

**MONITORAGGIO OUTDOOR DI INQUINANTI AERODISPERSI NON
CONVENZIONALI DURANTE IL LOCKDOWN DI APRILE 2020.**

Nel periodo fra il 2014 e il 2017 ARPA Piemonte ha promosso un progetto per la valutazione di inquinanti aerodispersi non convenzionali in ambiente esterno (outdoor).

Il progetto era finalizzato a misurare la concentrazione di composti che possono essere considerati ubiquitari, ma che normalmente non vengono controllati dal sistema di monitoraggio della qualità dell'aria: le misure di tali composti non sono infatti previste da alcuna normativa in materia di qualità dell'aria. I composti oggetto dell'indagine sono stati: 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. La loro presenza in aria è stata riscontrata in tutti i campioni prelevati, a dimostrazione della loro notevole diffusione nel territorio.

L'acquisizione di informazioni sulla loro dispersione in aria ha permesso di affinare le conoscenze in materia di prevenzione dell'esposizione negli ambienti di vita e di lavoro, oltre a fornire elementi utili per altre indagini ambientali.

Nel mese di marzo 2020, la pandemia di COVID-19 ha causato un blocco di numerose attività, eccetto quelle considerate essenziali, con una fortissima limitazione delle emissioni da impianti industriali ed una netta contrazione del traffico veicolare: il cosiddetto "lockdown".

Se da un lato tale periodo ha avuto conseguenze molto pesanti per le attività produttive, e importanti ricadute spesso negative sul tessuto economico e sociale italiano, dall'altro ha comportato il verificarsi di una situazione eccezionale dal punto di vista dell'inquinamento ambientale.

Si è infatti ridotto in maniera drastica il contributo all'inquinamento atmosferico da parte delle fonti emissive primarie, con effetti differenti sugli inquinanti secondari, in particolare quelli ad alta persistenza.

ARPA Piemonte ha ritenuto importante procedere ad un ulteriore monitoraggio degli inquinanti già sottoposti a misura nel periodo 2014-2017, nei medesimi punti di prelievo, in modo da acquisire ulteriori informazioni sulla loro presenza in atmosfera, e su quali siano le fonti che ne causano la dispersione in aria.

La presente relazione descrive i monitoraggi eseguiti nel periodo che va dal 22 aprile al 6 maggio 2020, riassume i risultati confrontandoli con quelli dei periodi precedenti, formulando ipotesi sull'origine della presenza in atmosfera dei composti sottoposti a misura.

Il monitoraggio eseguito nell'aprile 2020 è stato finalizzato alla determinazione di aldeidi e di sostanze organiche volatili che erano già state ricercate nei precedenti progetti condotti tra il 2014 e il 2017. Nelle tabelle 1 e 2 sono riportati gli analiti quantificati con indicazione dei rispettivi CAS,

Tabella 1: sostanze ricercate.

ALDEIDI
Formaldeide
Acetaldeide
Benzaldeide
Butilaldeide
Propionaldeide
Valeraldeide
Esanale
Isovaleraldeide
SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI
Benzene
Toluene
Etilbenzene
o,m,p Xileni
1,2,4 Trimetilbenzene
Diclorometano
Tetracloruro di carbonio
Tetracloroetilene
Cloroformio
1,1,1-Tricloroetano
1,2- Dicloroetano
Tricloroetilene

Per il monitoraggio delle aldeidi e delle sostanze organiche volatili sono stati utilizzati campionatori passivi analoghi a quelli impiegati nei precedenti monitoraggi outdoor, che sono stati esposti per una settimana, ovvero dal 22 aprile 2020 al 29 aprile 2020. Solo in un caso, presso per la centralina di Cerano (NO), il campionamento è iniziato il 29/04/2020 ed è terminato il 6 maggio 2020.

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.

Il monitoraggio di aldeidi e sostanze organiche volatili eseguito in ambiente esterno durante il lockdown ha compreso otto tra le dieci postazioni di prelievo che avevano già fatto parte del Progetto Outdoor 2014/2017.

Nello specifico, i campionatori passivi sono stati esposti presso sette cabine per il monitoraggio della qualità dell'aria gestite da Arpa Piemonte, e precisamente:

1. Druento La Mandria (TO);
2. Torino, via Rubino;
3. Carmagnola (TO);
4. Revello Staffarda (CN)
5. Asti, via Salvo d'Acquisto;
6. Vinchio (AT);
7. Cerano (NO).

Inoltre, un ulteriore postazione di monitoraggio è stata posizionata presso il Parco Lorenzoni di Grugliasco (Laboratorio Specialistico del Nord Ovest), nel medesimo punto in cui in anni precedenti erano già stati effettuati campionamenti relativamente al Progetto outdoor 2014/2017.

Tutti i risultati puntuali ottenuti sono riassunti nelle tabelle 2 e 6, con indicazione della postazione, della durata, delle sostanze analizzate, delle concentrazioni rilevate.

Le concentrazioni sono espresse in ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I dati sono stati confrontati con i valori dei precedenti monitoraggi misurati nelle varie postazioni tra marzo 2014 e gennaio 2017 con le medesime modalità di prelievo e analisi.

Per le sostanze più significative, quali: **formaldeide, acetaldeide, butilaldeide, benzene, toluene, tetracloroetilene e tetracloruro di carbonio** si è proceduto all'elaborazione grafica complessiva di tutti i risultati. Le concentrazioni rilevate nel 2020 sono state confrontate con i **valori minimi e medi** relativi alle **medesime postazioni per gli anni 2014/2017**.

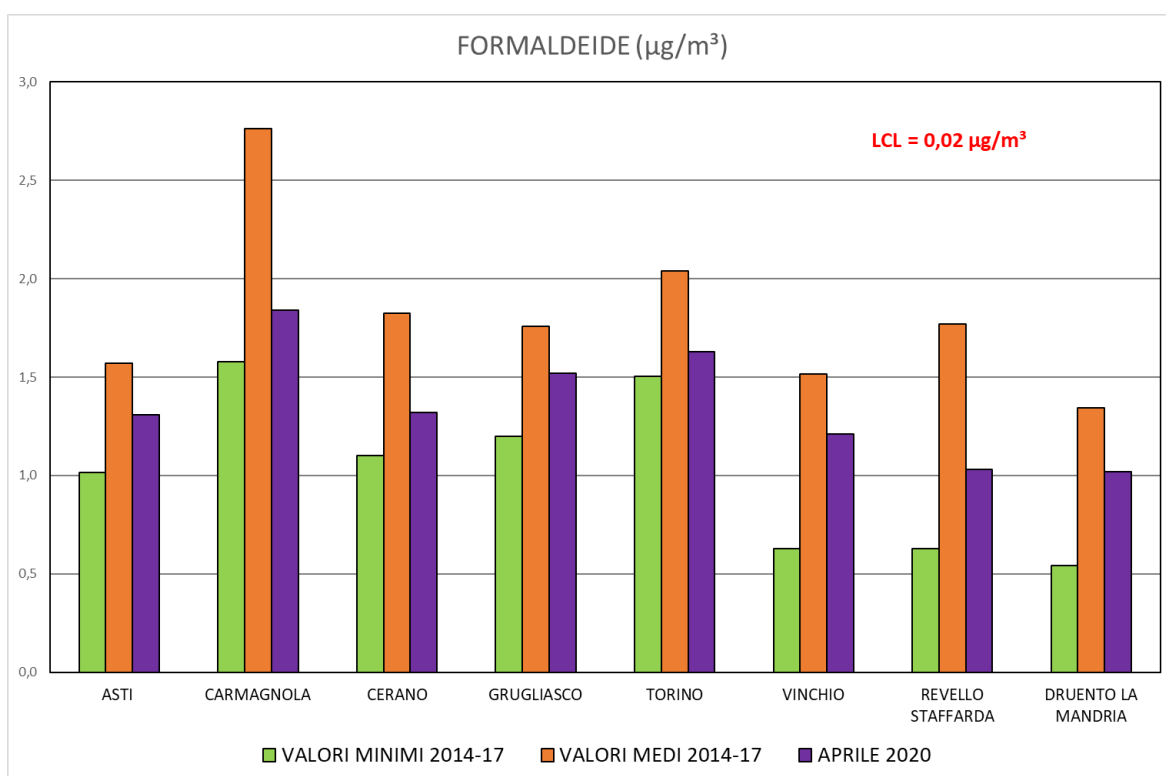
Per completezza di informazione si precisa che per l'elaborazione grafica delle concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale è stato considerato, per convenzione, un valore pari alla metà dello stesso, ad esempio nel caso di valori $< 0.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è calcolato $0.15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

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

I risultati puntuali di dette sostanze sono presentati nella tabella 2 seguente, nella quale sono state evidenziate le concentrazioni superiori all'LCL.

Tabella 2: Risultati dei prelievi per la determinazione di aldeidi eseguiti nel lockdown di aprile 2020.

POSTAZIONE DEL PRELIEVO:	DRUENTO - PARCO LA MANDRIA	CARMAGNOLA	GRUGLIASCO - PARCO LORENZONI	TORINO- VIA RUBINO	REVELLO - STAFFARDA	VINCHIO (AT)	ASTI	CERANO (NO)
DATA INIZIO:	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	29/04/2020
DATA FINE:	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	06/05/2020
INQUINANTE	CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
Formaldeide	1,02	1,84	1,52	1,63	1,03	1,21	1,31	1,32
Acetaldeide	<0,02	1,16	1,27	1,40	<0,02	0,83	0,87	1,04
Propionaldeide	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Butilaldeide	1,73	1,64	2,18	2,19	1,00	1,08	1,08	1,27
Benzaldeide	0,20	0,12	0,09	0,09	0,05	0,13	0,10	0,12
Isovaleraldeide	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Valeraldeide	0,42	0,49	0,27	0,42	0,16	0,23	0,23	0,23
Esanale	0,83	0,78	0,72	0,67	0,33	0,55	0,60	0,52



Si conferma il carattere ubiquitario della formaldeide, con i valori che vanno da 1,0 µg/m³, misurati in postazioni di tipo naturale/rurale, a 1,8 µg/m³ presso la centralina di Carmagnola.

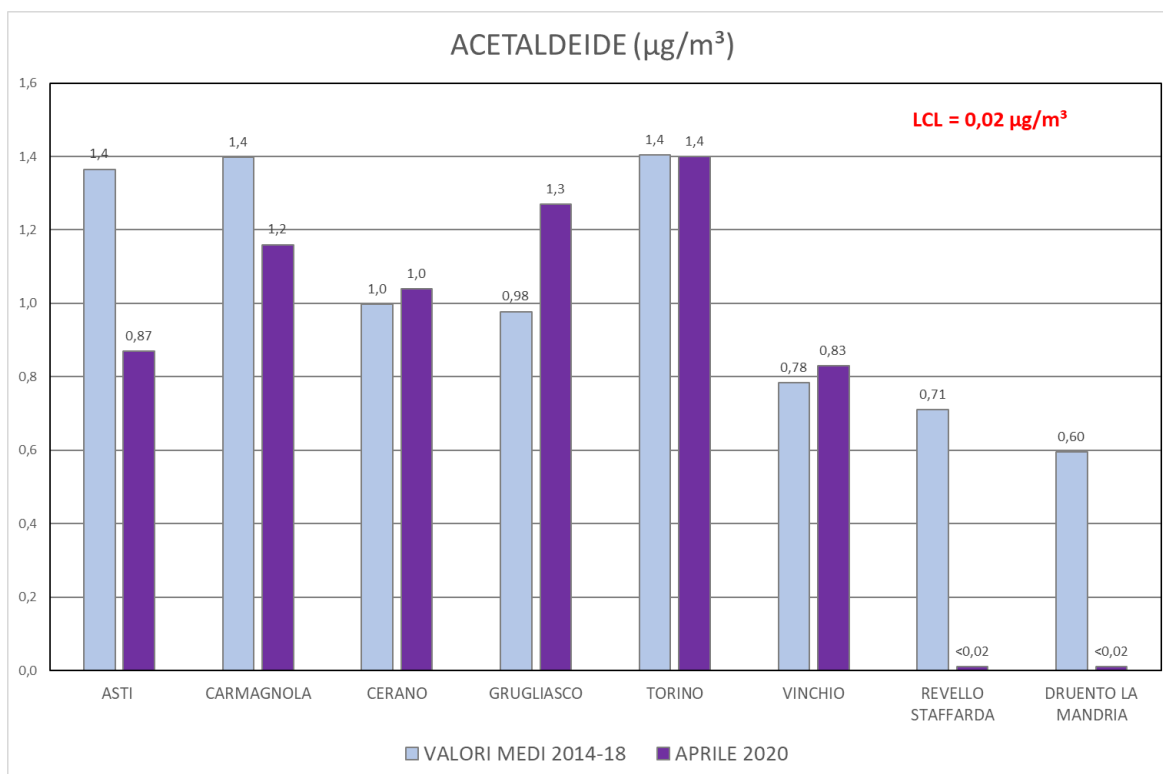
In tutte le postazioni di prelievo i valori di formaldeide sono risultati leggermente inferiori ai valori medi, ma sempre superiori ai minimi dei monitoraggi eseguiti tra il 2014 e 2017. Significativa la differenza con i valori massimi delle serie 2014/17. come si può notare nella tabella a sinistra.

Tabella 3: Formaldeide: valori 2014/2017e lockdown 2020.

(µg/m ³)	Formaldeide			APRILE 2020
	(2014/2017)			
	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	1,0	1,6	1,9	1,3
CARMAGNOLA (TO)	1,6	2,8	4,6	1,8
CERANO (NO)	1,1	1,8	2,6	1,3
GRUGLIASCO (TO)	1,2	1,8	2,4	1,5
TORINO	1,5	2,0	2,5	1,6
VINCHIO (AT)	0,63	1,5	2,4	1,2
REVELLO STAFFARDA (CN)	0,6	1,8	3,4	1,0
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	0,54	1,3	2,0	1,0

Le concentrazioni rilevate durante il periodo di lockdown sono sistematicamente più basse dei valori medi riscontrati nelle campagne precedenti, seppure superiori ai valori minimi. Questo presumibilmente indica che la presenza della formaldeide in aria dipende per una parte consistente da attività industriali o da traffico

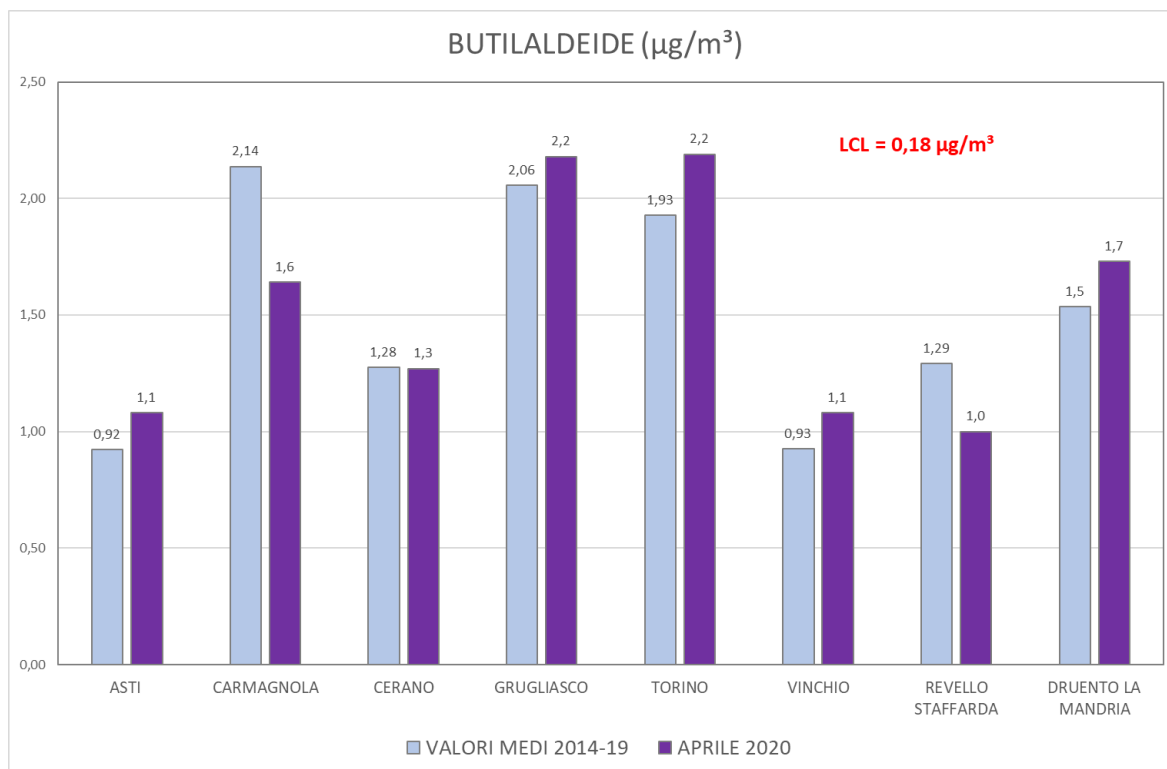
veicolare, ma contemporaneamente è anche dovuta a fenomeni che la generano come inquinante secondario.



I valori di acetaldeide misurati durante il periodo di lockdown sono risultati simili alle medie relative ai monitoraggi 2014/17, tranne che nelle postazioni di tipo naturale/ rurale in cui risultano al LCL. I valori più alti sono stati rilevati nelle postazioni di tipo urbano.

Tabella 4: Acetaldeide: valori 2014/2017e lockdown 2020.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Acetaldeide			
	(2014/2017)			APRILE 2020
	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	1,0	1,4	2,0	0,87
CARMAGNOLA (TO)	<0,02	1,4	2,9	1,2
CERANO (NO)	< 0,02	1,0	2,4	1,0
GRUGLIASCO (TO)	< 0,02	0,98	2,0	1,3
TORINO	< 0,02	1,4	2,3	1,4
VINCHIO (AT)	< 0,02	0,78	1,4	0,83
REVELLO STAFFARDA (CN)	<0,02	0,71	2,7	<0,02
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	<0,02	0,60	1,7	<0,02



I valori registrati di butilaldeide durante il periodo di lockdown sono sovrapponibili ai valori medi misurati nelle postazioni di prelievo tra il 2014 e 2017.

Come già emerso nei precedenti monitoraggi la butilaldeide risulta essere l'aldeide superiore maggiormente presente come concentrazione in aria.

Tabella 5: Butilaldeide: valori 2014/2017 e lockdown 2020.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Butilaldeide			
	(2014/2017)			APRILE 2020
	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	0,22	0,92	1,3	1,1
CARMAGNOLA (TO)	0,55	2,1	4,5	1,6
CERANO (NO)	0,23	1,3	1,9	1,3
GRUGLIASCO (TO)	1,1	2,1	3,1	2,2
TORINO	1,0	1,9	3,4	2,2
VINCHIO (AT)	0,46	0,93	1,8	1,1
REVELLO STAFFARDA (CN)	0,09	1,3	3,8	1,0
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	0,08	1,5	3,1	1,7

I risultati puntuali delle **sostanze organiche volatili** ricercate sono presentati nella tabella 6, nella quale sono state evidenziate le concentrazioni superiori all'LCL. Per la maggior parte dei parametri analizzati le concentrazioni sono inferiori al limite di quantificazione strumentale. I dati di SOV misurati durante il lockdown sono stati confrontati con i valori dei precedenti monitoraggi eseguiti tra marzo 2014 e gennaio 2017 nelle medesime postazioni di prelievo. Come per nei precedenti progetti, si è deciso di procedere alle elaborazioni grafiche dei dati di benzene, toluene, tetracloruro di carbonio e tetracloroetilene.

Tabella 6: Risultati dei prelievi per la determinazione di SOV eseguiti nel lockdown di aprile 2020.

POSTAZIONE DEL PRELIEVO:	DRUENTO - PARCO LA MANDRIA	CARMAGNOLA	GRUGLIASCO - PARCO LORENZONI	TORINO- VIA RUBINO	REVELLO - STAFFARDA	VINCHIO (AT)	ASTI	CERANO (NO)
DATA INIZIO:	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	22/04/2020	29/04/2020
DATA FINE:	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	29/04/2020	06/05/2020
INQUINANTE	CONCENTRAZIONE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
Benzene	<0,26	0,44	0,31	0,42	0,39	0,26	0,36	0,26
Toluene	0,82	1,07	1,54	1,69	0,59	0,45	0,81	0,95
Etilbenzene	<0,31	<0,31	<0,30	<0,31	<0,31	<0,30	<0,30	<0,30
o,m,p Xileni	<0,92	<0,92	<0,91	1,16	<0,92	<0,91	<0,91	<0,91
1,2,4 Trimetilbenzene	<0,42	<0,42	<0,41	<0,42	<0,42	<0,41	<0,41	<0,41
Diclorometano	<2,3	<2,3	<2,30	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3
Cloroformio	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,28	<0,27	<0,27	<0,28
1,1,1-Tricloroetano	<0,34	<0,34	<0,33	<0,34	<0,34	<0,33	<0,33	<0,33
1,2-Dicloroetano	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27	<0,27
Tetracloruro di carbonio	0,50	0,56	0,46	0,53	0,56	0,62	0,52	0,55
Tricloroetilene	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Tetracloroetilene	<0,35	<0,35	0,42	1,16	<0,36	<0,35	<0,30	<0,35

Per il benzene è stato effettuato anche il confronto con i dati registrati in continuo dalla centralina della rete della qualità dell'aria di Cerano, in particolare con il valore medio delle medie giornaliere relative al monitoraggio durante il lockdown.

Tabella 7: Concentrazioni di benzene rilevate dalla centralina di Cerano (NO)

	29/04/2020	30/04/2020	01/05/2020	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	MEDIA intero periodo
Dato medio giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,38	0,36	0,48	0,37	0,30	0,38	0,30	0,28	0,36

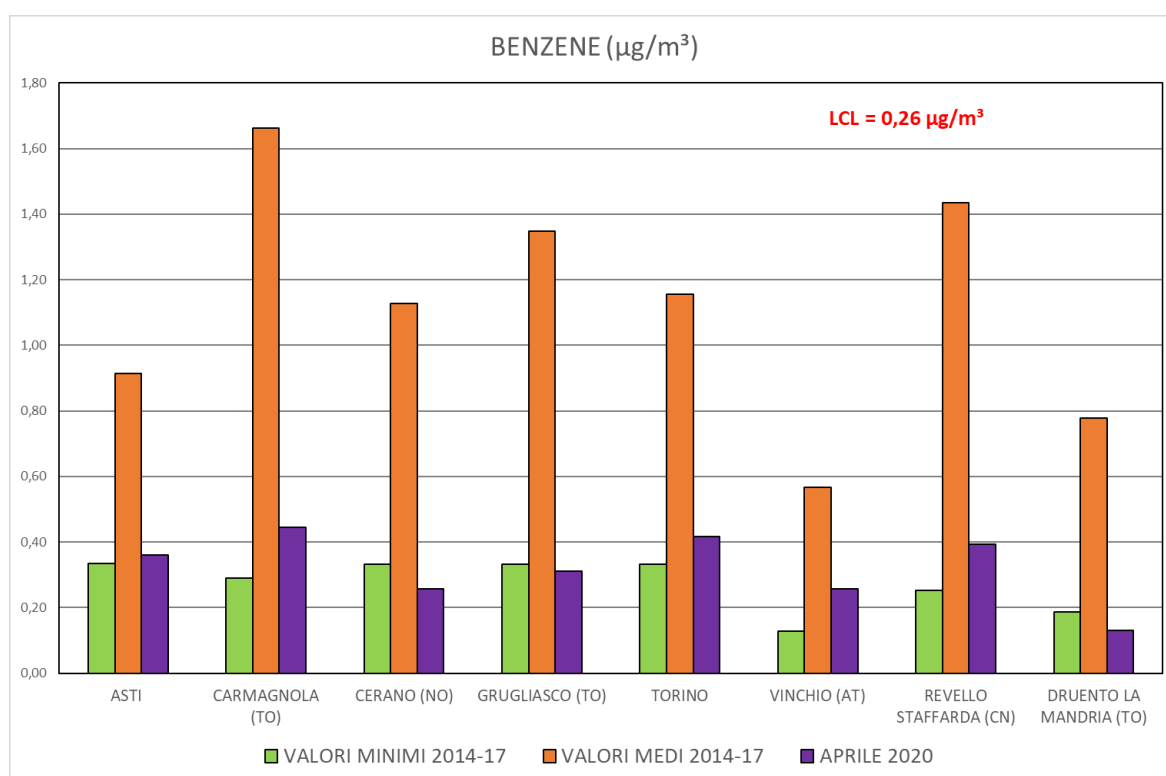


Tabella 8: Benzene: valori 2014/2017e lockdown 2020.

$(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	Benzene			
	(2014/2017)			APRILE 2020
	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	0,34	0,91	1,8	0,36
CARMAGNOLA (TO)	0,29	1,7	4,1	0,44
CERANO (NO)	0,33	1,1	2,6	0,26
GRUGLIASCO (TO)	0,33	1,3	2,6	0,31
TORINO	0,33	1,2	2,5	0,42
VINCHIO (AT)	0,13	0,57	1,2	0,26
REVELLO STAFFARDA (CN)	0,25	1,4	2,7	0,39
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	0,19	0,78	2,0	<0,26

I valori del benzene sono risultati decisamente inferiori alle medie dei monitoraggi precedenti e prossimi ai valori minimi misurati nelle singole postazioni di prelievo. Si tratta di un fenomeno facilmente prevedibile, che conferma il diretto legame fra l'inquinamento da benzene e il traffico veicolare,

indicando la limitazione del traffico come forse il più rilevante intervento da attuare per la riduzione della contaminazione da benzene. Interessante notare come durante il lockdown i valori delle aree urbane siano simili a quelli delle zone naturali/rurali.

Si può affermare, quindi, che il valore di fondo ambientale per il benzene sia compreso tra 0.26 e 0.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che corrisponde di per sé ad un decimo del valore indicato dalla normativa vigente per la protezione della salute umana, pari a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio annuale.

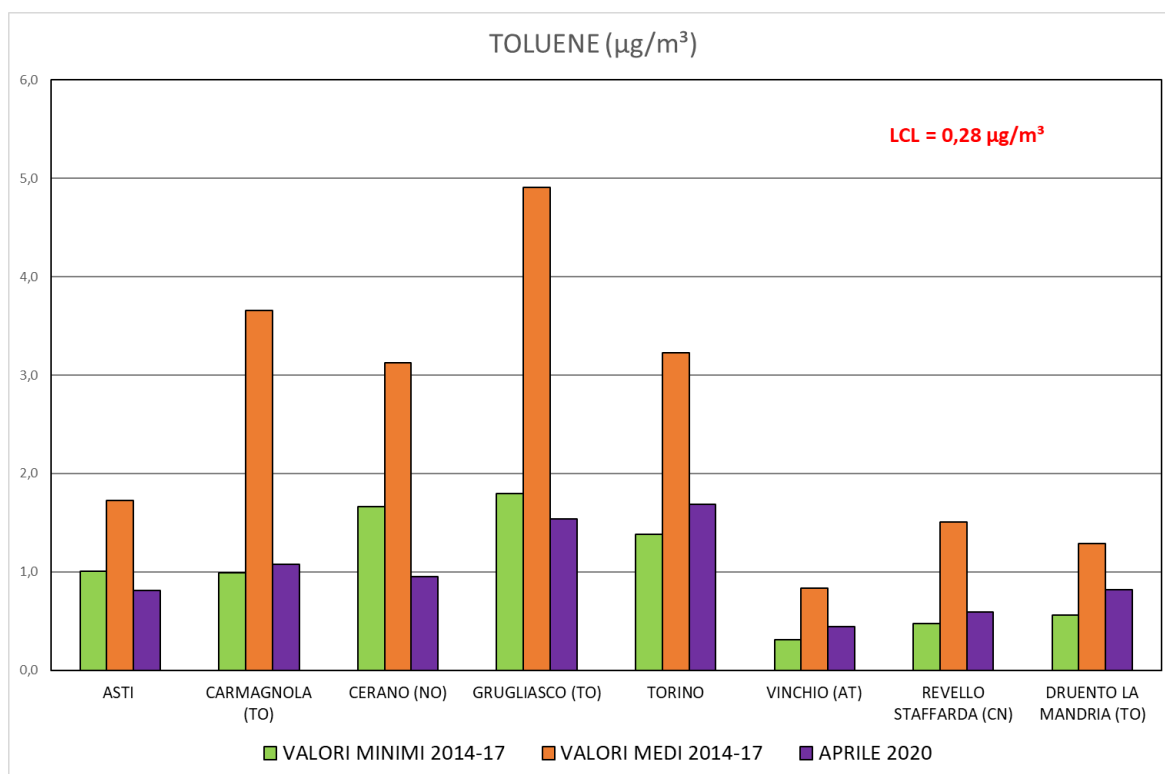


Tabella 9: Toluene: valori 2014/2017e lockdown 2020.

	Toluene			APRILE 2020
	(2014/2017)			
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	1,0	1,73	2,2	0,81
CARMAGNOLA (TO)	0,99	3,7	9,3	1,1
CERANO (NO)	1,66	3,1	5,5	0,95
GRUGLIASCO (TO)	1,79	4,9	6,7	1,5
TORINO	1,38	3,2	5,0	1,7
VINCHIO (AT)	0,31	0,83	1,2	0,45
REVELLO STAFFARDA (CN)	0,47	1,51	2,8	0,59
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	0,56	1,29	3,0	0,82

I dati di toluene misurati in aprile 2020 sono risultati molto simili ai valori minimi dei monitoraggi in outdoor tra il 2014 e il 2017. È quindi legittimo considerare i valori misurati durante il periodo di lockdown come il livello di contaminazione di fondo, che per le zone naturali/rurali è compreso tra 0,45 e 0,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre per le

zone urbane va da 0,81 a 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

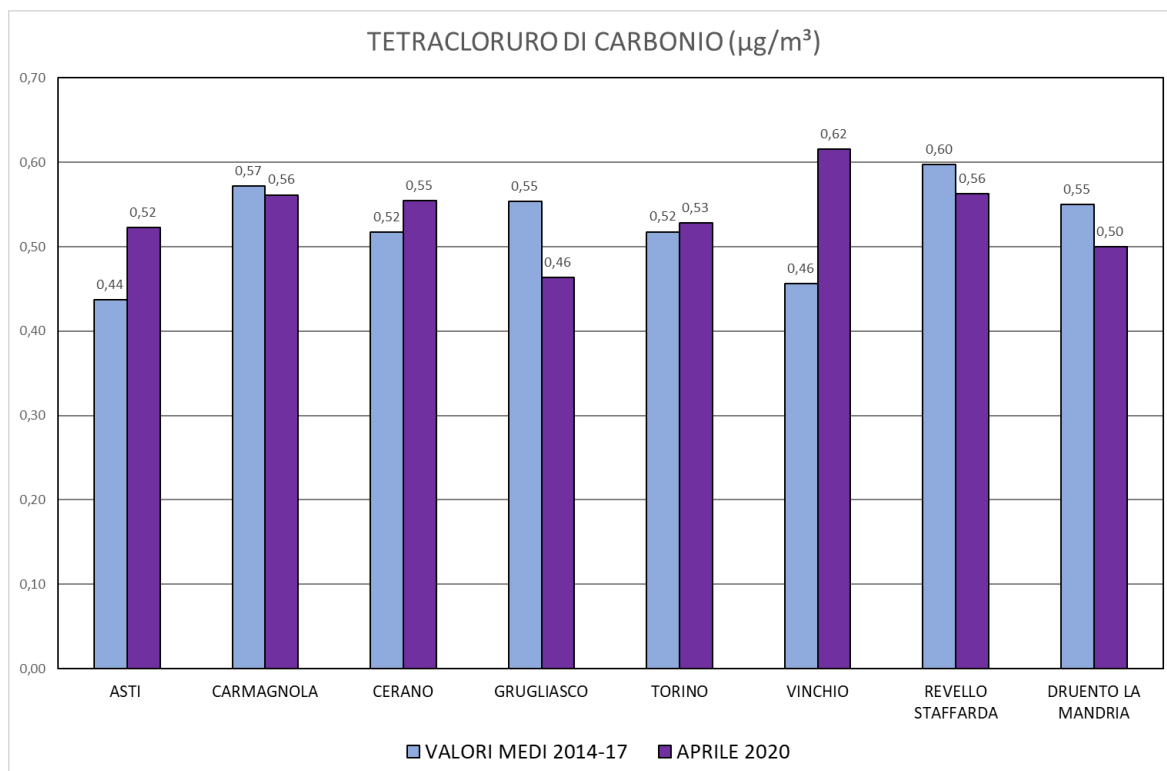
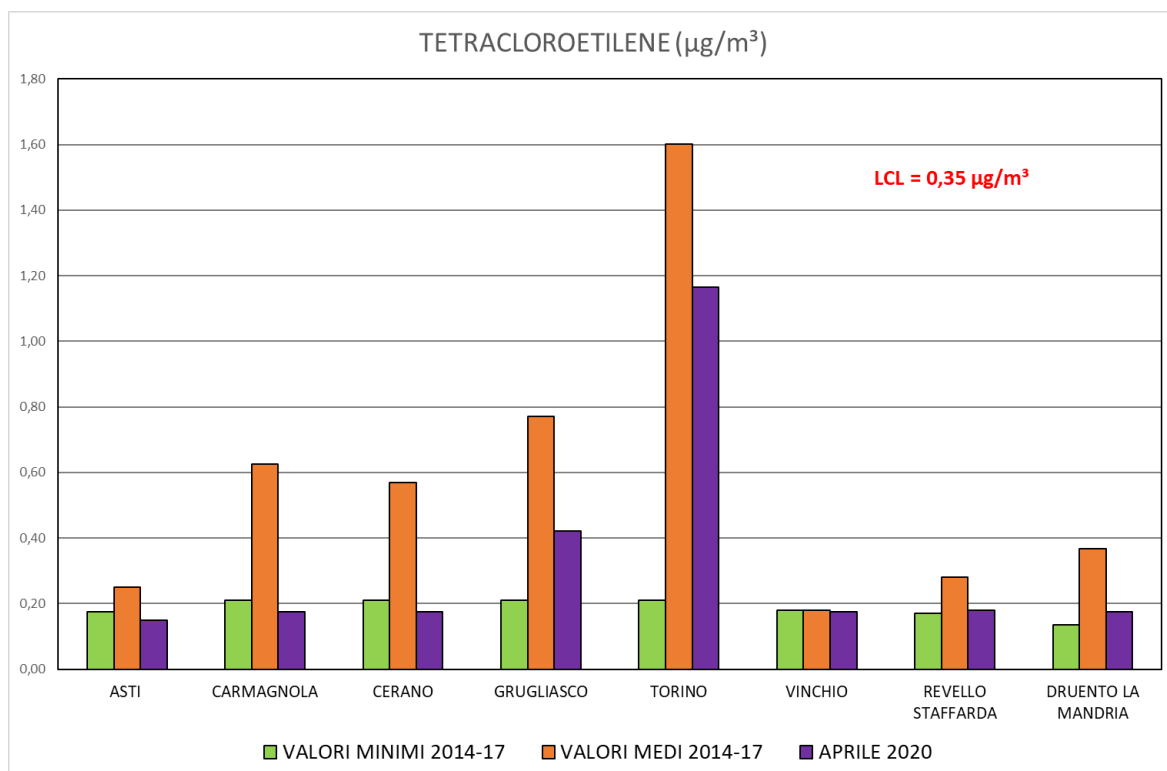


Tabella 10: Tetracloruro di carbonio: valori 2014/2017 e lockdown 2020.

$(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	Tetracloruro di carbonio			
	(2014/2017)			APRILE 2020
	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	0,33	0,44	0,68	0,52
CARMAGNOLA (TO)	0,51	0,57	0,75	0,56
CERANO (NO)	0,36	0,52	0,70	0,55
GRUGLIASCO (TO)	0,40	0,55	0,67	0,46
TORINO	0,43	0,52	0,67	0,53
VINCHIO (AT)	0,33	0,46	0,65	0,62
REVELLO STAFFARDA (CN)	0,28	0,60	0,75	0,56
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	0,40	0,55	0,69	0,50

Le concentrazioni di tetracloruro di carbonio risultano pressoché identiche in tutti i campioni eseguiti in tutte le postazioni di prelievo, senza rilevanti differenze di concentrazione tra zone diverse. Infatti, nelle stazioni di fondo i risultati sono confrontabili con quelli riscontrati nelle aree urbane. Si conferma

quindi quanto già evidenziato nei precedenti monitoraggi, ovvero il carattere ubiquitario e persistente del tetracloruro di carbonio: la sostanza infatti non è più utilizzata nei processi produttivi, ed è nota per una persistenza in atmosfera di lunga durata a causa della sua stabilità.



Durante il periodo di lockdown i valori di tetracloroetilene mostrano come le concentrazioni più significative per tale inquinante siano relative alle aree urbane, in quanto solo nelle postazioni di Grugliasco e Torino sono stati rilevati valori superiori al limite LCL. Tale sostanza può comunque essere considerata ubiquitaria perché dalle analisi di laboratorio risulta sempre presente, almeno in tracce.

Tabella 12: Tetracloroetilene: valori 2014/2017 e lockdown 2020.

$(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	Tetracloro etilene			
	(2014/2017)			APRILE 2020
	MIN	MEDIA	MAX	
ASTI	<0,35	0,25	0,41	0,44
CARMAGNOLA (TO)	<0,42	0,63	1,1	0,57
CERANO (NO)	<0,42	0,57	1,1	0,52
GRUGLIASCO (TO)	<0,42	0,77	1,1	0,55
TORINO	<0,42	1,6	1,9	0,52
VINCHIO (AT)	<0,36	< 0,36	0,18	0,46
REVELLO STAFFARDA (CN)	<0,17	0,28	0,66	0,60
DRUENTO LA MANDRIA (TO)	<0,27	0,37	0,96	0,55

In conclusione, i campionamenti effettuati nel primo lockdown 2020 hanno permesso di approfondire le conoscenze in merito agli inquinanti ubiquitari indagati negli anni precedenti, fornendo elementi di quantificazione che permettono di definire meglio fenomeni già evidenziati.

Alcuni inquinanti mostrano una netta dipendenza dalle attività antropiche sospese durante il lockdown: benzene, toluene e xileni, e più in generale gli inquinanti legati al traffico veicolare, mostrano sensibili riduzioni. I livelli riscontrati nel periodo di lockdown possono essere considerati come valori di fondo, e sono ampiamente inferiori ai valori indicati come protettivi per la salute umana. Le analisi effettuate confermano quanto gli interventi di riduzione del traffico possano avere grande influenza ai fini della riduzione delle concentrazioni di inquinanti primari.

Altri inquinanti, in particolare il tetracloruro di carbonio e numerose aldeidi, appaiono sostanzialmente slegati dalle attività antropiche sospese durante il lockdown. Per alcuni composti si tratta verosimilmente di inquinanti secondari, generati dai complessi fenomeni di reazione di altre molecole presenti in atmosfera. Nel caso del tetracloruro di carbonio invece è legittimo presumere che la presenza in atmosfera sia legata all'elevata persistenza del composto, che è notoriamente molto stabile, anche dopo molti anni dalla quasi completa cessazione del suo utilizzo industriale.

Infine, per alcuni composti quali la formaldeide e il tetracloroetilene, i dati mostrano una riduzione rispetto ai valori medi misurati in passato nei periodi di normale attività; tale riduzione appare però meno marcata, indicando una loro dipendenza solo parziale dalle attività industriali e dal traffico veicolare.