

DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura semplice "Attività di Produzione"

CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI POMARETTO
 Relazione I e II campagna (16 dicembre 2017 – 8 gennaio 2018; 5 luglio – 5 agosto 2018)



CODICE DOCUMENTO: F06_2016_0028_F0602_006

Redazione	Funzione: Tecnico SS Attività di Produzione	Data: 10/05/2018	Firma: 
	Nome: ing. Milena Sacco		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente responsabile della SS Attività di Produzione		
	Nome: dott. Carlo Bussi		

L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Nucleo Operativo "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, dott.ssa Annalisa Bruno, dott.ssa Elisa Calderaro, sig.ra Laura Gerosa, dott.ssa Laura Milizia, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente responsabile dott. Carlo Bussi.

Si ringrazia il personale del Comune di Pomaretto per la collaborazione prestata.

INDICE

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	3
IL LABORATORIO MOBILE	4
IL QUADRO NORMATIVO	4
OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	8
ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI	10
ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI	17
Monossido di Carbonio	17
Ossidi di Azoto	20
Benzene e Toluene	26
Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5)	31
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	37
Metalli	41
Ozono	45
CONCLUSIONI	49
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	50

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m^3) al milligrammo per metro cubo (mg/m^3).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

Nella Tabella 1 sono indicate le fonti principali e le altre fonti dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei punti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2017", elaborata congiuntamente dall' Area Risorse Idriche e Qualità dell'Aria della Città metropolitana di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Città metropolitana.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

Tabella 1: fonti principali e altre fonti dei più comuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	Traffico autoveicolare veicoli a benzina	Traffico autoveicolare veicoli diesel	Emissioni industriali	Combustioni fisse alimentate con combustibili liquidi o solidi	Combustioni fisse alimentate con combustibili gassosi
BIOSSIDO DI ZOLFO					
BIOSSIDO DI AZOTO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

 = fonti primarie

 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico sul territorio della Città Metropolitana di Torino viene realizzato attraverso le stazioni della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi dipartimentali da Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile in dotazione al Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM₁₀ e PM_{2,5}, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria impone dei limiti per quegli inquinanti che risultano essere quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 155/2010 che ha abrogato e sostituito le normative precedenti senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati, I limiti di legge possono essere classificati in tre tipologie:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM₁₀, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM₁₀, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Per quanto riguarda il parametro ozono il D.Lgs 155/2010 ha abrogato il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio

Il **D.Lgs 155/2010** ha inserito nuovi indicatori relativi al PM_{2.5} e in particolare:

- **un valore limite, espresso come media annuale, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;**
- **un valore obiettivo, espresso come media annuale, pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010.**

La nuova normativa prevede inoltre per il PM_{2.5} un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che sono state definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (all' art. 2 del D.M. 13.3.2013). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

Nella Tabella 2, nella Tabella 3 e nella Tabella 4 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2017".

Tabella 2: Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici.

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott + 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-2010

Tabella 3: Valori limite per ozono e benzo(a)pirene.

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O ₃) (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ ⁽¹⁾	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni ⁽²⁾		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h ⁽²⁾		
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri ⁽³⁾	1 ng/m ³ ⁽⁴⁾	-	-

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h±(h-8)

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

Tabella 4: Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155).

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾
Arsenico	6.0 ng/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio, condotta nel Comune di Pomaretto da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale del Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale (protocollo n° 3951 del 05/10/16; prot. Arpa n° 83786 del 05/10/2016).

La campagna è stata richiesta allo scopo di verificare la qualità dell'aria dopo l'installazione dell'impianto con caldaie a cippato presso la centrale termica, a servizio del teleriscaldamento nel Comune di Pomaretto.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati della campagna si ricorda che il monitoraggio effettuato permette di verificare se nell'area di indagine la concentrazione degli inquinanti oggetto di misura è significativamente diversa da quella di altre zone del territorio provinciale, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte (nel caso specifico l'impianto di combustione a cippato) rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti.

Le strumentazioni di misura in aria ambiente come quelle installate sulla stazione mobile, infatti rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato in via Combe 6 nella campagna invernale, mentre in quella estiva il sito è in Piazza della Libertà 1.

Le campagne di misura con il laboratorio mobile vengono in generale calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. Nello specifico sono state previste due campagne di misura: una prima campagna nel periodo freddo ed una seconda campagna nel periodo caldo.

Le campagne oggetto della presente relazione sono state condotte tra il **15 dicembre 2017 e il 9 gennaio 2018** (campagna invernale) e tra il **4 luglio e il 6 agosto 2018** (campagna estiva). Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal **16 dicembre 2017 e il 8 gennaio 2018**, e dal **5 luglio al 5 agosto** per un totale di 56 giorni.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del D.Lgs. 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

I dati presentati forniscono quindi, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati nello stesso periodo della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

Figura 1: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel Comune di Pomaretto



ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante la campagna di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

pressione atmosferica	P	hPa
direzione vento	D.V.	gradi sessagesimali
velocità vento	V.V.	m/s
temperatura	T	°C
umidità relativa	U.R.	%
radiazione solare globale	R.S.G.	W/m ²
pioggia	Pioggia	mm/h

Il valore medio della temperatura nel periodo invernale è stato di 2.3°C, il picco del freddo è stato raggiunto tra i giorni 18 e 21 dicembre, quando correnti da nordest hanno convogliato sul Piemonte aria fredda di matrice continentale. Il giorno con le temperature più elevate è stato il 3 gennaio 2018 in corrispondenza ad un evento di phoen.

La media di tutto il periodo estivo è stata di 22.3°C (Tabella 5); il valore massimo orario si è raggiunto il 4 agosto con un valore pari a 30.5°C.

La Figura 2 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) e delle precipitazioni nel corso delle campagne di monitoraggio. Sia la campagna estiva che quella invernale hanno registrato vari eventi piovosi, in inverno si sono verificate anche precipitazioni nevose (Figura 5); come si evince dal grafico in queste giornate è corrisposto un abbassamento della radiazione solare globale a causa della copertura nuvolosa.

In assenza di copertura nuvolosa i valori massimi di radiazione solare, che si osservano nelle ore centrali della giornata. L'8 gennaio 2018 è risultato il giorno più ricco di precipitazioni in tutto il Piemonte.

La radiazione solare è un parametro significativo nel determinare il grado di stabilità atmosferica; in generale ad elevate intensità della radiazione solare corrisponde un'elevata turbolenza convettiva che favorisce il rimescolamento degli inquinanti; quindi nel periodo estivo si osservano valori generalmente bassi degli inquinanti primari e di polveri. Essa tuttavia favorisce le reazioni chimiche che coinvolgono gli inquinanti presenti in atmosfera e di conseguenza lo sviluppo dell'inquinamento secondario di origine fotochimica, come nel caso dell'ozono che raggiunge le concentrazioni maggiori proprio durante i mesi di massima radiazione solare.

Tabella 5: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso delle campagne di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE		TEMPERATURA		UMIDITA' RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		VELOCITA' VENTO	
	W/m ²		°C		%		hPa		m/s	
	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate	Inverno	Estate
Minima media giornaliera	3.8	112.5	-3.7	18.3	24.0	49.9	924.1	941.8	0.4	0.8
Massima media giornaliera	41.1	259.8	7.4	25.6	96.8	84.0	959.8	948.8	4.3	2.0
Media delle medie giornaliere	23.9	224.7	2.3	22.3	69.3	64.2	945.7	945.2	2.0	1.3
Giorni validi	24	32	24	32	24	32	24	32	9	32
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	38%	100%
Media dei valori orari	23.8	224.6	2.3	22.3	69.3	64.2	945.7	945.2	1.4	1.3
Massima media oraria	297.0	1007.0	14.5	30.5	99.0	98.0	961.0	950.0	5.6	5.0
Ore valide	576	768	576	768	576	768	576	768	354	764
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	61%	99%

Figura 2 – Andamento della radiazione solare globale e livello pioggia nel corso delle campagne di monitoraggio

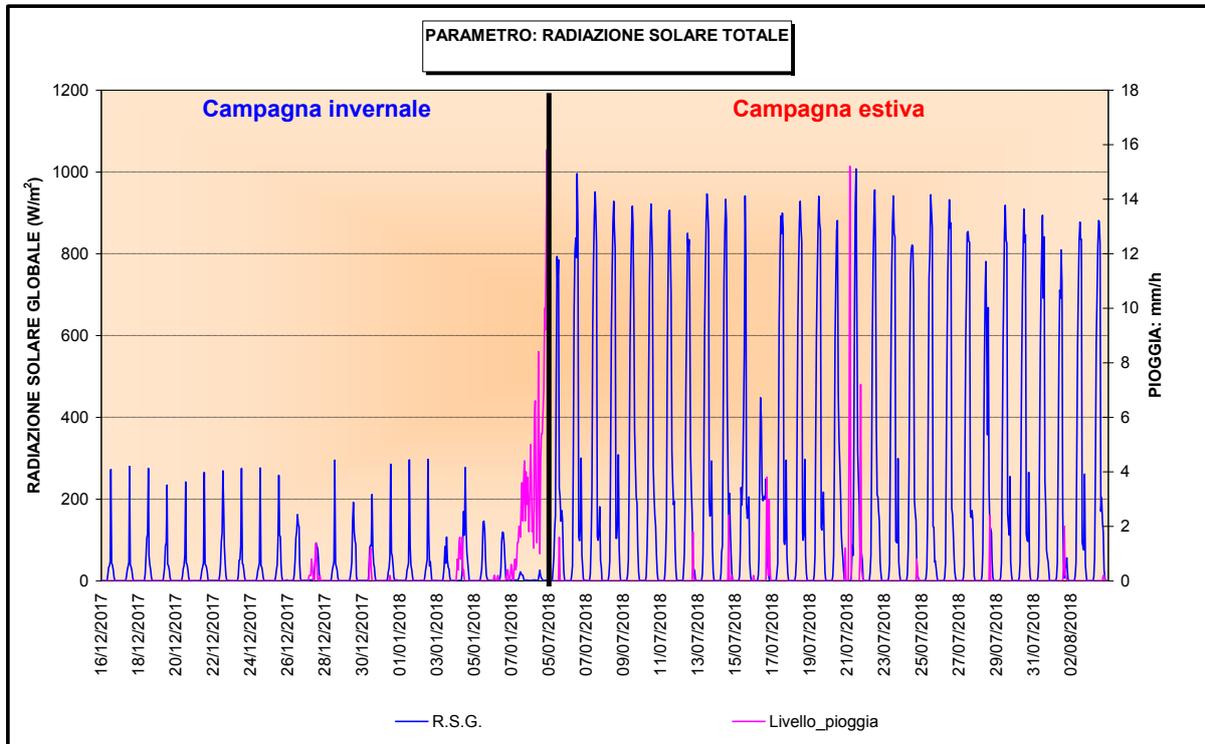


Figura 3 – Andamento della temperatura nel corso delle campagne di monitoraggio

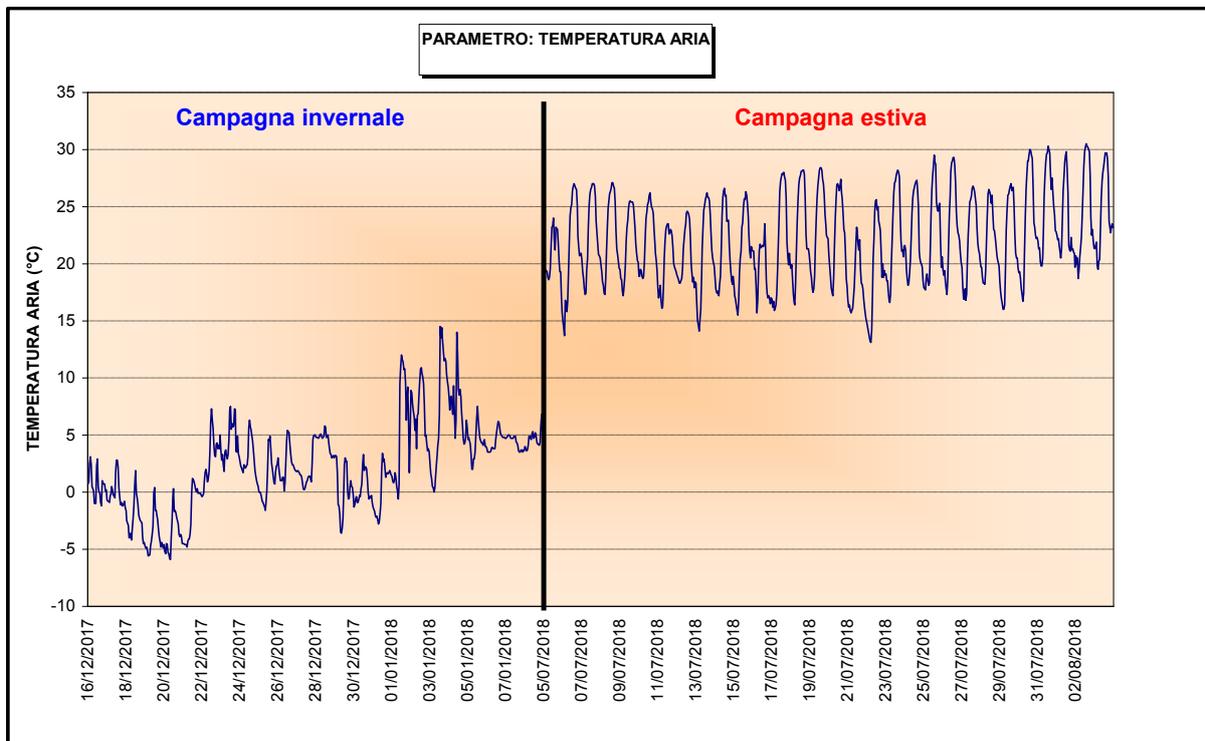


Figura 4– Andamento dell'umidità relativa nel corso delle campagne di monitoraggio

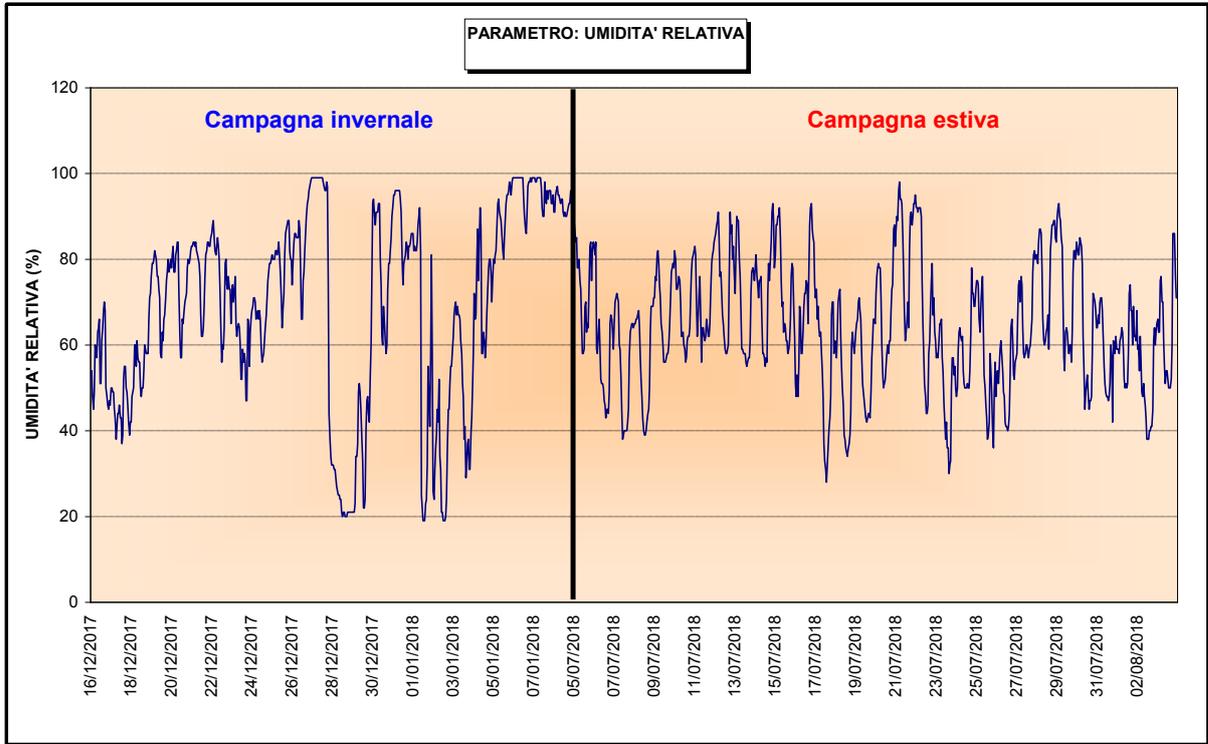


Figura 5 – Andamento delle precipitazioni nevose nel corso della campagna di monitoraggio invernale (dati di neve nelle stazioni meteorologiche più vicine al sito)

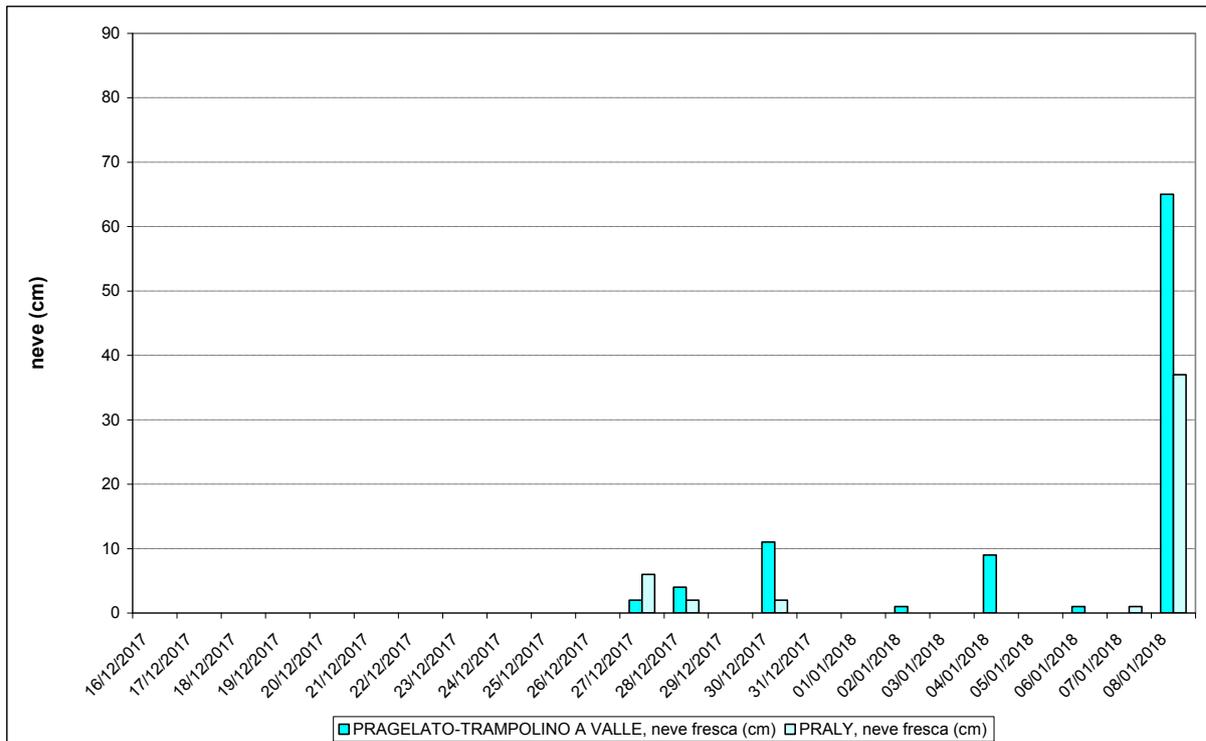


Figura 6– Andamento della pressione atmosferica nel corso delle campagne di monitoraggio

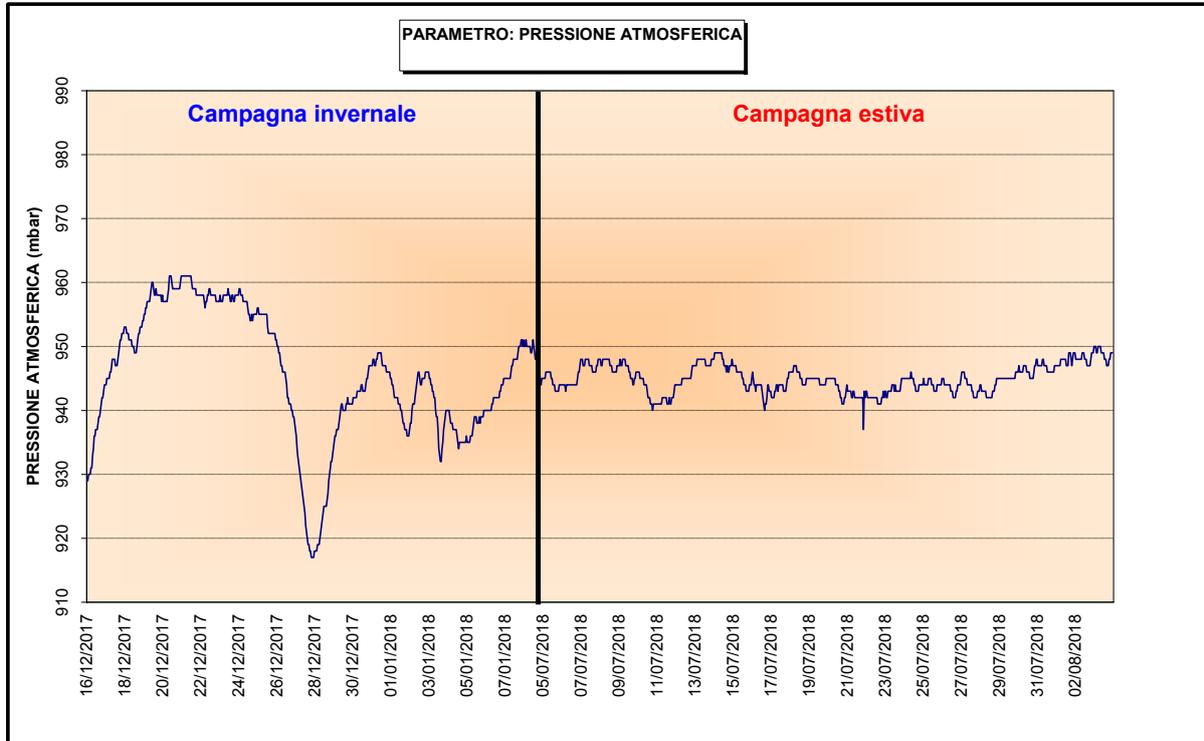


Figura 7– Andamento della velocità del vento nel corso delle campagne di monitoraggio

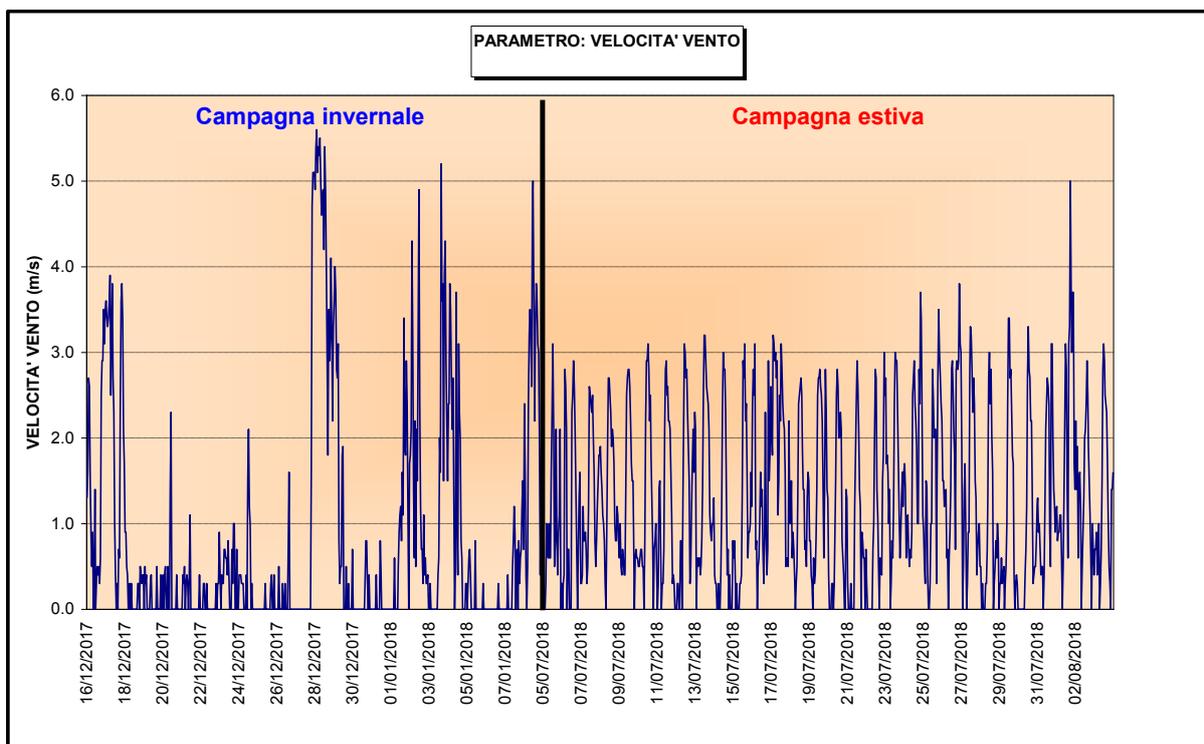


Figura 8– Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

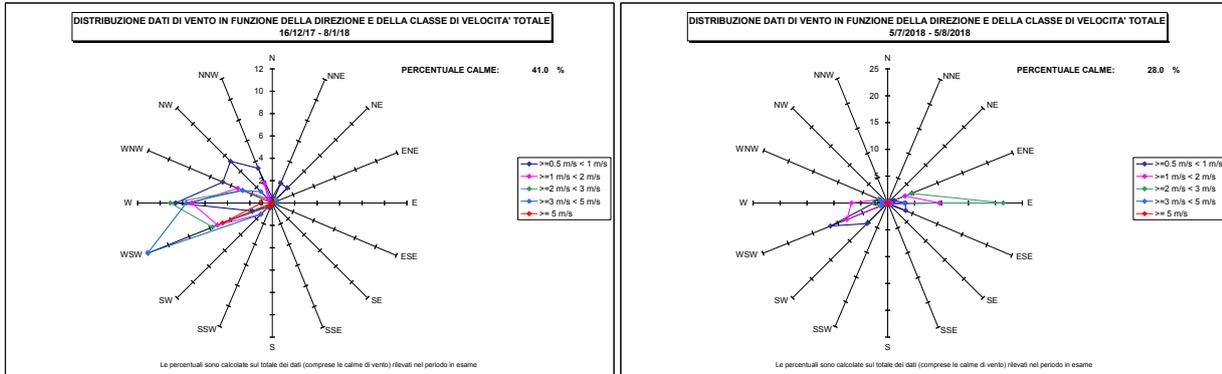


Figura 9– Rosa dei venti diurna

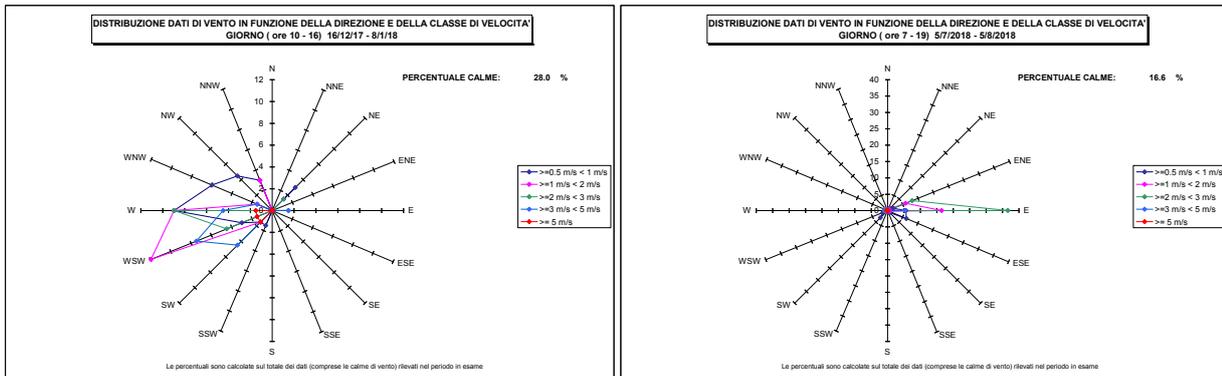
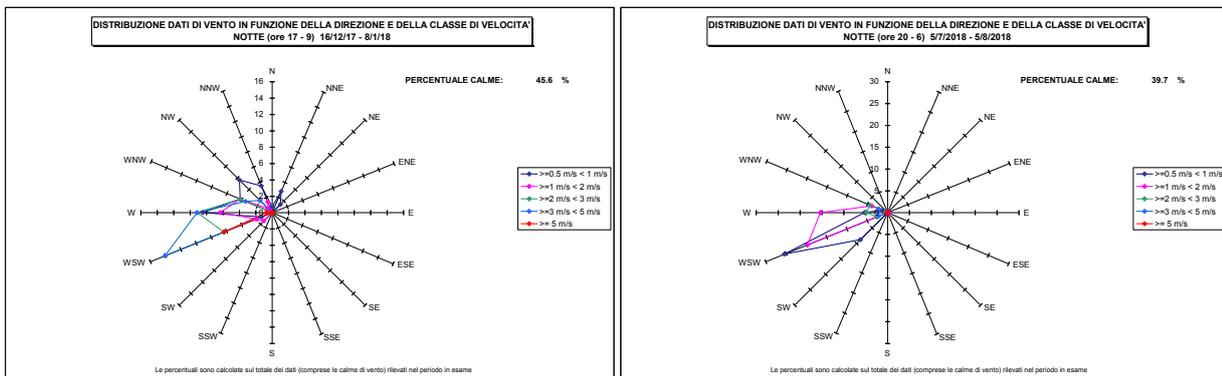


Figura 10– Rosa dei venti notturna



Pomaretto si trova all'imbocco della Valle Germanasca dove questa si dirama dalla Val Chisone, pertanto la sua anemologia è influenzata dalla presenza di queste due valli.

Durante il periodo invernale di monitoraggio le calme di vento sono state circa il 41% e la massima velocità oraria del vento è stata 5.6 m/s; durante il periodo estivo le calme di vento sono state circa il 28% e la massima velocità oraria del vento è stata 5 m/s.

Le rose dei venti evidenziano la presenza di venti prevalentemente provenienti dalla direzione W-WSW nella campagna invernale in direzione della Val Germanasca, ma ci sono componenti anche da NNW NW influenzate dalla Val Chisone, mentre in quella estiva di notte c'è prevalenza di venti provenienti da W, WSW e SW e di giorno di venti da E-ENE.

In periodo estivo infatti l'anemologia è caratterizzata da un regime caratteristico giornaliero che dà origine ai fenomeni delle brezze di valle e delle brezze di monte, note come brezze di bel tempo. Si chiamano così in quanto la condizione necessaria per il verificarsi della brezza di valle è la differenza termica fra pianura e montagna che si crea solo in condizioni di forte irradiazione solare.

Nei giorni estivi di bel tempo, da circa metà marzo fino ad ottobre, lungo l'asse della valle spira un vento con un marcato ritmo giornaliero. Di giorno spira dalla parte bassa della valle verso quella alta (brezza di valle), di notte dalla parte alta a quella bassa (brezza di monte). Con cielo coperto e durante l'inverno la radiazione solare che giunge al suolo è troppo debole per creare le differenze termiche necessarie.

ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

C ₆ H ₆	BENZENE
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
O ₃	OZONO
PM ₁₀	PARTICOLATO SOSPESO PM ₁₀
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all' indirizzo: <https://secure.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaweb/> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

La relazione è inoltre disponibile sul sito :

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/torino/aria/relazioni-mezzo-mobile/elenco-relazioni-qualita-aria>.

Nei paragrafi seguenti è riportata l'analisi statistica dei dati rilevati nel corso della campagna di monitoraggio.

Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. Si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera e l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m³).

Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare i gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

Il monossido di carbonio è caratterizzato da un'elevata affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), pertanto la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia. La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, che emettono meno CO, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli

autoveicoli ed i valori registrati attualmente rispettano ampiamente i limiti normativi.

Durante la campagna di monitoraggio in Pomaretto non si sono osservate criticità per questo parametro. La Tabella 6 e la Figura 11 evidenziano infatti che non si sono registrati superamenti del valore di 10 mg/m^3 che, in base alla normativa vigente, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

Tabella 6 – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m^3))

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	0.2	0.1
Massima media giornaliera	1.0	0.3
Media delle medie giornaliere	0.7	0.2
Giorni validi	24	29
Percentuale giorni validi	100%	91%
Media dei valori orari	0.6	0.2
Massima media oraria	1.4	0.4
Ore valide	576	724
Percentuale ore valide	100%	94%
Minimo medie 8 ore	0.1	0.1
Media delle medie 8 ore	0.6	0.2
Massimo medie 8 ore	1.2	0.3
Percentuale medie 8 ore valide	100%	93%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0	0

Figura 11 - CO andamento orario.

CO: medie orarie

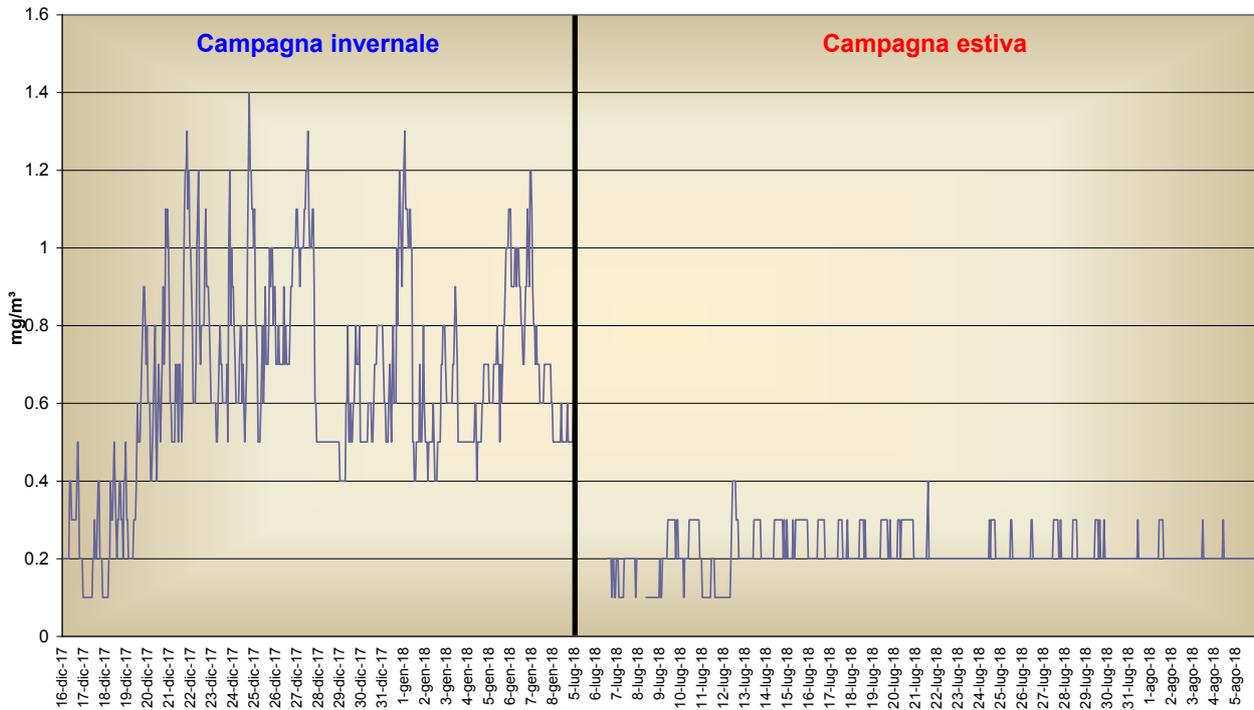
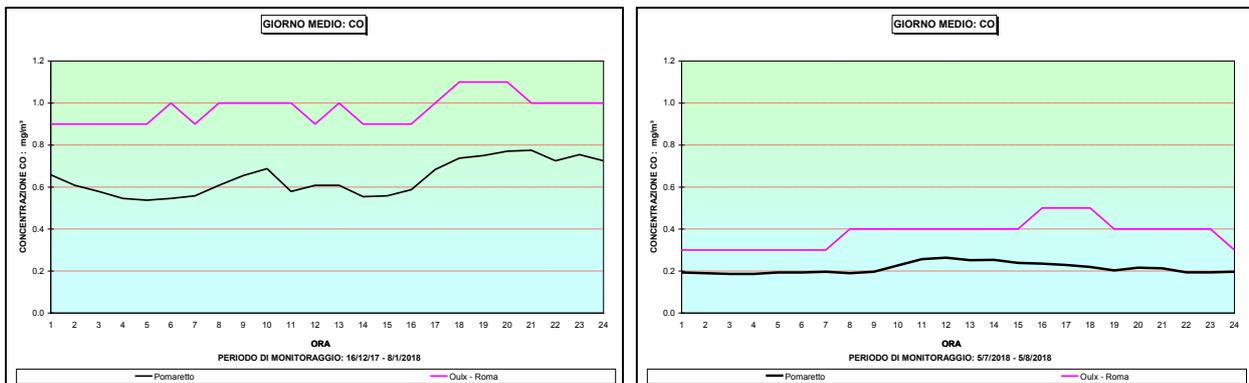


Figura 12 - CO giorno medio (a sinistra campagna invernale, a destra campagna estiva)



Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione (prevalentemente dalla circolazione veicolare e dalle emissioni da riscaldamento), qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Per il monossido di azoto la normativa non prevede valori limite, ma questo inquinante viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono; per tale inquinante la normativa non prevede dei limiti di concentrazione nell'aria per la protezione della salute umana.

Durante le campagne di monitoraggio i livelli di NO registrano un valore massimo pari a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo invernale e di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel periodo estivo (Tabella 7).

Confrontando i dati con quelli osservati in altre stazioni della provincia torinese, si può notare che i valori siano molto inferiori a quelli registrati nelle stazioni di Susa e Oulx, stazioni situate in Val di Susa, che posso essere considerate analoghe, come collocazione, al sito di Pomaretto.

Tabella 7 - Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	2	2
Massima media giornaliera	14	3
Media delle medie giornaliere	5	3
Giorni validi	24	32
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	5	3
Massima media oraria	35	5
Ore valide	576	765
Percentuale ore valide	100%	100%

Figura 13 – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

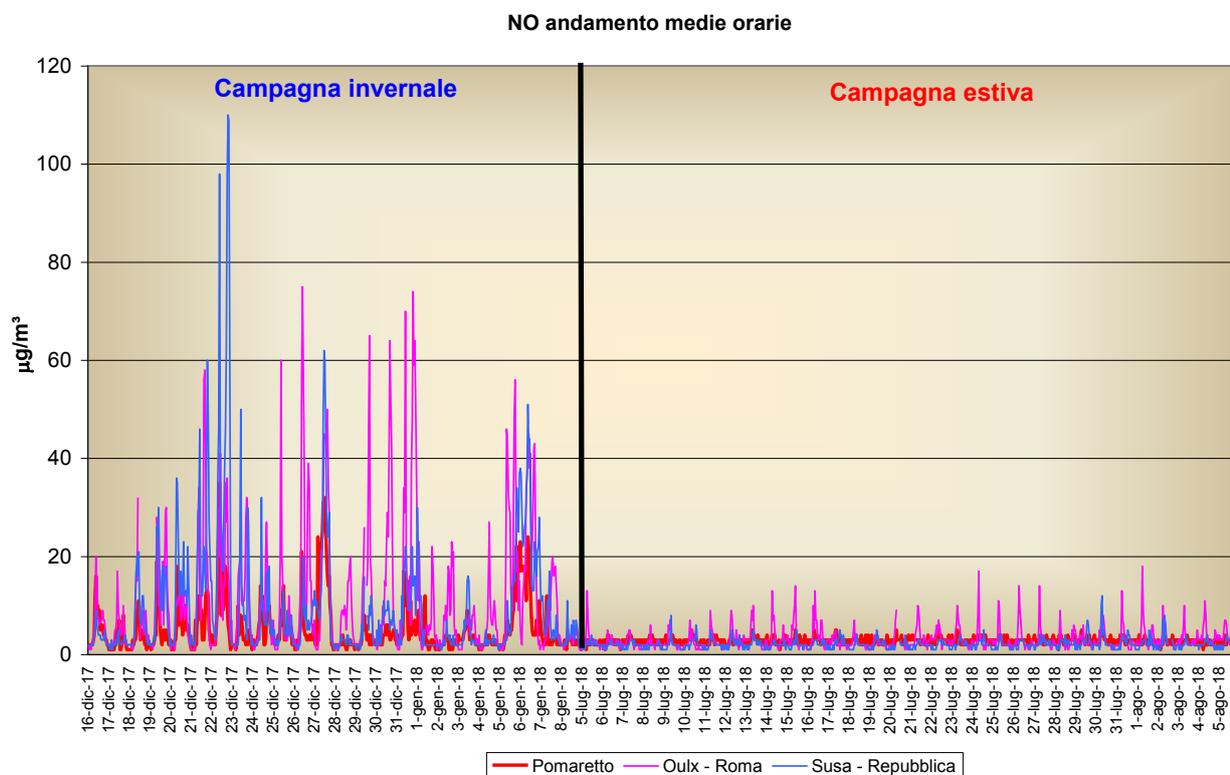
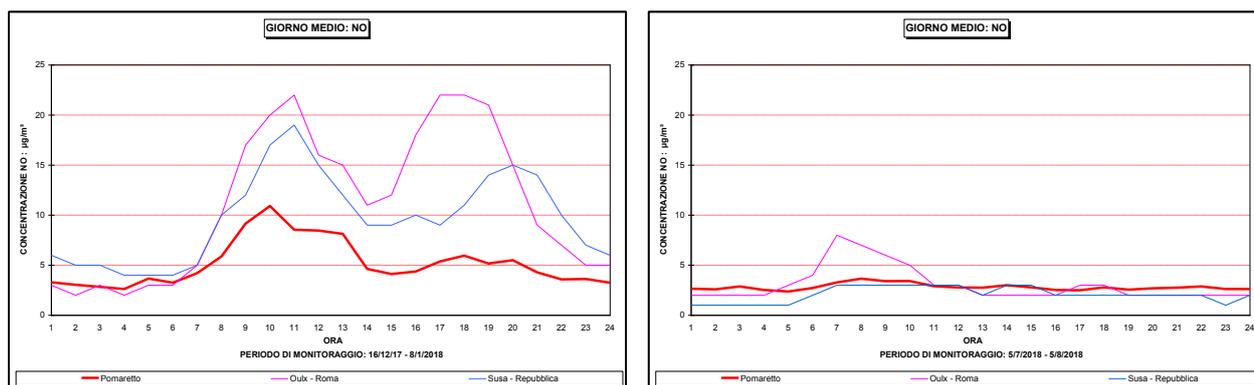


Figura 14 - NO: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio (a sinistra campagna invernale, a destra campagna estiva)



Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di “smog fotochimico”.

La formazione di NO₂ è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, vale a dire in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) all'interno di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Nel corso della campagna di monitoraggio in Pomaretto, l'andamento dell'NO₂ registra un valore medio di 25 µg/m³ in inverno, con un picco di 68 µg/m³; mentre in estate il valore medio è di 8 µg/m³, con un picco di 16 µg/m³; non si verifica nessun superamento dei limiti (vedi Tabella 8).

Tabella 8 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	8	7
Massima media giornaliera	39	10
Media delle medie giornaliere	25	8
Giorni validi	24	32
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	25	8
Massima media oraria	68	16
Ore valide	576	765
Percentuale ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0

Dal grafico di Figura 15 e Figura 16 si nota che i livelli di concentrazione dell'NO₂ invernale sono molto simili a quelli misurati nella stazione di Susa e, come nella stazione di Susa e Oulx, presentano due picchi, uno intorno alle 9 e uno intorno alle 18; al picco serale non corrisponde un analogo picco nel monossido di azoto, pertanto appare molto probabilmente legato a fenomeni di formazione secondaria dell'NO₂, piuttosto che ad una fonte locale diretta di NO₂. In estate i valori sono molto bassi, con un giorno medio quasi sovrapponibile a quello di Susa.

Il D.Lgs. 155/2010 prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata delle due campagne non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però valutare un confronto tra la media rilevata nel periodo di monitoraggio in Pomaretto rispetto a quella rilevata in altre stazioni della rete regionale, considerando solo quelle che hanno almeno il 90% dei dati validi, elencate in Tabella 9.

Per poter stimare la media annuale di NO₂ in Pomaretto si sono correlate le concentrazioni di NO₂ rilevate nel periodo di monitoraggio in tutte le stazioni con le medie annuali misurate nelle stesse stazioni. Il risultato è riportato in Figura 17.

La stima ottenuta per il 2018 è di 14 µg/m³, molto inferiore al limite annuale di 40 µg/m³. Si può quindi affermare che il sito si colloca tra quelli meno critici a livello regionale, insieme ad altre stazioni situate in valle (Susa, Oulx) o lontane da fonti emmissive (Druento-La Mandria, Baceno-Alpe Devero, Revello-Staffarda).

Figura 15 – NO₂ : confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

Inquinante: biossido di azoto

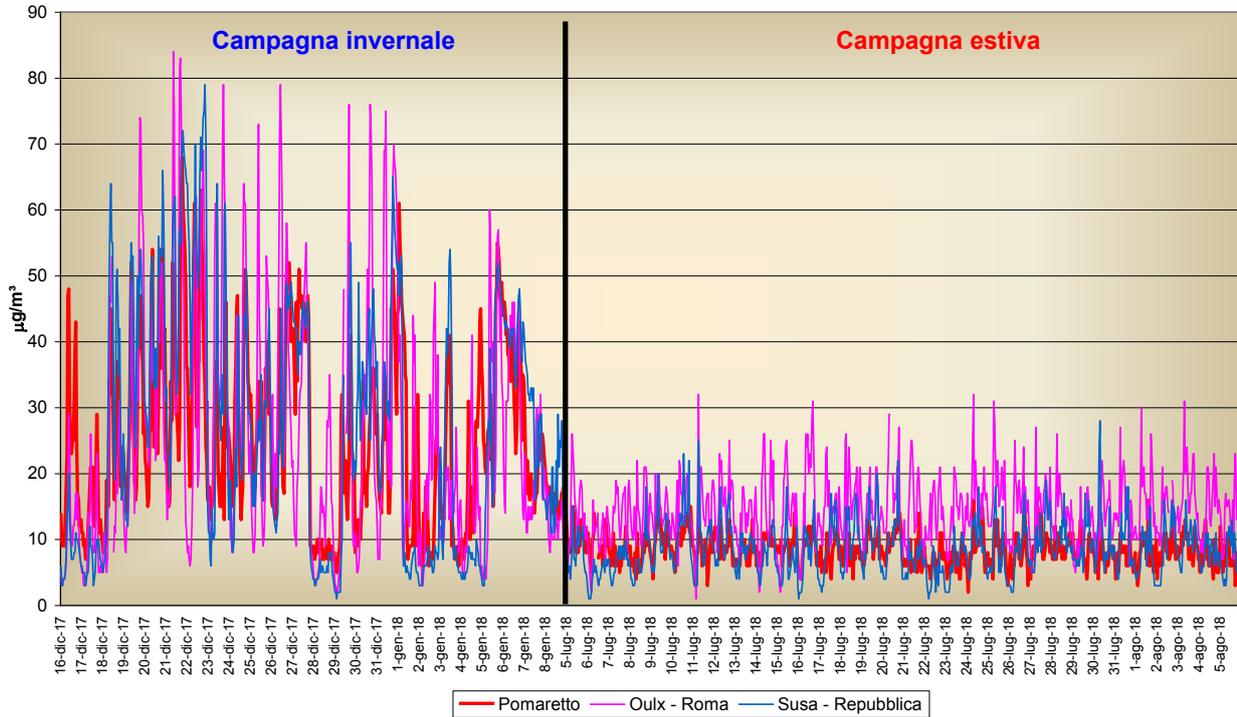


Figura 16 – NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio (a sinistra campagna invernale, a destra campagna estiva)

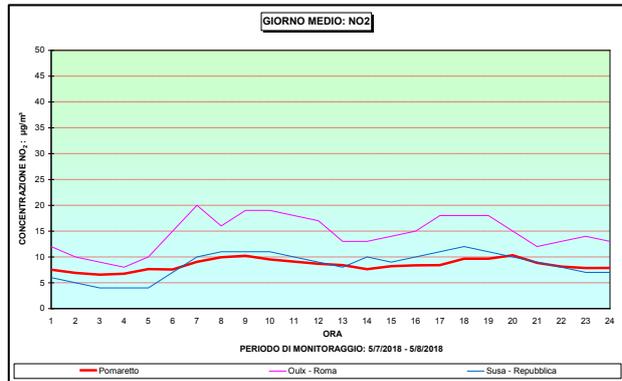
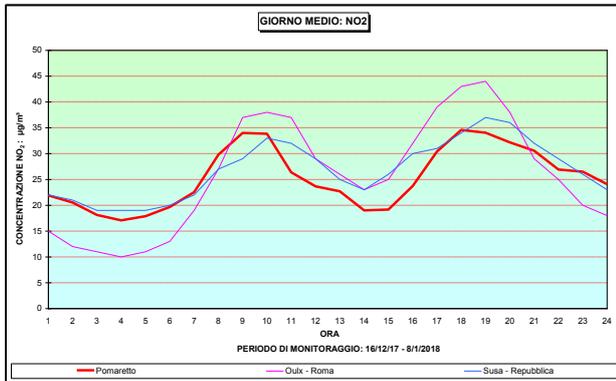


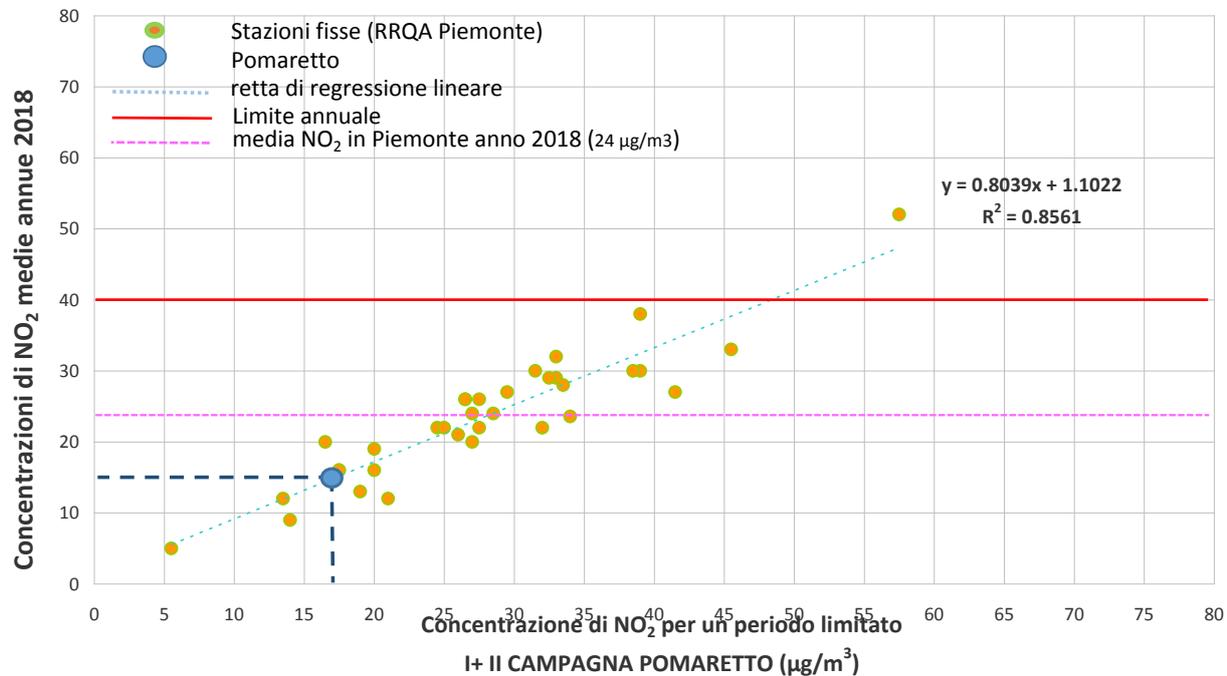
Tabella 9 - NO₂ - confronto medie del periodo di monitoraggio con medie annuali 2018 in Regione Piemonte

Stazione	media campagna invernale	media campagna estiva	Media 2 campagne	Media annuale 2018
	NO ₂ (µg/m ³)			
Alba - Tanaro	43	12	28	22
Asti - Baussano	41	25	33	32
Baceno - Alpe Devero	5	6	6	5
Biella - Lamarmora	39	10	25	22
Biella - Sturzo	23	10	17	20
Borgaro T. - Caduti	45	18	32	30
Borgomanero - Molli	41	16	29	24
Borgosesia - Tonella	27	8	18	16
Bra - Madonna Fiori	49	15	32	22
Carmagnola - I Maggio	50	28	39	38
Castelletto T. - Fontane	34	16	25	22
Cerano - Bagno	41	12	27	26
Chieri - Bersezio	44	10	27	20
Cigliano-Autostrada	39	27	33	29
Cuneo - Alpini	41	13	27	24
Domodossola - Curotti	30	10	20	16
Druento - La Mandria	20	7	14	12
Leini'(ACEA) - Grande Torino	68	15	42	27
Novi Ligure - Gobetti	64	14	39	30
Oleggio - Gallarate	38	27	33	29
Omegna - Crusinallo	38	21	30	27
Orbassano - Gozzano	61	16	39	30
Oulx - Roma	26	14	20	19
Pieve Vergonte - Industria	31	7	19	13
Revello - Staffarda	28	14	21	12
Saliceto - Moizo	24	4	14	9
Settimo T. - Vivaldi	67	24	46	33
Susa - Repubblica	27	8	18	16
Torino - Consolata	73	42	58	52
Tortona - Carbone	51	16	34	28
Treccate - Verra	43	10	27	26
Vercelli - CONI	40	12	26	21
Vercelli - Gastaldi	42	13	28	26
Pomaretto	25	8	17	14 (*)

(*) media annua stimata

Figura 17 – NO₂: Stima della concentrazione media annuale nel 2018 in Pomaretto

Stima della concentrazione di NO₂ nel 2018 a Pomaretto



Benzene e Toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo);
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

La normativa vigente (DLgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti.

Durante la campagna di monitoraggio, vedi Tabella 10, si registrano valori di benzene con una media del periodo invernale pari a $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore massimo di $11,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre nel periodo estivo la media è $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore massimo di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Dalla Figura 18 si può vedere come i dati di benzene in Pomaretto abbiano valori inferiori a quelli della stazione di Vinovo, che rappresenta un fondo suburbano e non ha mai superato il valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La normativa vigente (D.Lgs. 155/2010) prevede per il benzene un valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate.

Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere dei due periodi e un fattore ricavato come descritto nella nota.

Applicando tale procedimento, la media annuale stimata per il 2018 è pari a $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valori di molto inferiori al limite e il più basso a livello provinciale (Figura 20).

Nota

Si sono calcolate le medie di benzene, per il periodo della campagna, di tutte le stazioni del territorio provinciale; dal rapporto con la media dell'anno 2018 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne a Pomaretto permette di ricavare la stima annuale per l'anno 2018:

$$M_c = (m_c / m_p) \times M_p$$

dove

m_c : media periodo campagna benzene Pomaretto

M_c : media stimata anno 2018 benzene Pomaretto

m_p : media periodo campagna benzene Provincia di Torino

M_p : media anno 2018 benzene Provincia di Torino

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) indicano un valore di 260 µg/m³ come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanciamenti ormonali in donne e uomini.

Per il toluene la massima media giornaliera in periodo invernale è risultata essere di 2,2 µg/m³ e la massima media oraria è di 6,0 µg/m³, mentre nel periodo estivo sono state rispettivamente 1,0 e 5,8 µg/m³ (Tabella 11), valori ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Tabella 10 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	0.4	0.2
Massima media giornaliera	2.6	0.6
Media delle medie giornaliere	1.6	0.4
Giorni validi	21	23
Percentuale giorni validi	88%	72%
Media dei valori orari	1.6	0.4
Massima media oraria	11.6	1.0
Ore valide	513	612
Percentuale ore valide	89%	80%

Tabella 11– Dati relativi al toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	0.6	0.3
Massima media giornaliera	2.2	1.0
Media delle medie giornaliere	1.2	0.8
Giorni validi	21	18
Percentuale giorni validi	88%	56%
Media dei valori orari	1.2	0.8
Massima media oraria	6.0	5.8
Ore valide	513	474
Percentuale ore valide	89%	62%

Figura 18 – Benzene: andamento della concentrazione oraria

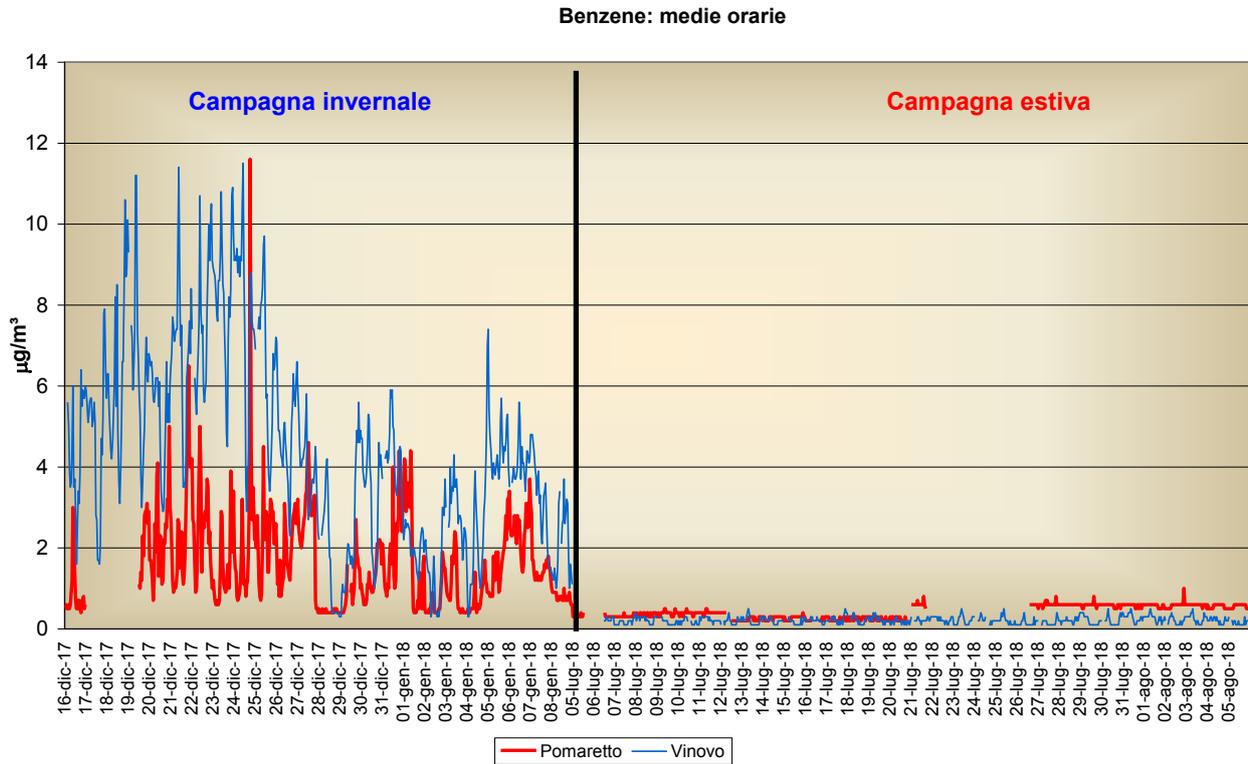


Figura 19 – Benzene: andamento del giorno medio (a sinistra campagna invernale, a destra campagna estiva)

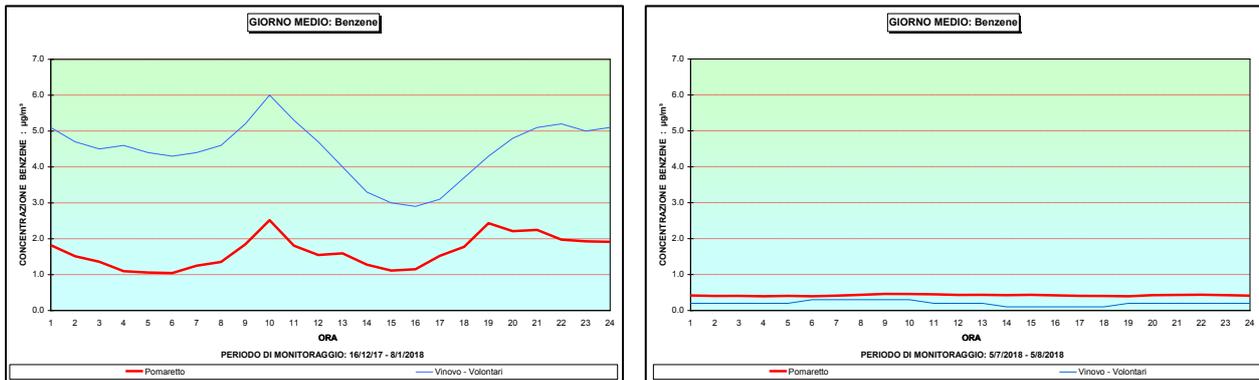


Figura 20 – Benzene: confronto delle medie annuali 2018 e medie nel periodo delle due campagne di monitoraggio

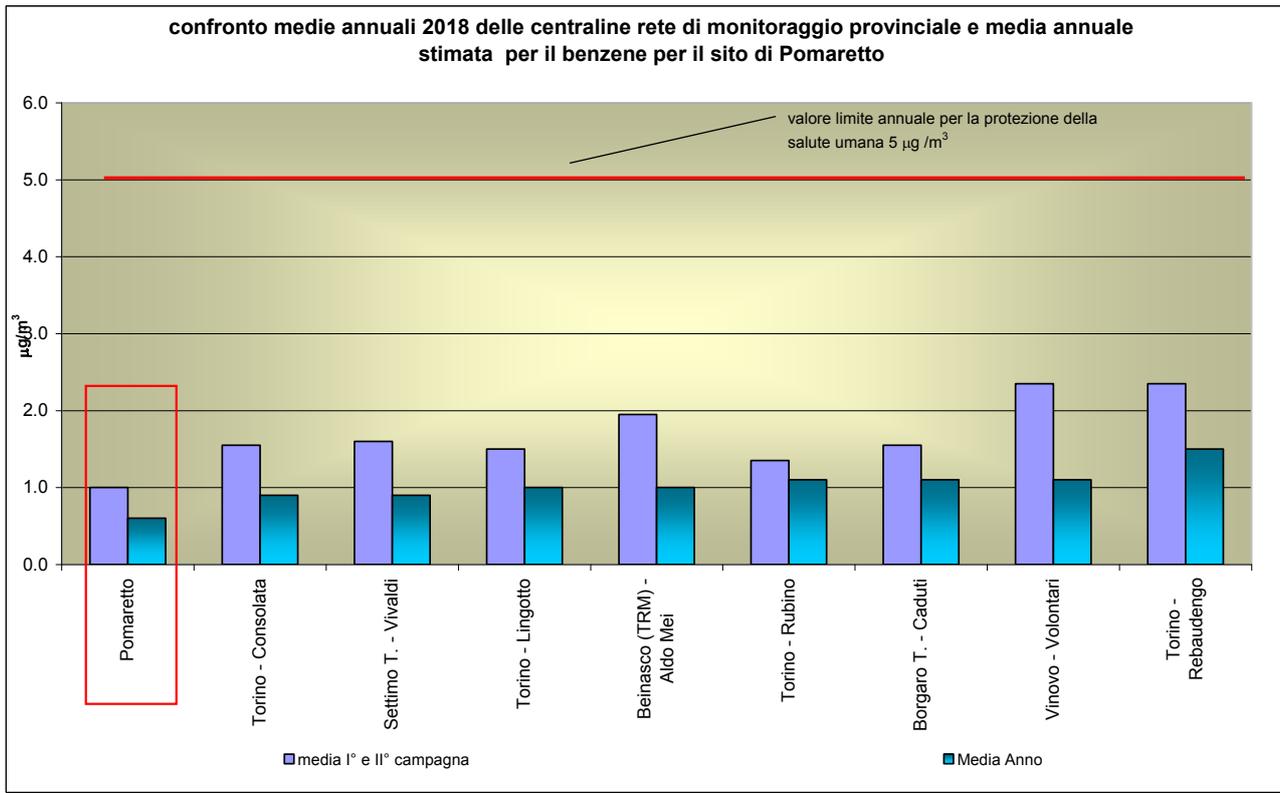


Figura 21– Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio

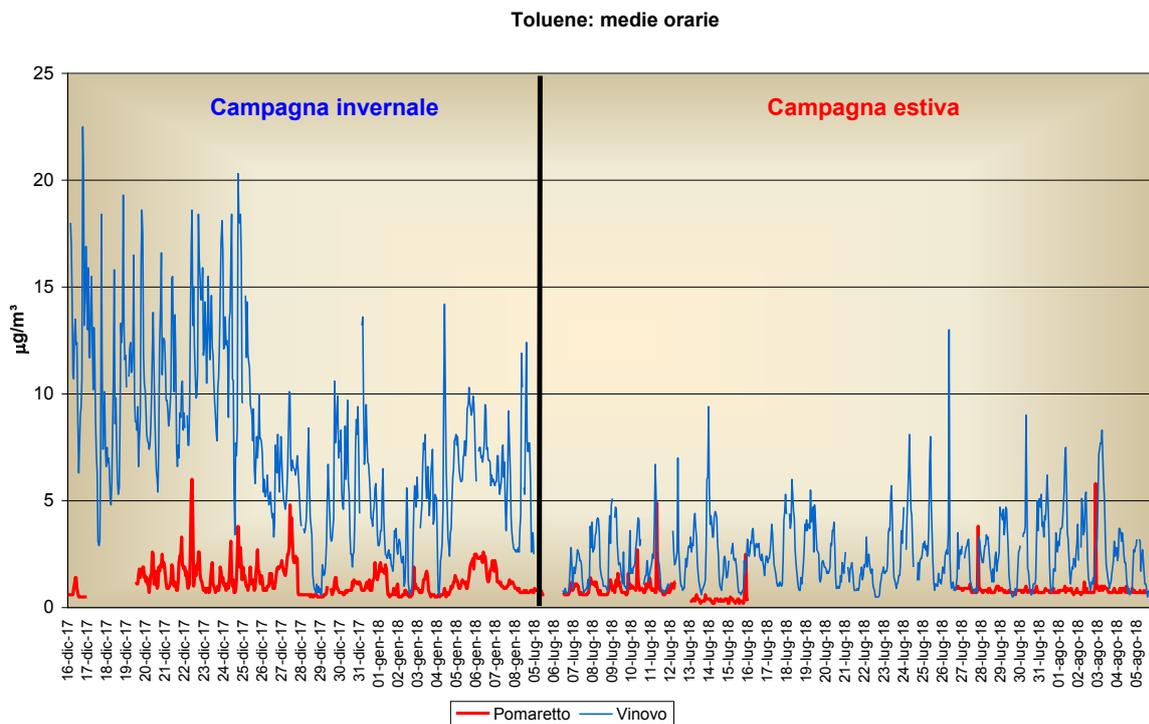
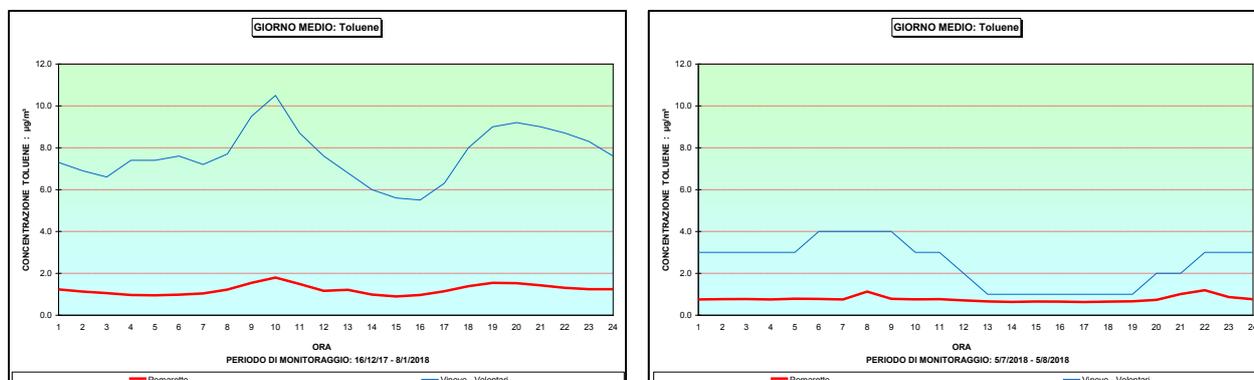


Figura 22 – Toluene: andamento del giorno medio (a sinistra campagna invernale, a destra campagna estiva)



Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico da precursori originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il DM 60/2002 e successivamente con il DLgs 155/2010, ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi ed inoltre gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Inoltre il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM2.5 (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio invernale la media dei valori di concentrazione di particolato PM10 è stata pari a 20 µg/m³, mentre in quella estiva 17 µg/m³ (vedi Tabella 12), con un valore massimo giornaliero di 40 µg/m³ e nessun superamento del valore giornaliero dei 50 µg/m³.

I valori registrati durante la campagna invernale non appaiono molto correlati con quelli di altre stazioni vallive analoghe, molto probabilmente sono avvenute precipitazioni piovose/nevose in maniera differente nelle varie valli; mentre in periodo estivo l'andamento del PM10 della varie stazioni è maggiormente correlato (Figura 23).

La durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), e non è possibile una comparazione diretta con le misure effettuate.

Analogamente a quanto fatto per il biossido di azoto, si può però valutare un confronto tra la media rilevata nel periodo di monitoraggio in Pomaretto rispetto a quella rilevata in altre stazioni della rete regionale, considerando solo quelle che hanno almeno il 90% dei dati validi, elencate in Tabella 14. Per poter stimare la media annuale di PM10 in Pomaretto si sono correlate le concentrazioni di PM10 rilevate nel periodo di monitoraggio in tutte le stazioni con le medie annuali misurate nelle stesse stazioni. Il risultato è riportato in Figura 24 .

La stima ottenuta per il 2018 è di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi molto al di sotto del limite annuale e tra i minimi a livello regionale.

Per stimare il numero di superamenti nel corso dell'anno ci si è basati sulle elaborazioni effettuate per valutare quale sia la media annuale da conseguire per rispettare il valore limite giornaliero. Tali elaborazioni si possono reperire sull'edizione 2014 di *"Uno Sguardo all'Aria"* (Arpa Piemonte, Città Metropolitana di Torino), nel capitolo *"Analisi del rapporto di correlazione fra media annuale e numero di superamenti del valore limite per il particolato PM10 – La situazione nella Città Metropolitana di Torino nel quadro europeo"*.

Sulla base di tali considerazioni il valore di media annuale "efficace" di PM10, che permette di rispettare anche il valore limite giornaliero, risulta pari a circa $24,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a livello piemontese, pertanto in Pomaretto, avendo stimato una media annuale di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il 2018, il numero di superamenti sarebbe inferiore ai 35 consentiti dalla legge in un anno. Le stime confermano la non problematicità del rispetto di questo limite in siti montani.

In Tabella 13 sono riportati i dati relativi al PM2.5 durante le due campagne: la media dei valori di concentrazione di particolato PM2.5 è stata pari a $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella prima campagna e 12 nella seconda, il valore massimo giornaliero di $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si è verificato nella campagna invernale. I valori sono tra i più bassi a livello provinciale (Figura 25) e rappresentano il 80 % del PM10 nella prima campagna e il 70 % nella seconda.

In maniera analoga a quanto fatto per il benzene, si può stimare la media annuale del PM2.5. Considerando nelle elaborazioni le stazioni indicate in Tabella 15, si ottiene una media di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2018, a fronte di un valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 12 – Dati relativi al particolato sospeso PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	5	7
Massima media giornaliera	40	34
Media delle medie giornaliere	20	17
Giorni validi	23	30
Percentuale giorni validi	96%	94%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0	0

Tabella 13 – Dati relativi al particolato sospeso PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	5	5
Massima media giornaliera	35	24
Media delle medie giornaliere	16	12
Giorni validi	23	30
Percentuale giorni validi	96%	94%

Tabella 14 - PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2018

Stazione	media periodo invernale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media periodo Estivo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media 2 campagne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media anno 2018 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Alba - Tanaro	42	20	31	28
Alessandria - D'Annunzio	62	31	47	37
Arquata S. - Minzoni	36	29	33	29
Baceno - Alpe Devero	5	10	8	7
Baldissero T.(ACEA) - parco	9	8	9	8
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	62	18	40	28
Biella - Sturzo	25	13	19	18
Borgaro T. - Caduti	54	22	38	30
Borgosesia - Tonella	28	13	21	19
Bra - Madonna Fiori	46	20	33	28
Carmagnola - I Maggio	63	28	46	36
Cerano - Bagno	45	16	31	26
Cuneo - Alpini	22	18	20	21
Dernice - Costa	11	20	16	15
Domodossola - Curotti	42	16	29	20
Druento - La Mandria	28	18	23	22
Ivrea - Liberazione	44	18	31	25
Mondovi' - Aragno	36	20	28	25
Novara - Roma	42	17	30	27
Novara - Verdi	39	16	28	24
Novi Ligure - Gobetti	42	29	36	31
Oulx - Roma	11	21	16	18
Pinerolo - Alpini	32	16	24	20
Saliceto - Moizo	32	17	25	22
Torino - Consolata	61	21	41	33
Torino - Rebaudengo	69	26	48	39
Verbania - Gabardi	18	14	16	15
Vercelli - CONI	41	15	28	25
Vinchio - San Michele	38	26	32	26
Pomaretto	20	17	19	17(*)

(*) media annua stimata

Tabella 15: PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2018

Stazione	media periodo invernale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media periodo Estivo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media anno 2018 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ceresole Reale - Diga	3	10	8
Pomaretto	16	12	10 (*)
Ivrea - Liberazione	35	13	19
Leini'(ACEA) - Grande Torino	41	11	17
Borgaro T. - Caduti	39	17	22
Chieri - Bersezio	45	15	22
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	49	13	20
Torino - Rebaudengo	50	15	25
Torino - Lingotto	52	15	21
Settimo T. - Vivaldi	56	14	24

(*) = media annuale stimata

Figura 23 – Particolato sospeso PM10: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

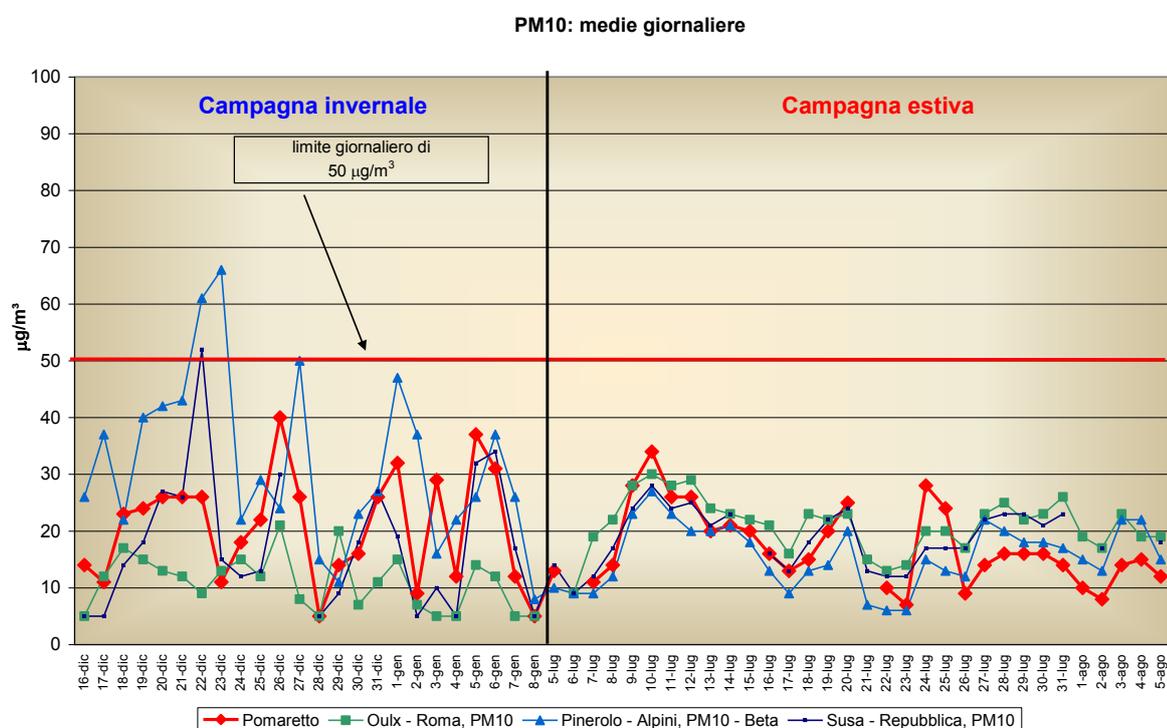


Figura 24 – PM10: Stima della concentrazione media annuale nel 2018 in Pomaretto

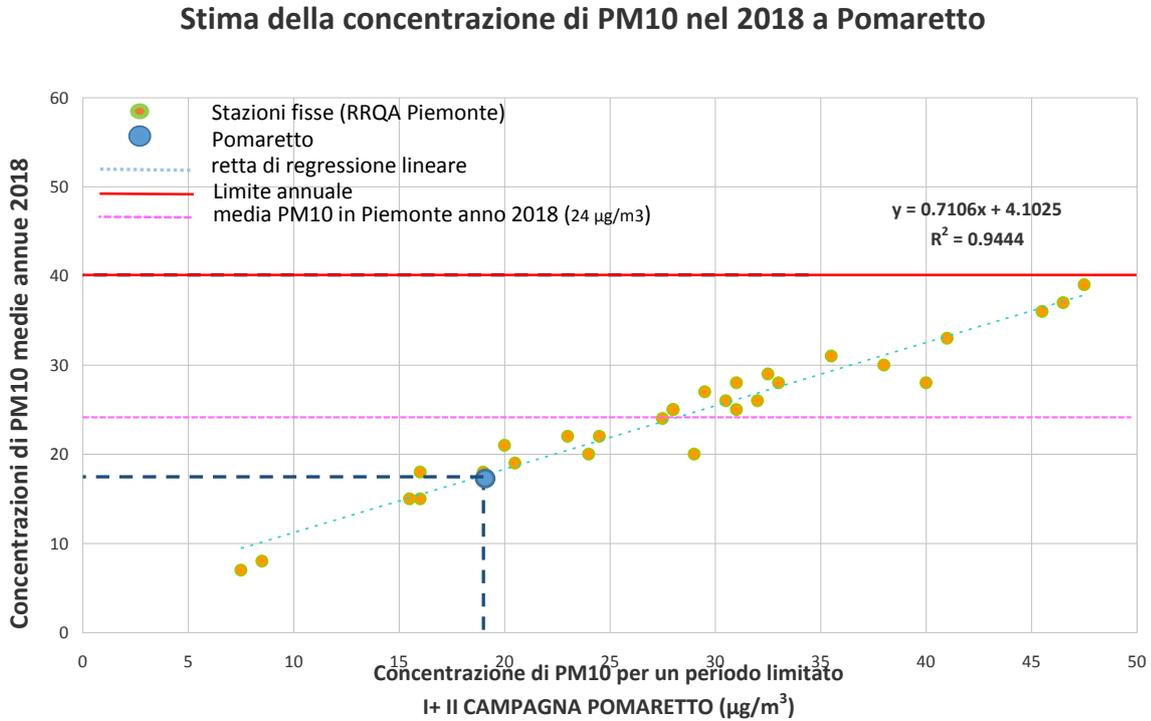
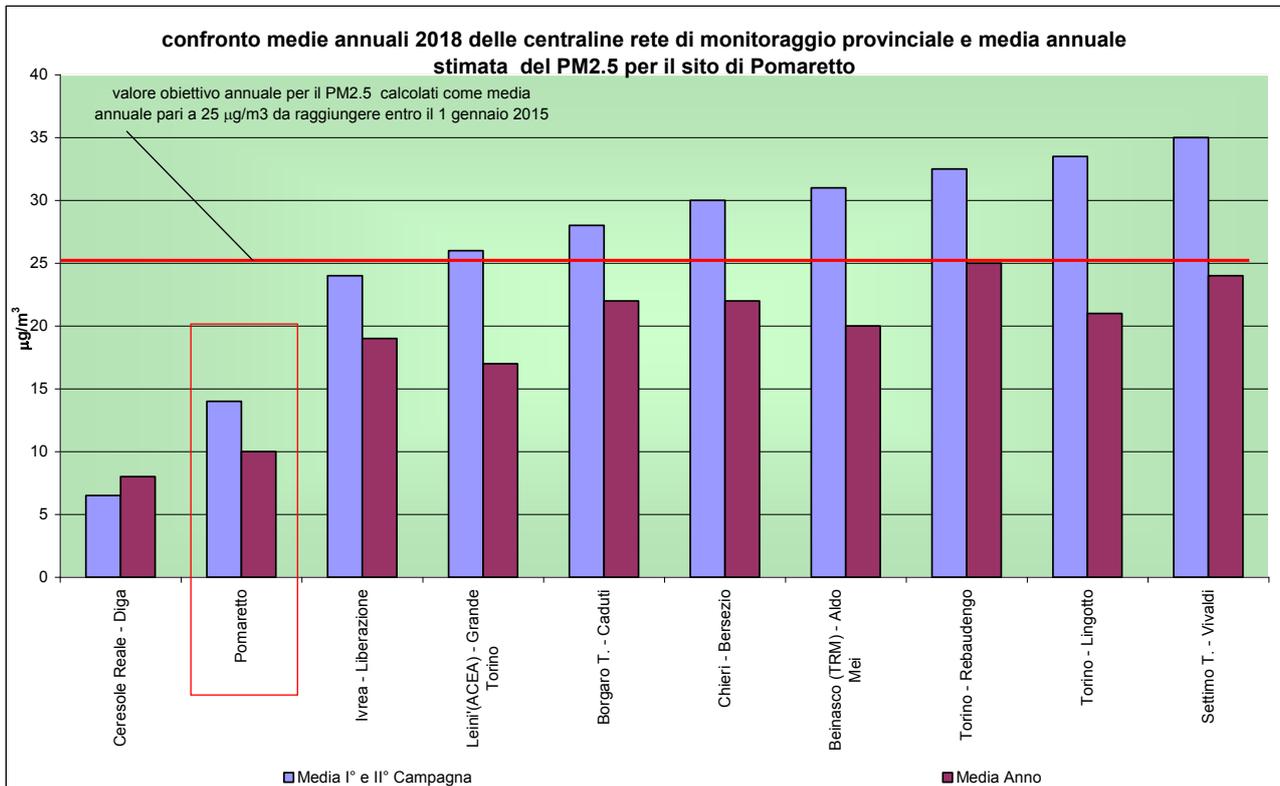


Figura 25 – PM2.5: confronto tra medie annuali 2018 delle stazioni della rete di monitoraggio provinciale e la media annuale stimata in Pomaretto



Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Gli idrocarburi policiclici aromatici, noti come IPA, sono un importante gruppo di composti organici caratterizzati dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati. Gli IPA presenti in aria ambiente si originano da tutti i processi che comportano la combustione incompleta e/o la pirolisi di materiali organici. Le principali fonti di emissione in ambito urbano sono costituite dagli autoveicoli alimentati a benzina o gasolio e dalle combustioni domestiche e industriali che utilizzano combustibili solidi o liquidi. Tuttavia negli autoveicoli alimentati a benzina l'utilizzo di marmitte catalitiche riduce l'emissione di IPA dell'80-90%¹. A livello di ambienti confinati il fumo di sigaretta e le combustioni domestiche possono costituire un'ulteriore fonte di inquinamento da IPA.

In termini generali la parziale sostituzione del carbone e degli oli combustibili con il gas naturale ai fini della produzione di energia ha costituito un indubbio beneficio anche in termini di emissioni di IPA. La diffusione della combustione di biomasse per il riscaldamento domestico, invece, se da un lato ha indubbi benefici in termini di bilancio complessivo di gas serra, dall'altro va tenuta attentamente sotto controllo in quanto la quantità di IPA emessi da un impianto domestico alimentato a legna è 5-10 volte maggiore di quella emessa da un impianto alimentato con combustibile liquido (kerosene, gasolio da riscaldamento, ecc.)².

In termini di massa gli IPA costituiscono una frazione molto piccola del particolato atmosferico rilevabile in aria ambiente (< 0,1%) ma rivestono un grande rilievo tossicologico, specialmente quelli con 5 o più anelli, e sono per la quasi totalità adsorbiti sulla frazione di particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm.

In particolare il benzo(a)pirene (o 3,4-benzopirene), che è costituito da cinque anelli condensati, viene utilizzato quale indicatore di esposizione in aria per l'intera classe degli IPA. Il D.Lgs. 152/2007 individua anche altri sei idrocarburi policiclici aromatici di rilevanza tossicologica (art. 5.4) che vanno misurati al fine di verificare la costanza dei rapporti tra la loro concentrazione e quella del benzo(a)pirene stesso.

I dati ricavati da test su animali di laboratorio indicano che molti IPA hanno effetti sanitari rilevanti che includono l'immunosoppressione, la genotossicità, e la cancerogenicità. Va comunque sottolineato che, da un punto di vista generale, la maggiore fonte di esposizione a IPA, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, non è costituita dall'inalazione diretta ma dall'ingestione di alimenti contaminati a seguito della deposizione del particolato atmosferico al suolo. In particolare il benzo(a)pirene, produce tumori a livello di diversi tessuti sugli animali da laboratorio ed è inoltre l'unico idrocarburo policiclico aromatico per il quale sono disponibili studi approfonditi di tossicità per inalazione, dai quali risulta che questo composto induce il tumore polmonare in alcune specie.

L'International Agency for Research on Cancer (IARC)³ classifica il benzo(a)pirene nel gruppo 1 come "cancerogeno per l'uomo", il dibenzo(a,h)antracene nel gruppo 2A come "probabile cancerogeno per l'uomo" mentre tutti gli altri IPA sono inseriti nel gruppo 2B come "possibili cancerogeni per l'uomo".

La normativa italiana fissa un obiettivo di qualità solo per il benzo(a)pirene qui di seguito riportato.

¹ European Commission Ambient air pollution by PAH –Position Paper , pag 8

² EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007 pag. B216-29 tab 8.1a e B216-32 tab 8.2 b

³ International Agency for Research on Cancer (IARC) –Agents reviewed by the IARC monographs Volumes 1-100A last updated 2 april 2009

Tabella 16 - benzo(a)pirene, valori di riferimento e normativa in vigore.

BENZO(A)PIRENE			
Riferimento normativo	Parametro di controllo	Periodo di osservazione	Valore di riferimento
VALORE OBIETTIVO (D.Lgs 155/2010)	media annuale	Anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

Nella campagna di monitoraggio invernale, nella quale si misurano i valori più alti di IPA, i valori di benzo(a)pirene in Pomaretto non si pongono tra i più critici a livello provinciale e si collocano poco sopra il dato di Susa e al di sotto del dato di Torino-Consolata, in Figura 26.

Nella campagna estiva il valore rilevato è inferiore al limite di rilevabilità del metodo. Poiché le stazioni di Susa e Torino-Consolata non hanno mai superato il valore limite annuale di 1 ng/m³ (nel 2018 la media annuale per entrambe è stata di 0.4 ng/m³), si presume che anche nel sito di Pomaretto tale limite sia rispettato.

Anche per gli altri IPA non si evidenziano particolari criticità, come si può vedere dalla Figura 27, Figura 28 e Figura 29.

Tabella 17: concentrazione IPA rilevati nel monitoraggio

	I campagna	II campagna	Media campagne
Benzo(a)antracene (ng/m ³)	1.65	0.03	0.84
Benzo(b+j+k)fluorantene (ng/m ³)	4.15	0.03	2.09
Benzo(a)pirene (ng/m ³)	1.80	0.00	0.90
Indeno(1,2,3-cd)pirene (ng/m ³)	1.98	0.03	1.01

Figura 26 - Benzo(a)pirene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

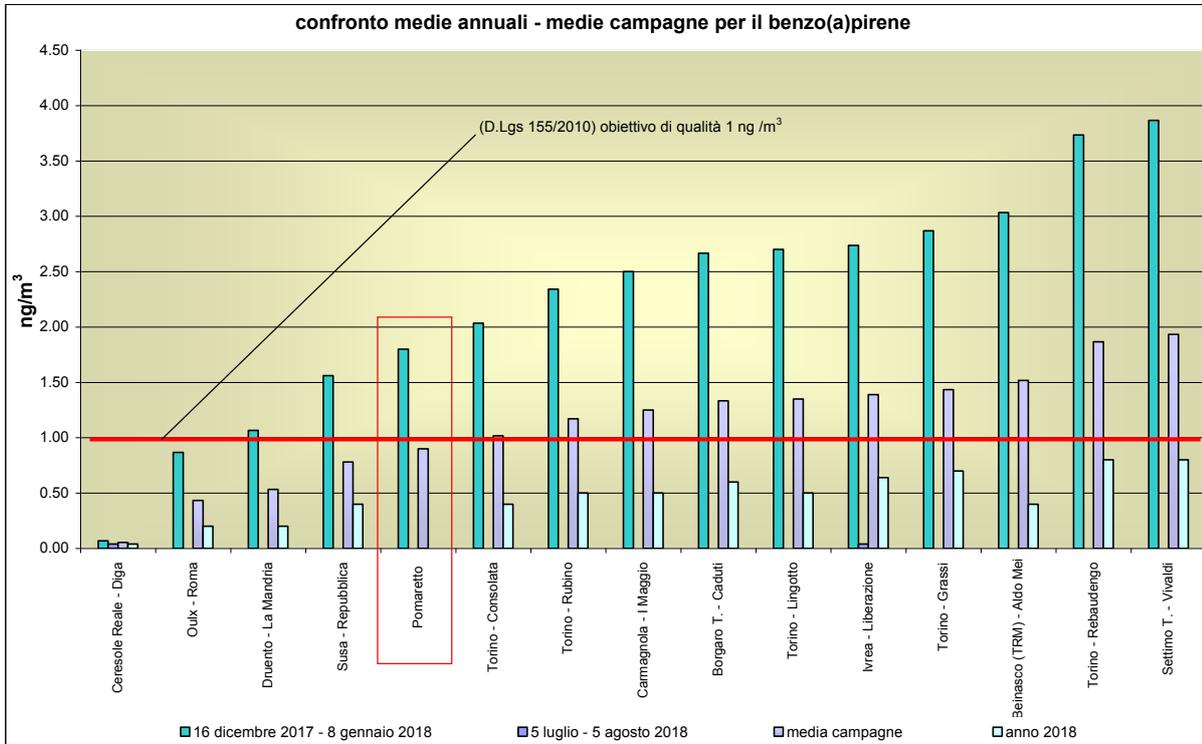


Figura 27 - Benzo(a)antracene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

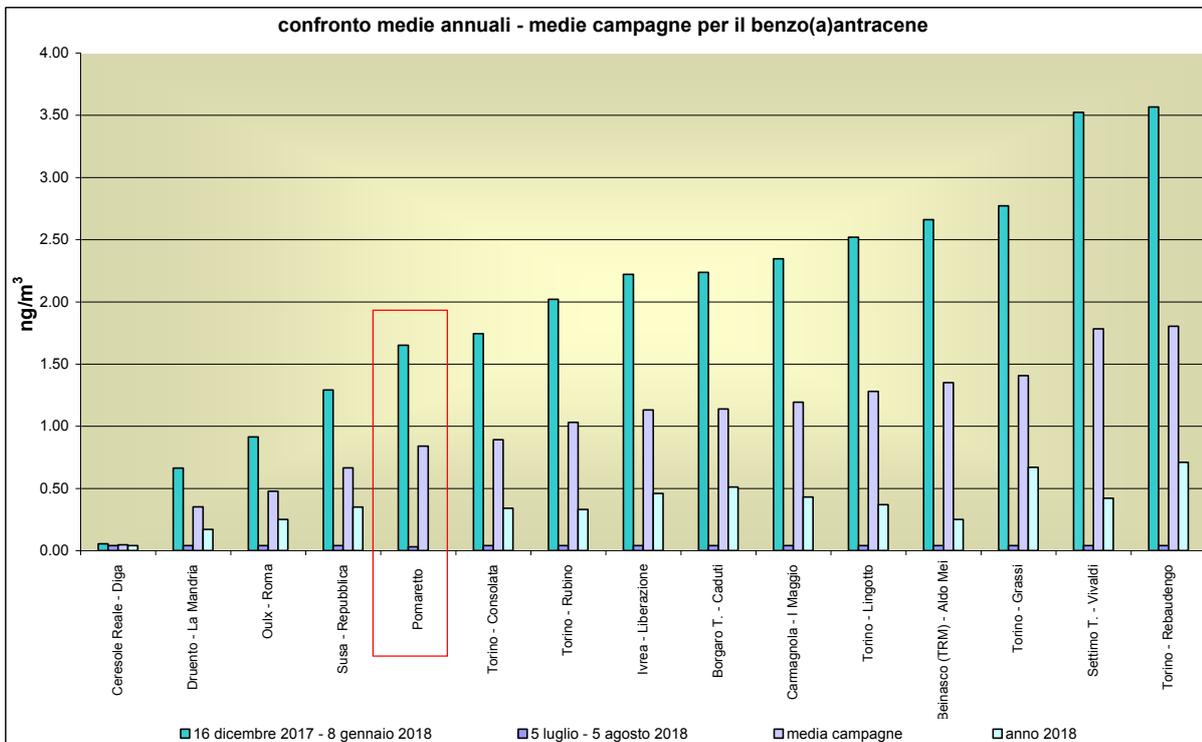


Figura 28 - Benzo(b+j+k)fluorantene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

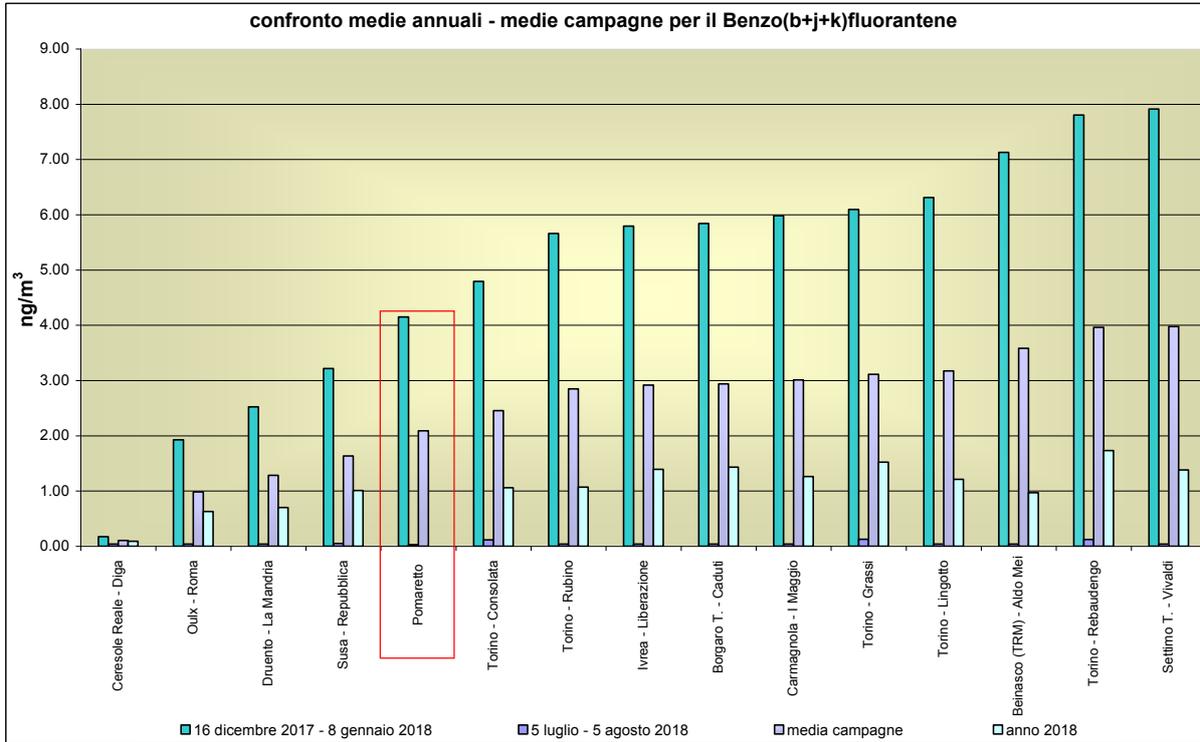
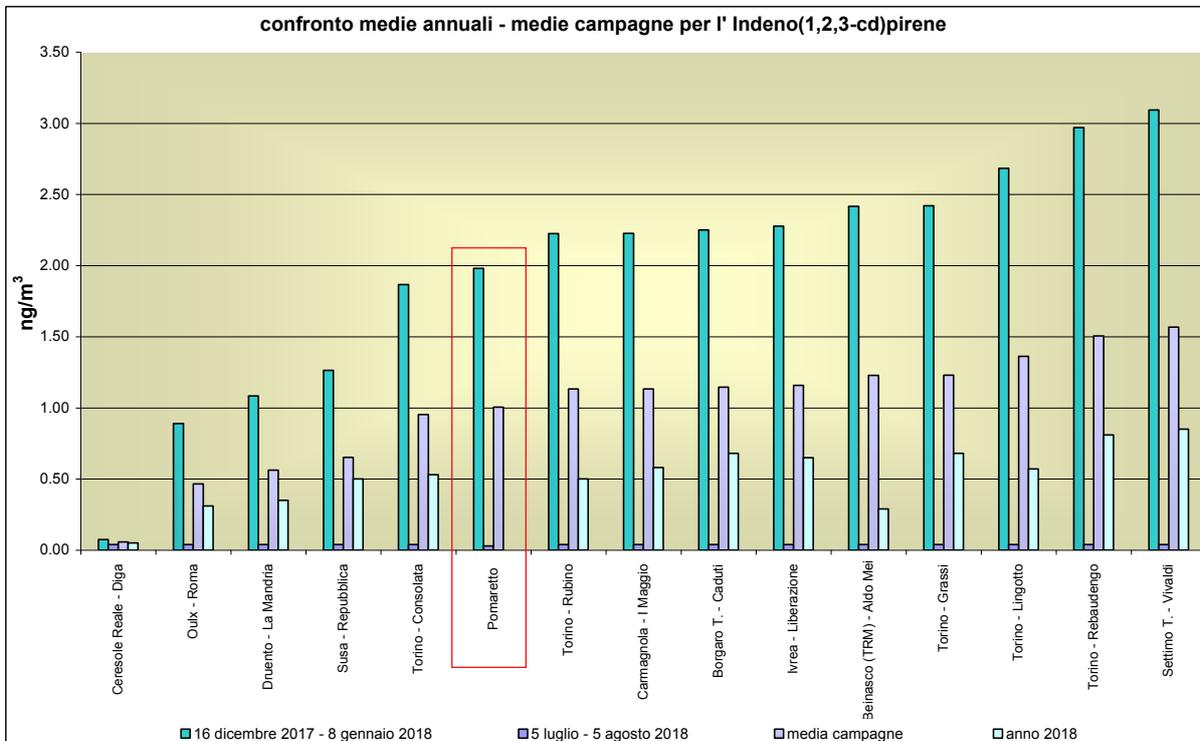


Figura 29 - Indeno(1,2,3-cd)pirene: confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino



Metalli

I metalli pesanti costituiscono una classe di sostanze inquinanti estremamente diffusa nelle varie matrici ambientali. La loro presenza in aria, acqua e suolo può derivare da fenomeni naturali (erosione, eruzioni vulcaniche), ai quali si sommano gli effetti derivanti da tutte le attività antropiche.

Riguardo l'inquinamento atmosferico i metalli che maggiormente preoccupano sono generalmente As (arsenico), Cd (cadmio), Co (cobalto), Cr (cromo), Mn (manganese), Ni (nicel) e Pb (piombo), che sono veicolati dal particolato atmosferico.

La loro origine è varia, Cd, Cr e As provengono principalmente dalle industrie minerarie e metallurgiche; Cu dalla lavorazione di manufatti e da processi di combustione; Ni dall'industria dell'acciaio, della numismatica, da processi di fusione e combustione; Co e Zn da materiali cementizi ottenuti con il riciclaggio degli scarti delle industrie siderurgiche e degli inceneritori. L'incenerimento dei rifiuti può essere una fonte di metalli pesanti quali antimonio, cadmio, cromo, manganese, mercurio, stagno, piombo.

L'effetto dei metalli pesanti sull'organismo umano dipende dalle modalità di assunzione del metallo, nonché dalle quantità assorbite. Alcuni metalli sono oligoelementi necessari all'organismo per lo svolgimento di numerose funzioni quali il metabolismo proteico (Zn), quello del tessuto connettivo osseo e la sintesi dell'emoglobina (Cu), la sintesi della vitamina B12 (Co) e altre funzioni endocrino-metaboliche ancora oggetto di studio. L'assunzione eccessiva e prolungata di tali sostanze, invece, può provocare danni molteplici a tessuti ed organi.

L'avvelenamento da zinco si manifesta con disturbi al sistema nervoso centrale, anemia, febbre e pancreatite. Il rame, invece, produce alterazioni della sintesi di emoglobina e del tessuto connettivo osseo oltre a promuovere epatiti, cirrosi e danni renali. L'intossicazione da cobalto provoca un blocco della captazione dello iodio a livello tiroideo con conseguente gozzo da ipotiroidismo, alterazioni delle fibre muscolari cardiache e disturbi neurologici. Cromo e nichel, sono responsabili, in soggetti predisposti, di dermatiti da contatto e di cancro polmonare. L'enfisema polmonare (per deficit di $\alpha 1$ antitripsina) è la principale manifestazione dell'intossicazione cronica da cadmio, cui generalmente si accompagnano danni ai tubuli renali e osteomalacia. Sia il piombo, che l'arsenico, inoltre, sono responsabili di numerose alterazioni organiche. L'avvelenamento cronico da piombo (saturismo), ad esempio, è responsabile di anemia emolitica e danni neurologici.

Tra i metalli che sono più comunemente monitorati nel particolato atmosferico, quelli di maggiore rilevanza sotto il profilo tossicologico sono il nichel, il cadmio e il piombo. I composti del nichel e del cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo; l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che, a fronte di una esposizione ad una concentrazione di nichel nell'aria di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'intera vita, quattro persone su diecimila siano a rischio di contrarre il cancro.

Nella

Tabella 18 sono riportati i valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

Tabella 18 - valori obiettivo per As, Cd e Ni e il valore limite per la protezione della salute umana per il Pb previsti dal D.Lgs. 13/8/2010 n. 155.

PIOMBO (Pb)		
VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore limite (condizioni di campionamento)	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	0,5 µg/m ³	1 gennaio 2005

ARSENICO (As)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	6 ng/m ³	31 dicembre 2012

CADMIO (Cd)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	5 ng/m ³	31 dicembre 2012

NICHEL (Ni)		
VALORE OBIETTIVO DELLA MEDIA ANNUALE		
Periodo di mediazione	Valore Obiettivo	Data alla quale il valore obiettivo deve essere rispettato
Anno civile	20 ng/m ³	31 dicembre 2012

In generale nel territorio della Città Metropolitana di Torino i valori limite per i quattro metalli imposti dalla normativa sono ampiamente rispettati, oramai da anni, così è stato anche per i dati misurati a Pomaretto.

Nelle due campagne di monitoraggio i valori riscontrati per tutti i e quattro i metalli sono tra i più bassi rilevati nella rete di monitoraggio provinciale (vedi Figura 30 - Figura 31 - Figura 32 - Figura 33). I valori di arsenico sono inferiori al limite di rilevabilità del metodo per entrambe le campagne.

Tabella 19 - concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio

	I campagna	II campagna	Media campagne
Arsenico (ng/m ³)	0.7	0.7	0.70
Cadmio (ng/m ³)	0.07	0.07	0.07
Nichel (ng/m ³)	0.7	0.7	0.7
Piombo (µg/m ³)	0.002	0.001	0.002

Figura 30: Arsenico - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

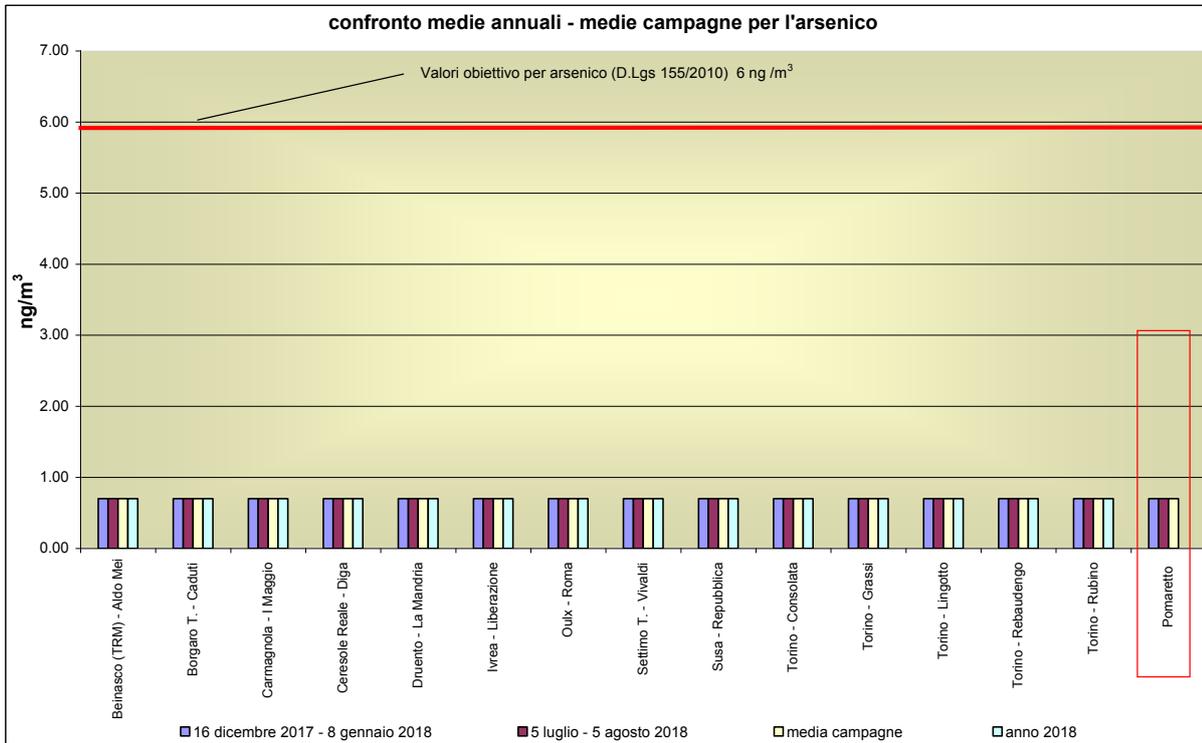


Figura 31: Cadmio - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

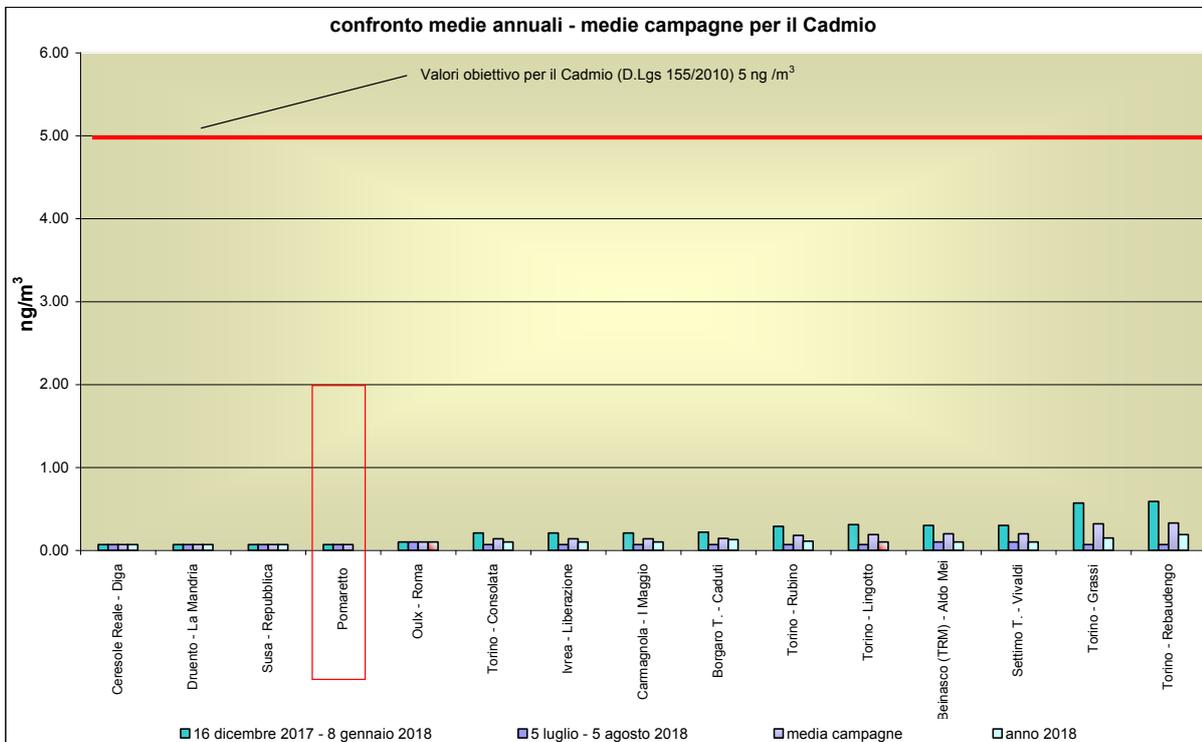


Figura 32: Nichel - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

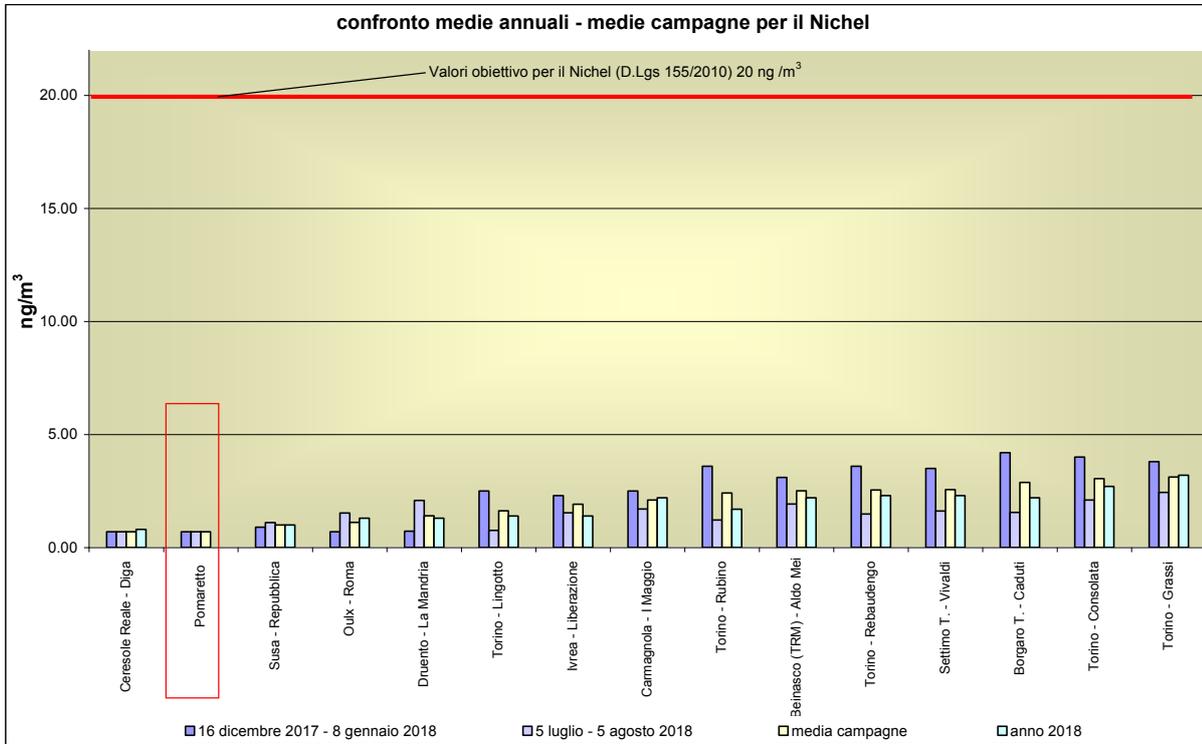
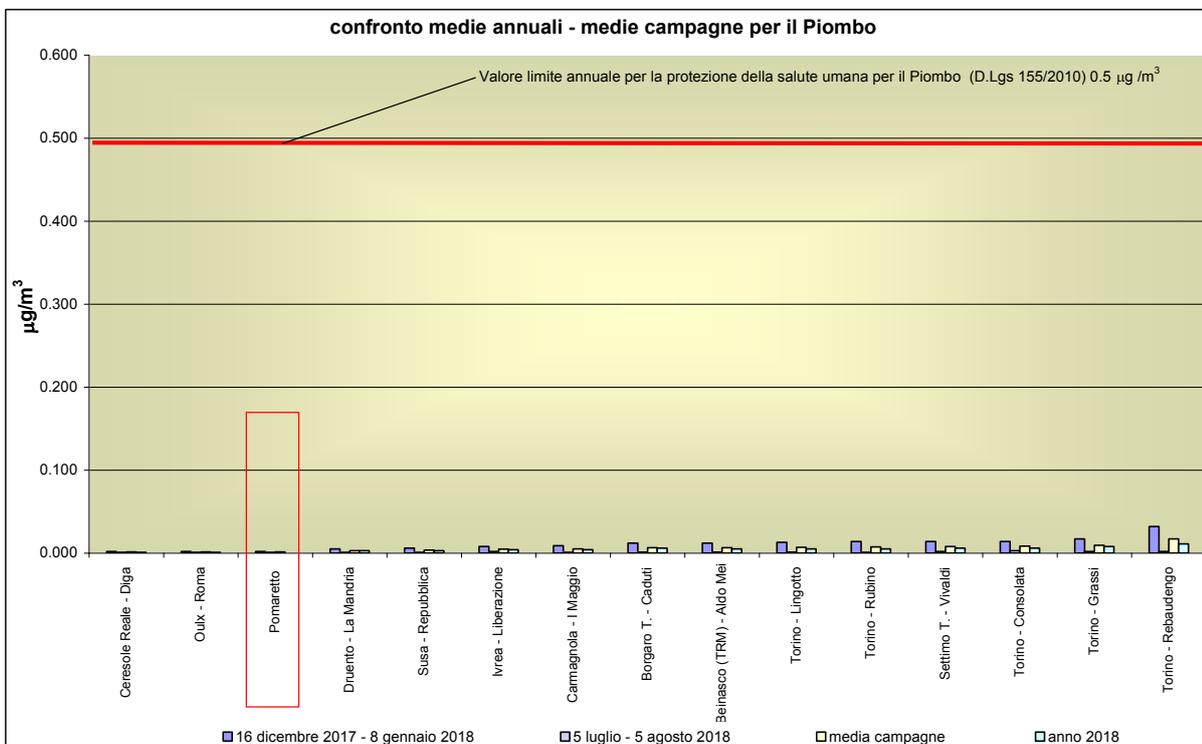


Figura 33: Piombo - confronto della media delle campagne di monitoraggio con la media anno 2018 nella provincia di Torino

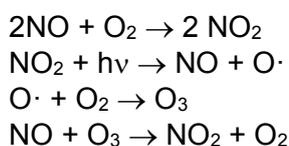


Ozono

L'ozono è un gas con elevato potere ossidante, di odore pungente. L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC).

I valori più alti di tale inquinante si raggiungono nella stagione calda quando la radiazione solare e la temperatura media dell'aria raggiungono i valori più alti dell'anno.

In forma semplificata, si possono riassumere nel modo seguente le reazioni coinvolte nella formazione di questo inquinante:



L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni all'apparato respiratorio più o meno gravi, in funzione della concentrazione cui si è esposti, della durata dell'esposizione e della ventilazione polmonare, in particolar modo nei soggetti sensibili (asmatici, bambini, anziani, soggetti aventi patologie respiratorie). L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane.

I valori obiettivo e le soglie di informazione e di allarme in vigore nella UE e in Italia sono riportati nella Tabella 20.

Durante la campagna invernale non si sono registrati superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore (120 µg/m³) e nessun superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. Il valore medio del periodo è stato di 47 µg/m³, e il valore massimo di 103 µg/m³.

I valori più alti di ozono sono però tipici del periodo estivo, l'ozono infatti viene prodotto in atmosfera a partire da altri inquinanti a seguito di reazioni di tipo fotochimico, per cui è un inquinante critico nei mesi più caldi dell'anno, come si può vedere dal confronto dei dati di ozono con la temperatura (Figura 34). Infatti nella campagna estiva i valori sono stati superiori, il valore medio del periodo è stato di 81 µg/m³, e il valore massimo orario di 159 µg/m³ (vedi Tabella 21). Si sono verificati 52 superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore (120 µg/m³) e 11 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.

Dai grafici in Figura 35, si può vedere che i valori sono molto simili a quelli di Susa. I numerosi superamenti dei valori limite di ozono nel periodo estivo sono una problematica comune a tutta la Regione Piemonte ed in Europa a tutta l'area Mediterranea.

Tabella 20 – D. Lgs. 13/08/10 n. 155 – ozono - valori obiettivo, obiettivo a lungo termine, e soglie di informazione ed allarme.

VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore obiettivo (293°K e 101,3 kPa)	Data di entrata in vigore del valore obiettivo
Media massima giornaliera su 8 ore (a)	120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (b)	Il raggiungimento del valore obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012.
VALORE OBIETTIVO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE		
Periodo di mediazione	Valore obiettivo (293°K e 101,3 kPa)	Data di entrata in vigore del valore obiettivo
AOT 40(c), calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ h come media su 5 anni (b)	Il raggiungimento del valore obiettivo è valutato nel 2015, con riferimento al triennio 2010-2014.
OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA		
Periodo di mediazione	Valore obiettivo (293°K e 101,3 kPa)	Data di entrata in vigore del valore obiettivo
Media massima giornaliera su 8 ore (a)	120 µg/m ³ per anno civile	Non definita
OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE		
Periodo di mediazione	Valore obiettivo (293°K e 101,3 kPa)	Data di entrata in vigore del valore obiettivo
AOT 40(c), calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ h	Non definita
SOGLIA DI INFORMAZIONE		
Periodo di mediazione	Valore soglia (293°K e 101,3 kPa)	Data di entrata in vigore del valore soglia
1 ora	180 µg/m ³	9 marzo 2002
SOGLIA DI ALLARME		
Periodo di mediazione	Valore soglia (293°K e 101,3 kPa)	Data di entrata in vigore del valore soglia
1 ora (d)	240 µg/m ³	9 marzo 2002
<p>(a) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore sarà determinata analizzando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata sarà assegnata al giorno nel quale finisce; in pratica la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno sarà quella compresa fra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno sarà quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.</p> <p>(b) Se non è possibile calcolare la media su 3 o 5 anni in base ad una serie intera e consecutiva di dati annui, la valutazione della conformità ai valori obiettivo si può riferire, come minimo, ai dati relativi a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - per il valore obiettivo per la protezione della salute umana: dati validi relativi ad un anno - per il valore obiettivo per la protezione della vegetazione: dati relativi a tre anni <p>(c) Per AOT40 (espresso in µg/m³h) s'intende la somma della differenza fra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ (=40 ppb) e 80 µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari medi rilevati ogni giorno tra le 08:00 e 20:00, ora dell'Europa centrale.</p> <p>(d) Per l'attuazione dei piani di azione a breve termine, previsti all'art. 10 comma 1 del D.Lgs 155/2010, il superamento della soglia deve essere misurato o previsto per tre ore consecutive.</p>		

Tabella 21 – Dati relativi all'ozono (O_3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagna invernale	Campagna estiva
Minima media giornaliera	12	55
Massima media giornaliera	83	104
Media delle medie giornaliere	47	81
Giorni validi	24	32
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	47	81
Massima media oraria	103	159
Ore valide	576	765
Percentuale ore valide	100%	100%
Minimo medie 8 ore	6	28
Media delle medie 8 ore	47	81
Massimo medie 8 ore	100	141
Percentuale medie 8 ore valide	100%	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0	52
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0	11
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0

Figura 34 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con temperatura dell'aria

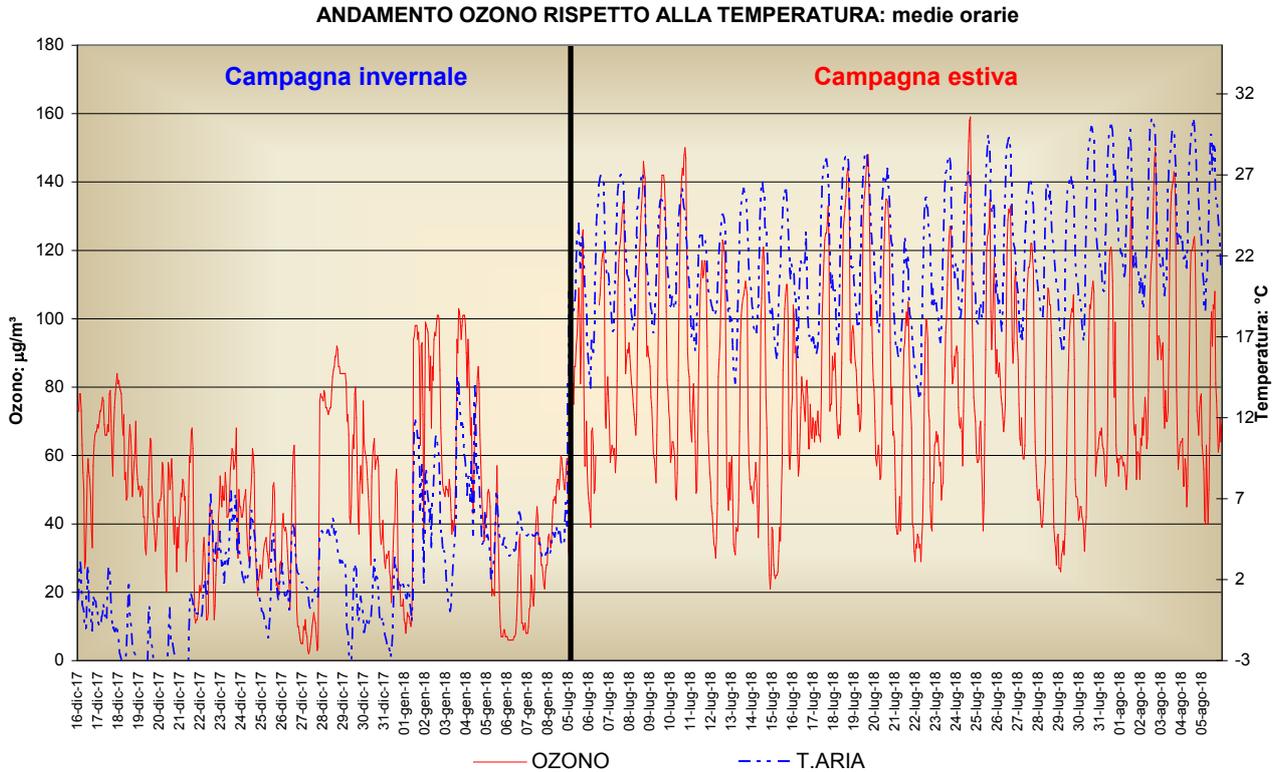
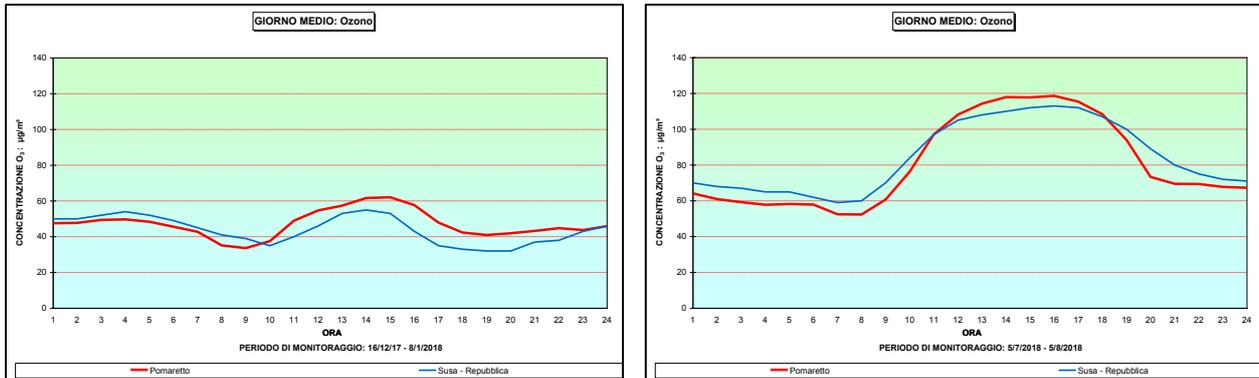


Figura 35 - O₃ - andamento del giorno medio (a sinistra campagna invernale, a destra campagna estiva)



CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria che emerge dalle campagne di monitoraggio con il laboratorio mobile nel Comune di Pomaretto risulta molto simile a quello misurato in siti di valle del territorio della Città Metropolitana di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti (ozono, biossido di zolfo e biossido di azoto), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana su base oraria e giornaliera per biossido di zolfo, monossido di carbonio e biossido di azoto ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo.

Il confronto con i valori rilevati dalle altre stazioni provinciali negli stessi periodi di monitoraggio mostra come i valori medi di PM10 a Pomaretto si collocano tra le stazioni di Druento e Susa. In Pomaretto la media annuale di PM10 stimata è di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore simile a quello misurato nella stazione di Susa, comunque molto al di sotto del valore limite annuale.

La media annuale per il PM2.5 si stima pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2018, a fronte di un valore limite di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda il biossido di azoto la stima ottenuta per il 2018 è di $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi molto al di sotto del limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e tra i minimi a livello regionale.

Relativamente al benzo(a)pirene nel PM10, i valori misurati a Pomaretto sono tra i più bassi a livello provinciale e si collocano poco sopra il dato di Susa e al di sotto del dato di Torino-Consolata. Poiché le stazioni di Torino-Consolata e Susa nel 2018 hanno rispettato entrambe il valore limite di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, si presume che anche nel sito di Pomaretto tale limite sia rispettato.

I metalli analizzati nel PM10 non presentano nessuna criticità, sono tra i più bassi in assoluto tra quelli monitorati a livello provinciale.

Per quanto riguarda il benzene, la media annuale stimata per il 2018 è pari a $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore di molto inferiore al limite annuale ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ed il più basso a livello provinciale.

L'ozono, a differenza degli altri inquinanti previsti dalla normativa, presenta i valori più elevati nel periodo estivo, in cui si sono verificati 11 giorni con superamenti del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massimo giornaliero della media trascinata sulle 8 ore).

Va comunque sottolineato che la criticità dell'ozono nei mesi estivi non è caratteristica del sito in esame ma è estesa a tutto il territorio provinciale e regionale. L'ozono infatti, data l'origine secondaria, è un inquinante di fatto ubiquitario e sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo in aree relativamente remote, come quelle vallive o collinari, sia dell'ozono stesso sia dei suoi precursori emessi nelle aree antropizzate.

Nel loro insieme i dati rilevati, se rapportati alla situazione complessiva del territorio della Città Metropolitana mostrano che le concentrazioni degli inquinanti atmosferici monitorati nel sito considerato si situano nell'intorno dei valori più bassi rilevabili, con l'eccezione dell'ozono.

Queste condizioni favorevoli della qualità dell'aria hanno la loro origine nell'elevata dinamicità atmosferica caratteristica delle valli alpine. Si conferma pertanto la notevole influenza dei meccanismi di diluizione e rimozione a opera dei fenomeni meteorologici nel determinare i livelli degli inquinanti atmosferici.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Ossidi di azoto**

MONITOR EUROPE ML 9841B

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

- **Ozono**

MONITOR EUROPE ML 9810B

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

- **Monossido di carbonio**

API 300 A

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

- **Particolato sospeso PM10 e PM2.5**

TECORA CHARLIE AIR GUARD PM

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo a norma europea .
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica**

LSI LASTEM

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.

- **Benzene, Toluene, Xileni**

SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600

Gasromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m³;
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³;
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m³;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m³;