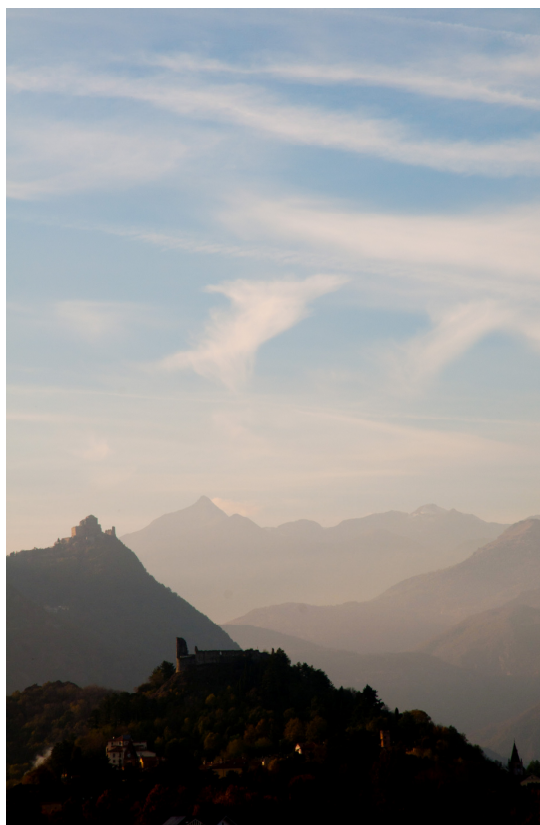


Struttura Complessa Rischio Industriale ed Energia
Struttura Semplice Rischio Industriale ed Igiene Industriale

PROGETTO

Monitoraggio outdoor di aldeidi e altre sostanze organiche volatili



Redazione	I Tecnici Paolo Fornetti Cristina Bertello	Data: <i>23.12.2015</i>	Firma: <i>Paolo Fornetti</i> <i>Cristina Bertello</i>
Approvazione	Il Responsabile SS Rischio Industriale e Igiene Industriale Marco Fontana	Data: <i>28.11.15</i>	Firma 

1. PREMESSA

La struttura di rischio industriale e igiene industriale dell'Arpa Piemonte opera da molti anni nel campo della determinazione di inquinanti chimici aerodispersi in ambienti di lavoro. Lo scopo di tali monitoraggi è principalmente quello di valutare l'esposizione dei lavoratori a sostanze che possono essere pericolose per i loro effetti sulla salute, verificando l'esistenza o meno di sufficienti condizioni di protezione dei lavoratori.

Tale attività viene di norma svolta su richiesta dei servizi S.Pre.S.A.L delle A.S.L. piemontesi.

Talvolta nello svolgimento delle attività di controllo vi sono difficoltà nella valutazione dei risultati analitici, a causa della presenza di inquinanti che sono a tutti gli effetti considerati ubiquitari: la loro presenza in atmosfera è infatti accertata in tutti gli ambienti di vita e di lavoro, e la valutazione dell'apporto dovuto alle fonti locali di inquinanti risulta di difficile valutazione.

La causa della presenza ambientale è dovuta alla molteplicità di sorgenti che possono generare inquinanti aerodispersi, tipo le emissioni dei processi industriali oppure per via di altre attività antropiche slegate dalla produzione. Ad esempio, alcuni idrocarburi aromatici o la formaldeide sono composti presenti in molte lavorazioni industriali, ma allo stesso tempo originati dai processi di combustione dei motori degli autoveicoli e dagli impianti di riscaldamento.

Altri inquinanti possono essere di origine tipicamente industriale, ma la loro presenza all'interno di prodotti di uso comune li rende diffusi nell'atmosfera in concentrazioni rilevabili, seppur basse. In altri casi, la persistenza nell'ambiente anche molti anni dopo la loro introduzione nell'atmosfera li rende tuttora presenti nonostante una sostanziale dismissione dei cicli di lavorazione industriale: è il caso ad esempio del tetracloruro di carbonio.

Scopo del progetto è, quindi, quello di valutare la presenza nell'ambiente esterno di alcuni inquinanti che possono essere considerati ubiquitari e che comunemente si ritrovano nei processi industriali, al fine di acquisire informazioni importanti sulla loro diffusione nel territorio regionale, sia in funzione di studi di impatto ambientale, sia per un confronto tra le concentrazioni outdoor e indoor.

Sono stati, quindi, monitorati i seguenti parametri: aldeidi, idrocarburi aromatici, tetracloruro di carbonio e alcuni solventi alogenati. L'attenzione si è concentrata su tali categorie di sostanze a causa 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.

Le misure sono state eseguite in quattro stagioni diverse, al fine di valutare eventuali differenze di concentrazione legate alla stagionalità. Nel corso dell'anno 2014 è stato eseguito un primo monitoraggio estivo all'inizio del mese di settembre, ed un monitoraggio autunnale nel mese di novembre. Nel 2015 è stato effettuato un prelievo in febbraio ed uno nel mese di maggio.

I dettagli del progetto sono stati messi a punto a suo tempo a seguito di un confronto con la Struttura 05.03 Qualità dell'aria di ARPA Piemonte. Ai prelievi hanno collaborato attivamente i

tecnici delle strutture Produzione dei Dipartimenti ARPA di Torino, Novara e Asti, cui vanno i nostri ringraziamenti per la loro disponibilità.

2. CARATTERISTICHE DELLE SOSTANZE RICERCATE

Aldeidi

L'elenco delle aldeidi che sono state monitorate è riportato nella tabella 1, nella quale sono indicate le classificazioni ai sensi delle normative europee sulle sostanze e miscele pericolose.

La formaldeide è presente in una grande varietà di processi produttivi: è possibile riscontrarne la presenza nell'industria metalmeccanica, nella lavorazione delle materie plastiche, nei processi di fusione e trasformazione dei metalli, nell'industria del legno e in molti altri comparti.

Il suo utilizzo può avvenire sia come materia prima, sia come additivo all'interno di altri prodotti, anche grazie alle sue caratteristiche battericide.

Particolarmente importante è il suo utilizzo nel settore dei laminati plastici, dove viene utilizzata come monomero costituente di resine termoindurenti, che trovano numerose applicazioni sia per la produzione di oggetti di uso comune, sia come componenti per altre lavorazioni. Le medesime resine sono utilizzate per la produzione di pannelli conglomerati in legno. Tali lavorazioni, sebbene fortemente ridimensionate negli ultimi anni, hanno rivestito in passato una certa importanza fra le attività produttive regionali.

Fra gli utilizzi come additivo, si evidenzia in particolare la diffusa presenza di formaldeide all'interno dei fluidi lubrorefrigeranti impiegati nell'industria metalmeccanica, oggetto di un progetto ad hoc da parte della Struttura di Igiene Industriale svoltosi nel 2014.

Tabella 1: classificazioni aldeidi ricercate.

CLASSIFICAZIONE REGOLAMENTO CE 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 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.
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.
Butilaldeide	123-72-8	Flam. Liq. 2	H225: Liquido e vapori facilmente infiammabili.
Isovaleraldeide	590-86-3		NON CLASSIFICATO
Valeraldeide	110-62-3		NON CLASSIFICATO

Le aldeidi superiori si ritrovano anch'esse in numerosi cicli produttivi, spesso in associazione con la formaldeide. La conoscenza dei loro effetti tossicologici è meno approfondita e spesso la loro presenza viene considerata di secondaria importanza. All'interno di un ambiente industriale può essere accettata una minore attenzione specifica verso questi inquinanti, dal momento che ogni intervento di prevenzione in genere riduce l'esposizione a molti inquinanti (come accade ad esempio nel caso degli impianti di aspirazione). La loro presenza negli ambienti di vita richiede, invece, un'attenzione dedicata, che si focalizzi sulle concentrazioni di ogni singola aldeide e sui suoi possibili effetti dell'esposizione a lungo termine per la popolazione generale.

Nella valutazione dell'impatto odorigeno delle aziende verso le zone circostanti, le aldeidi sono spesso un parametro da tenere in considerazione. Generalmente si tratta, infatti, di composti dotati di odore caratteristico, percepibile anche a concentrazioni relativamente contenute; la loro presenza nelle emissioni diffuse può dare un contributo alle percezioni odorigene della popolazione residente.

Solventi clorurati

Le sostanze organoclorurate rappresentano tuttora un'importante categoria fra gli agenti chimici presenti nei cicli produttivi.

L'industria meccanica in passato ha fatto largo uso di solventi clorurati come agenti sgrassanti, grazie all'elevato potere solvente e alla relativa semplicità operativa delle macchine. La bassa temperatura di ebollizione, l'assenza di vapori infiammabili e la facilità di purificazione del prodotto hanno consentito una loro elevata diffusione.

È diffuso anche il loro utilizzo come materia prima o come additivo all'interno di processi chimici di varia natura, ed è ancora possibile trovarne presenza nei solventi per verniciatura (sebbene in percentuali basse rispetto al contenuto totale di solvente). Non va, inoltre, sottovalutato l'ampio uso nella pulitura a secco dei tessuti, sia nell'industria che nei piccoli esercizi commerciali.

Sebbene da molti anni vi siano convenzioni internazionali che limitano l'utilizzo di alcuni solventi clorurati, la stabilità chimica di questi composti comporta una presenza in atmosfera di lunga durata. Ad esempio, le prime convenzioni internazionali sulla messa al bando del tetracloruro di carbonio risalgono ai primi anni 2000 e attualmente il suo utilizzo nei cicli produttivi è estremamente limitato. Tuttavia, è ipotizzato che la sua persistenza in atmosfera possa raggiungere periodi della durata di diversi anni (stimata fra 25 e 100 anni [1]).

Anche le sostanze clorurate sono generalmente fra quelle che danno importanti contributi alle emissioni odorigene dei siti industriali. Nella valutazione degli impatti olfattivi dei siti produttivi occorre quindi tenere in considerazione la possibilità che vengano impiegati solventi clorurati all'interno del ciclo produttivo, o quanto meno che possono essere presenti come impurezze di altre sostanze.

Tabella 2: classificazioni sostanze organiche volatili ricercate.

CLASSIFICAZIONE REGOLAMENTO CE N. 1272/2008 (CLP)			
SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI	CAS	CLASSE E CATEGORIA DI PERICOLO	INDICAZIONE 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 <indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione> 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

Idrocarburi aromatici

La presenza in atmosfera di benzene, toluene, xilene ed etilbenzene è ampiamente studiata e valutata con le comuni stazioni di misura della qualità dell'aria. Tuttavia, si è ritenuto opportuno valutare ulteriormente la presenza di tali sostanze in zone dove normalmente non vengono misurate, sia per la relativa semplicità di campionamento e analisi, sia per aggiornare l'andamento delle loro concentrazioni.

Con l'eccezione del benzene, da tempo oggetto di specifiche normative in materia di igiene industriale che ne hanno portato ad una drastica limitazione dell'utilizzo, i solventi aromatici trovano tuttora ampio uso in numerosi settori produttivi: dalla verniciatura alla produzione di manufatti in plastica di vario tipo, dai processi di pulitura fino all'industria chimica, quasi tutti i settori produttivi possono richiedere l'impiego di solventi organici.

Non rientra certamente fra gli scopi del presente progetto la quantificazione dell'emissione di solventi organici in atmosfera da parte dei siti industriali rispetto a quella dovuta al traffico veicolare e ad altre attività antropiche; si è ritenuto comunque importante valutare il "fondo ambientale" di composti aromatici volatili per aggiungere ulteriori dati ai numerosi già disponibili relativamente alle loro concentrazioni.

3. TECNICHE DI MONITORAGGIO

Per il monitoraggio delle aldeidi e dei composti organici volatili è stato scelto il metodo che prevede il campionamento con sistemi passivi.

Il campionatore passivo non richiede alcun sistema di aspirazione, ma avviene attraverso la diffusione delle molecole che permeano la membrana installata all'interno del corpo diffusivo, Una specifica cartuccia provvede all'adsorbimento degli inquinanti che sono successivamente sottoposti ad analisi chimica per la quantificazione.

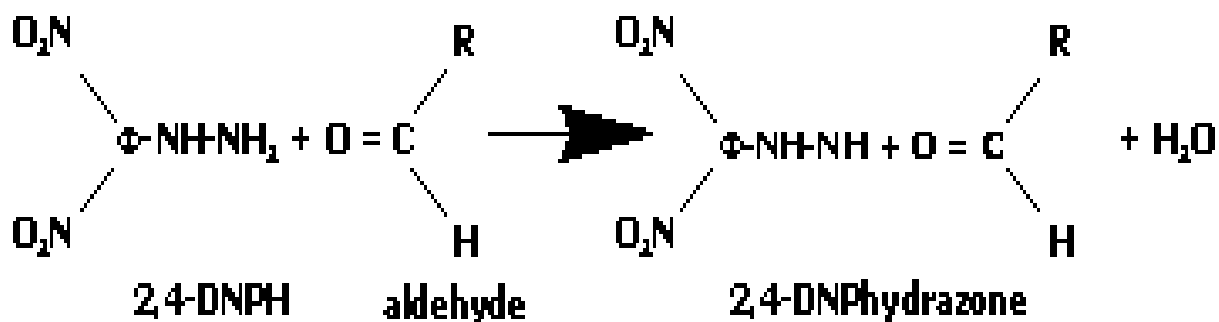
Sono evidenti i vantaggi dell'utilizzo di campionatori passivi per il monitoraggio in periodi di lunga durata (nel caso specifico i prelievi hanno avuto la durata di una settimana): la totale assenza di apparecchiature di campionamento dotate di alimentazione elettrica, la possibilità di eseguire campioni senza necessità di presidio da parte di un operatore, la facile esecuzione dei monitoraggi. Per contro, il campionatore passivo permette il monitoraggio solo di alcune sostanze, non essendo disponibili molte metodiche analitiche. Le aldeidi e le sostanze organiche oggetto del presente progetto sono però fra quelle che è possibile analizzare con l'utilizzo di questa tecnica.

Per queste ragioni si è quindi optato per l'esecuzione di campagne tramite l'uso di campionatori passivi, in alcuni siti della regione Piemonte individuati con i criteri che saranno precisati in seguito.

Metodica di prelievo e analisi Aldeidi

- Corpo diffusivo blu codice 120-1
- Piastra di supporto codice 121
- Adattatore verticale codice 122 (opzionale)
- Cartuccia chemiadsorbente codice 165

Principio di funzionamento: la cartuccia codice 165 è in rete di acciaio inossidabile 100 mesh riempita di Florisil® rivestito di 2,4-dinitrofenilidrazina (2,4-DNPH). Le aldeidi reagiscono con la 2,4-DNPH per dare il corrispondente 2,4-dinitrofenilidrazone



I 2,4-dinitrofenilidrazoni sono estratti con acetonitrile e sono analizzati mediante HPLC in fase inversa con rivelatore UV.

Metodica di prelievo e analisi Sostanze Organiche Volatili

- Corpo diffusivo blu codice 120-1
- Piastra di supporto codice 121
- Adattatore verticale codice 122 (opzionale)
- Cartuccia chemiadsorbente codice 130

Principio di funzionamento: La cartuccia codice 130 è un tubo da 5,8 mm di diametro 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, sono recuperati con solfuro di carbonio e sono analizzati in GC/MS.

4. CARATTERISTICHE DEI SITI

Per l'esecuzione dei monitoraggi sono stati individuati nove punti di prelievo, secondo le indicazioni fornite dalla struttura Sistemi Previsionali; in sette di questi sono installate stazioni fisse per il monitoraggio della qualità dell'aria gestite da Arpa Piemonte. I siti individuati sono:

1. Ceresole Reale;
2. Vinchio;
3. La Mandria;
4. Torino, via Rubino;
5. Asti, via Salvo d'Acquisto;
6. Cerano.
7. Carmagnola
8. Grugliasco
9. Prigelato

Gli stessi sono evidenziati nella cartina nella pagina seguente (figura 1).

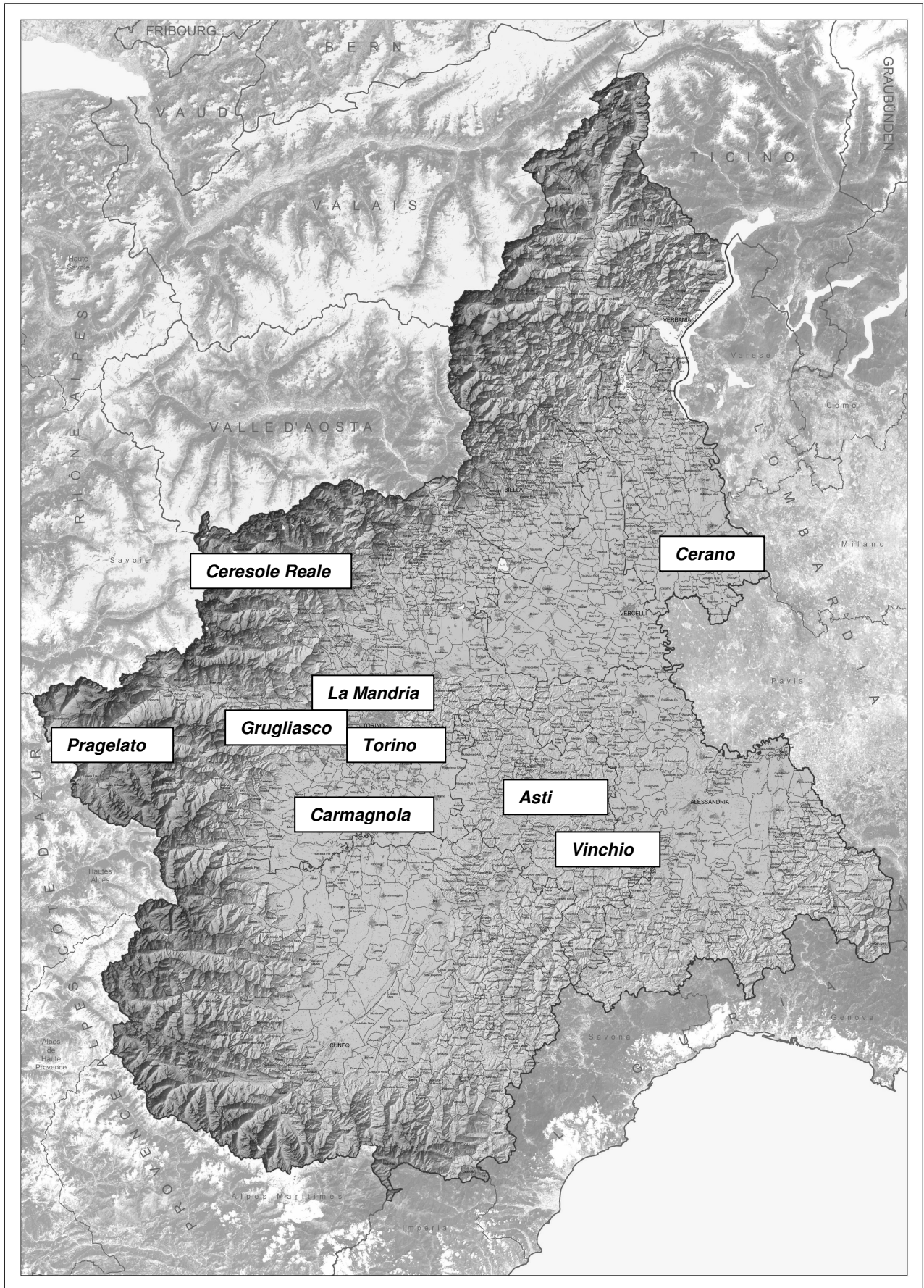
La tabella 3) allegata fornisce maggiore dettaglio in merito alla georeferenziazione dei punti di monitoraggio. Non sono elencati i punti di Grugliasco (situato presso la sede ARPA) e di Prigelato (situato in una abitazione privata in frazione Soucheres Basses).

La scelta delle postazioni di prelievo non ha tenuto conto di una distribuzione omogenea sul territorio regionale: diverse province, infatti, sono state escluse dal monitoraggio. Tuttavia, i siti individuati possono rappresentare differenti situazioni di inquinamento atmosferico:

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

Si ritiene che la scelta di queste postazioni sia in linea con gli obiettivi definiti dal progetto di monitoraggio di inquinanti outdoor. Nell'ipotesi di proseguire tale esperienza nel 2016, è previsto di effettuare monitoraggi in due ulteriori postazioni, una situata nella zona Nord ed una a Sud del Piemonte.

Figura 1



IDGEO NEW	ZONA UE	STAZIONE	LOCALITA'	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE	CARATTERISTICHE ZONA	NAZIONALE	UTM EST	UTM NORD	LATITUD INE	LONGIT UDINE	QUOTA
166	IT0110	Asti - D'Acquisto	via Salvo D'Acquisto, 18 - Asti (AT)	Urbana	Background	Residenziale	SI	437279	4973141	449.089	82.055	149
247	IT0111	Vinchio - San Michele	via San Michele c/o cimitero VINCHIO (AT)	Rurale	Background	Agricola	SI	445461	4961855	448.081	83.102	250
144	IT0106	Cerano - Bagno	via Bagno, 10 c/o campo sportivo - Cerano (NO)	Suburbana	Background	Residenziale	SI	483279	5028490	454.098	87.863	124
	IT0101	Carmagnola - I Maggio	Piazza I Maggio - Carmagnola (TO)	Urbana	Traffico	Residenziale/Commerciale	NO	398375	4966819	448.475	77.149	240
248	IT0102	Ceresole Reale - Diga	Ceresole Reale (TO)	Rurale	Background	Naturale	SI	362750	5032242	454.301	72.453	1620
131	IT0101	Druento - La Mandria	parco La Mandria c/o cascina Peppinella - Druento (TO)	Rurale	Background	Naturale	SI	388869	5003485	451.758	75.802	335
226	IT0103	Torino - Rubino	via Edoardo Rubino c/o giardini Rubino - Torino (TO)	Urbana	Background	Residenziale	SI	391781	4988521	450.421	78.259	257

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

5. ELABORAZIONE DEI RISULTATI

I risultati delle quattro campagne di prelievo sono espressi in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e sono stati così elaborati:

- suddivisione per tipologia della zona di prelievo: **zone urbane** e **zone rurali**,
- suddivisione per ogni **postazione di prelievo**,
- suddivisione per **parametro misurato**

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

Nella tabella 4 sono riportati i valori di tutte le aldeidi rilevate nelle zone urbane.

Nella tabella 5 sono riportati i valori di tutte le aldeidi rilevate nelle zone rurali.

Nella tabella 6 sono riportati i risultati per le Sostanze Organiche Volatili nelle zone urbane.

Nella tabella 7 sono riportati i risultati per le Sostanze Organiche Volatili nelle zone rurali.

Per ognuno di questi raggruppamenti sono stati calcolati i valori minimo, medio e massimo dell'insieme complessivo dei dati. Inoltre, sono stati riportati dati meteorologici relativi ai periodi di monitoraggio, ovvero le temperature medie e i millimetri di pioggia caduti (come sommatoria relativa al periodo di monitoraggio).

Dalla tabella 8 alla tabella 25, sempre in allegato, sono riportati i risultati analitici di tutti i parametri rilevati nelle singole postazioni di prelievo.

Per gli analiti più significativi (formaldeide, acetaldeide, butilaldeide, benzene, toluene, tetracloroetilene e tetracloruro di carbonio) sono state effettuate ulteriori elaborazioni al fine di calcolare i **valori minimi**, i **valori medi**, i **valori massimi** e **gli andamenti stagionali**. I dati sono stati suddivisi in zone urbane, zone rurali montane, zone rurali di pianura. In fase di elaborazione laddove risultano dei valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, è stato considerato per

convenzione un valore pari alla metà dello stesso, ad esempio nel caso di $< 0.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è considerato $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Infine, è bene tenere conto che i valori rilevati in zone urbane sono più numerosi e, quindi, consentono sicuramente un'elaborazione di maggiore dettaglio.

ALDEIDI

I prelievi finalizzati alla ricerca di aldeidi hanno previsto la quantificazione di formaldeide, acetaldeide, propionaldeide, butilaldeide, isovaleraldeide, valeraldeide. Considerando i risultati ottenuti si è deciso di procedere all'elaborazione dei valori di formaldeide, acetaldeide e butilaldeide.

Nella tabella 26 sono presentati i valori minimi, medi e massimi relativi al complesso dei dati misurati nelle singole postazioni di prelievo. La stazione di Carmagnola ha registrato i valori massimi sia per la formaldeide che per l'acetaldeide. Il valore più alto di butilaldeide è stato rilevato a Torino.

Tabella 26

(µg/m³)	VALORI MINIMI			VALORI MEDI			VALORI MASSIMI		
	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide
ASTI	1,0	1,0	0,22	1,6	1,4	0,92	1,9	2,0	1,3
CARMAGNOLA	1,6	0,91	0,73	2,2	2,1	1,8	2,9	3,9	2,5
CERANO	1,1	< 0,02	0,23	1,8	1,0	1,3	2,6	2,4	1,9
GRUGLIASCO	1,2	< 0,02	1,1	1,8	0,98	2,1	2,4	2,0	3,1
TORINO	1,5	< 0,02	1,0	2,0	1,4	1,9	2,5	2,3	3,4
CERESOLE REALE	0,75	<0,02	0,34	1,0	0,59	0,95	1,3	0,88	1,4
PRAGELATO	0,93	< 0,03	0,26	1,7	0,99	1,6	1,6	1,5	1,4
VINCHIO	0,63	< 0,02	0,46	1,5	1,0	0,93	2,4	1,4	1,8
DRUENTO LA MANDRIA	0,54	< 0,02	0,44	1,2	0,83	1,2	1,8	1,7	2,1

Per procedere alle elaborazioni dei singoli parametri i dati delle varie postazioni di prelievo sono stati raggruppati in zone urbane, zone rurali montane e zone rurali di pianura. Nella tabella 27 sono riportati i **valori minimi**, i **valori medi** e i **valori massimi** per ogni zona di prelievo.

Tabella 27

(µg/m³)	VALORI MINIMI			VALORI MEDI			VALORI MASSIMI		
	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide	Formaldeide	Acetaldeide	Butilaldeide
ZONE URBANE	1,0	< 0,02	0,22	1,9	1,4	1,6	2,9	3,9	3,4
ZONE RURALI MONTANE	0,75	< 0,03	0,26	1,3	0,79	1,3	1,6	1,5	1,4
ZONE RURALI PIANURA	0,54	< 0,02	0,44	1,3	0,94	1,1	2,4	1,7	2,1

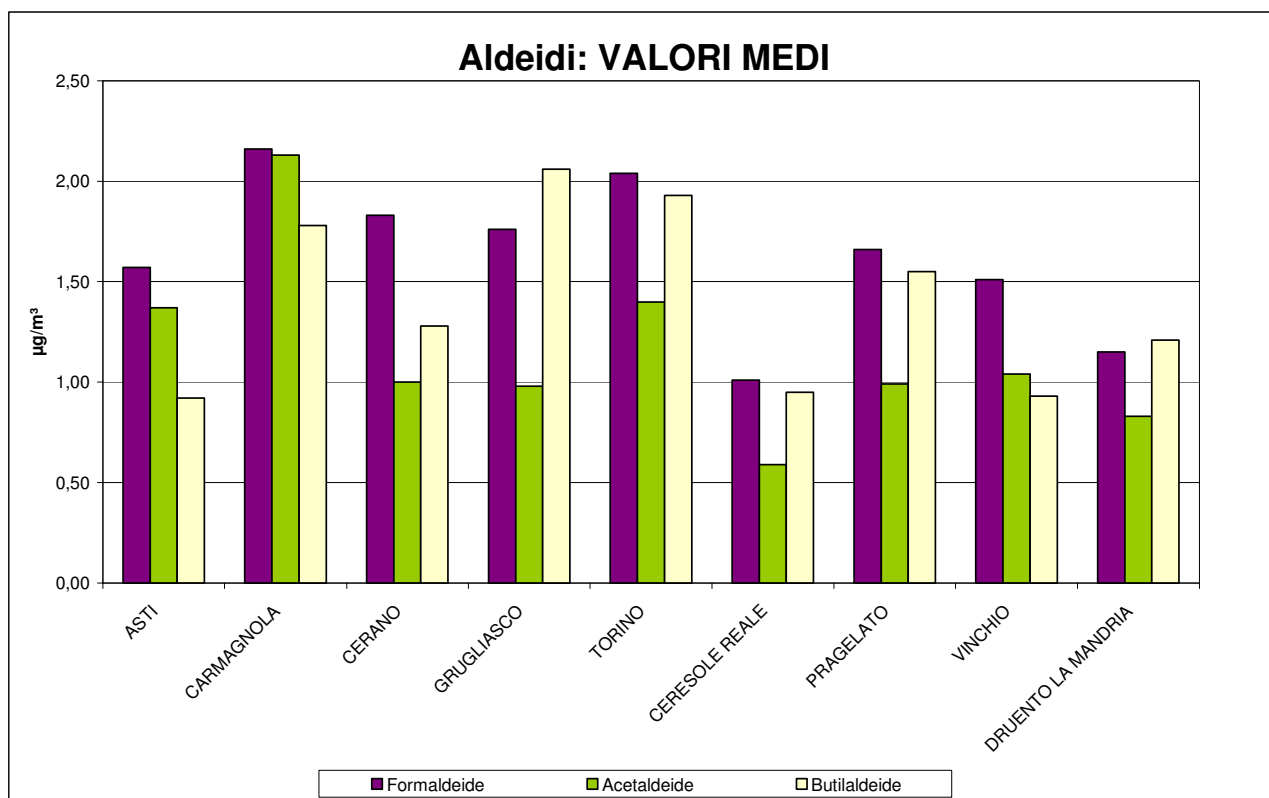


Grafico 1

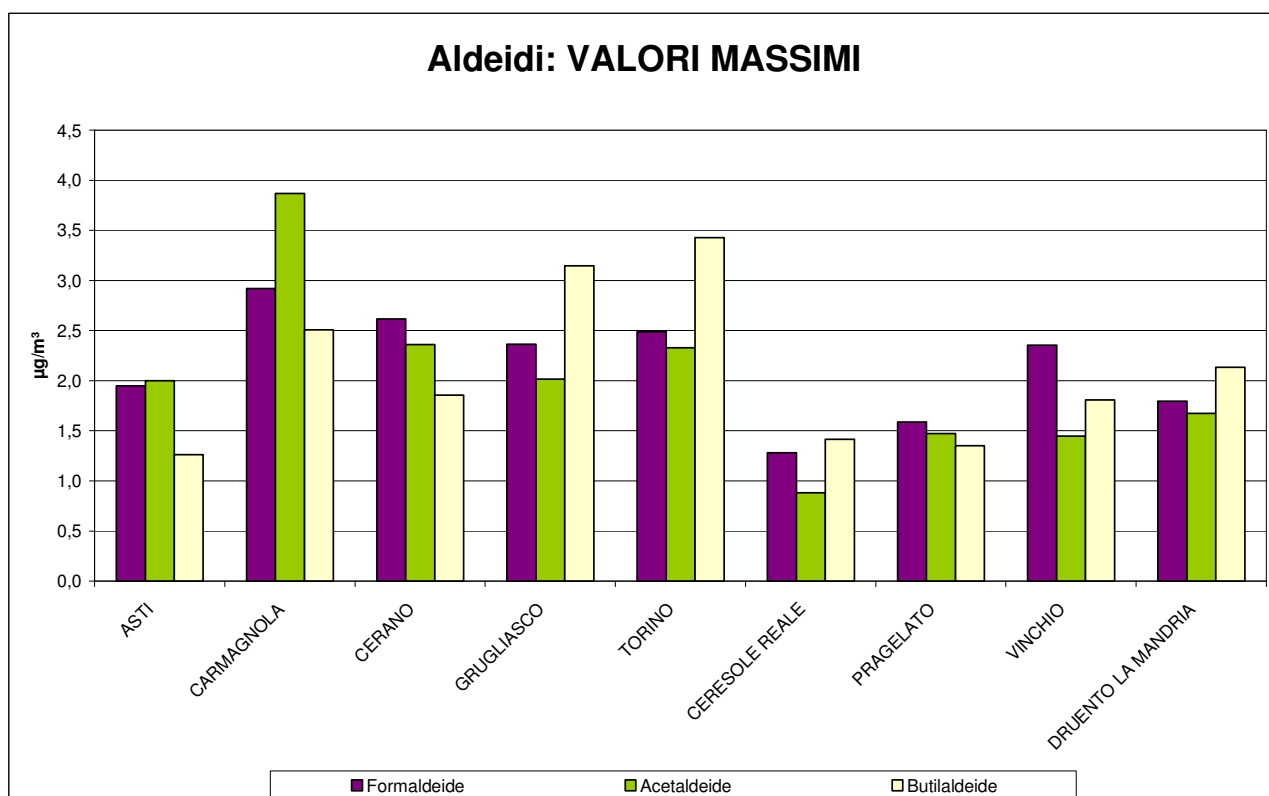


Grafico 2

Come si può notare dalle elaborazioni grafiche dei dati di aldeidi non vi sono variazioni rilevanti di concentrazione e la loro diffusione pare territorialmente omogenea.

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

Formaldeide

In tutti i campioni eseguiti per la ricerca delle aldeidi la formaldeide è sempre stata presente; l'elaborazione dei dati ha evidenziato che presso le zone urbane i valori vanno da un minimo di 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ad un massimo di 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media pari a 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori delle zone rurali montane mostrano minimi leggermente maggiori rispetto a quelli misurati in zone rurali di pianura; mentre valori medi delle zone rurali montane sono equivalenti a quelli rurali di pianura.

Tabella 28

Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VALORI MINIMI	VALORI MEDI	VALORI MASSIMI
ZONE URBANE	1,0	1,9	2,9
ZONE RURALI MONTANE	0,75	1,3	1,6
ZONE RURALI PIANURA	0,54	1,3	2,4

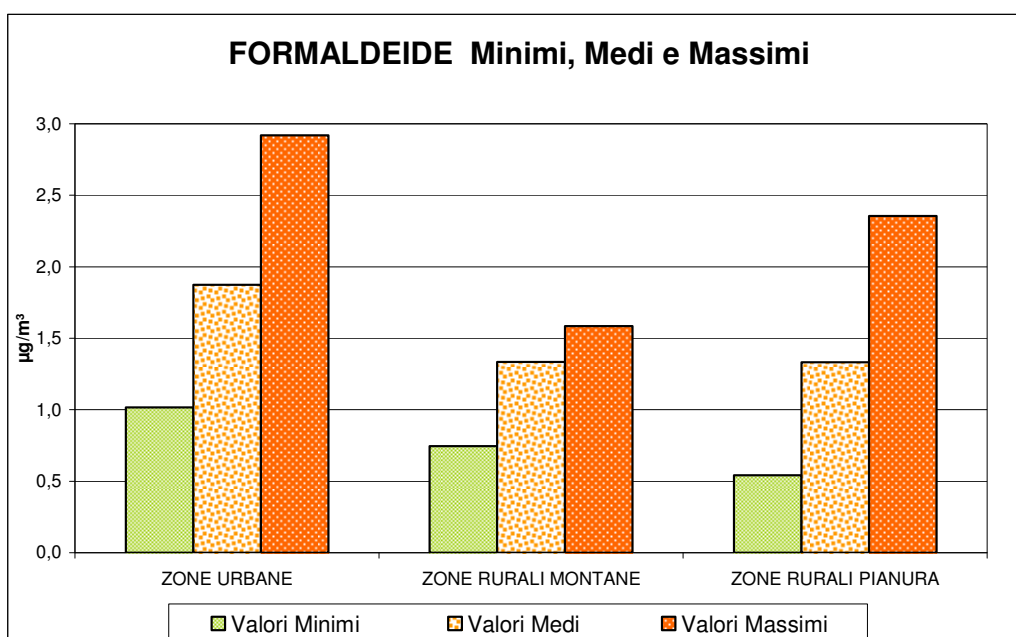


Grafico 3

L'elaborazione successiva ha permesso di evidenziare gli andamenti stagionali delle concentrazioni medie di formaldeide. Si noti come nel periodo invernale (febbraio 2015) corrispondono i valori maggiori per tutte le tre zone.

Tabella 29

Valori Medi Stagionali				
Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	2,2	1,5	2,4	1,4
ZONE RURALI MONTANE	1,3	0,96	1,4	0,94
ZONE RURALI PIANURA	1,8	1,1	1,9	0,58

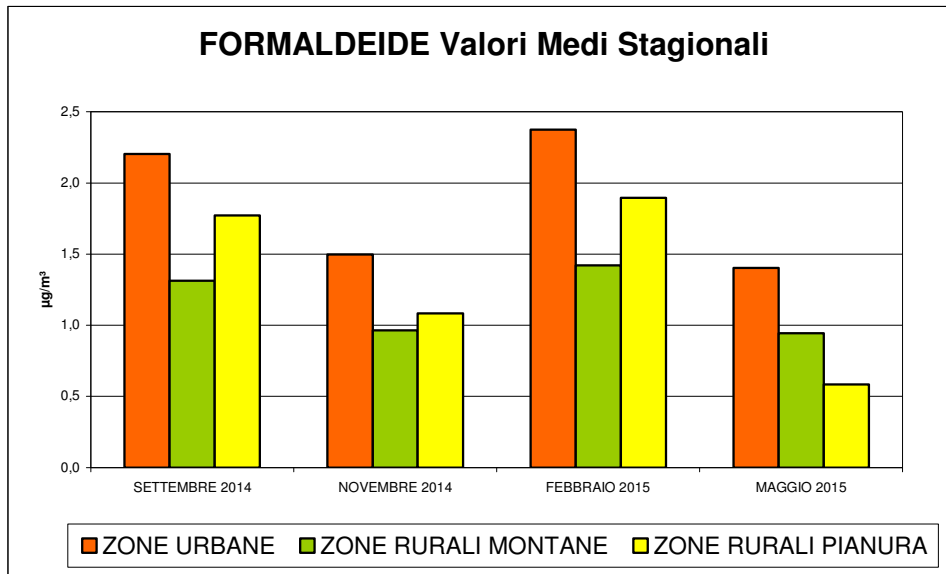


Grafico 4

Tabella 30

Valori Massimi Stagionali				
Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	2,6	2,0	2,9	1,6
ZONE RURALI MONTANE	1,6	1,2	1,6	0,96
ZONE RURALI PIANURA	1,8	1,3	2,4	0,63

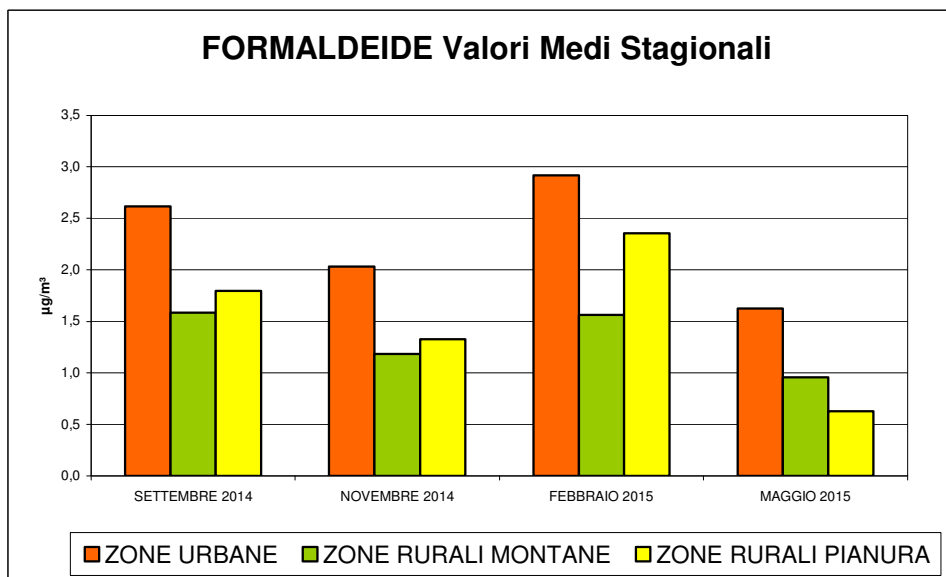


Grafico 5

Per la formaldeide le Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità redatte nel 2000 (Seconda Edizione) indicano per l'ambiente esterno un intervallo di concentrazioni medie compreso tra 1 µg/m³ e 20 µg/m³. Per tale parametro sia i valori medi rilevati che quelli massimi sono sempre risultati nettamente inferiori a tale range di esposizioni.

Acetaldeide

Dall'elaborazione dei dati di acetaldeide appare evidente come nelle zone urbane i valori sono circa il doppio di quelli relativi a zone rurali montane.

Tabella 31

Acetaldeide (µg/m ³)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	< 0,02	1,4	3,9
ZONE RURALI MONTANE	< 0,03	0,79	1,5
ZONE RURALI PIANURA	< 0,02	0,94	1,7

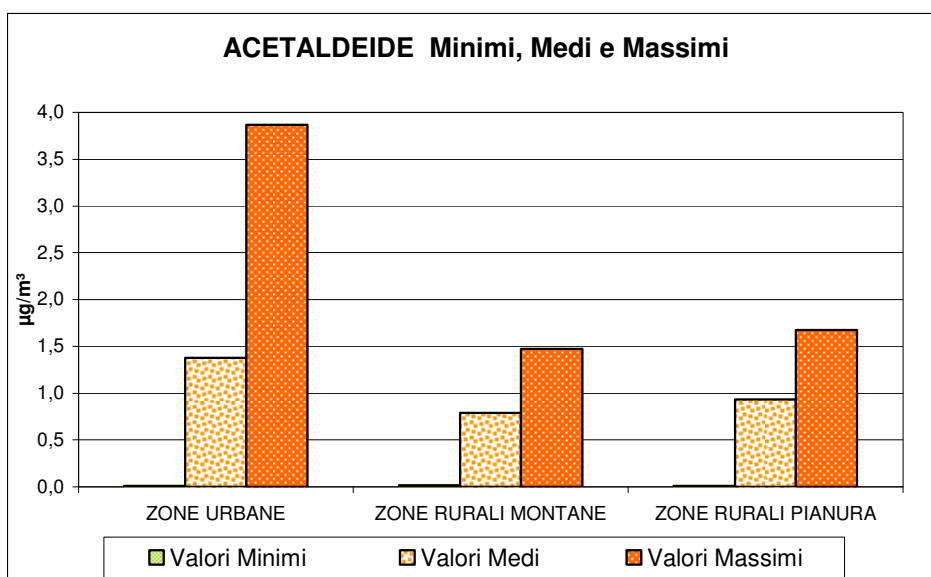


Grafico 6

Non ci sono attualmente valori di riferimento per la qualità dell'aria per l'acetaldeide, nonostante sia classificata come sostanza sospettata di causare il cancro. Da qui la necessità di ampliare le conoscenze circa i dati di esposizione ambientali. Da dati di letteratura risulta che l'EPA statunitense sostiene che una concentrazione di circa 0.5 µg/m³ (0.25 ppbv) rappresenta un rischio di cancro di vita aumentato di uno per un milione [1].

I valori a carattere stagionale mostrano alcuni picchi nel periodo invernale per le zone urbane. Per le zone rurali, invece, i valori medi non subiscono variazioni rilevanti e sono compresi tra 1,1 e 1,6 µg/m³.

Tabella 32

Valori Medi Stagionali				
Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	2,0	1,5	2,9	0,8
ZONE RURALI MONTANE	1,2	1,22	<0,02	0,75
ZONE RURALI PIANURA	1,6	1,1	<0,02	0,57

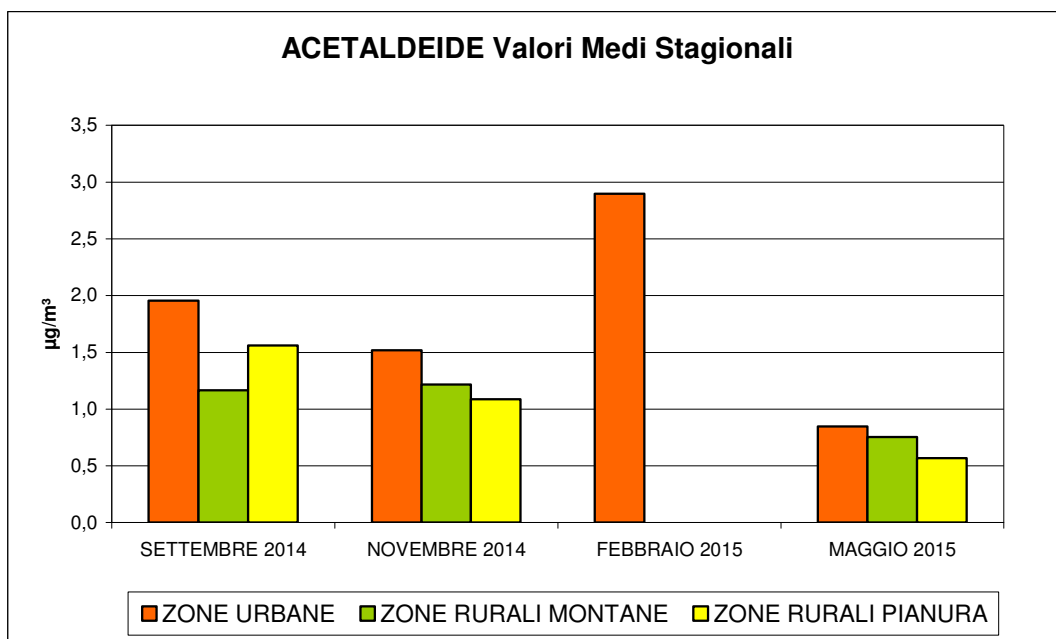


Grafico 7

Tabella 33

Valori Massimi Stagionali				
Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	2,4	2,1	3,9	1,2
ZONE RURALI MONTANE	1,2	1,22	<0,02	0,75
ZONE RURALI PIANURA	1,5	1,2	< 0,02	0,88

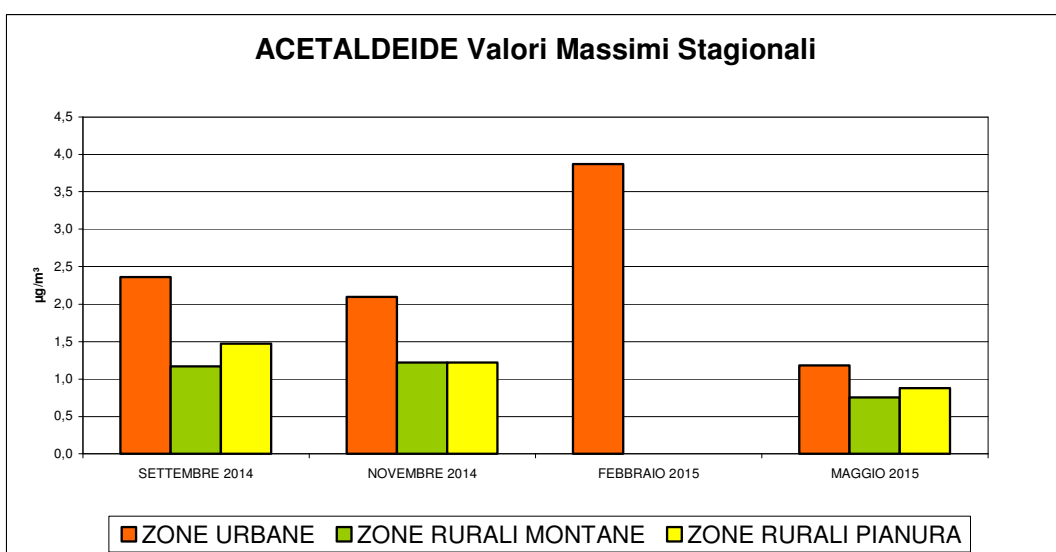


Grafico 8

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 di circa $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo di $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 34

Butilaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Medie dei Massimi
ZONE URBANE	0,22	1,6	3,4
ZONE RURALI MONTANE	0,26	1,3	1,4
ZONE RURALI PIANURA	0,44	1,1	2,1

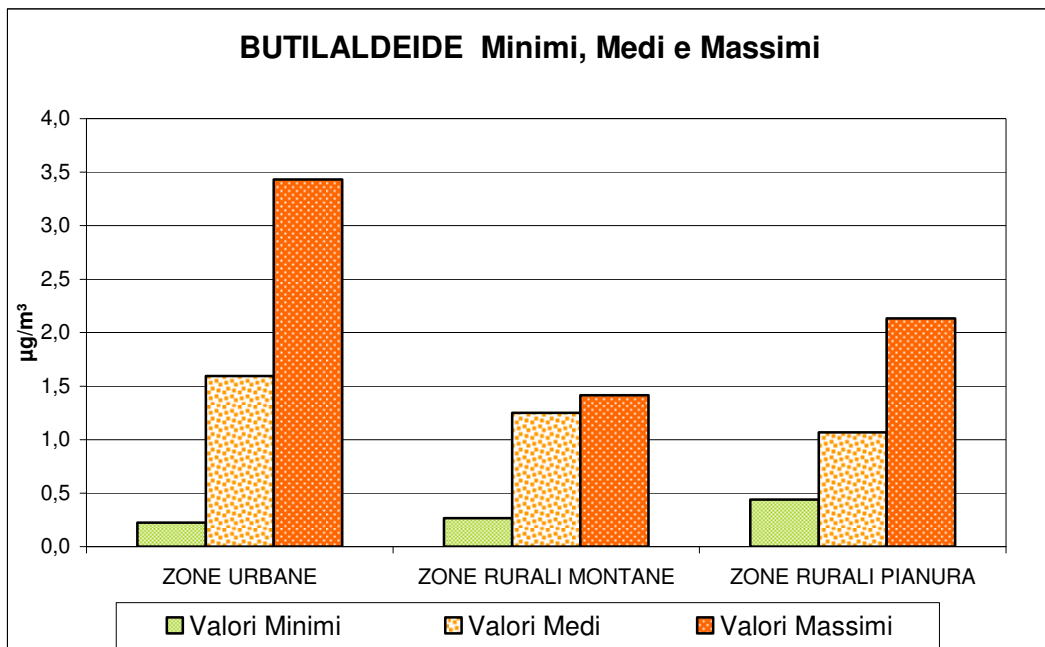


Grafico 9

Non ci sono attualmente standard di qualità di aria per tale parametro.

Inoltre, i dati letteratura che rappresentano le concentrazioni di tale inquinante sono scarsi.

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

Tabella 35

Valori Medi Stagionali				
Butilaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	1,9	2,4	2,4	2,4
ZONE RURALI MONTANE	1,0	0,30	1,4	0,94
ZONE RURALI PIANURA	1,5	0,5	1,8	0,50

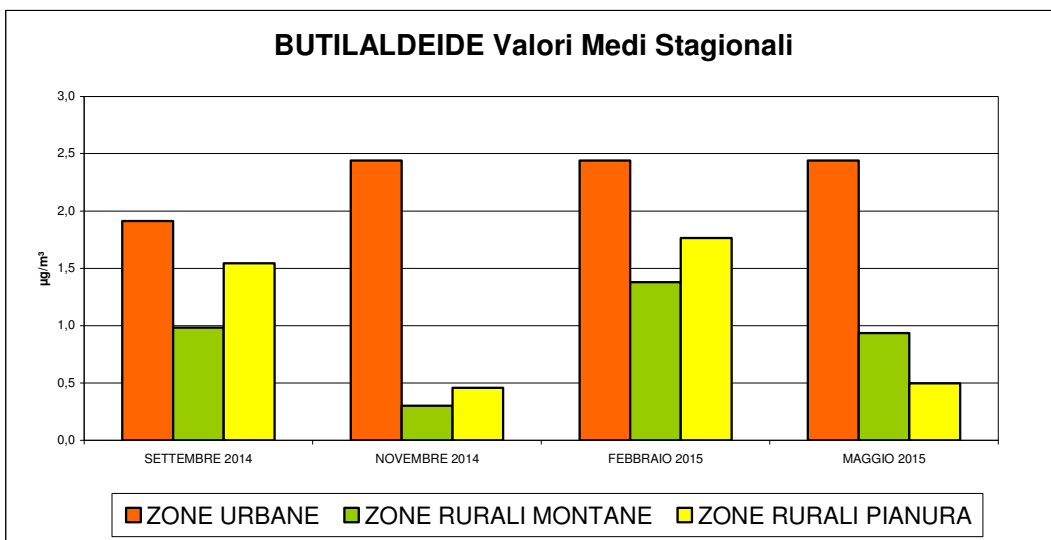


Grafico 10

Tabella 36

Valori Massimi Stagionali				
Butilaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	2,6	3,4	3,4	3,4
ZONE RURALI MONTANE	1,3	0,34	1,4	1,41
ZONE RURALI PIANURA	2,1	0,5	1,8	0,53

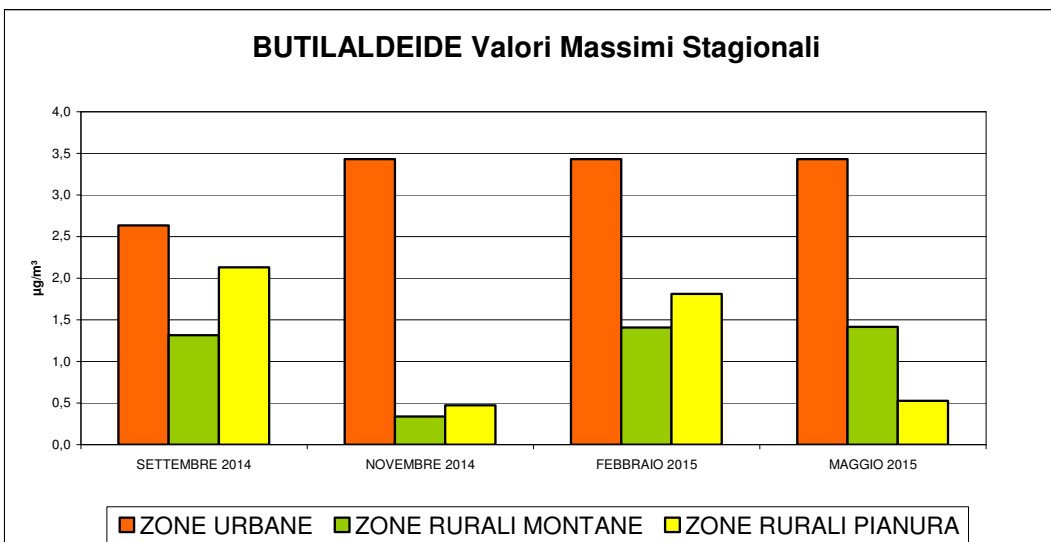


Grafico 11

SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI

I prelievi finalizzati alla ricerca di sostanze organiche volatili hanno previsto la 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 6 e 7 allegate.

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

Nella tabella 37 sono riportati i valori minimi, medi e massimi relativi al complesso dei dati misurati nelle singole postazioni di prelievo.

In particolare, è stato effettuato un approfondimento per due inquinanti già ampiamente studiati e monitorati, quali il benzene e il toluene, e per due sostanze clorurate per le quali vi sono pochi dati di esposizione ambientali nonostante la loro tossicità e diffusione.

Le concentrazioni dei composti aromatici non clorurati appaiono in linea con quanto prevedibile. Le aree urbane evidenziano una discreta presenza degli inquinanti tipici del traffico veicolare (benzene, toluene, xileni, etilbenzene), che risultano invece sostanzialmente assenti nelle stazioni remote (si riscontrano unicamente basse concentrazioni di toluene).

Da tale elaborazione appare singolare il dato di concentrazione del tetracloruro di carbonio, che è ormai sostanzialmente assente dalle lavorazioni industriali.

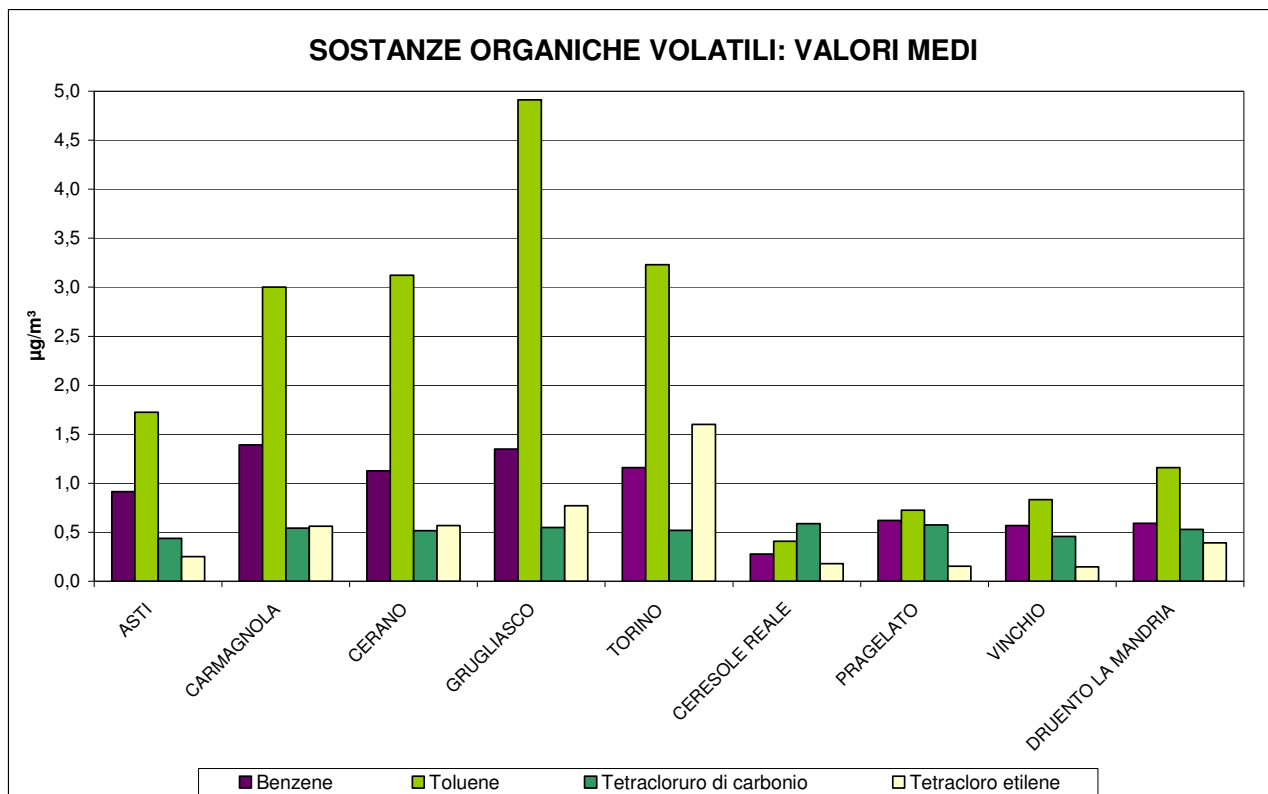


Grafico 12

Tabella 37

(µg/m³)	VALORI MINIMI				VALORI MEDI				VALORI MASSIMI			
	Benzene	Toluene	Tetracloruro di carbonio	Tetracloro etilene	Benzene	Toluene	Tetracloruro di carbonio	Tetracloro etilene	Benzene	Toluene	Tetracloruro di carbonio	Tetracloro etilene
ASTI	0,34	1,00	0,33	0,17	0,91	1,7	0,44	< 0,36	1,8	2,2	0,68	0,41
CARMAGNOLA	0,29	0,99	0,51	0,21	1,4	3,0	0,54	0,56	3,0	4,8	0,58	0,97
CERANO	0,33	1,66	0,36	0,31	1,1	3,1	0,52	0,57	2,6	5,5	0,70	1,1
GRUGLIASCO	0,33	1,79	0,40	0,49	1,3	4,9	0,55	0,77	2,6	6,7	0,67	1,1
TORINO	0,33	1,38	0,43	1,22	1,2	3,2	0,52	1,6	2,5	5,0	0,67	1,9
CERESOLE REALE	< 0,20	0,15	0,42	< 0,28	0,28	0,41	0,59	< 0,28	0,79	0,83	0,68	0,35
PRAGELATO	< 0,27	0,27	0,40	< 0,37	0,62	0,72	0,57	< 0,37	1,4	1,4	0,74	< 0,37
VINCHIO	0,13	0,31	0,33	< 0,36	0,57	0,83	0,46	< 0,36	1,2	1,2	0,65	< 0,36
DRUENTO LA MANDRIA	0,19	0,56	0,40	0,29	0,59	1,2	0,53	0,39	1,2	1,4	0,65	0,55

Per due delle postazioni monitorate, Torino e Cerano, è stato effettuato un confronto delle medie dei valori di benzene e toluene con le medie dei valori misurati, negli stessi periodi, dalle centraline ARPA Piemonte per il monitoraggio della Qualità dell'Aria. I dati di benzene monitorati dalla Rete ARPA QA sono stati estratti dal sito Sistema Piemonte [2], mentre i dati di toluene sono stati comunicati dai tecnici ARPA di Torino e Novara.

Per procedere alle elaborazioni dei singoli parametri i dati delle varie postazioni di prelievo sono stati raggruppati zone urbane, zone rurali montane, zone rurali di pianura.

Tabella 38

(µg/m³)	MINIMI				VALORI MEDI				MASSIMI			
	Benzene	Toluene	Tetracloruro di carbonio	Tetracloro etilene	Benzene	Toluene	Tetracloruro di carbonio	Tetracloro etilene	Benzene	Toluene	Tetracloruro di carbonio	Tetracloro etilene
ZONE URBANE	0,29	1,0	0,33	0,17	1,2	3,2	0,51	0,74	3,0	6,7	0,70	1,9
ZONE RURALI MONTANE	< 0,27	0,15	0,40	0,14	0,45	0,57	0,58	<0,37	1,4	1,4	0,74	0,35
ZONE RURALI PIANURA	0,13	0,31	0,33	0,18	0,58	1,0	0,49	0,27	1,2	1,4	0,65	0,55

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.

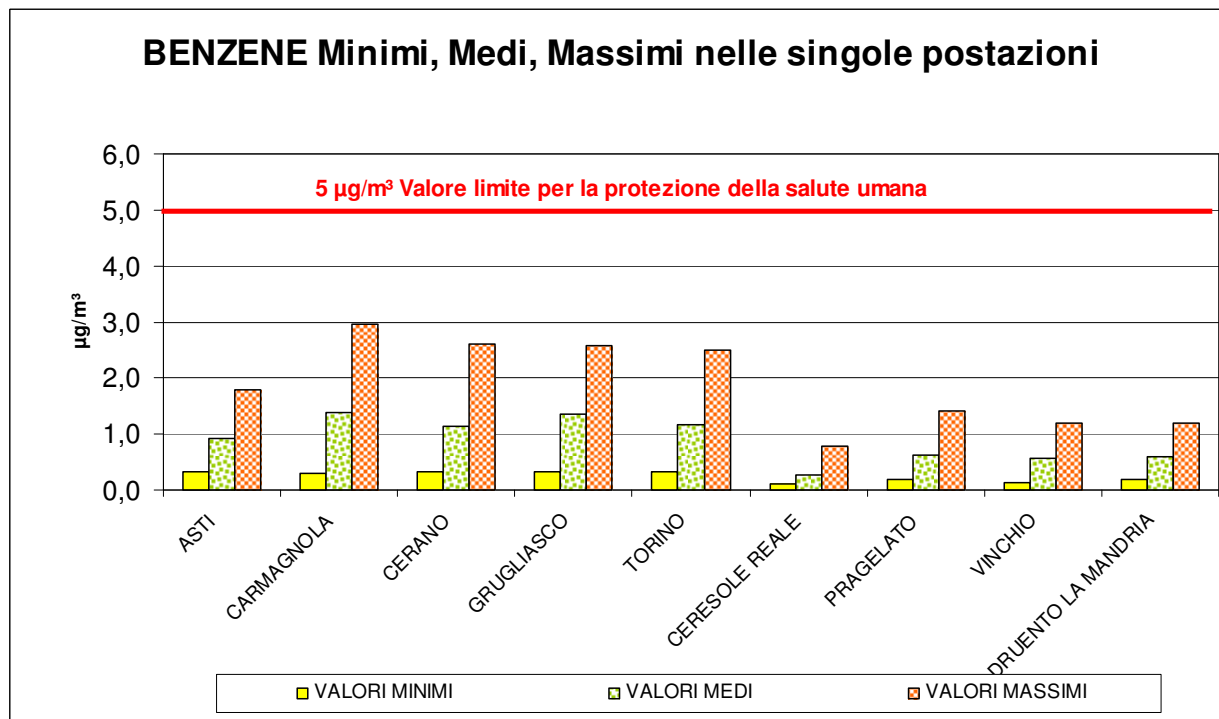


Grafico 13

Tabella 39

Benzene (µg/m³)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	0,29	1,2	3,0
ZONE RURALI MONTANE	< 0,27	0,45	1,4
ZONE RURALI PIANURA	0,13	0,58	1,2

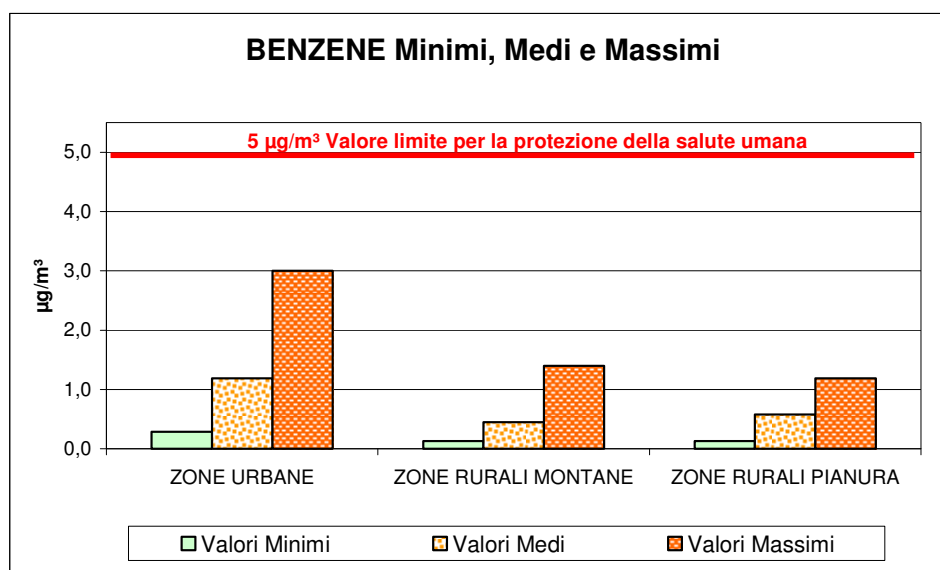


Grafico 14

Le concentrazioni del benzene sono soggette a variazioni stagionali. I dati monitorati mostrano, infatti, come nel periodo invernale le concentrazioni siano nettamente superiori per tutte le zone di prelievo. In particolare, nelle aree urbane il dato medio invernale è pari a 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 40

Valori Medi Stagionali				
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	0,59	1,4	2,5	0,32
ZONE RURALI MONTANE	0,12	0,45	1,1	0,12
ZONE RURALI PIANURA	0,27	0,70	1,2	0,16

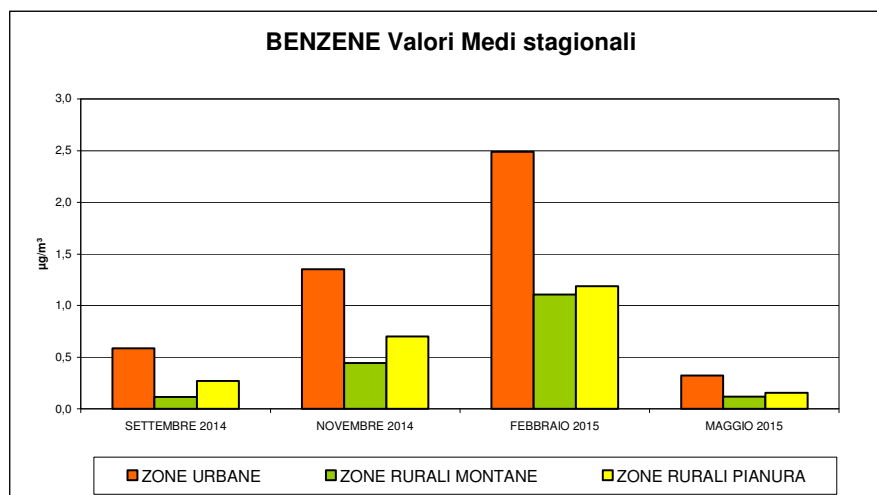


Grafico 15

Tabella 41

Valori Massimi Stagionali				
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	0,86	1,7	3,0	0,34
ZONE RURALI MONTANE	0,14	0,75	1,4	0,16
ZONE RURALI PIANURA	0,28	0,70	1,2	0,19

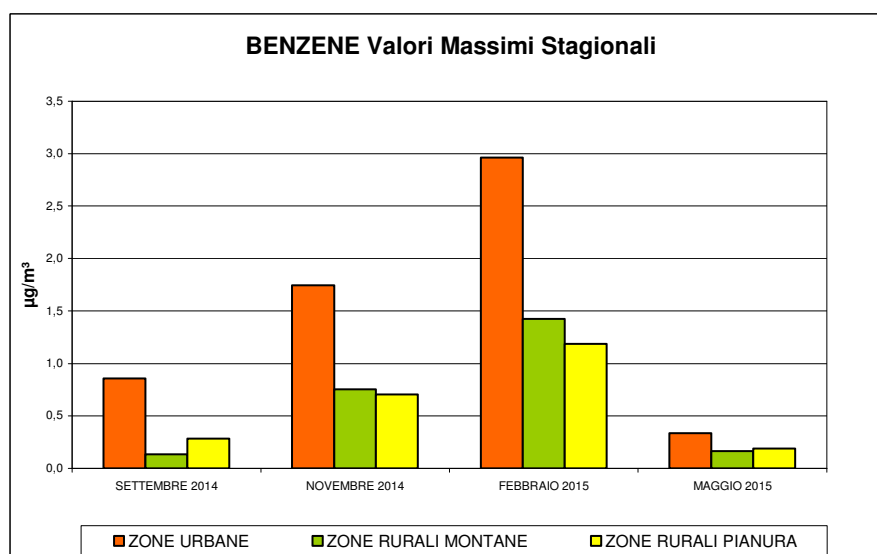


Grafico 16

Come si può osservare se per Cerano i risultati sono quasi sovrapponibili, per la postazione di Torino, i valori ottenuti mediante i prelievi passivi sono sempre inferiori a quelli registrati dalla centralina. Si tenga presente che le misure delle centraline per la QA sono ottenuti attraverso strumentazione automatica in continuo. Si evidenzia, tuttavia, come l'andamento delle concentrazioni stagionali è confermato da entrambi i sistemi di monitoraggio.

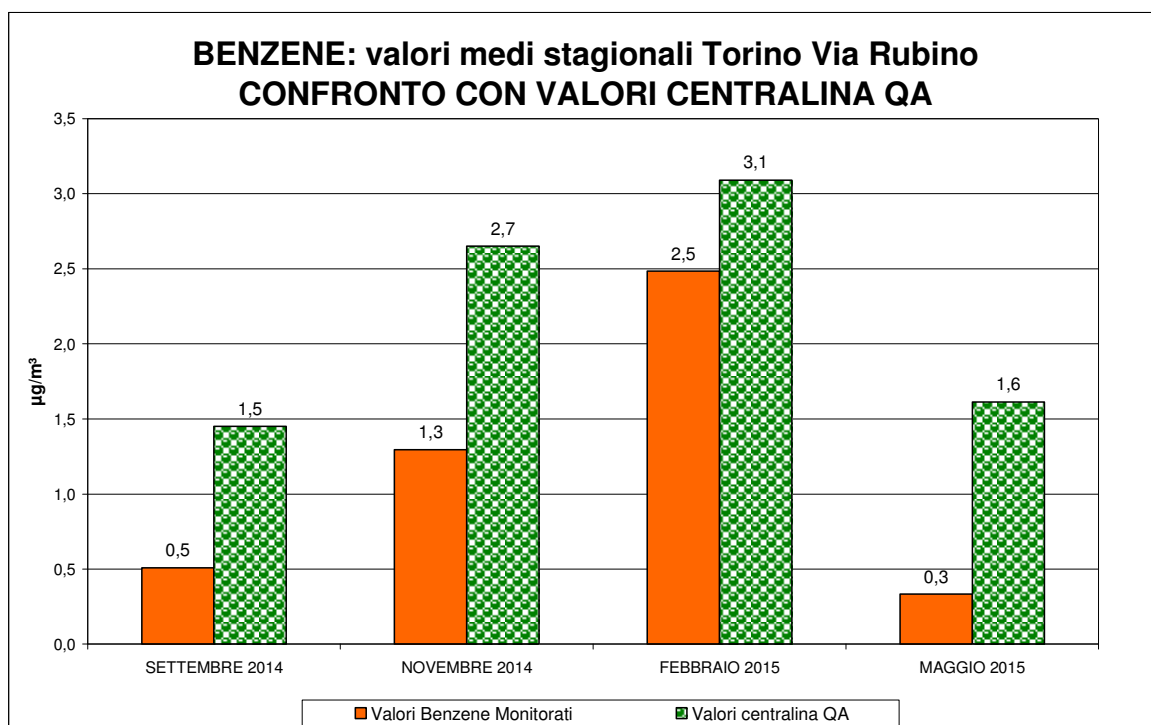


Grafico 17

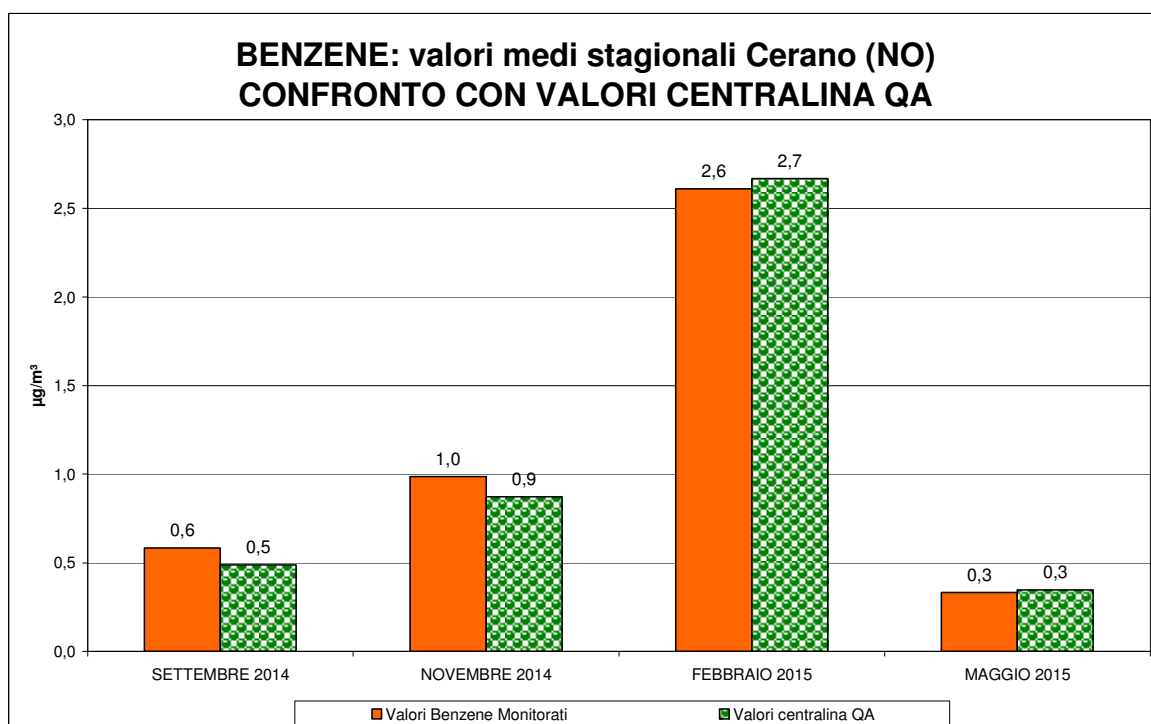


Grafico 18

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 Europee per la Qualità dell'Aria dell'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} .

Toluene

Tra gli idrocarburi aromatici monitorati il toluene è quello con le concentrazioni maggiori. Come si può notare nella tabella sottostante per le zone urbane tale parametro ha riportato valori compresi tra $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore medio di $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I dati rilevati nelle zone rurali sono decisamente inferiori (circa un quinto dei valori urbani).

Tabella 42

Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	1,0	3,2	6,7
ZONE RURALI MONTANE	0,15	0,57	1,4
ZONE RURALI PIANURA	0,31	1,0	1,4

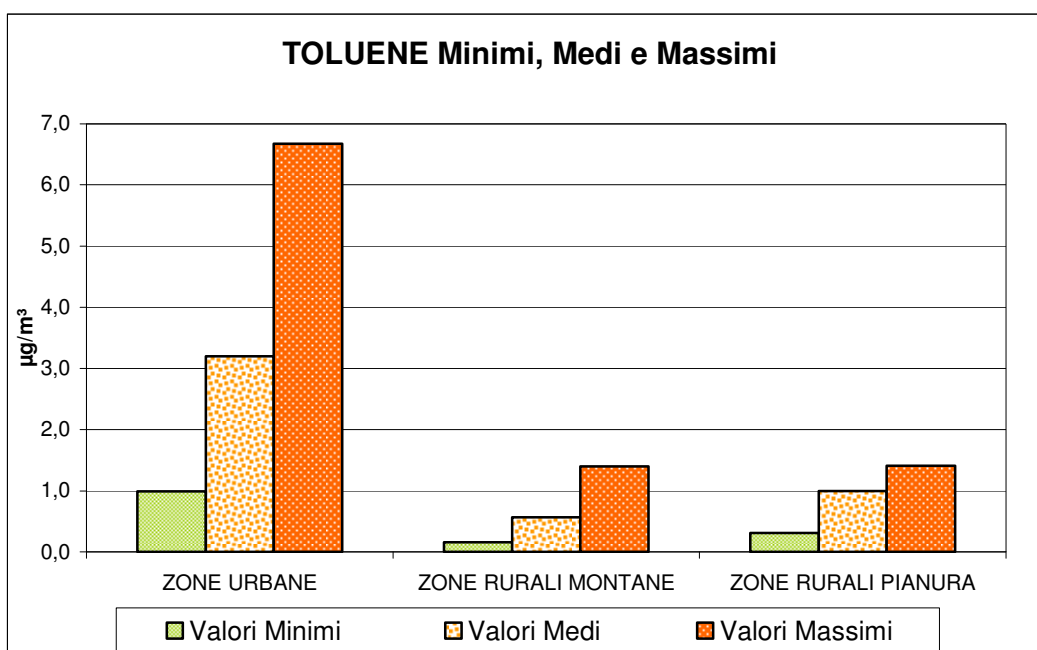


Grafico 19

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 43

Valori Medi Stagionali				
Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	3,12	3,7	4,6	1,40
ZONE RURALI MONTANE	0,37	0,57	1,1	0,21
ZONE RURALI PIANURA	1,03	1,20	1,3	0,43

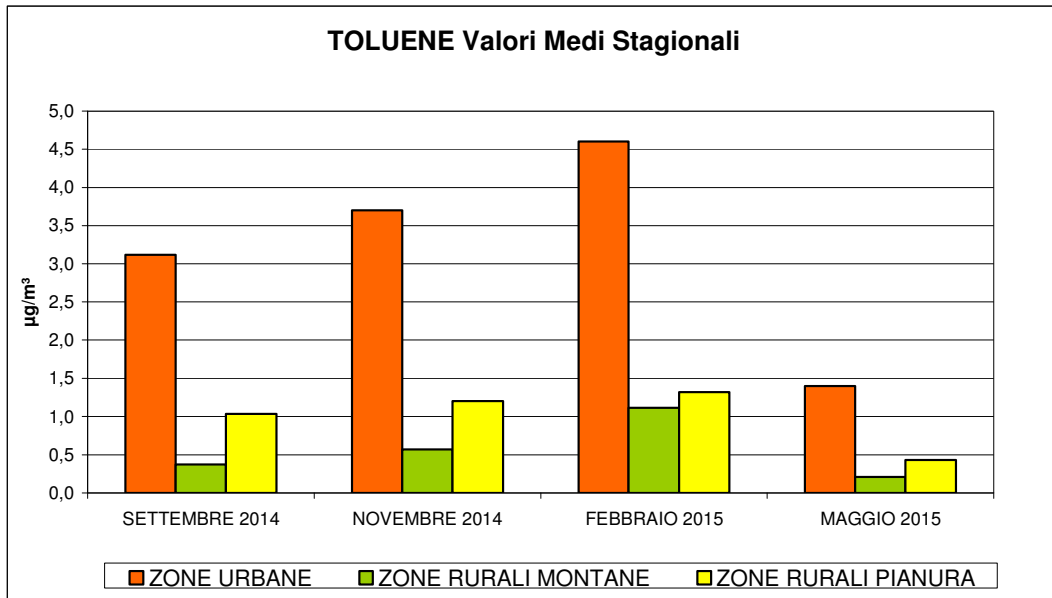


Grafico 20

Tabelle 44

Valori Massimi Stagionali				
Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	6,67	5,6	5,5	1,80
ZONE RURALI MONTANE	0,45	0,78	1,4	0,27
ZONE RURALI PIANURA	1,28	1,40	1,4	0,56

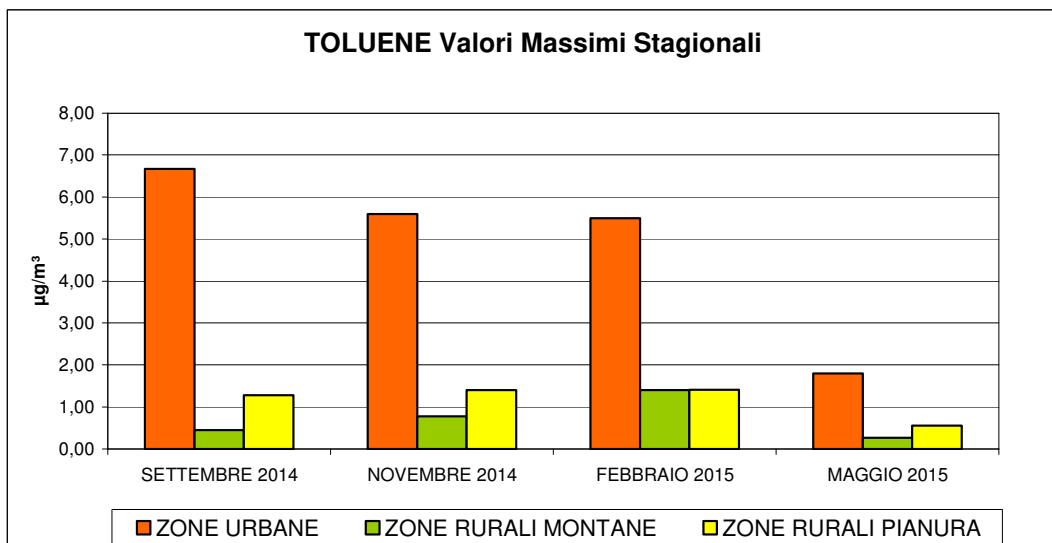


Grafico 21

Nei grafici che seguono sono stati messi a confronto i dati di toluene del presente progetto con quelli della rete per il monitoraggio della QA di Torino e di Cerano. Da tale raffronto risulta 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 sono decisamente sovrapponibili.

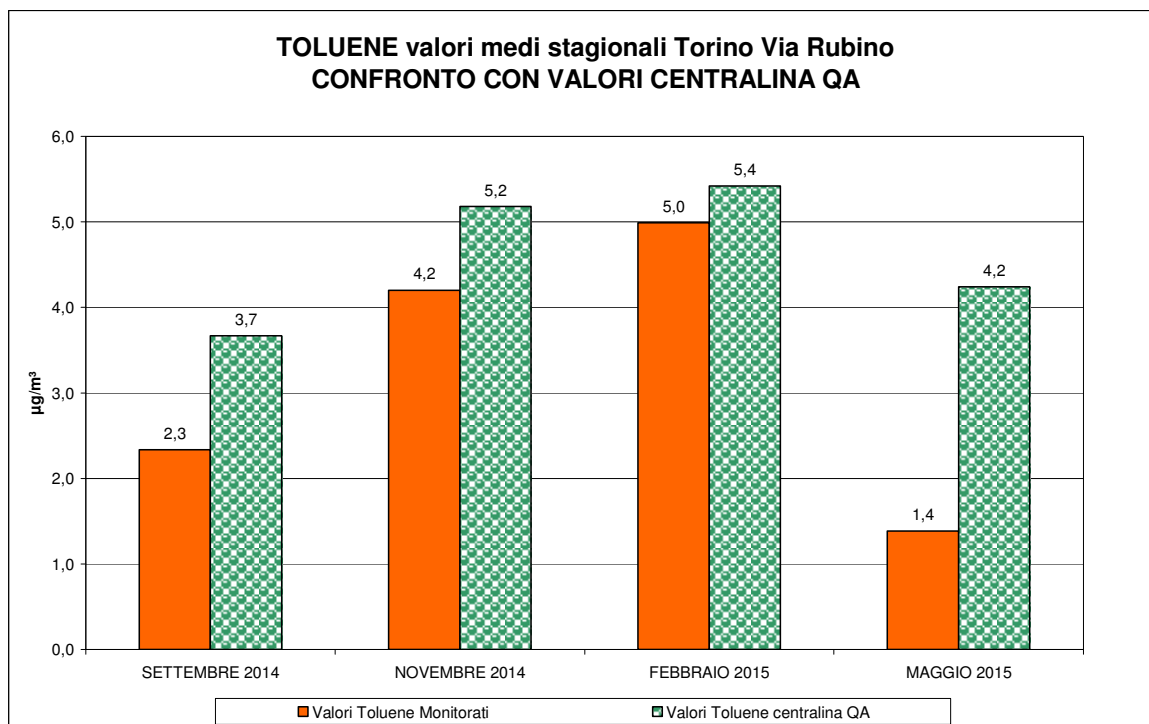


Grafico 22

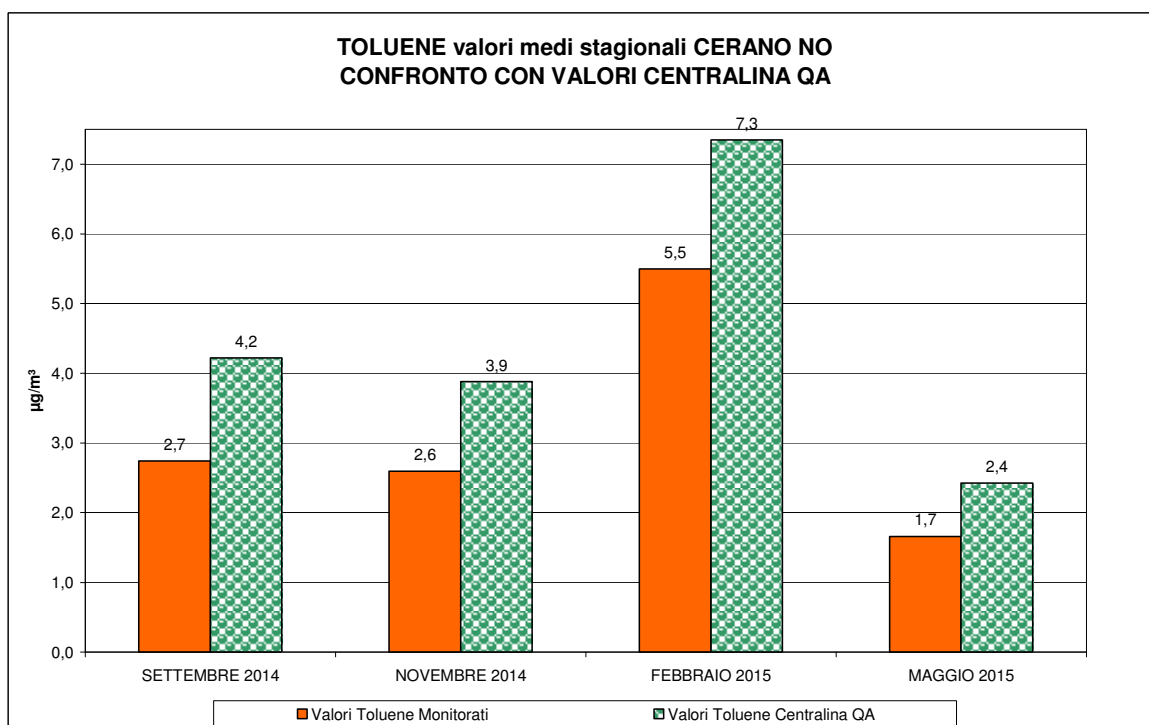


Grafico 23

Tetracloruro di carbonio

I dati di tetracloruro di carbonio parrebbero indicare 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 46)

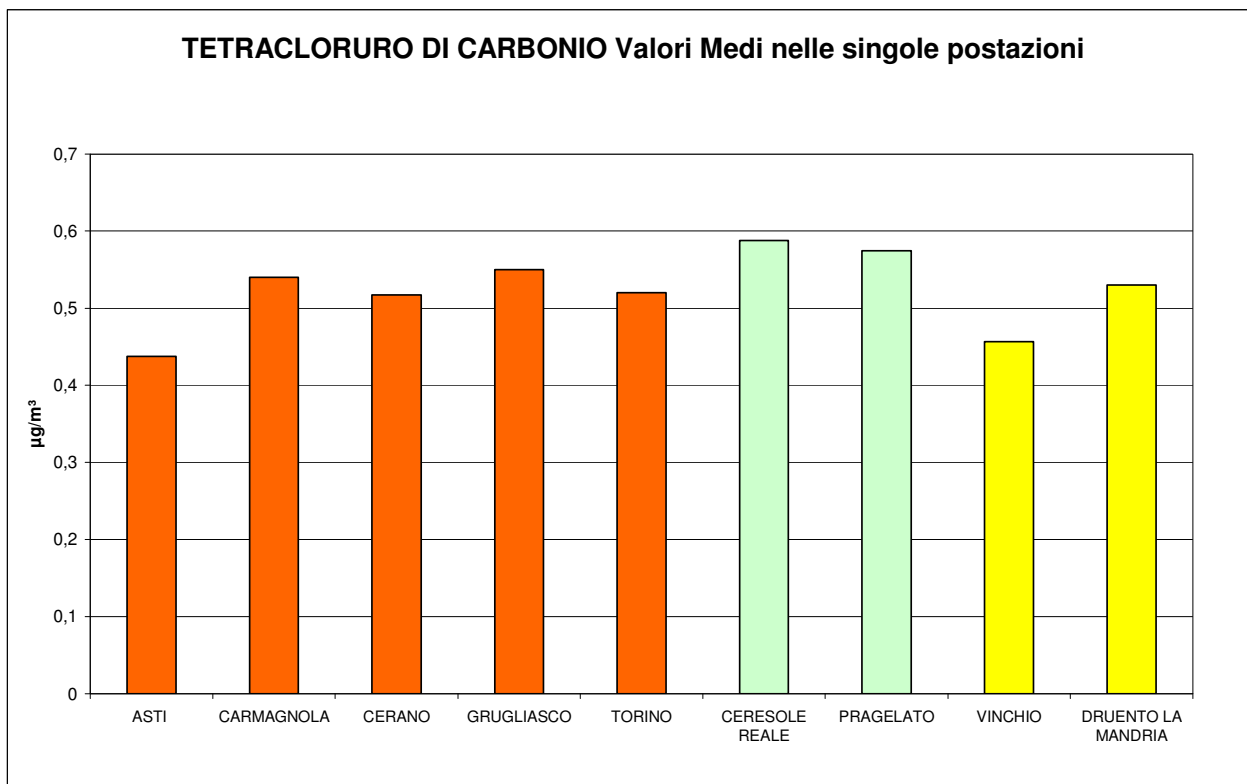


Grafico 22

Non fa parte degli obiettivi del presente progetto l'individuazione di eventuali meccanismi che 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 persistenza in aria (45- 50 anni) [4], nonostante sia ormai sostanzialmente assente dalle lavorazioni industriali. Si evidenzia che tale sostanza è classificata come sospetto cancerogeno dalla UE, e le concentrazioni di tetracloruro di carbonio riscontrate sono certamente superiori a quelle ipotizzabili.

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 µg/m³ e 1,94 µg/m³[5].

Da fonti bibliografiche dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO)[6], studi condotti negli Stati Uniti negli anni '90 mostravano livelli medi di CCl₄ in aria ambiente di circa 1,1 µg/m³. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I dati ottenuti dal presente progetto sono risultati sempre inferiori ad un $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 45

Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	0,33	0,51	0,70
ZONE RURALI MONTANE	0,40	0,58	0,74
ZONE RURALI PIANURA	0,33	0,49	0,65

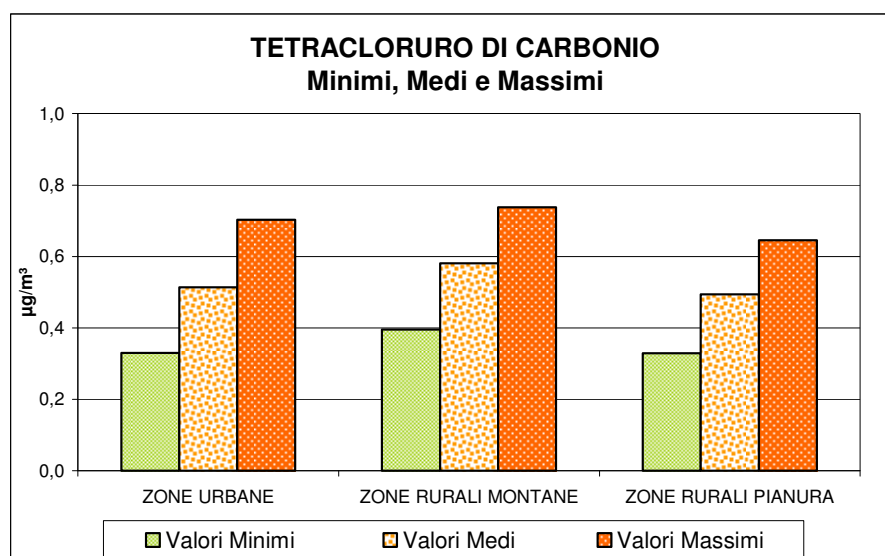


Grafico 23

Tabella 46

Valori Valori Massimi Stagionali				
Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	0,51	0,58	0,59	0,70
ZONE RURALI MONTANE	0,42	0,63	0,61	0,74
ZONE RURALI PIANURA	0,49	0,59	0,40	0,65

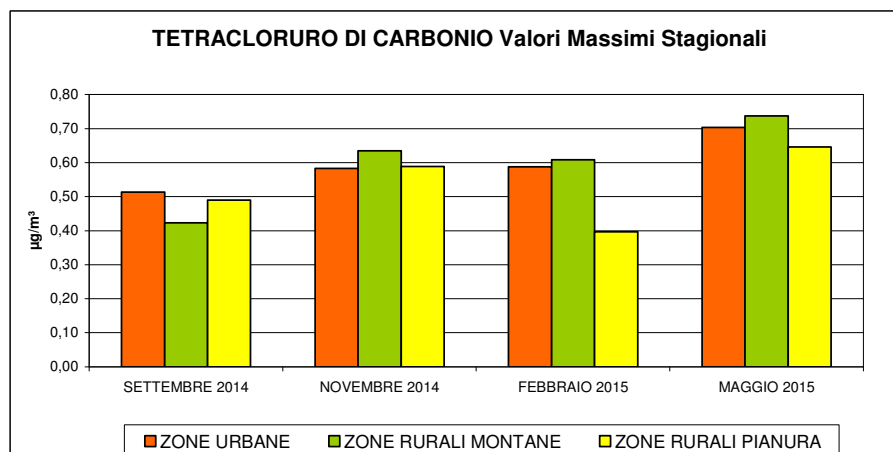


Grafico 24

Tetracloroetilene

I dati di tetracloroetilene mostrano come le concentrazioni significative per tale inquinante siano quasi esclusivamente 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 (si veda anche la tabella 47), mentre per le postazioni di città si raggiungono picchi di circa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

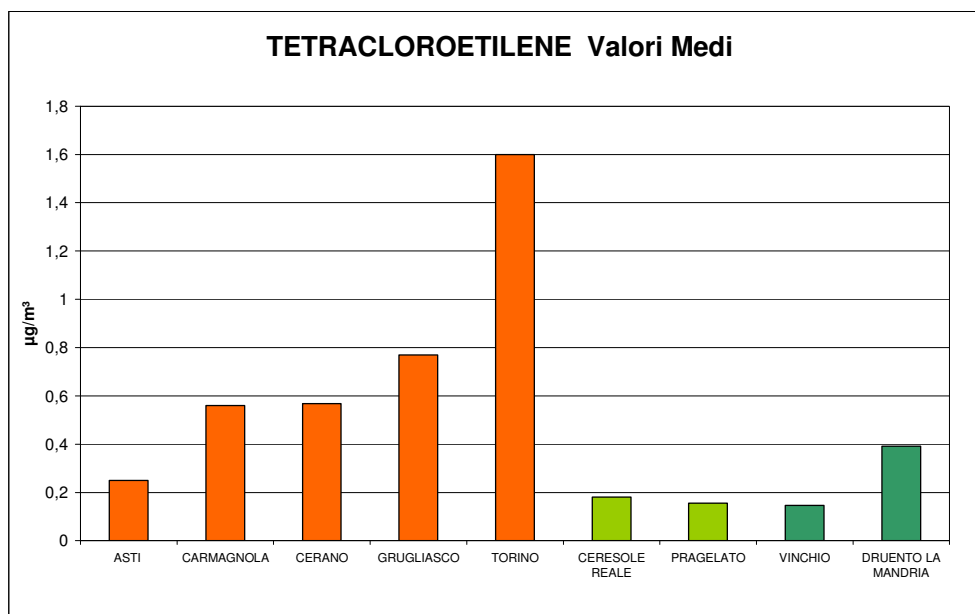


Grafico 25

Tabella 47

Tetracloroetilene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valori Minimi	Valori Medi	Valori Massimi
ZONE URBANE	0,17	0,74	1,93
ZONE RURALI MONTANE	< 0,28	< 0,37	0,35
ZONE RURALI PIANURA	< 0,37	0,27	0,55

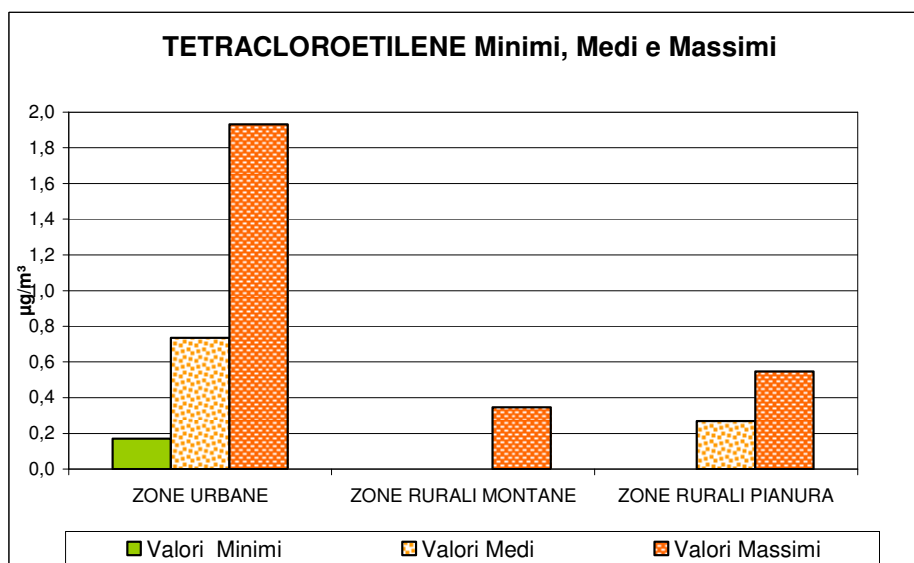


Grafico 26

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 µg/m³, mentre per le aree rurali concentrazioni minori di 1 µg/m³.

Tabella 48

Valori Valori Massimi Stagionali				
Tetracloroetilene (µg/m ³)	SETTEMBRE 2014	NOVEMBRE 2014	FEBBRAIO 2015	MAGGIO 2015
ZONE URBANE	1,7	1,9	1,6	1,2
ZONE RURALI MONTANE	< 0,35	< 0,35	0,35	< 0,35
ZONE RURALI PIANURA	0,38	0,35	0,55	0,29

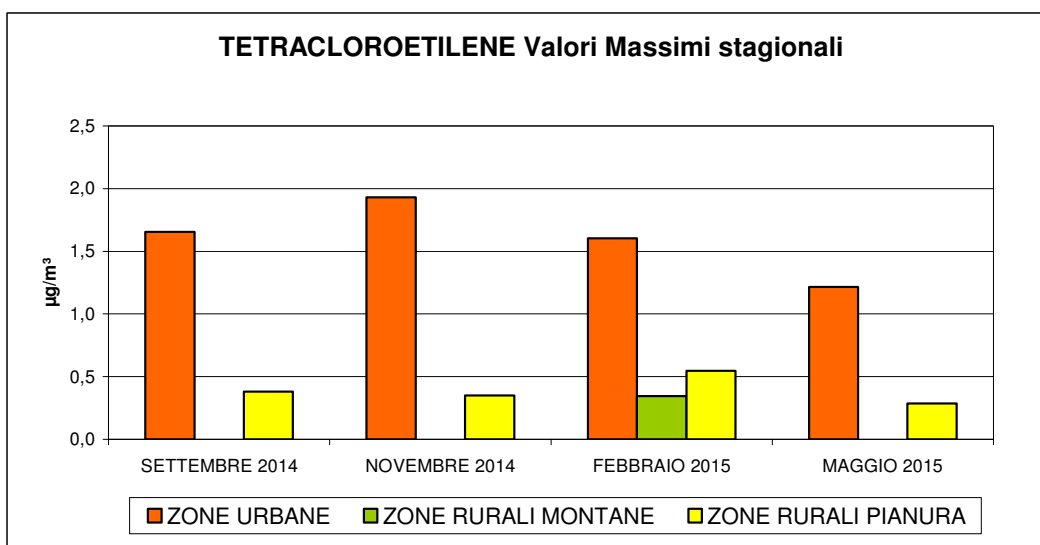


Grafico 27

6. APPENDICE

Nelle postazioni di Grugliasco, Druento La Mandria e Torino sono state eseguite alcune prove in doppio o in triplo per valutare la risposta del metodo di analisi e prelievo sia per le aldeidi che per le SOV. I dettagli ed i rispettivi risultati analitici di tali prove sono riportati nelle tabelle 49 e 50 in allegato. Come si può notare i dati appaiono coerenti per la maggior parte dei casi. Si evidenziano, infatti, solo due valori fortemente discordanti per il parametro dell'isovaleraldeide prelevata a Grugliasco in settembre 2014; mentre per le SOV solo nel caso del campione "C" di Grugliasco di settembre 2014 si rilevano degli scostamenti superiori al 30%.

7. CONCLUSIONI

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

Si ritiene quindi di aver acquisito elementi importanti e utili soprattutto nei casi in cui si debbano valutare delle situazioni espositive a basse concentrazioni, ad esempio in fase di valutazione del rischio chimico in ambienti di lavoro ove risultino presenti alcune delle sostanze monitorate in concentrazioni al di sotto dei limiti di soglia occupazionali, ma significativamente superiori alle concentrazioni medie 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.

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 $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane e $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali montane e di pianura;
- per l'acetaldeide le concentrazioni medie sono pari a $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane, $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali montane e $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali di pianura;
- per la butilaldeide concentrazioni medie pari a $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane e $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali montane $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali di pianura.

I monitoraggi delle SOV evidenziano nelle aree urbane una discreta presenza degli inquinanti tipici del traffico veicolare (benzene, toluene, xileni, etilbenzene), che risultano invece

sostanzialmente assenti nelle stazioni remote (si riscontrano unicamente basse concentrazioni di toluene).

In particolare, per il benzene i risultati ottenuti sono sempre ben al di sotto del valore limite per la protezione della salute umana, di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e si possono definire coerenti con i trends delle concentrazioni europee, ovvero, con valori medi pari a $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le zone urbane, e di circa $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le zone rurali.

Il Rapporto sullo stato della Qualità dell'Aria in Europa 2013 dell'European Environment Agency (EEA) [7] indica per il C_6H_6 concentrazioni medie annuali inferiori alla soglia minima di valutazione, pari a $2\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 zone urbane ad intenso traffico nel periodo compreso tra il 2002 e il 2007, dopodiché i valori di C_6H_6 sembrano stabilizzarsi. Per le zone rurali, invece, la diminuzione dei valori medi è stata meno marcata.

Le serie di dati prodotte da ARPA Piemonte confermano il trend decrescente per il benzene, come si può notare dalla figura 2 sottostante [8].

			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Benzene: media annuale per tipologia di stazione su scala regionale - anni 2007-2014													
Tipologia Stazione			2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			
			mg/m^3										
TIPO STAZIONE	FONDO	Massima	2,6	2,6	2,4	3,3	2,8	2,6	2,5	2,2			
		Mediana	2,1	2,0	1,9	1,8	2,1	1,2	1,1	1,2			
		Minima	1,1	1,7	1,2	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8			
	TRAFFICO	Massima	3,7	3,2	4,2	4,0	2,7	2,1	2,2	2,4			
		Mediana	2,6	2,4	2,1	2,0	2,0	1,7	1,5	1,3			
		Minima	2,0	1,6	1,6	1,5	1,7	1,3	0,9	0,8			
Fonte: Arpa Piemonte													
Valore limite annuale: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$													
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

Si segnala una leggera sottostima del dato di benzene misurato presso la stazione di via Rubino rispetto alla media dei valori misurati dalla strumentazione automatica in funzione nel medesimo punto, mentre il dato strumentale della stazione di Cerano conferma quanto misurato dal campionatore passivo.

A conclusione di tale esperienza, si ritiene necessario implementare il lavoro sin qui condotto con ulteriori monitoraggi nel corso del 2016, con le modalità descritte di seguito:

- ripetizione dei monitoraggi per la determinazione delle aldeidi e delle SOV presso le postazioni di:
 - o Druento La Mandria (rurale pianura),
 - o Ceresole Reale (rurale montagna),
 - o Carmagnola (urbana);
- inserimento di due nuove postazioni in zone del Piemonte escluse da tale progetto
 - o una Postazione in Piemonte Sud da definire con in colleghi del Dipartimento di Alessandria (Derenice o Saliceto)
 - o una Postazione in Piemonte Nord da definire con in colleghi del Dipartimento di Novara (Pieve Vergonte);
- in ogni postazione si posizioneranno due prelievi passivi, uno per la ricerca delle aldeidi ed uno per le SOV;
- i campioni avranno durata di una settimana e periodicità bimestrale, possibilmente con inizio del primo prelievo entro febbraio 2016;
- si richiederà in modo formale la collaborazione dei tecnici delle strutture Produzione dei Dipartimenti ARPA di Torino, Novara e Alessandria;
- si valuterà l'eventuale esecuzione di alcuni monitoraggi in indoor, al fine di valutare l'esposizione ambienti di vita.

8. BIBLIOGRAFIA

¹ EPA Home Air & Radiation TTN Web - Technology Transfer Network Air Toxics Web site Acetaldehyde
<http://www3.epa.gov/airtoxics/hlthef/acetalde.html>

² <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/srqa/consultadati.shtml>

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