

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO**  
**Struttura Semplice "Attività di Produzione"**

**OGGETTO:**

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO DEL LABORATORIO  
 MOBILE NEL COMUNE DI CHIVASSO**

**RELAZIONE CAMPAGNA dal 29/10/2015 al 19/11/2015**



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Prof.le Nome: Dr.ssa Laura Milizia	Data: 29/4/16	Firma: <i>L. Milizia</i>
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 28/4/16	Firma: <i>F. Lollobrigida</i>

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la validazione dei dati sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" del Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte: dott.ssa Annalisa Bruno, dott.ssa Marilena Maringo, sig. Fabio Pittarello, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, 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 Chivasso per la collaborazione prestata.

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....</b>	<b>8</b>
<i>L'aria e i suoi inquinanti .....</i>	<i>9</i>
<i>Il Laboratorio Mobile.....</i>	<i>11</i>
<i>Il quadro normativo.....</i>	<i>11</i>
<b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....</b>	<b>16</b>
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio.....</i>	<i>17</i>
<i>Traffico veicolare .....</i>	<i>20</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici.....</i>	<i>26</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici .....</i>	<i>31</i>
Biossido di zolfo .....	32
Monossido di Carbonio .....	34
Ossidi di Azoto .....	37
Benzene e Toluene .....	41
Particolato Sospeso (PM10 e PM2.5).....	44
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) - Metalli sul particolato .....	47
Ozono .....	47
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>50</b>
<b>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</b>	<b>51</b>

## ***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/m<sup>3</sup>) al microgrammo per metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).

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 2013", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso il sito <http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/inquinamento/eventi/sguardo>.

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

Altre informazioni ed approfondimenti possono essere reperiti su <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/aria/aria>.

**Tabella 1 - Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.**

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

= fonti primarie  
 = fonti secondarie

## ***IL LABORATORIO MOBILE***

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale 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 un campionatore di particolato atmosferico PM<sub>10</sub>, 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 (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), materiale particolato PM<sub>10</sub>, 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, PM<sub>10</sub>, 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<sub>2.5</sub> e in particolare :

- un **valore limite, espresso come media annuale**, pari 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo , espresso come media annuale**, pari 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2010.

La nuova normativa prevede inoltre per il PM<sub>2.5</sub> 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 2014".

**Tabella 2** – Valori limite per ozono e benzo(a)pirene

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O <sub>3</sub> ) (D.Lgs. 155/2010)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>3</sup> *h come media su 5 anni <sup>(2)</sup>		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 <sup>3</sup> *h <sup>(2)</sup>		
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 155/2010)	OBIETTIVO DI QUALITÀ'	media mobile valori giornalieri (3)	1 ng/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>	-	-

(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/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup>, 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 3** – 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 <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott - 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DI AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM <sub>10</sub> )	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2010

**Tabella 4** – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 155/2010)

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

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## ***LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO***

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Chivasso, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito della richiesta del Comune di Chivasso prot. Arpa n° 592258 del 05/11/14, protocollo del Comune prot. n° 37426 del 05/11/2014.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato presso la rotonda di Viale Vittorio Veneto a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Chivasso. La scelta del sito è legata al cambio di viabilità lungo Viale Vittorio Veneto e quindi alla verifica dei livelli d'inquinamento conseguenti, allo scopo di valutare il traffico lungo tale via è stato installato un contatraffico.

Contestualmente alla verifica dei parametri di legge tramite laboratorio mobile è stato installato un campionatore gravimetrico di polveri presso l'ex asilo di via Moro al fine di valutare i livelli di PM10 in quel contesto. A causa di ripetuti guasti strumentali, di tale campagna di misura sono disponibili un numero di dati molto esiguo e quindi non rappresentativo, per cui si rimandano alla seconda campagna le relative considerazioni.

La campagna di monitoraggio è iniziata il 29/10/2015 e finita il 19/11/2015.

Si 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 30/10/2015 al 18/11/2015.

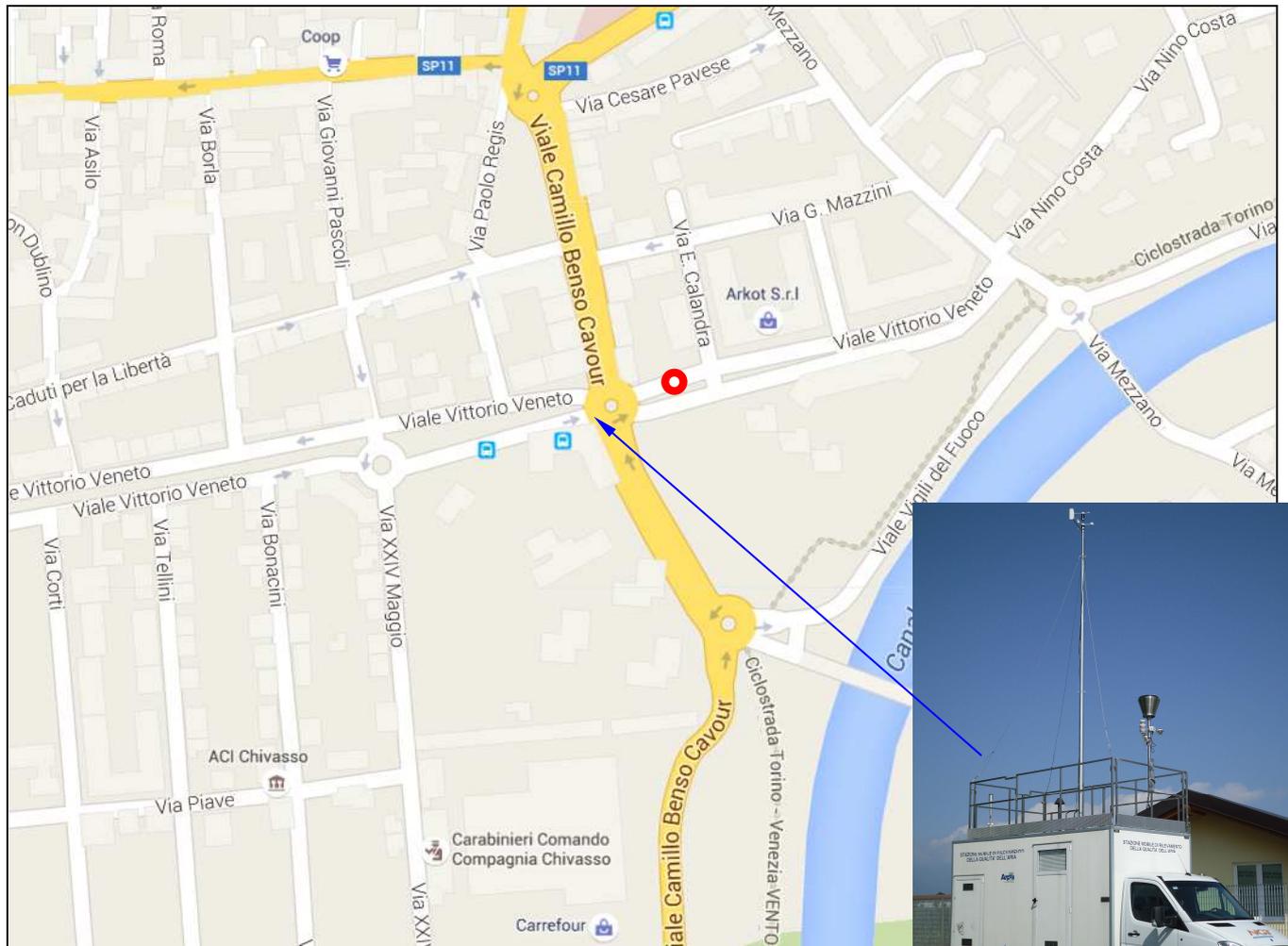
Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale,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

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del 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.

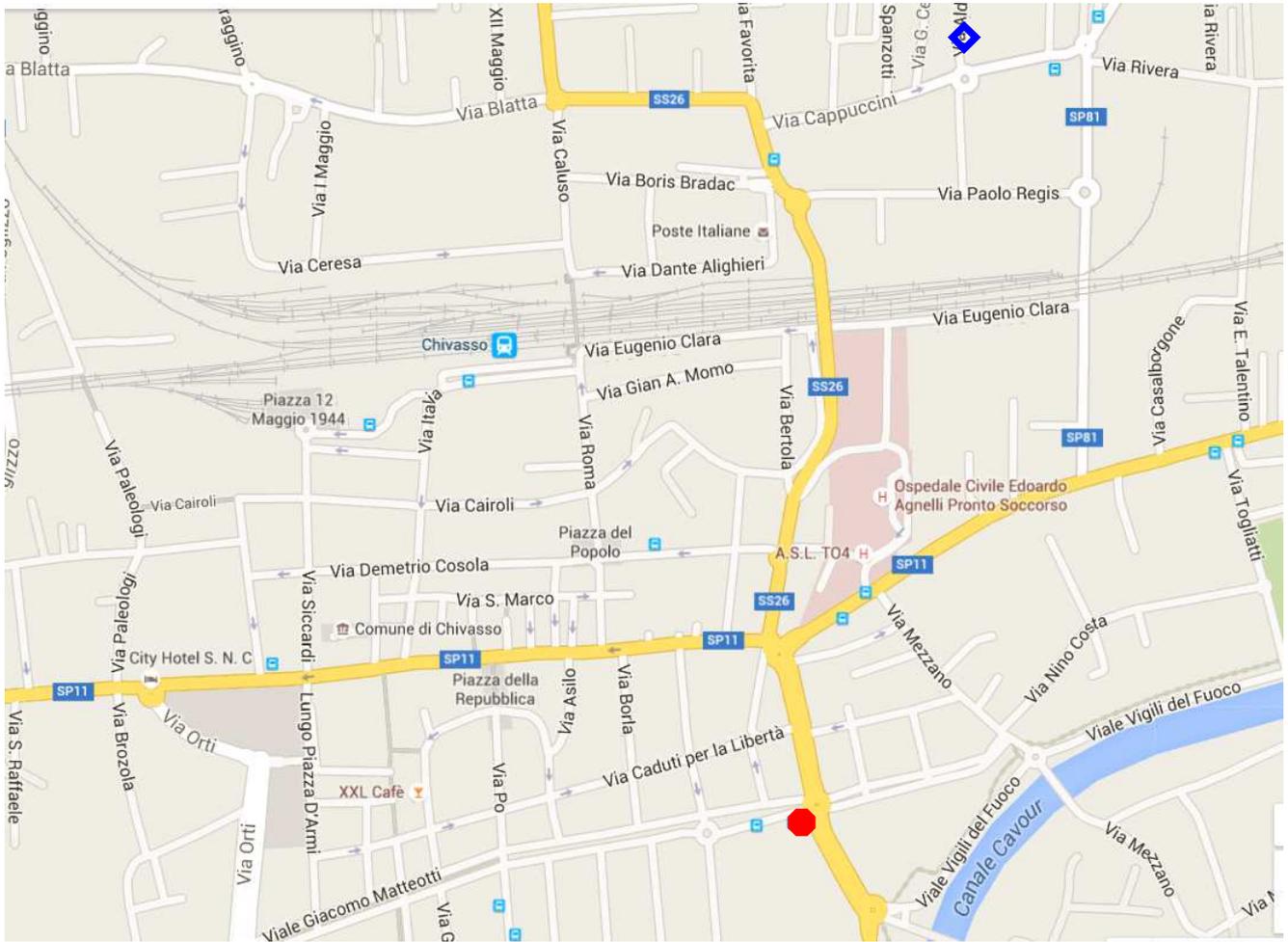
Si ricorda inoltre che la stazione mobile non fornisce la misura delle concentrazioni di sostanze odorigene in quanto le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria sia mobili che fisse sono attrezzate per rilevare, tra le molte sostanze presenti in atmosfera, gli inquinanti previsti dalla normativa (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ozono, ossidi di azoto e di zolfo ecc. ), i quali sono caratterizzati da una significativa e accertata tossicità e da un'ampia diffusione territoriale nelle zone antropizzate, ma non da soglie olfattive particolarmente basse.

**Figura 1** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chivasso.



● = sito di rilevamento flussi di traffico veicolare

**Figura 2** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria e del campionatore gravimetrico di PM<sub>10</sub> nel comune di Chivasso.



## TRAFFICO VEICOLARE

Per meglio comprendere la persistenza degli inquinanti da traffico veicolare nel sito di posizionamento del laboratorio mobile si è provveduto a conteggiare i passaggi di veicoli leggeri e pesanti lungo Viale Vittorio Veneto a circa 300 mt dal laboratorio mobile.

Il conta traffico utilizzato nei rilevamenti è della ditta Gmbh modello Viacount II ed è sostanzialmente un apparecchio per il monitoraggio del traffico composto da un sensore radar "Doppler" da 24.165 GHz con memoria dati integrata e orologio in tempo reale; il sensore radar misura i movimenti dei veicoli di una corsia o direzione di marcia oppure di entrambe le direzioni di marcia. In particolare lo strumento determina la lunghezza, la velocità, il senso di marcia, l'ora e data dei veicoli che attraversano il fascio radar.

Le classi dei veicoli in funzione della lunghezza sono le seguenti:

Classi	lunghezza
motocicli;	< 2,26 m
automobili;	da 2,27 m a 4,82 m
transporter;	da 4,83 m a 5,84 m
autocarri;	da 5,85 m a 9,01 m
autotreni;	> 9,02 m

I rilievi di traffico hanno evidenziato che il numero medio giornaliero di passaggi veicolari in Viale Vittorio Veneto è pari ad **8612** veicoli/giorno; come termine di confronto in Torino presso corso Vittorio Emanuele II° - una arteria stradale con tre corsie per senso di marcia - all'altezza di C.so Inghilterra i passaggi giornalieri medi rilevati nel corso di una campagna invernale sono stati pari a **16070** veicoli/giorno.

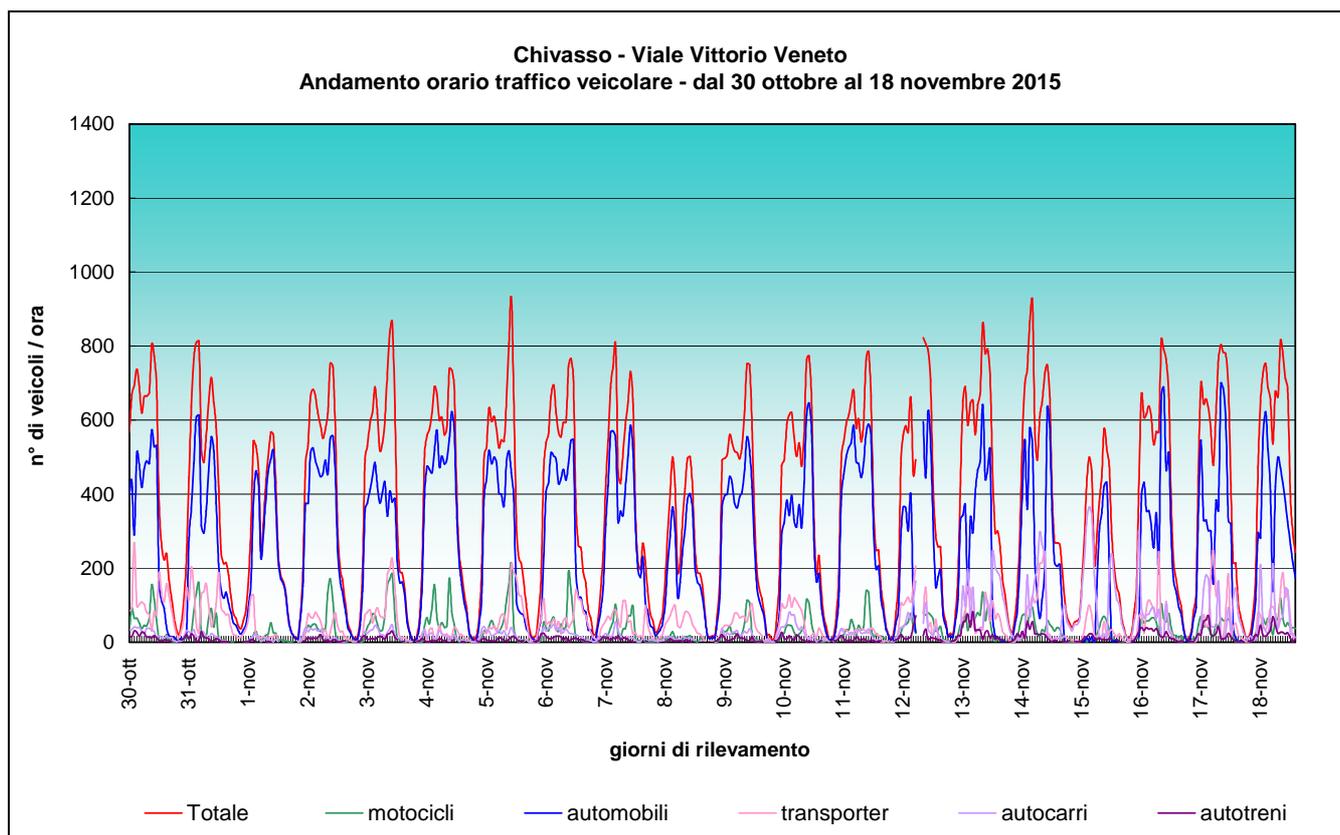
Dall'analisi dei dati di traffico nel corso della campagna di monitoraggio si possono trarre le seguenti considerazioni:

- 1) si sono rilevati sull'asse viario preso in considerazione flussi veicolari quantitativamente significativi; nell'analisi dei flussi elaborati in base al giorno della settimana (vedi Figura 6) non emergono diminuzioni significative nelle giornate di sabato e domenica;
- 2) le percentuali di veicoli pesanti e di veicoli di trasporto commerciale (transporter, che di norma hanno motori diesel) in transito lungo l'asse viario considerato sono risultate significative (vedi Figura 7);
- 3) l'andamento temporale medio giornaliero dei flussi veicolari totali lungo Viale V. Veneto mostra una certa costanza nelle ore centrali della giornata ed è analogo a quello delle concentrazioni degli ossidi di azoto. Il flusso dei veicoli totali è massimo nelle ore serali, mentre al mattino, dopo il rapido incremento dalle 5 alle 9, tende a crescere con minore intensità e costantemente fino alle 12; il flusso dei veicoli leggeri (autoveicoli e furgoni) è praticamente sovrapponibile a quello che considera i veicoli nel loro insieme. I picchi di concentrazione di ossidi di azoto, come si vede nelle Figura 7,
- 4) Figura 8 e Figura 9 si registrano nei momenti della giornata in cui vengono registrati gli incrementi significativi dei flussi di traffico veicolare;
- 5) la combustione dei motori dei veicoli di norma genera percentualmente più monossido di azoto (NO) che biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) ma va comunque considerato che, una volta immesso in atmosfera, il monossido di azoto si trasforma in parte per ossidazione in biossido di azoto, per cui la quantità relativa di quest'ultimo in aria ambiente è molto maggiore di quella che sarebbe prevedibile sulla base della sola emissione diretta, specialmente nei mesi caldi in cui il maggiore irraggiamento solare favorisce la

conversione del monossido di azoto in biossido. L'emissione di ossidi di azoto e particolato è inoltre significativamente più alta per i veicoli diesel, per cui la presenza di una percentuale relativamente elevata di veicoli pesanti e da trasporto commerciale, come nel caso in questione, ha un effetto rilevante sull'inquinamento atmosferico. A titolo di esempio<sup>1</sup> si consideri che gli autoveicoli per il trasporto passeggeri con alimentazione diesel (quella più critica in termini di emissioni sia di particolato che di ossidi di azoto) di categoria da Euro 2 a Euro 4 hanno fattori di emissione che vanno da 0.6 a 0.9 g/km per gli ossidi di azoto e da 0.03 a 0.06 g/km per il particolato, mentre per i mezzi pesanti di analoga categoria (da Euro II a Euro IV) i fattori di emissione vanno rispettivamente da 2 a 7 g/km e da 0.01 (solo per gli Euro IV minori di 7.5 t) a 7.5 g/km. Va inoltre considerato che il biossido di azoto, oltre a costituire di per sé un inquinante atmosferico, è uno dei principali precursori del particolato di origine secondaria;

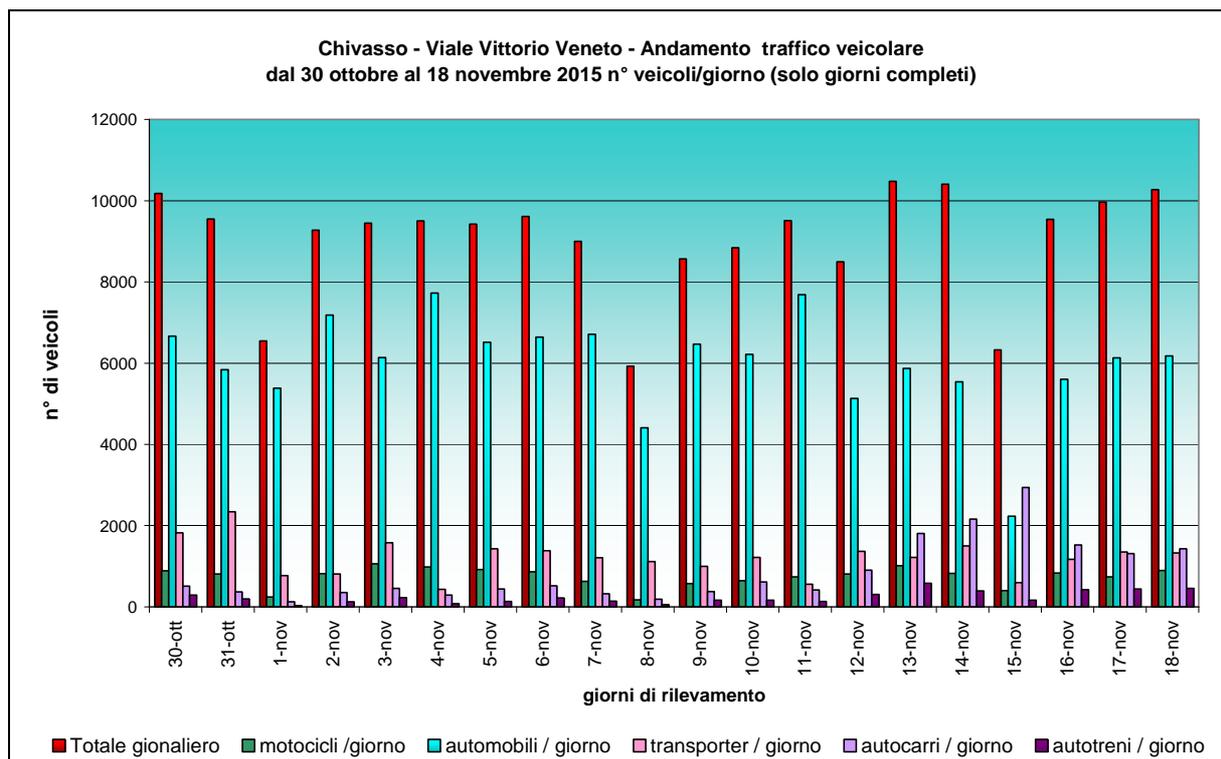
- 6) anche per il benzene si riscontra una correlazione tra i picchi di concentrazione e l'andamento temporale giornaliero dei flussi veicolari (*Figura 10*); in questo caso le escursioni della concentrazione sono meno evidenti rispetto a quelle degli ossidi d'azoto, considerando che le concentrazioni di benzene variano da 2.5 a 3.3 µg/m<sup>3</sup> circa. Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici.

**Figura 3:** andamento orario traffico veicolare

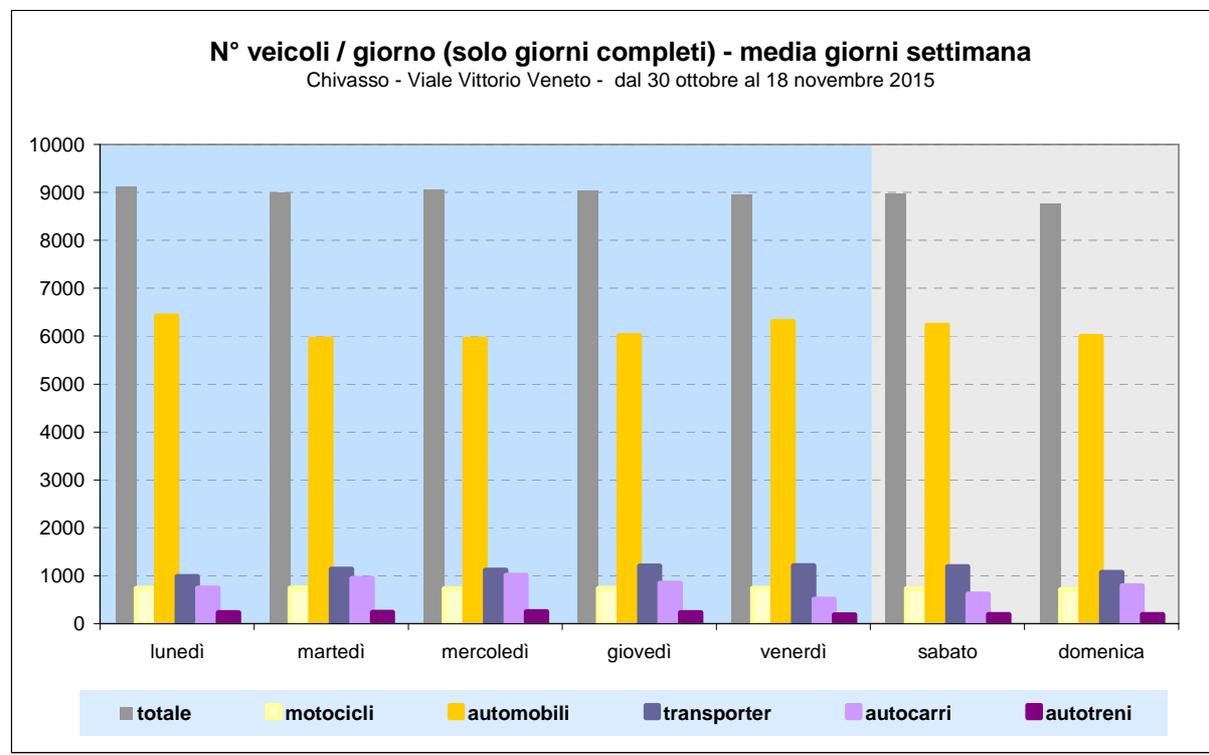


<sup>1</sup> EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009 1.A.3.b Road transport GB2009 update May 2012 Tabelle 3.16-3-17-3.20 e 3.21

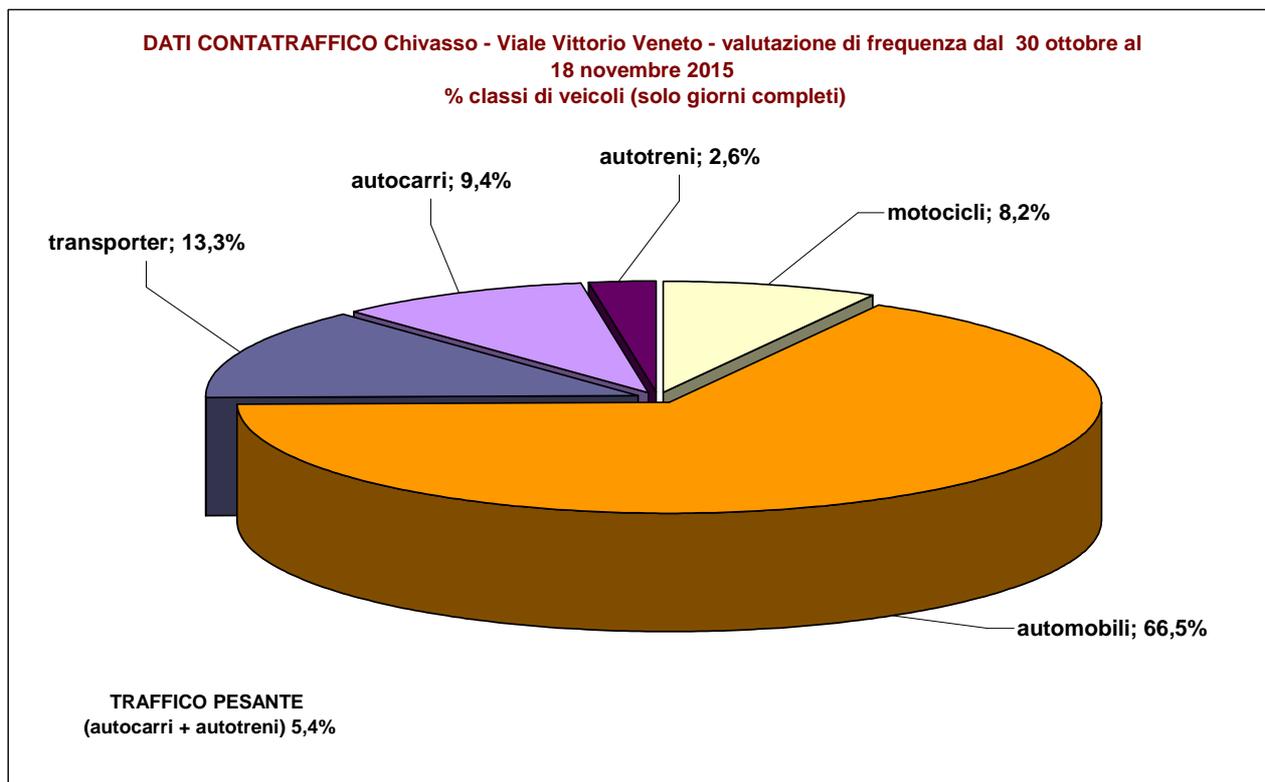
**Figura 4:** andamento giornaliero (solo giorni completi)



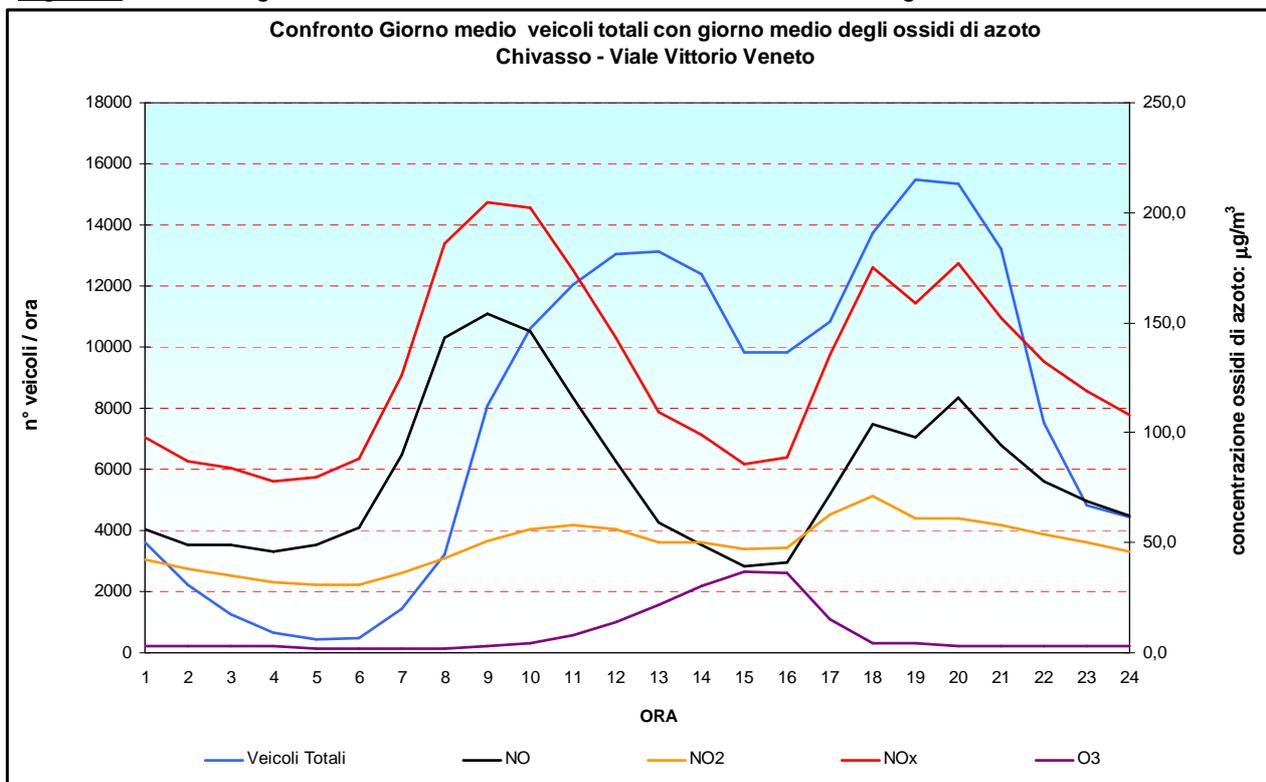
**Figura 5:** traffico veicolare grafico settimanale c/o Viale Vittorio Veneto (solo giorni completi)



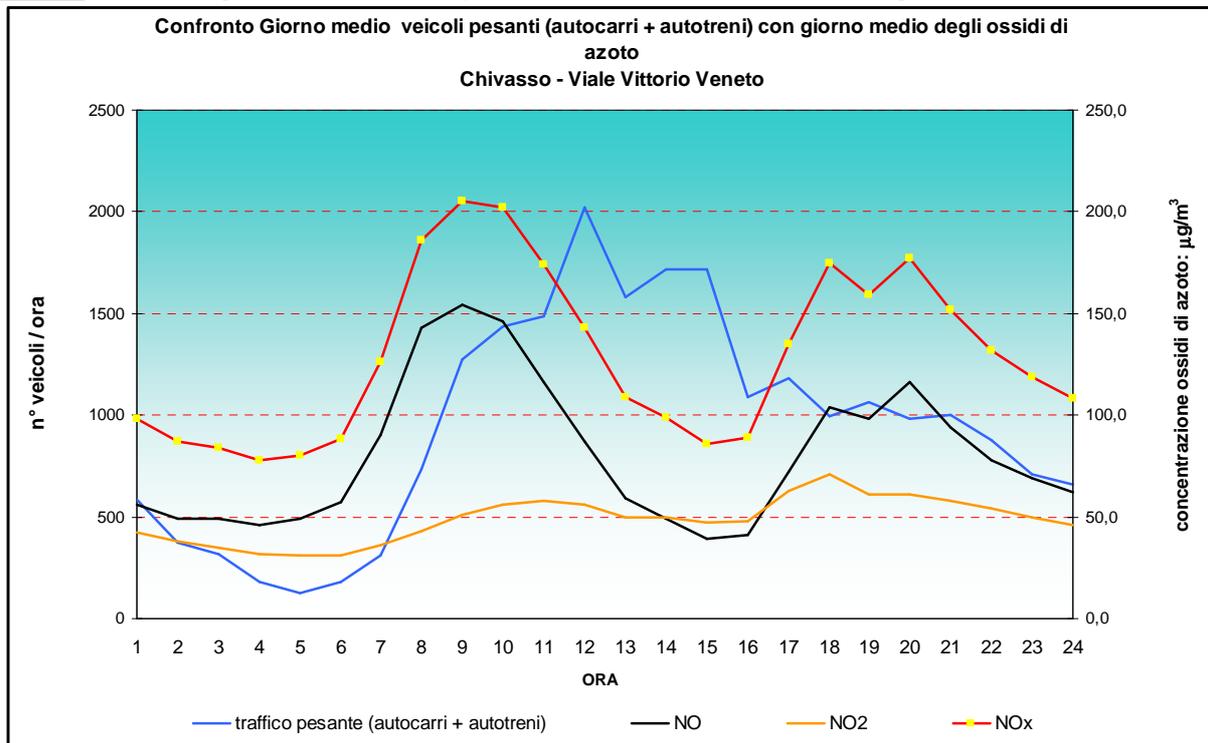
**Figura 6:** traffico veicolare su Viale Vittorio Veneto - valutazione di frequenza



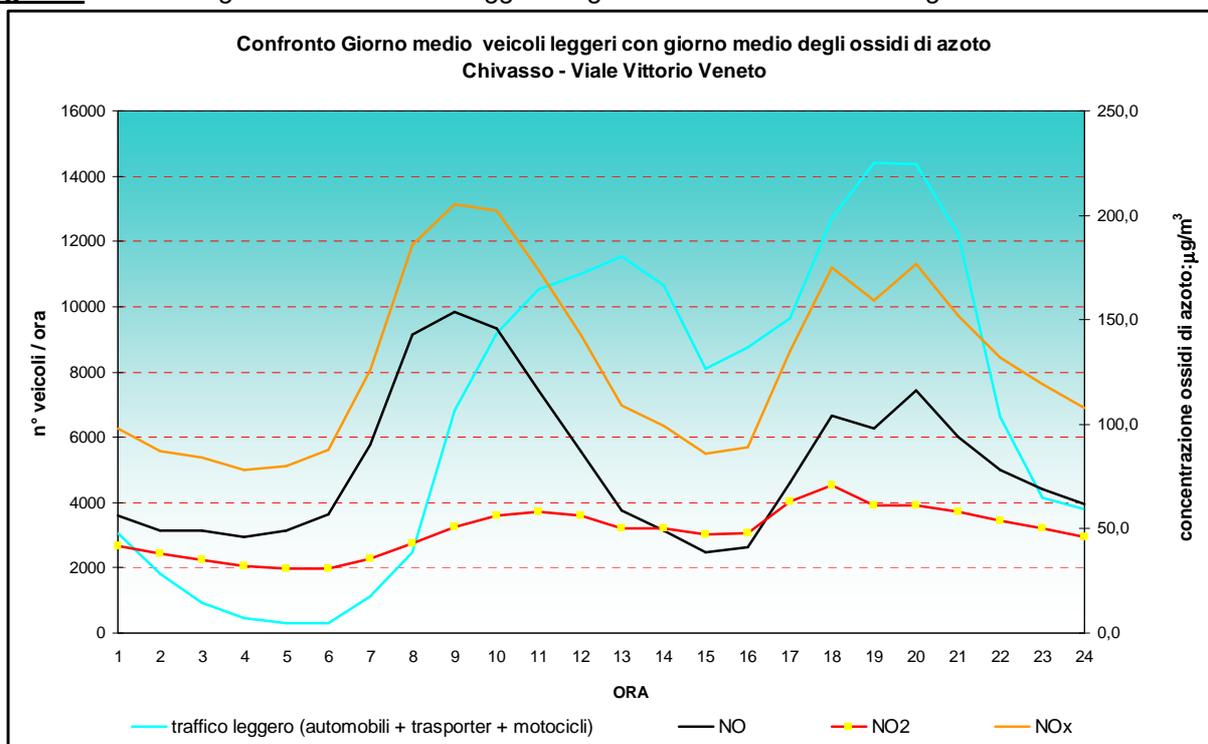
**Figura 7:** confronto giorno medio veicoli totali su Viale Vittorio Veneto con giorno medio ossidi di azoto



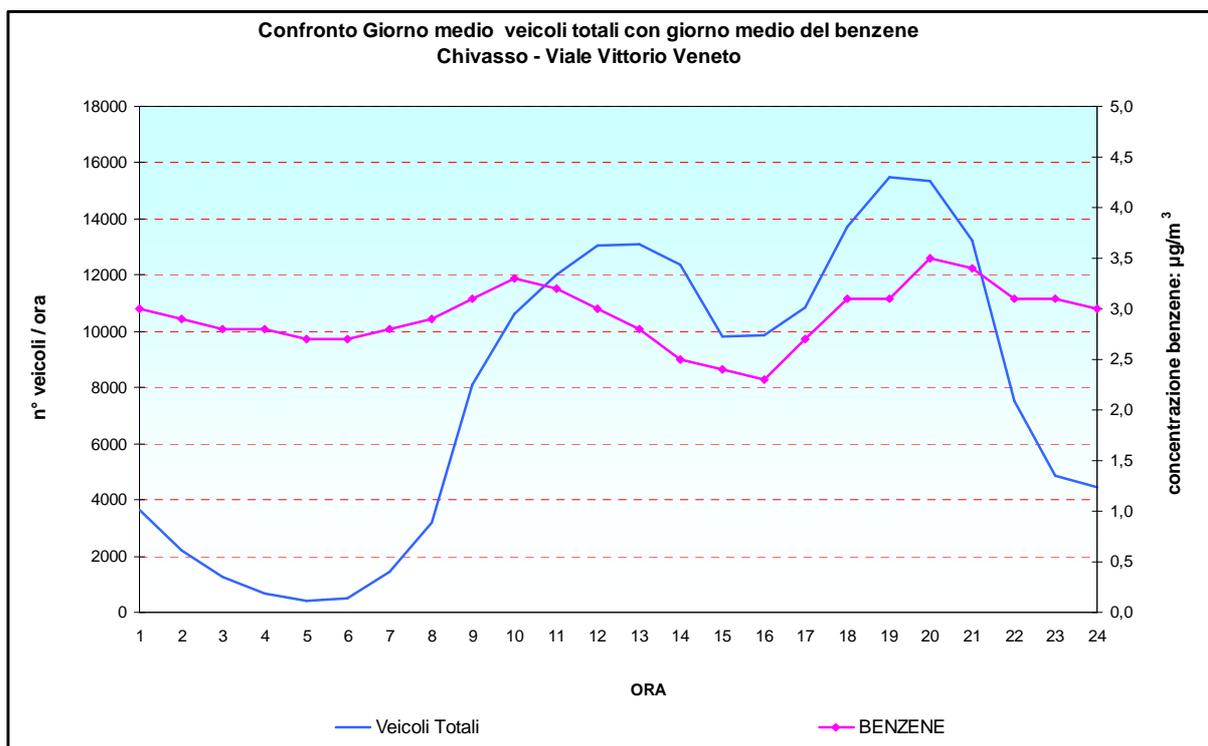
**Figura 8:** confronto giorno medio veicoli pesanti su Viale Vittorio Veneto con giorno medio ossidi di azoto



**Figura 9:** confronto giorno medio veicoli leggeri lungo Viale Vittorio Veneto con giorno medio ossidi di azoto



**Figura 10:** confronto giorno medio veicoli leggeri lungo Viale Vittorio Veneto con giorno medio benzene



## **ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI**

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo 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:

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

**Tabella 5** – Radiazione solare globale (W/m<sup>2</sup>)

Minima media giornaliera	9.6
Massima media giornaliera	46
Media delle medie giornaliere (b):	36
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	36
Massima media oraria	316
Ore valide	480
Percentuale ore valide	100%

**Tabella 6**– Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	5.8
Massima media giornaliera	13.2
Media delle medie giornaliere (b):	10.2
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	10.2
Massima media oraria	20.5
Ore valide	480
Percentuale ore valide	100%

**Tabella 7**– Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	77.6
Massima media giornaliera	100.0
Media delle medie giornaliere (b):	86
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	78%
Media dei valori orari	86
Massima media oraria	100
Ore valide	480
Percentuale ore valide	78%

**Tabella 8** – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	999
Massima media giornaliera	1012
Media delle medie giornaliere (b):	1004
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	1004
Massima media oraria	1013
Ore valide	480
Percentuale ore valide	100%

Il periodo di monitoraggio è stato caratterizzato da condizioni meteo climatiche di alta pressione, assenza di piogge e ventilazione debole come si può evincere dalle Tabella 9 e Tabella 10.

La Figura 3 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento nelle giornate di tempo asciutto, risultano quelle tipiche del periodo, con valori massimi intorno ai 300 W/m<sup>2</sup>. Nelle giornate di cielo coperto, anche se in assenza di pioggia, i valori massimi raggiunti sono stati generalmente prossimi ai 50 W/m<sup>2</sup>.

La temperatura media di tutto il periodo di monitoraggio (Figura 4) è stata di 10.2°C. Il valore massimo pari a circa 20.5°C è stato registrato il 10 novembre.

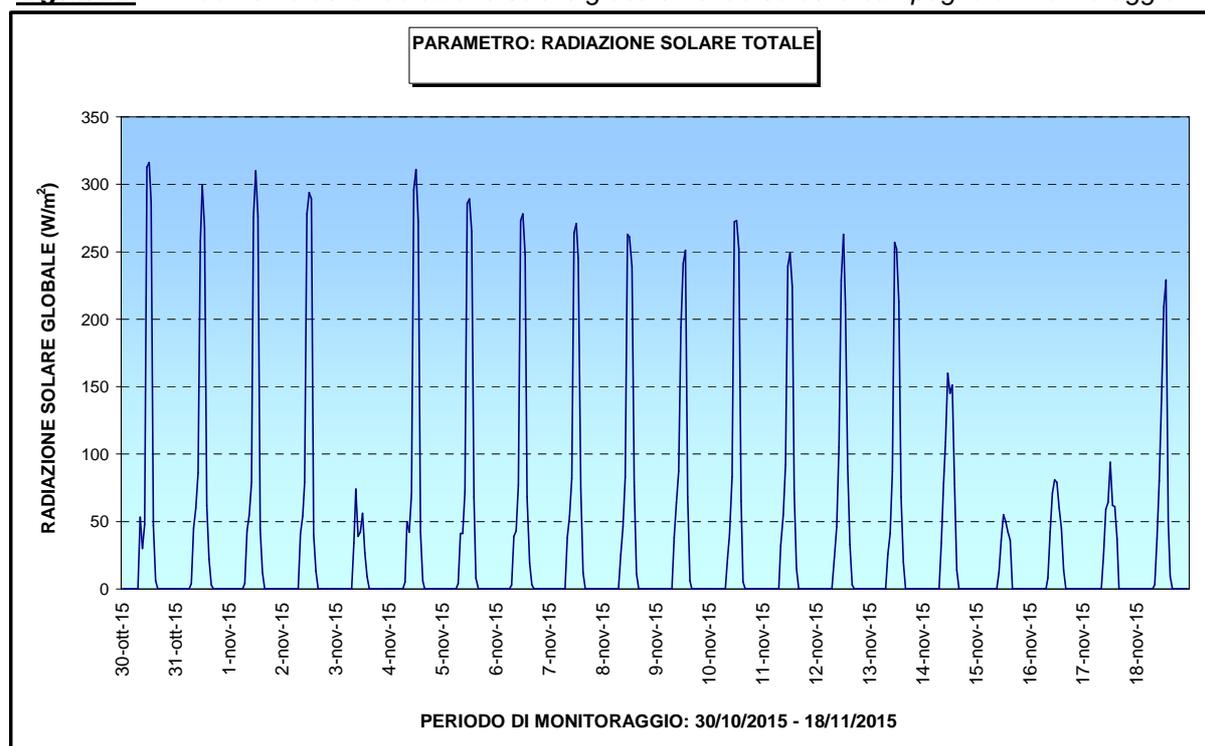
**Tabella 9 - Velocita' vento (mt/sec)**

Minima media giornaliera	0.26
Massima media giornaliera	0.62
Media delle medie giornaliere (b):	0.39
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.39
Massima media oraria	1.50
Ore valide	430
Percentuale ore valide	90%

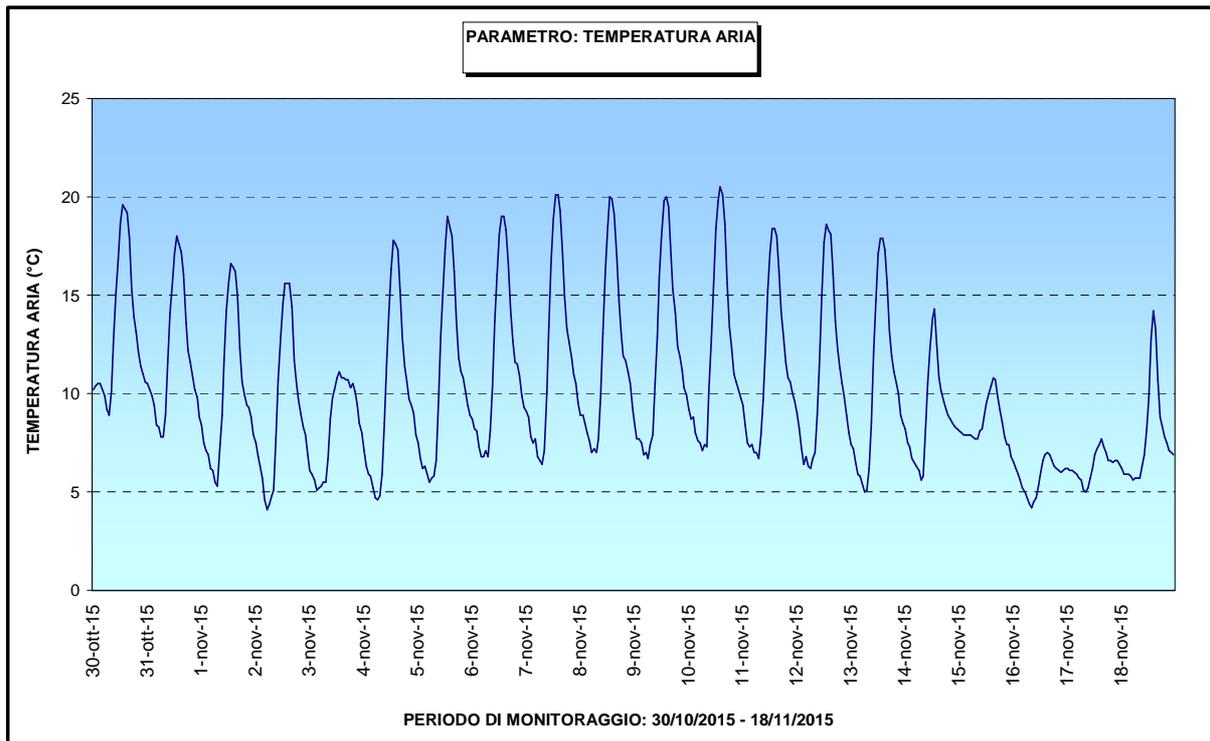
**Tabella 10 - Direzione Vento (gradi)**

Minima media giornaliera	133
Massima media giornaliera	252
Media delle medie giornaliere (b):	205
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	204
Massima media oraria	360
Ore valide	430
Percentuale ore valide	90%

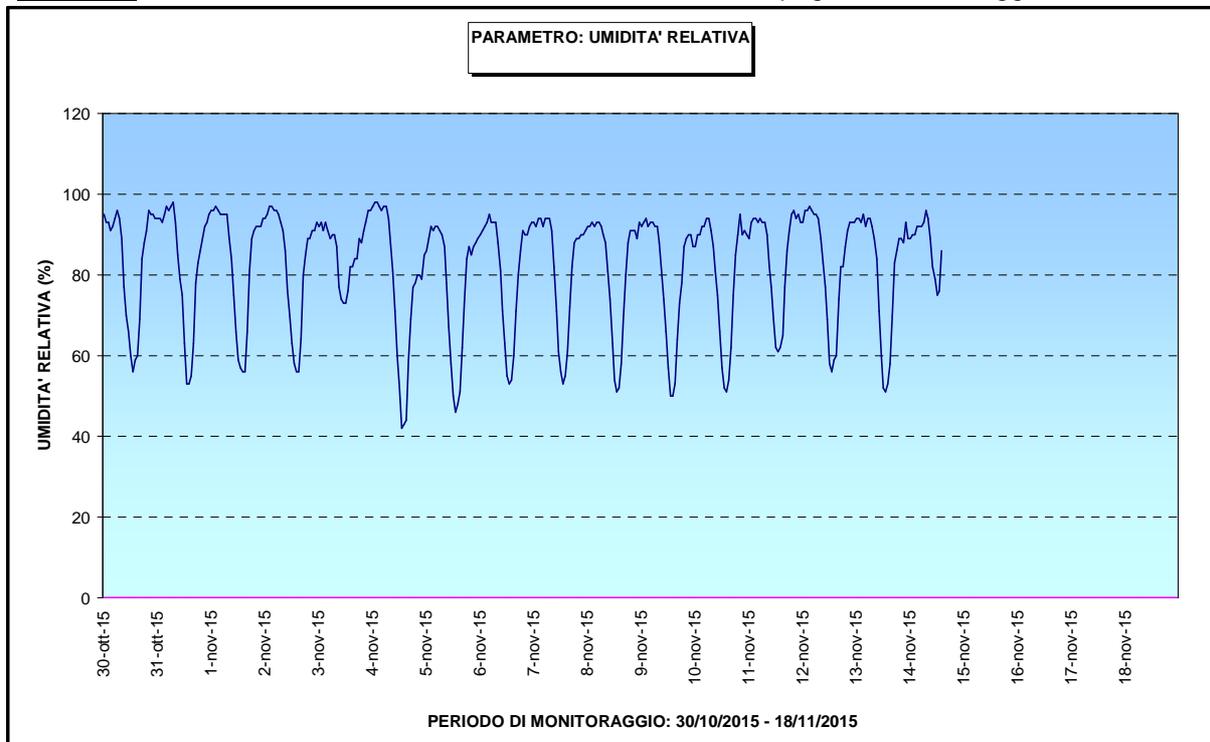
**Figura 11 – Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio**



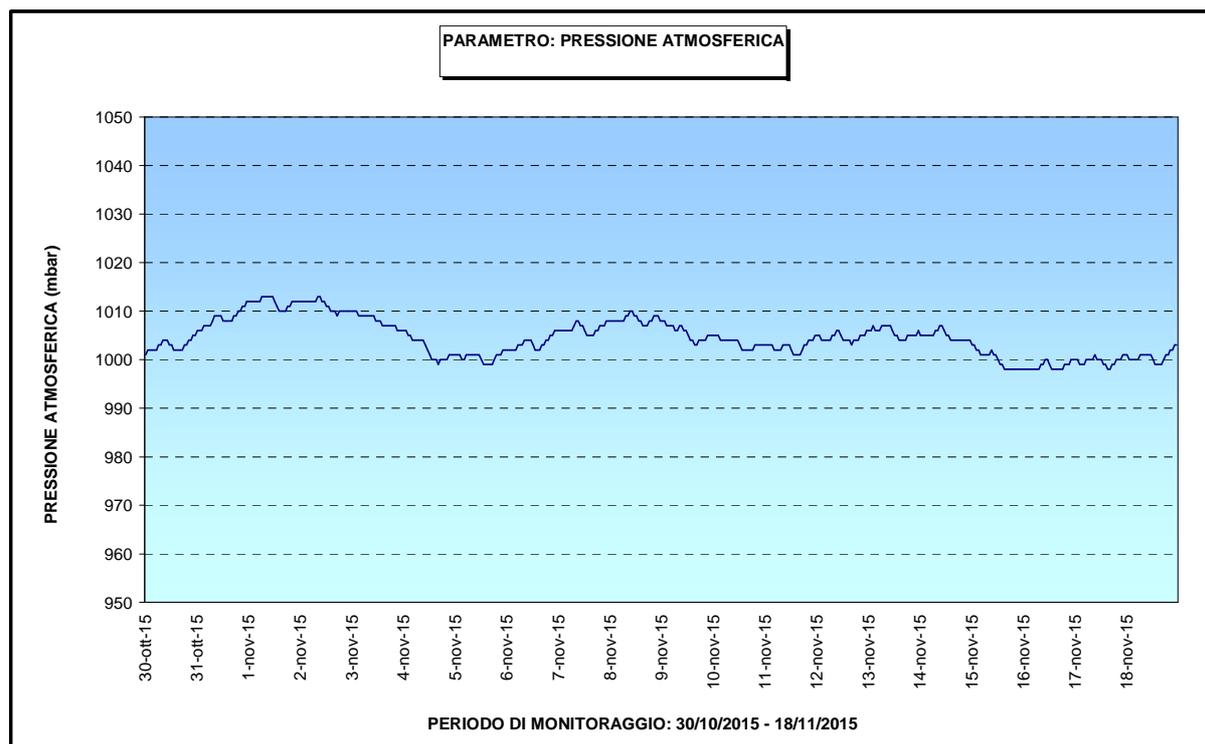
**Figura 12** – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio



**Figura 13** – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio



**Figura 14** – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio



Per quanto riguarda l'umidità relativa (*Figura 5*) i valori massimi si sono stati raggiunti nelle ultime giornate del monitoraggio.

Durante la campagna il campo pressorio si è attestato in modo costante intorno ai 1000 mbar (*Figura 6*) dato il persistere dell'alta pressione.

I dati pluviometrici indicano assenza 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 relativi all'inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento. Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BENZENE
NO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI AZOTO
SO <sub>2</sub>	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
O <sub>3</sub>	OZONO
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10
PM2.5	PARTICOLATO SOSPESO PM2.5
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	TOLUENE

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: <http://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/aria/servizi/ariaweb.htm>, 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 del periodo di monitoraggio. 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.

Ai fini di una corretta interpretazione degli obiettivi della campagna si ricorda che le misure che sono state effettuate permettono di verificare se nell'area di indagine la concentrazione degli inquinanti oggetto di misura è significativamente diversa da quella di altre zone del territorio provinciale, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte (nel caso specifico l'impianto a biogas) rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti. Le strumentazioni di misura utilizzate nel monitoraggio della qualità dell'aria rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei singoli contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

## Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO<sub>2</sub> derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) 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, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti più problematici, per le elevate concentrazioni rilevate nell'aria e per i suoi effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, con la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili imposta dalla normativa e la sostituzione dei combustibili solidi con il gas naturale, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

Durante la campagna di monitoraggio, il massimo valore giornaliero è pari a 2 µg/m<sup>3</sup> (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo orario è pari a 9 µg/m<sup>3</sup>, quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute di 350 µg/m<sup>3</sup>. I dati riportati in Tabella 11 e Figura 16 evidenziano che i limiti previsti dalla normativa non vengono mai superati.

Il grafico di Figura 15 mostra come l'andamento orario dell'SO<sub>2</sub> della campagna, sia generalmente a livelli più bassi rispetto a stazioni di traffico urbane come Torino - Rebaudengo e Torino - Consolata.

**Tabella 11** – Dati relativi al monossido di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), della campagna di monitoraggio

Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	5
Media delle medie giornaliere	4
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	9
Ore valide	377
Percentuale ore valide	79%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	<b>0</b>

Figura 15 - SO<sub>2</sub> confronto con il limite di legge (media giornaliera)

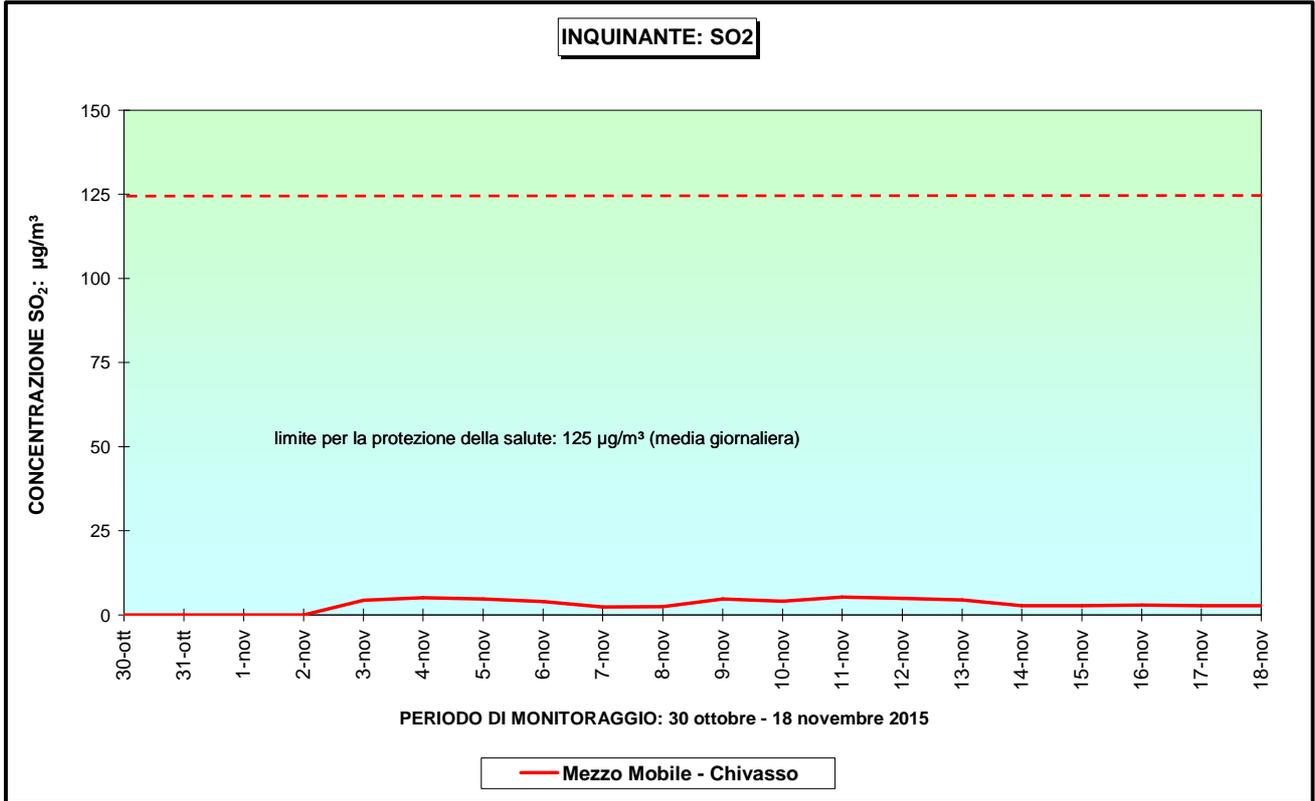
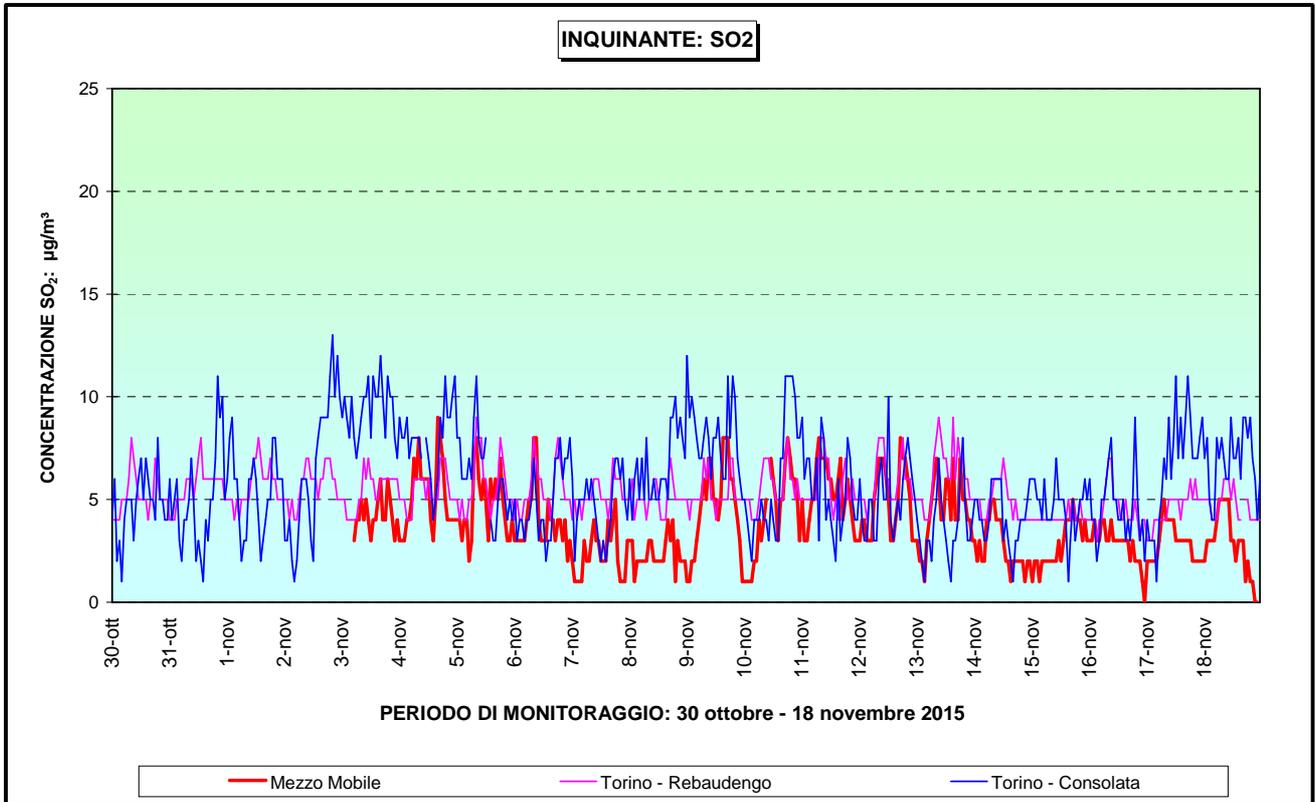
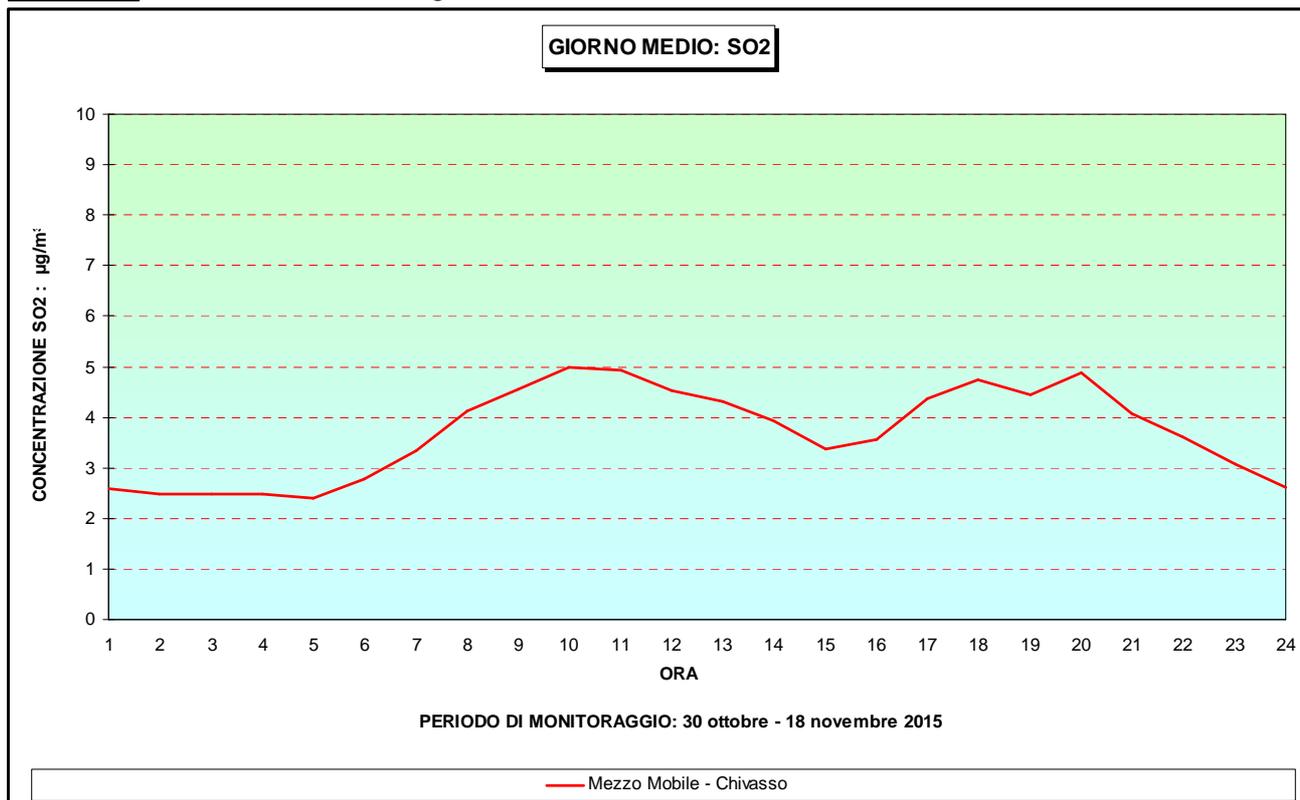


Figura 16 - SO<sub>2</sub> andamento orario



**Figura 14** - SO<sub>2</sub> andamento del giorno medio



## 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<sup>3</sup>), 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.

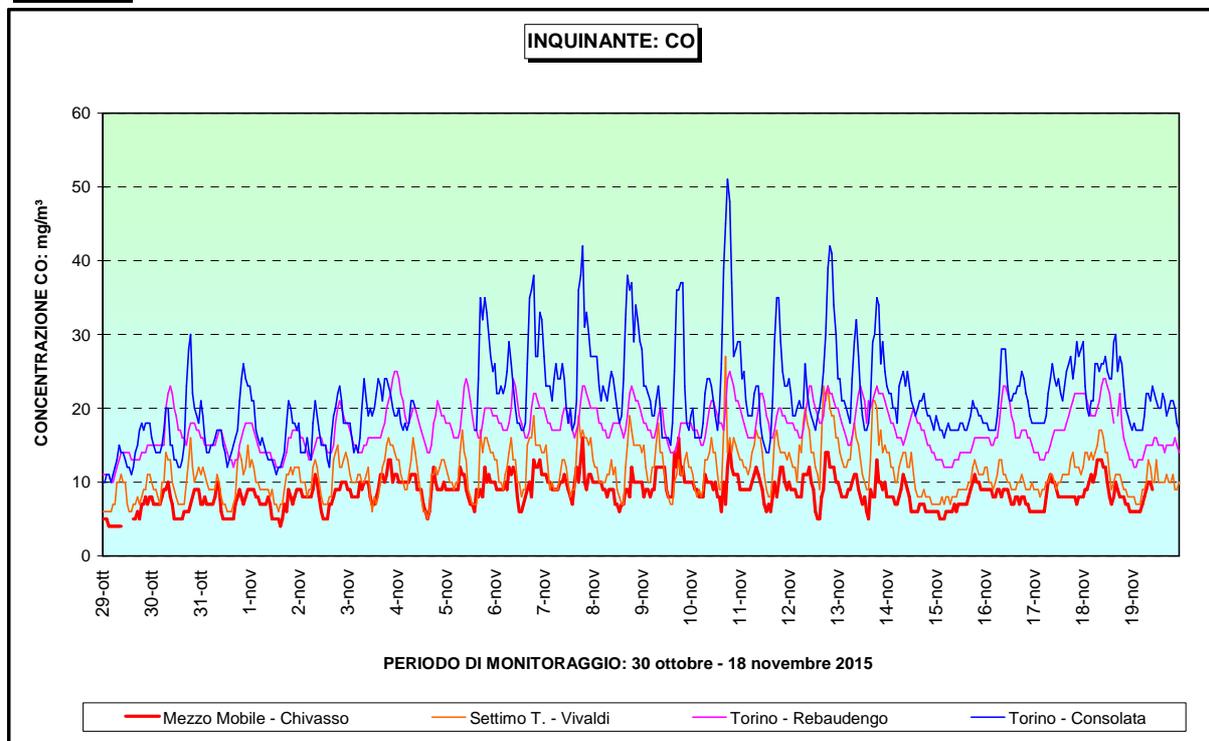
Durante la campagna di monitoraggio nel comune di Chivasso non si sono osservate criticità per questo parametro. La Tabella 12 e la Figura 17 evidenziano infatti che non si sono registrati

superamenti del valore di 10 mg/m<sup>3</sup> che, in base alla normativa vigente, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

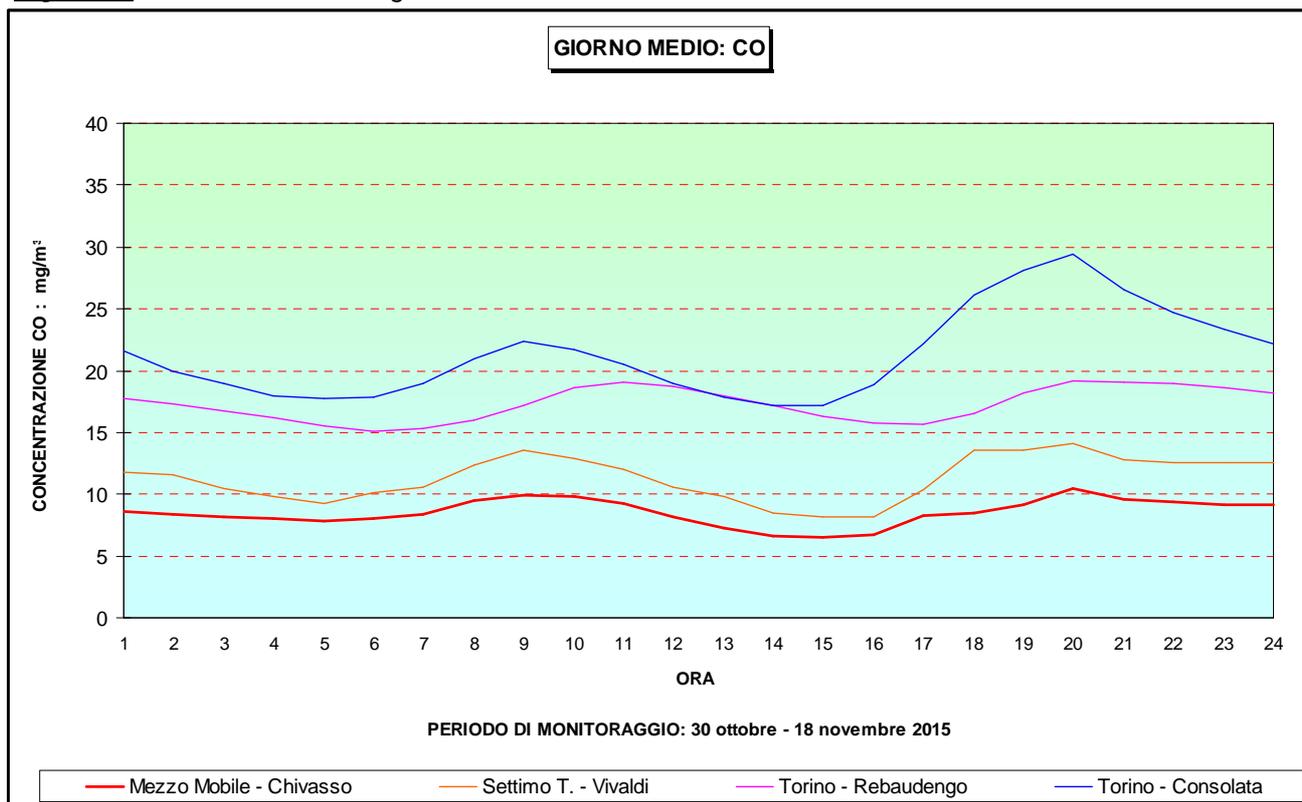
**Tabella 12** – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m<sup>3</sup>), della campagna di monitoraggio

Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	1.0
Media delle medie giornaliere	0.9
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.9
Massima media oraria	1.6
Ore valide	480
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.5
Media delle medie 8 ore	0.9
Massimo medie 8 ore	1.2
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u>	<b>0</b>

**Figura 17** - CO andamento orario



**Figura 18** - CO andamento del giorno medio



Dal grafico di *Figura 18*, si può osservare come l'andamento del giorno medio della campagna di monitoraggio di Chivasso sia molto simile alla stazione di Leinì, con valori bassi e costanti durante il corso della giornata.

## Ossidi di Azoto

Gli ossidi di azoto sono 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 la campagna di monitoraggio i livelli di NO registrano un valore massimo pari a 124  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; ed una media di 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabella 13).

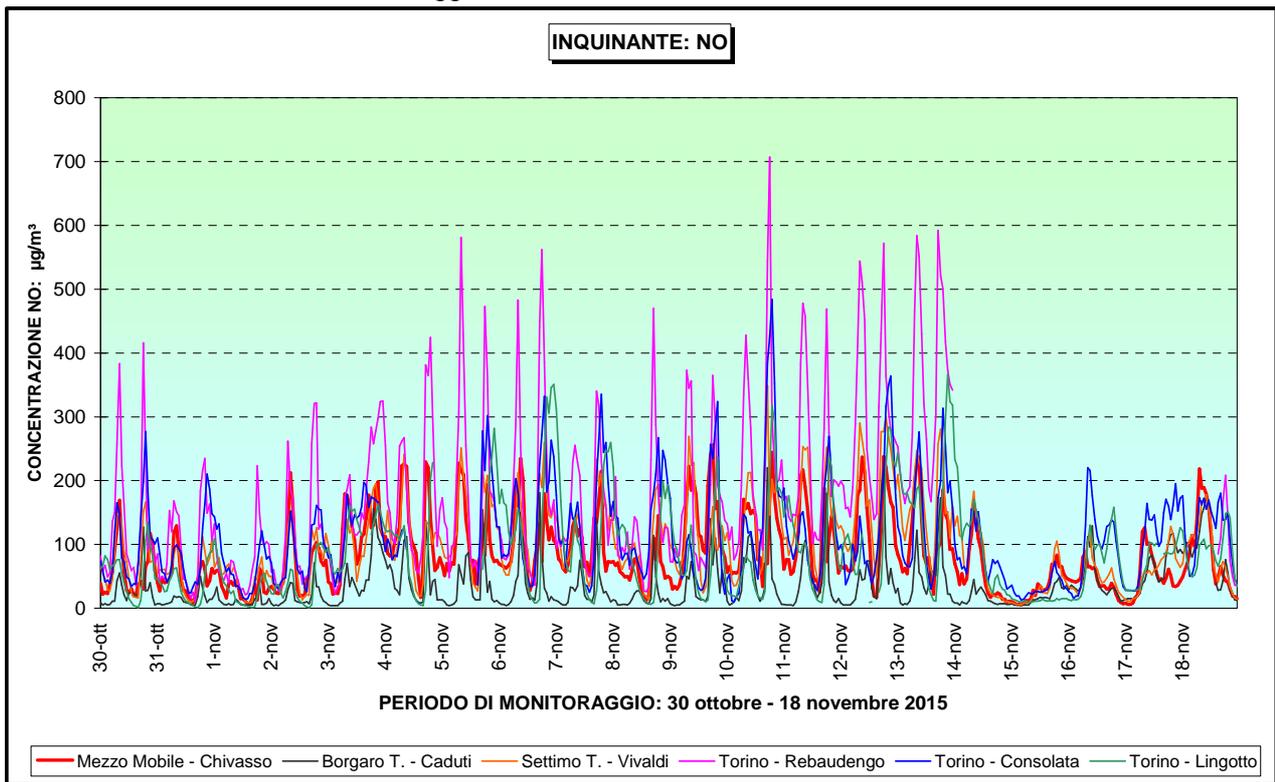
Confrontando i dati con quelli osservati in alcune stazioni della rete fissa della qualità dell'aria della provincia torinese (Figura 19 e Figura 20), si può notare come l'andamento sia simile alla stazione di traffico sita nel territorio comunale di Settimo T.se. I livelli registrati presso il sito di Chivasso risultano inferiori a quelli delle due stazioni di traffico della città di Torino (Rebaudengo e Consolata).

Nel profilo del giorno medio, in particolare, si evince che l'involuppo giornaliero è uguale a quello di Settimo T.se soprattutto nelle prime ore del giorno, mentre risulta più basso nelle ultime ore del giorno sebbene aumenti il passaggio di veicoli totali (Figura 7).

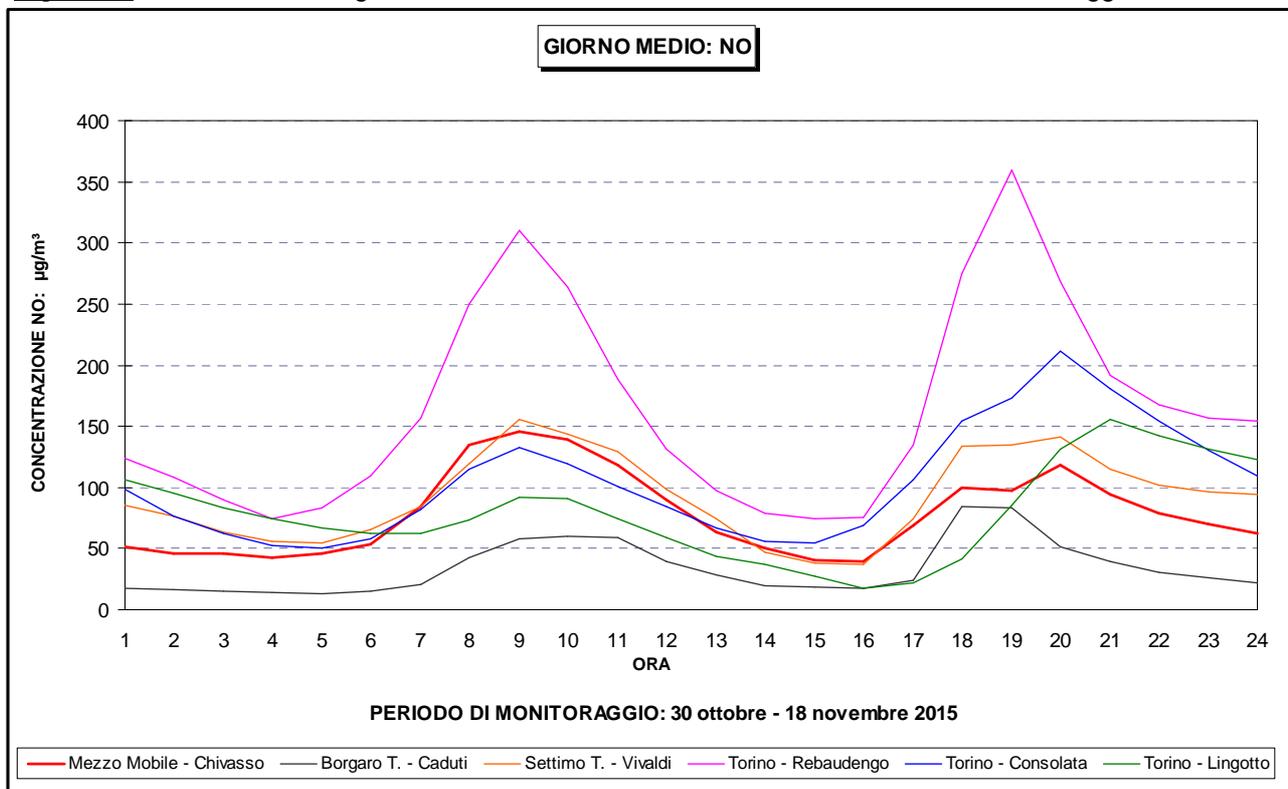
**Tabella 13** – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Minima media giornaliera	32
Massima media giornaliera	124
Media delle medie giornaliere	80
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	95%
Media dei valori orari	80
Massima media oraria	256
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%

**Figura 19** – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 20** - 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 NO<sub>2</sub> 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 nel Comune di Chivasso, l'andamento dell'NO<sub>2</sub> registra un valore medio di 49 µg/m<sup>3</sup>, con un picco di 64 µg/m<sup>3</sup>, senza nessun superamento dei limiti, vedi Tabella 14 – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>).

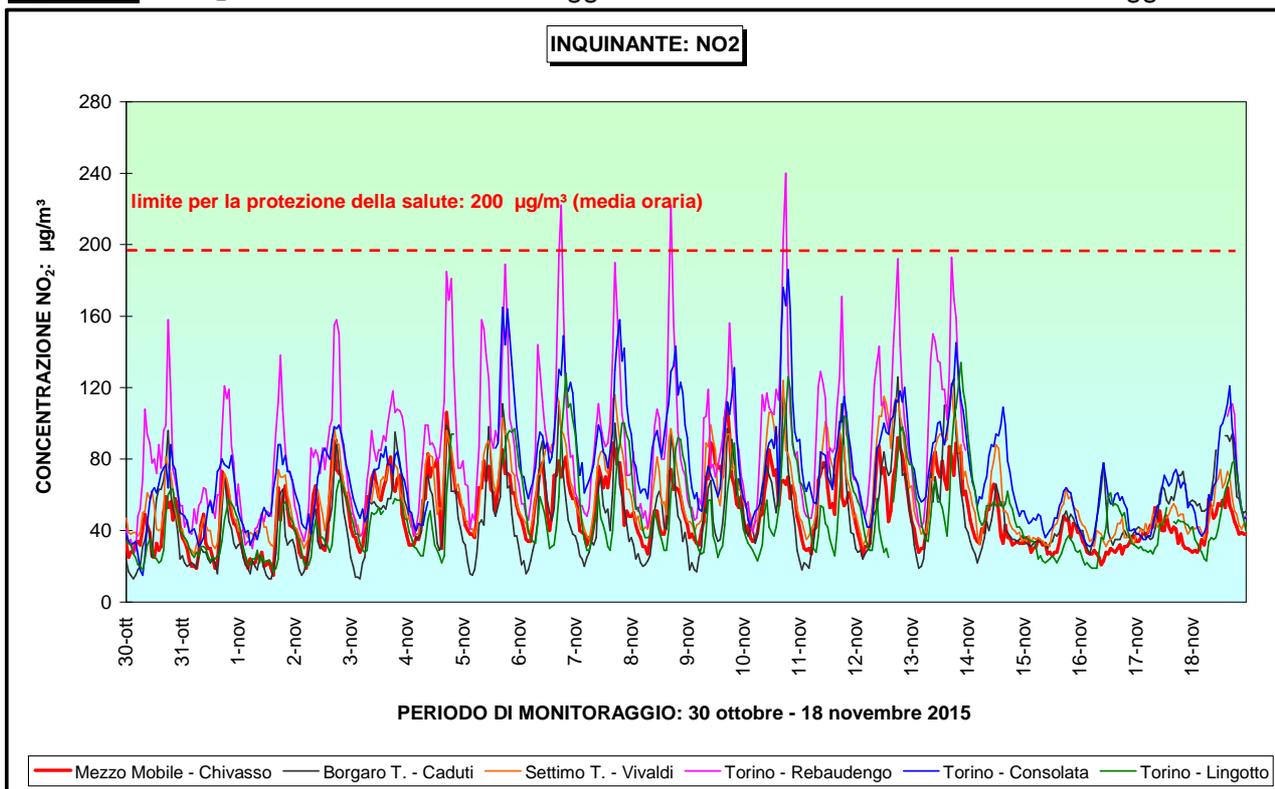
Dal grafico di Figura 20 si nota che i livelli di concentrazione dell'NO<sub>2</sub> sono mediamente simili alla stazione fissa di Settimo T.se, mentre le stazioni di traffico urbano di Torino – Rebaudengo e Torino –Consolata registrano valori mediamente più elevati.

La normativa prevede per il biossido di azoto anche un valore limite annuale; valutazioni sulla concentrazione media annuale – e quindi il confronto con tale valore limite – saranno effettuate al termine della seconda campagna.

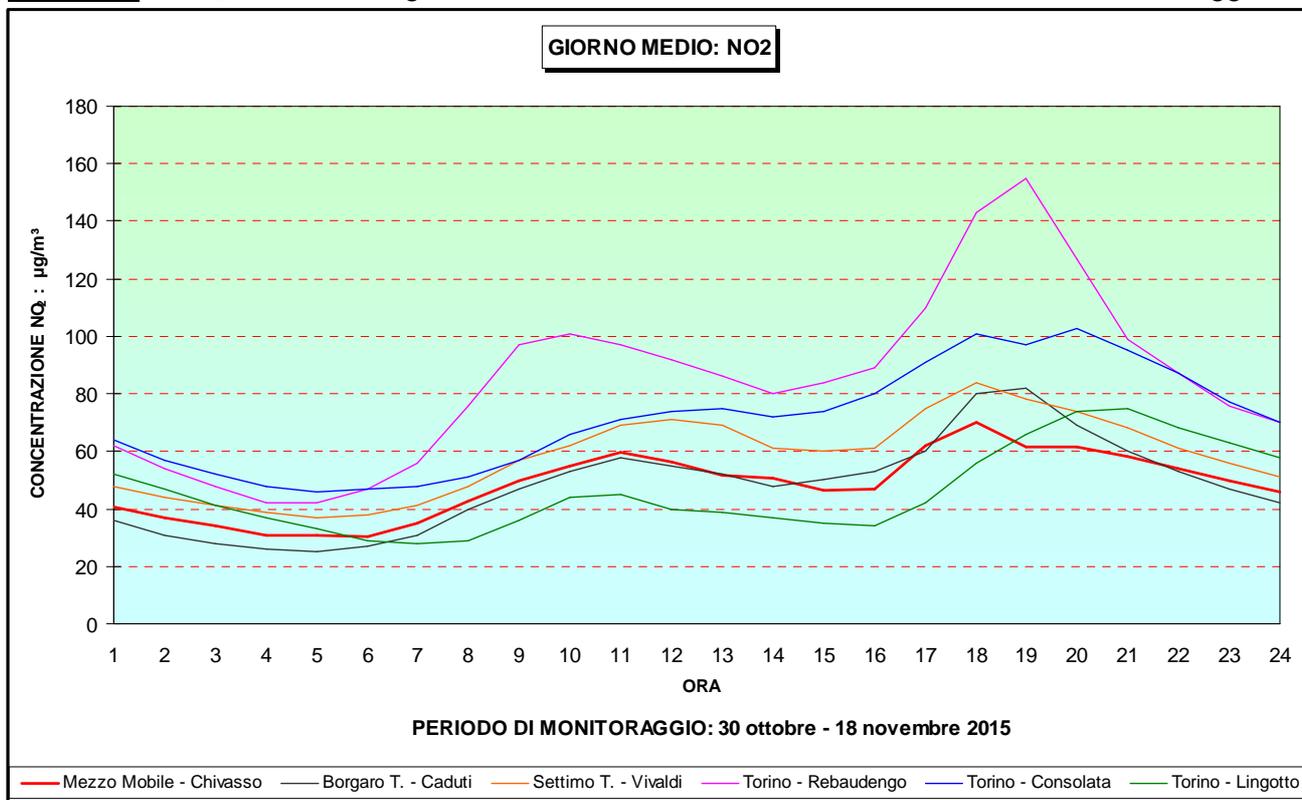
**Tabella 14** – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	30
Massima media giornaliera	64
Media delle medie giornaliere	49
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	95%
Media dei valori orari	49
Massima media oraria	111
Ore valide	456
Percentuale ore valide	95%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	<b>0</b>

**Figura 19** – NO<sub>2</sub>: confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 20** – NO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni 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.

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.

Nella campagna di monitoraggio, vedi (Tabella 15), si registrano valori di benzene con una media del periodo pari a  $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e un valore massimo di  $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dalla (Figura 21), si può vedere come i dati di siano inferiori sia a quelli della stazione di traffico sita nel comune di Settimo T.se sia a quelli della stazione di fondo di Borgaro.

Valutazioni sulla concentrazione media annuale – e quindi il confronto con il valore limite di legge – saranno effettuate al termine della seconda campagna, con una base dati più ampia.

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  $11.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e la massima media oraria di  $39.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabella 14), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Dalla Figura 22, si nota come il livello di concentrazione di Toluene della campagna sia più basso rispetto alle altre due stazioni prese come riferimento, Settimo T.se e Borgaro T.se.

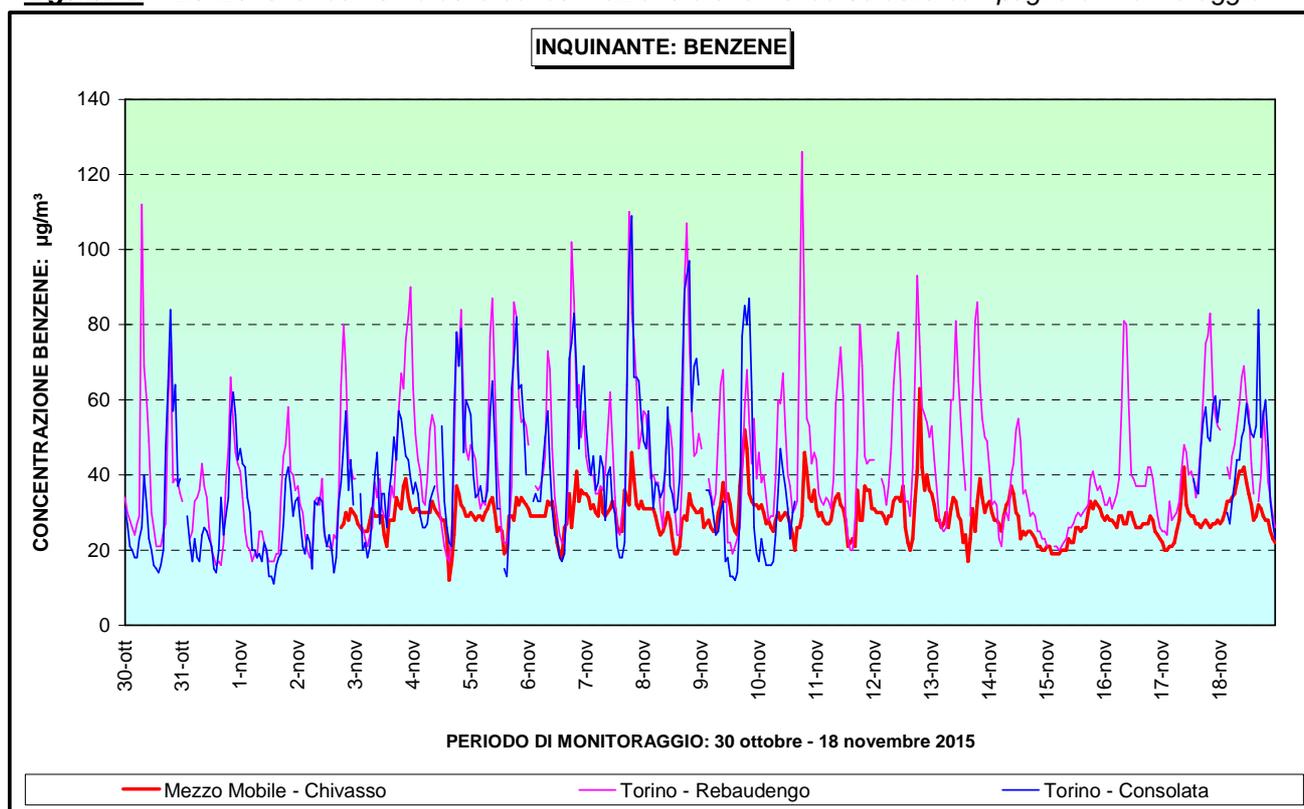
**Tabella 15** – Dati relativi al benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Minima media giornaliera	2.5
Massima media giornaliera	3.3
Media delle medie giornaliere	2.9
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	2.9
Massima media oraria	6.3
Ore valide	390
Percentuale ore valide	81%

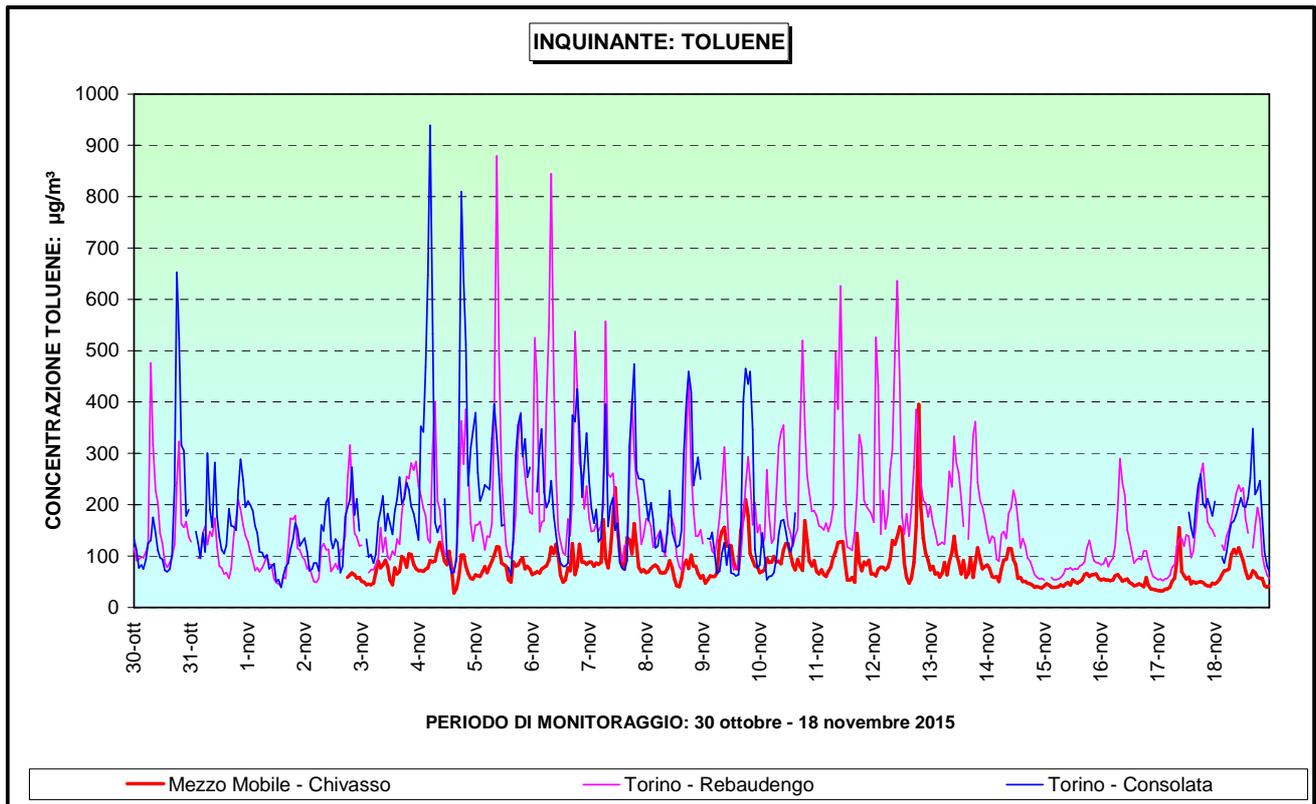
**Tabella 16** – Dati relativi al toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Minima media giornaliera	4.9
Massima media giornaliera	11.3
Media delle medie giornaliere	7.9
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	7.9
Massima media oraria	39.5
Ore valide	390
Percentuale ore valide	81%

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



**Figura 22** – Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



## 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 d'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 la 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 PM<sub>10</sub>, 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 PM<sub>2.5</sub> (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio la media dei valori di concentrazione di particolato PM<sub>10</sub> è stata pari a 58 µg/m<sup>3</sup>, (vedi Tabella 17), con un valore massimo giornaliero di 89 µg/m<sup>3</sup>, con 12 superamenti del valore giornaliero dei 50 µg/m<sup>3</sup>.

I valori registrati durante la campagna hanno andamento simile a quelli registrati in altre stazioni provinciali prese in considerazione per il confronto. Il profilo giornaliero registrato a Chivasso risulta simile a quello della stazione di traffico di Torino – Rebaudengo con alcune giornate dal 7 all' 11 novembre il particolato atmosferico superiori.

**Tabella 17** – Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	25
Massima media giornaliera	89
Media delle medie giornaliere	58
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	<b>12</b>

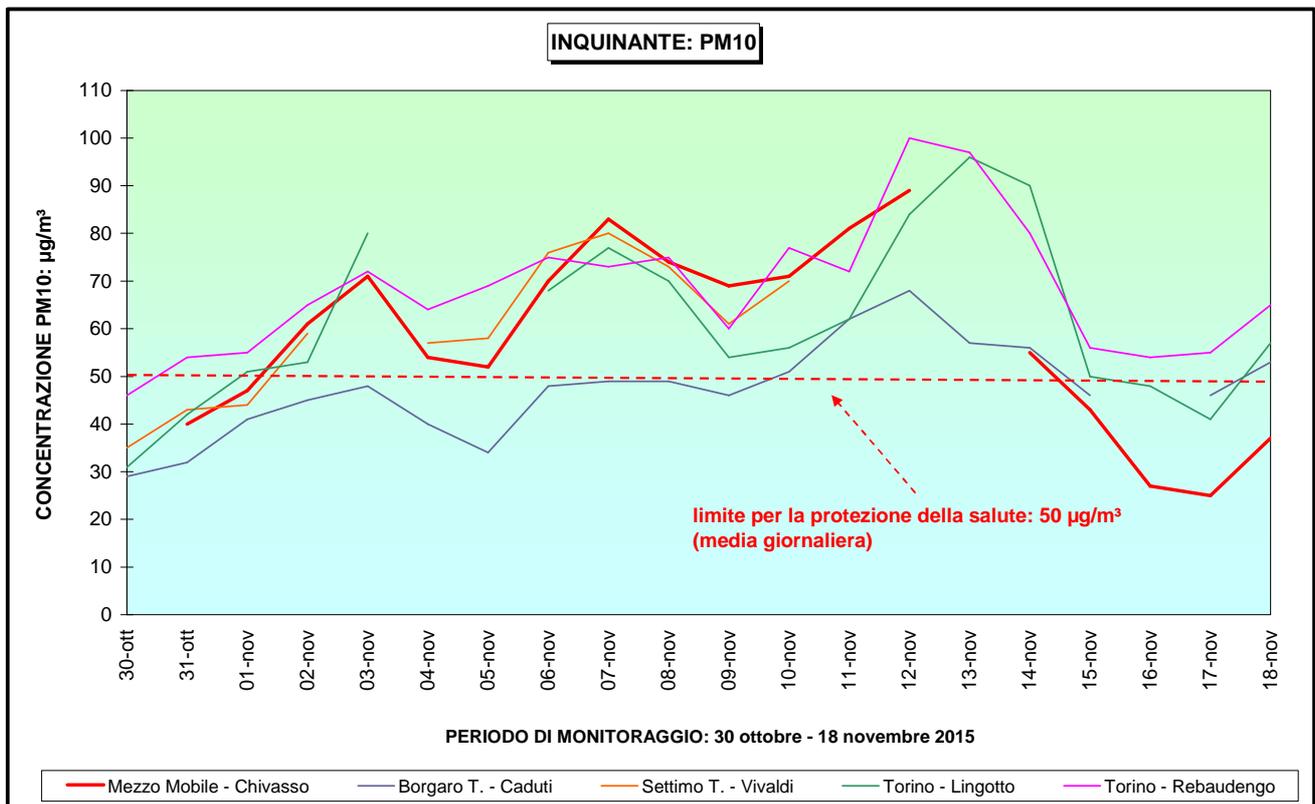
In Tabella 18 sono riportati i dati relativi al PM<sub>2.5</sub> durante la campagna: la media dei valori di concentrazione di particolato PM<sub>2.5</sub> è stata pari a 19 µg/m<sup>3</sup>, con un valore massimo giornaliero di 75 µg/m<sup>3</sup>. I valori sono molto simili a quelli della stazione di traffico urbano, Torino - Rebaudengo (Figura 24).

La percentuale di  $PM_{2.5}$  è circa l' 80% del  $PM_{10}$ ; buona parte della frazione che costituisce il particolato atmosferico è di origine secondaria ( come evidenziato anche dal fatto che il  $PM_{2.5}$  costituisce in media circa l'84% del  $PM_{10}$ ) e, in quanto tale, può aver avuto origine anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento. Ciò fa sì che punti di misura, anche relativamente lontani, presentino valori confrontabili.

**Tabella 18** – Dati relativi al particolato sospeso  $PM_{2.5}$  ( $\mu g/m^3$ )

Minima media giornaliera	19
Massima media giornaliera	75
Media delle medie giornaliere	49
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	95%

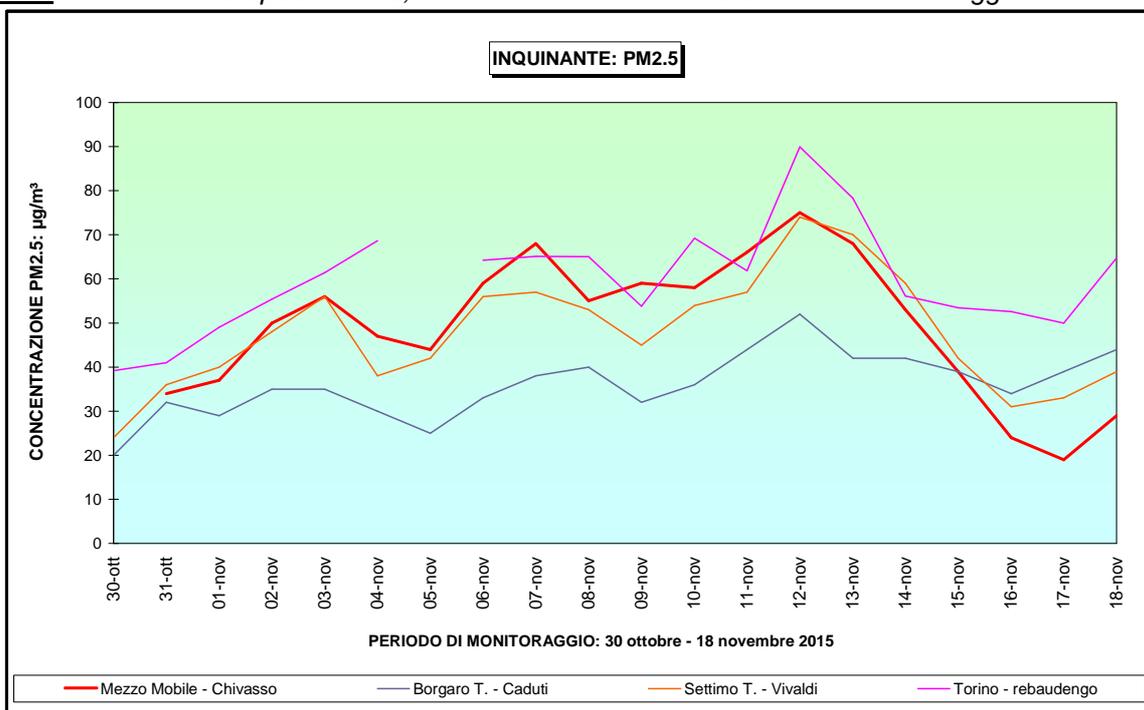
**Figura 23** – Particolato sospeso  $PM_{10}$ : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute



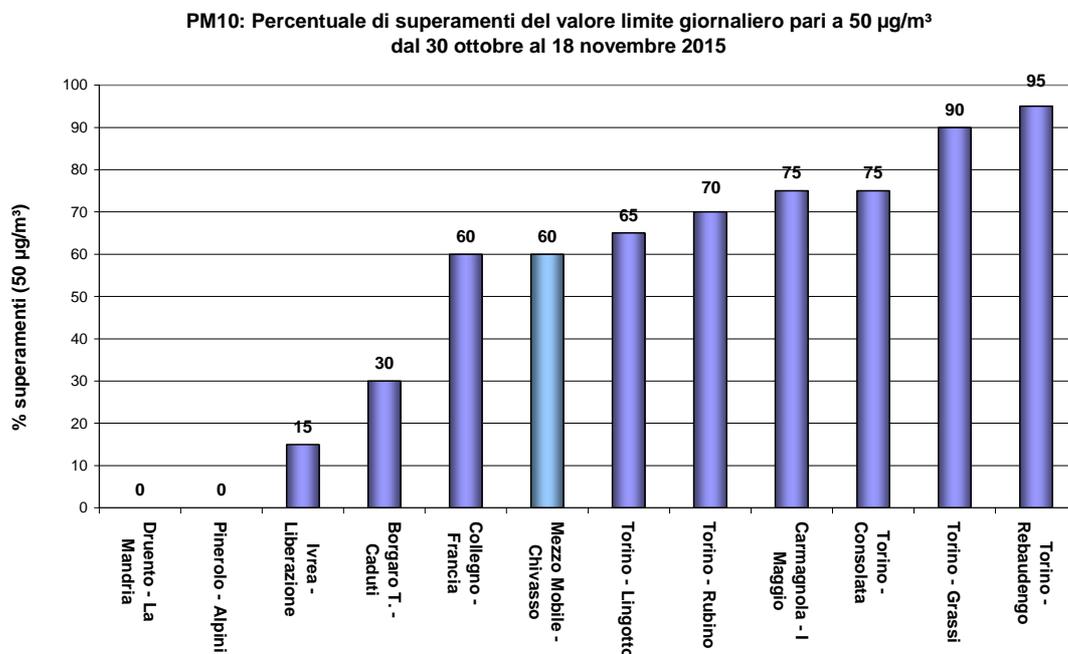
Rispetto ai limiti normativi del  $PM_{10}$  la durata complessiva del monitoraggio nel comune di Chivasso, prima e seconda campagna, sarà inferiore all'arco temporale stabilito dal D.Lgs 155/2010 per poter calcolare la media annuale da confrontare poi con il limite di legge di  $40 \mu g/m^3$ . Tuttavia, a conclusione delle due campagne di monitoraggio, sarà possibile effettuare una stima del valore di concentrazione annuale del  $PM_{10}$  facendo ricorso ad una semplice formula matematica che si basa sul confronto con una stazione della rete fissa con caratteristiche simili.

In **Figura 25** si riporta il confronto della percentuale di giorni di superamenti del limite giornaliero registrati, durante la campagna di misura, presso le stazioni di monitoraggio della rete provinciale e presso il sito del laboratorio mobile<sup>2</sup>.

**Figura 24** – Particolato sospeso PM2.5, confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 25:** Particolato sospeso PM10 – percentuale di giorni di superamento del valore limite giornaliero in provincia di Torino nel corso della prima campagna.



<sup>2</sup> Nella Figura 25 non è stata inserita la stazione di Settimo T.se in quanto la bassa percentuale di dati validi non permette di calcolare una percentuale di superamenti rappresentativa

## Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) - Metalli sul particolato

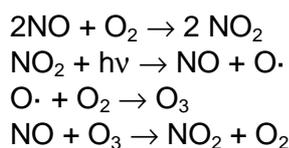
Le considerazioni e i commenti relativi ai composti policiclici aromatici e dei metalli sul particolato saranno riportati nella seconda relazione di confronto tra la prima e la seconda campagna di monitoraggio, sia perché i tempi per la determinazione analitica di tali composti è più lunga sia perché la normativa definisce indicatori annuali e quindi risulterebbe poco significativo il confronto con i dati rilevati durante un'unica campagna breve.

## 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<sub>x</sub>) 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 dei valori di riferimento della normativa, con un valore medio di 9 µg/m<sup>3</sup>, e un valore massimo di 102 µg/m<sup>3</sup>, vedi Tabella 17.

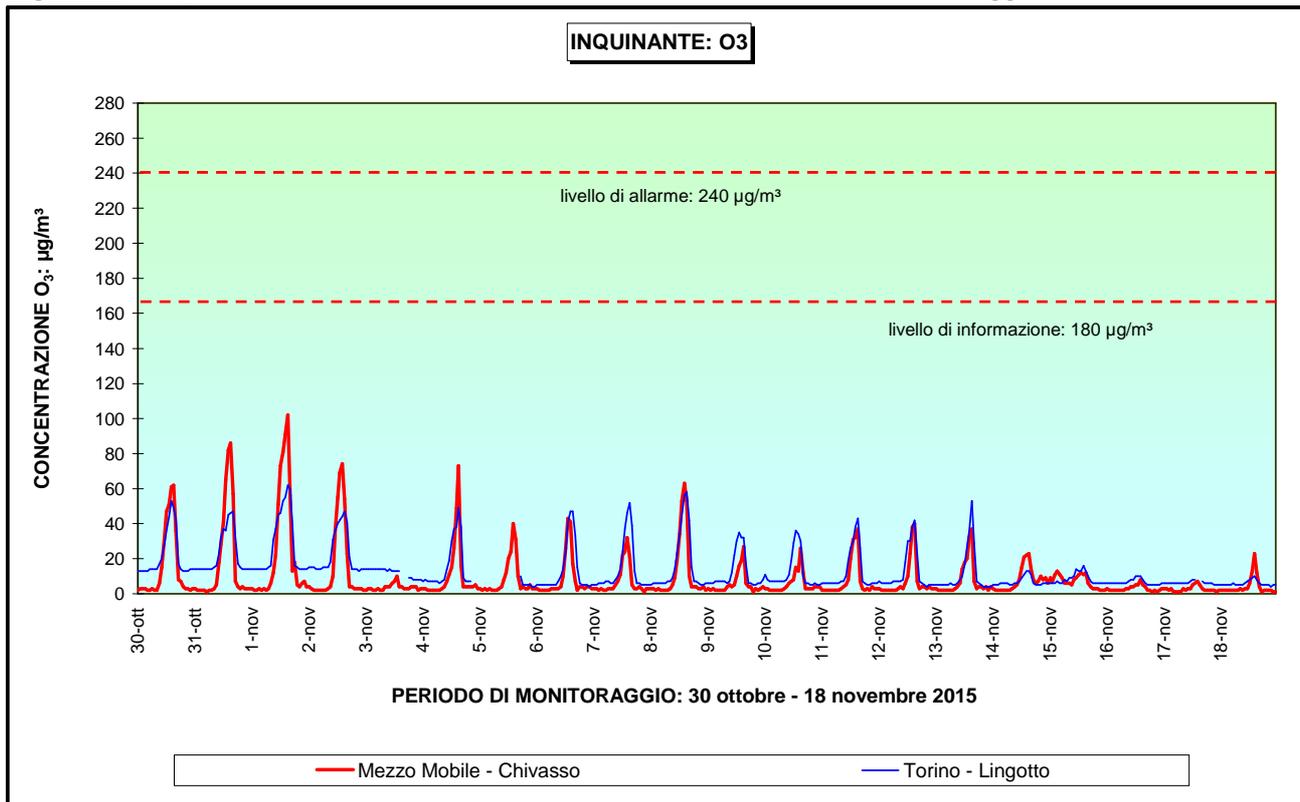
Dal grafico in figura 27, si può vedere che comunque il profilo orario sia molto simile a quello della stazione di fondo urbano di Lingotto. Valori bassi di ozono sono tipici del periodo tardo autunnale e sono dovuti al minor irraggiamento solare, l'ozono infatti viene prodotto in atmosfera a partire da altri inquinanti a seguito di reazioni di tipo fotochimico, per cui è un inquinante critico nei mesi più caldi dell'anno. Considerazioni più approfondite su questo inquinante potranno quindi essere effettuate dopo la seconda campagna.

Durante tutta la campagna di misura non si sono registrati superamenti del livello di protezione della salute umana pari a 120 µg/m<sup>3</sup> come media trascinata sulle 8 ore.

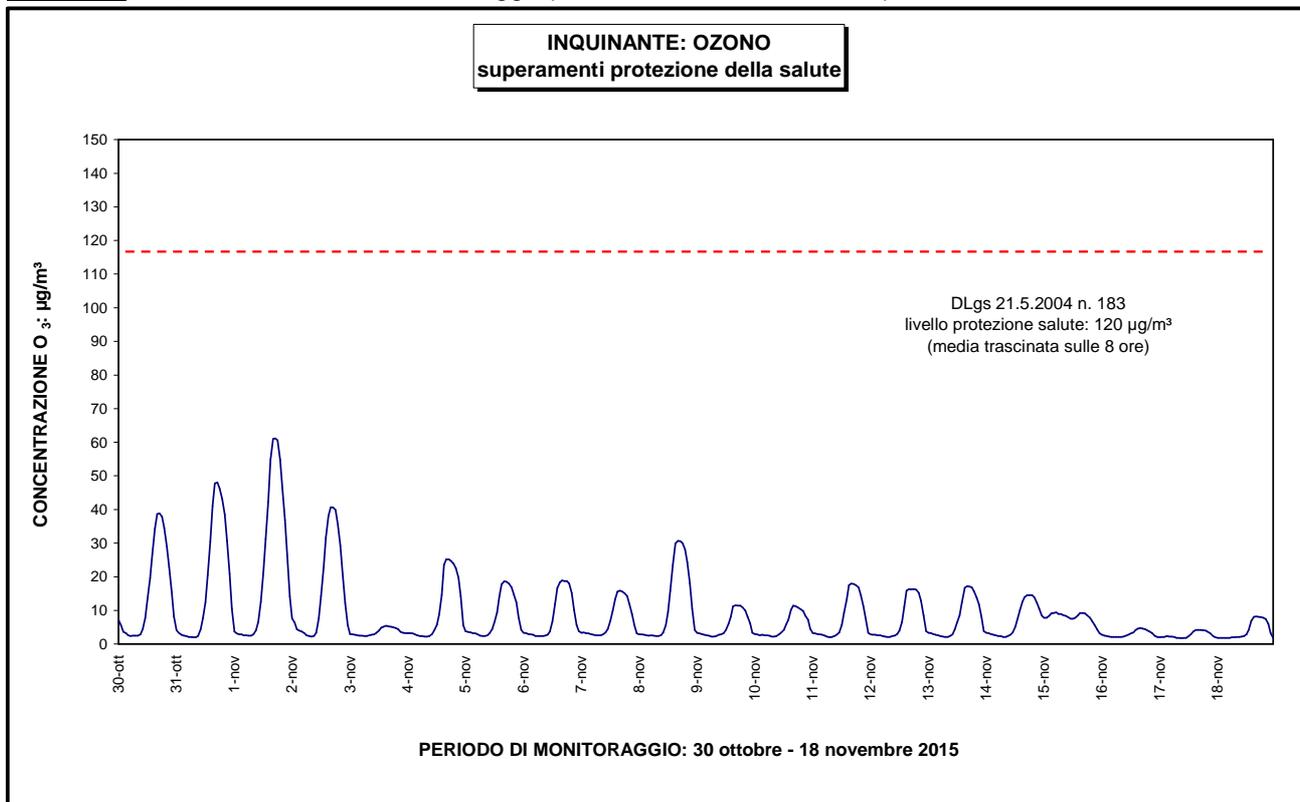
**Tabella 19** – Dati relativi all'ozono (O<sub>3</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	24
Media delle medie giornaliere	9
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	9
Massima media oraria	102
Ore valide	480
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	9
Massimo medie 8 ore	61
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>

**Figura 27** – O<sub>3</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge



**Figura 28** – O<sub>3</sub>: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)



## **CONCLUSIONI**

Lo stato della qualità dell'aria che emerge dalla campagna di monitoraggio nel Comune di Chivasso presso risulta simile, per alcuni inquinanti, a quella delle stazioni di traffico di Settimo T.se e della città di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti (ozono, biossido di zolfo e biossido di azoto), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana su base oraria e giornaliera per biossido di zolfo, monossido di carbonio e biossido di azoto ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo, ad eccezione del particolato atmosferico PM<sub>10</sub>. Infatti, per quest'ultimo sono stati registrati 12 superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); il numero massimo di giorni di superamento consentito dalla normativa è di 35 in un anno civile.

Per quanto riguarda il rispetto di tale valore limite, il confronto con i valori rilevati dalle altre stazioni provinciali nello stesso periodo mostra come i valori siano tipici di quella di una stazione di traffico urbano. Poiché le stazioni fisse che hanno mostrato nel periodo di monitoraggio un numero di giorni di superamento prossimo a quello registrato presso il sito in esame (Fig. 25) presentano tutte su base annuale un superamento del numero massimo di giorni consentiti, è del tutto presumibile che il valore limite non sia rispettato anche nel sito del comune di Chivasso. Si tratta peraltro di una situazione che non è caratteristica del sito in esame ma comune a tutta l'area di pianura del territorio della Città Metropolitana.

I dati di PM<sub>2,5</sub> acquisiti mostrano come la frazione che compone il PM<sub>10</sub> sia costituita per una percentuale significativa da particolato secondario, come è peraltro caratteristico dell'area urbana torinese e in generale della Pianura Padana .

Per quanto riguarda il benzene, per il quale la normativa prevede un valore limite su base annuale, si rimanda per una valutazione approfondita alla relazione finale che sarà prodotta al termine della seconda campagna. Considerazioni analoghe valgono per i valori limite annuali previsti dalla normativa per PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, biossido di azoto, idrocarburi policiclici aromatici e metalli.

Nel loro insieme i dati registrati mostrano, per il periodo monitorato, una situazione priva di criticità specifiche e analoga a altri siti da traffico dell'area di pianura del territorio della Città Metropolitana

## **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 SO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>.

  - ✓ 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 O<sub>3</sub> 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 EPA.  
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**

Gasromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

  - ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m<sup>3</sup>
  - ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m<sup>3</sup>
  - ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m<sup>3</sup>