


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

**OGGETTO: CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL
LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE DI RIVALTA DI TORINO
RELAZIONE I CAMPAGNA (15 febbraio – 14 marzo 2017)**



CODICE DOCUMENTO: F06_2016_0023_F0602_004

Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Prof.le	Data: 11/09/2017	Firma: 
	Nome: Dr.ssa Annalisa Bruno		
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione	Data: 11/09/2017	Firma: 
	Nome: Dott. Francesco Lollobrigida		





L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Nucleo Operativo "Supporto Tematismo Aria" del Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, d.ssa Elisa Calderaro, sig.ra. Maria Leogrande, d.ssa Laura Milizia, d.ssa Marilena Maringo, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, d.ssa. Claudia Strumia, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente con incarico professionale dott. Francesco Lollobrigida

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Rivalta di Torino per la collaborazione prestata.

INDICE

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	6
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	<i>7</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>9</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>9</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>13</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>16</i>
Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici	23
Biossido di zolfo	24
Ossidi d'azoto.....	27
Monossido di carbonio.....	32
Benzene e toluene	35
Particolato sospeso (PM10 e PM2.5).....	39
Ozono	45
CONCLUSIONI	48
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	49





CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO



L'aria e i suoi inquinanti

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/m³) al microgrammo per metro cubo (µg/m³).

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 appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo gruppo 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 secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei siti 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 2014", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso ARPA Piemonte e Provincia di Torino. Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

Tabella 1– Fonti principali e secondarie 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 nel territorio della Città Metropolitana di Torino viene realizzato attraverso le stazioni della rete 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 provinciali di Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino 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 PM2.5, 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 e PM2.5, 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.

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 inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM2.5 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 20 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2020.

La normativa prevede inoltre per il PM2.5 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 verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2010). 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 2015".

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 (PM10)	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.

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

L'Amministrazione locale del comune di Rivalta di Torino in data 25 maggio 2016 (Prot. Comune Rivalta n. 66 - prot. Arpa 00044789_2016) ha richiesto ad Arpa Piemonte di svolgere una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria sul proprio territorio per l'anno 2017.

In occasione del sopralluogo congiunto tra Arpa Piemonte e Comune di Rivalta, svoltosi in data 17 novembre 2016, i tecnici dell'Amministrazione hanno espresso la volontà di controllare in particolare l'area della frazione Pasta al confine con il territorio del comune di Orbassano, sede di un importante polo commerciale. È stato quindi deciso di posizionare il laboratorio mobile per la misura della qualità dell'aria lungo via Torino, nel parcheggio accanto all'edicola in corrispondenza all'incirca del numero civico 99 (Tabella 5).

Tabella 5 – Specifiche del sito di misura a Rivalta di Torino

MEZZO DI MISURA	PERIODO	INDIRIZZO	Coordinate UTM (S.R. WGS84)	
			EST:	NORD:
Laboratorio mobile per la qualità dell'aria di Arpa Piemonte	<ul style="list-style-type: none"> I CAMPAGNA 15 feb – 14 mar 2017	Via Torino 99, Rivalta di Torino parcheggio presso edicola	386095	4984998

Nella Figura 1 e nella Figura 2 è riportato l'inquadratura territoriale del sito di misura.

La frazione Pasta è una lingua del territorio di Rivalta che si incunea in quello di Orbassano. L'area ha visto crescere negli ultimi anni numerose attività commerciali tra cui il Parco Commerciale Rivalta, 3 edifici commerciali di varia specificità merceologica, dotati complessivamente di più di 1500 parcheggi per le auto. Di fronte alla frazione Pasta, ma nel comune di Orbassano si trova la sede principale del Centro Ricerche FIAT, mentre l'ex stabilimento della Fiat Rivalta, chiuso alla fine degli anni novanta, si trova nella frazione Tetti Francesi a circa 6 chilometri di distanza.

Un chilometro e mezzo a Sud-Est del sito di misura scorrono le corsie della diramazione per Pinerolo dell'autostrada A55, mentre a circa 5 chilometri a Nord-Est si trova la tangenziale Sud di Torino, cui si può accedere dallo svincolo di Orbassano (sottoposto a pedaggio) e dal raccordo di collegamento S.I.T.O. – Pasta della s.p. 175 (ad accesso libero), inaugurato nel 2008 e spesso oggetto di code a tratti nelle ore di maggiore intensità di traffico.

Sempre in Figura 1 si può osservare la presenza nel territorio di due centraline di monitoraggio della qualità dell'aria:

- la centralina della rete regionale di qualità dell'aria di Orbassano – dove si misurano NO_x e O₃ - situata in via Gozzano, a circa 800 metri in linea d'aria dal punto scelto per il monitoraggio;
- la centralina privata per il controllo del Termovalorizzatore del Gerbido, di proprietà della società TRM ma gestita da Arpa Piemonte, situata nel territorio di Beinasco presso il giardino Aldo Mei a circa 5 chilometri dal monitoraggio in oggetto. Si tratta di una delle stazioni di misura più complete sul territorio regionale dove oltre agli inquinanti classici – NO_x, PM10, PM2.5, benzene, IPA e metalli – si misurano anche le deposizioni totali, il mercurio gassoso e diversi microinquinanti.

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria è iniziata il 15 febbraio ed è terminata il 14 marzo 2017. I noti 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 febbraio al 13 marzo 2017.

Figura 1 – inquadramento territoriale per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Rivalta di Torino – I campagna febbraio-marzo 2017.



Figura 2 – Dettaglio del sito di campionamento della I campagna a Rivalta di Torino.



Figura 3 – Foto del sito di campionamento a Rivalta febbraio-marzo 2017.



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 della città metropolitana di Torino, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte 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 d'inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

Va sottolineato inoltre che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta con i 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 DLgs 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.

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 nella Tabella 6, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

Tabella 6 – Parametri meteo misurati con il laboratorio mobile

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

Gli indici statistici dei parametri meteo sono riassunti nella Tabella 7. Si fa notare tuttavia che per quanto riguarda l'umidità relativa si ha a disposizione un periodo di monitoraggio inferiore a quello complessivo della campagna. Il sensore per la misura dell'umidità, infatti, non ha funzionato nella prima parte della campagna e solo in seguito ad un intervento tecnico la misura è stata ripristinata. I dati validi sono disponibili quindi dal 28 febbraio al 13 marzo 2017.

Per quanto riguarda il confronto con una stazione della rete meteorografica regionale si farà riferimento alla stazione di Beinasco – Gorini, afferente alla rete privata di monitoraggio della qualità dell'aria per il controllo del termovalorizzatore del Gerbido, postazione meteo che è comunque gestita da Arpa Piemonte.

Tabella 7: - Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

PARAMETRI METEO	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITÀ RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITÀ VENTO	PIOGGIA
U.M.	W/m ²	°C	%	hPa	m/s	mm
Minima media	26.2	3.4	25	973	0.5	0.0
Massima media	179	12.5	90	997	2.2	1.0
Media delle medie	119	8.2	55	984	0.9	0.05
Giorni validi	26	26	14	26	26	26
Percentuale giorni	100%	100%	54%	100%	100%	100%
Media dei valori orari	119	8.2	55	984	0.9	0.05
Massima media oraria	705	21.2	98	1001	3.6	6.2
Ore valide	624	618	348	622	621	622
Percentuale ore valide	100%	99%	56%	100%	100%	100%

La Figura 4 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) e delle precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento (Figura 5) sono quelli tipici del periodo tardo invernale, con massimi orari fino a 700 W/m² nelle ore più calde della giornata, concentrati nella seconda parte del periodo monitorato ad l'inverno quasi concluso. I valori registrati a Rivalta sono comparabili a quelli misurati nella stazione di Beinasco-Gorini situata a circa 5 chilometri di distanza.

Durante la campagna di misura ci sono stati pochi e isolati eventi piovosi. La media del periodo monitorato è molto bassa, inferiore a 0.05 mm. L'unico periodo di pioggia consistente si è verificato dal 3 al 4 marzo 2017, quando complessivamente sono caduti 28.6 mm di pioggia in poco più di 30 ore consecutive. Non c'è un riscontro con la stazione di riferimento di Beinasco TRM poiché lo strumento in tale stazione non ha funzionato.

Figura 4 – Andamento di pioggia e radiazione solare nel sito di misura

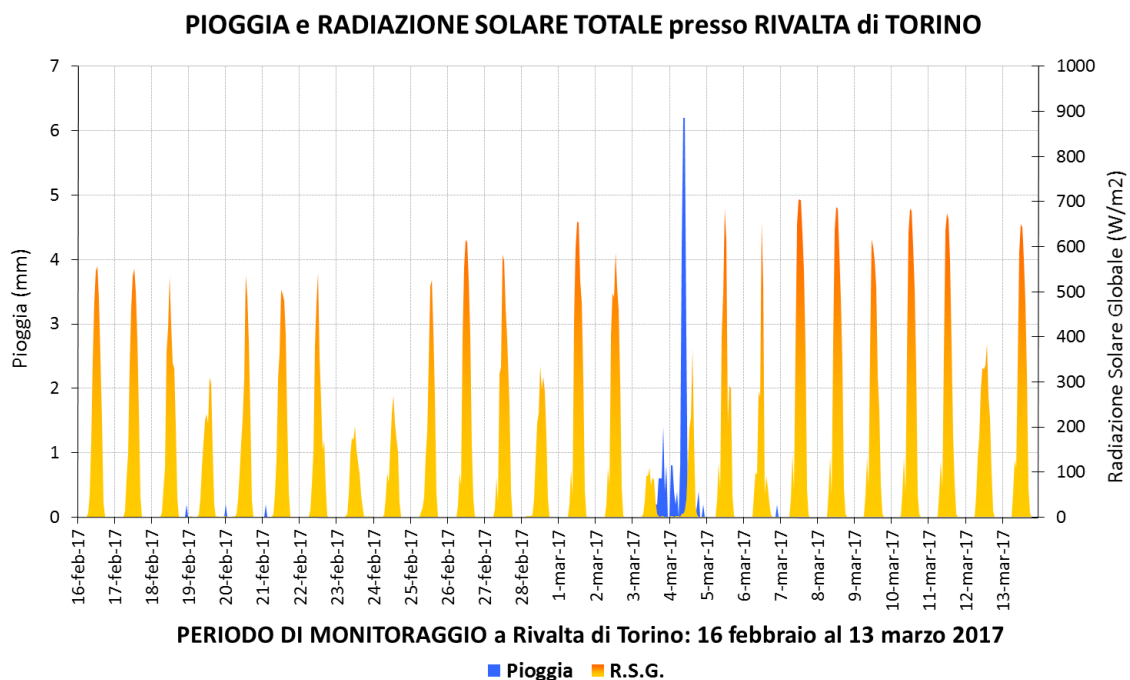
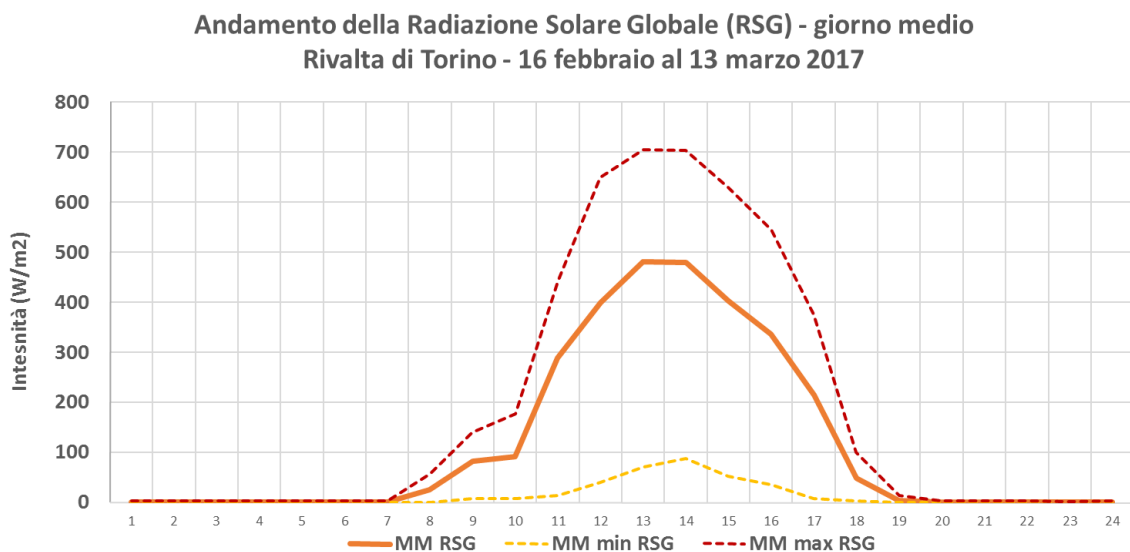


Figura 5 – Andamento di radiazione solare nel sito di misura – giorno medio, massimo e minimo

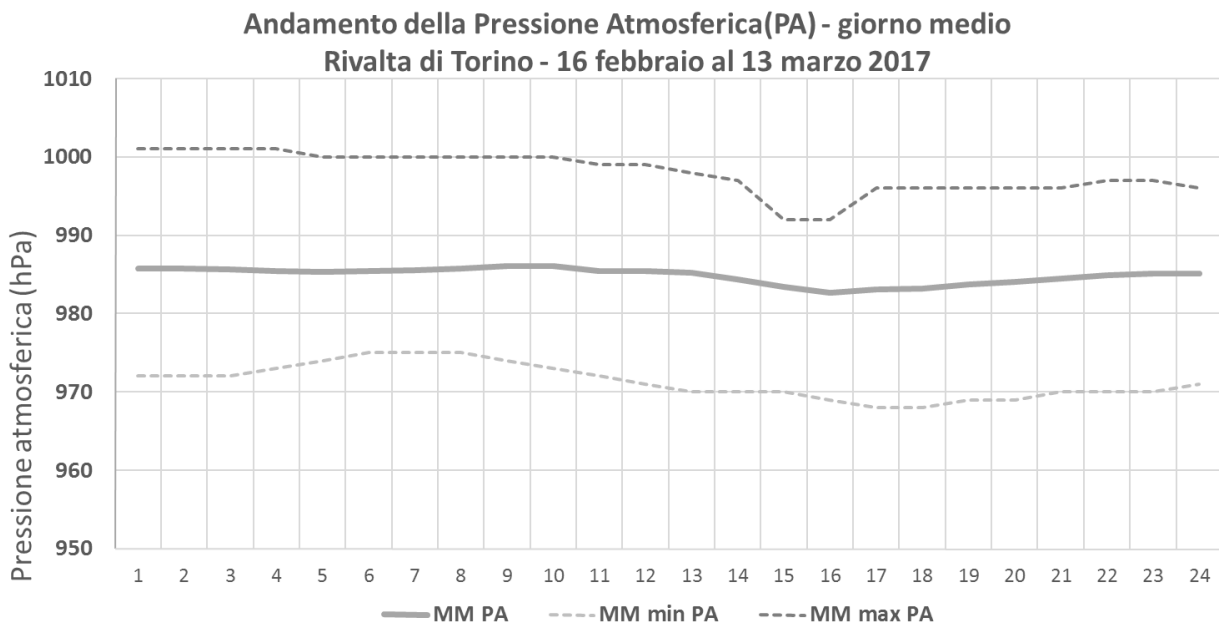


Il campo pressorio (Figura 6 e Figura 7) si è attestato in media sui 984 hPa, valore poco più basso di quello registrato nella postazione meteo di Beinasco-Gorini (rete TRM).

Figura 6 – Andamento della pressione atmosferica nel sito di misura.



Figura 7 – Andamento della pressione atmosferica nel sito di misura – giorno medio.



La temperatura media durante il periodo di misura è stata di 8.2 °C, il valore minimo di -0.1°C è stato registrato il 26 febbraio 2017; la temperatura massima è stata raggiunta il 10 marzo con 21.2 °C. Complessivamente i valori di temperatura media, massima e minima del periodo sono comparabili con quelli della stazione di riferimento di Beinasco-Gorini della rete privata di TRM (Figura 8 e Figura 9).

Durante la campagna di misura i dati di umidità relativa sono disponibili solo per la seconda parte del monitoraggio, dal 28 febbraio al 13 marzo 2017. In genere l'umidità segue un andamento giornaliero ciclico, con valori più alti di notte e più bassi di giorno, in corrispondenza delle temperature massime giornaliere. È evidente che durante gli eventi piovosi più o meno intensi l'andamento tipico dell'umidità viene meno e anche di giorno la percentuale di umidità rimane elevata a causa delle precipitazioni, come si è verificato a Rivalta nella parte centrale della campagna di misura, il 3 e 4 marzo 2017 (Figura 8). Il grafico di Figura 8 inoltre ben evidenzia i tipici andamenti inversi di umidità relativa e temperatura, indici di stabilità atmosferica, quanto meno durante la seconda parte della campagna di misura, l'unica per la quale si hanno a disposizione i dati di umidità relativa.

Figura 8 – Andamento di temperatura e umidità relativa nel sito di misura

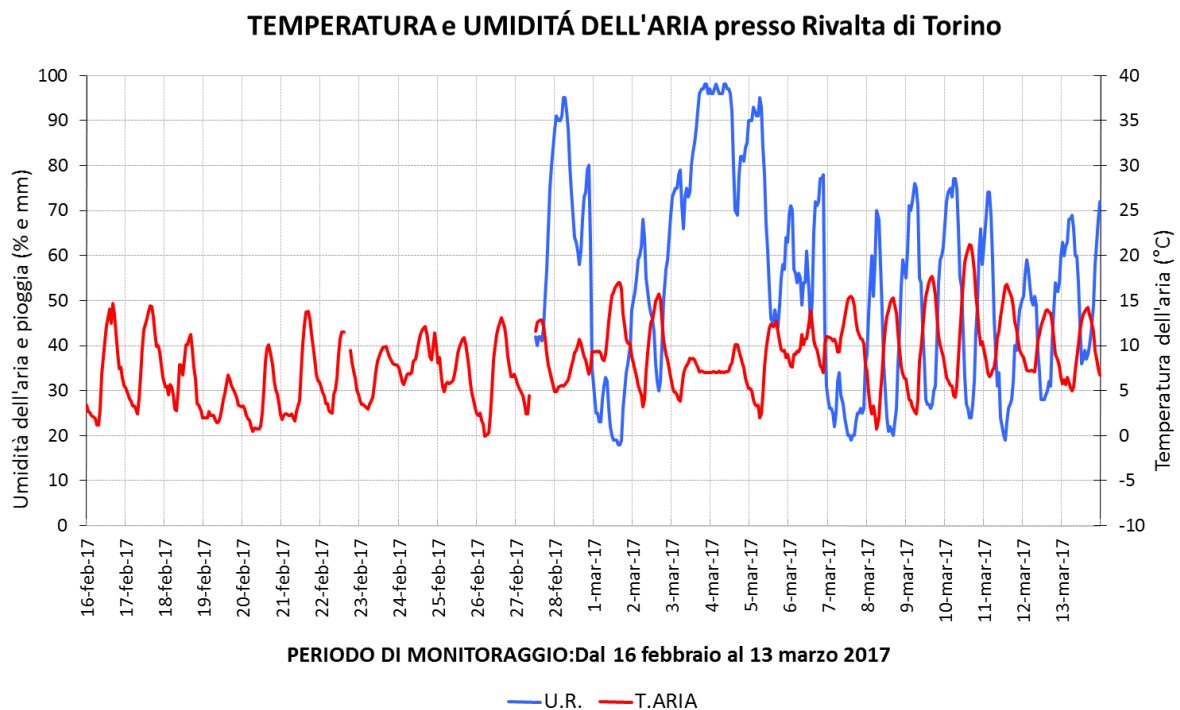


Figura 9 – Andamento di temperatura nel sito di misura – giorno medio

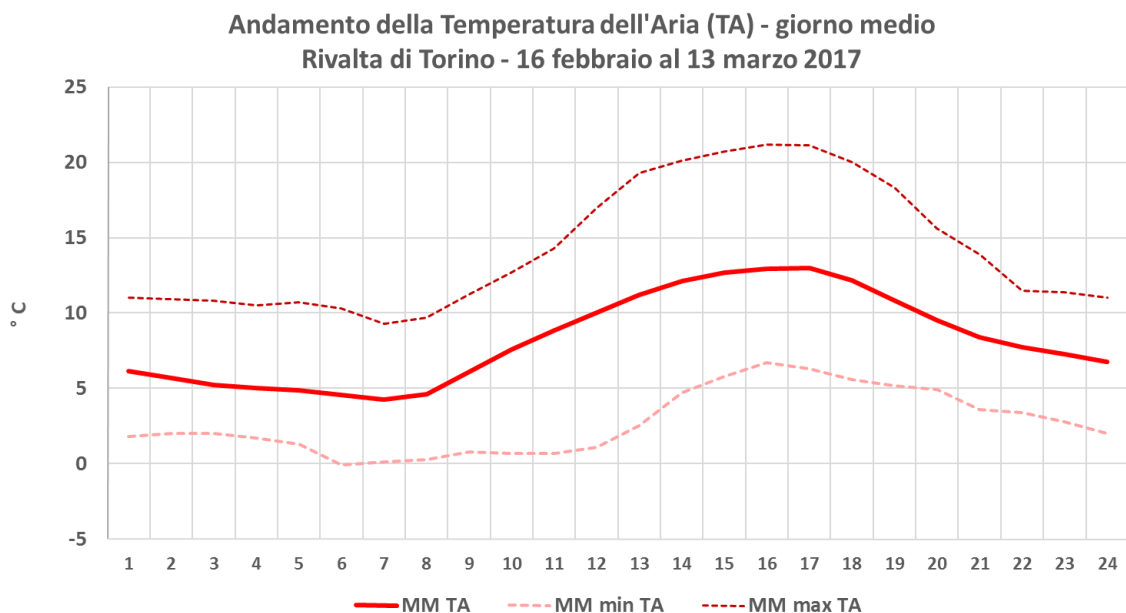
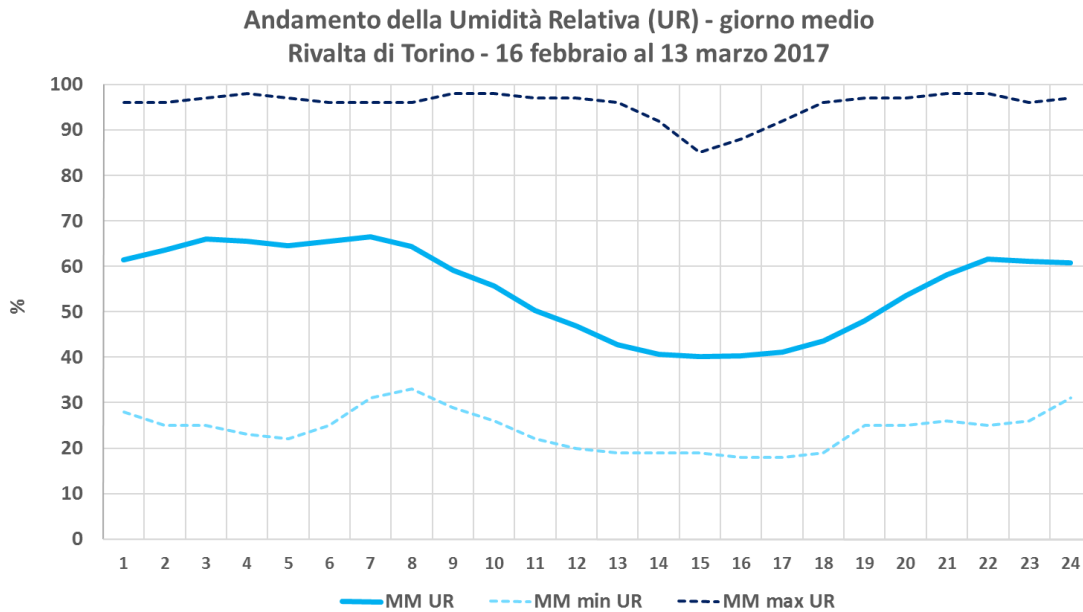
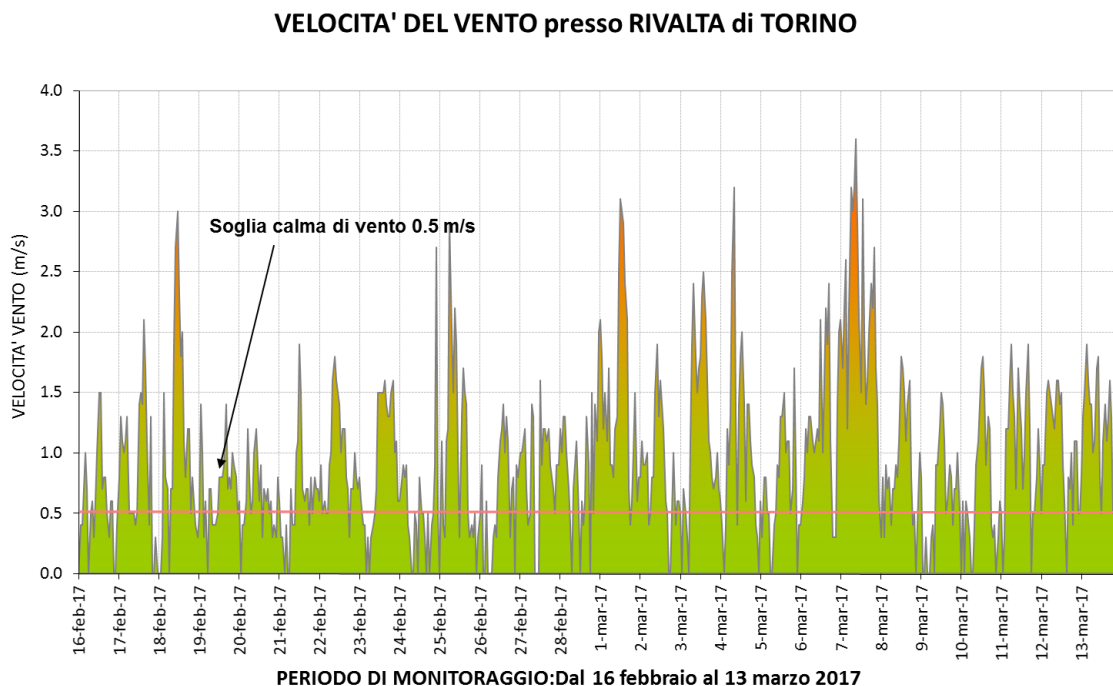


Figura 10 – Andamento dell’umidità relativa nel sito di misura – giorno medio



In generale durante la campagna di misura invernale si è avuto un buon rimescolamento delle masse d’aria, come si desume dall’anemologia rilevata (Figura 11). La velocità oraria media del vento, infatti, è di 0.9 m/s e spesso i valori orari superano la soglia di 0.5 m/s, al di sotto della quale si identificano le calme di vento. Il 7 marzo 2017 la massima velocità oraria raggiunge e supera i 3.5 m/s, ma sono diversi le giornate in cui i massimi di velocità del vento si attestano intorno ai 3 m/s, vale a dire circa 10 km/h. La percentuale delle calme di vento è di conseguenza piuttosto bassa – 22.8% in totale -, con un numero di calme più elevato di notte (29.8%) e molto più basso di giorno (10.9%), con giornate quasi sempre ben ventilate (Figura 12 e Figura 13).

Figura 11 – Andamento di della velocità del vento nel sito di misura



Data la posizione orografica del punto di misura - la frazione Pasta si trova allo sbocco finale della val Sangone di cui il comune di Rivalta fa parte - non è ben identificabile il regime di brezze diurne e notturne presente invece in altri siti dell'area provinciale. La direzione del vento prevalente è quella Ovest-Nord Ovest, con maggiori percentuali di accadimento nelle ore notturne, mentre l'intensità del vento è maggiore di giorno, seguendo due direzioni di provenienza opposte: Nord-Nordest e Sud-Sudovest.

La Figura 14 e la Figura 15 mostrano con maggiore chiarezza il movimento delle masse d'aria nel territorio oggetto di indagine. Dalle immagini sovrapposte delle rose dei venti alla cartografia locale, si evince che durante il giorno il vento spira dalle due direzioni opposte Nord e Sud, il punto di misura risulta quindi sottovento sia al raccordo di collegamento S.I.T.O. - Pasta della s.p. 175, sia al parcheggio del Parco Commerciale di Rivalta. Durante le ore notturne la direzione prevalente di provenienza del vento è invece da Nord-Nordovest, dunque il punto di misura rimane sopravvento alle possibili fonti di impatto rilevate. Dalle rilevazioni fatte nei mesi invernali di febbraio e marzo 2017 sembra dunque che l'impatto maggiore sulla qualità dell'aria per gli edifici all'intorno di via Torino 99 - sede di posizionamento del laboratorio mobile - possa avvenire nelle ore diurne, quando gli edifici sono sottovento rispetto alle maggiori fonti di impatto locali, infrastrutture viarie e aree commerciali.

Figura 12 – Rose dei venti diurna e notturna durante la I campagna di misura a Rivalta di Torino.

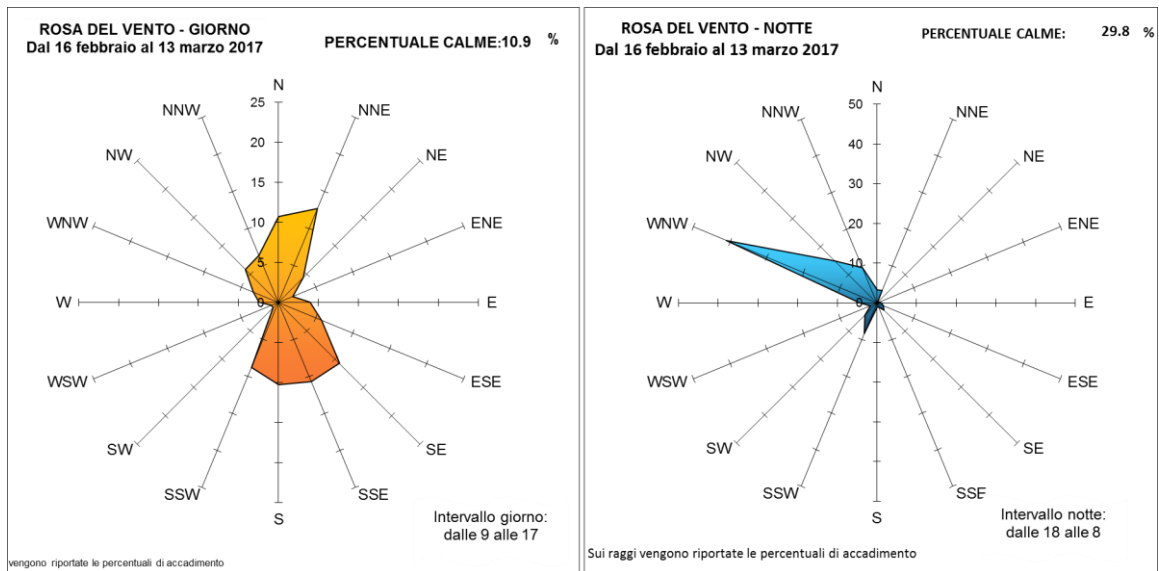


Figura 13 – Rose dei venti totale durante la I campagna di misura a Rivalta di Torino.

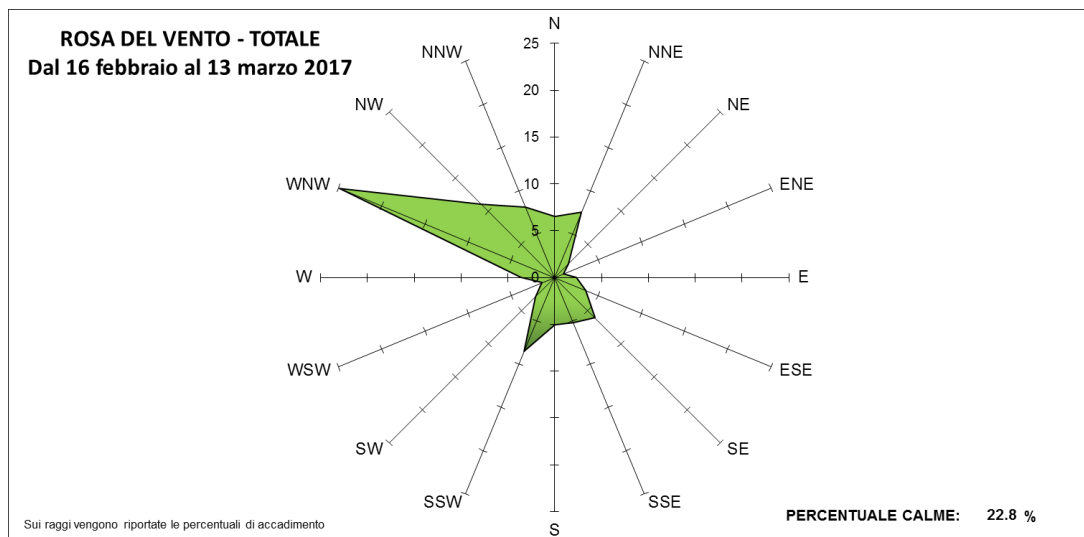


Figura 14 – Rivalta di Torino: I campagna - Direzione prevalente dei venti nelle ore diurne

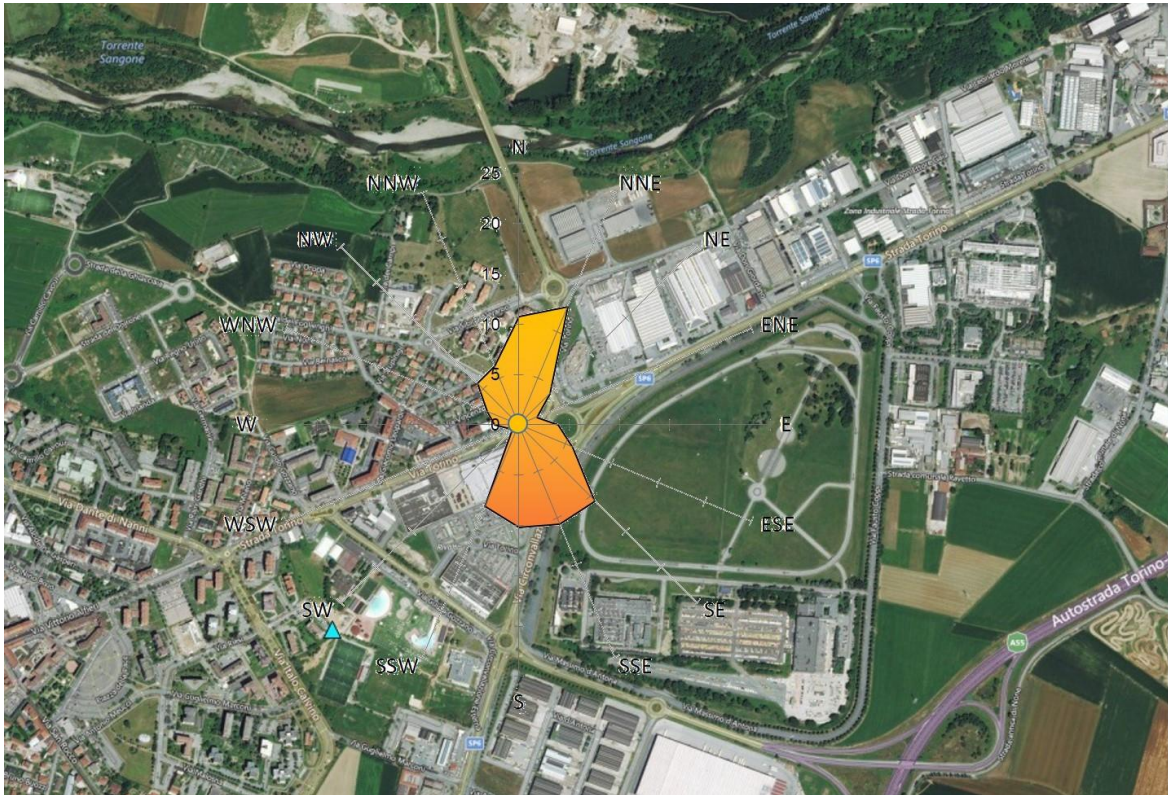
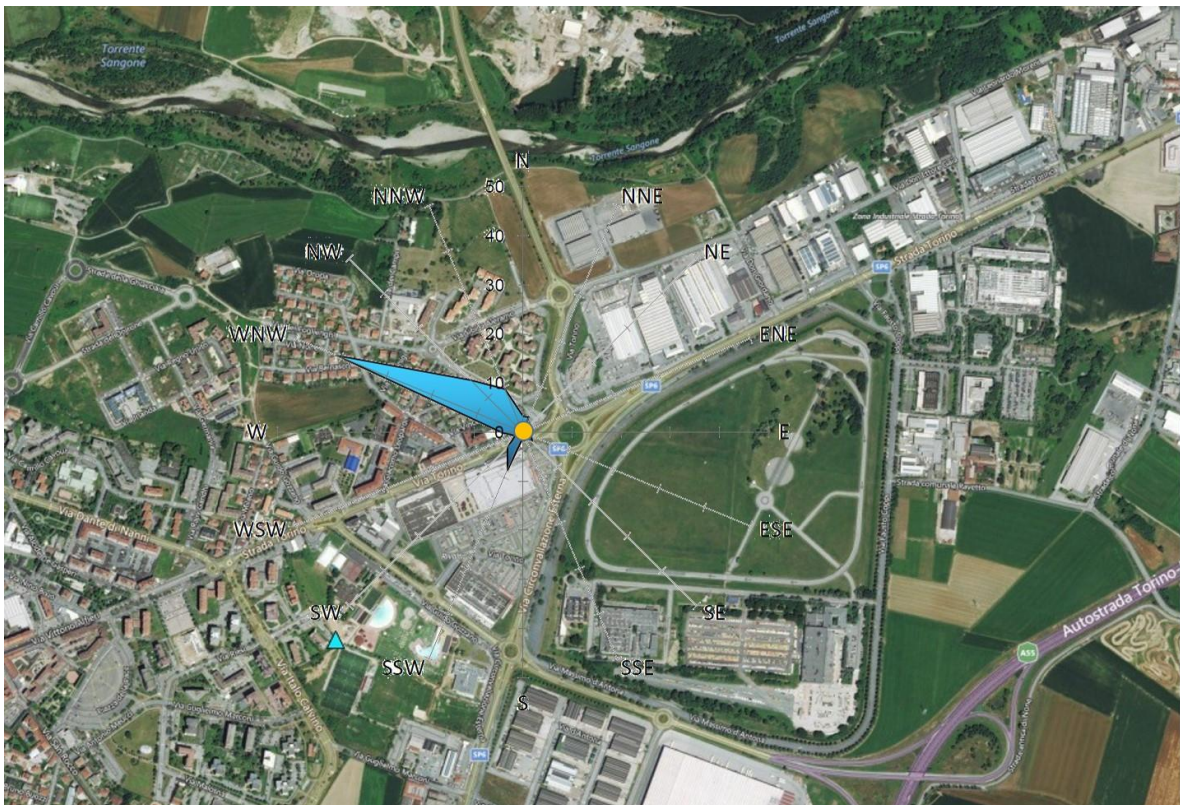


Figura 15 - Rivalta di Torino: I campagna - Direzione prevalente dei venti nelle ore notturne



ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamenti dei limiti di legge relativi all'inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento.

Nella Tabella 8 si riportano gli inquinanti e le loro le formule chimiche, utilizzate come abbreviazioni.

Tabella 8 – Parametri chimici misurati con il laboratorio mobile

Benzene	C ₆ H ₆	µg/m ³
Bossido di azoto	NO ₂	µg/m ³
Biossido di zolfo	SO ₂	µg/m ³
Monossido di azoto	NO	µg/m ³
Monossido di carbonio	CO	mg/m ³
Ozono	O ₃	µg/m ³
Particolato sospeso PM ₁₀	PM ₁₀	µg/m ³
Toluene	C ₆ H ₅ CH ₃	µg/m ³

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

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un **diagramma concentrazione-tempo**, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti. Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è possibile calcolare il **giorno medio**: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 2:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 2:00 di ciascun giorno di monitoraggio della campagna. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) per la produzione di energia elettrica o termica, nei quali lo zolfo è presente come impurità. Una ridotta percentuale di biossido di zolfo nell'aria (6÷7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel. La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente: a causa del riscaldamento domestico, infatti, i valori massimi si raggiungono durante la stagione invernale. Tuttavia grazie al passaggio degli impianti di riscaldamento al gas naturale e al teleriscaldamento, le concentrazioni negli ultimi anni si sono ulteriormente ridotte.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti atmosferici più problematici, a causa delle elevate concentrazioni rilevate nell'aria e degli effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, da quando la normativa ha imposto la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante le cui concentrazioni sono scese ben al di sotto dei limiti di legge.

Si fa osservare che lo strumento per la misura dell'ossido di zolfo non ha ben funzionato a Rivalta nella prima parte della campagna di misura, per cui i giorni effettivi di campionamento sono solo 17 e la percentuale di dati validi è inferiore al 90%. In ogni caso, i livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo misurati nel Comune di Rivalta di Torino con il laboratorio mobile sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (Tabella 9 e Figura 16).

Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 15 µg/m³, di un ordine di grandezza inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 19 µg/m³, viene quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal d.Lgs. 155/2010.

A titolo indicativo nella Figura 17 è stato messo a confronto l'andamento di Rivalta con quello delle stazioni di Torino-Rebaudengo e Torino-Consolata, le uniche nella Città Metropolitana in cui si effettua la misura di questo inquinante. Si nota che in genere i valori di SO₂ a Rivalta sono più bassi delle stazioni di traffico considerate, soprattutto nella seconda parte della campagna. Anche il grafico del giorno medio (Figura 18) mostra per Rivalta valori più bassi delle altre stazioni di traffico; sono inoltre meno evidenti i picchi di concentrazione mattutino e serale.

Tabella 9: - *Dati relativi al biossido di zolfo nel corso della campagna di monitoraggio*

Biossido di zolfo (µg/m³)	
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	15
Media delle medie giornaliere:	7
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	65%
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	19
Ore valide	435
Percentuale ore valide	70%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Figura 16 - SO₂: confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

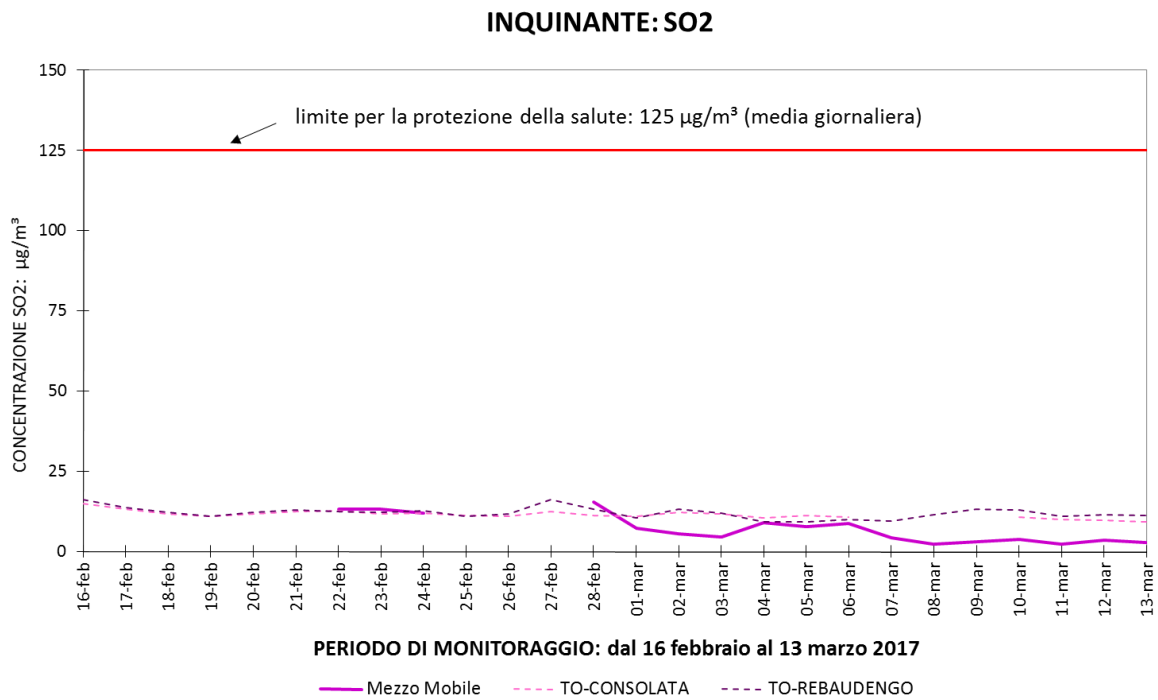


Figura 17 - SO₂: medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

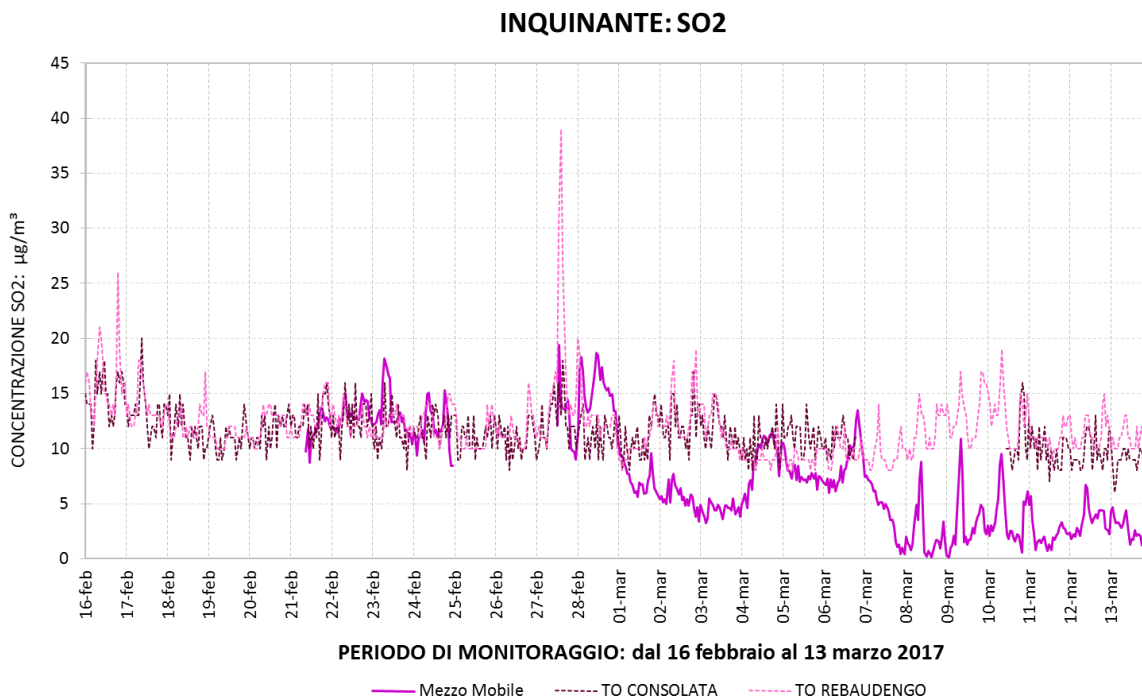
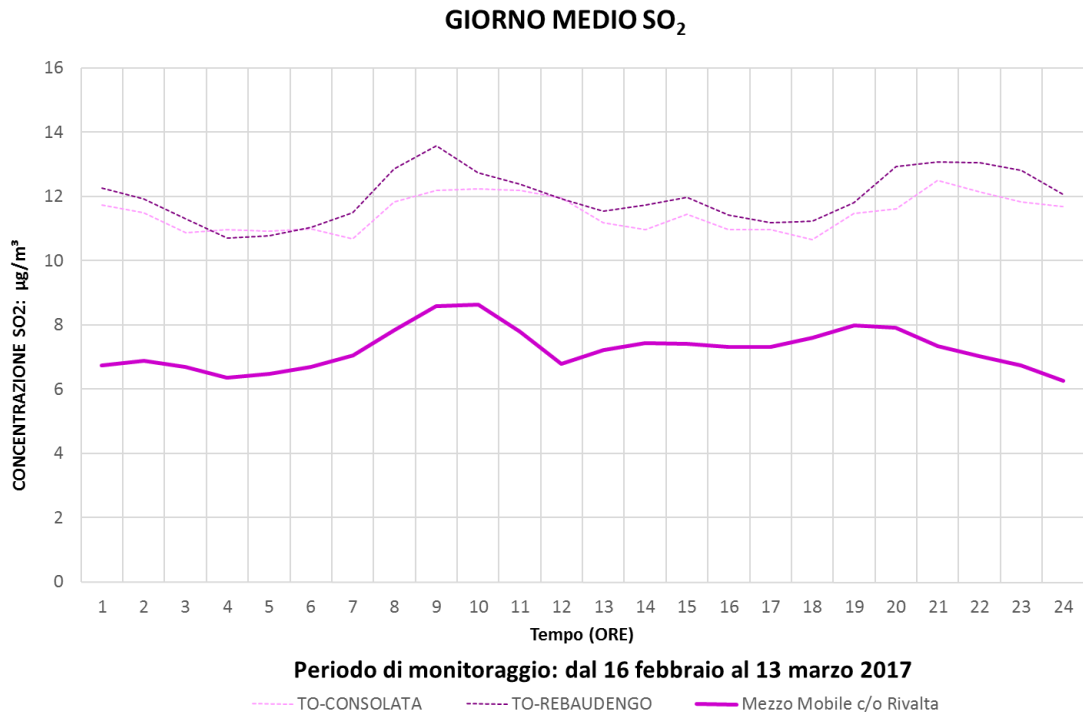


Figura 18 - SO₂: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO₂ sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Monossido d'azoto

Il monossido di azoto rappresenta un tracciante delle attività di combustione ad alta temperatura, quali il traffico veicolare. In relazione alla sua bassa tossicità, non è preso in considerazione dalla normativa in termini di valori di riferimento per la protezione della salute, ma viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono.

Occorre sottolineare che le emissioni dirette di ossidi di azoto dei veicoli sono principalmente costituite da monossido di azoto ma, come già accennato, il monossido in aria ambiente si trasforma parzialmente per ossidazione in biossido di azoto, per cui la quantità di quest'ultimo è maggiore di quella che sarebbe prevedibile sulla base della sola emissione diretta.

Nel sito di rilevamento con il laboratorio mobile i valori di NO sono comparabili a quelli registrati nella stazione di Orbassano a poche centinaia di metri dal sito di monitoraggio a Rivalta. (Figura 19). Il massimo valore orario di monossido di azoto misurato nel sito è pari a 300 µg/m³, la massima media giornaliera è di 71 µg/m³, mentre il valore medio della campagna invernale è di 34 µg/m³ (Tabella 10). I valori di NO sono in media più alti della stazione di fondo rurale di Druento - situata all'interno del parco della Mandria -, ma sono comunque quasi sempre inferiori, anche nei massimi, ai dati di Torino via della Consolata, tipica stazione di traffico urbano.

Anche l'andamento del giorno medio (Figura 20)

Figura 20) ricalca quello della stazione suburbana di fondo di Orbassano e mostra la tipica curva con due massimi giornalieri in corrispondenza dei picchi di traffico veicolare, dalle 7 alle 11 il mattino cui corrisponde il picco di concentrazione più elevato e dalle 17 alle 22 nel pomeriggio, il cui picco è meno ripido ma di durata maggiore.

Tabella 10 - Dati relativi al monossido di azoto (NO) (µg/ m³)

Monossido di azoto (µg/m³)	Inverno
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	71
Media delle medie giornaliere:	34
Giorni validi	26
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	34
Massima media oraria	300
Ore valide	619
Percentuale ore valide	99%

Figura 19 - NO medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

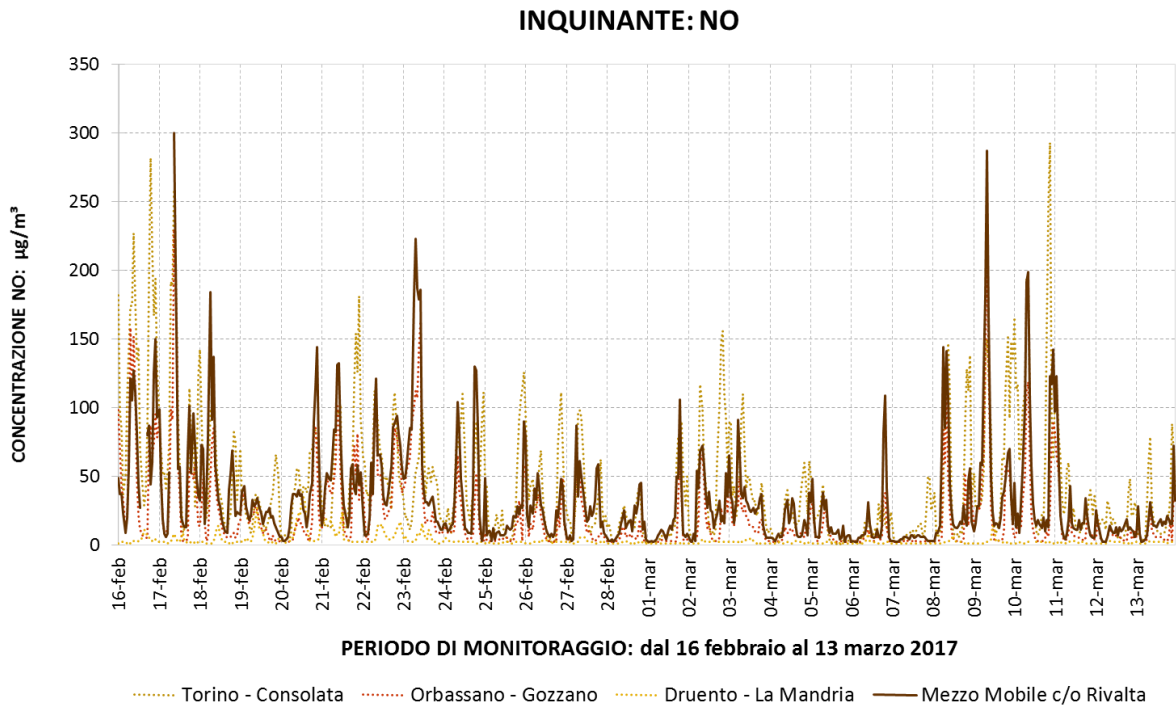
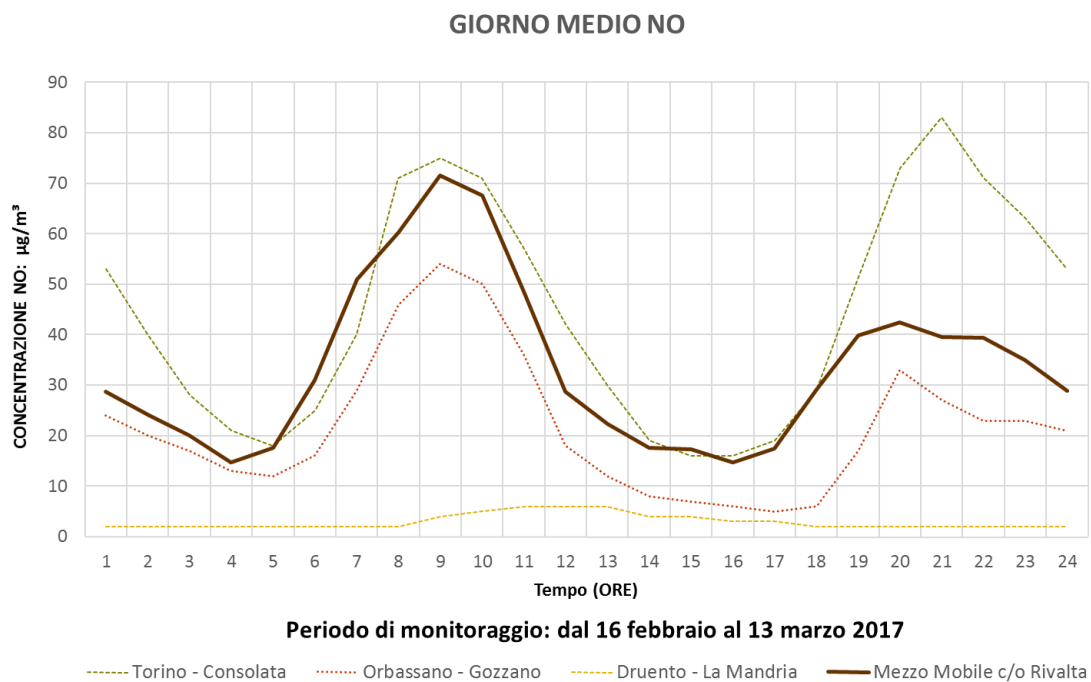


Figura 20 - NO giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Biossido d'azoto

Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più 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. Infatti, oltre ad essere originato direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, tale inquinante ha un'importante fonte secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in atmosfera.

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. A titolo di esempio da una stima dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, ("Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000", APAT 2003), risulta che nell'anno 2000 il fattore di emissione medio di NO_x (vale a dire la somma di monossido e biossido di azoto) su percorso urbano stimato per le autovetture ammontava a 1,1 g/veic*km; per i veicoli commerciali leggeri tale valore è 2,3 g/veic*km, mentre per i veicoli commerciali pesanti (>3,5 t) e i bus il fattore di emissione è risultato pari a 12 g/veic*km.

La sorgente prevalente degli ossidi di azoto, il trasporto su strada, dà luogo ad emissioni quasi costanti nel corso dell'anno, tuttavia nel caso degli NO_x si assiste spesso ad un andamento stagionale delle concentrazioni, con valori più elevati d'inverno e decisamente più bassi d'estate. La motivazione di tale variabilità va ricercata principalmente nella diversa meteorologia stagionale, per cui, soprattutto in Pianura Padana, d'inverno si instaurano prolungati periodi di stabilità atmosferica e basso rimescolamento dell'aria che limitano la dispersione degli inquinanti e favoriscono il loro confinamento nei primi strati dell'atmosfera a contatto con il suolo.

Anche nel caso della campagna nel comune di Rivalta ci aspettiamo di trovare le concentrazioni maggiori di NO₂ e NO nella prima campagna di misura, svolta in periodo tardo invernale e oggetto della presente relazione.

Per quello che riguarda l'NO₂ (Tabella 11), durante la campagna di monitoraggio nel sito di Rivalta di Torino non si sono registrati superamenti del limite orario di 200 µg/m³ né tantomeno del livello di allarme di 400 µg/m³, essendo la massima media oraria misurata nel sito di monitoraggio pari a 108 µg/m³.

Tabella 11 - Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/ m³)

Biossido di azoto	Inverno
Minima media giornaliera	15
Massima media giornaliera	65
Media delle medie giornaliere (b):	50
Giorni validi	26
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	49
Massima media oraria	108
Ore valide	619
Percentuale ore valide	99%
<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

La Figura 21 e la Figura 22 permettono di confrontare i dati della campagna condotta con il mezzo mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio. Dal confronto è evidente che le medie orarie di Rivalta presentano concentrazioni comparabili ai valori della centralina di fondo suburbano di Orbassano, a poche centinaia di metri di distanza. Il grafico del giorno medio mostra che i valori di Rivalta sono, come atteso, maggiori di quelli di Druento, leggermente superiori a quelli di Orbassano e decisamente inferiori alla stazione di traffico urbano di Torino - Consolata. Anche nel caso del biossido di azoto sono presenti dei picchi che seguono il normale andamento dei flussi di traffico, mattutino e serale. A differenza del parametro NO per l'NO₂ il picco di maggiore intensità è quello serale dove le concentrazioni in media aumentano nei massimi anche del 50% rispetto alle ore del mattino.

Figura 21 - NO₂: confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni fisse

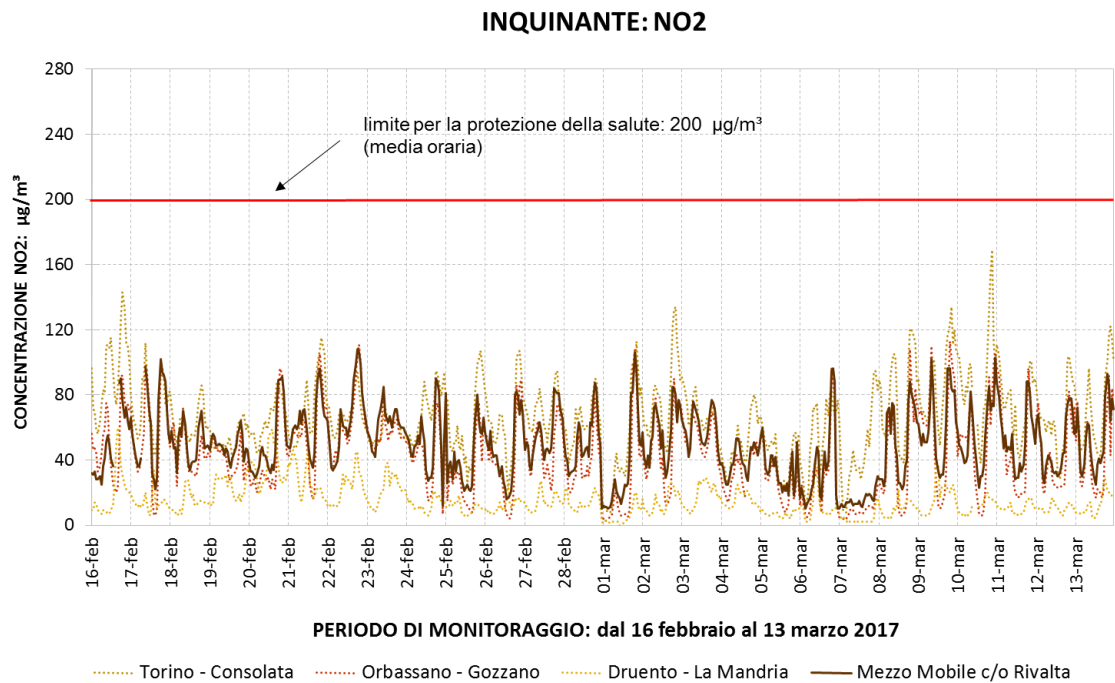
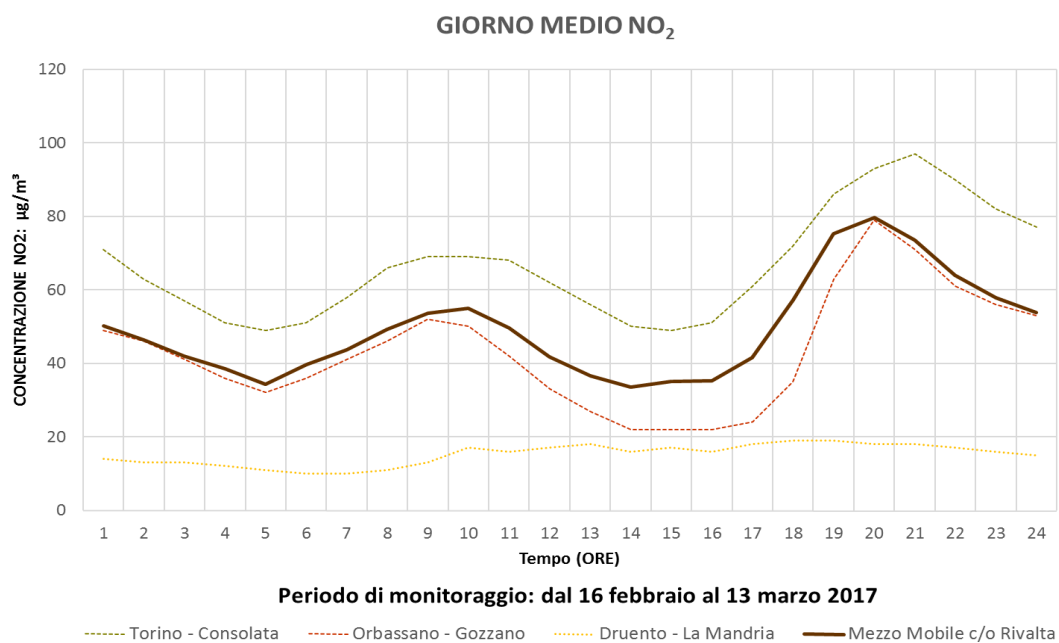


Figura 22 - NO₂: andamento del giorno medio



Il D.Lgs 155/2010 prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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. Tramite l'applicazione di una metodologia empirica si può tuttavia arrivare a stimare un valore di media annuale anche per le campagne di monitoraggio di durata inferiore a quanto richiesto dalla norma. Rimandiamo pertanto tali considerazioni sul biossido di azoto alla fine della campagna estiva che si svolgerà probabilmente nel 2018.

Nella Tabella 12 sono stati messi a confronto i valori di concentrazione media di NO_2 nel periodo oggetto di studio per Rivalta e per le stazioni di monitoraggio fisse gestite da Arpa Piemonte. Il valore registrato a Rivalta – $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - è più alto della media della Città Metropolitana, ma in ogni caso si avvicina molto a quello delle stazioni di misura a lei più prossime, quali Orbassano e Beinasco TRM. In questa area le concentrazioni di NO_2 sono più alte della media della Città Metropolitana – che, ricordiamolo, comprende anche stazioni di alta montagna quali Ceresole e Oulx – poiché fortemente influenzate dalla viabilità principale e dalle intense condizioni di traffico che su di essa insiste, come nel sito di Rivalta descritto in apertura di relazione.

Tabella 12: Confronto delle medie di NO_2 nelle stazioni fisse nel periodo della campagna di misura di Rivalta

Stazioni di misura	Media NO_2 PRIMA campagna 16 feb – 13 mar 2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ceresole Reale	4
Druento	15
Oulx	21
Susa	24
Chieri	26
Ivrea	33
Settimo	34
Borgaro	38
Orbassano	43
Vinovo	45
Rivalta - Mobilab	49
carmagnola	50
Beinasco TRM	56
Collegno	74
Media Città MET senza TO	36
Torino - Rubino	45
Torino - Lingotto	48
Torino - Consolata	67
Torino - Rebaudengo	91
Media città Metropolitana	42

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/m^3) infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai 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 ragguagliano 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.

I dati misurati durante la campagna di Rivalta - Tabella 13 - confermano l'andamento osservato su scala regionale. La normativa prevede un limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore è pari a $0.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ (Figura 23), e il massimo valore orario registrato nel periodo è $1.0 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Tabella 13 - Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m^3)

Monossido di carbonio (mg/m^3)	Inverno
Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.6
Media delle medie giornaliere (b):	0.4
Giorni validi	26
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	1.0
Ore valide	621
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.4
Massimo medie 8 ore	0.9
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<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

La Figura 24 - relativa alla concentrazione oraria - e la Figura 25 - relativa all'andamento dei valori di CO nel giorno medio, mettono a confronto i dati di Rivalta con quelli di alcune stazioni fisse della rete di qualità dell'aria gestita da Arpa Piemonte. Come si può osservare il sito di Rivalta presenta andamenti di

CO decisamente inferiori alle stazioni di Torino ed in linea con le misurazioni della centralina di Oulx, in alta val di Susa.

Figura 23 - CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

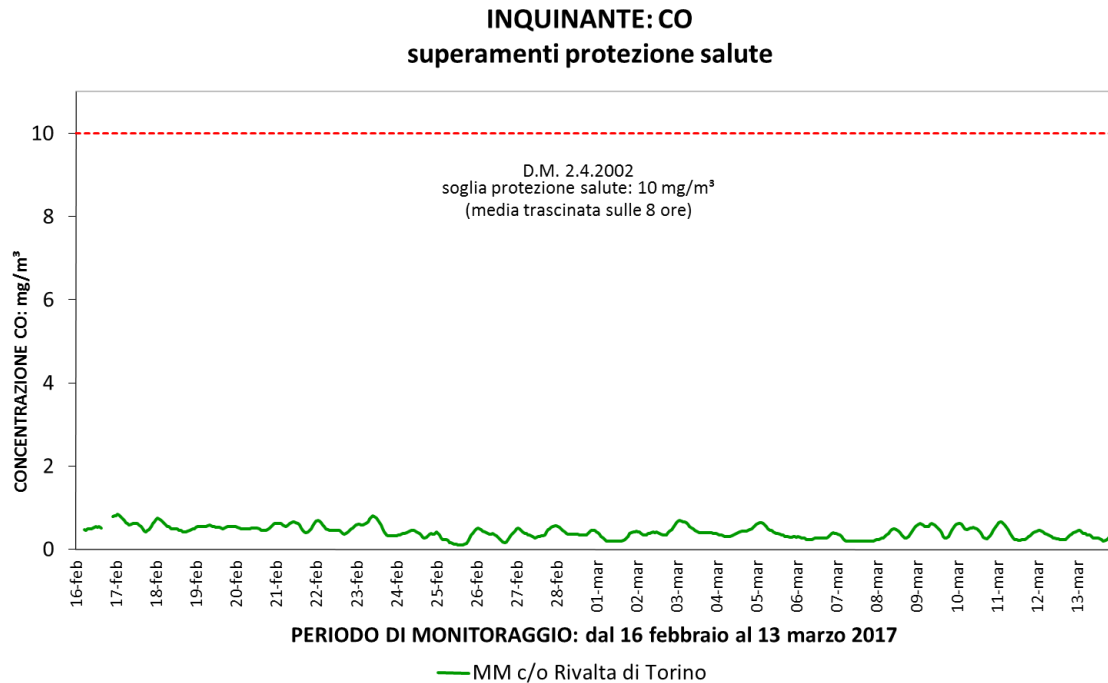


Figura 24 - CO andamento medie orarie

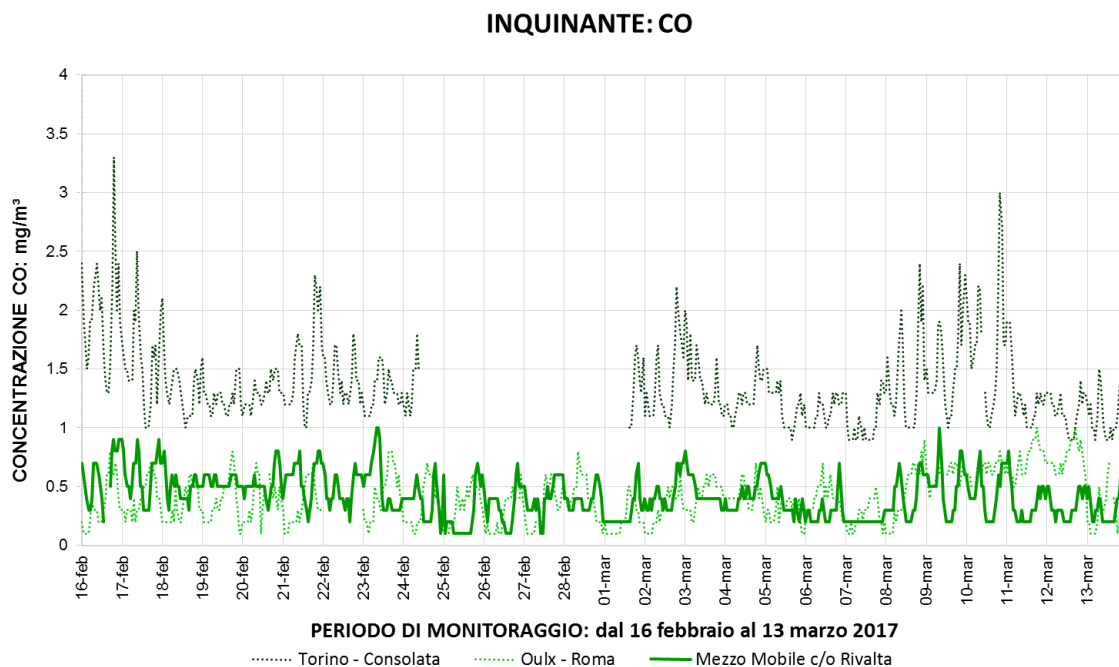
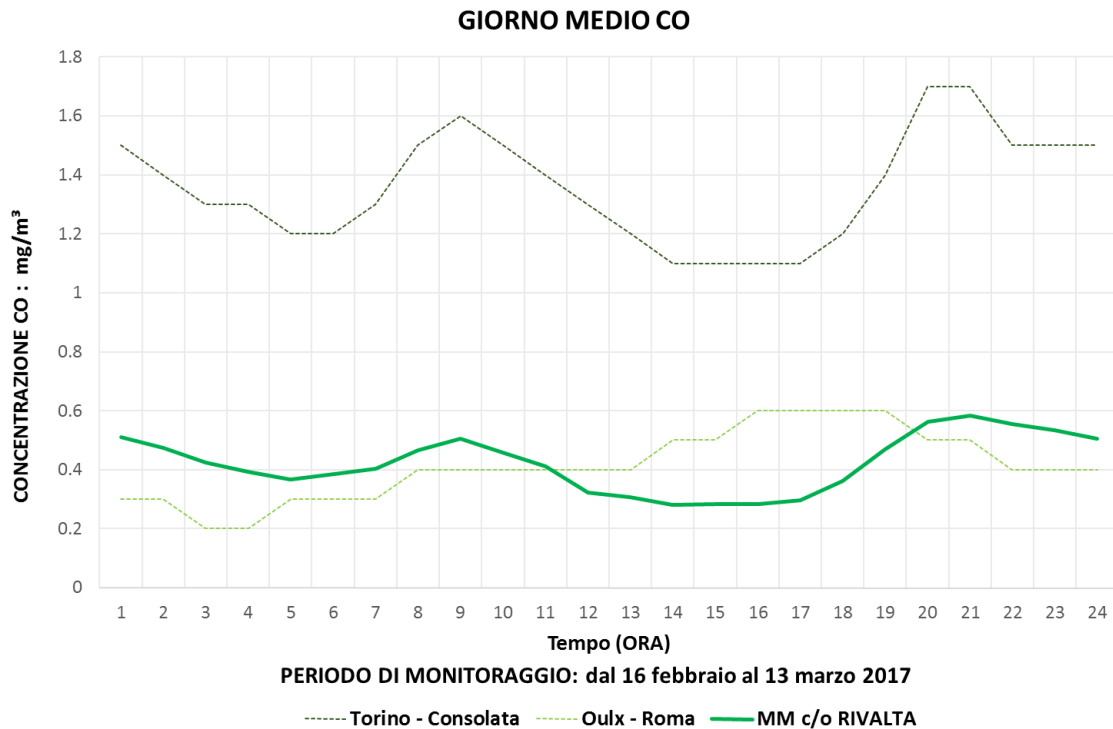


Figura 25 - CO: andamento del giorno medio



Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per il miglioramento dei motori degli autoveicoli, l'introduzione delle marmitte catalitiche e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di CO sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

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.

Durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Rivalta è stata determinata una concentrazione media di benzene di $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come riportato in Tabella 14.

Benché esista solo un limite di legge annuale per questo inquinante, a titolo puramente informativo sono stati comunque confrontati l'andamento orario e il giorno medio con quello di altre stazioni della rete (Figura 26 e Figura 27). I valori di benzene di Rivalta sono simili a quelli delle altre stazioni considerate; in genere i massimi orari sono inferiori alla stazione di traffico urbano di Torino-Consolata e leggermente superiori a quelli della stazione della rete TRM di Beinasco. D'altronde i due siti, sebbene prossimi, hanno caratteristiche differenti: la stazione di Beinasco della rete TRM si trova in un piccolo parco pubblico del comune, ed è quindi assimilabile ad una stazione di fondo urbano; il mezzo mobile invece è stato installato a Rivalta lungo un'arteria piuttosto trafficata soprattutto nelle ore di punta, dove è maggiore l'emissione complessiva di gas di scarico e quindi anche di benzene emesso dalle auto alimentate a benzina. Ciò tra l'altro è evidente anche dall'analisi delle rose dei venti (vedi Figura 14 e Figura 15): in base alla direzione dei venti prevalenti proprio nelle ore diurne l'impatto delle strutture viarie è maggiore sul sito di misura. La durata complessiva della sola campagna invernale non permette di stimare formalmente un valore di media annuale di benzene per la stazione di Rivalta ai fini del confronto con il valore Si rimanda alla relazione finale, successiva alla campagna estiva prossima, la trattazione di tale argomento.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) consigliano un valore guida 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.

Nel sito di Rivalta la concentrazione media di toluene nel periodo in esame è stata di $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la massima media oraria non ha superato i $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle tre settimane complete di monitoraggio la media è stata sempre inferiore ai $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dal 20 al 26 febbraio, $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle successive due settimane - più di un ordine di grandezza inferiore al valore guida individuato dall'OMS.

L'andamento ricalca quello del benzene, con valori in genere inferiori alla stazione di traffico di Torino e leggermente superiori alla stazione della rete TRM di Beinasco. (Figura 28 e Figura 29).

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

Rivalta di Torino	Benzene	Toluene
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Minima media giornaliera	0.2	0.2
Massima media giornaliera	2.9	13
Media delle medie giornaliere (b):	1.7	5.8
Giorni validi	25	25
Percentuale giorni validi	96%	96%
Media dei valori orari	1.7	5.9
Massima media oraria	8.0	29
Ore valide	607	607
Percentuale ore valide	97%	97%

Figura 26_ Benzene: andamento orario e confronto con i dati delle stazioni fisse

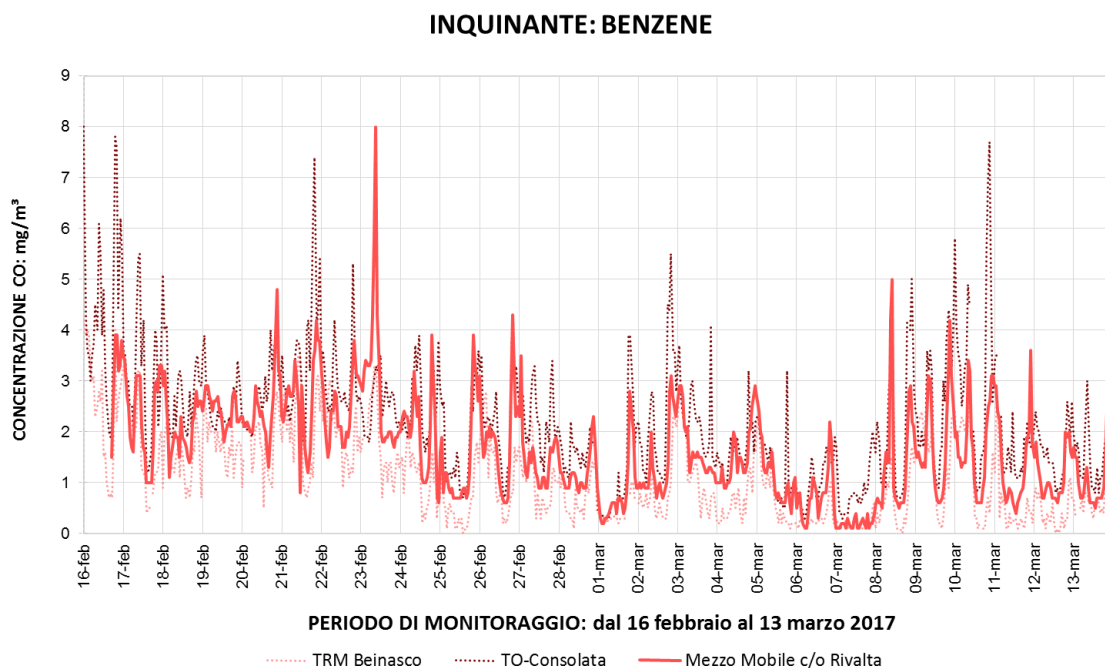


Figura 27 - Benzene: giorno medio e confronto con i dati delle stazioni fisse

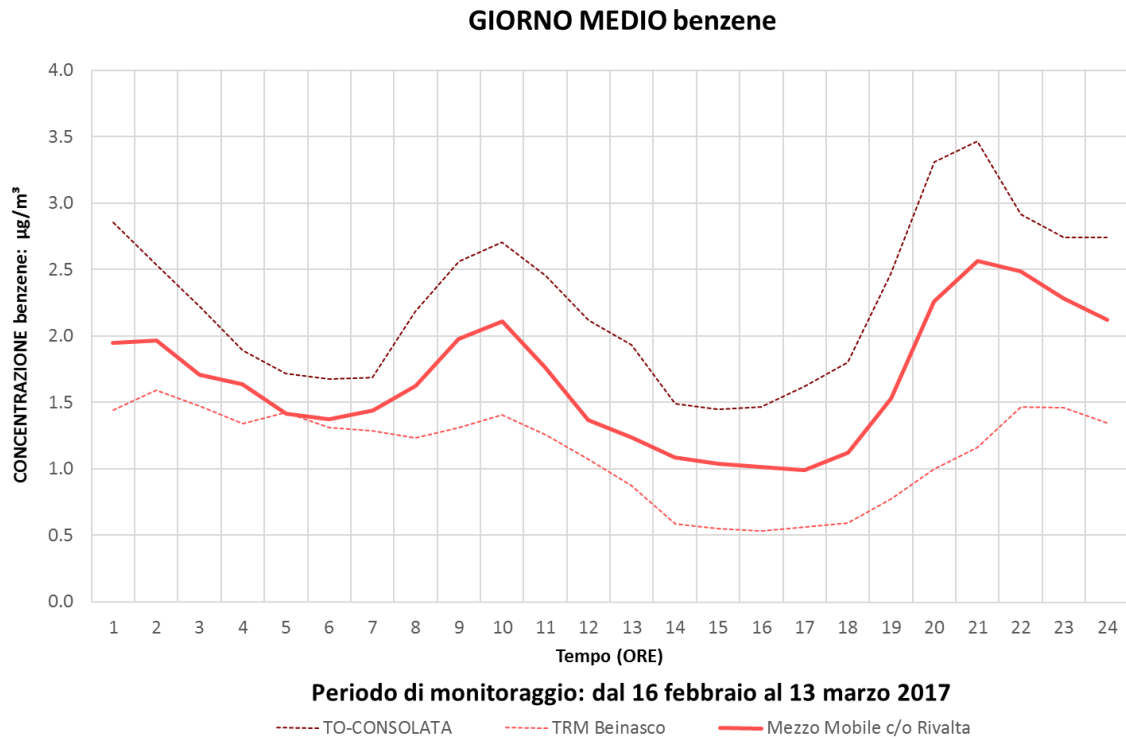


Figura 28 - Toluene: andamento orario e confronto con i dati delle stazioni fisse

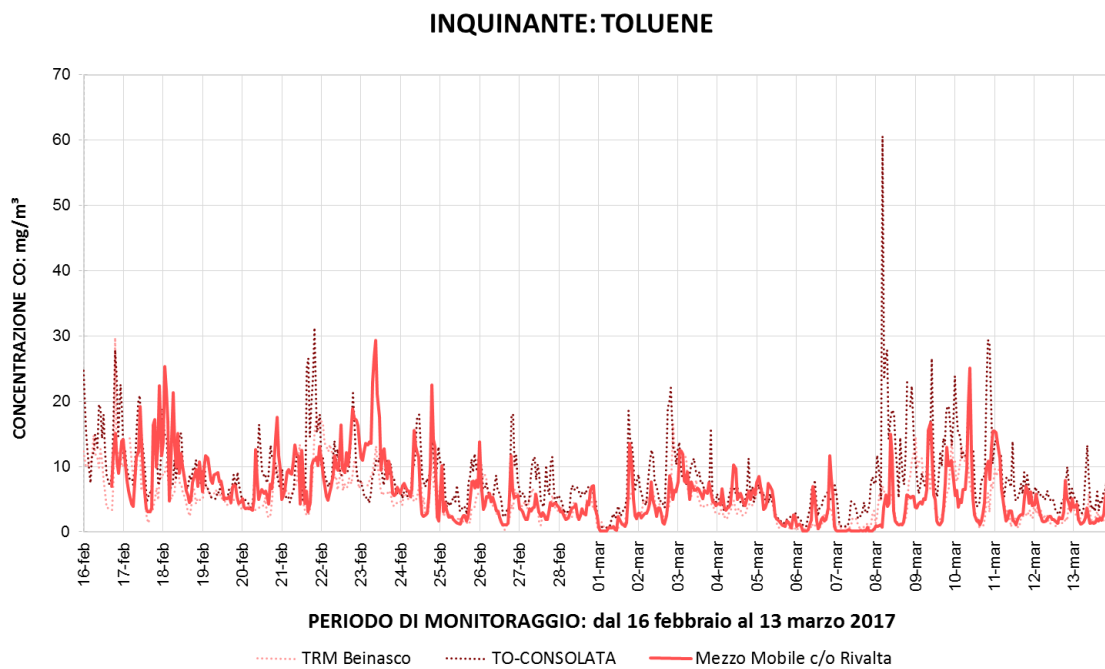
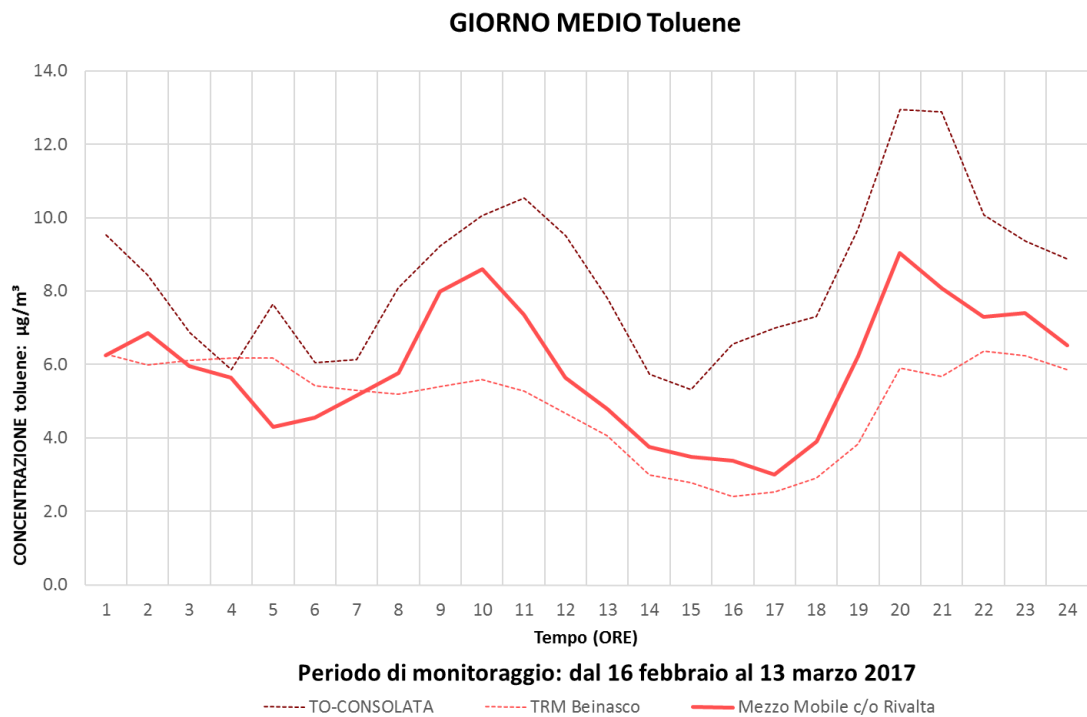


Figura 29 - Toluene: giorno medio e confronto con i dati delle stazioni fisse



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. Un contributo significativo alle concentrazioni di particolato è inoltre dato da fenomeni secondari di trasformazione in particelle di inquinanti 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 manifestazioni di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma a partire dal DM 60/2002 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 e mettere inoltre a contatto l'apparato respiratorio con sostanze ad elevata tossicità adsorbite sul particolato stesso.

Inoltre il DLgs 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo relativo alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il PM2.5 (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm).

PM10

Nei 25 giorni di monitoraggio, nel comune di Rivalta il PM10 ha superato 10 volte il valore limite giornaliero di 50 µg/m³ (Tabella 15 e Figura 30), a fronte di un numero massimo di superamenti ammessi su base annuale pari a 35. Il dato è in linea con quello di altre stazioni della rete fissa regionale; infatti nello stesso periodo di misura nella stazione di Beinasco-TRM ci sono stati 9 superamenti del limite giornaliero, 11 a Torino-Rubino e 12 a Torino – Consolata.

Tabella 15 - Dati relativi al particolato sospeso PM10 (µg/m³)

PM₁₀ (µg/m³)	Inverno
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	69
Media delle medie giornaliere (b):	43
Giorni validi	25
Percentuale giorni validi	96%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	10

Come si può vedere dal grafico di Figura 30 è evidente l'influenza della meteorologia sulle concentrazioni di polveri atmosferiche: in seguito a giornate ventose – ad esempio l'1 e il 7 marzo 2017 – le concentrazioni di PM10 si riducono notevolmente. Ai bassi valori di PM dei giorni 5-7 marzo contribuisce inoltre l'unico

evento piovoso del periodo, il cui picco di precipitazioni si ha il 4 marzo 2017. Le concentrazioni giornaliere di PM10 sono comunque quasi sempre inferiori alla stazione di Torino-Consolata e comparabili con quelle della stazione afferente alla rete privata di TRM sita nel comune di Beinasco, in un piccolo parco pubblico.

Nella Tabella 16 sono stati riassunti i valori medi di PM10 nel periodo di monitoraggio considerato per la stazione di Rivalta e per le altre stazioni della rete fissa della Città Metropolitana di Torino. A Rivalta la concentrazione media di PM10 nel periodo di misura – $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - risulta leggermente superiore a quello della media della Città Metropolitana di Torino - di $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - e significativamente maggiore della media provinciale senza considerare i dati delle stazioni della città di Torino - $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ma se si osserva il grafico di Figura 31 si vede che i dati giornalieri di Rivalta si collocano comunque all'intorno del valore medio giornaliero riscontrato nella Città Metropolitana, i cui dati delle singole stazioni oscillano molto nei massimi e nei minimi, soprattutto nella prima parte del periodo relativo alla campagna di misura. Bisogna inoltre ricordare la tipologia di sito scelto per il posizionamento del laboratorio mobile: si tratta di una postazione assimilabile ad una stazione di traffico dato il flusso veicolare intenso lungo la strada via Torino e vista la prossimità del raccordo di collegamento S.I.T.O. – Pasta della s.p. 175. Ci si aspettano dunque concentrazioni di polveri leggermente più elevate del fondo regionale.

Anche per il PM10, come per l'NO₂, la normativa ha previsto un limite annuale: la concentrazione mediata nell'anno solare non deve superare i $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La durata complessiva della sola campagna invernale non permette di stimare formalmente un valore di PM10 annuale per la stazione di Rivalta. Alla fine della campagna di misura estiva, tuttavia, si avranno dati sufficienti per stimare tale dato, sulla base delle due campagne svolte. Si rimanda alla relazione finale, successiva alla campagna estiva prossima, la trattazione di tale argomento. Nella relazione finale sarà anche valutato, sulla base dell'insieme dei dati raccolti, se è presumibile o meno che su base annuale il sito di Rivalta superi il valore limite giornaliero per un numero di giorni maggiore di quello consentito (35).

Figura 30 - Particolato sospeso PM10: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute, con i dati di alcune stazioni della rete fissa e con i principali parametri meteo

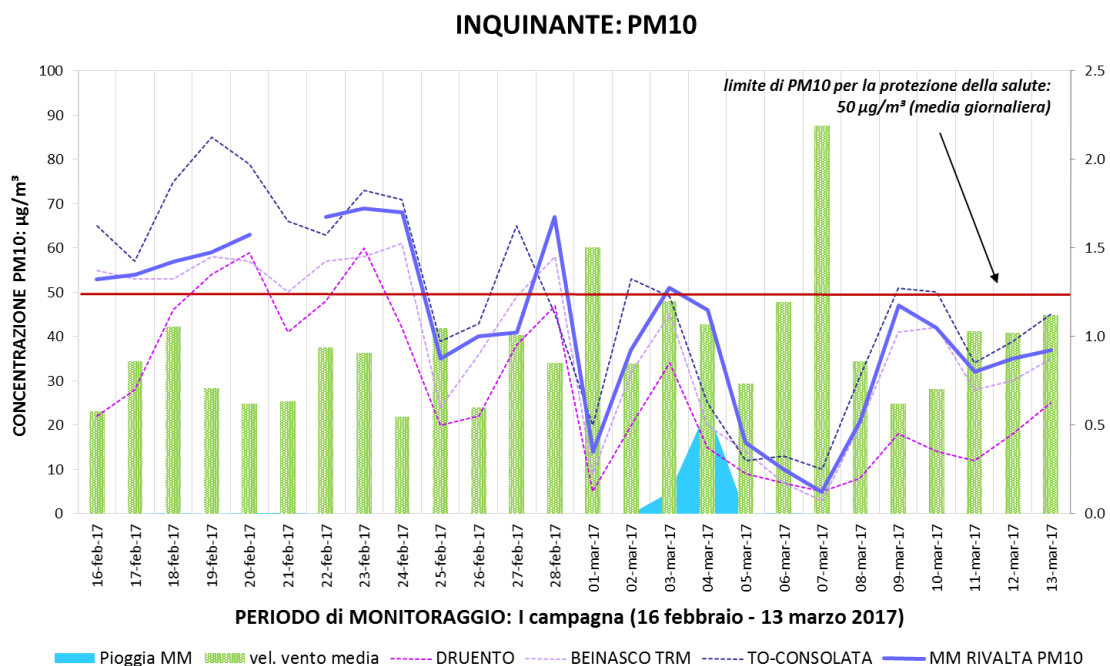


Figura 31 - Particolato sospeso PM10: confronto con la rete QA

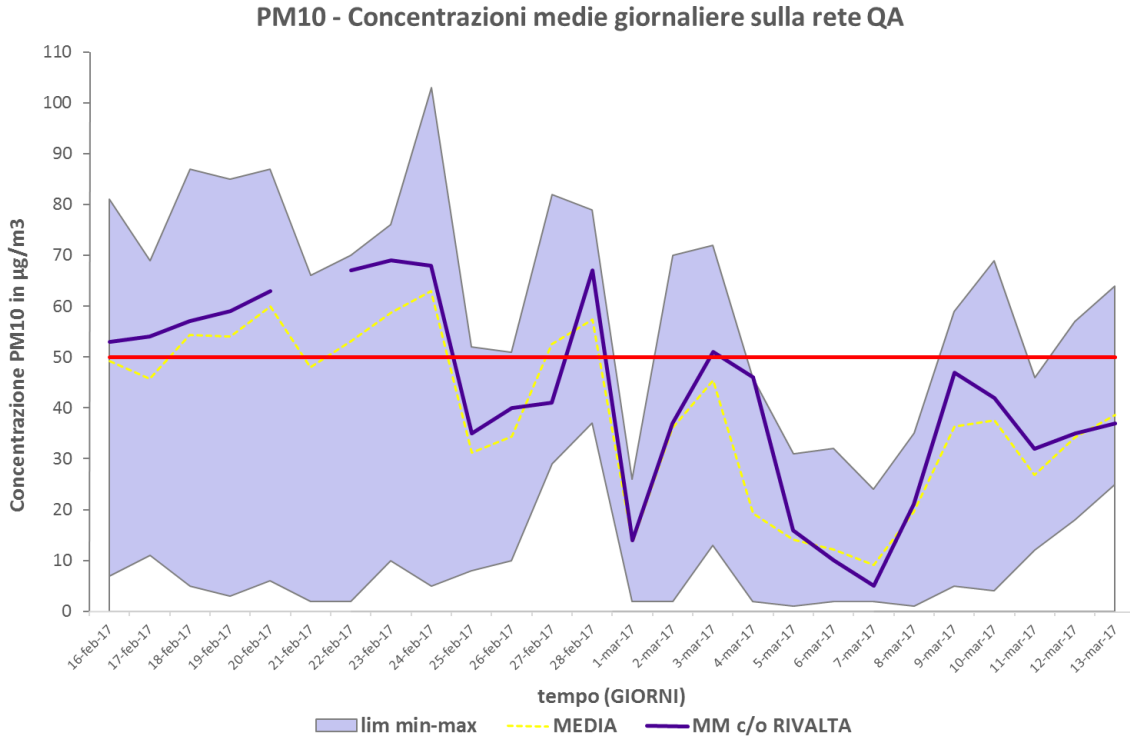


Tabella 16: Dati relativi al particolato sospeso PM10 (µg/m³)

Stazioni di misura	Media PM10 PRIMA campagna 16 feb – 13 mar 2017 [µg/m ³]	Superamenti PM10 PRIMA campagna 16 feb – 13 mar 2017
Ceresole Reale	8	0
Susa	22	2
Druento	28	3
Oulx	32	0
Pinerolo	32	7
Ivrea	34	5
Beinasco TRM	38	9
Borgaro T.se	40	9
RIVALTA - Mobilab	43	10
Collegno	44	11
Settimo	47	12
Carmagnola	55	18
<i>Media Città Metropolitana Senza stazioni di Torino</i>	<i>35</i>	<i>7</i>
To - Rubino	43	11
To - Lingotto	45	12
To - Consolata	48	12
TO - Rebaudengo	55	16
To - Grassi	54	11
<i>Media città Metropolitana</i>	<i>39</i>	<i>9</i>

PM2.5

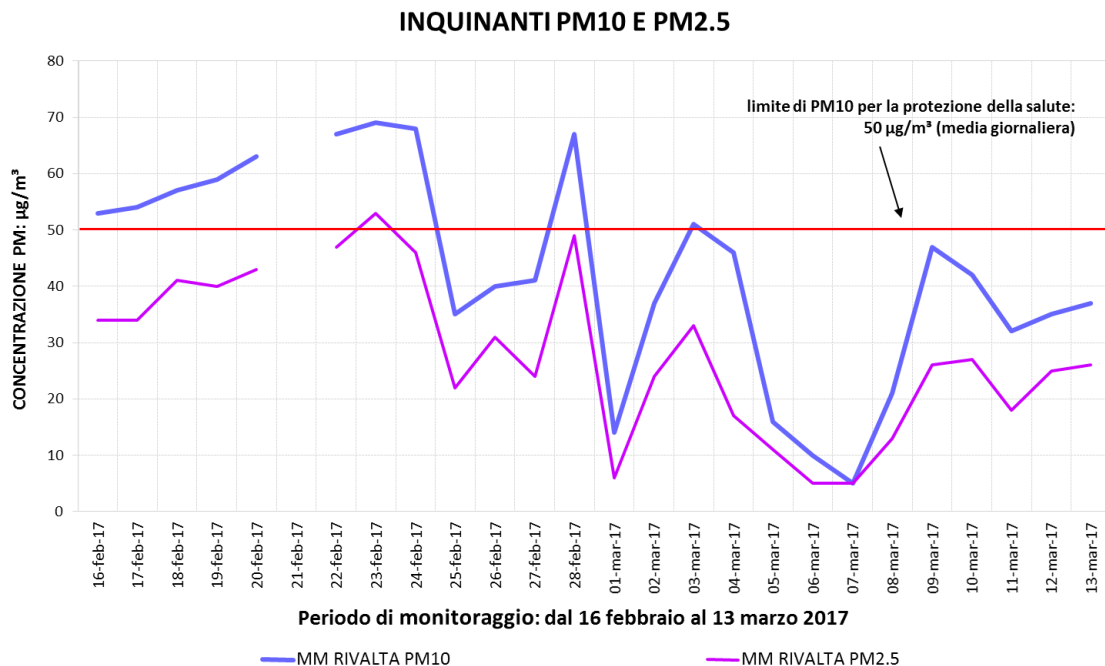
Il parametro PM2.5 segue, come andamento temporale dei valori medi di concentrazione giornaliera, il PM10 (vedi

Figura 32). Il valore medio della campagna è pari a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, che corrisponde a circa il 65% della media del PM10, una percentuale in linea con il periodo invernale indagato (Tabella 17).

Tabella 17 - Dati relativi al particolato sospeso $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM_{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Inverno
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	53
Media delle medie giornaliere (b):	28
Giorni validi	25
Percentuale giorni validi	96%

Figura 32 - Particolato sospeso PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$: confronto per il sito di Rivalta di Torino



Dal grafico di Figura 33 notiamo che, in termini relativi, i valori di $\text{PM}_{2.5}$ nel sito di Rivalta sono comparabili a quelli della stazione di Beinasco afferente alla rete privata di TRM, e mediamente inferiori alle concentrazioni misurate a Settimo Torinese, dove si registrano i valori tra i più alti del territorio.

La Tabella 18 e il grafico di Figura 34 evidenziano il confronto con le stazioni della rete fissa gestita da Arpa Piemonte. Si osserva che il dato di Rivalta è in linea con quello metropolitano sia come media del periodo ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sia come dato giornaliero e che le concentrazioni sono simili a quelle misurate in altre stazioni suburbane della rete, come Borgaro e Chieri. È confortante inoltre che la concentrazione giornaliera di polveri $\text{PM}_{2.5}$ è costantemente inferiore al valore massimo registrato nelle stazioni di punta del territorio (Settimo e To-Rebaudengo).

Figura 33 - Particolato sospeso $PM_{2.5}$: confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa e parametri meteo

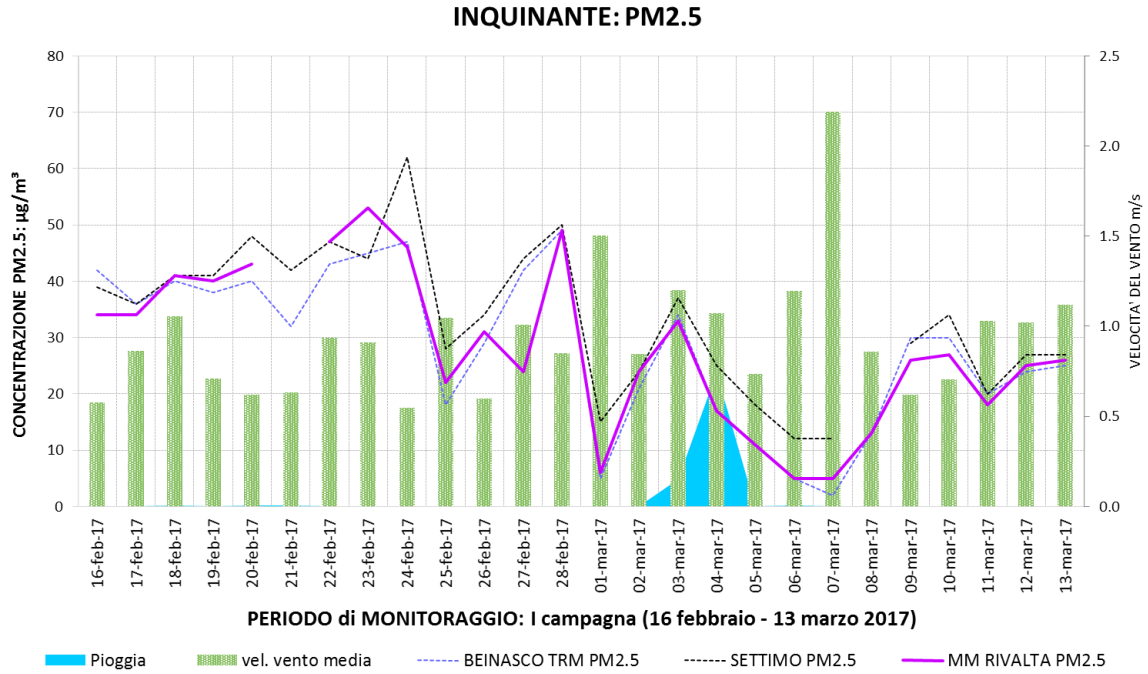


Figura 34 - Particolato sospeso $PM_{2.5}$: confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa e parametri meteo

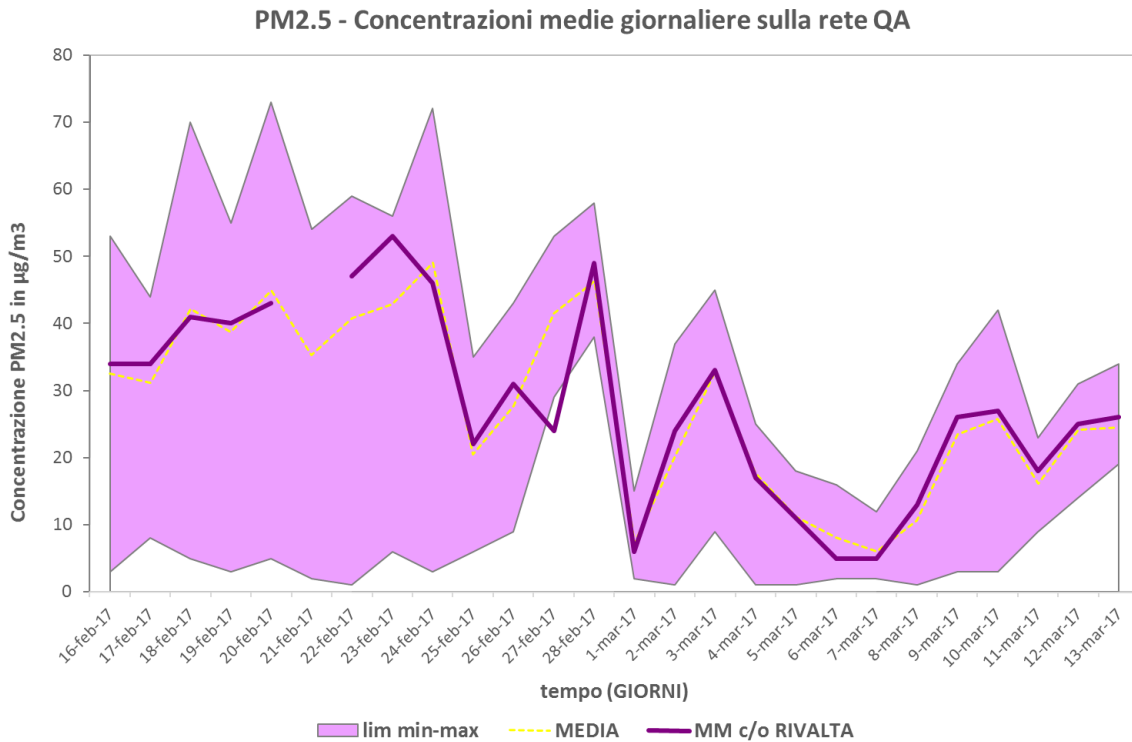


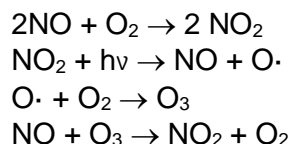
Tabella 18 - valori medi PM2.5 per Rivalta e le stazioni della rete fissa della città Metropolitana di Torino

Stazioni di misura	Media PM2.5 Prima campagna 16 feb – 13 mar 2017 [µg/m ³]
Ceresole Reale	6
Ivrea	26
Chieri	27
RIVALTA - Mobilab	28
Borgaro T.se	29
To - Lingotto	29
Settimo	33
TO - Rebaudengo	41
<i>media Città METROPOLITANA DI TORINO</i>	27

La normativa italiana ed europea, infine, prevede per il PM2.5 solamente il rispetto di un limite annuale, pari a 25 µg/m³. Anche in questo caso alla fine della seconda campagna di misura verranno svolte le elaborazioni necessarie alla stima del valore medio annuale di PM2.5 per il sito di Rivalta in via Torino 99.

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). In forma semplificata, così si possono riassumere le reazioni coinvolte nella formazione di O₃:



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 le campagne invernali l'inquinante meno critico è in genere l'ozono, a causa del minore irraggiamento solare, da cui dipende in gran parte la sua formazione. Nel sito in oggetto è stato rispettato il livello di allarme, non si sono registrati superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana e nessun superamento della soglia di informazione (vedi Tabella 19, Figura 35 e Figura 36).

Tabella 19 - Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/ m³)

O ₃ (µg/m ³)	Inverno
Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	92
Media delle medie giornaliere	31
Giorni validi	26
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	30
Massima media oraria	101
Ore valide	621
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	31
Massimo medie 8 ore	98
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>N. 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

L'andamento del giorno medio indica la dipendenza della concentrazione di ozono dai valori di temperatura (e quindi dall'irraggiamento solare), presentando i valori massimi nel pomeriggio, tra le 12:00 e le 18:00. I minimi si verificano nelle ore di maggiore traffico veicolare del mattino, che corrispondono a condizioni di irraggiamento solare relativamente basso e di elevata presenza di monossido di azoto, uno dei principali componenti dell'aria ambiente coinvolti nei complessi processi di distruzione dell'ozono (Figura 37).

L'ozono è un'inquinante che raggiunge i valori più elevati nei mesi caldi dell'anno, di conseguenza per considerazioni più approfondite si rimanda alla relazione finale che verrà redatta dopo la seconda campagna estiva.

Figura 35 - O₃: confronto con i limiti di legge

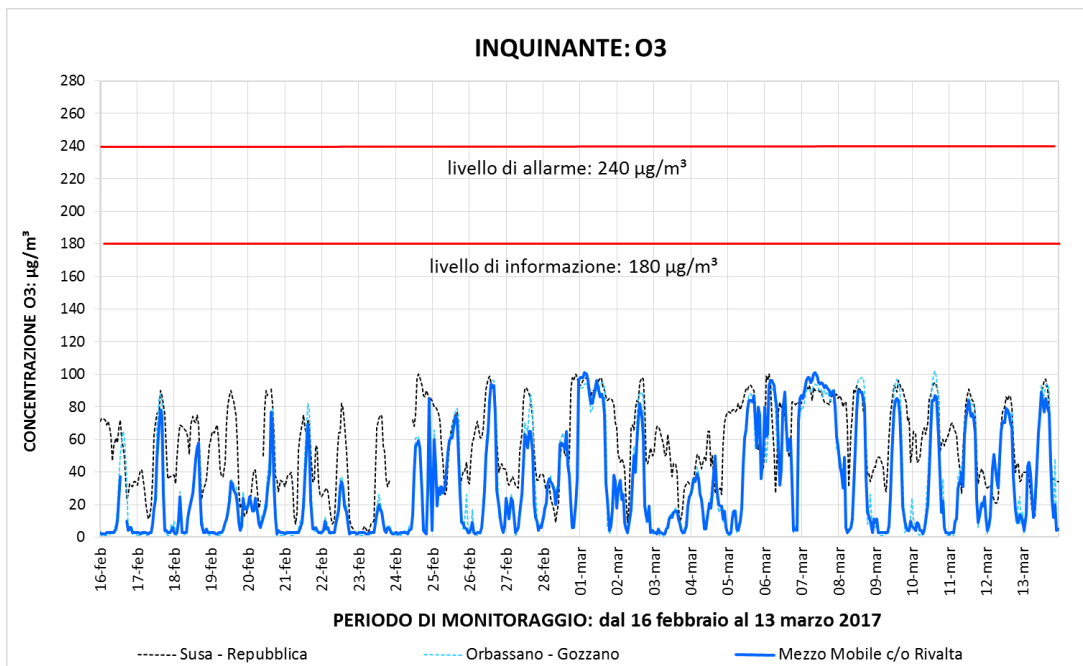


Figura 36 - O₃ superamenti protezione della salute umana

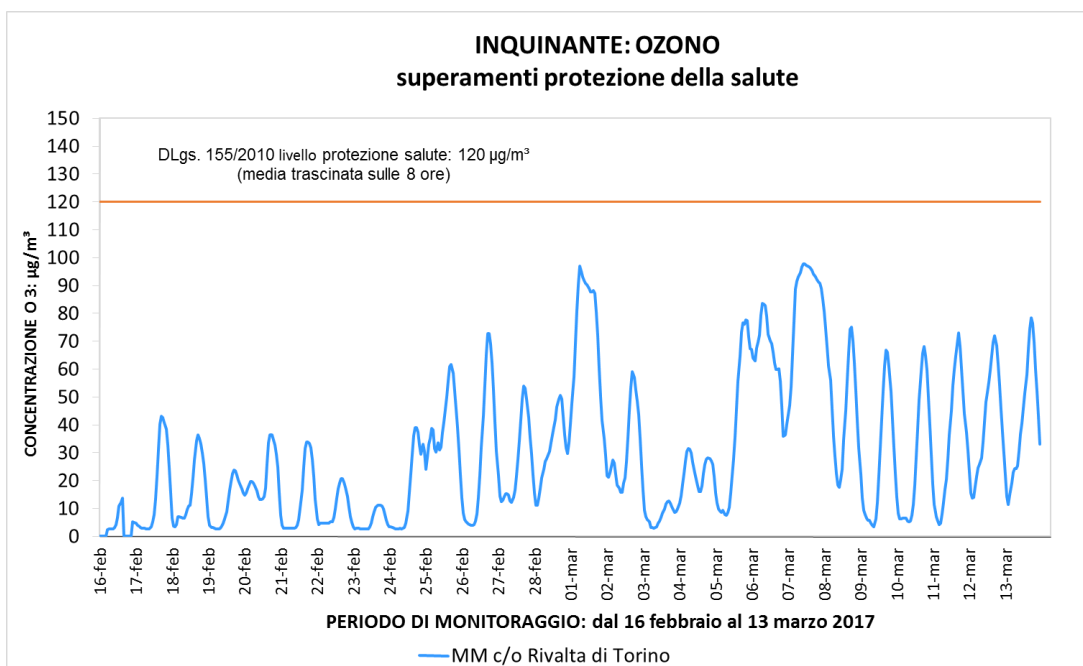
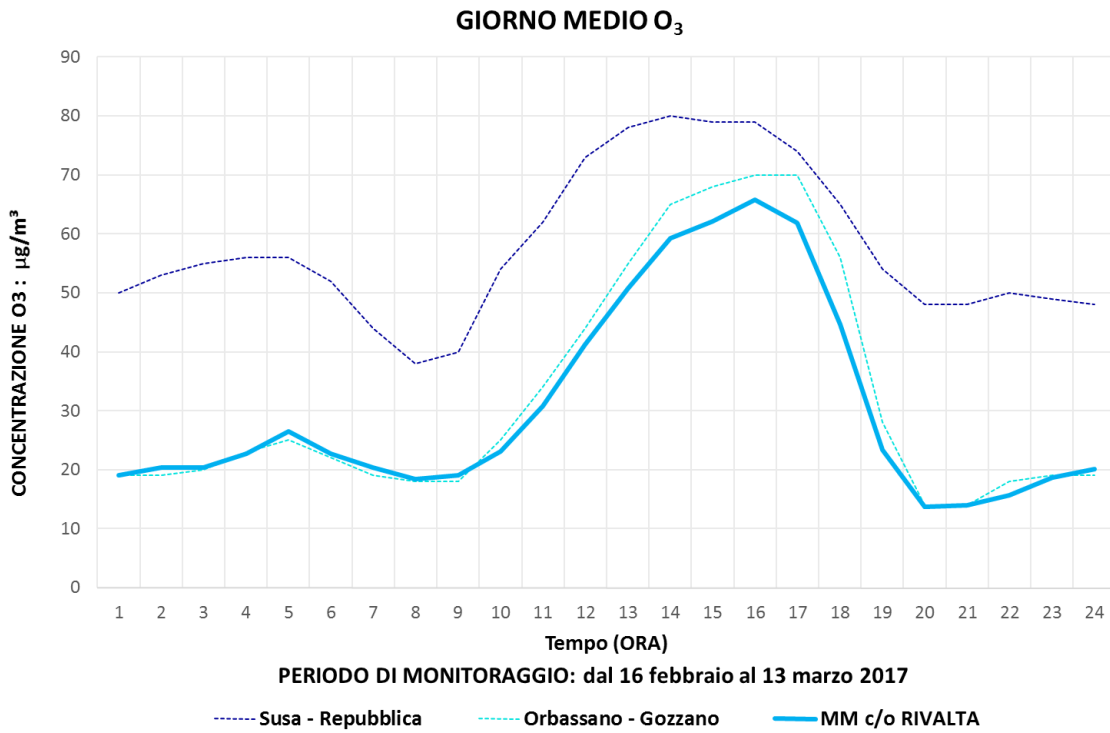


Figura 37 – O₃ giorno medio



Conclusioni

I valori rilevati nel corso della campagna di monitoraggio mediante la stazione mobile nel sito di Via Torino a Rivalta di Torino sono in generale comparabili a quelli misurati in siti simili – vale a dire ubicati in zona residenziale urbana e suburbana - della Città Metropolitana di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per i due inquinanti con massimi invernali (biossido di zolfo e biossido di azoto) per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre rispettati i valori limite di breve periodo per la protezione della salute umana per biossido d'azoto, biossido di zolfo e monossido di carbonio.

Il solo parametro PM10 non ha rispettato i limiti di legge: il sito di Rivalta ha fatto registrare, infatti, 10 superamenti del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 25 giorni di monitoraggio invernale (a fronte di un numero massimo previsto dalla normativa su base annuale pari a 35). Il dato tuttavia è in linea con la media della città metropolitana – 9 superamenti – e con quello delle stazioni di misura più prossime a Rivalta, quali Beinasco TRM (9 superamenti) e Torino Rubino (11 s.), stazione di fondo urbano situata a circa 10 chilometri dal sito di studio. La media delle concentrazioni di PM10 è di $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dato superiore alla media della Città Metropolitana di Torino, ma in linea con la tipologia di sito di misura indagato – di traffico suburbano – e con i valori riscontrati in altre stazioni di monitoraggio della rete pubblica o privata situati in prossimità. Alla fine delle due campagne di misura, invernale e estiva, grazie al confronto con i dati delle stazioni fisse di misura, verrà valutato per il PM10 e per il PM2.5 anche il rispetto del limite annuale previsto dalla normativa vigente.

Nella relazione finale sarà anche valutato, sulla base dell'insieme dei dati raccolti, il rispetto o meno del valore limite giornaliero di PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare per più di 35 giorni/anno).

I parametri benzene e toluene infine non hanno presentato criticità, a Rivalta sono stati trovati valori comparabili a quelli di altre stazioni fisse della rete con caratteristiche simili. Anche nel caso del benzene, per il quale la normativa prevede un valore limite espresso come media annuale, si rimanda alla relazione finale per la valutazione del rispetto di tale limite.

In generale considerazioni più approfondite verranno fatte per tutti gli inquinanti quando entrambe le campagne di misura previste sul territorio di Rivalta saranno terminate.

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** **API 200**

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 : 0.4 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** **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 CEN secondo la norma EN12341.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.
- **Particolato sospeso PM2.5** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM2.5; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm in aria ambiente, con testa di prelievo CEN secondo la norma EN14907.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE 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**

Gas Cromatografo 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