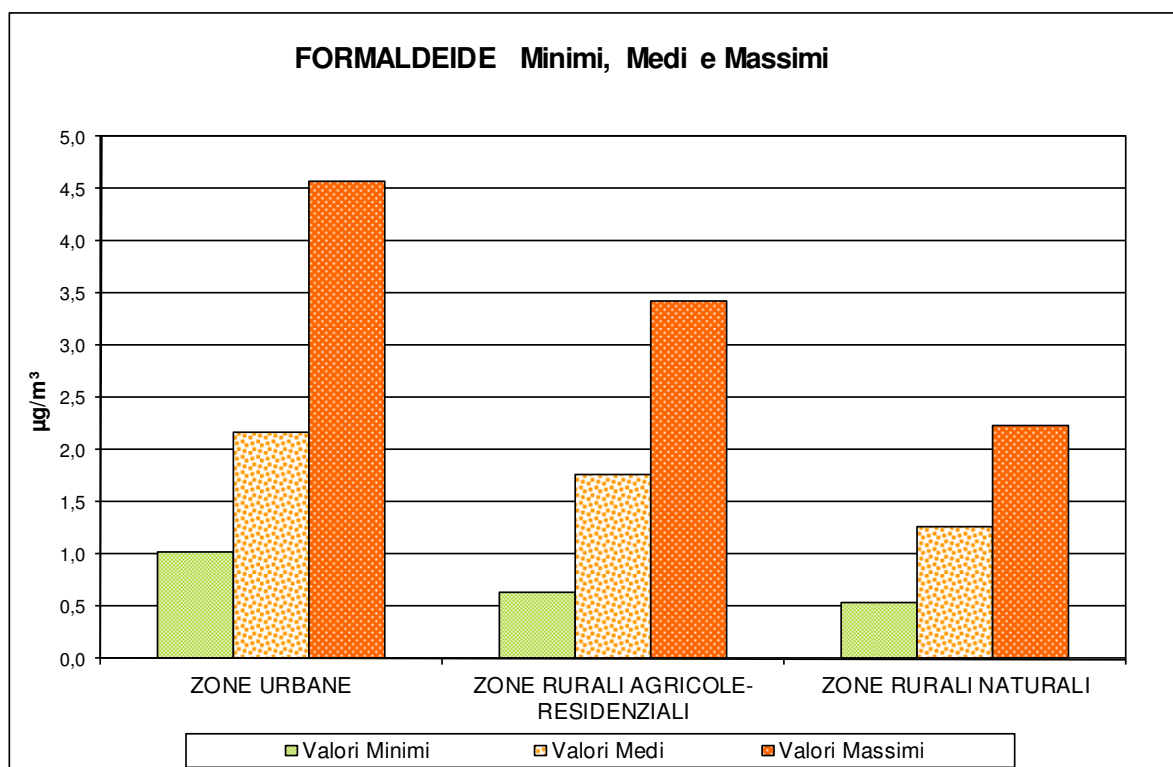


Grafico 8

L'elaborazione dei valori medi di formaldeide (grafico 9) non ha evidenziato particolari differenze di concentrazione tra i vari periodi stagionali; se invece si considerano i valori massimi delle zone urbane e agricole/residenziali i picchi di concentrazione sono stati rilevati nel periodo invernale, mentre il valore maggiore di formaldeide nelle zone naturali è relativo al periodo estivo.

Tabella 25

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	2,4	1,6	2,6	1,9
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	2,1	1,6	2,2	1,3
ZONE RURALI NATURALI	1,6	0,93	1,2	1,1

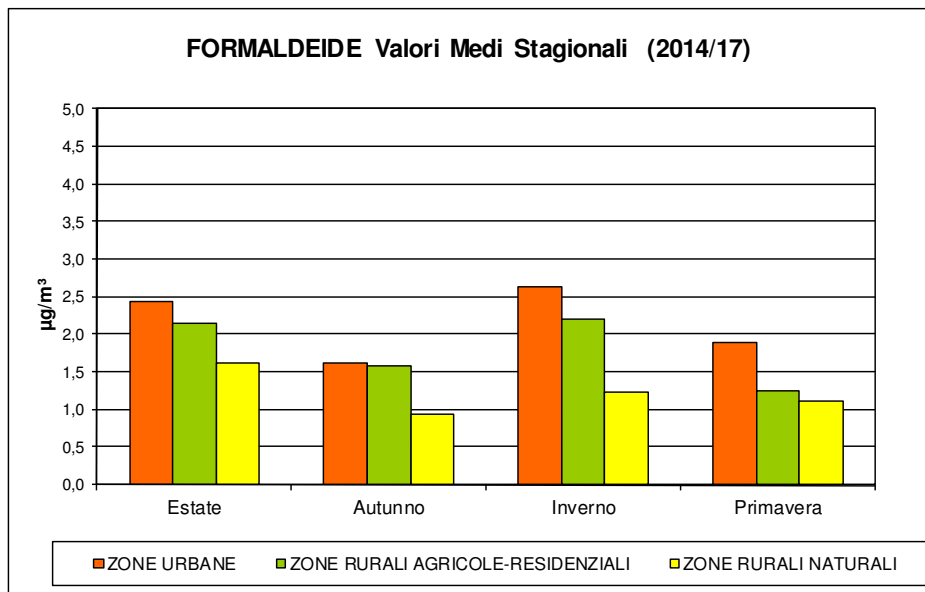


Grafico 9

Tabella 26

Valori Massimi Stagionali (2014/17)				
Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	3,5	2,2	4,6	4,4
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	2,8	1,7	3,4	2,3
ZONE RURALI NATURALI	2,2	1,2	1,5	1,6

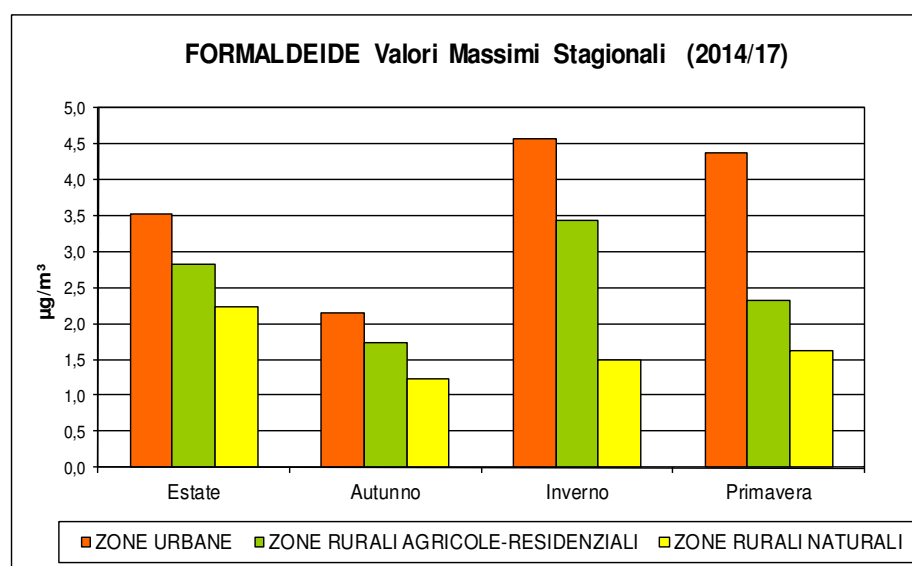


Grafico 10

Acetaldeide

Per questo parametro in quasi il 50% delle campagne eseguite il dato ottenuto è stato inferiore al limite di sensibilità strumentale.

L'analisi per la quantificazione di tale sostanza (con tecnica in HPLC) ha mostrato alcune problematiche, in particolare dovute ad interferenze, con conseguente difficoltà nella definizione dello spettro e dell'area relativa. Per tale motivo nella campagna di misura effettuata a marzo 2016 il risultato non è stato determinato (ND). Dai risultati conseguiti dei singoli prelievi, tuttavia, si può ragionevolmente supporre che l'acetaldeide sia pressoché sempre presente, anche qualora le concentrazioni non siano determinabili quantitativamente.

Considerando le serie dei dati nelle singole postazioni di prelievo (si vedano le tabelle allegate delle stazioni di campionamento) è evidente come i valori mostrino tra di loro una grossa escursione, tuttavia; calcolandone i valori medi tali differenze si affievoliscono.

Dall'elaborazioni grafiche dei valori massimi (grafici 11 e 12) appare quindi come non vi siano sostanziali differenze tra zone urbane e rurali, tranne che per la postazione di Carmagnola dove si è misurato il valore più alto in assoluto, con 3,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevato nel mese di febbraio 2015 (tabelle 4 e 11 allegate), seguito dai valori di Saliceto e Staffarda del gennaio 2017 (tabelle 5, 17 e 18 allegate).

Nelle zone naturali le concentrazioni di acetaldeide mostrano un'escursione minore tra i valori rilevati, soprattutto dal punto di vista stagionale (grafici 13 e 14).

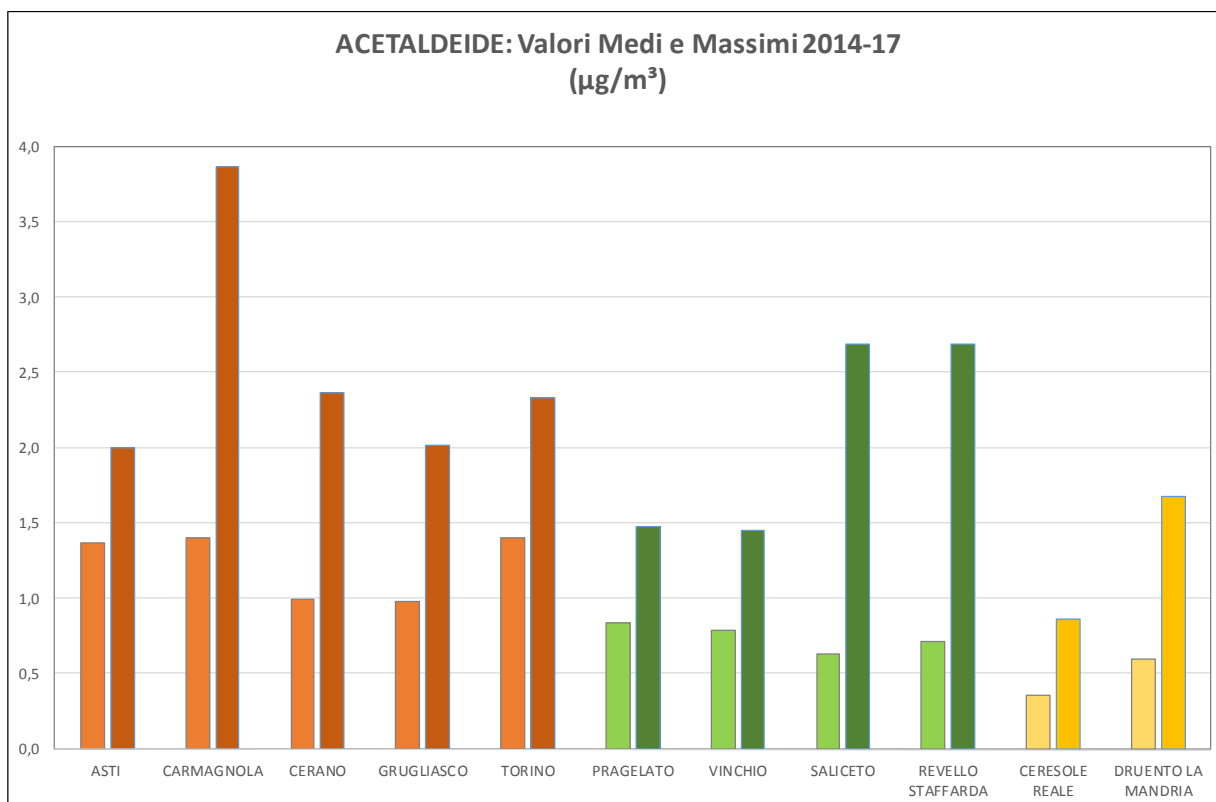


Grafico 11

Tabella 27

2014-2017			
Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	<0,02	1,3	3,9
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	<0,02	0,95	2,7
ZONE RURALI NATURALI	<0,02	0,95	1,7

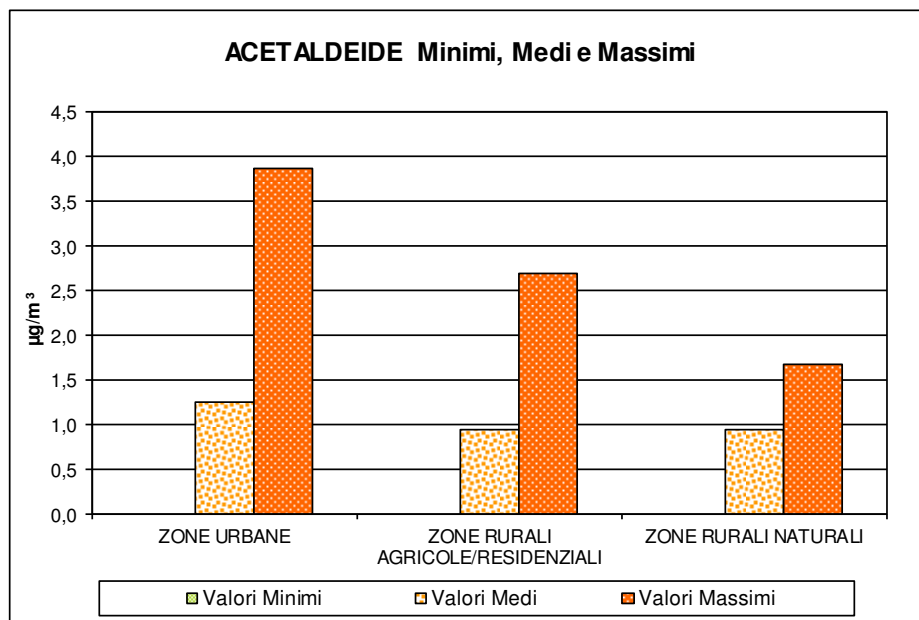


Grafico 12

Tabella 28

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	1,4	1,4	2,9	0,71
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	0,49	1,0	1,2	0,29
ZONE RURALI NATURALI	0,43	0,61	0,59	0,39

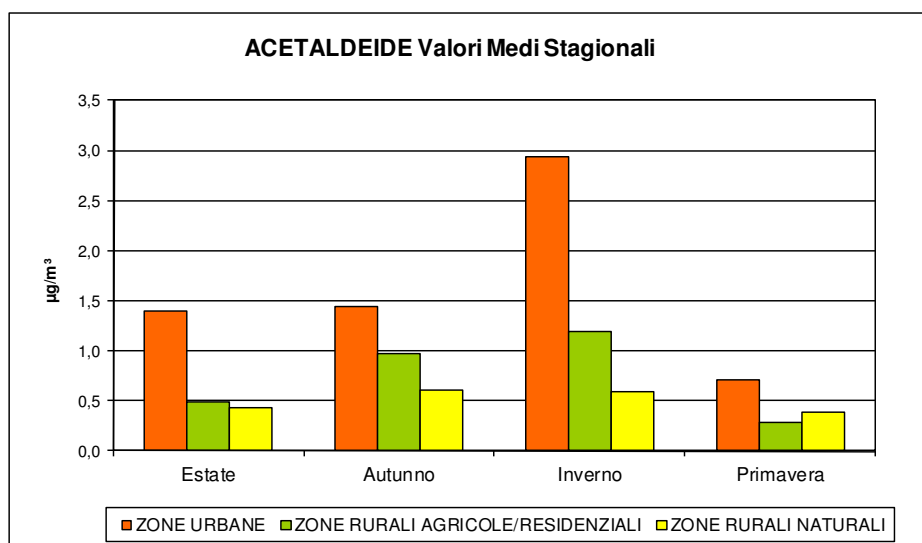


Grafico 13

Tabella 29

Valori Massimi Stagionali (2014/17)				
Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	2,4	2,1	3,9	1,2
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	1,5	1,2	2,7	0,63
ZONE RURALI NATURALI	1,7	0,99	1,5	0,88

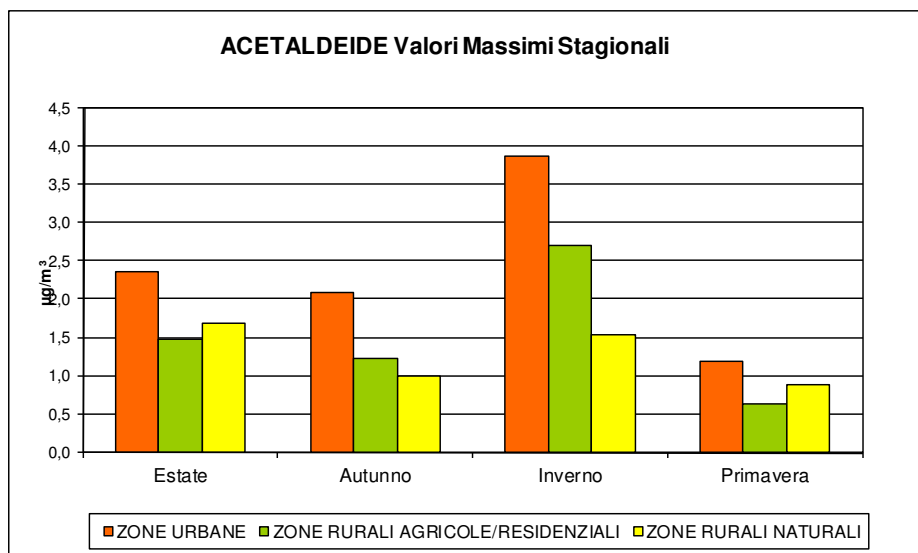


Grafico 14

Non ci sono attualmente valori di riferimento per la qualità dell'aria fissati per l'acetaldeide. L'Unione Europea, inserisce l'acetaldeide nella classe di pericolo Carc.2, con l'indicazione H351: sospettato di provocare il cancro (cfr. tabella 1). Da qui la necessità di ampliare le conoscenze circa i dati di esposizione ambientali. Da fonti bibliografiche risulta che l'EPA statunitense sostiene che una concentrazione di circa $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25 ppbv) rappresenti aumenti il rischio di ammalarsi di cancro di uno per un milione [1]

L'acetaldeide viene utilizzata principalmente come intermedio nella sintesi di altre sostanze chimiche. È ubiquitaria nell'ambiente e può essere sintetizzata dall'organismo umano per degradazione dell'etanolo. L'esposizione acuta a breve termine produce effetti che includono irritazione degli occhi, della pelle e del tratto respiratorio. L'intossicazione cronica (a lungo termine) da acetaldeide provoca sintomi simili all'alcolismo. L'acetaldeide è classificata dalla IARC come un possibile cancerogeno umano (gruppo 2B) in quanto i dati sugli effetti sull'uomo sono inadeguati, mentre vi è evidenza nella sperimentazione animale [2].

Butilaldeide

I risultati analitici relativi alle aldeidi superiori hanno evidenziato come la butilaldeide sia uno dei componenti maggiormente presenti in tutti i campioni eseguiti. In particolare, nelle zone urbane le concentrazioni medie risultano pari a $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo di $4,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevato in Carmagnola.

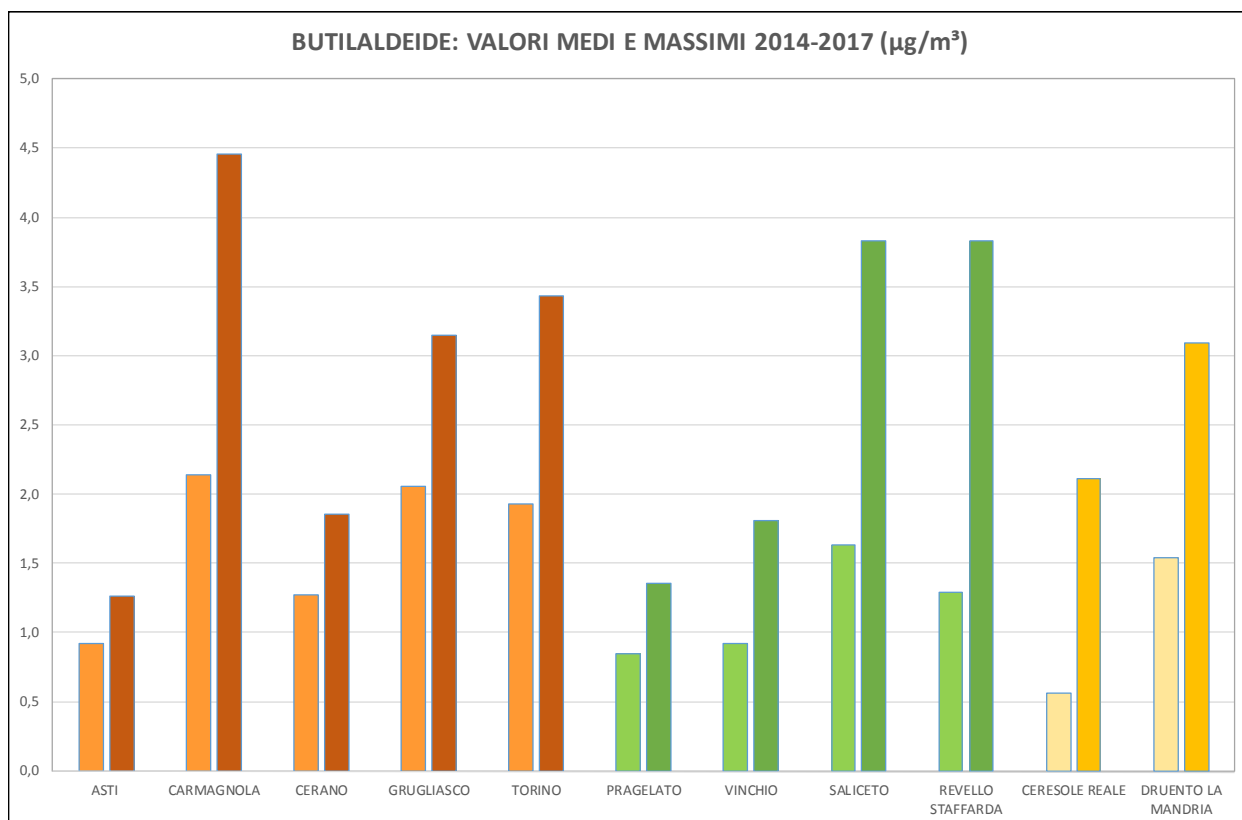


Grafico 15

Non ci sono attualmente limiti di riferimento per la qualità dell'aria per tale parametro.

Inoltre, la letteratura scientifica non fornisce informazioni circa i valori normalmente riscontrabili in ambiente esterno.

L'andamento delle concentrazioni non mostra variazioni stagionali di rilievo in particolare per i prelievi delle zone urbane.

Tabella 30

2014-2017			
Butilaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VALORI MINIMI	VALORI MEDI	VALORI MASSIMI
ZONE URBANE	0,22	1,8	4,5
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,09	1,3	3,8
ZONE RURALI NATURALI	<0,22	1,2	3,1

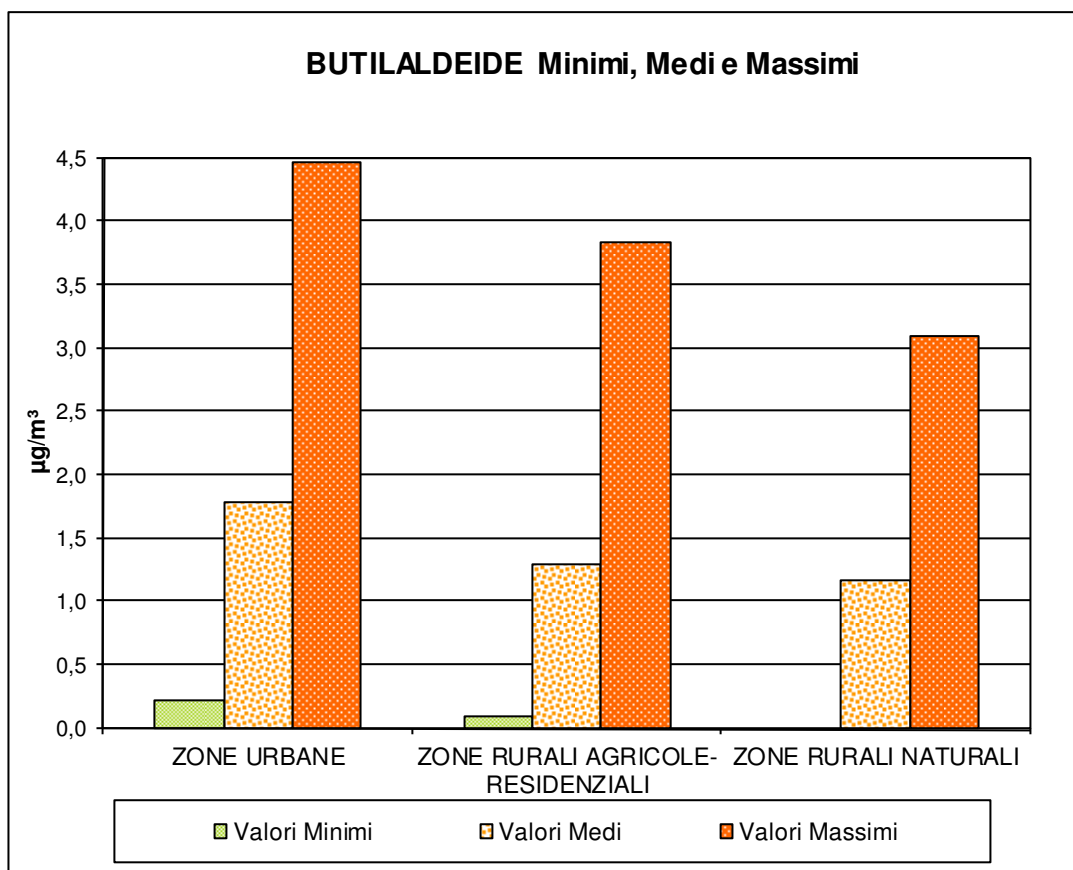


Grafico 16

Tabella 31

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Butilaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	2,1	0,65	2,5	1,9
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,84	0,46	2,5	0,97
ZONE RURALI NATURALI	1,73	0,29	1,4	1,3

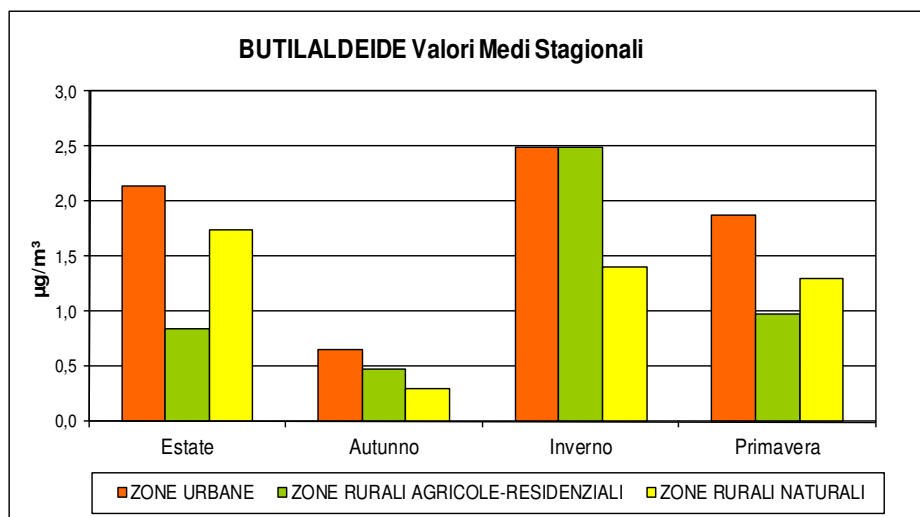


Grafico 17

Tabella 32

Valori Massimi Stagionali (2014/17)				
Butilaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	2,7	1,1	3,4	4,5
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	1,8	0,74	3,8	2,9
ZONE RURALI NATURALI	2,9	0,44	2,8	3,1

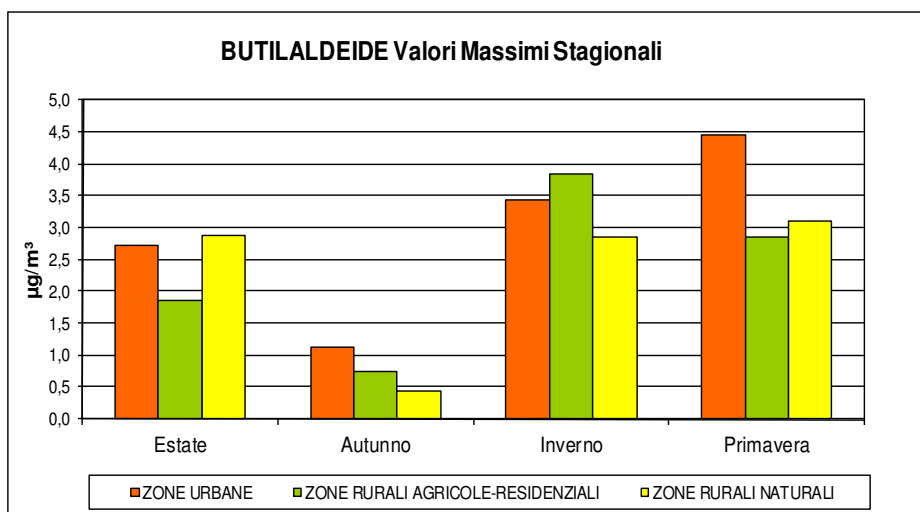


Grafico 18

SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI

Inizialmente, ovvero nella prima fase del progetto, la lista delle sostanze organiche volatili ricercate era più ampia e comprendeva: benzene, toluene, etilbenzene, o,m,p xileni, stirene, isopropilbenzene, n-propilbenzene, 1,3,5 trimetilbenzene, 1,2,4-trimetilbenzene, diclorometano, cloroformio, 1,1,1-tricloroetano, 1,2-dicloroetano, tetracloruro di carbonio, 1,2-dicloropropano, tricloroetilene, tetracloroetilene. Poiché per alcune di queste sostanze si sono avuti i risultati sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale, in tutti i monitoraggi condotti tra il 2014 e 2015, per la seconda fase del progetto i prelievi sono stati finalizzati esclusivamente alla quantificazione dei seguenti parametri: benzene, toluene, etilbenzene, o,m,p xileni, 1,3,5 trimetilbenzene, 1,2,4 trimetilbenzene, diclorometano, tetracloruro di carbonio, tetracloroetilene. I risultati puntuali di dette sostanze sono presentati nelle tabelle 7, 8 e 9 in allegato.

Considerando i risultati ottenuti si è deciso di procedere alle elaborazioni dei dati di benzene, toluene, tetracloruro di carbonio e tetracloroetilene.

In particolare, è stato effettuato un approfondimento per due inquinanti già studiati e monitorati ampiamente, quali il **benzene** e il **toluene**, e per due idrocarburi alogenati, il **tetracloruro di carbonio** e il **tetracloroetilene**, per i quali vi sono pochi dati di esposizione ambientale nonostante la loro tossicità e diffusione.

I risultati ottenuti mostrano concentrazioni relative ai composti aromatici non clorurati in linea con quanto prevedibile: nelle aree urbane si rileva una discreta presenza degli inquinanti tipici del traffico veicolare (benzene, toluene, xileni, etilbenzene), che risultano invece piuttosto bassi nelle stazioni remote, fatta eccezione per il toluene, presente sempre a basse concentrazioni.

Dalle elaborazioni appare singolare il dato di concentrazione del tetracloruro di carbonio, sostanza ubiquitaria e di carattere persistente, considerando che attualmente non è più utilizzata massicciamente nei processi produttivi.

Nella tabella 33 sono riportati i valori minimi, medi e massimi relativi ai dati misurati nelle singole postazioni di prelievo delle quattro sostanze organiche di cui si è proceduto all'elaborazione dei dati rilevati nella seconda fase del progetto (2016/17).

Nella relazione tecnica precedente, relativa all'attività svolta nel 2014-2015, per i parametri di benzene e toluene è stato effettuato un lavoro di confronto tra i dati ottenuti con i monitoraggi con sistemi passivi e quelli registrati dalle centraline della rete della qualità dell'aria di Cerano e di Torino – via Rubino. Da tale comparazione è risultato evidente che i monitoraggi puntuali sono sempre dello stesso ordine di grandezza rispetto alle letture in continuo delle centraline, seppure leggermente inferiori. Inoltre, gli andamenti stagionali delle concentrazioni sono risultati decisamente sovrapponibili. Si prega di far riferimento al precedente documento per una trattazione di maggiore dettaglio.

I dati conseguiti nel 2016 non possono essere comparati con i valori di BTEX registrati dalla rete regionale della Qualità dell'aria, poiché in nessuna delle postazioni di prelievo vi sono centraline dotate di strumentazione per la determinazione di idrocarburi aromatici (BTEX).

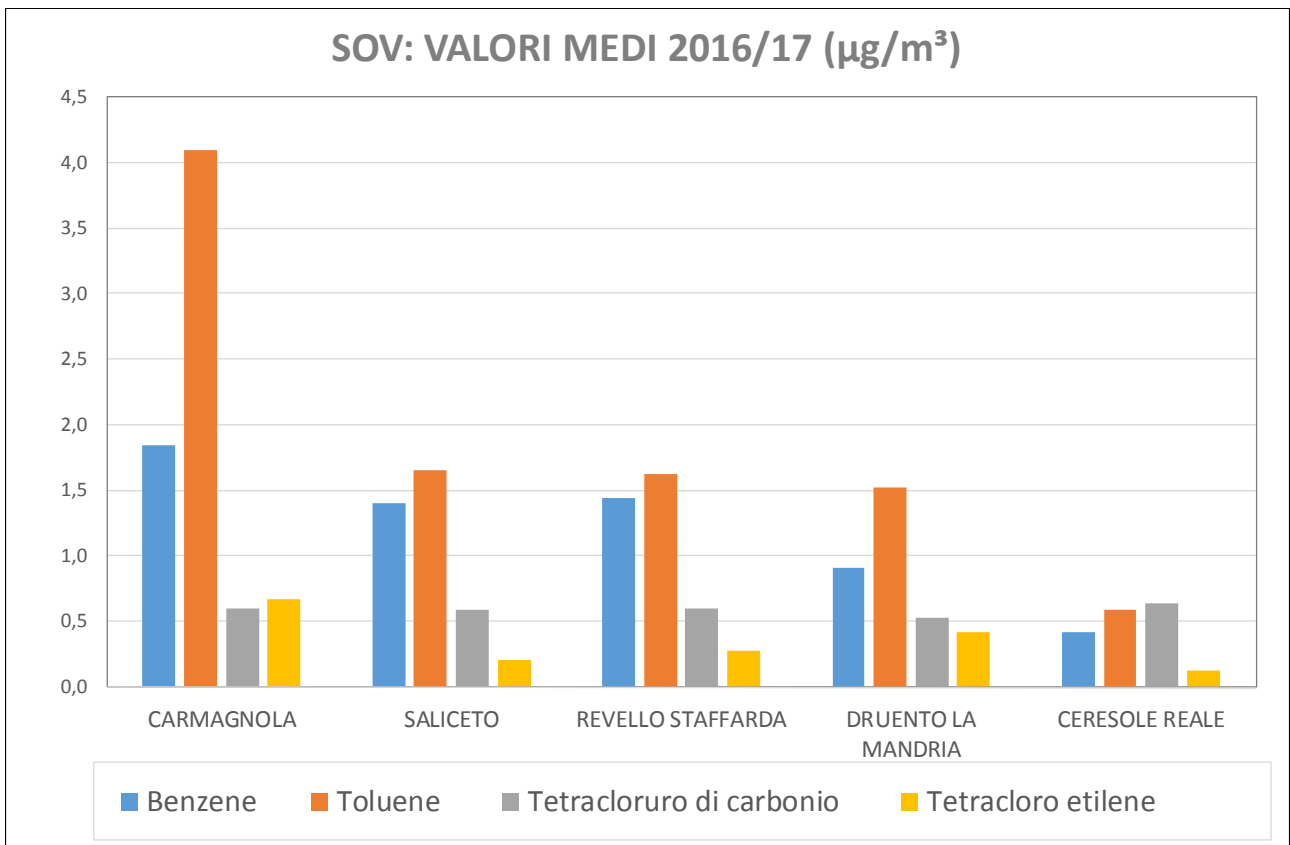


Grafico 19

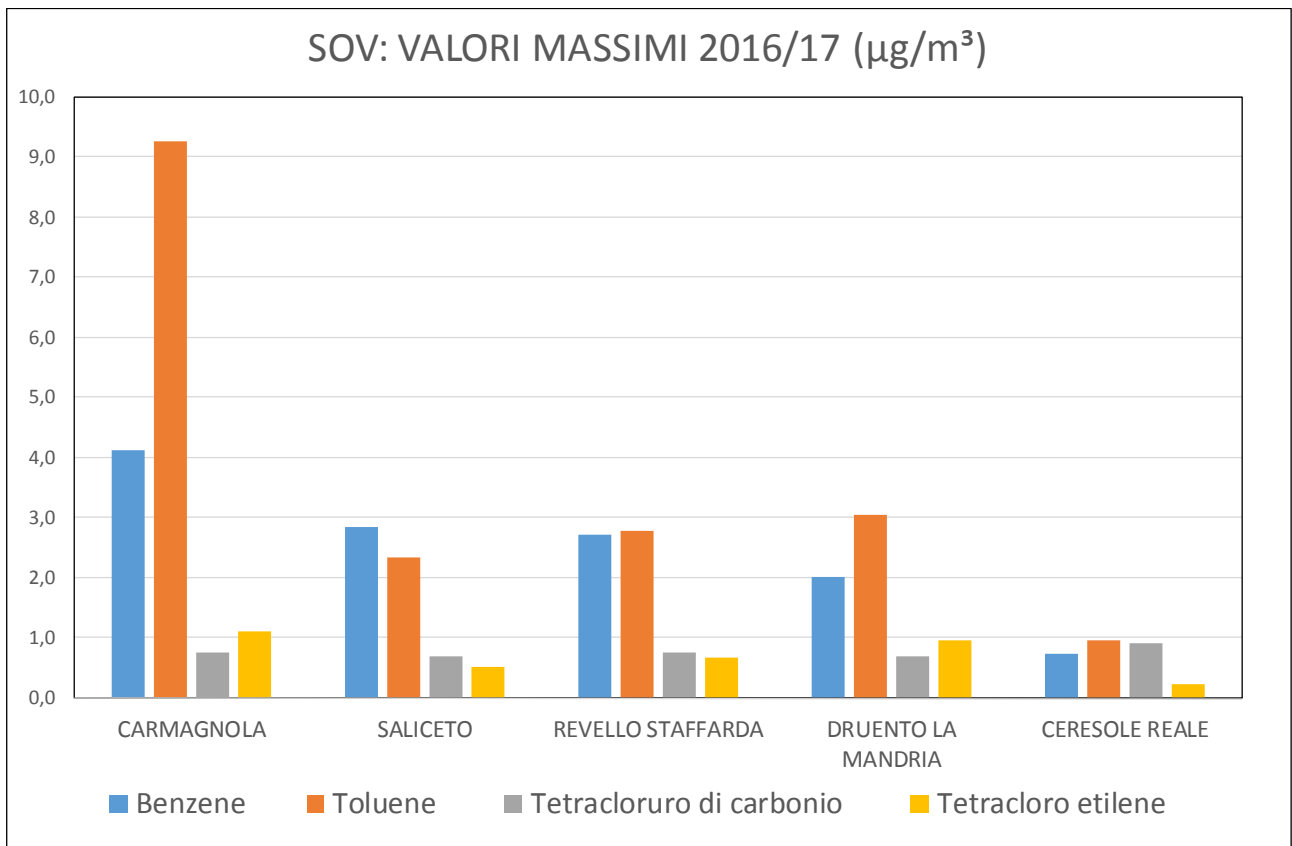


Grafico 20

Tabella 33

2016/2017	VALORI MINIMI				VALORI MEDI				VALORI MASSIMI			
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloro etilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloro etilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloro etilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CARMAGNOLA	0,52	1,8	0,54	0,30	1,8	4,1	0,59	0,67	4,1	9,3	0,75	1,1
SALICETO	0,28	0,83	0,54	<0,17	1,4	1,7	0,59	0,21	2,8	2,3	0,69	0,51
REVELLO STAFFARDA	0,25	0,47	0,52	<0,17	1,4	1,6	0,60	0,28	2,7	2,6	0,75	0,66
DRUENTO LA MANDRIA	0,20	0,62	0,50	0,28	0,90	1,5	0,52	0,41	2,0	3,0	0,69	0,96
CERESOLE REALE	0,15	0,16	0,54	<0,20	0,41	0,58	0,64	0,12	0,74	1,5	0,91	0,23

Tabella 34

2016/2017	VALORI MINIMI				VALORI MEDI				VALORI MASSIMI			
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloro etilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloro etilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetracloro etilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ZONE URBANE	0,52	1,8	0,54	0,30	1,8	4,1	0,59	0,67	4,1	9,3	0,75	1,1
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	0,27	0,65	0,53	<0,17	1,4	1,5	0,59	0,24	2,8	2,6	0,72	0,59
ZONE RURALI NATURALI	0,17	0,39	0,52	<0,20	0,66	0,89	0,61	0,27	1,4	2,0	0,80	0,59

Per le postazioni dove sono stati ripetuti i monitoraggi nella seconda fase del progetto (Carmagnola, Ceresole Reale e Druento La Mandria) si è proceduto al confronto dei valori misurati nel 2014/15 e nel 2016/17. Da tale confronto i dati del 2014/15 e quelli del 2016/17 risultano omogenei per ordine di grandezza, anche se nel 2016/17 i valori medi e massimi sono leggermente maggiori.

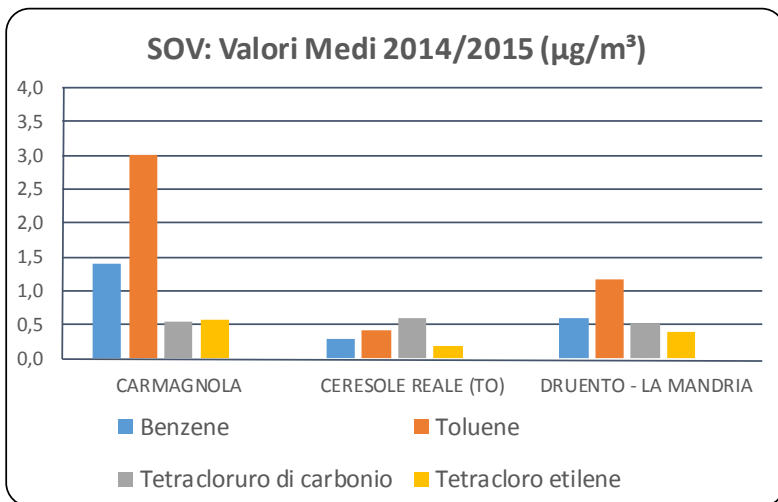


Grafico 21

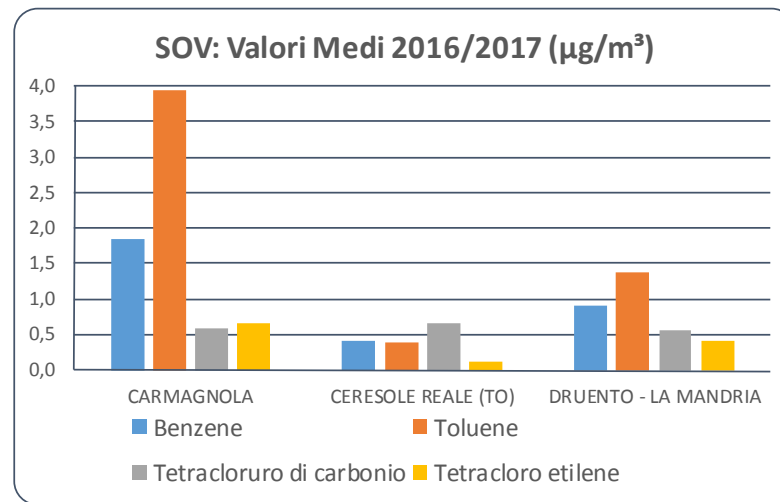


Grafico 22

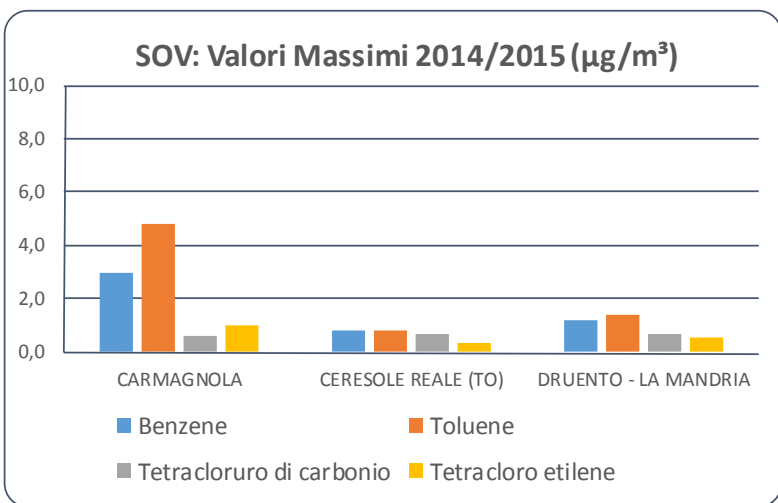


Grafico 23

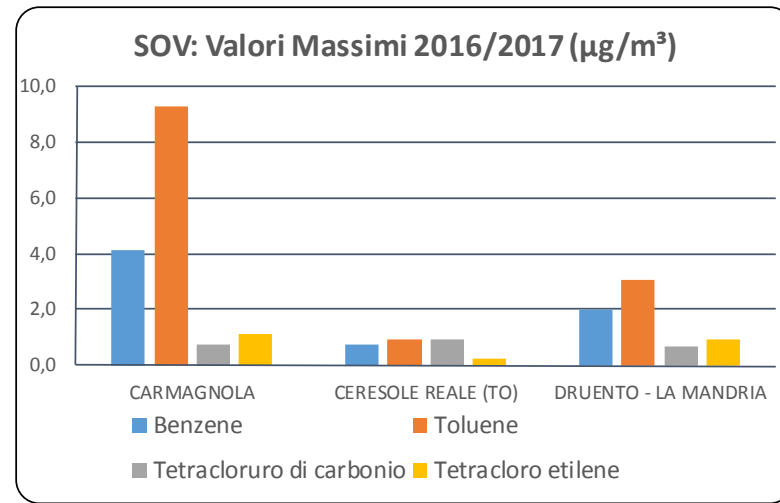


Grafico 24

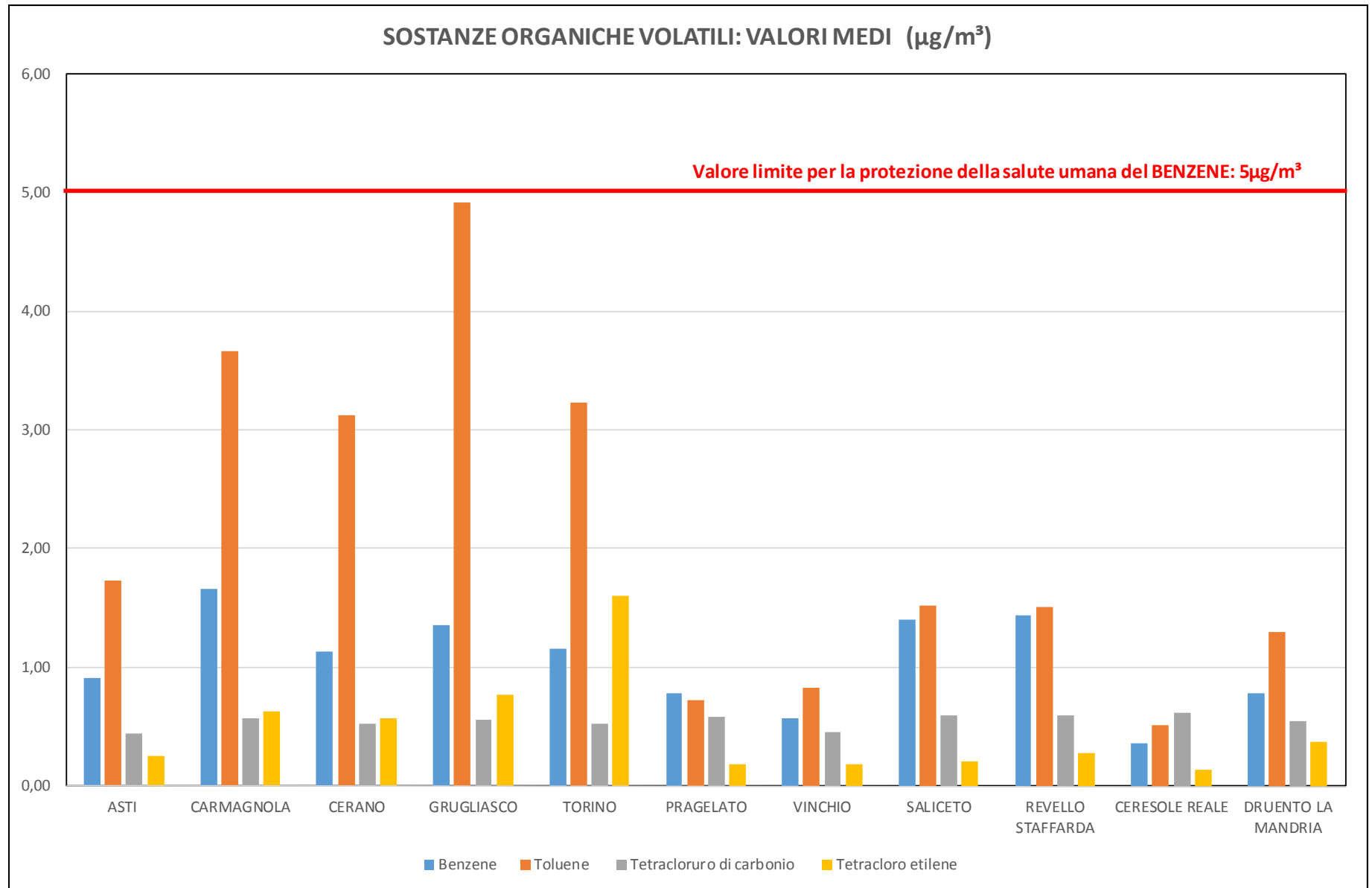


Grafico 25

Benzene

I risultati ottenuti per tale parametro evidenziano come le esposizioni maggiori siano state rilevate presso le zone urbane. Nella postazione di Carmagnola sono state registrate le concentrazioni più alte, sia come valore medio, sia come massimo.

Tabella 35

2014-2017			
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	0,29	1,3	4,1
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	0,13	1,0	2,8
ZONE RURALI NATURALI	<0,28	0,57	2,0

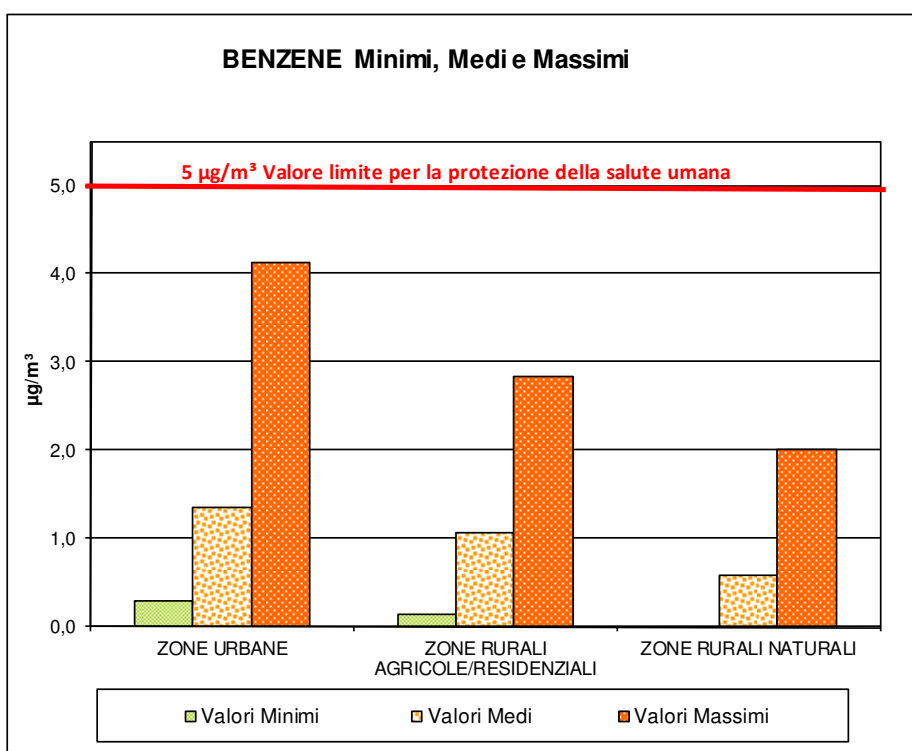


Grafico 26

Per il benzene la normativa vigente fissa un Valore limite per la protezione della salute umana pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio annuale. Le Linee Guida per l'Europa per la Qualità dell'Aria, definite dall'Organizzazione Mondiale della Sanità [3], indicano per l'ambiente esterno un intervallo di concentrazioni medie di circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le aree rurali e tra 5 e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le aree urbane.

Le stesse sostengono che, data la riconosciuta cancerogenicità del benzene per l'uomo, un'esposizione ad una concentrazione in aria di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aumenta il rischio di contrarre la leucemia di un fattore pari a 6×10^{-6} . Rispetto a tale affermazione deve essere considerato che nelle zone urbane il valore medio riscontrato nell'ambito di tale progetto per tale parametro è risultato pari a $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cfr. grafico 19)

Se poi si considerano i periodi stagionali più critici dal punto di vista della qualità dell'aria, i dati monitorati mostrano come le concentrazioni invernali siano superiori al microgrammo per metro

cubo indicato dall'OMS per tutte le zone di prelievo. In particolare, nelle aree urbane il valore medio invernale è pari a 2,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 36

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	0,58	1,6	2,7	0,36
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,26	1,7	1,9	0,22
ZONE RURALI NATURALI	0,19	0,90	1,0	0,17

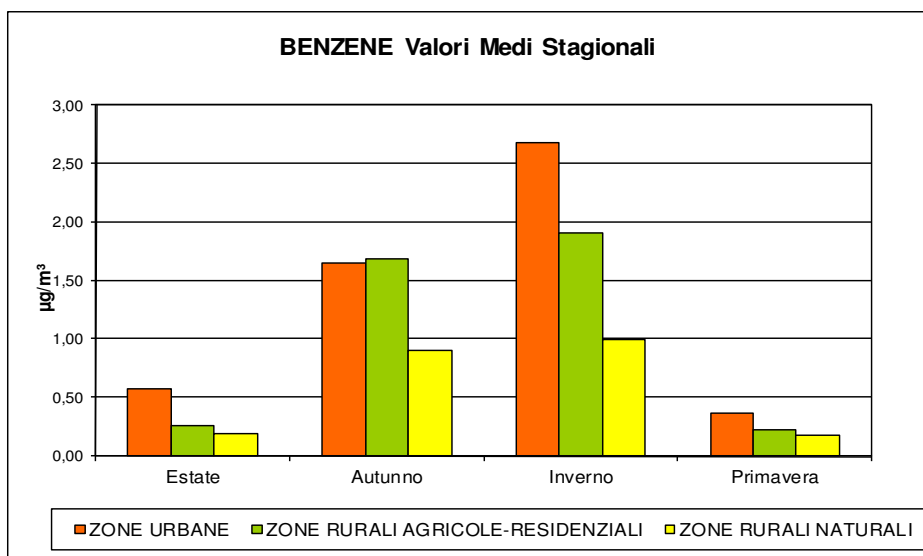


Grafico 27

Tabella 37

Valori Massimi Stagionali (2014/17)				
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	0,86	3,1	4,1	0,52
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,33	2,8	2,7	0,37
ZONE RURALI NATURALI	0,28	2,0	1,6	0,26

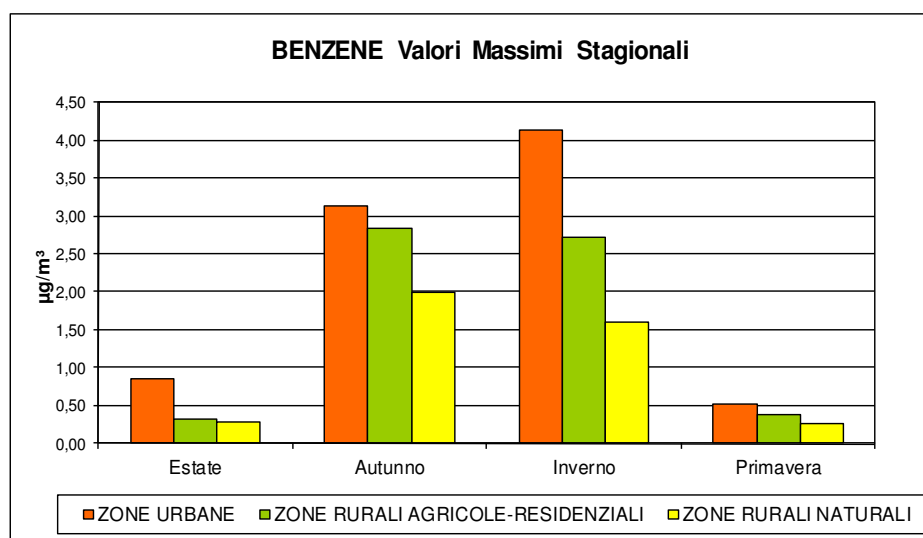


Grafico 28

Toluene

Per questo inquinante, studiato e monitorato da molti anni, gli esiti dei monitoraggi confermano una situazione già nota. Tra gli idrocarburi aromatici monitorati il toluene è quello presente in quantità maggiore rispetto alle altre SOV ricercate, soprattutto in prelievi effettuati in aree urbane. La tabella sottostante indica per tale parametro valori compresi tra $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $9,3\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore medio di $3,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le aree urbane. I dati di toluene rilevati nelle zone rurali sono decisamente inferiori (circa un terzo dei valori urbani).

Tabella 38

2014-2017			
Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	0,99	3,4	9,3
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	0,27	1,2	2,8
ZONE RURALI NATURALI	0,15	0,85	3,0

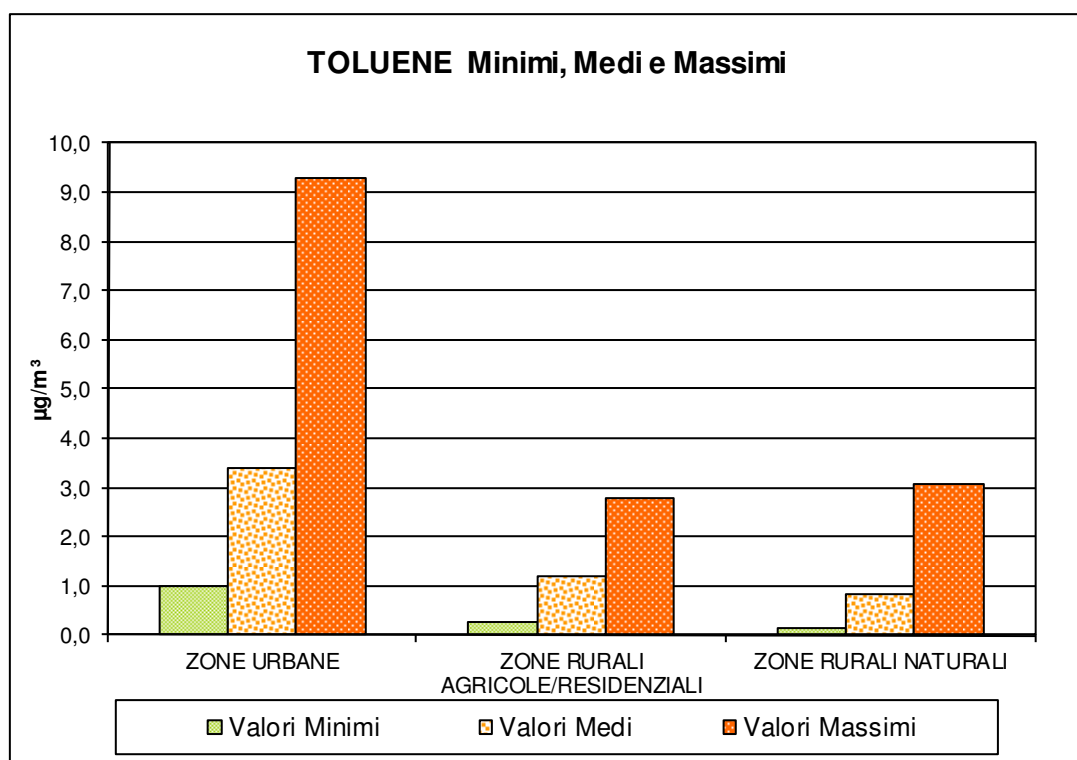


Grafico 29

Lo studio della variabilità stagionale del toluene ha evidenziato variazioni sensibili per le zone urbane, mentre per le aree rurali le differenze tra i periodi di misura sono meno rilevanti.

Tabelle 39

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	3,0	4,6	4,4	1,4
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,87	1,8	1,3	0,91
ZONE RURALI NATURALI	0,72	1,4	0,87	0,41

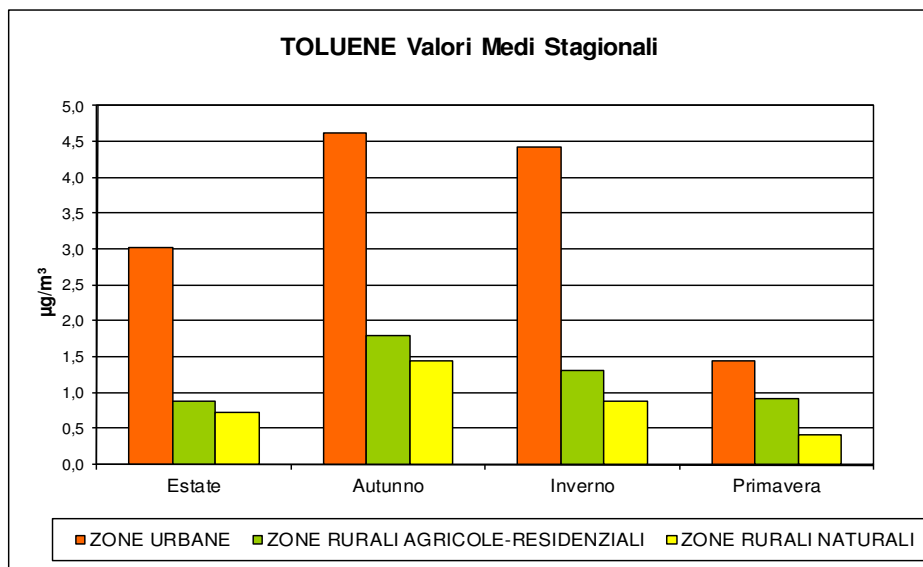


Grafico 30

Tabelle 40

Valori Massimi Stagionali (2014/17)				
Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	6,7	9,3	6,0	1,8
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	1,5	2,8	2,3	2,1
ZONE RURALI NATURALI	1,3	3,0	1,8	0,70

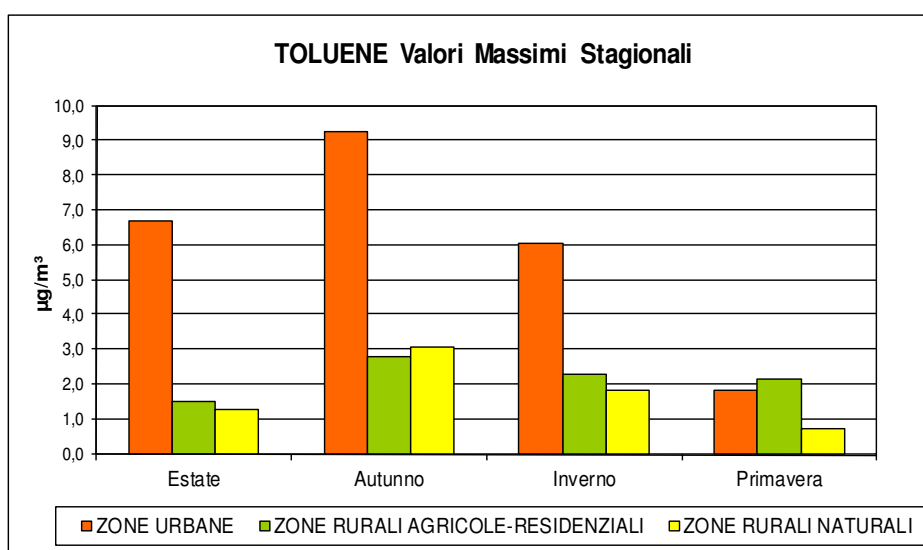


Grafico 31

Tetracloruro di carbonio

I dati di tetracloruro di carbonio indicano il carattere ubiquitario dell'inquinante all'interno del territorio della Regione Piemonte, senza rilevanti differenze di concentrazione tra zone diverse. Infatti, nelle stazioni di fondo i risultati sono confrontabili con quelli riscontrati nelle aree urbane. Si noti, anche, come non vi siano variazioni di tipo stagionale (tabella 42)

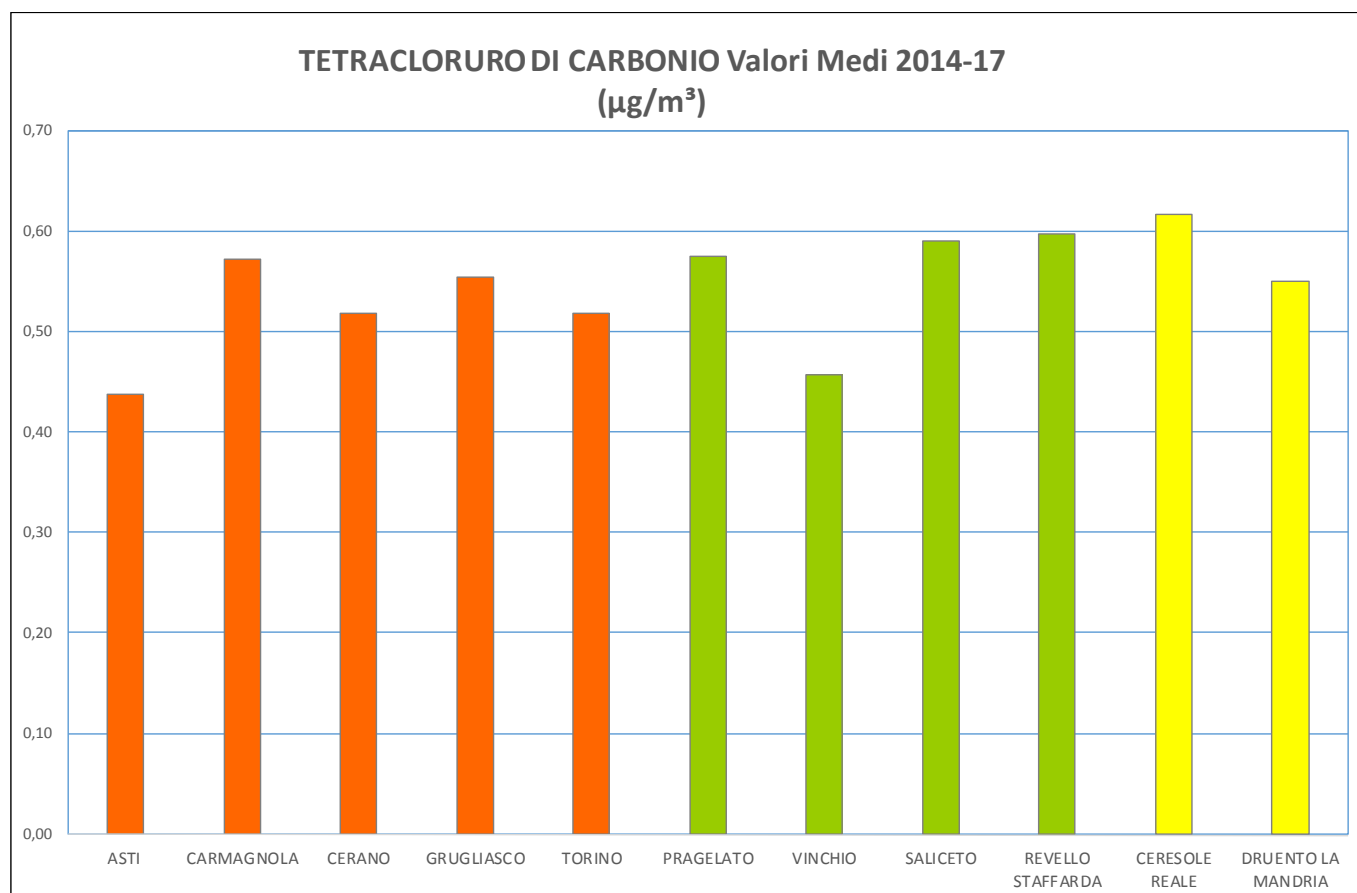


Grafico 32

Non fa parte degli obiettivi del presente progetto individuare quali eventuali meccanismi portino alla formazione di tetracloruro di carbonio nell'ambito di quel complesso di reazioni chimiche noto come "smog fotochimico", né determinare se questa formazione sia effettivamente possibile o se il tetracloruro di carbonio misurato sia unicamente dovuto alla persistenza in atmosfera delle emissioni industriali ed alla sua notevole stabilità in aria (45- 50 anni) [4], nonostante sia ormai sostanzialmente assente dalle lavorazioni industriali.

Tuttavia, tale sostanza è sempre risultata presente in tutti i campioni analizzati in concentrazioni sempre inferiori a 1 µg/m³, che variano da 0,33 µg/m³ a 0,91 µg/m³.

Si evidenzia, inoltre, che tale sostanza è classificata come sospetto cancerogeno dalla UE.

Tale parametro non è normalmente compreso tra quelli monitorati per la valutazione della qualità dell'aria, inoltre, si hanno a disposizione serie storiche limitate ed ormai datate. Si segnala,

che uno studio risalente al 1988 evidenziava la presenza di tetracloruro di carbonio nell'aria della città di Torino in concentrazioni oscillanti fra 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 1,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [5].

Da fonti bibliografiche dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) [6], studi condotti negli Stati Uniti negli anni '90 mostravano livelli medi di CCl_4 in aria ambiente di circa 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Gli stessi precisavano che nelle aree urbane ed industriali le concentrazioni erano comprese tra 2 e 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con valori massimi di circa 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 41

2014-2017			
Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	0,33	0,53	0,75
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	0,33	0,56	0,75
ZONE RURALI NATURALI	0,28	0,57	0,91

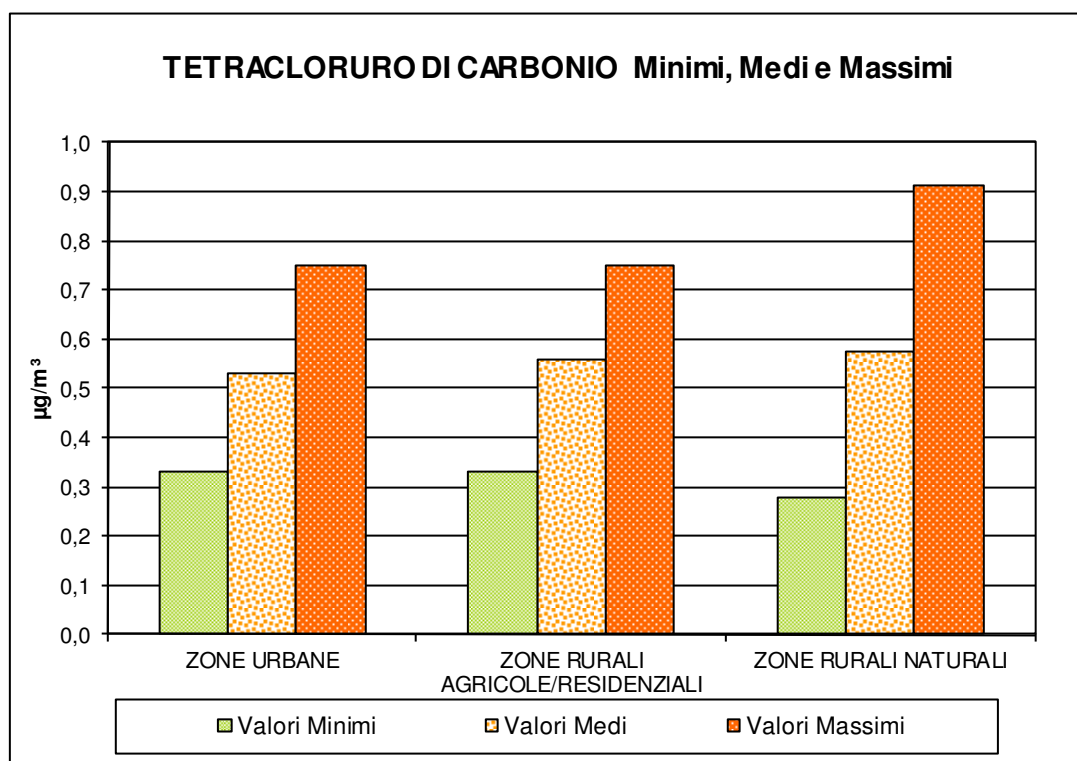


Grafico 33

Tabella 42

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	0,46	0,49	0,54	0,65
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,50	0,56	0,57	0,66
ZONE RURALI NATURALI	0,51	0,67	0,58	0,64

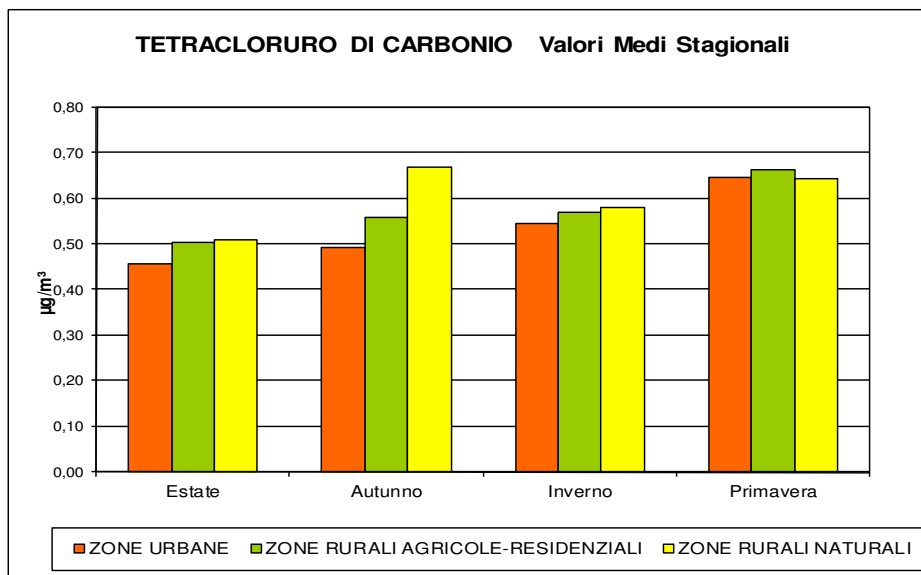


Grafico 34

Tabella 43

Valori Massimi Stagionali (2014/17)				
Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	0,56	0,58	0,75	0,70
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,57	0,62	0,75	0,74
ZONE RURALI NATURALI	0,56	0,91	0,72	0,68

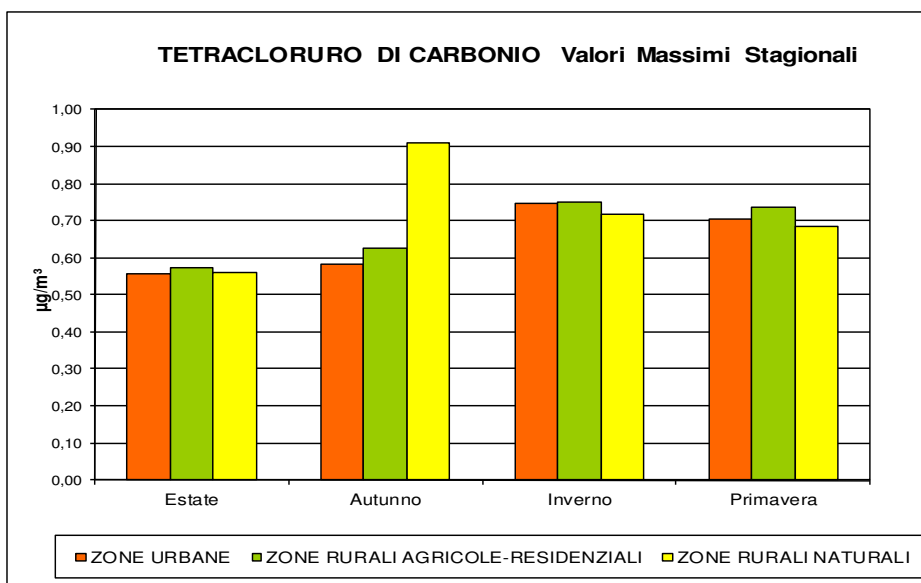


Grafico 35

Tetracloroetilene

I dati di tetracloroetilene mostrano come le concentrazioni più significative per tale inquinante siano per lo più relative alle aree urbane. Nel grafico sottostante si può notare come nelle zone rurali i valori medi siano prossimi al limite di rilevabilità strumentale, tranne che per la postazione di Druento La Mandria dove è pari a 0,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (si vedano anche le tabelle 7, 8 e 9), mentre per le postazioni di città si raggiungono picchi pari a 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tale sostanza può comunque essere considerata ubiquitaria perché dalle analisi di laboratorio risulta sempre presente, almeno in tracce.

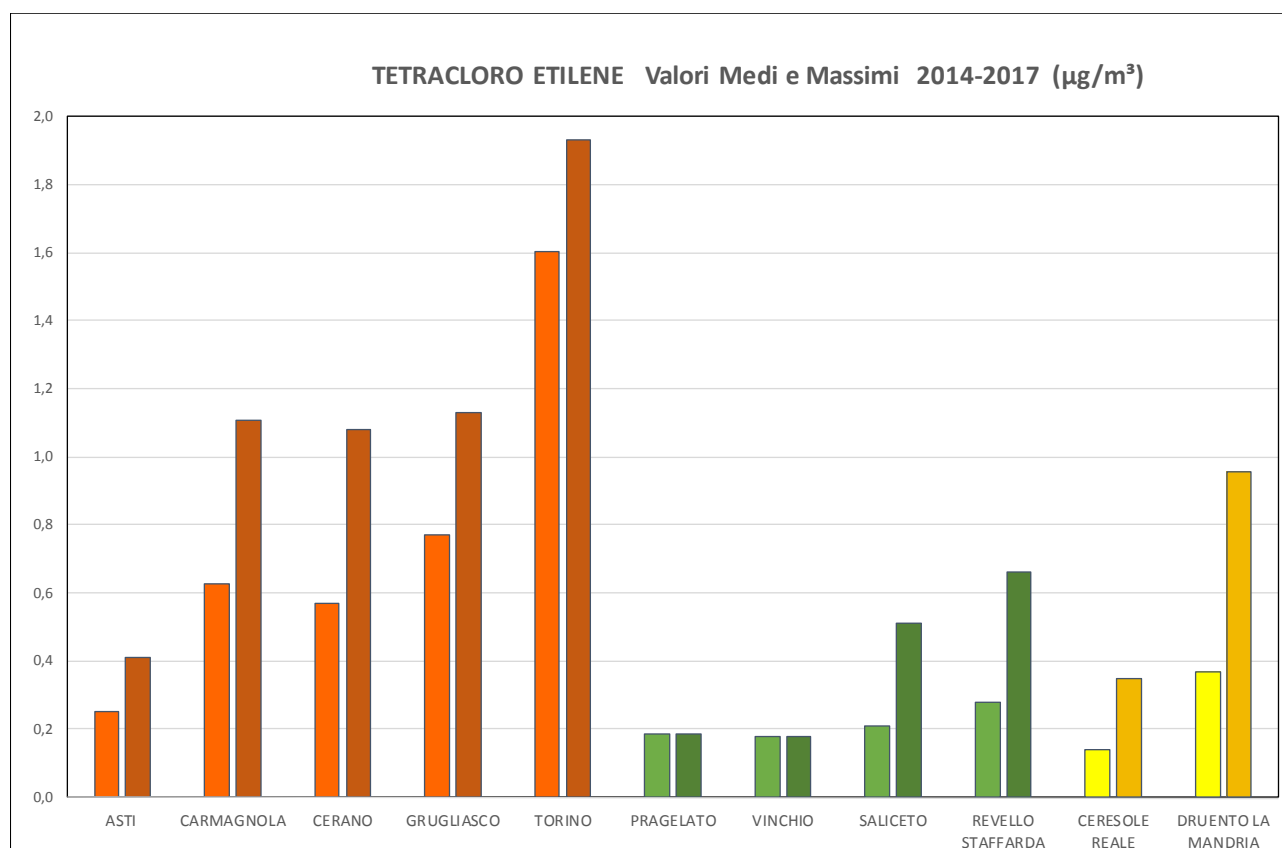


Grafico 36

Per tale inquinante, sinora ancora poco monitorato dal punto di vista della sua diffusione nell'aria ambiente, le Linee Guida Europee (OMS) per la qualità dell'aria, indicano per le zone urbane valori medi inferiori a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre per le aree rurali concentrazioni minori di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Analizzando le elaborazioni dei dati di tetracloroetilene in funzione del periodo di misura, non si notano differenze di natura stagionale nelle tre tipologie di zona di prelievo (cfr grafico 31).

Tabella 44

2014-2017			
Tetracloroetilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	<0,35	0,76	1,9
ZONE RURALI AGRICOLE/RESIDENZIALI	<0,17	0,21	0,66
ZONE RURALI NATURALI	<0,27	0,25	0,96

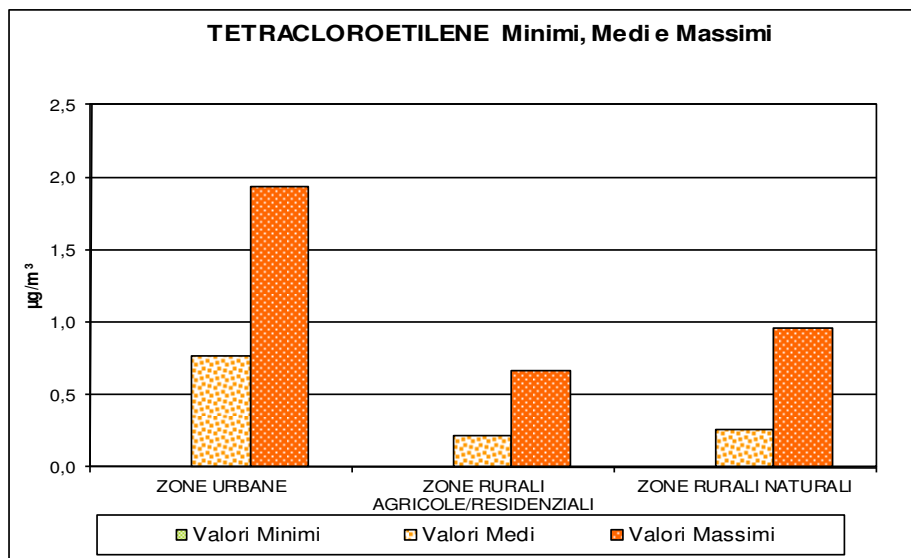


Grafico 37

Tabella 45

Valori Medi Stagionali (2014/17)				
Tetracloroetilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Estate	Autunno	Inverno	Primavera
ZONE URBANE	0,56	0,92	0,95	0,48
ZONE RURALI AGRICOLE-RESIDENZIALI	0,16	0,38	0,18	0,10
ZONE RURALI NATURALI	0,23	0,42	0,28	0,19

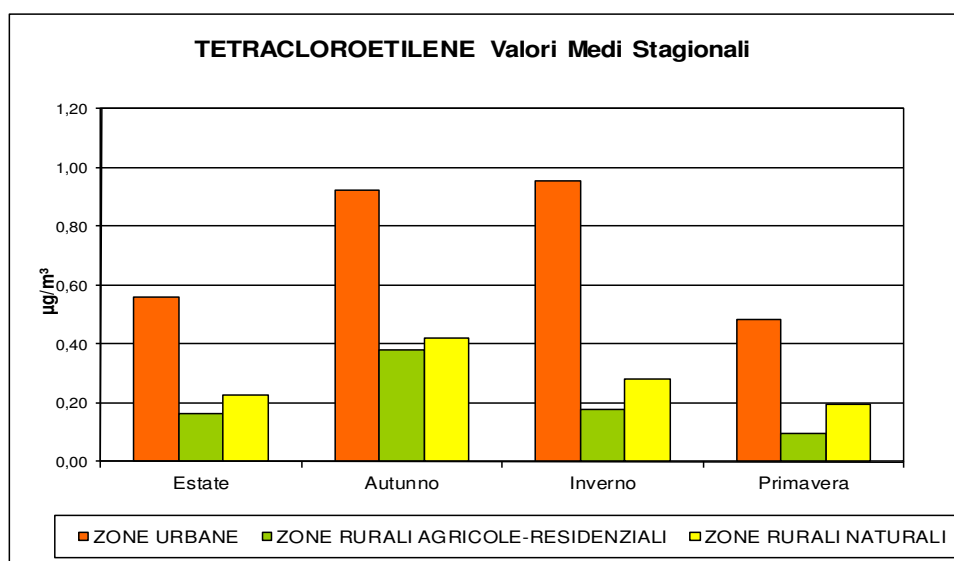


Grafico 38

6. CONCLUSIONI

Il progetto ha permesso di incrementare le informazioni e di ottenere un aggiornamento circa i livelli di concentrazione nell'aria ambiente di inquinanti che normalmente non vengono determinati nelle attività di controllo e monitoraggio della qualità dell'aria, valutandone la presenza nei differenti siti e stagioni.

Sono stati acquisiti importanti elementi, utili come termini di confronto nelle varie attività di controllo e studio dei possibili fattori di rischio.

Ad esempio, nella valutazione dell'esposizione ad agenti chimici in ambienti di lavoro è necessario disporre di informazioni circa le sostanze presenti in modo ubiquitario. In questo modo viene semplificata la valutazione del rischio occupazionale dove risultino presenti alcune delle sostanze monitorate in concentrazioni al di sotto dei limiti di soglia, ma significativamente superiori alle concentrazioni medie ambientali.

Anche per valutare i possibili apporti di emissioni industriali nell'ambiente esterno è necessario utilizzare dati simili a quelli illustrati nel presente lavoro per una valutazione più corretta delle pressioni ambientali.

Sulla base dei risultati conseguiti è apparso evidente il carattere ubiquitario di diversi inquinanti di natura antropica per i quali sinora si hanno serie limitate di dati di esposizione, nonostante l'elevata tossicità per la salute dell'uomo.

Nei tre punti di monitoraggio in cui sono stati eseguiti monitoraggi nel 2014-15 e nel 2016-17 la ripetizione delle misure ha mostrato una buona coerenza e sovrapposibilità dei dati.

In generale le concentrazioni rilevate sono state sempre inferiori ai livelli riscontrati in letteratura e indicati nelle Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria.

I prelievi finalizzati alla determinazione delle aldeidi hanno rilevato:

- per la formaldeide concentrazioni medie pari a:
 - 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane,
 - 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali agricole/residenziali,
 - 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali naturali;
- per l'acetaldeide le concentrazioni medie pari a:
 - 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane,
 - 0,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali agricole/residenziali,
 - 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali naturali;
- per la butilaldeide concentrazioni medie pari a:
 - 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane,
 - 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali agricole/residenziali,
 - 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali di pianura.

I monitoraggi delle SOV confermano quanto già ben noto: evidenziano nelle aree urbane una discreta presenza degli inquinanti tipici del traffico veicolare (benzene, toluene, xileni, etilbenzene), che risultano invece sostanzialmente assenti nelle stazioni naturali (si riscontrano unicamente basse concentrazioni di toluene).

In particolare, per il benzene i risultati ottenuti sono sempre inferiori al valore limite per la protezione della salute umana, fissato dalla normativa italiana a 5 µg/m³ come valore di media annuale, e si possono definire coerenti con gli andamenti delle concentrazioni europee, ovvero, con valori medi pari a:

- 1,3 µg/m³ per le zone urbane,
- 1,0 µg/m³ per le zone agricole/residenziali,
- 0,57 µg/m³ per le zone rurali naturali.

Il Rapporto sullo stato della Qualità dell’Aria in Europa 2013 dell’European Environment Agency (EEA) [7] indica per il benzene concentrazioni medie annuali inferiori alla soglia minima di valutazione, pari a 2µg/m³. Per tale inquinante i valori massimi misurati nel 2011 sono relativi a zone urbane ad intenso traffico veicolare. Tale fatto conferma come i carburanti ed in particolare la benzina siano tra le sorgenti principali di benzene. Da tale rapporto risulta inoltre evidente un trend decrescente per le concentrazioni medie di benzene per le aree antropizzate ad intenso traffico veicolare nel periodo compreso tra il 2002 e il 2007, dopodiché i valori di C₆H₆ sembrano stabilizzarsi. Per le zone rurali, invece, la diminuzione dei valori medi è stata meno marcata.

Le serie di dati prodotte da ARPA Piemonte dalla rete di monitoraggio regionale per la Qualità dell’aria confermano il trend decrescente per il benzene, come si può notare dalla figura 2 sottostante [8].

DATI Arpa Piemonte												
Benzene: media annuale per tipologia di stazione su scala regionale - anni 2007-2016												
Tipologia stazione			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
			µg/m³									
TIPO STAZIONE	FONDO	Massima	2,6	2,6	2,4	3,3	2,8	2,6	2,5	2,2	1,6	1,6
		Mediana	2,1	2,0	1,9	1,8	2,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,1
		Minima	1,1	1,7	1,2	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	1,0	0,8
	TRAFFICO	Massima	3,7	3,2	4,2	4,0	2,7	2,1	2,2	2,4	2,6	2,1
		Mediana	2,6	2,4	2,1	2,0	2,0	1,7	1,5	1,3	1,6	1,5
		Minima	2,0	1,6	1,6	1,5	1,7	1,3	0,9	0,8	1,1	0,8

Fonte: Arpa Piemonte
Valore limite annuale: 5 µg/m³

Note: Le aggregazioni dei dati sono state effettuate solo per tipologia di stazione in siti urbani in quanto non sono presenti punti di misura in zone rurali e quelli delle zone suburbane sono numericamente esigui.

Figura 2

I dati ottenuti, inoltre, hanno confermato il carattere ubiquitario delle sostanze alogenate ricercate, quali: tetracloruro di carbonio, tetracloro etilene, ma anche diclorometano, seppure a basse concentrazioni.

A conclusione di tale esperienza, immaginando sviluppi futuri nell'ambito dei controlli ambientali condotti da ARPA Piemonte, si ritiene che sarebbe interessante approfondire l'aspetto legato ai livelli di concentrazione degli idrocarburi alogenati indagati in tale progetto. Ad esempio, con le medesime modalità seguite e con la collaborazione dei colleghi del Dipartimento di Torino, si potrebbero realizzare ulteriori prelievi presso i punti di monitoraggio di

- Druento La Mandria (rurale pianura),
- Ceresole Reale (rurale montagna),
- Carmagnola (urbana);

valutando l'eventuale esecuzione di alcuni campionamenti in indoor, al fine di valutare l'esposizione ambienti di vita.

7. BIBLIOGRAFIA

- ¹ U.S. Environmental Protection Agency. Health Assessment Document for Acetaldehyde - EPA/600/8-86-015A. Environmental Criteria and Assessment Office, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, Research Triangle Park, NC. 1987.
- ² IARC MONOGRAPHS V. 71 (1985) <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol71/mono71-11.pdf>
- ³ Air Quality Guidelines for Europe – Second Edition – World Health Organization Regional Publications, European Series, N. 91 del 2000
- ⁴ CARBONIO TETRACLORURO, Environmental Health Criteria WHO Geneva 1999
- ⁵ Gilli G, Scursatone E, Bono R, Natale P, & Grosa M (1990) An overview of atmospheric pollution in Italy before the use of new gasoline. *Sci Total Environ*, 93: 51-56.
- ⁶ CARBONIO TETRACLORURO, Environmental Health Criteria WHO Geneva 1999
- ⁷ Air Quality in Europe – Report n°9/2013 European Environmental Agency
- ⁸ https://www.arpa.piemonte.it/reporting/indicatori-on_line/componenti-ambientali/aria_benzene-media-annua-1