

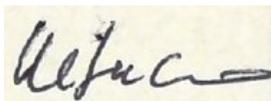
DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST
Struttura semplice "Attività di Produzione"

CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA
CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE
NEL COMUNE DI TORINO – VIA ARTISTI

Relazione 1ª campagna (8 febbraio – 4 marzo 2018)



CODICE DOCUMENTO: F06_2017_00666_008

Redazione	Funzione: Tecnico SS Attività di Produzione	Data: 28/11/2018	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 della Circoscrizione 7 del Comune di Torino 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 RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI	16
Monossido di Carbonio	16
Ossidi di Azoto	18
Benzene e Toluene	23
Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5)	26
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	30
Metalli	34
Ozono	37
CONCLUSIONI	40
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	41

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 2016", 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 2016".

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 Torino da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alla richiesta della Circoscrizione 7 della Città di Torino (prot. n°13440/T6.90.2 del 16/11/2016, prot. Arpa n° 96846/2016 del 16/11/2016). In particolare tale campagna è stata richiesta allo scopo di approfondire l'effettivo livello di inquinamento ambientale in Via Vanchiglia.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato in Via Artisti 28, a circa 35 metri da Via Vanchiglia, dove è stata possibile l'alimentazione elettrica del laboratorio mobile in sicurezza.

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.

La campagna oggetto della presente relazione è stata condotta tra il **7 febbraio 2018 e il 5 marzo 2018**.

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 **8 febbraio 2018 e il 4 marzo 2018**, per un totale di 25 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 nella Città di Torino.



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

Tabella 5 – Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	-2.1
Massima media giornaliera	6.8
Media delle medie giornaliere	3.3
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	3.4
Massima media oraria	10.2
Ore valide	586
Percentuale ore valide	98%

Tabella 6 – Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	36.2
Massima media giornaliera	90.6
Media delle medie giornaliere	70.6
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	70.6
Massima media oraria	97.0
Ore valide	562
Percentuale ore valide	94%

Tabella 7 – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	972.6
Massima media giornaliera	996.7
Media delle medie giornaliere	985.4
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	985.5
Massima media oraria	999.0
Ore valide	586
Percentuale ore valide	98%

Tabella 8 – Velocità vento (m/s)

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	1.2
Media delle medie giornaliere	0.6
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	0.6
Massima media oraria	2.5
Ore valide	562
Percentuale ore valide	94%

Tabella 9 – Radiazione solare globale (W/m²)

Minima media giornaliera	6.0
Massima media giornaliera	29.5
Media delle medie giornaliere	17.3
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	17.1
Massima media oraria	250.0
Ore valide	586
Percentuale ore valide	98%

Figura 2 – Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio

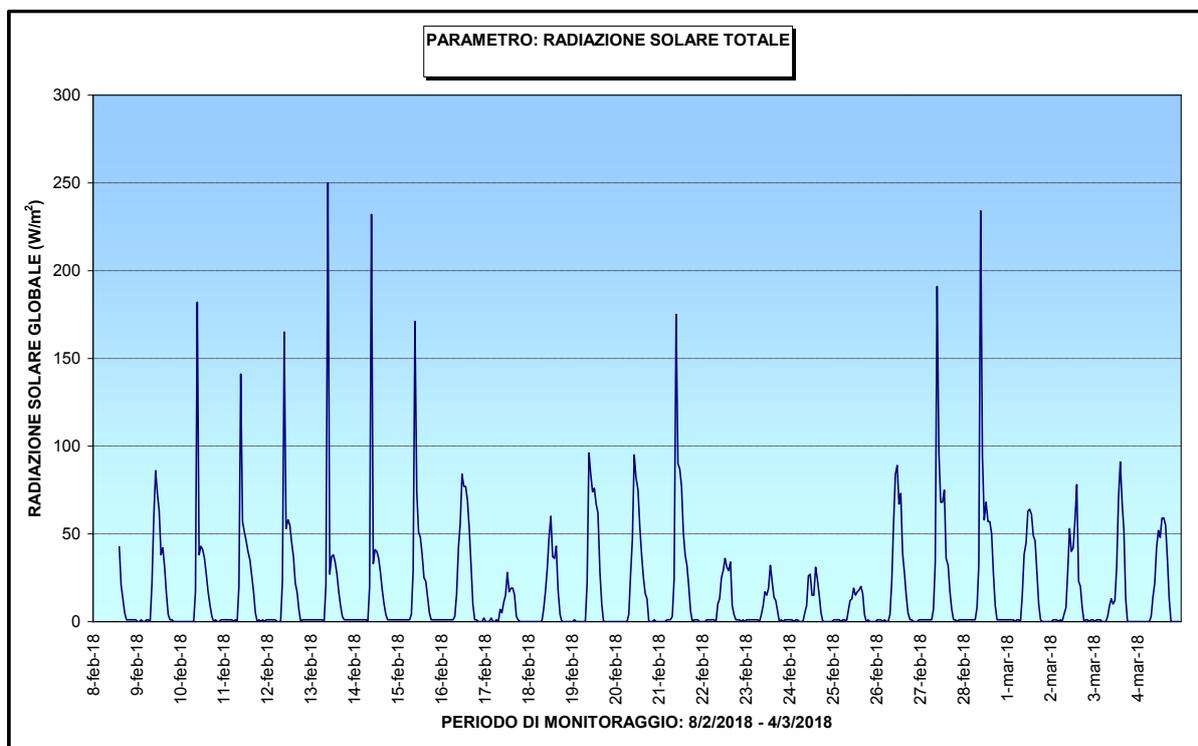


Figura 3 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

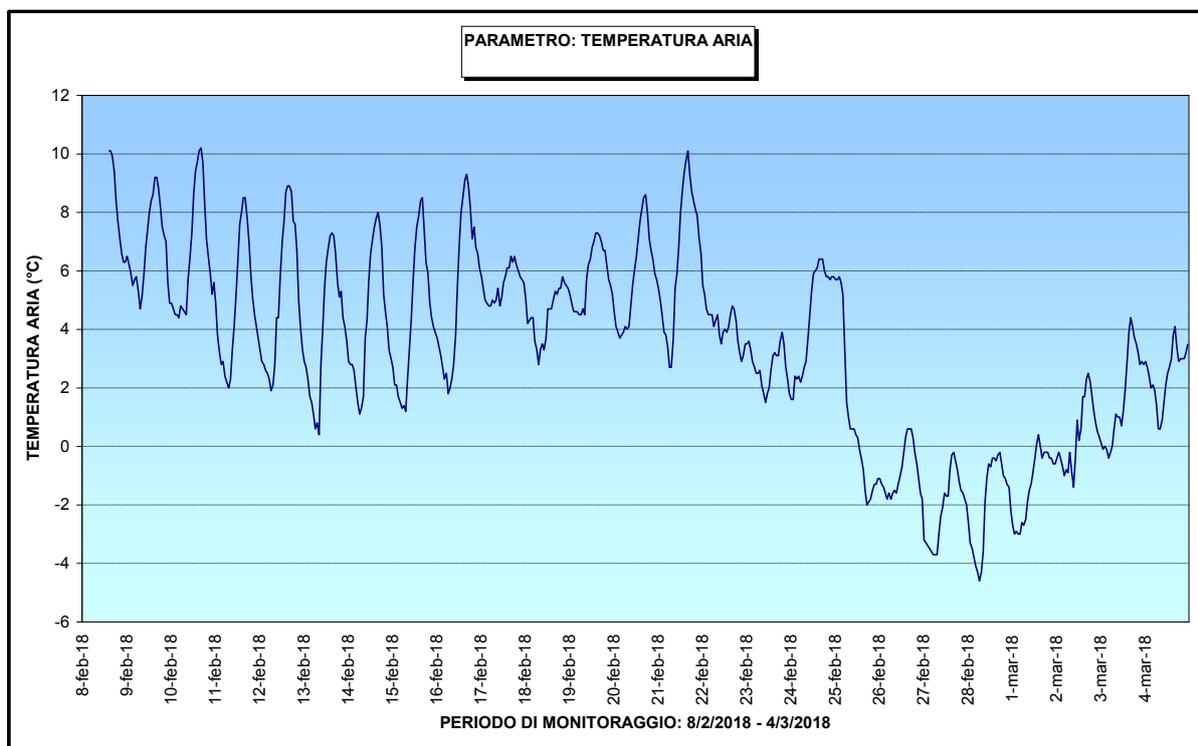


Figura 4– Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

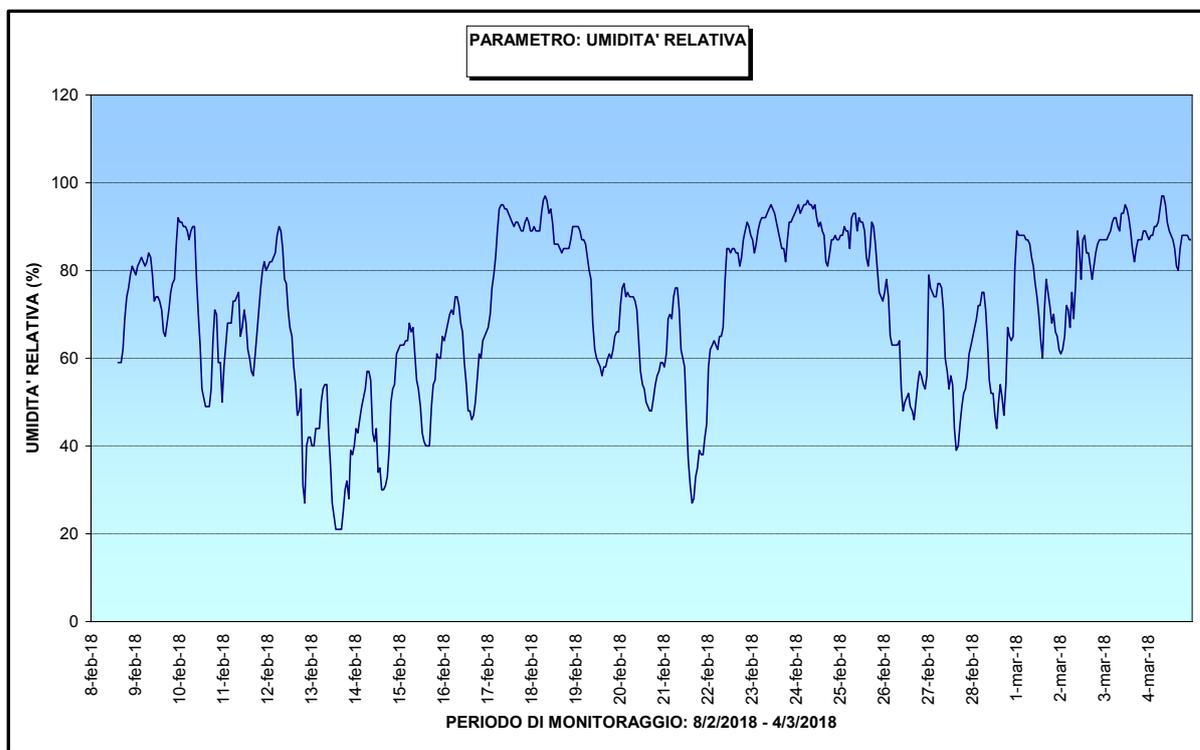


Figura 5 – Andamento delle precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio

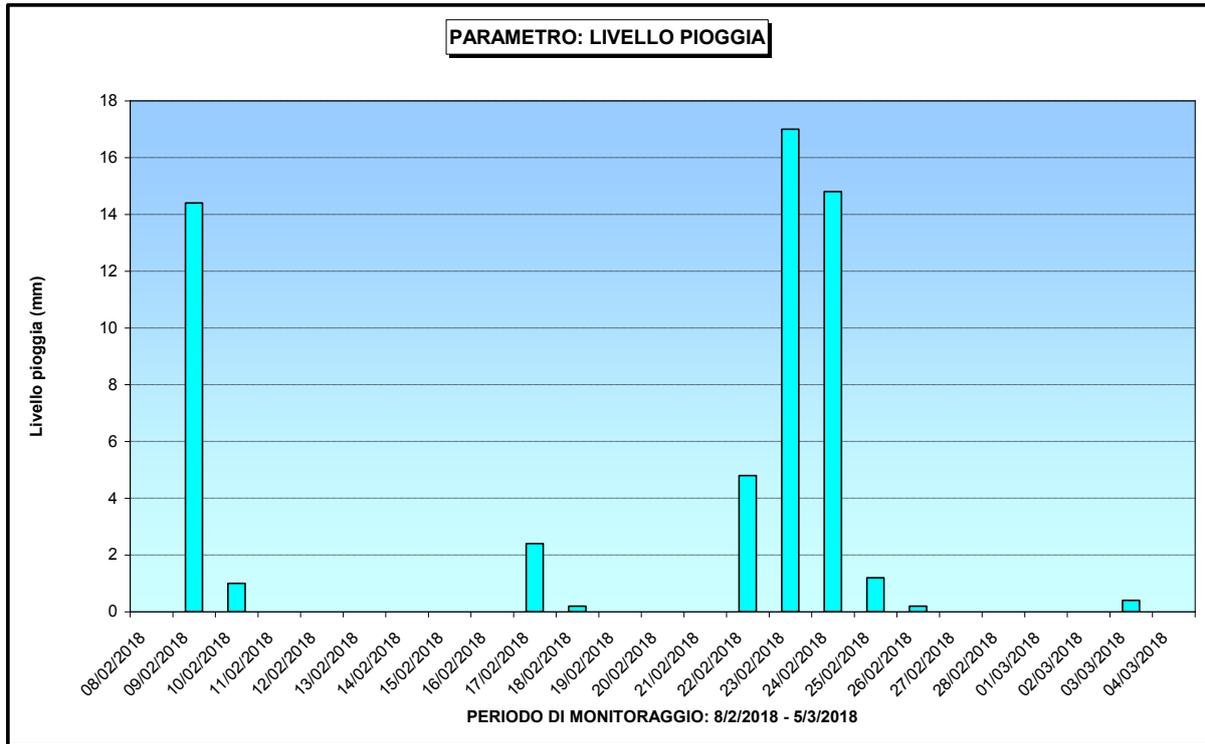


Figura 6– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

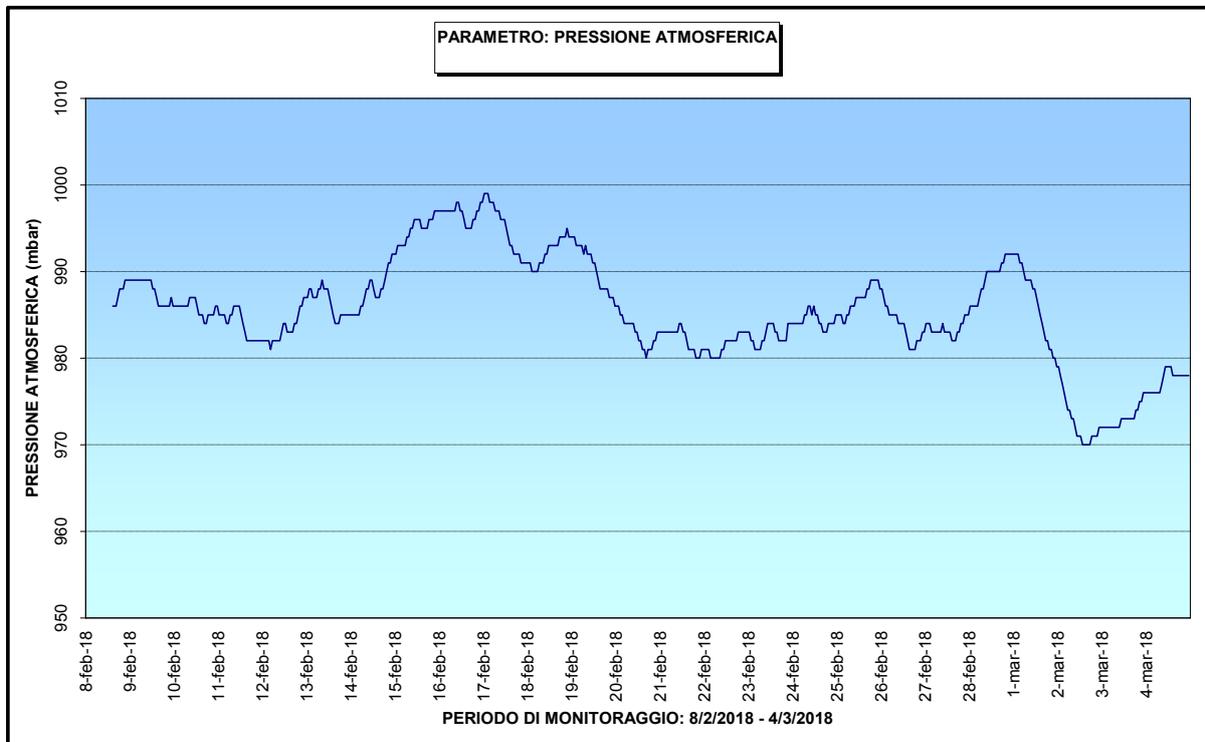


Figura 7– Andamento della velocità del vento nel corso della campagna di monitoraggio

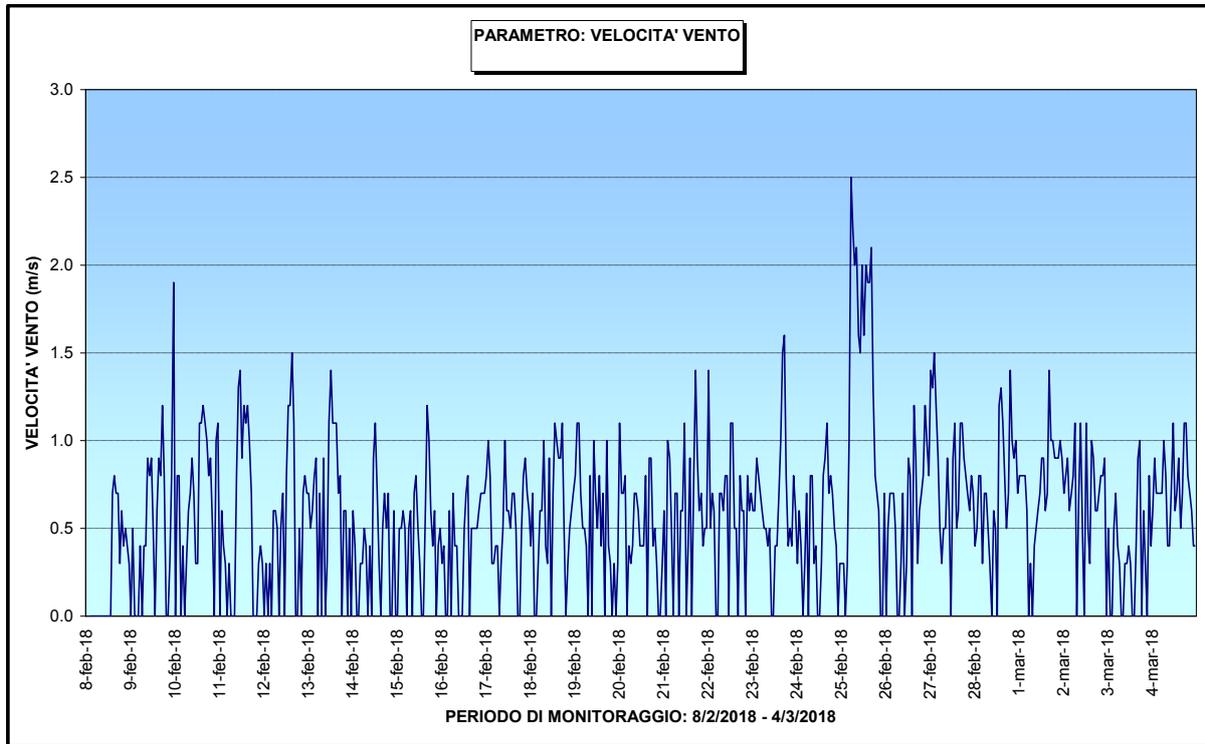


Figura 8– Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

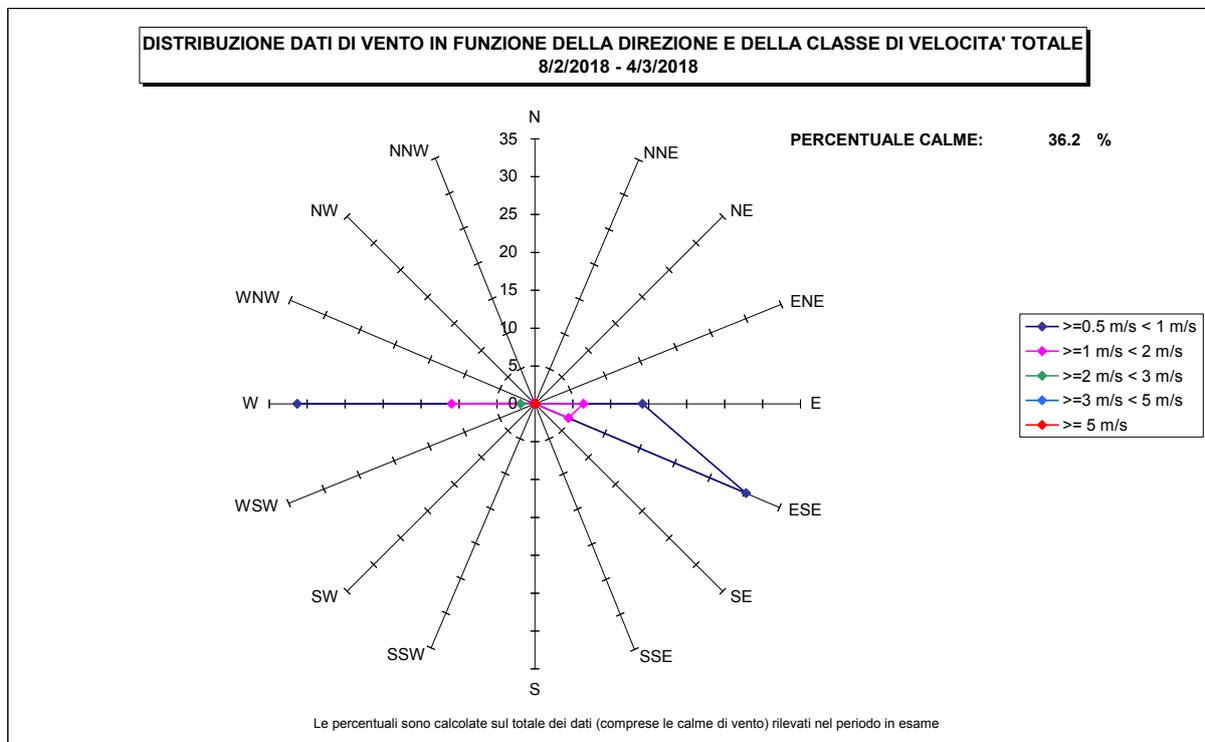


Figura 9– Rosa dei venti diurna

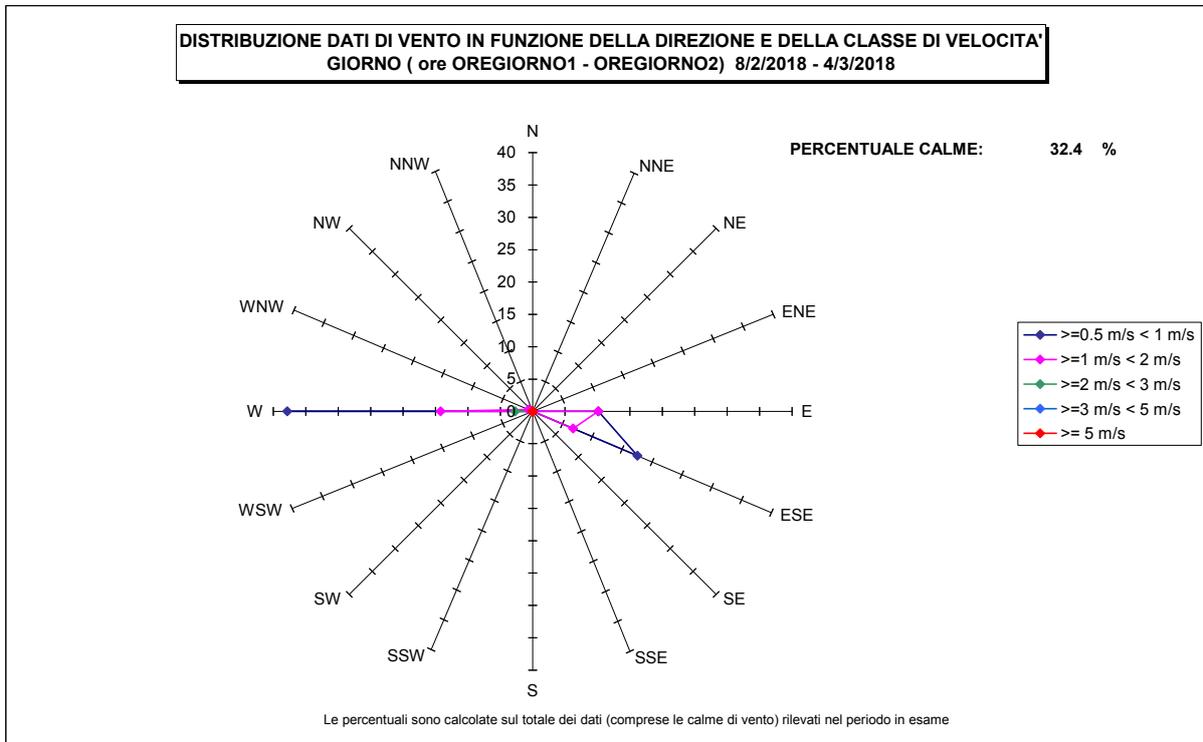
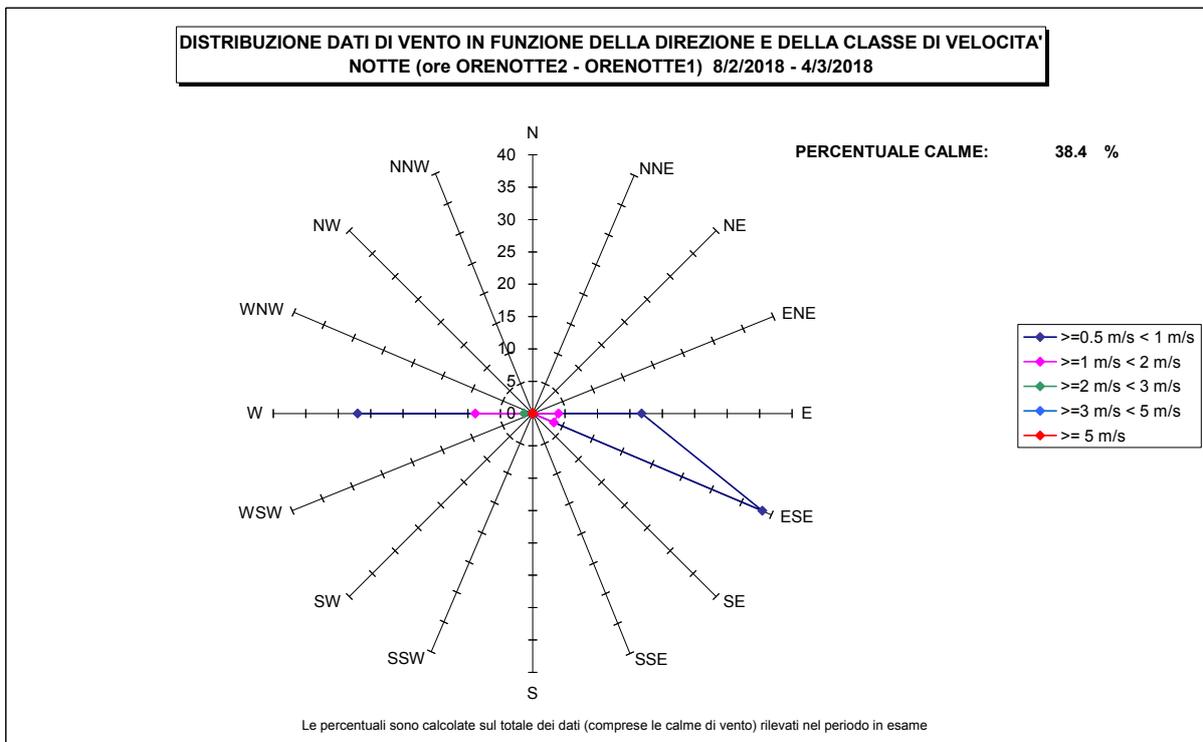


Figura 10– Rosa dei venti notturna



Le rose dei venti evidenziano la presenza di venti prevalentemente provenienti dalla direzione ESE. Si deve considerare comunque che il laboratorio mobile è stato posto in una zona circondata da abitazioni e costruzioni superiori all'altezza del palo meteorologico, soprattutto ai lati nord - est e sud - ovest, pertanto i venti provenienti da queste direzioni sono stati schermati.

Durante il periodo di monitoraggio le calme di vento sono state circa il 36% e la massima velocità oraria del vento è stata 1.5 m/s; pertanto si può concludere che il periodo è stato caratterizzato da una bassa ventosità.

Le precipitazioni si sono verificate il 9-10 febbraio, il 17-18 febbraio, tra il 22 e il 26 febbraio e il 3 marzo, come si osserva nella Figura 5, la giornata più piovosa è stata il 23 febbraio con 17 mm di pioggia.

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.

Nei paragrafi seguenti è riportata l'analisi statistica dei dati rilevati nel corso della campagna di monitoraggio, con particolare attenzione a quelli che presentano una particolare criticità nel semestre freddo dell'anno, vale a dire biossido di azoto, PM10 e PM2.5 .

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. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m³), infatti si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. 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, 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 via Artisti non si sono osservate criticità per questo parametro. La Tabella 10 e la Figura 11 evidenziano infatti che non si sono registrati superamenti del valore di 10 mg/m³ che, in base alla normativa vigente, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

Tabella 10 – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m³))

Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.0
Media delle medie giornaliere	0.7
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	0.7
Massima media oraria	1.5
Ore valide	584
Percentuale ore valide	97%
Minimo medie 8 ore	0.3
Media delle medie 8 ore	0.7
Massimo medie 8 ore	1.8
Percentuale medie 8 ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

Figura 11 - CO andamento orario.

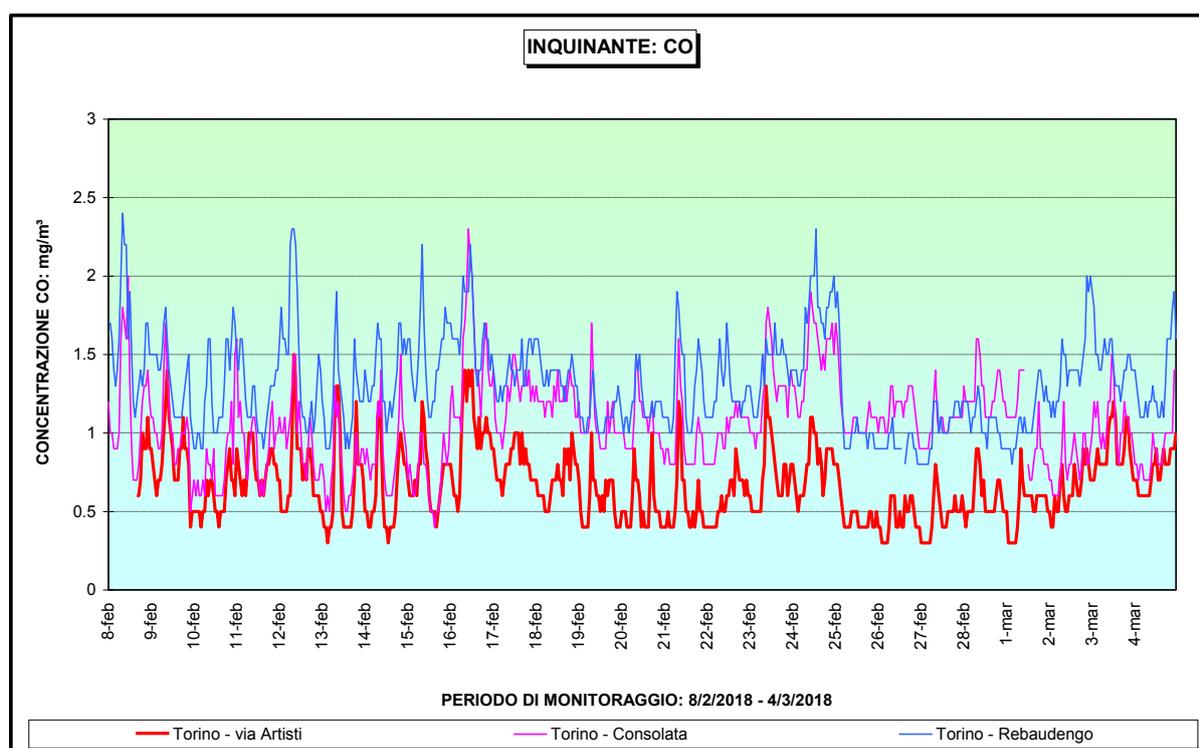
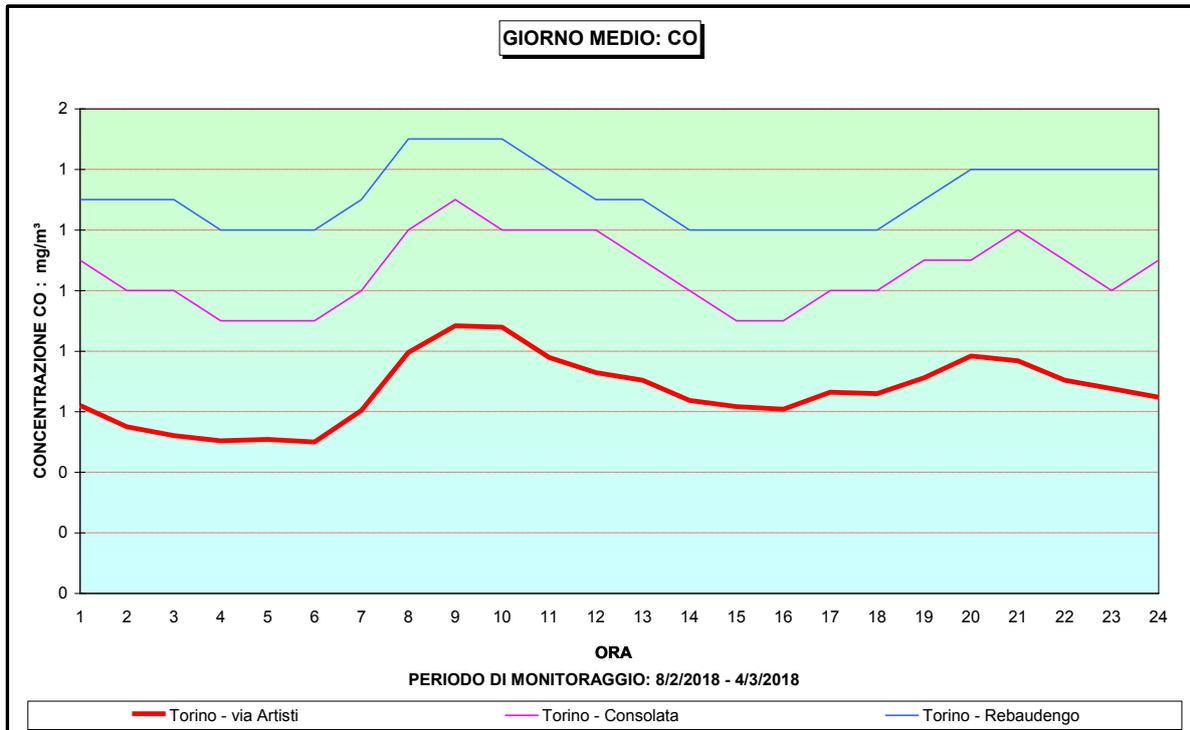


Figura 12 - CO giorno medio.



Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, 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 il periodo di monitoraggio i livelli di NO registrano un valore massimo pari a 102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tabella 11)

Confrontando i dati con quelli osservati in altre stazioni della Città di Torino, si può notare che i valori siano inferiori a quelli registrati nelle stazioni di piazza Rebaudengo, storicamente la stazione in cui vengono monitorati i valori più alti degli inquinanti atmosferici in città e Torino - Consolata, quest'ultima analoga al sito di via Artisti in quanto ubicata in una zona soggetta a fonti primarie di emissione di origine principalmente veicolare.

Tabella 11 - Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	102
Media delle medie giornaliere	36
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	36
Massima media oraria	210
Ore valide	584
Percentuale ore valide	97%

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

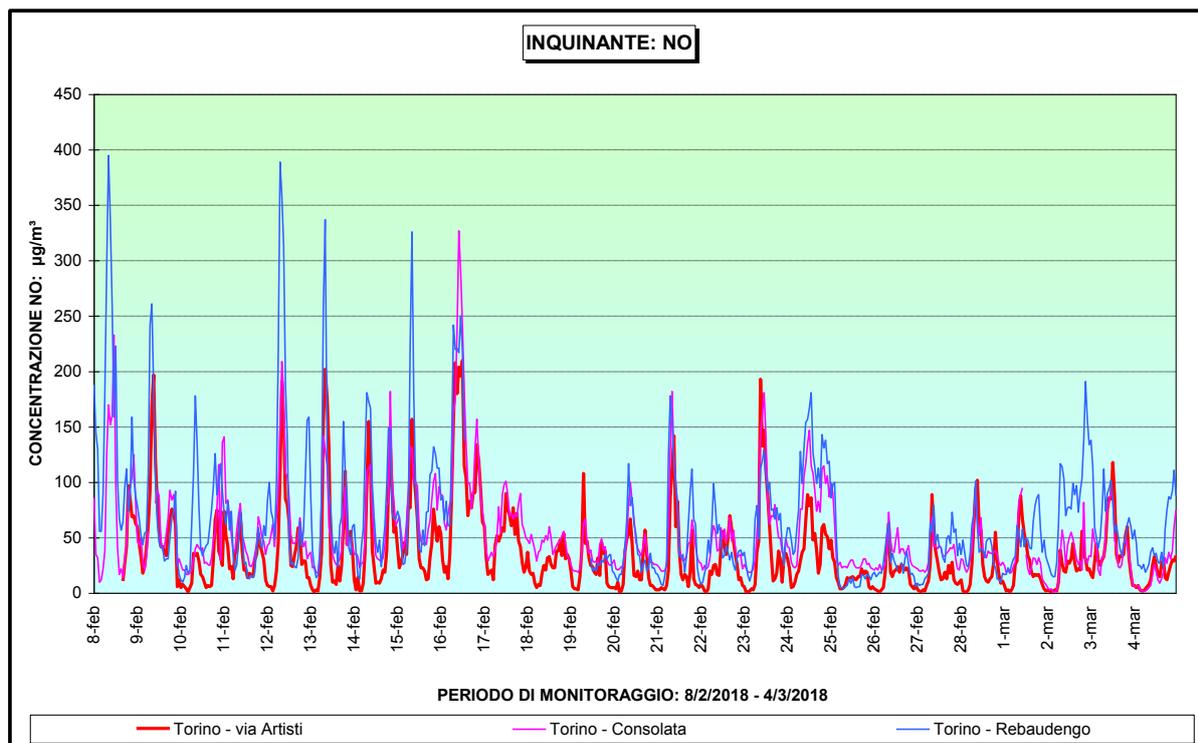
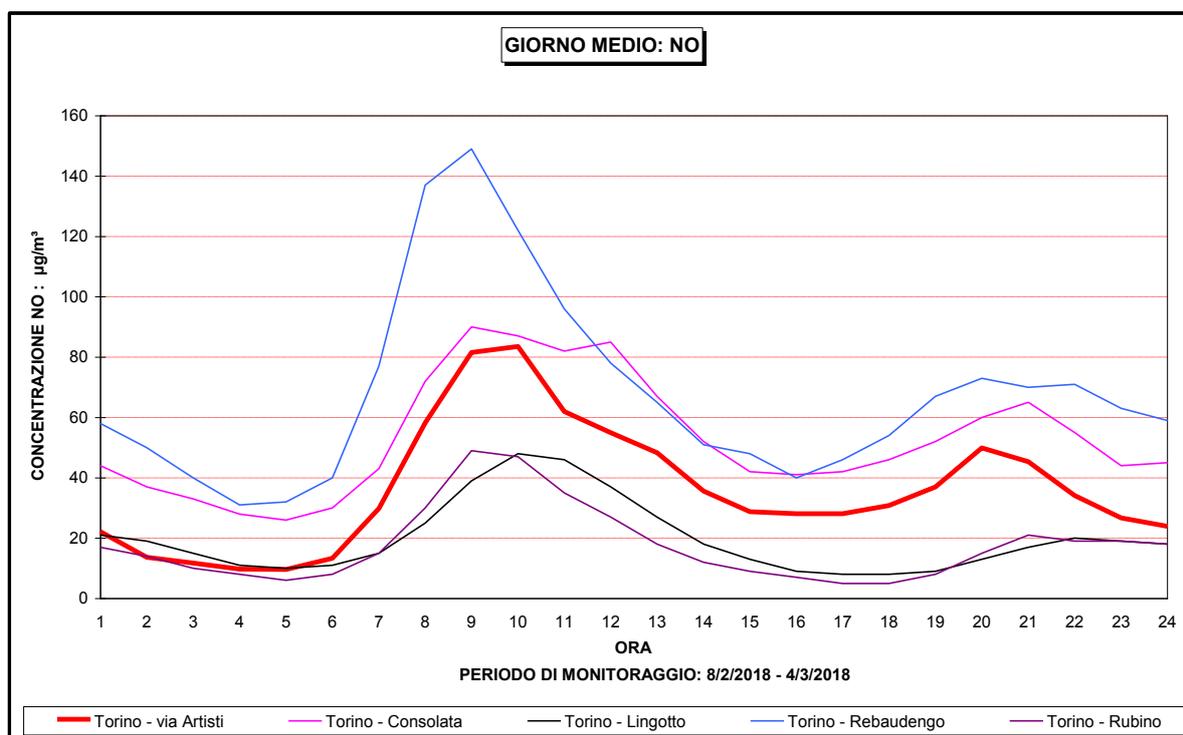


Figura 14 - NO: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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 via Artisti, l'andamento dell'NO₂ registra un valore medio di 52 µg/m³, con un picco di 115 µg/m³; non si verifica nessun superamento dei limiti (vedi Tabella 12);.

Tabella 12 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³)

Minima media giornaliera	34
Massima media giornaliera	79
Media delle medie giornaliere	52
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	52
Massima media oraria	115
Ore valide	584
Percentuale ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0

<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Dal grafico di Figura 15 e Figura 16 si nota che i livelli di concentrazione dell'NO₂ sono poco al di sotto delle concentrazioni misurate in via Consolata, presentano due picchi, uno intorno alle 10 e uno intorno alle 20, analogamente al profilo del monossido di azoto. A differenza di quest'ultimo però il picco serale è molto più pronunciato ed appare molto probabilmente legato a fenomeni di formazione secondaria dell'NO₂.

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 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 valutare un confronto tra la media rilevata nel periodo di monitoraggio in Via Artisti rispetto a quella rilevata in altre stazioni della rete provinciale, come si può vedere in Tabella 13.

A fine della seconda campagna di monitoraggio si effettuerà anche un stima della media annuale sulla base di un più ampio numero di dati osservati.

Sulla base dei dati rilevati in febbraio-marzo si può affermare che il sito si collochi tra quelli più critici a livello provinciale, insieme ad altre stazioni di traffico torinesi e dell'area metropolitana; molto probabilmente la media annuale supererà il limite annuale di 40 µg/m³.

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

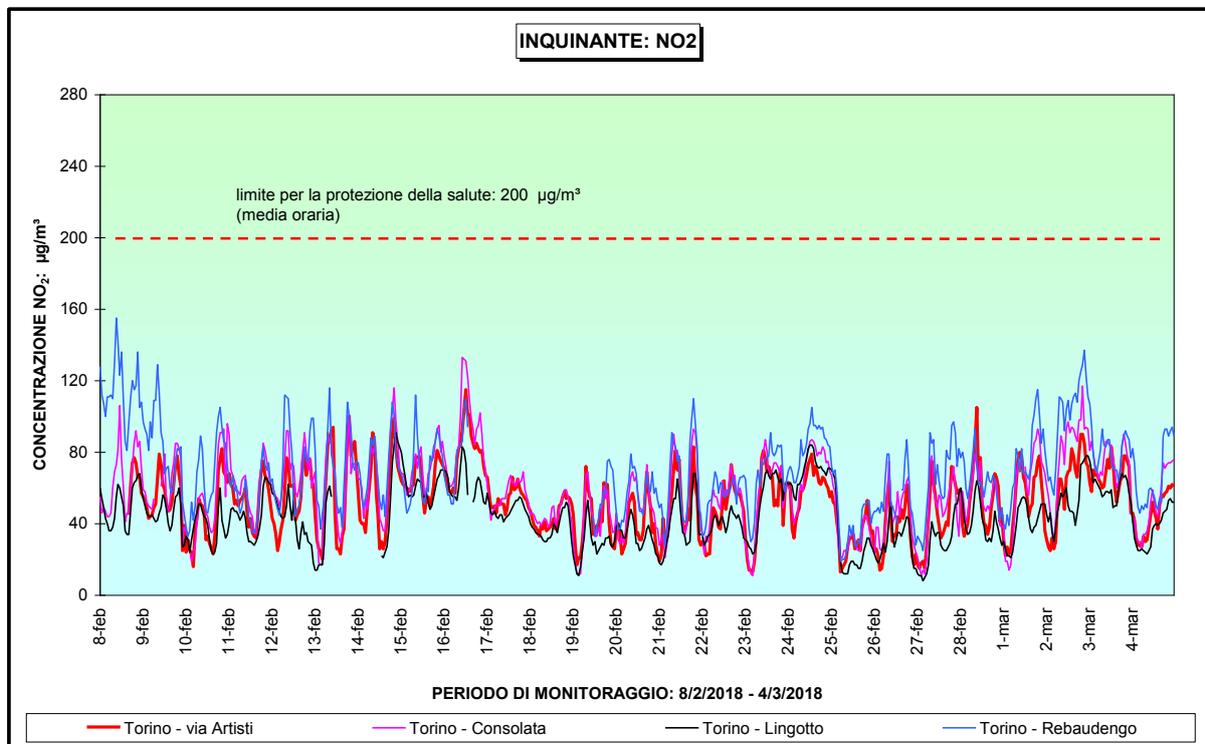


Figura 16 – NO₂: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

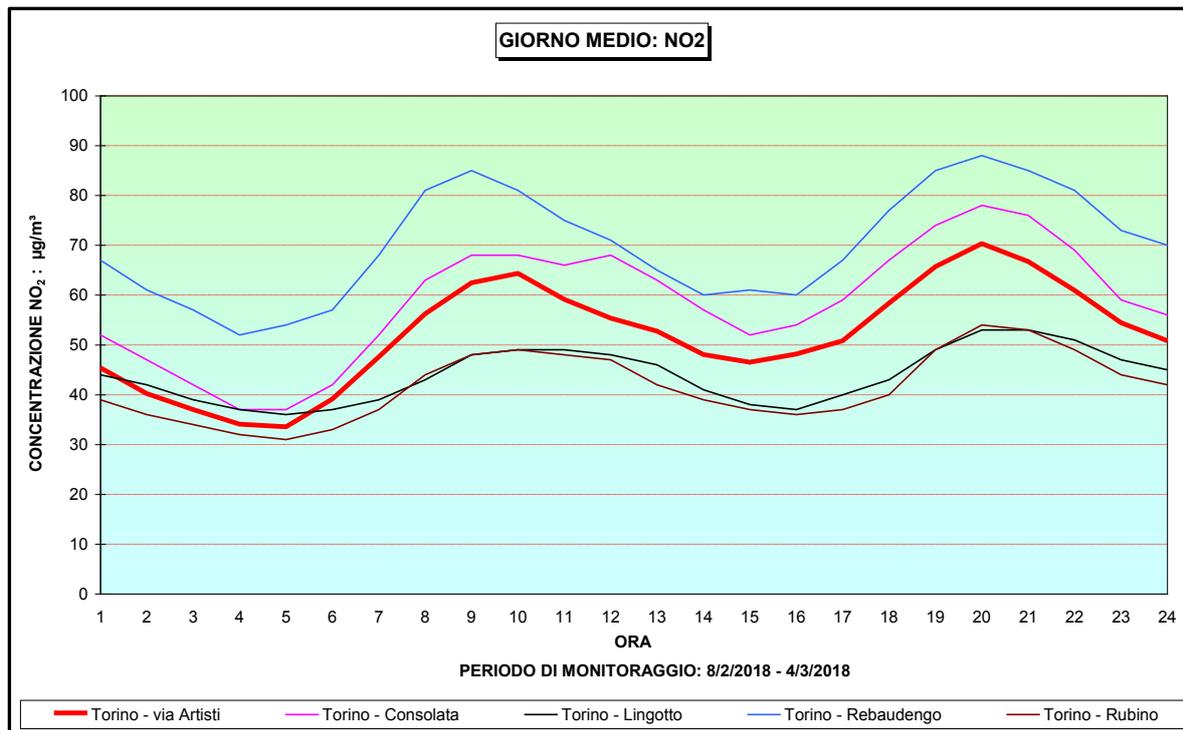


Tabella 13 - NO₂ - confronto medie del periodo di monitoraggio con medie annuali 2017 nella provincia di Torino

	media periodo campagna	Media annuale 2017
Stazione	NO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)
Ceresole Reale - Diga	8	5
Baldissero T.(ACEA) - parco	14	15
Druento - La Mandria	24	12
Oulx - Roma	29	17
Susa - Repubblica	30	19
Chieri - Bersezio	31	23
Leini'(ACEA) - Grande Torino	31	32
Ivrea - Liberazione	33	25
Vinovo - Volontari	39	35
Torino - Rubino	42	37
Torino - Lingotto	44	40
Settimo T. - Vivaldi	45	36
Orbassano - Gozzano	45	34
Carmagnola - I Maggio	46	42
Borgaro T. - Caduti	47	30
Torino - via Artisti	52	-
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	54	48
Torino - Consolata	59	59
Collegno - Francia	68	58
Torino - Rebaudengo	70	80

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 14, si registrano valori di benzene con una media del periodo pari a $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un valore massimo di $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dalla Figura 17, si può vedere come i dati di benzene in Via Artisti abbiano valori intermedi tra piazza Rebaudengo e via Consolata.

In merito al rispetto del valore limite annuale, verranno effettuate ulteriori considerazioni una volta ottenuti i dati della seconda campagna di monitoraggio, sulla base di un più ampio numero di dati acquisiti.

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 $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 sbilanci ormonali in donne e uomini.

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria è di $14,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 15), valori ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Tabella 14 – Dati relativi al benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	1.2
Massima media giornaliera	3.0
Media delle medie giornaliere	1.8
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	1.8
Massima media oraria	5.6
Ore valide	584
Percentuale ore valide	97%

Tabella 15– Dati relativi al toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	1.9
Massima media giornaliera	7.9
Media delle medie giornaliere	3.4
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	3.4
Massima media oraria	15.7
Ore valide	584
Percentuale ore valide	97%

Figura 17 – Benzene: andamento della concentrazione oraria

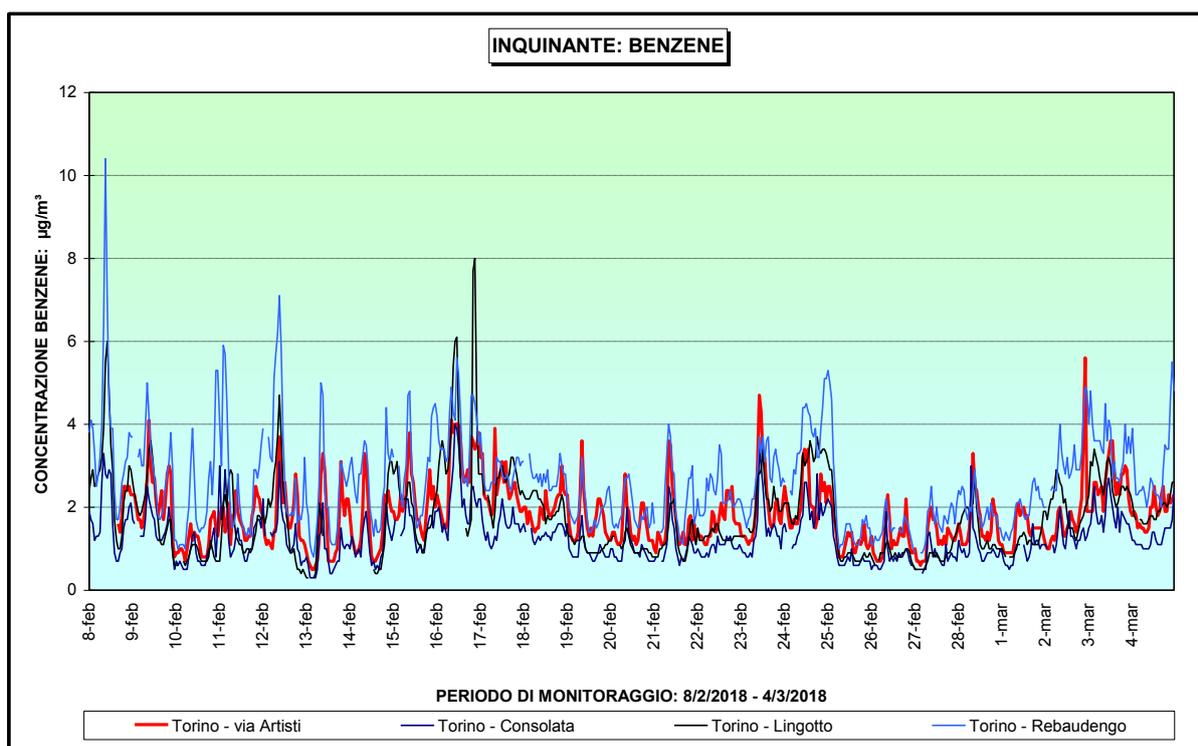


Figura 18 – Benzene: andamento del giorno medio

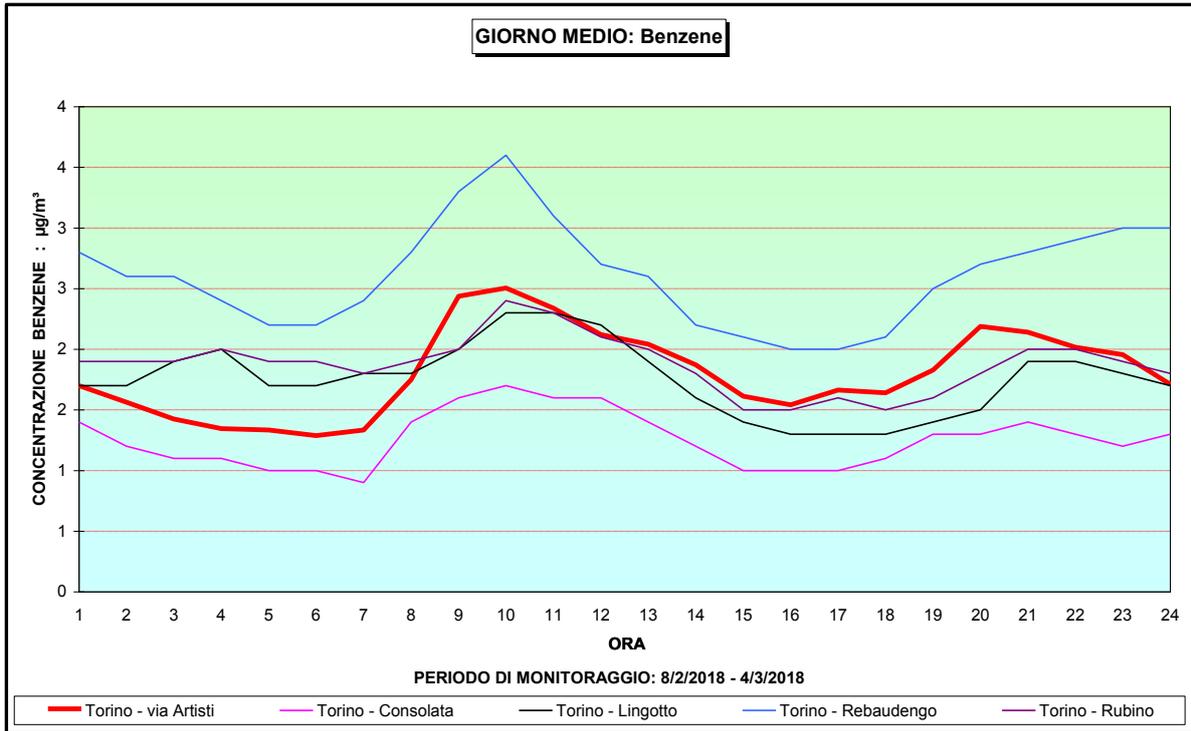


Figura 19– Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio

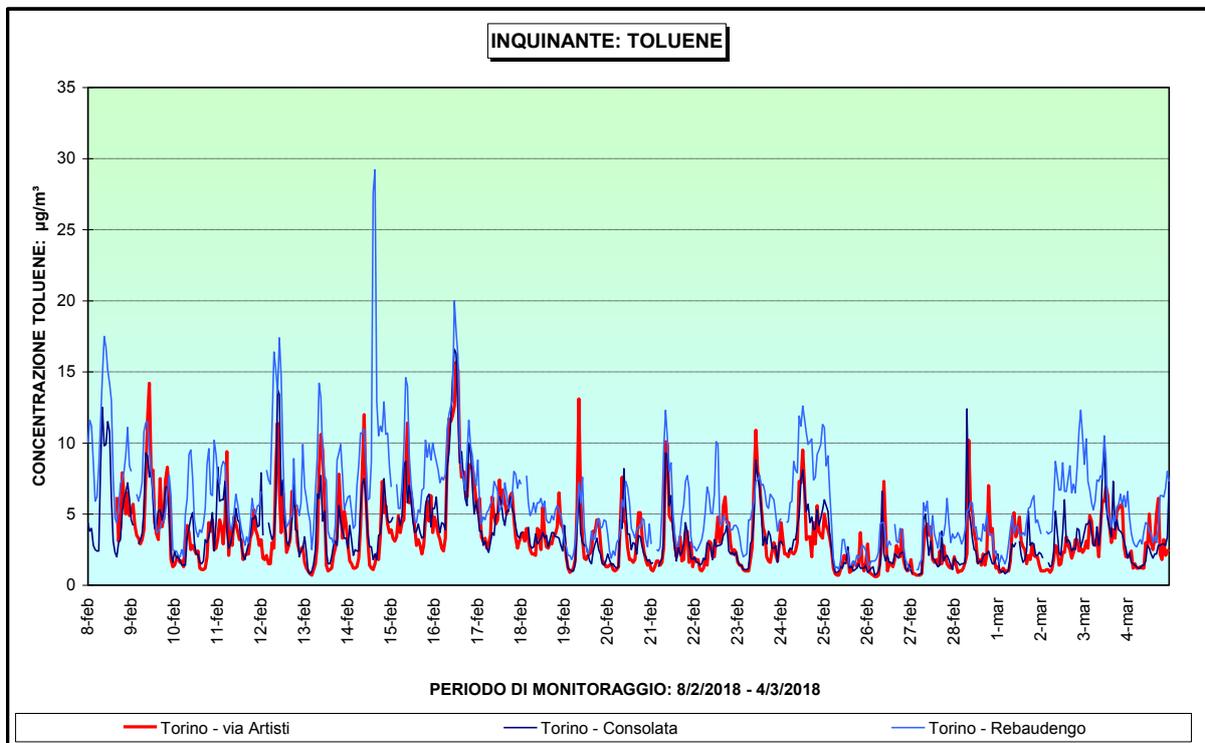
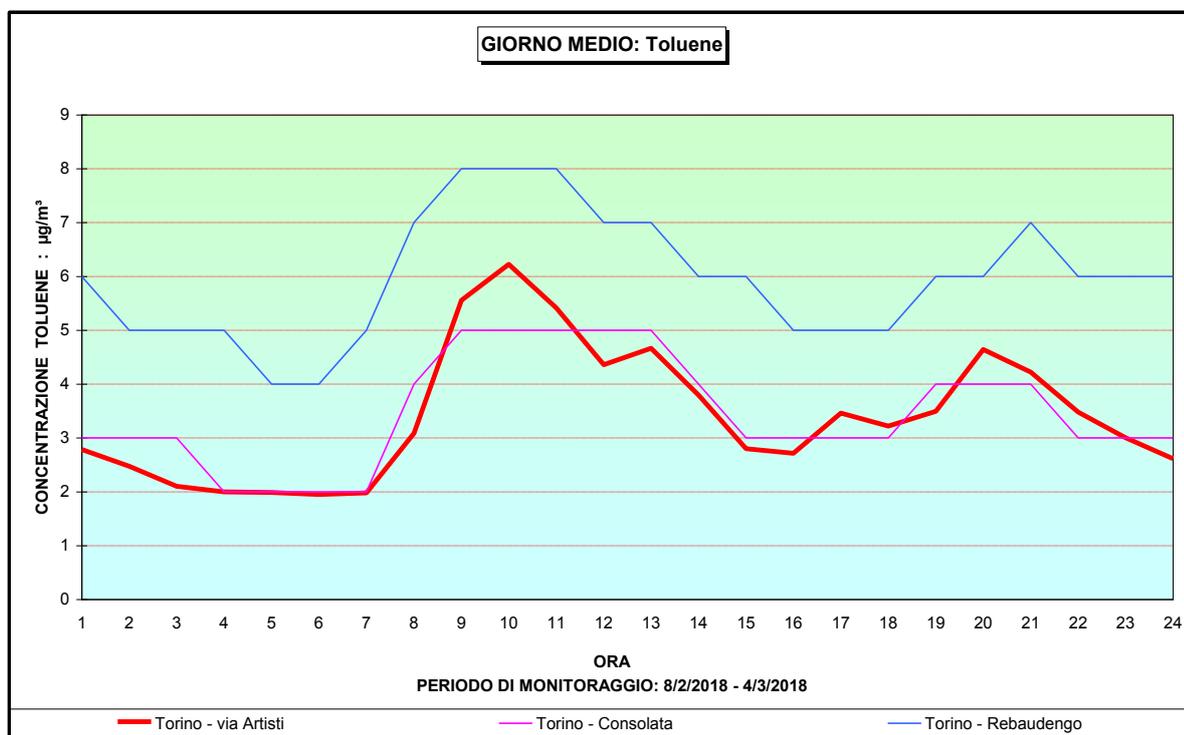


Figura 20 – Toluene: andamento del giorno medio



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 $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (vedi *Tabella 16*), con un valore massimo giornaliero di $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e 9 superamenti del valore giornaliero dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

E' ipotizzabile inoltre che in Via Artisti la media annuale sia pari al valore limite o lo superi di poco, in quanto la media nel periodo di monitoraggio è pari a quella di Collegno e Carmagnola, le medie annuali delle quali sono pari rispettivamente a 40 e $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Tabella 18 è riportato un confronto con i dati misurati presso le altre stazioni provinciali, per le quali sono presenti in numero sufficientemente rappresentativo di dati nel periodo di monitoraggio.

Nella relazione finale, con una base dati più ampia, verrà però stimato un valore di media annuale utile a ipotizzare il rispetto o eventualmente il superamento del valore limite annuale.

L'andamento dei valori è lo stesso rispetto a quanto misurato nelle altre stazioni torinesi; i dati sono quasi sovrapponibili a quelli della stazione di Torino – Consolata (Figura 21).

In Tabella 17 sono riportati i dati relativi al PM2.5 durante la campagna: la media dei valori di concentrazione di particolato PM2.5 è stata pari a $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo giornaliero di $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori anche in questo caso sono pari a quelli di Collegno e Carmagnola, per le quali nel 2017 è avvenuto il superamento del valore limite annuale (pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), come si può vedere in Tabella 19.

Tabella 16 – Dati relativi al particolato sospeso PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	18
Massima media giornaliera	94
Media delle medie giornaliere	46
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	92%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	9

Tabella 17 – Dati relativi al particolato sospeso PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	16
Massima media giornaliera	68
Media delle medie giornaliere	36
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%

Tabella 18 - PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2017

Stazione	media periodo 8/2/18 – 4/3/18 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media anno 2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Baldissero T.(ACEA) - parco (β)	11	11
Ceresole Reale - Diga (β)	13	11
Oulx - Roma	25	18
Pinerolo - Alpini (β)	30	26
Druento - La Mandria	31	27
Susa - Repubblica	31	22
Ivrea - Liberazione	37	31
Beinasco (TRM) - Aldo Mei (β)	41	36
Torino - Lingotto (β)	42	38
Torino - Lingotto	43	39
Borgaro T. - Caduti	43	38
Leini'(ACEA) - Grande Torino (β)	44	34
Collegno - Francia	46	40
Carmagnola - I Maggio	46	45
Torino - via Artisti	46	-
Settimo T. - Vivaldi	47	44
Torino - Consolata	47	43
Torino - Rebaudengo	56	46

Tabella 19: PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) confronto concentrazioni medie del periodo e anno 2017

Stazione	media periodo 8/2/18 – 4/3/18 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	media anno 2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ceresole Reale - Diga (β)	10	9
Ivrea - Liberazione	33	24
Chieri - Bersezio	34	27
Beinasco (TRM) - Aldo Mei (β)	34	26
Leini'(ACEA) - Grande Torino (β)	36	26
Torino - via Artisti	36	-
Settimo T. - Vivaldi	40	30
Torino - Rebaudengo (β)	41	33

Figura 21 – Particolato sospeso PM10: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

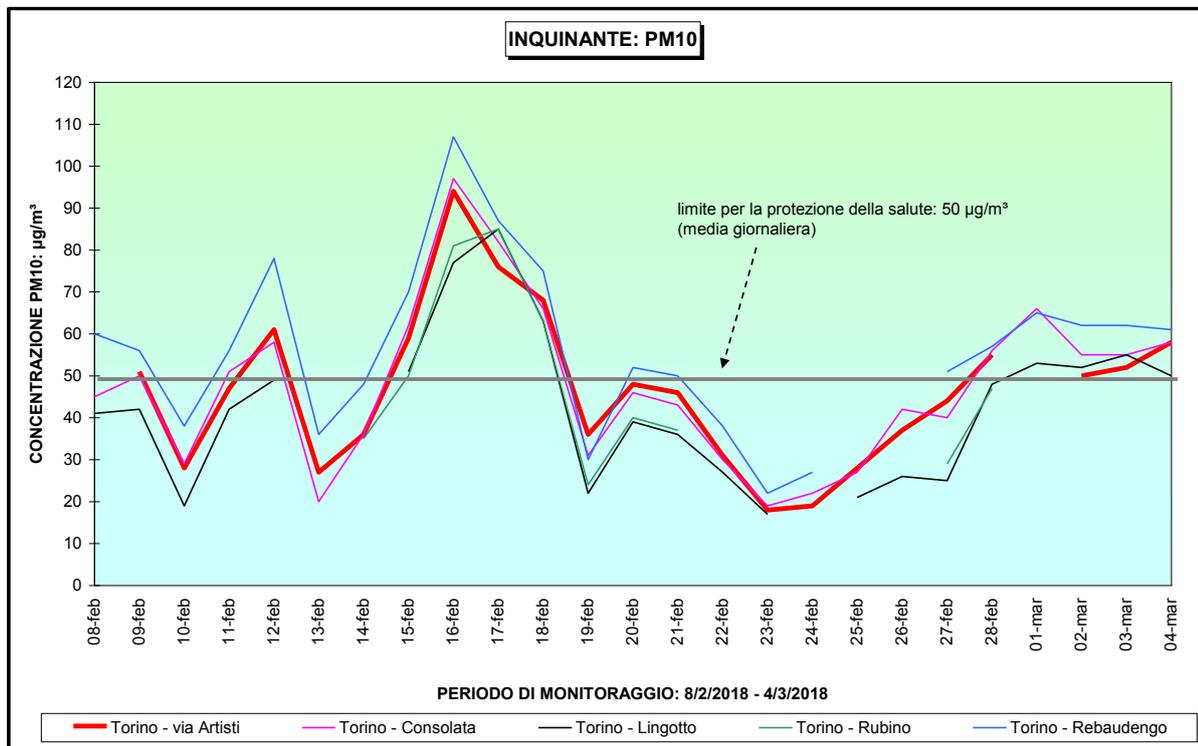
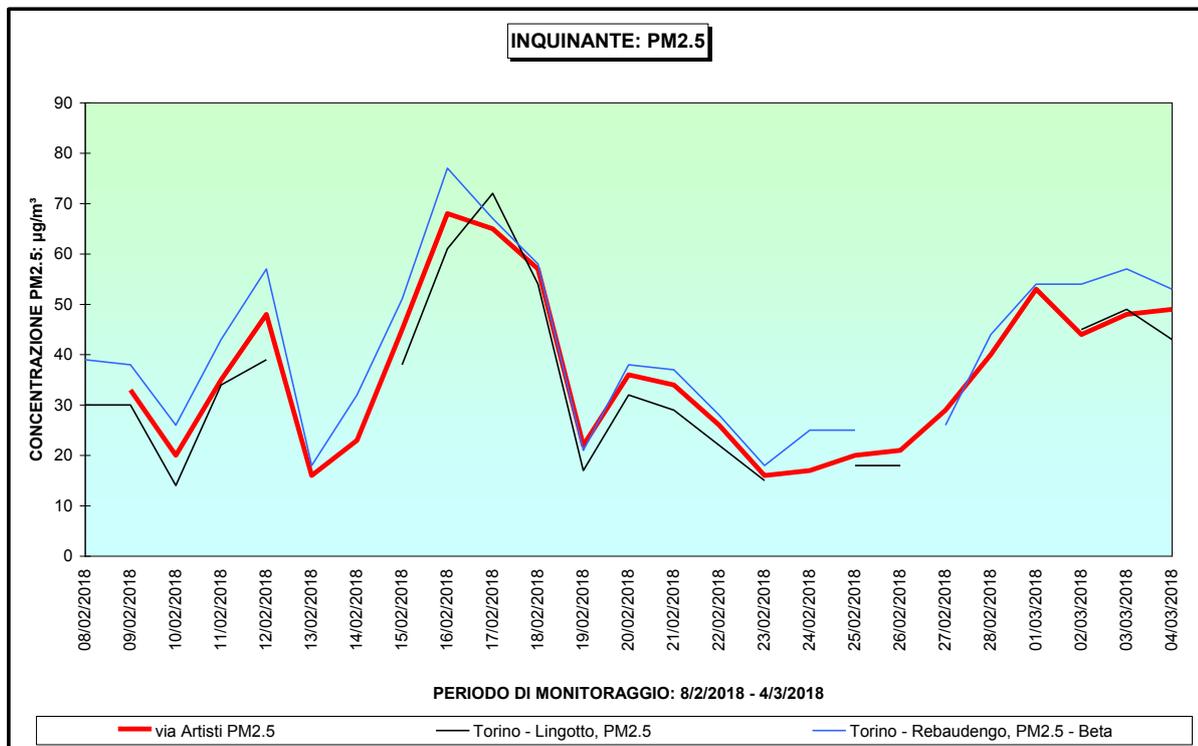


Figura 22 – Particolato sospeso PM2.5, confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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'immunotossicità, 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 20 - 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 Via Artisti non si pongono tra i più critici a livello provinciale e si collocano poco sopra il dato di Beinasco (TRM) e al di sotto del dato di Carmagnola, come si può vedere nella Tabella 21, dove i dati sono ordinati in ordine crescente per il benzo(a)pirene, ed in Figura 23. Poiché le stazioni di Beinasco e Carmagnola non hanno mai superato il valore limite annuale di 1 ng/m³ (nel 2017 la media annuale per entrambe è stata di 0.8 ng/m³), si presume che anche nel sito di Via Artisti tale limite sia rispettato.

Anche per gli altri IPA non si evidenziano particolari criticità, come si può vedere dalla Figura 24, Figura 25 e Figura 26.

Tabella 21: concentrazione IPA rilevati nella campagna invernale e confronto con i dati provinciali

Stazione	Benzo(a)antracene nel PM10	Benzo(b+j+k)fluorante nel PM10	Benzo(a)pirene nel PM10	Indeno(1,2,3-cd)pirene nel PM10
Ceresole Reale - Diga	0.04	0.30	0.04	0.09
Oulx - Roma	0.50	1.35	0.49	0.54
Druento - La Mandria	0.32	1.52	0.55	0.66
Torino - Lingotto	0.47	1.95	0.63	0.81
Torino - Consolata	0.52	1.91	0.72	0.76
Beinasco (TRM) - Aldo Mei	0.56	2.13	0.75	0.63
Torino - Via Artisti	0.61	1.98	0.80	0.82
Carmagnola - I Maggio	0.65	2.18	0.82	0.81
Susa - Repubblica	0.81	2.35	0.97	0.99
Ivrea - Liberazione	0.74	2.57	1.09	1.03
Torino - Rebaudengo	1.30	3.38	1.12	1.39
Borgaro T. - Caduti	1.01	3.00	1.23	1.31
Settimo T. - Vivaldi	1.08	3.11	1.29	1.26
Torino - Grassi	1.83	3.67	1.70	1.39
Torino - Rubino	0.51	2.02	1.90	0.79

Figura 23 - Benzo(a)pirene nel PM10 confronto della media della campagna con altre stazioni della rete di monitoraggio provinciale

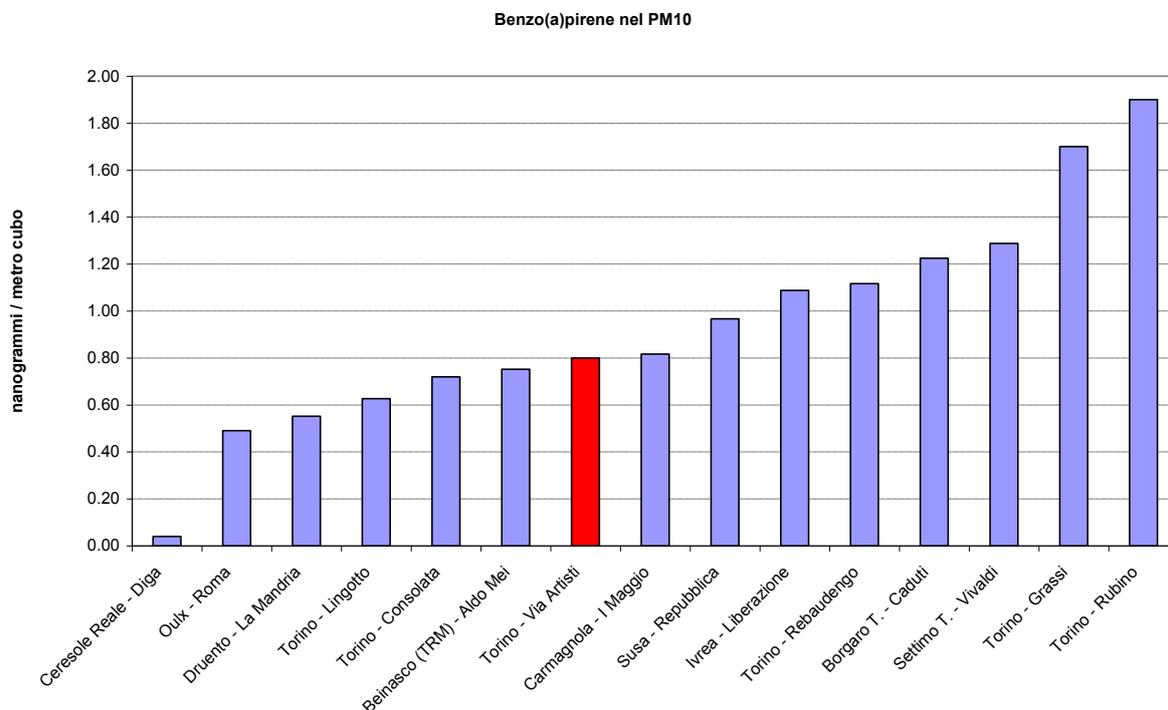


Figura 24 - Benzo(a)antracene nel PM10 confronto della media della campagna con altre stazioni della rete di monitoraggio provinciale

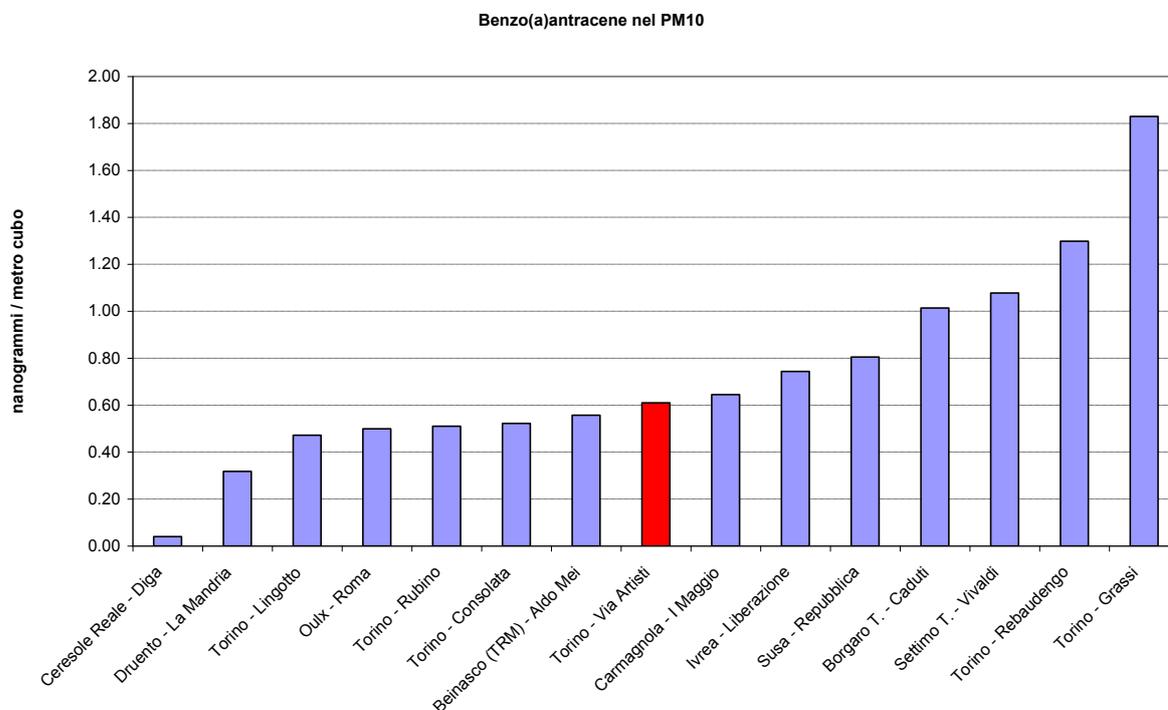


Figura 25 - Benzo(b+j+k)fluorantene nel PM10 confronto della media della campagna con altre stazioni della rete di monitoraggio provinciale

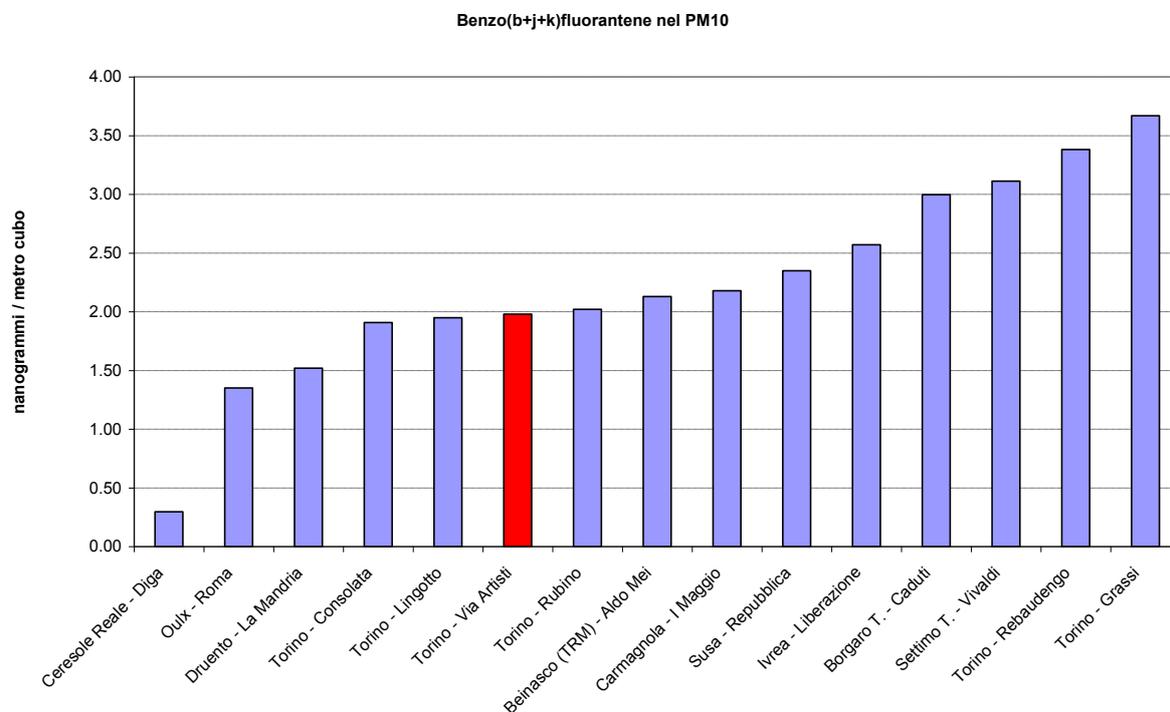
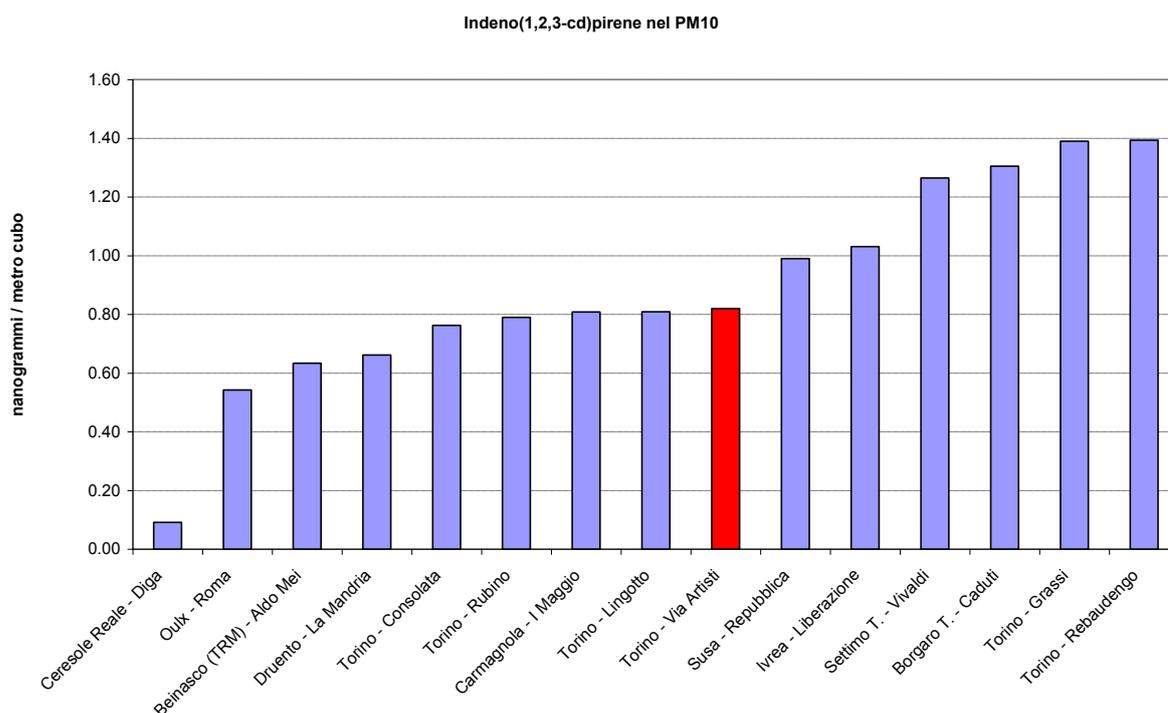


Figura 26 - Indeno(1,2,3-cd)pirene nel PM10 confronto della media della campagna con altre stazioni della rete di monitoraggio provinciale



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 (saturnismo), 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 22 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 22 - 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	$0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	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	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$	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.

Nella campagna invernale i valori riscontrati per tutti i e quattro i metalli sono tipici delle stazioni di traffico della rete di monitoraggio provinciale, ma i valori di Nichel e Piombo appaiono superiori alla stazione di Torino-Consolata che può considerarsi analoga al sito in esame (vedi Figura 27 - Figura 28 - Figura 29 - Figura 30).

Tabella 23 - concentrazione dei quattro metalli rilevati nel monitoraggio

	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Media delle medie giornaliere	0.8	0.12	4.6	0.014
Giorni validi	23	23	23	23
Percentuale giorni validi	92%	92%	92%	92%

Figura 27: Arsenico confronto della media della campagna invernale con altre stazioni provinciali

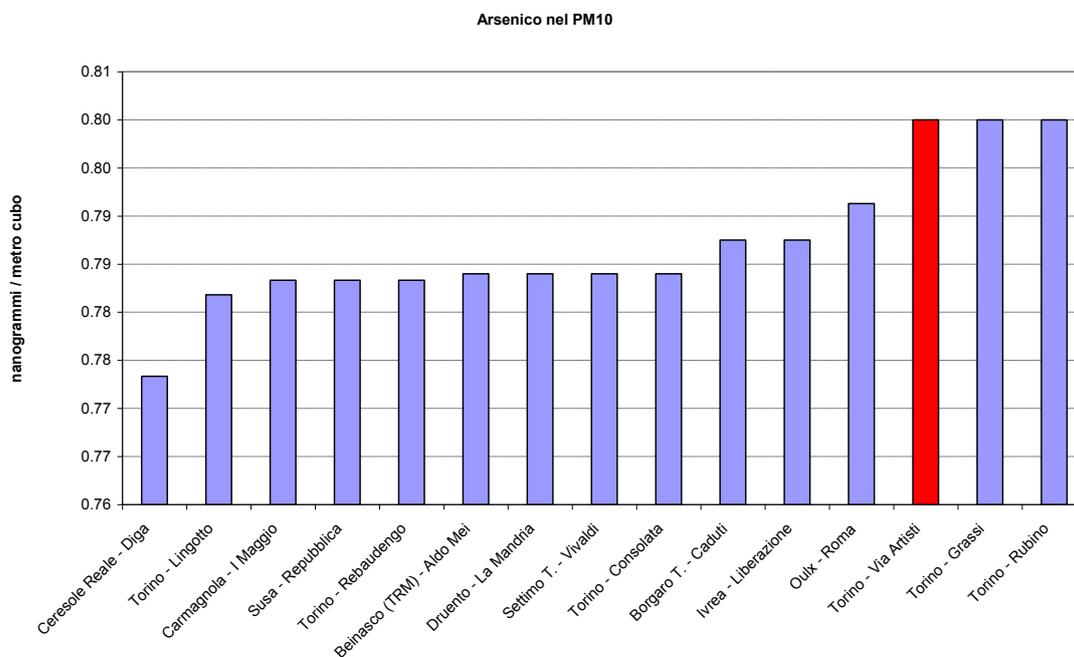


Figura 28: Cadmio confronto della media della campagna invernale con altre stazioni provinciali

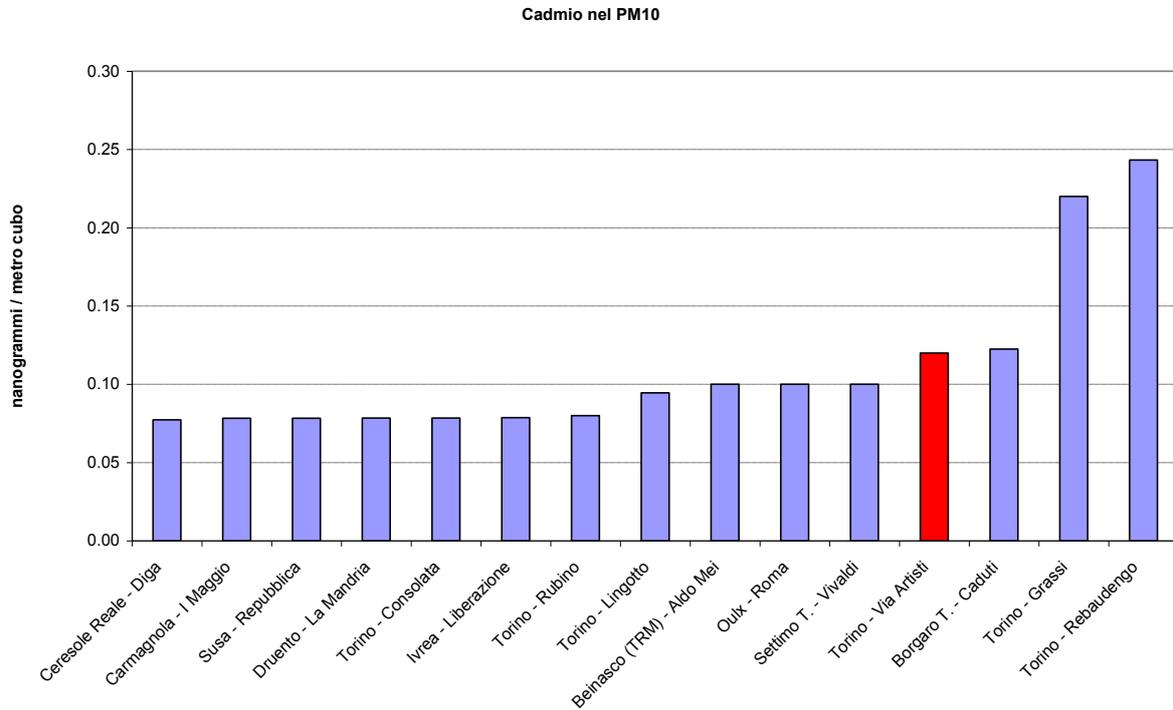


Figura 29: Nichel confronto della media della campagna invernale con altre stazioni provinciali

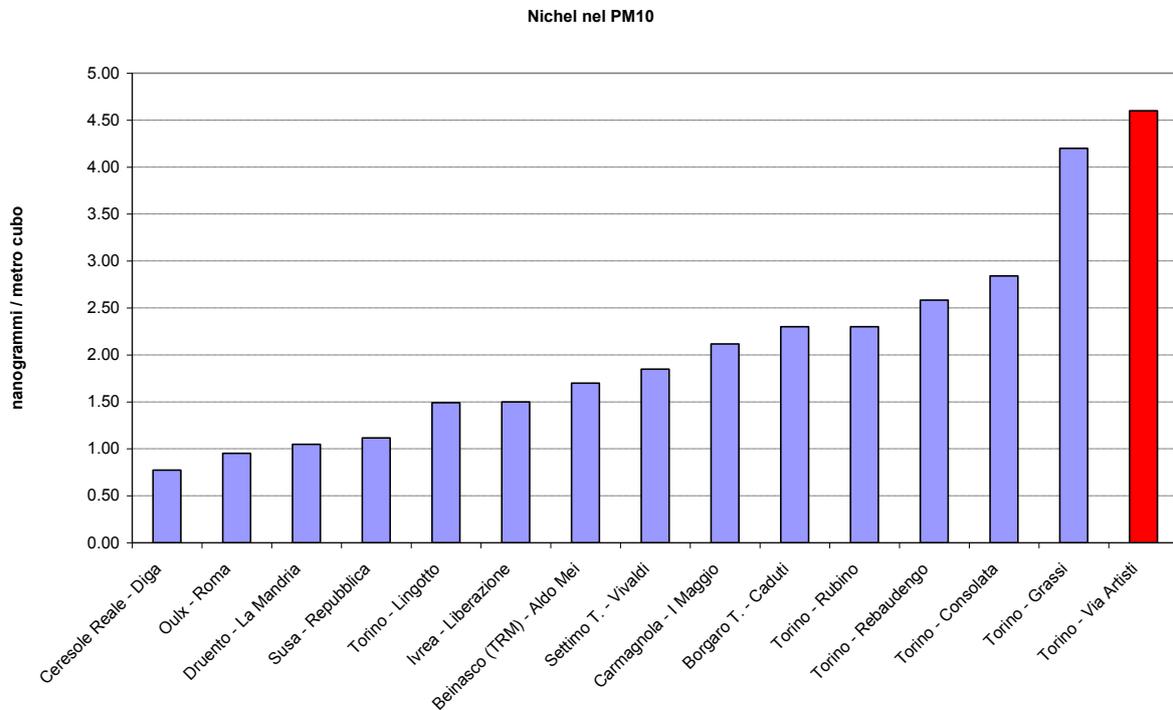
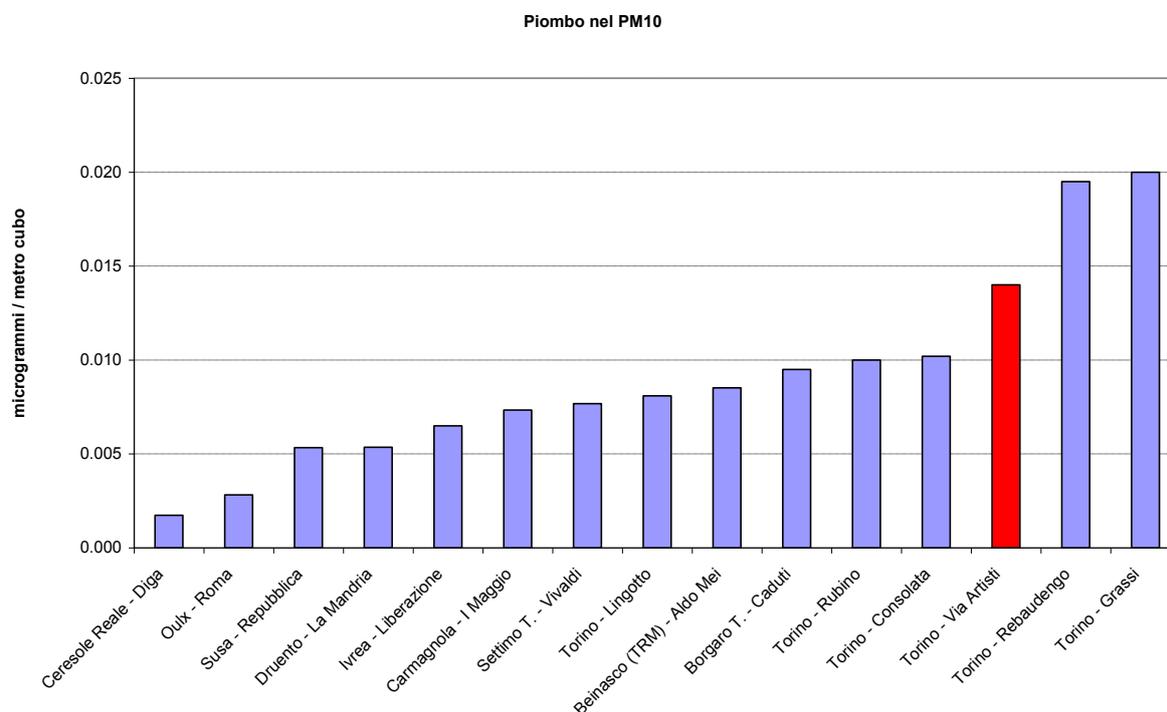


Figura 30: Piombo confronto della media della campagna invernale con altre stazioni provinciali

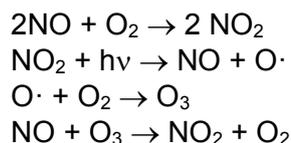


Ozono

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 (NOx) 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).

Durante la campagna non si sono registrati superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e nessun superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana. Il valore medio del periodo è stato di $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore massimo di $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vedi Tabella 24.

Dai grafici in *Figura 31* ed in *Figura 32*, si può vedere che comunque i valori sono molto simili a quelli di Torino - Lingotto.

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. Un'analisi più diffusa verrà fatta nella relazione finale, nella quale sono considerati anche i dati del secondo periodo di monitoraggio.

Tabella 24 – Dati relativi all'ozono (O_3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	56
Media delle medie giornaliere	27
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	96%
Media dei valori orari	27
Massima media oraria	77
Ore valide	584
Percentuale ore valide	97%
Minimo medie 8 ore	7
Media delle medie 8 ore	27
Massimo medie 8 ore	72
Percentuale medie 8 ore valide	97%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Figura 31 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

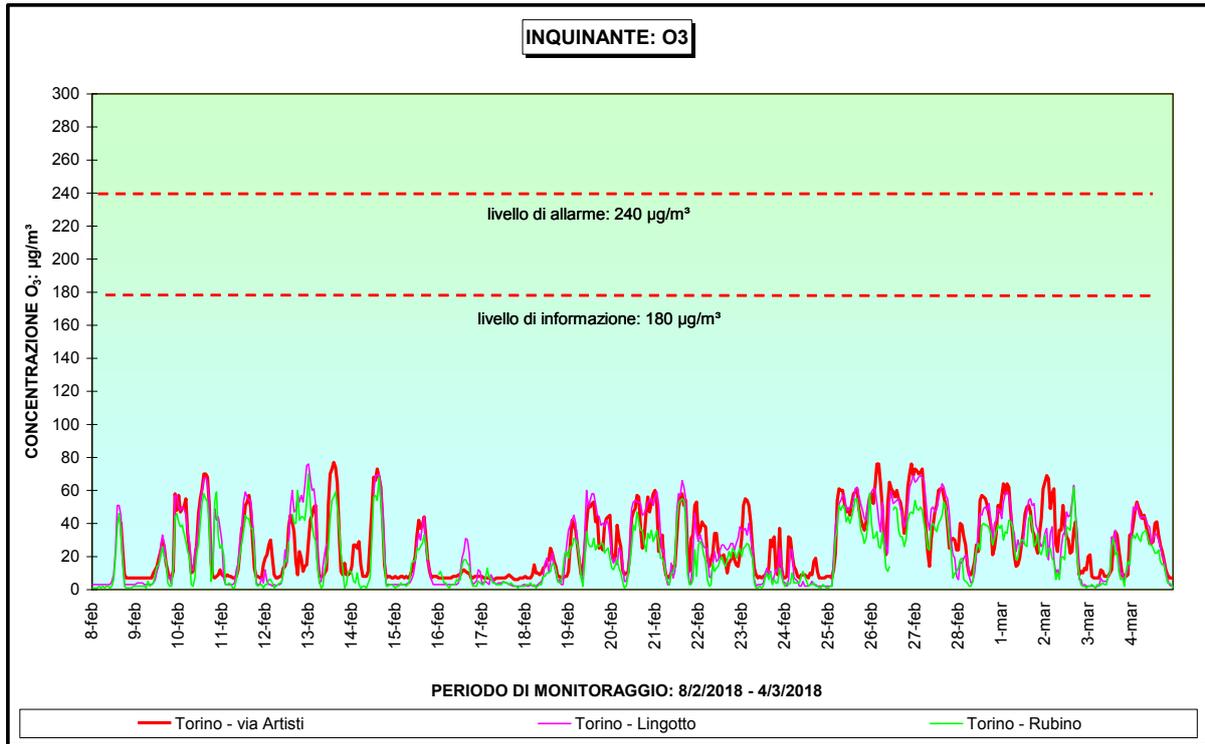
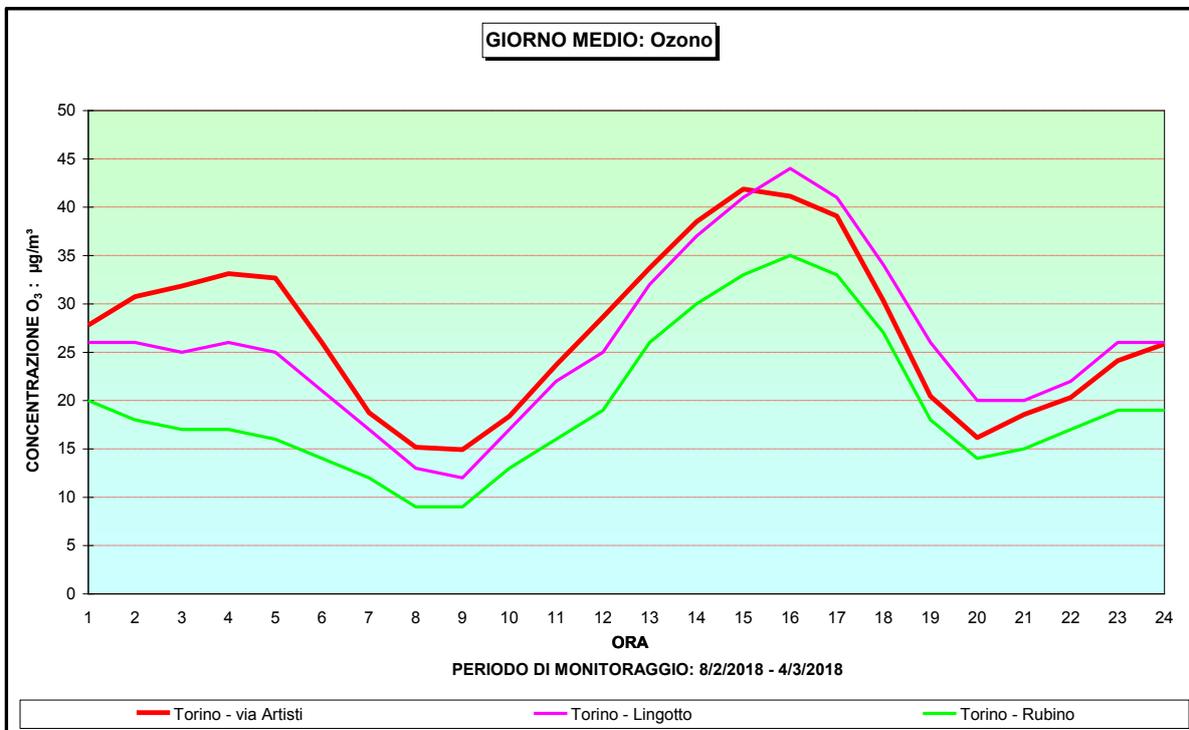


Figura 32 - O₃ - andamento del giorno medio



CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria che emerge dalla campagna di monitoraggio in Via Artisti nella città di Torino risulta molto simile a quanto misurato in siti di traffico dell'area metropolitana torinese.

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, ad eccezione del particolato atmosferico PM10. Infatti, per quest'ultimo nella campagna invernale si sono verificati nove superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ su 23 giorni validi.

E' ipotizzabile inoltre che in Via Artisti la media annuale sia pari al valore limite o lo superi di poco, in quanto la media nel periodo di monitoraggio è pari a quella di Collegno e Carmagnola, le medie annuali delle quali sono pari rispettivamente a 40 e $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nella relazione finale, con una base dati più ampia, verrà però stimato un valore di media annuale utile a ipotizzare il rispetto o eventualmente il superamento del valore limite annuale.

L'andamento dei valori è lo stesso rispetto a quanto misurato nelle altre stazioni torinesi; i dati sono quasi sovrapponibili a quelli della stazione di Torino – Consolata.

Per quanto riguarda il biossido di azoto sulla base dei dati rilevati in febbraio-marzo si può affermare che il sito si collochi tra quelli più critici a livello provinciale, insieme ad altre stazioni di traffico torinesi e dell'area metropolitana; molto probabilmente la media annuale supererà il limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Relativamente al benzo(a)pirene nel PM10, i valori in Via Artisti non si pongono tra i più critici a livello provinciale e si collocano poco sopra il dato di Beinasco (TRM) e al di sotto del dato di Carmagnola. Poiché le stazioni di Beinasco e Carmagnola non hanno mai superato il valore limite annuale di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ (nel 2017 la media annuale per entrambe è stata di $0.8 \text{ ng}/\text{m}^3$), si presume che anche nel sito di Via Artisti tale limite sia rispettato.

I valori riscontrati per tutti i e quattro i metalli normati sono tipici delle stazioni di traffico della rete di monitoraggio provinciale, ma i valori di Nichel e Piombo appaiono superiori alla stazione di Torino-Consolata che può considerarsi analoga al sito in esame.

Per quanto riguarda il benzene, i dati in Via Artisti presentano valori intermedi tra piazza Rebaudengo e via Consolata.

In merito al rispetto del valore limite annuale, verranno effettuate ulteriori considerazioni una volta ottenuti i dati della seconda campagna di monitoraggio, sulla base di un più ampio numero di dati acquisiti.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Biossido di zolfo**

API 100 E

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO₂ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

- **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;