

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 LUSERNA SAN GIOVANNI

RELAZIONE 1ª CAMPAGNA POST OPERAM

(14 luglio – 8 agosto 2016)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Roberto Sergi	Data: 14/12/2016	Firma: 
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 14/12/2016	Firma: 



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 Qualità dell'Aria" nel Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, d.ssa Elisa Calderaro, sig.ra Maria Leogrande, d.ssa Marilena Maringo, d.ssa Laura Milizia, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, d.ssa Claudia Strumia, coordinati dal Dirigente con incarico professionale dott. Francesco Lollobrigida.

Si ringrazia il personale degli Uffici Tecnici del Comune di Luserna San Giovanni per la collaborazione prestata.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO....	5
<i>L'Aria e i suoi Inquinanti</i>	<i>6</i>
IL LABORATORIO MOBILE.....	8
IL QUADRO NORMATIVO	8
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	11
OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....	12
<i>Traffico veicolare.....</i>	<i>17</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>23</i>
<i>Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Luserna San Giovanni.....</i>	<i>29</i>
<i>Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....</i>	<i>30</i>
<i>Giorno medio</i>	<i>30</i>
<i>Biossido di zolfo.....</i>	<i>31</i>
<i>Ossidi di Azoto</i>	<i>34</i>
<i>Monossido d'azoto</i>	<i>34</i>
<i>Biossido d'azoto.....</i>	<i>37</i>
<i>Monossido di Carbonio.....</i>	<i>40</i>
<i>Benzene e Toluene</i>	<i>43</i>
<i>Particolato Sospeso (PM₁₀) e (PM_{2.5}).....</i>	<i>46</i>
<i>PM₁₀</i>	<i>46</i>

<i>PM_{2.5}</i>	<i>47</i>
<i>Ozono</i>	<i>51</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>56</i>
<i>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</i>	<i>57</i>



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.

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m³) al milligrammo per metro cubo (mg/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 gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (inquinanti primari), al secondo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (inquinanti secondari).

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

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

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2015", elaborata congiuntamente dall' Area Risorse Idriche e Qualità dell'Aria della Città metropolitana di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Città metropolitana.

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

Tabella 1: fonti principali e 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 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 dipartimentali da Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile in dotazione al Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di campionatori di particolato atmosferico PM₁₀ e PM_{2.5}, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002, dal D.Lgs. 183/2004 e dal D.Lgs. 152/2007. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

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

Per quanto riguarda il parametro ozono con il D.Lgs. n. 183 del 21 maggio 2004, pubblicato sul supplemento ordinario n. 127 alla Gazzetta Ufficiale 23 luglio 2004 n. 171, la normativa italiana ha recepito la direttiva 2002/3/CE, per cui sono state abrogate le disposizioni concernenti all'ozono previste dal D.P.C.M. 28/3/83, D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e dal D.M. 16/5/96.

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 recente D.Lgs. 155/2010 ha abrogato e sostituito le normative precedenti, senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati; ha inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM_{2.5} e in particolare:

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

- un **valore obiettivo, espresso come media annuale**, pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010;

La nuova normativa prevede inoltre per il $\text{PM}_{2.5}$ un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2010).

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	$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	$125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	$500 \mu\text{g}/\text{m}^3$	--	--
BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) e OSSIDI DI AZOTO (NO_x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	$400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_2)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO_x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	$10 \text{ mg}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM_{10})	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	---	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

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Luserna San Giovanni da Arpa Piemonte - Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest, è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale, inviata con posta certificata (protocollo n° AOO.c_e758.06/08/2014.0011280). In particolare tale campagna è stata proposta allo scopo di avere informazioni puntuali della concentrazione degli inquinanti in aria ambiente prima e dopo la costruzione di una centrale a biomasse. L'impianto, alimentato a biomassa solida, è stato autorizzato per una potenza elettrica nominale di 999 KW e serve una rete di teleriscaldamento, con potenza termica disponibile in cogenerazione di 4200 kW.

Nel corso del 2015 sono state condotte due campagne ante operam (6 luglio – 3 agosto e 20 novembre – 18 dicembre) quando la centrale a biomasse non era ancora stata costruita o non era in funzione.

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

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

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato nella piazzetta Airali, adiacente alla rotonda nella quale si intersecano la SP161 e via G. Gianavello.

Nelle **Figura 1, Figura 2 e Figura 3** viene meglio rappresentato il sito nel quale è stato posizionato il laboratorio mobile.

Tale sito è stato individuato durante il sopralluogo del 14/11/2014, al quale erano presenti: per Arpa Piemonte il Dott. Francesco Lollobrigida e il sig. Roberto Sergi; per il comune di Luserna il Geom. Marco Benedetto, Responsabile dell'Area Tecnica, il Geom. Enrico Agli, dell'Ufficio Tecnico ed il Comandante della Polizia Municipale, sig. Diego Cagno.

Il sito anzidetto è stato scelto in considerazione delle richieste pervenute da codesto Ente e delle esigenze tecniche e di sicurezza legate alla tipologia delle indagini ambientali effettuate.

Dal punto di vista della classificazione prevista dalle norme tecniche europee si tratta di un sito da traffico, vale a dire di un "hot spot" con una rappresentatività spaziale limitata.

A rigore un sito come quello esaminato non potrebbe ospitare una stazione fissa per il rilevamento dei limiti di legge sulla qualità dell'aria, in quanto la normativa prescrive una distanza di almeno 25 m dai grandi incroci e di 4 metri dalla corsia di traffico più vicina. Come per molte campagne della stazione mobile si è trattato di trovare un compromesso tra le esigenze normative e quelle logistiche.

Le campagne di misura vengono in generale calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. Nello specifico sono state previste due campagne di misura: una prima campagna nel periodo estivo (oggetto della presente relazione) ed una seconda campagna nel periodo tra fine novembre e gennaio.

Questa campagna del 2016 è la prima post operam, effettuata con l'impianto a biomasse in funzione e corrisponde, come periodo dell'anno, alla prima del 2015.

La campagna è stata condotta tra il **14 luglio** e l'**8 agosto 2016** (26 giorni). Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 15 luglio al 7 agosto 2016, per un totale di 24 giorni.

L'inizio della campagna era prevista per l'11 luglio, ma problemi tecnici ne hanno consentito l'effettivo avvio solo il 14.

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

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

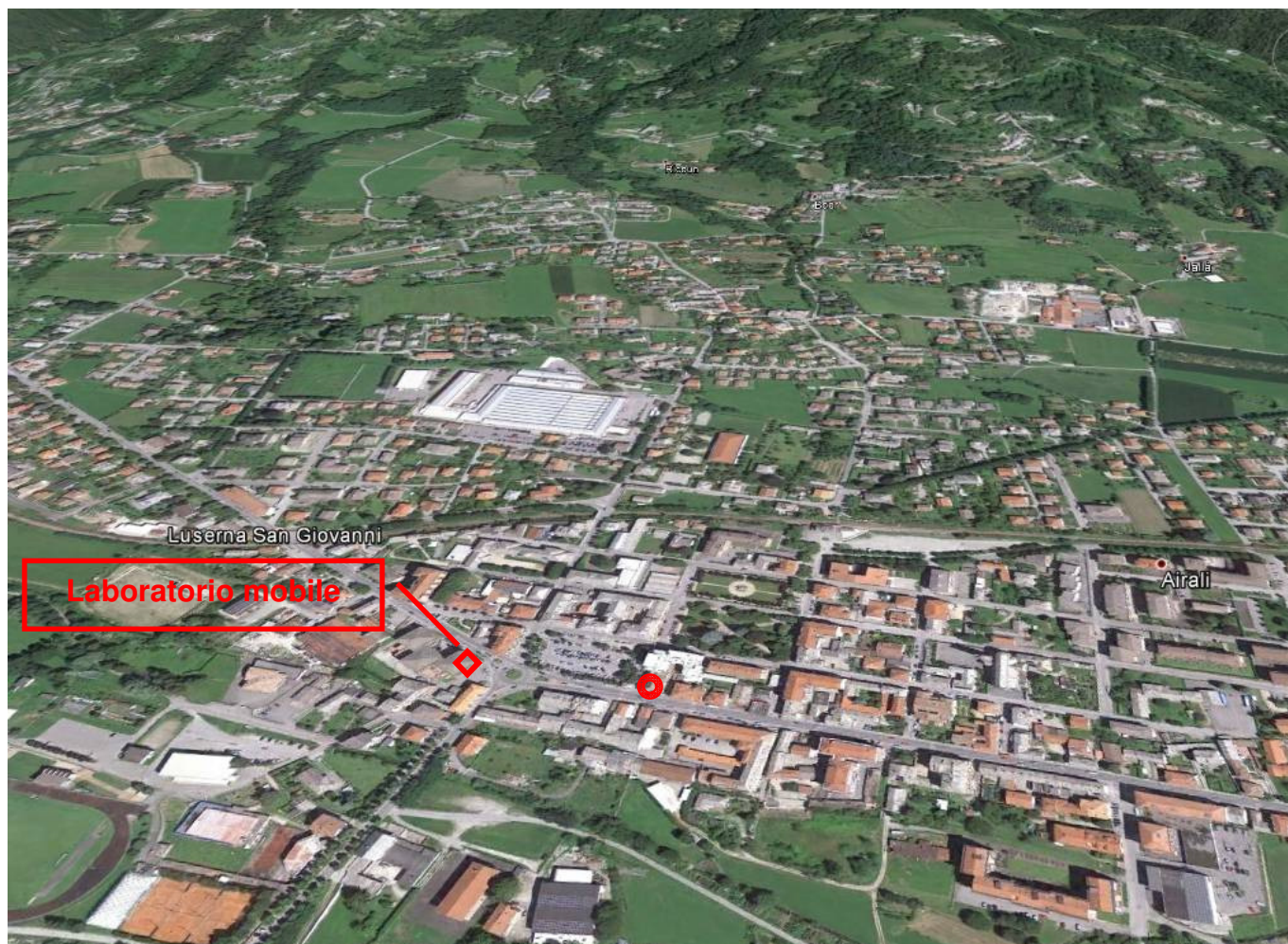
I dati presentati forniscono quindi, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati nello stesso periodo della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre,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

In accordo con l'Amministrazione comunale si è deciso, considerando la tipologia del sito in esame, di valutare quantitativamente il flusso veicolare nel corso della campagna. A tal fine è stato posizionato un conta traffico adiacente al sito di campionamento con il laboratorio mobile, come indicato nelle **Figura 1, Figura 2 e Figura 3**.

Si ricorda inoltre che nel corso del 2011 sono state condotte due campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con il laboratorio mobile presso il territorio comunale di Luserna S. Giovanni: la prima nel periodo invernale, dall'11 febbraio al 10 marzo; la seconda dal 30 giugno al 28 luglio. Le ragioni che hanno motivato tali campagne sono le medesime di quella oggetto della presente relazione e delle successive.

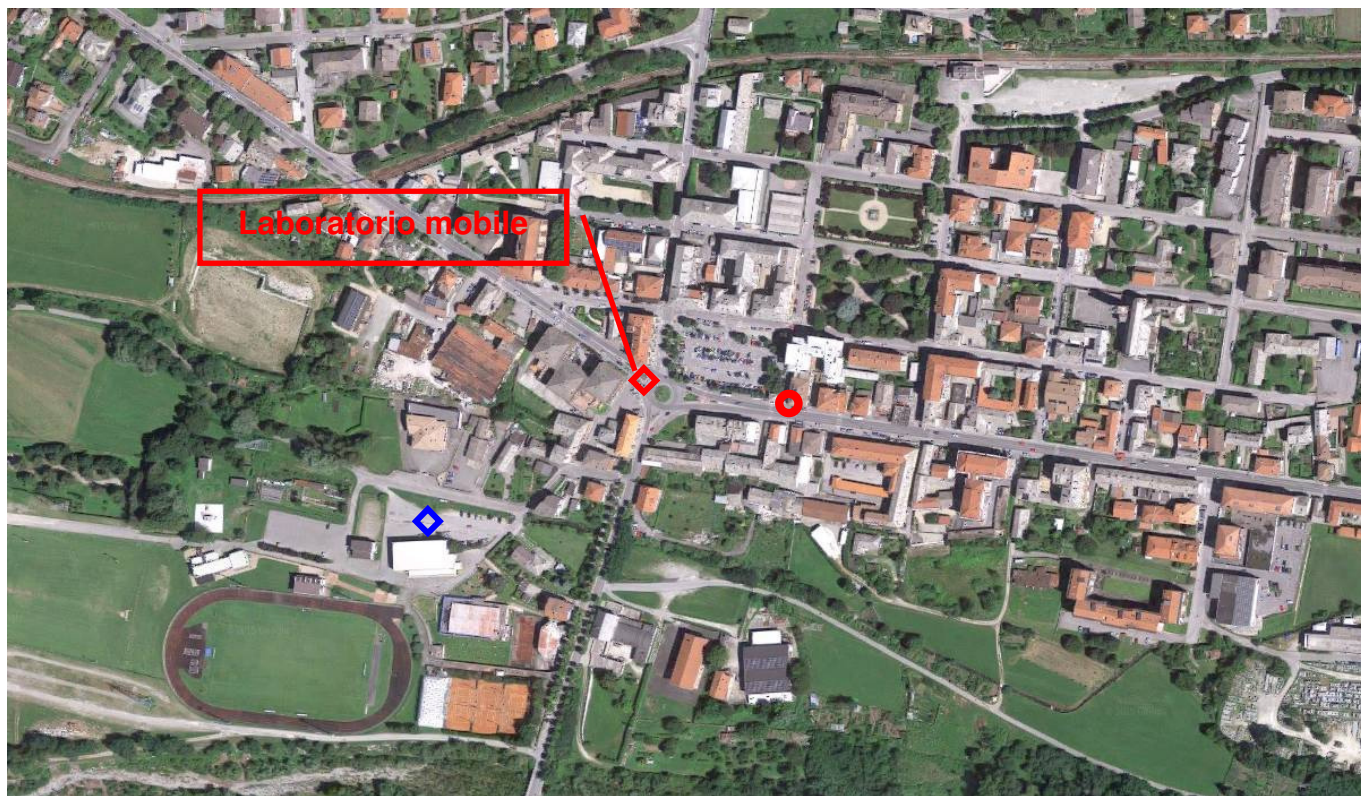
Nel 2011 il sito nel quale si sono svolte le campagne era il Piazzale della palestra comunale in via Airali, scelto a seguito dell'analisi delle direzioni di vento prevalente (rose dei venti) disponibili per l'area. Si sottolinea che tale sito ha caratteristiche differenti rispetto a quello scelto per le campagne del 2015 e del 2016, da cui dista 200 mt circa in linea d'area, essendo significativamente lontano da zone di traffico intenso.

Figura 1: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Luserna S. Giovanni.



● = sito di rilevamento flussi di traffico veicolare

Figura 2: Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Luserna S. Giovanni.



● = sito di rilevamento flussi di traffico veicolare

◆ = ubicazione del Laboratorio Mobile durante le campagne di monitoraggio del 2011

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 l'asse stradale della Strada Provinciale 161 all'altezza dell'incrocio con via Ribet, a circa 100 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 sulla SP 161 è pari ad **15917** 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
- 2) **Figura 6**) non emergono diminuzioni significative nelle giornate di sabato e domenica, probabilmente a causa del traffico turistico verso la Val Pellice;
- 3) il traffico veicolare nel tratto monitorato della SP161 è un traffico non veloce e continuo in cui i veicoli rallentano essendo presente la rotonda all'incrocio con via G. Gianavello; infatti il tempo di passaggio medio tra un veicolo e l'altro è di 9,71 secondi mentre la percentuale della circolazione in colonna è del 45,61 %; la velocità media dei veicoli è di 29,88 Km/h;
- 4) 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 non sono risultate elevate (vedi **Figura 7**);
- 5) l'andamento temporale medio giornaliero dei flussi veicolari totali lungo la SP161 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, con un picco di minore intensità e più distribuito nel tempo al mattino; dalle 12 alle 14 si registra un decremento dell'intensità del traffico che riprende a crescere fino alle 19; il flusso dei veicoli leggeri (autoveicoli e furgoni) è praticamente sovrapponibile a quello che considera i veicoli

nel loro insieme, mentre l'andamento dei passaggi dei veicoli pesanti presenta il massimo di intensità alle 8 del mattino. I picchi di concentrazione di ossidi di azoto, come si vede nelle

- 6) **Figura 8, Figura 9, Figura 10** si registrano nei momenti della giornata in cui vengono registrati gli incrementi significativi dei flussi di traffico veicolare;
- 7) la combustione dei motori dei veicoli di norma genera percentualmente più monossido di azoto (NO) che biossido di azoto (NO₂) 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 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. 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;
- 8) anche per il benzene si riscontra una correlazione tra i picchi di concentrazione e l'andamento temporale giornaliero dei flussi veicolari (**Figura 11**); 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 0.8 a 1.5 µg/m³ circa. Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici.

Figura 4: andamento orario traffico veicolare

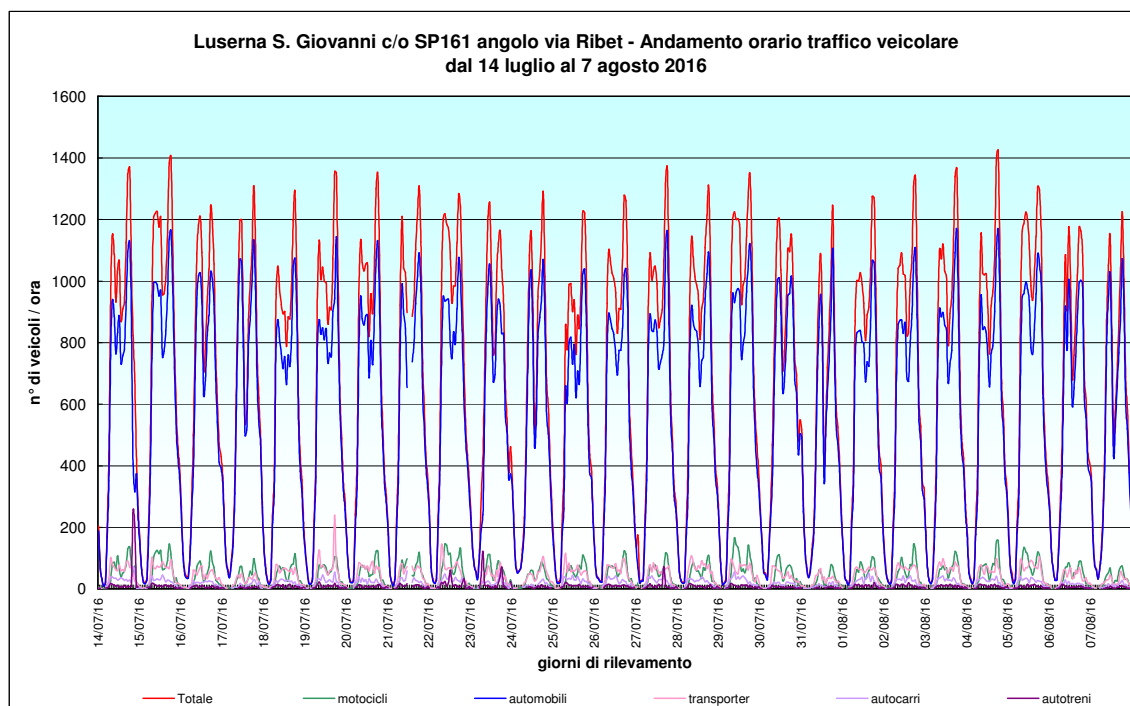


Figura 5: andamento giornaliero (solo giorni completi)

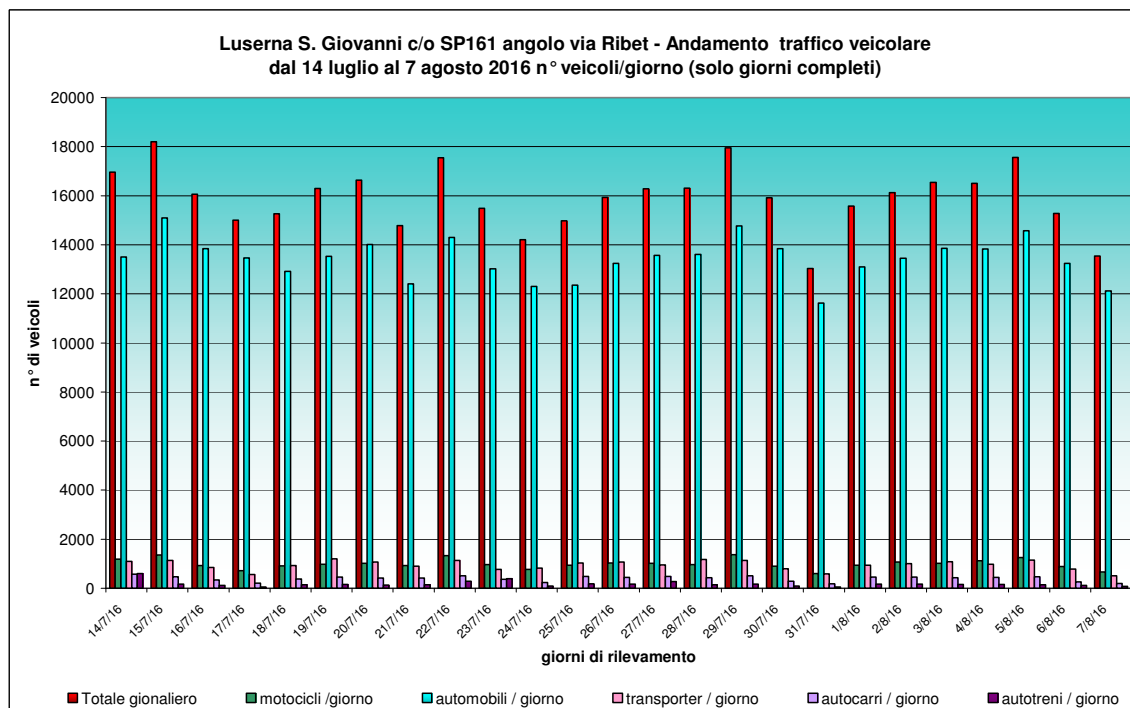


Figura 6: traffico veicolare grafico settimanale c/o SP161 angolo via Ribet (solo giorni completi)

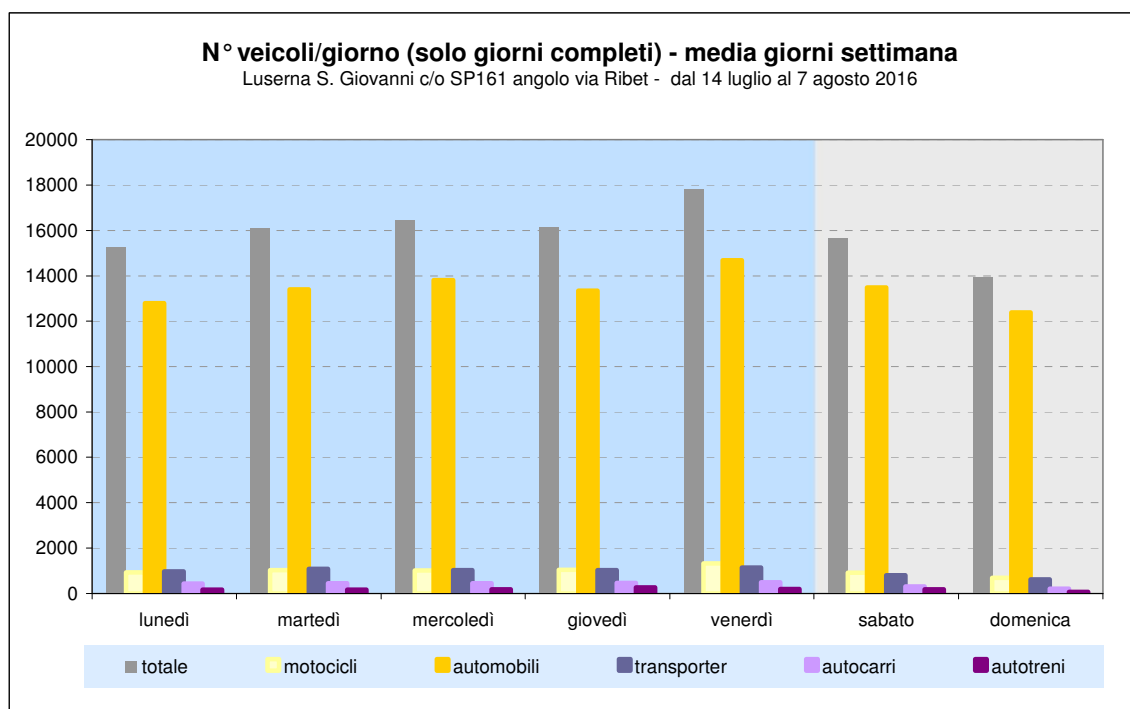


Figura 7: traffico veicolare c/o SP161 angolo via Ribet - valutazione di frequenza

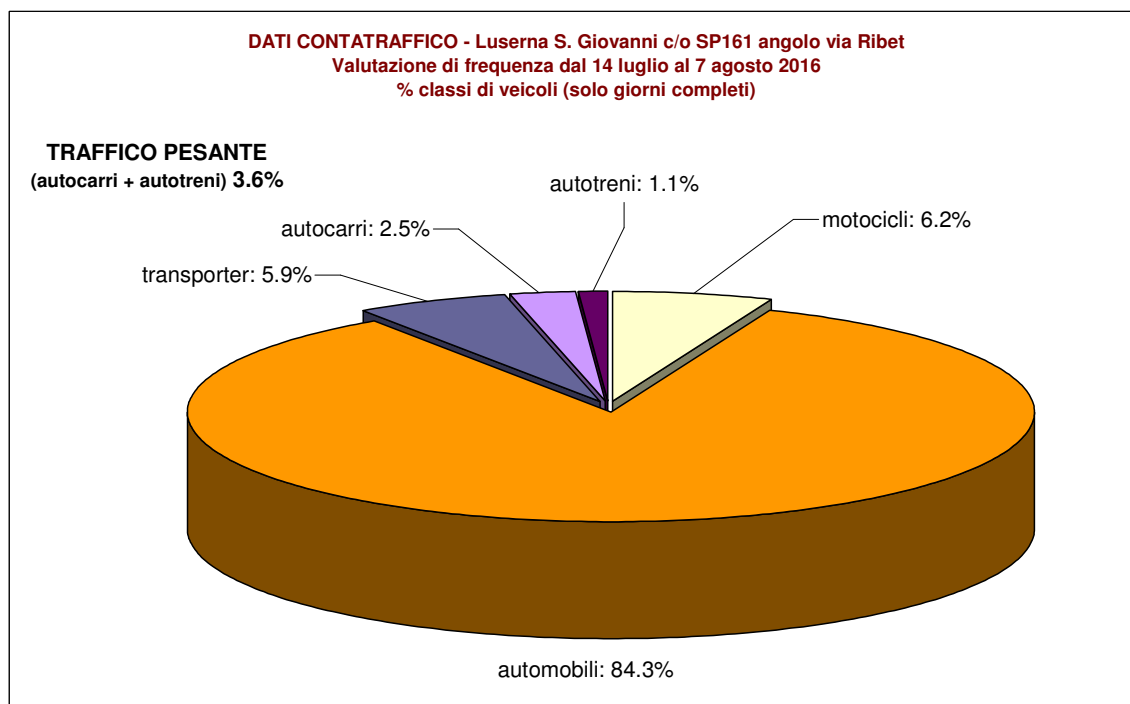


Figura 8: confronto giorno medio veicoli totali c/o SP161 angolo via Ribet con giorno medio ossidi di azoto

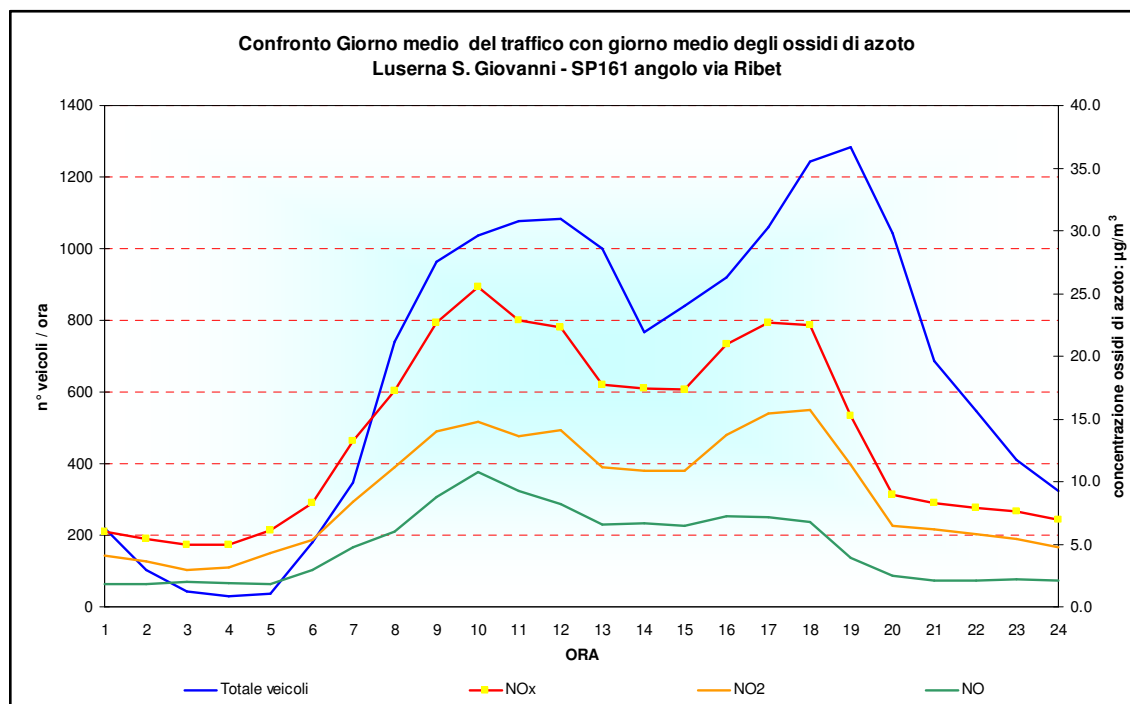


Figura 9: confronto giorno medio veicoli pesanti c/o SP161 angolo via Ribet con giorno medio ossidi di azoto

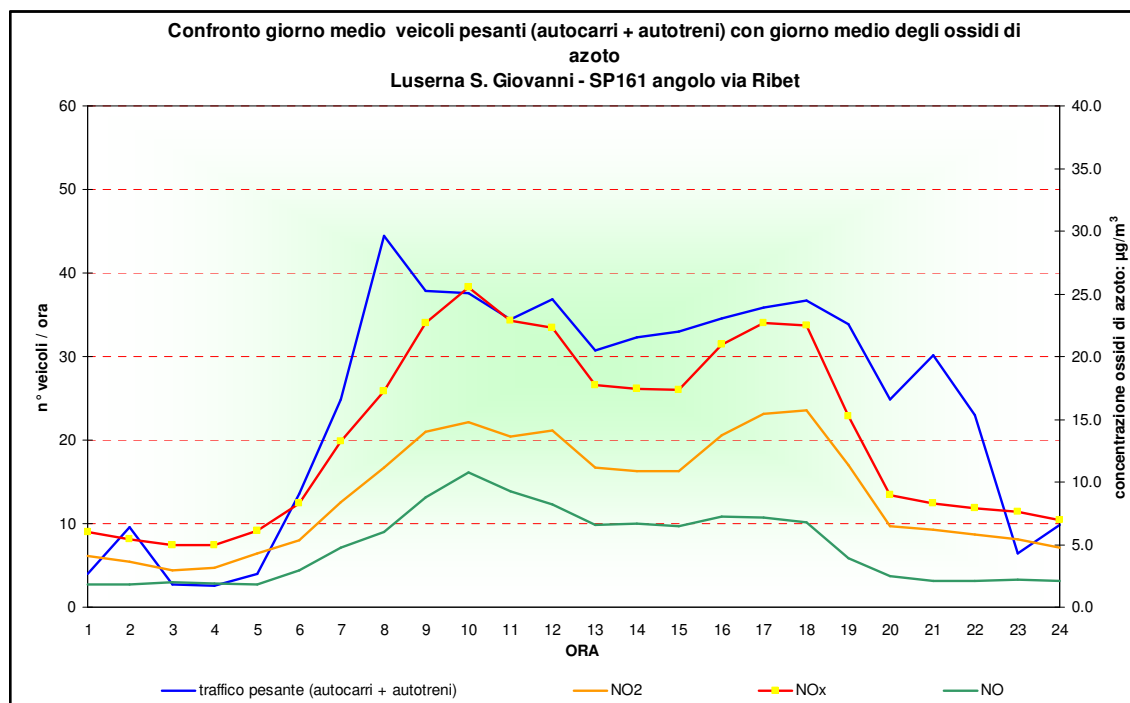


Figura 10: confronto giorno medio veicoli leggeri c/o SP161 angolo via Ribet con giorno medio ossidi di azoto

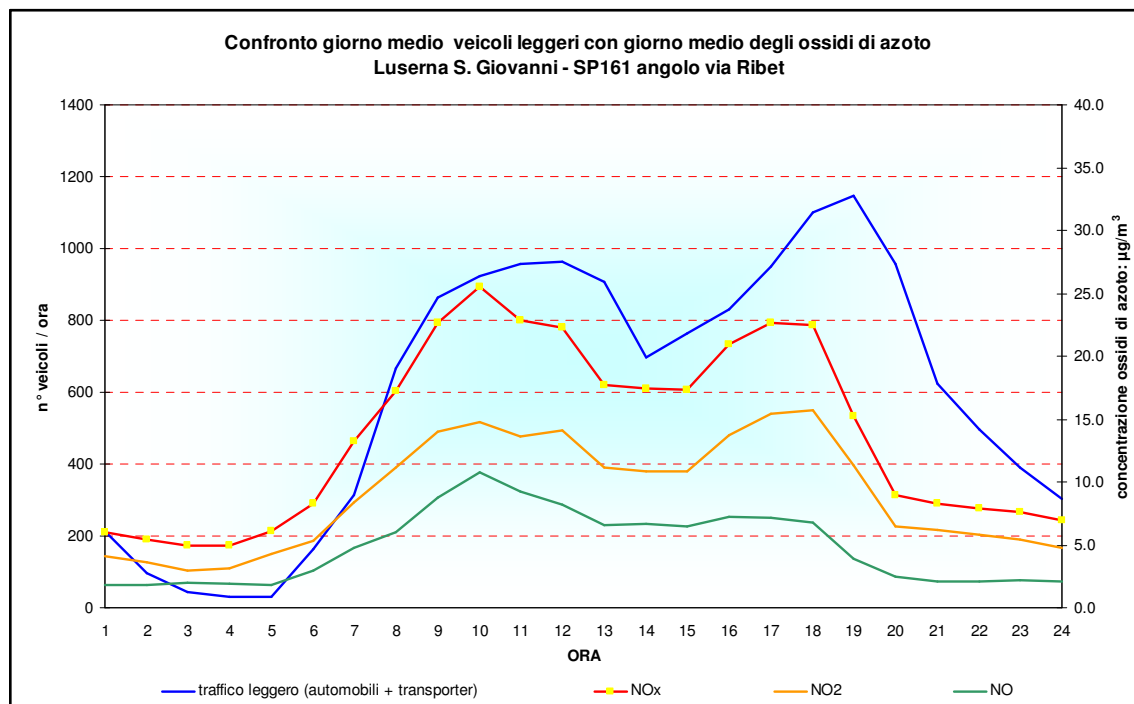
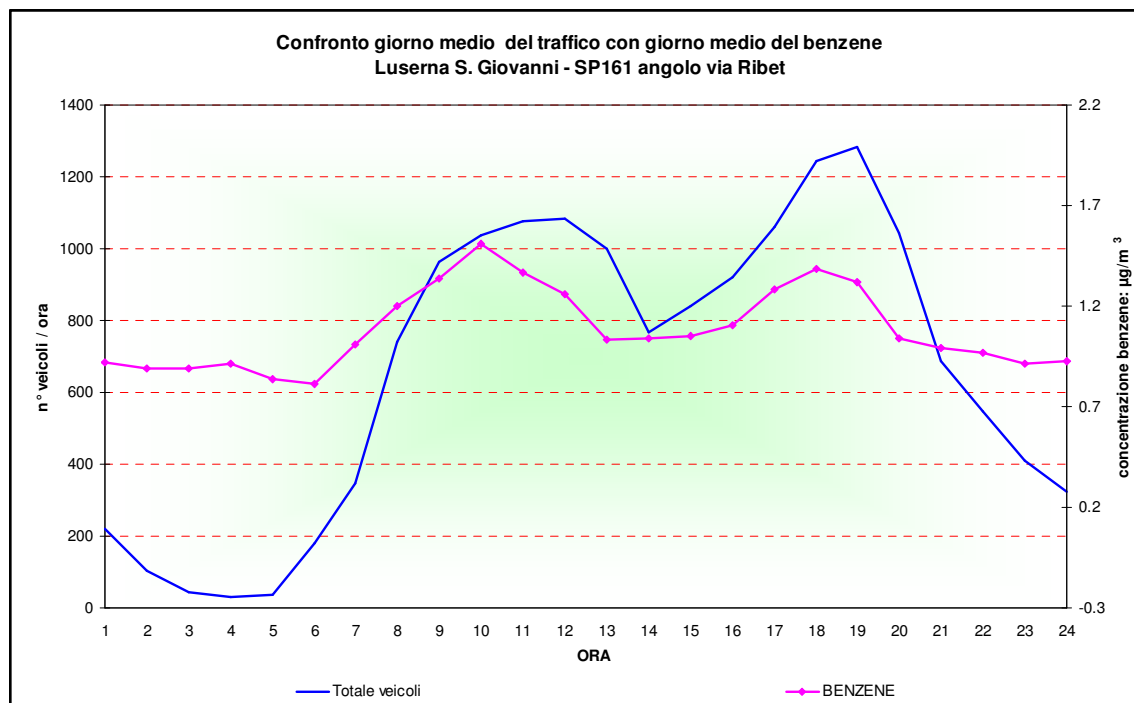


Figura 11: confronto giorno medio veicoli totali c/o SP161 angolo via Ribet con giorno medio benzene



Elaborazione dei dati meteorologici

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

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

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

Rispetto alle condizioni meteorologiche registrate in Piemonte nei mesi di luglio e agosto 2016 si riportano di seguito le considerazioni generali riportate nelle relazioni climatiche redatte dal Servizio Meteo di Arpa Piemonte.

Il mese di Luglio 2016 in Piemonte è stato più caldo della norma 1971-2000 ma le fasi anticicloniche sono state intervallate da diversi passaggi di strutture depressionarie atlantiche, che hanno causato episodi instabili con rovesci e temporali. Pertanto le ondate di calore non sono state particolarmente rilevanti né durature.

Per il mese di agosto l'evento più rilevante della prima decade del mese di agosto 2016 è stato rappresentato dall'avvicinamento all'arco alpino occidentale di una saccatura atlantica nel giorno 4, evoluta poi in circolazione depressionaria chiusa sul nord Italia nel giorno successivo. L'aria fredda instabile, associata al transito della struttura depressionaria sul territorio piemontese, ha causato forti temporali tra la serata del giorno 4 e l'alba di quello successivo. I fenomeni temporaleschi hanno interessato prima il settore settentrionale del Piemonte e successivamente i rilievi appenninici (fonte Arpa - Servizio Meteo).

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche locali, l'anemologia della val Pellice è caratterizzata, come in ogni valle montana, da un regime caratteristico con ciclo giornaliero che dà origine ai fenomeni della brezza di valle e della brezza di monte.

Brezza di valle: al mattino le pareti dei monti si scaldano per effetto dell'insolazione e l'aria ad essi adiacente si scalda, forma cumuli e sale lungo i pendii della valle.

Questa brezza ascendente di aria calda è fortemente turbolenta con capacità di diluizione effettiva degli inquinanti e ha uno spessore notevole (circa 100 metri).

Brezza di monte: di notte l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso la valle lungo il fianco delle montagne.

Questa brezza discendente è una lama d'aria molto sottile (circa 10 metri di spessore) che scende lungo i fianchi delle montagne verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa con velocità in funzione della pendenza del fondo valle.

Quando vi è una situazione di vento di valle che trascina in quota gli inquinanti vi è un rimescolamento rapido con le masse d'aria presenti in quota che disperdono gli inquinanti, questa situazione è fondamentale per la pulizia dell'aria della valle.

E' importante osservare che la configurazione e la direzione di tali brezze non sono necessariamente conformi con il vento di quota che sposta le masse su grande scala territoriale.

Il sito scelto per la campagna di monitoraggio ha consentito di monitorare solo il fenomeno di brezza di valle che è possibile riconoscere nella rosa del vento delle ore diurne (**Figura 12**), da cui si evince come direzione di provenienza dominante del vento quella compresa nel settore Est-SudEst.

La direzione di provenienza delle brezze di monte, che si verifica nelle ore notturne, è quella del settore Ovest – OvestSudOvest, secondo la disposizione della valle rispetto al sito di monitoraggio. Per motivi logistici il laboratorio mobile è stato posizionato in un'area dove il condominio adiacente, alto più di dieci metri e posto sulla direttrice delle brezze di monte, ostacola la libera circolazione dell'aria. Di conseguenza le misure di velocità e direzione del vento delle ore notturne non sono attendibili e sono state omesse nella presente trattazione.

Durante la campagna il campo pressorio si è attestato tra 955 e 965 mbar (**Figura 14**), con picco minimo il 5 agosto con 955 mbar e picco massimo il 7 agosto con 970 mbar.

Per quanto riguarda la temperatura nel comune di Luserna, il valore medio di tutto il periodo di monitoraggio è stata di 22,5°C (**Tabella 5**); il valore massimo orario si è raggiunto il 25 luglio con un valore pari a 30,3°C. In **Figura 15** insieme all'andamento orario della temperatura è riportata anche l'umidità relativa, da cui emerge che hanno andamenti speculari: durante il giorno il forte irraggiamento porta ad un abbassamento dei valori di vapore acqueo presente nell'atmosfera, che torna ad aumentare nelle ore notturne; nei giorni dal 22 al 24 luglio in corrispondenza degli eventi piovosi più significativi del periodo si sono verificati i picchi di umidità, con un calo significativo della temperatura.

La **Figura 16** mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) e delle precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio. Il periodo è stato caratterizzato da una piovosità estesa: i dati pluviometrici indicano 16 giornate di pioggia (su 24 totali), di cui sei di pioviggine, sei caratterizzate da un livello di pioggia debole, una di pioggia moderata e tre (dal 22 al 24 luglio) contraddistinte da fenomeni di forte pioggia, con carattere di rovescio il 23 e 24; questi ultimi tre giorni hanno cumulato rispettivamente 17.2, 28.6 e 26.2 mm nel corso dell'intera giornata ed è corrisposto un abbassamento della radiazione solare globale con valore diurno pari a circa 740 W/m², a causa della copertura nuvolosa. In assenza di copertura nuvolosa i valori massimi di radiazione solare, che si osservano nelle ore centrali della giornata, variano tra 840 e 990 W/m² circa.

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

Tabella 5: Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m ²	°C	%	hPa	m/s
Minima media giornaliera	120.6	17.9	42.9	958.3	0.47
Massima media giornaliera	324.2	25.6	81.6	969.1	0.98
Media delle medie giornaliere	257.1	22.5	61.0	962.5	0.74
Giorni validi	24	24	24	24	22
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	92%
Media dei valori orari	257.1	22.5	61.0	962.5	0.73
Massima media oraria	987.0	30.3	93.0	970.0	2.00
Ore valide	576	576	576	576	547
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	95%

Figura 12: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

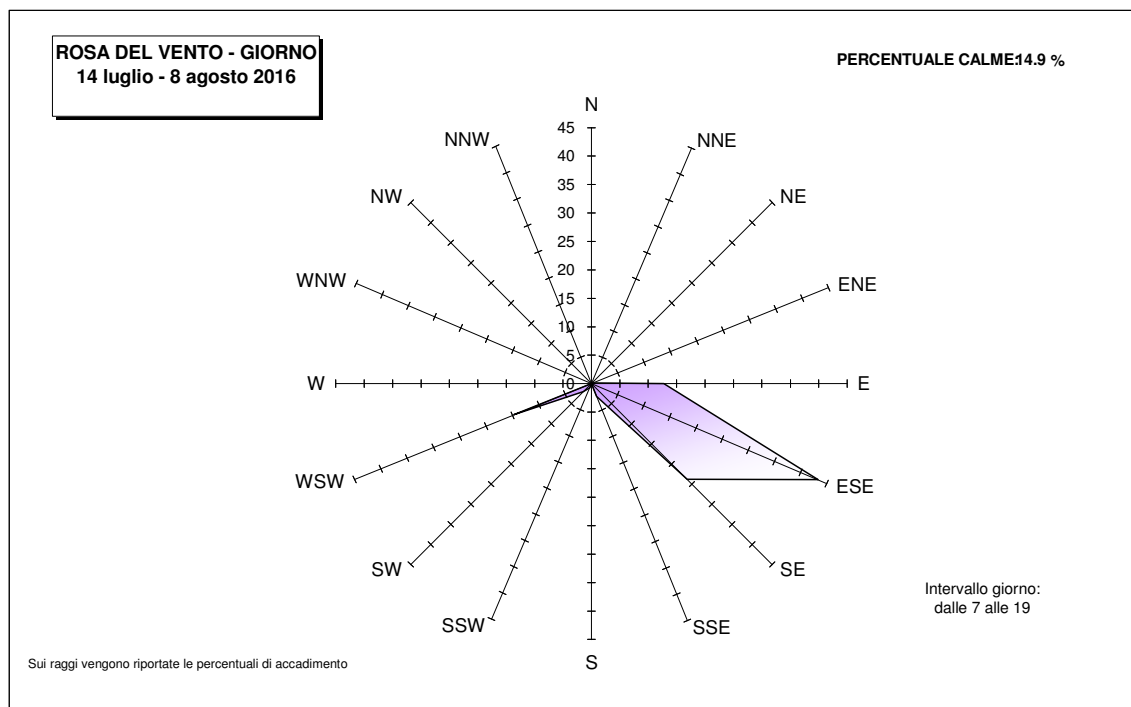


Figura 13: Parametro Velocità Vento

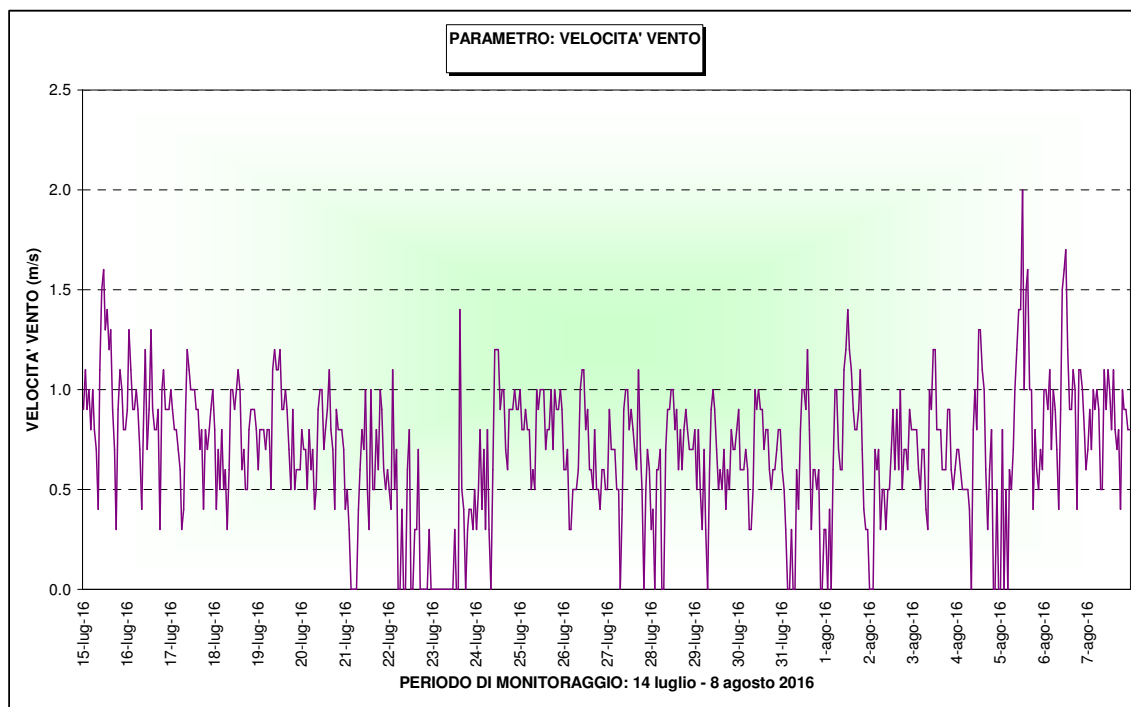


Figura 14: Pressione Atmosferica

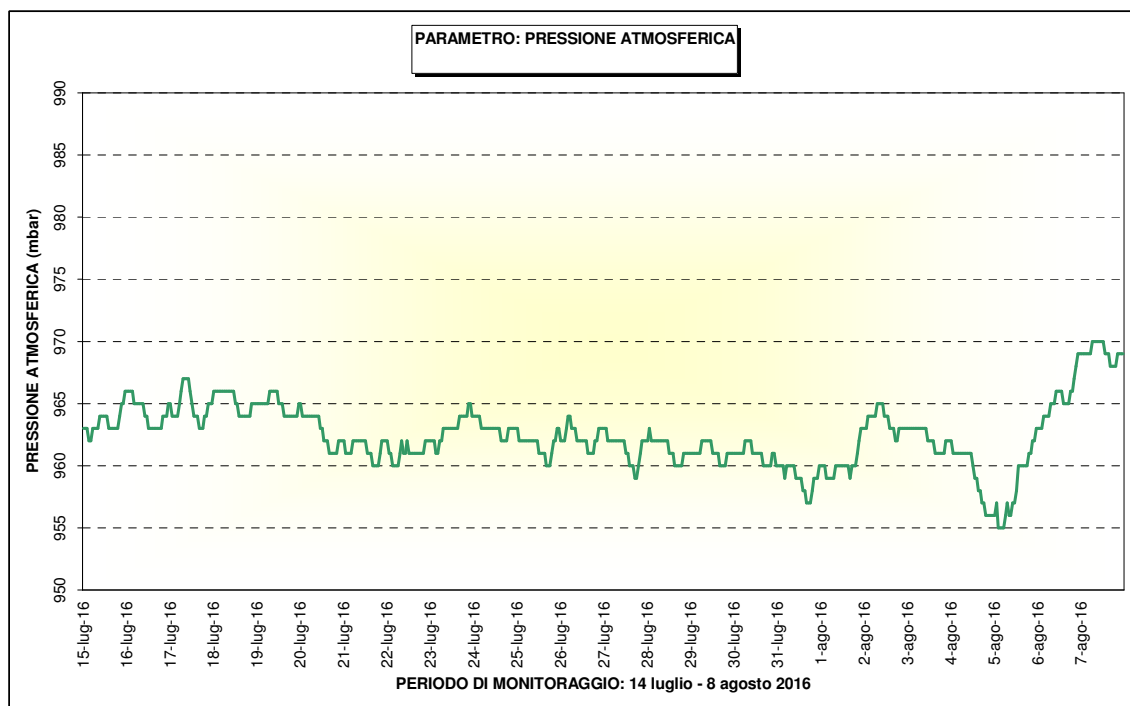


Figura 15: Umidità Relativa - Temperatura aria

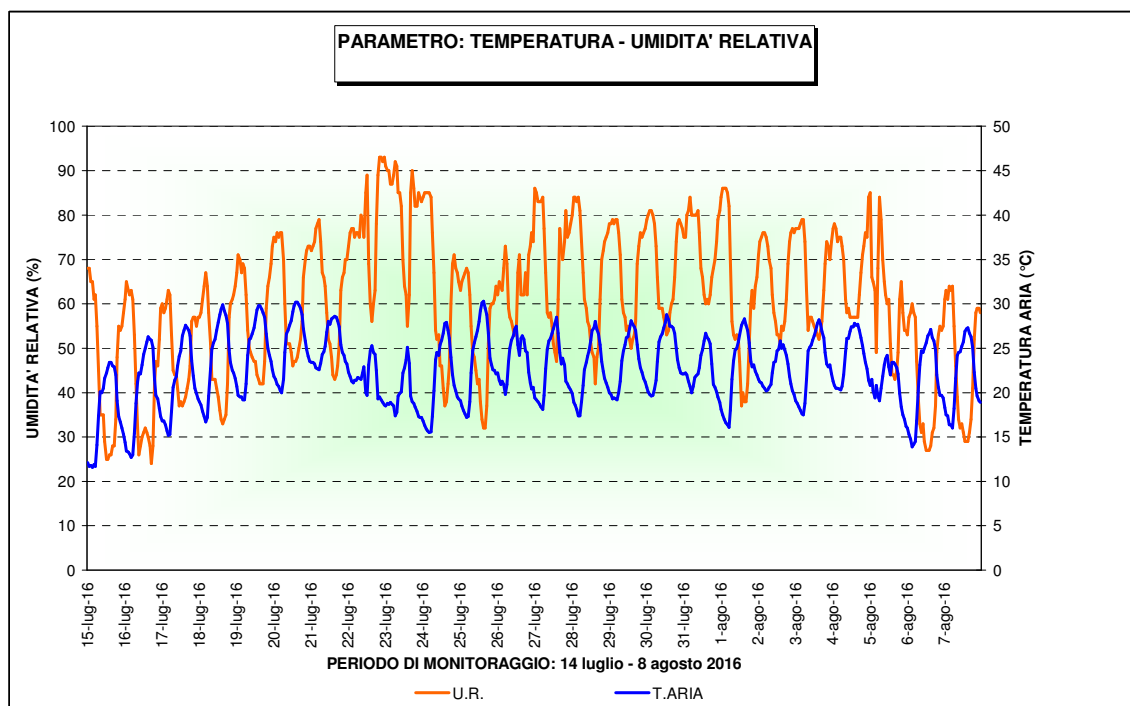
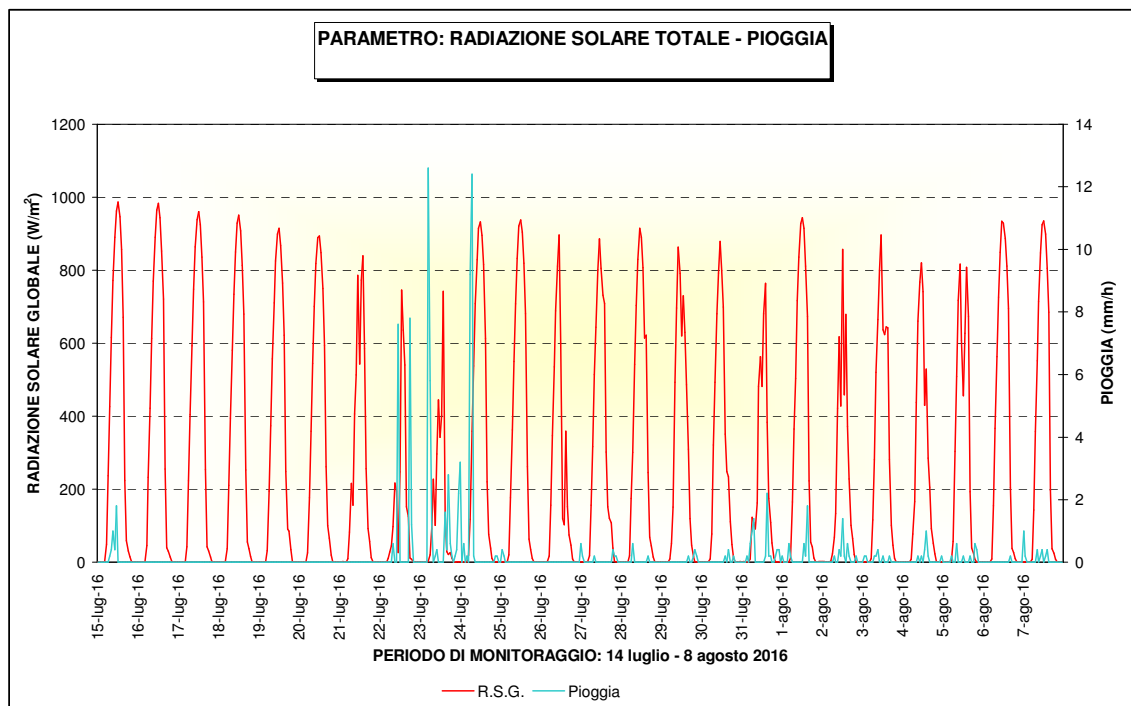


Figura 16: Radiazione Solare Globale e pioggia



Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Luserna San Giovanni

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

SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O ₃	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C ₆ H ₆	BENZENE
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE
PM ₁₀	PARTICOLATO SOSPESO PM ₁₀
PM _{2.5}	PARTICOLATO SOSPESO PM _{2.5}

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Territoriale Piemonte Nord Ovest (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all' indirizzo: <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

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.

Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato 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 1:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1:00 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.

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO_2 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 percentuale molto bassa 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, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

La non problematicità di questo inquinante è confermata dai dati ottenuti durante la campagna di monitoraggio di Luserna, infatti i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti (**Tabella 6** e **Figura 17**). Il massimo valore giornaliero è pari a $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La massima media oraria è pari a $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quindi è ampiamente rispettato il livello orario per la protezione della salute fissato dal D.M. 60/2002 in $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 SO_2 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.

Tabella 6: Dati relativi al biossido di zolfo (SO_2) ($\mu g/m^3$)

Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	8
Media delle medie giornaliere:	5
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	9
Ore valide	573
Percentuale ore valide	99%
<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 17: SO_2 - confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

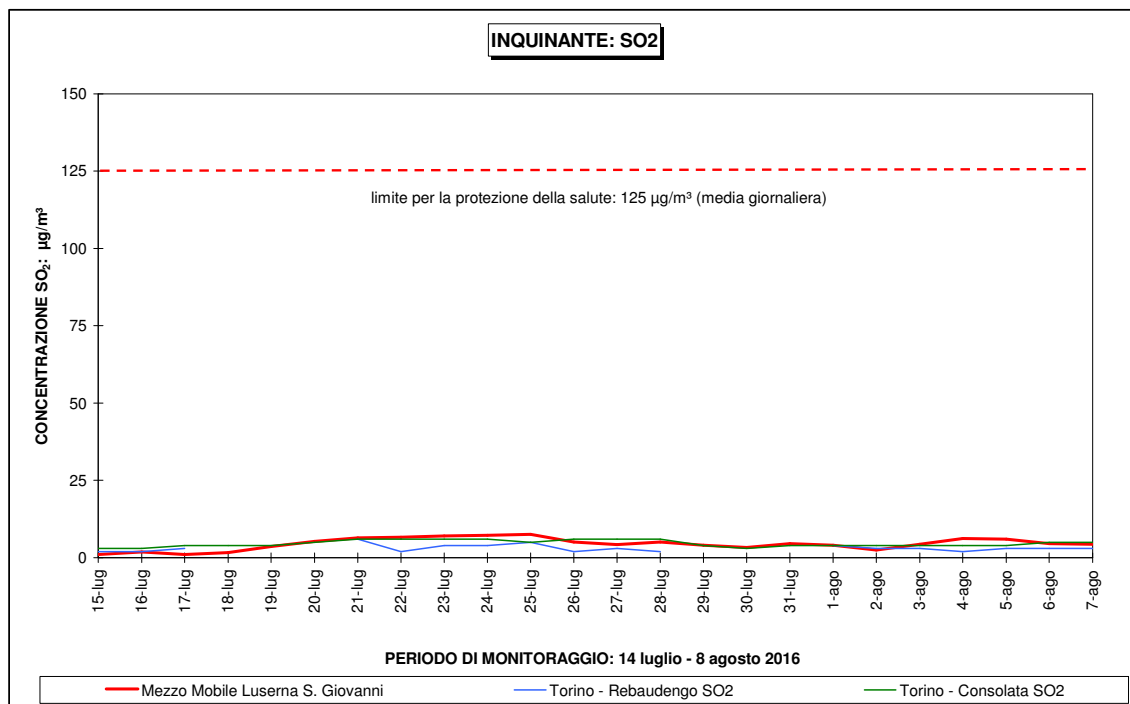
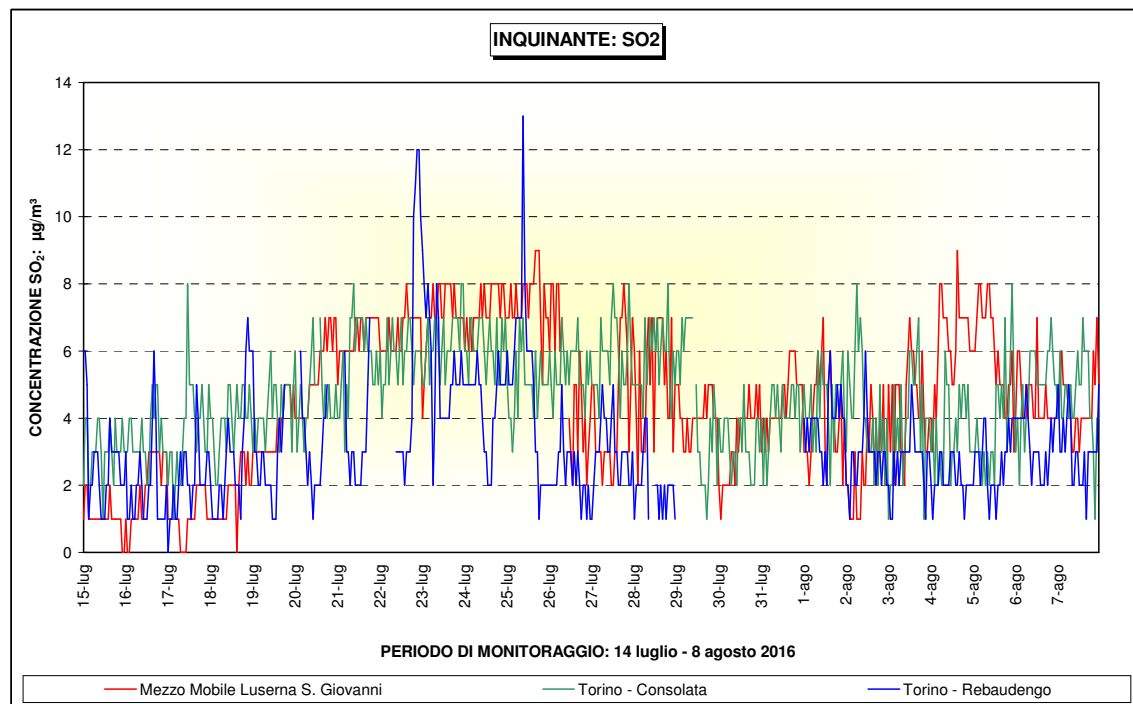


Figura 18: SO_2 - medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa



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

Monossido d'azoto

Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il monossido di azoto (NO), viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

Nel corso della campagna di monitoraggio i livelli di NO (

Tabella 7) sono risultati generalmente inferiori a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tranne il 15 luglio in cui è stato registrato un picco di $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, corrispondente al valore orario massimo raggiunto nel periodo; la media dei valori orari risulta pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si tratta pertanto di valori bassi, tipici della stagione estiva.

Tale fenomeno risulta equivalente nelle stazioni poste a confronto, indicando come le dinamiche dell'atmosfera siano fondamentali nella formazione e accumulo degli inquinanti e gli ossidi di azoto sono caratteristici prevalentemente del periodo invernale.

Le **Figura 19**

Figura 20 evidenziano come sia l'andamento, sia i livelli di fondo di monossido di azoto presso il sito di monitoraggio nel comune di Luserna, sono in generale confrontabili con quelli della stazione di monitoraggio fissa ubicata a Oulx, classificata di traffico suburbano.

L'andamento del giorno medio mostra il tipico aspetto con due massimi giornalieri, con i valori più elevati nelle ore in cui è maggiore il traffico autoveicolare (dalle 8 alle 12 al mattino e dalle 16 alle 18 nel pomeriggio); dai dati del giorno medio di traffico veicolare confrontati con i dati del giorno medio sia di NO che di NO₂ risulta evidente la correlazione tra le concentrazioni di ossidi di azoto e i flussi di traffico veicolare (vedi

Figura 8).

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

Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	8
Media delle medie giornaliere:	5
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	22
Ore valide	576
Percentuale ore valide	100%

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

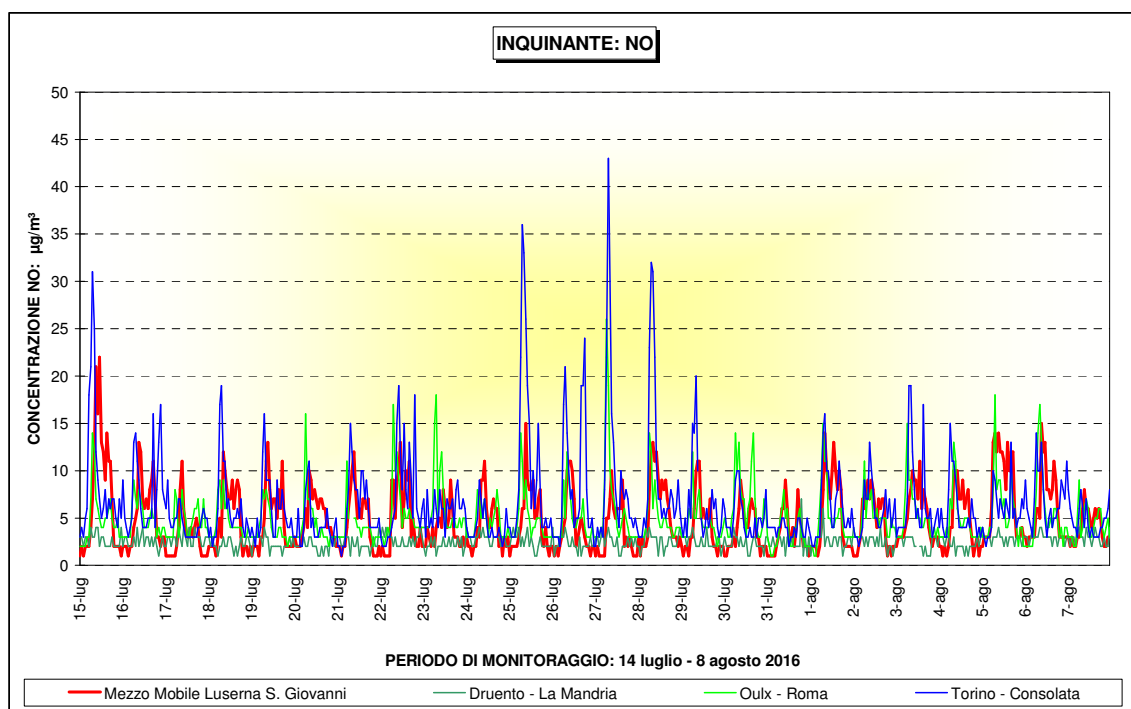
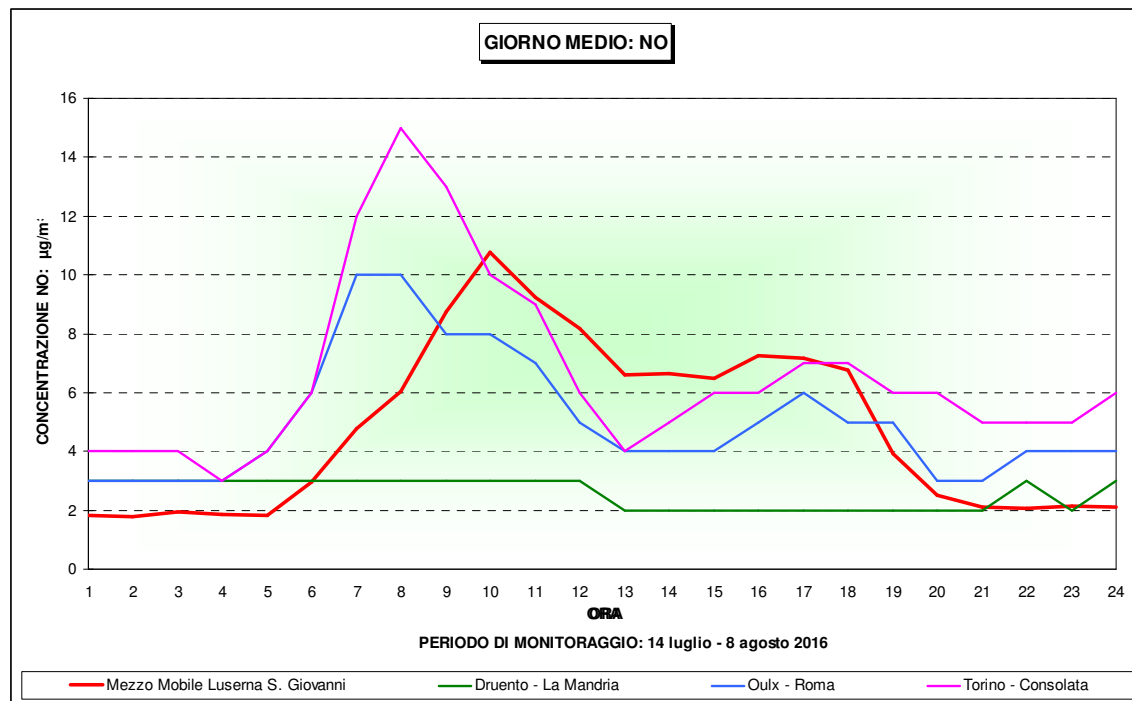


Figura 20: NO giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Biossido d'azoto

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

La formazione di NO₂ è piuttosto complessa, 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 origine secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in aria ambiente.

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. 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 su percorso urbano stimato per le autovetture ammonta a 1,070 g/veic*km, per i veicoli commerciali leggeri è 2,338 g/veic*km, mentre per i veicoli commerciali pesanti (>3,5 t) e i bus il fattore di emissione è pari a 12,014 g/veic*km.

Per quello che riguarda NO₂ (

Tabella 8), durante la campagna di monitoraggio nel comune di Luserna San Giovanni 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 comune di Luserna di 31 µg/m³.

Le **Figura 21** **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 sia le medie orarie che il giorno medio di Luserna San Giovanni presentano concentrazioni sensibilmente più basse rispetto a quelle di Torino-Consolata e più alte di Druento, cabina classificata di fondo rurale; gli andamenti ed i livelli di massimi e minimi risultano in questo caso confrontabili con quelli di Oulx, cabina di traffico suburbano.

Poiché il periodo preso in esame è quello che presenta sia minori emissioni, vista la mancanza del contributo degli impianti termici, sia frequente presenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti, per questo parametro l'ordine di grandezza dei valori rilevati è rappresentativo delle minori concentrazioni annuali in relazione ai periodi stagionali.

La normativa prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Luserna San Giovanni non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso.

Considerazioni più approfondite su questo inquinante, ed in particolare sul rispetto le valore limite annuale, potranno essere effettuate al termine della seconda campagna.

Tabella 8: Dati relativi al biossido di azoto (NO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	14
Media delle medie giornaliere	9
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	9
Massima media oraria	31
Ore valide	576
Percentuale ore valide	100%
<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

Figura 21: NO_2 - confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni fisse di Druento, Oulx e Torino Consolata

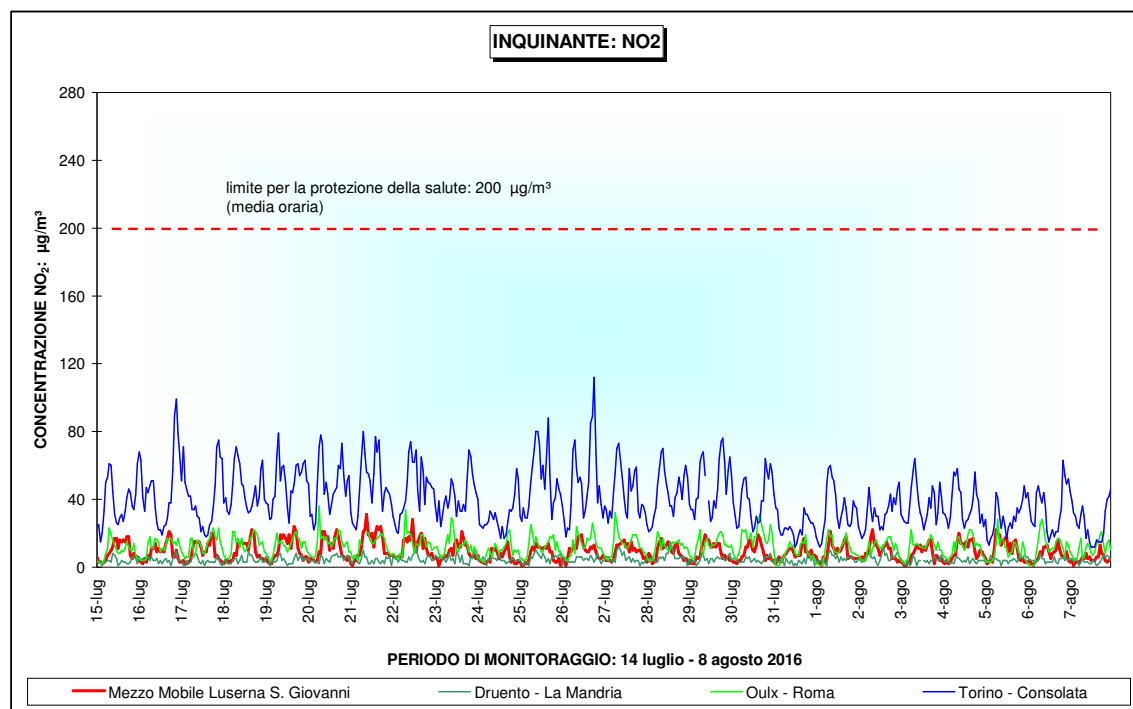
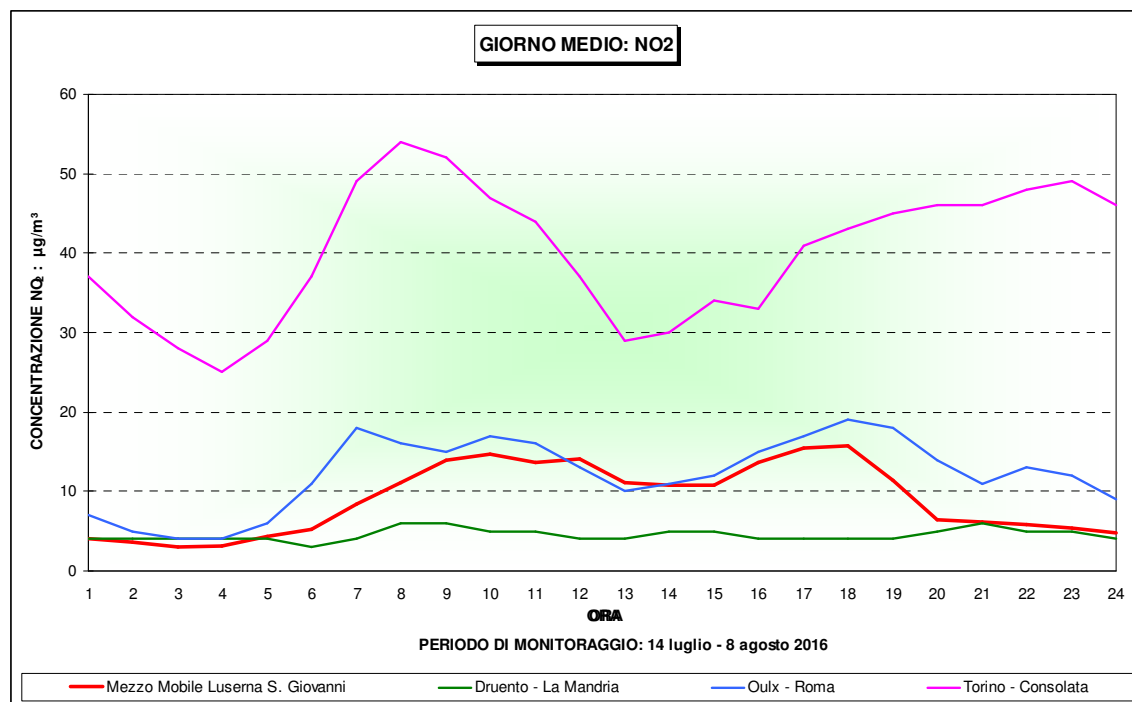


Figura 22: NO₂ - andamento del giorno medio



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^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 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.

I dati misurati durante la campagna di Luserna (**Tabella 9**) confermano tale 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 $0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ (**Figura 23**) e tale limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è pari a $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$).

La **Figura 25** mostra l'andamento medio delle concentrazioni del CO nel corso della giornata. I valori più elevati si registrano nelle ore di maggior traffico veicolare tra le 9 e le 11 e in serata dalle 17 alle 18. Il confronto con i dati di alcune stazioni della rete provinciale fissa (**Figura 24** **Figura 25**) indica concentrazioni inferiori rispetto a Torino-Consolata e Torino-Rebaudengo, stazioni di traffico urbano, e molto simili a quelle di Oulx, stazione classificata di traffico suburbano.

Tabella 9: Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.4
Media delle medie giornaliere (b):	0.3
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.5
Ore valide	572
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.4
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

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

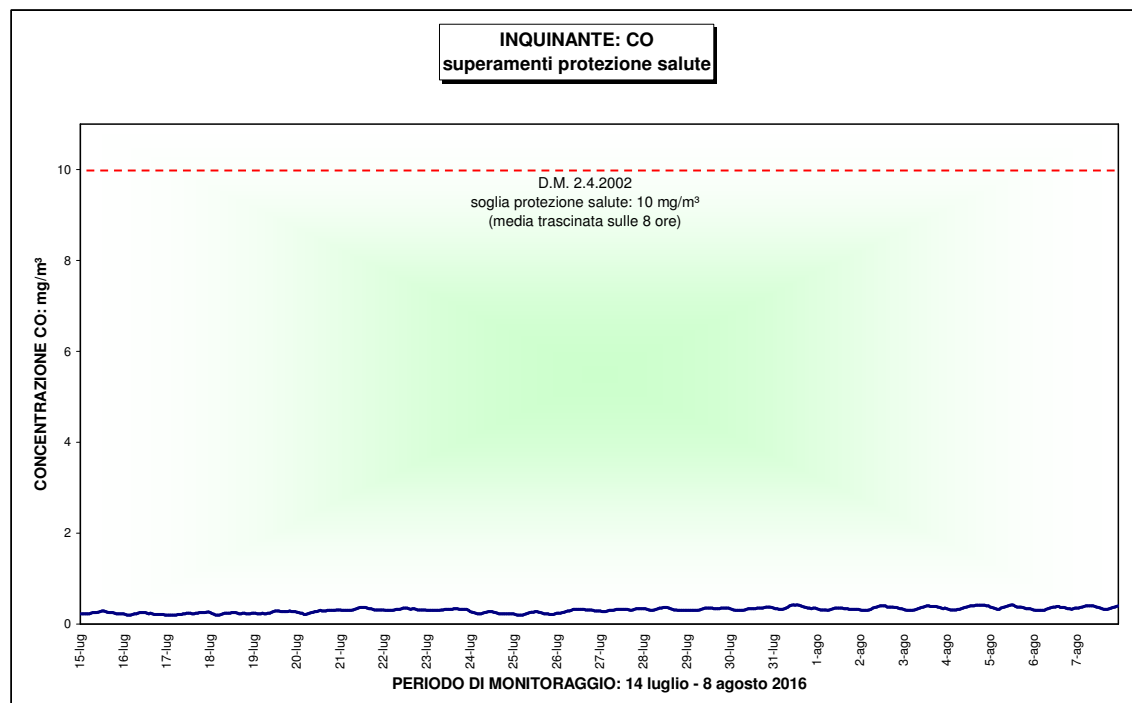


Figura 24: CO andamento medie orarie

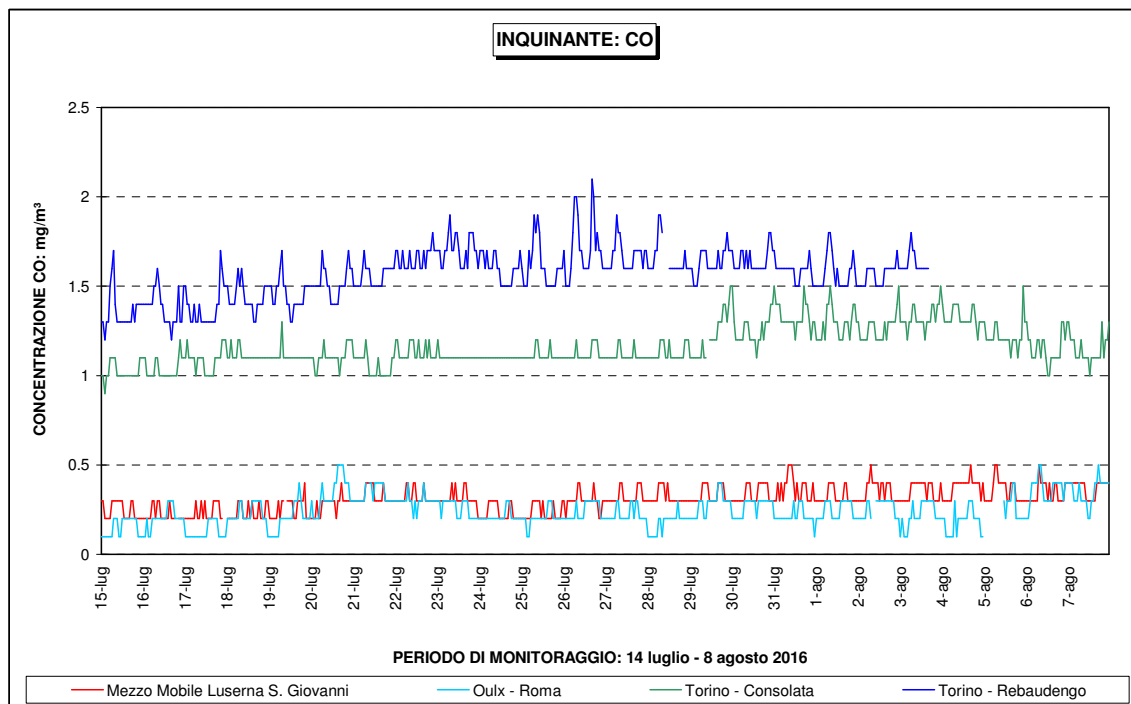
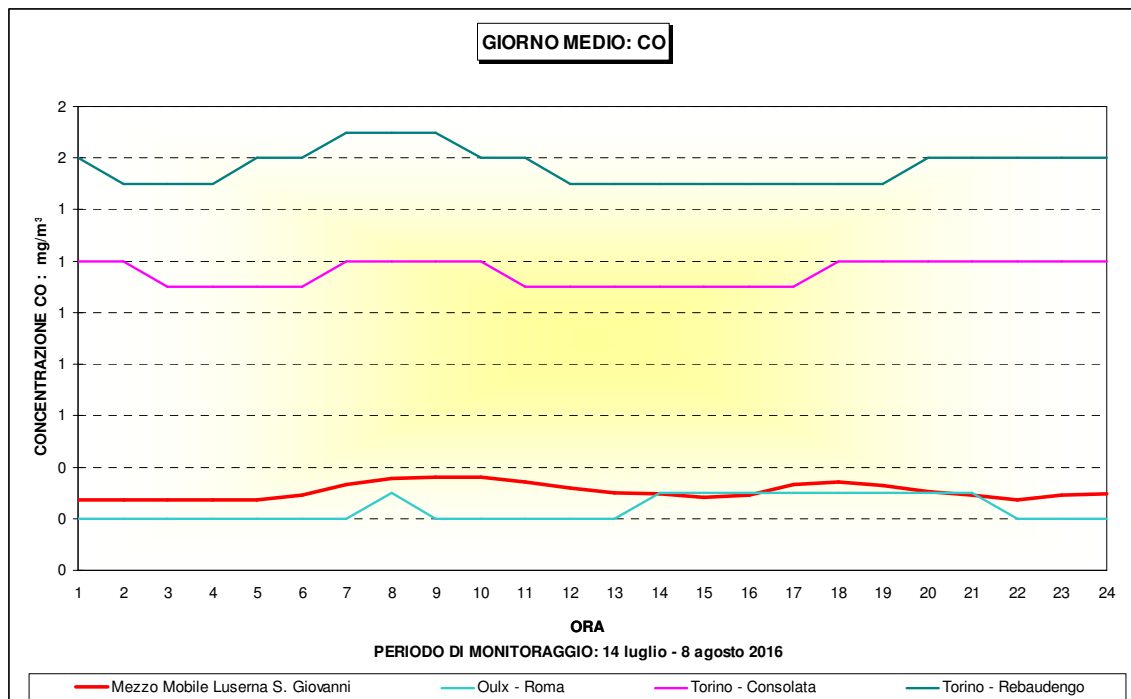


Figura 25: CO andamento del giorno medio



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.

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.

La normativa vigente prevede per il benzene un valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Luserna è stata determinata una concentrazione media pari a $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media dei valori orari), come riportato in **Tabella 10**. La stagione estiva è la meno critica per le concentrazioni di benzene, per cui una più attenta valutazione sul rispetto le valore limite annuale potrà essere effettuata al termine della seconda campagna.

Dalla **Figura 26** e dalla **Figura 27** osserviamo che le concentrazioni orarie del benzene nel sito monitorato con il laboratorio mobile sono confrontabili o leggermente superiori alle centraline fisse da traffico ubicate in Torino – Via della Consolata e piazza Rebaudengo; una differenza più evidente si riscontra con i dati della centralina di Borgaro T.se, classificata di fondo suburbano. Dai dati del giorno medio di traffico veicolare confrontati con i dati del giorno medio benzene risulta evidente la correlazione tra le concentrazioni benzene e i flussi di traffico veicolare vedi **Figura 11**.

Occorre tuttavia ribadire che la stagione estiva è la meno critica per le concentrazioni di benzene, per cui una più attenta valutazione, anche sul rispetto le valore limite annuale, potrà essere effettuata al termine della seconda campagna.

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 11**), ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

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

Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.4
Media delle medie giornaliere	1.1
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	1.1
Massima media oraria	2.3
Ore valide	576
Percentuale ore valide	100%

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

Minima media giornaliera	2.6
Massima media giornaliera	4.9
Media delle medie giornaliere	4.1
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	4.1
Massima media oraria	19.6
Ore valide	576
Percentuale ore valide	100%

Figura 26: Benzene - andamento orario e confronto con i dati delle stazioni di Borgaro T.se, Torino - Consolata e Torino – Rebaudengo

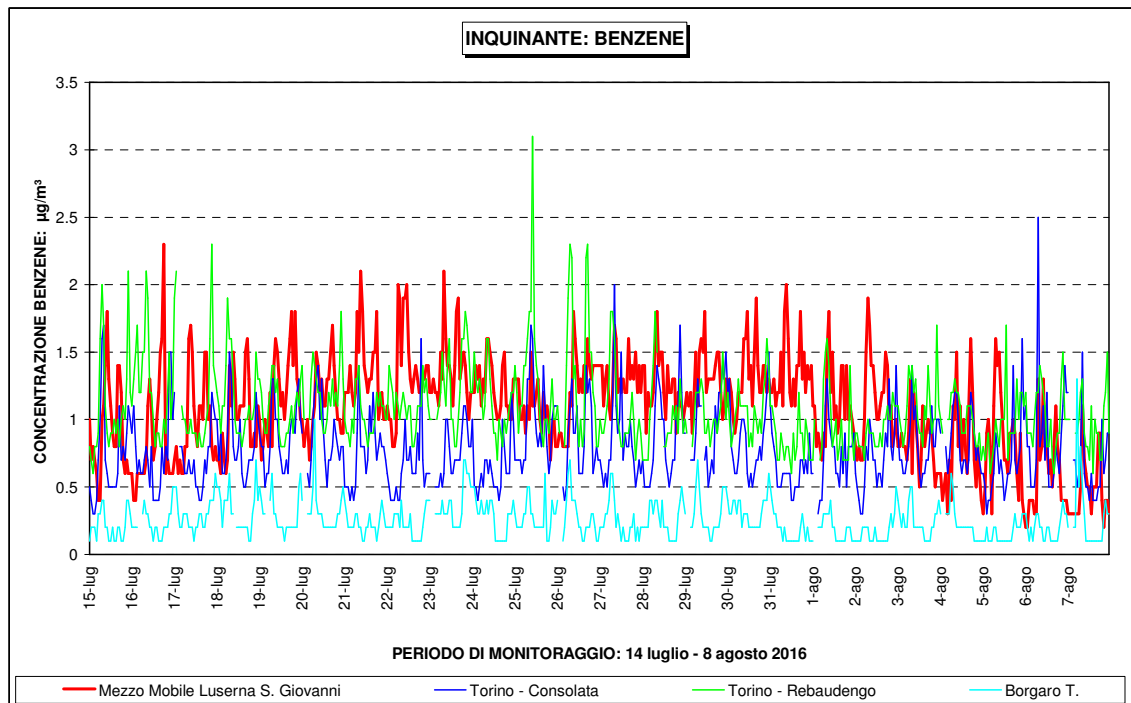
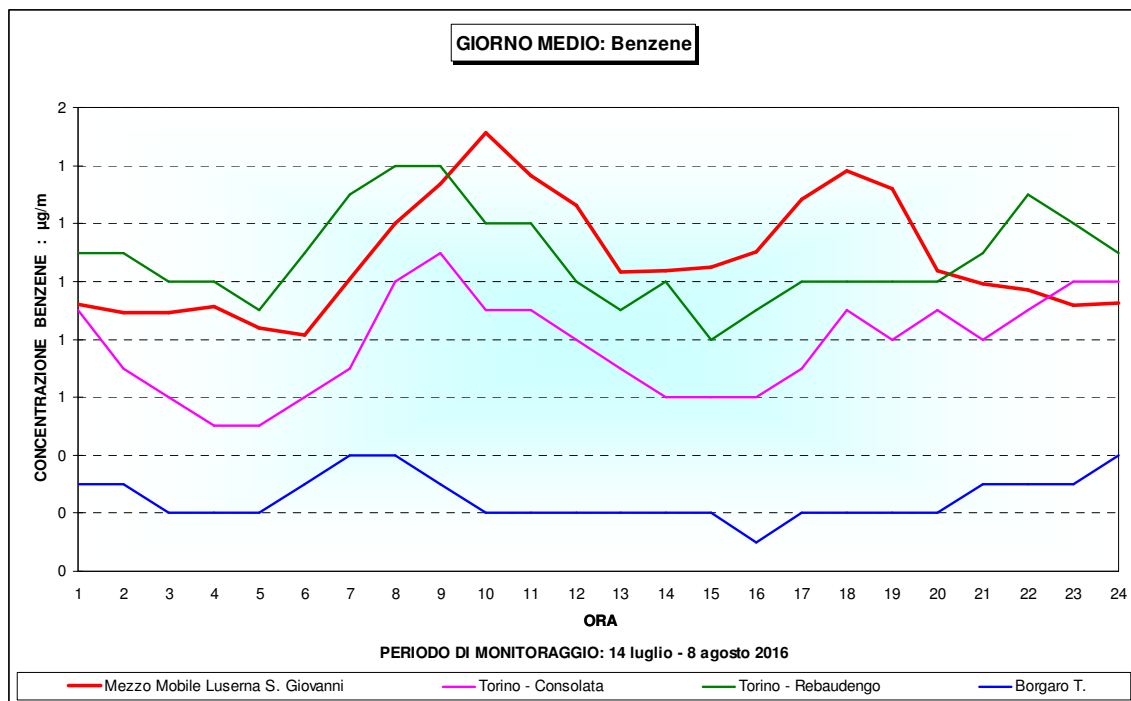


Figura 27: Benzene - giorno medio e confronto con i dati delle stazioni di Borgaro T.se, Torino - Consolata e Torino – Rebaudengo



Particolato Sospeso (PM_{10}) e ($PM_{2.5}$)

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 di precursori originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazioni di polveri nell'aria e le 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 PM_{10} , cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a $10\text{ }\mu\text{m}$, 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 D.Lgs. 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo relativo alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il $PM_{2.5}$ (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai $2.5\text{ }\mu\text{m}$).

PM_{10}

Nel monitoraggio eseguito nel comune di Luserna non si sono avuti per il particolato PM_{10} superamenti del valore limite giornaliero di $50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, come indicato in **Tabella 12** e in **Figura 28**; notiamo inoltre che nel periodo considerato, come tipico dei mesi estivi, le concentrazioni di questo inquinante sono basse e molto simili alle stazioni di riferimento, pur con caratteristiche spaziali diverse come Druento (fondo rurale), Oulx (traffico suburbano) e Torino-Consolata (traffico urbano). Nei profili dei periodi invernali, quando sia il contributo degli impianti termici che le condizioni atmosferiche favorevoli all'accumulo del particolato in atmosfera ne determinano livelli di concentrazione più elevati, le differenze tra le tipologie di cabina diventano molto più evidenti.

Il valore medio del periodo rilevato nel sito di Luserna S. Giovanni è pari a $16\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo giornaliero di $24\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato il 20 e 22 luglio; la concentrazione più bassa ($5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$) si è riscontrata il 15 luglio.

Nella **Figura 28** viene data evidenza dei fenomeni piovosi occorsi nel periodo, mostrando chiaramente l'influenza della pioggia rispetto all'abbattimento delle concentrazioni di particolato sospeso. Questo fenomeno è particolarmente visibile nelle giornate dal 22 al 24 luglio che hanno registrato gli eventi di pioggia più significativi e la concentrazione di PM_{10} è scesa da 24 a $8\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Un'altra considerevole diminuzione della concentrazione del particolato, passata da 21 a $10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, è evidente nei giorni dal 30 luglio al 1° agosto in cui è piovuto con meno intensità rispetto a quelli precedentemente citati.

PM_{2.5}

Il valore medio del periodo è stato di 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un minimo di 5 ed un massimo di 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 13**). Dalla **Figura 29** notiamo che, in termini relativi, i valori di PM_{2.5} nel sito di Luserna sono risultati mediamente molto vicini a quelle delle altre stazioni provinciali prese a riferimento. In termini assoluti la media del periodo è di molto inferiore al valore limite previsto dalla normativa pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ che però va calcolato su base annuale. Poiché, come già ricordato, il periodo di monitoraggio considerato è rappresentativo dei valori più bassi rilevabili per il particolato nel corso dell'anno, le considerazioni sul rispetto o meno di tale valore limite potranno essere effettuate, come per il PM₁₀, al termine della seconda campagna.

Il parametro PM_{2.5} segue, come andamento temporale e valori medi di concentrazione giornaliera, il PM₁₀ (vedi **Figura 30**).

In termini generali per PM_{2.5} e PM₁₀, che sono due tra gli inquinanti più critici nell'intero bacino padano, sono necessari interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri e dei precursori della componente secondaria del particolato. Tuttavia anche interventi a livello locale in armonia con tale strategia possono dare un contributo importante per ottenere gli obiettivi indicati.

Rispetto alla campagna estiva condotta nel 2015 presso il medesimo sito, occorre precisare che i dati risultano più bassi sia per il PM_{2.5} che per il PM₁₀ e che l'abbassamento generale delle valori è da correlare alle particolari condizioni meteorologiche che si sono verificate durante il monitoraggio dell'estate 2016, con numerosi eventi di pioggia che, come evidenziato precedentemente, hanno contribuito significativamente all'abbassamento delle concentrazioni di particolato.

Tabella 12: Dati relativi al particolato sospeso PM_{10} ($\mu g/m^3$)

	Campagna estiva 2015	Campagna estiva 2016
Minima media giornaliera	8	5
Massima media giornaliera	38	24
Media delle medie giornaliere	22	16
Giorni validi	24	22
Percentuale giorni validi	89%	92%
<u>Numero di superamenti livello Giornaliero protezione della salute (50)</u>	0	0

Tabella 13: Dati relativi al particolato sospeso $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)

	Campagna estiva 2015	Campagna estiva 2016
Minima media giornaliera	5	5
Massima media giornaliera	23	21
Media delle medie giornaliere	13	12
Giorni validi	26	19
Percentuale giorni validi	96%	79%

Figura 28: Particolato sospeso PM_{10} - confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con i dati di alcune stazioni della rete fissa

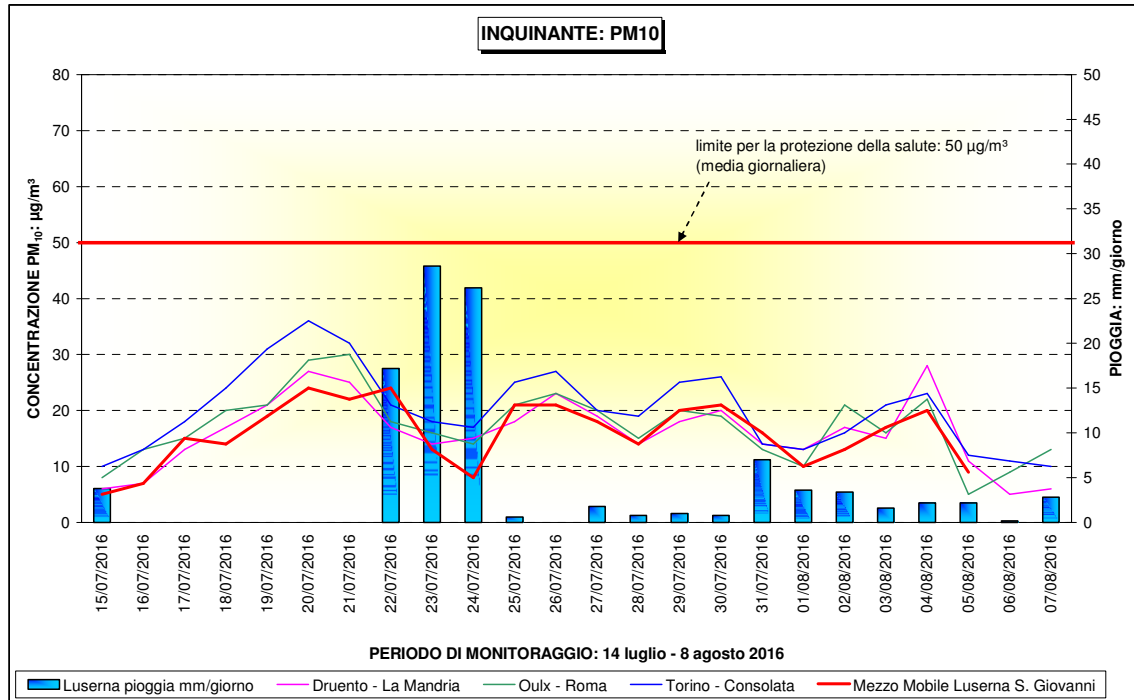


Figura 29: Particolato sospeso $PM_{2.5}$ - confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa

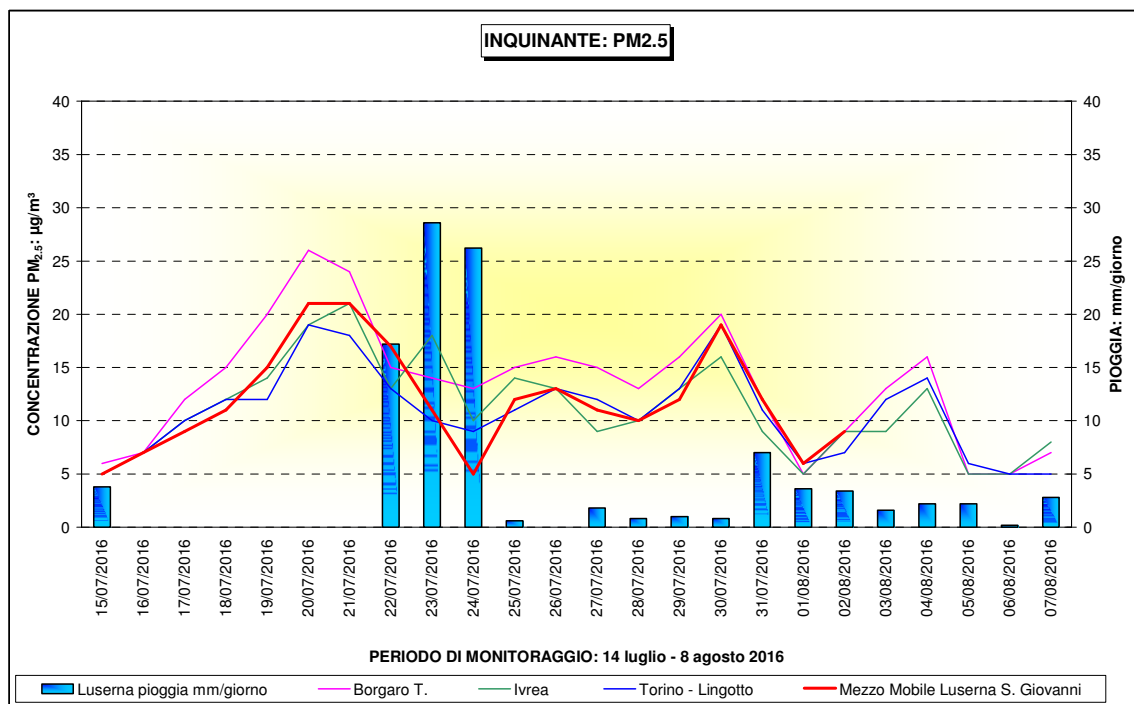
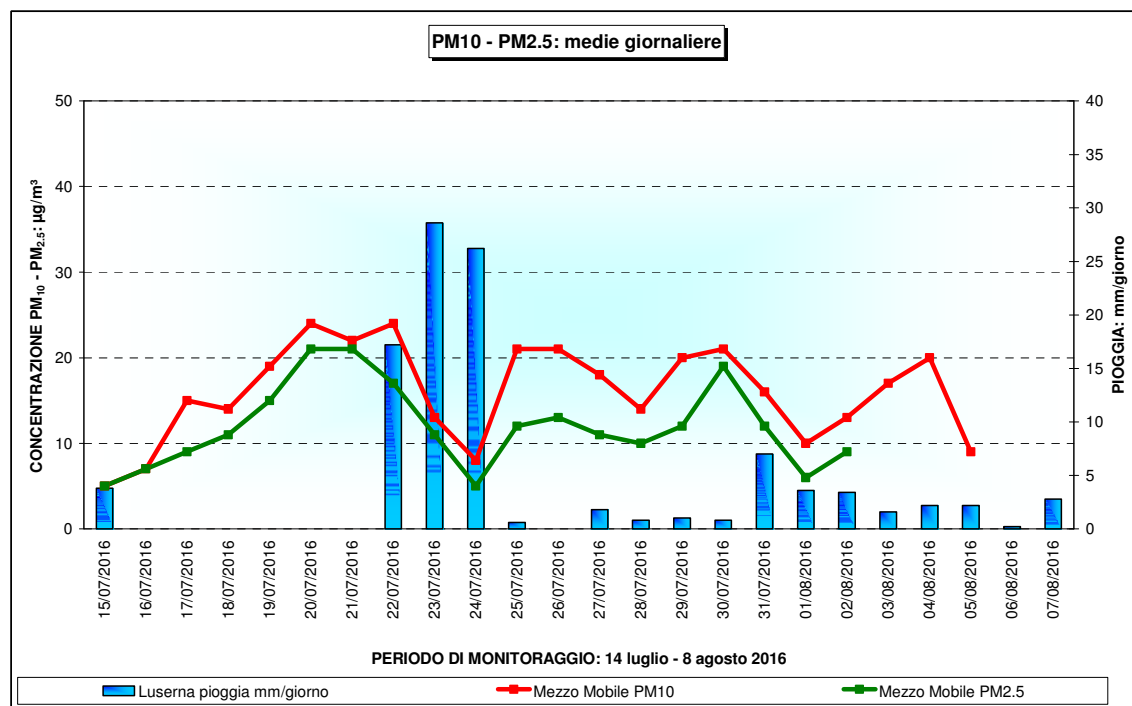


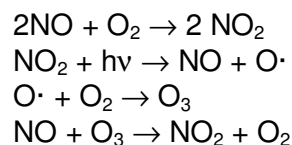
Figura 30: Particolato sospeso - confronto PM_{10} e $PM_{2.5}$



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, 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).

Come riassunto nella **Tabella 14** nel corso della campagna la media dei valori orari di ozono è stata di $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una massima media oraria di $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$; non si sono quindi registrati superamenti su base oraria del livello di informazione pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dal grafico di **Figura 32** si nota il livello di protezione della salute su medie di 8 ore ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è stato superato una volta durante i 24 giorni di monitoraggio.

Nelle **Figura 31** e **Figura 33** in cui le concentrazioni orarie ed il giorno medio dell'ozono vengono confrontate con le stazioni fisse di Druento, Torino-Rubino e Baldissero si osserva che i valori massimi registrati a Luserna sono generalmente simili a quelli di Baldissero, la cui cabina si trova ad un'altezza di 541 mt s.l.m.; emerge inoltre che i valori minimi, anche nelle ore di minore irraggiamento solare e di minore temperatura, non scendono ai livelli delle altre due cabine ubicate in pianura, pur risultando un po' più bassi di quelli registrati a Baldissero. Questo elemento fa supporre fenomeni di accumulo di ozono che, anche nel caso di Luserna San Giovanni, si verificano nelle aree in quota delle zone vallive.

I grafici riportati in **Figura 35** e **Figura 36** mostrano la stretta correlazione degli andamenti di ozono con i parametri meteo relativi a radiazione solare e temperatura; infatti elevate temperature ed irraggiamento solare favoriscono la formazione di ozono a partire dai suoi precursori quali ossidi di azoto e composti organici volatili. Come descritto nel paragrafo relativo ai parametri meteo, il periodo della campagna di monitoraggio è stato caratterizzato da numerosi eventi piovosi che hanno determinato una generale diminuzione delle temperature e dell'irraggiamento solare.

La **Figura 34** indica come le medie del periodo siano state basse in tutte le stazioni di rilevamento della Provincia.

È possibile pertanto affermare che i valori al di sotto delle medie del periodo estivo sono da attribuire soprattutto alle particolari condizioni meteo che hanno contraddistinto il periodo di monitoraggio su tutto il territorio piemontese. Tale considerazione risulta ancora più evidente se si confrontano i dati di ozono con quelli rilevati con la campagna estiva del 2015, durante la quale i valori sono risultati più alti ed il periodo è stato tra i più caldi registrati negli ultimi anni.

Durante la campagna non è stato superato il livello di allarme pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 14: Dati relativi all'ozono (O_3) ($\mu g/m^3$)

Minima media giornaliera	52
Massima media giornaliera	92
Media delle medie giornaliere	72
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	72
Massima media oraria	143
Ore valide	575
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	22
Media delle medie 8 ore	72
Massimo medie 8 ore	124
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	2
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	1
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Figura 31: O_3 - confronto con i limiti di legge

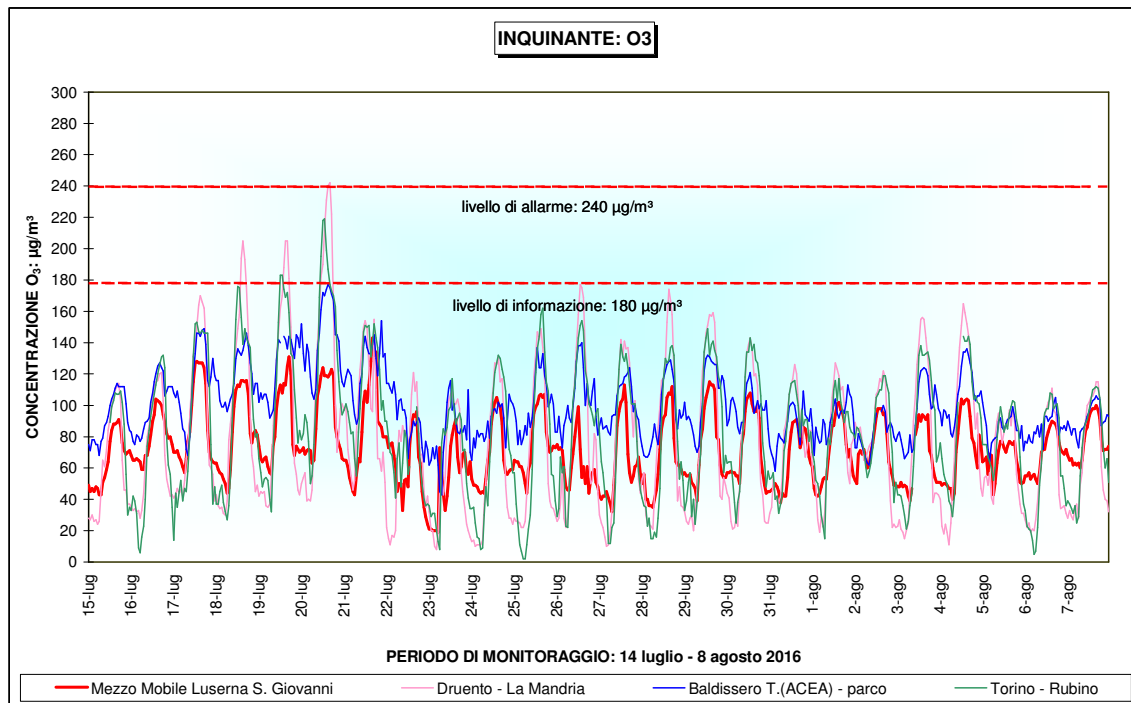


Figura 32: O_3 - superamenti protezione della salute umana

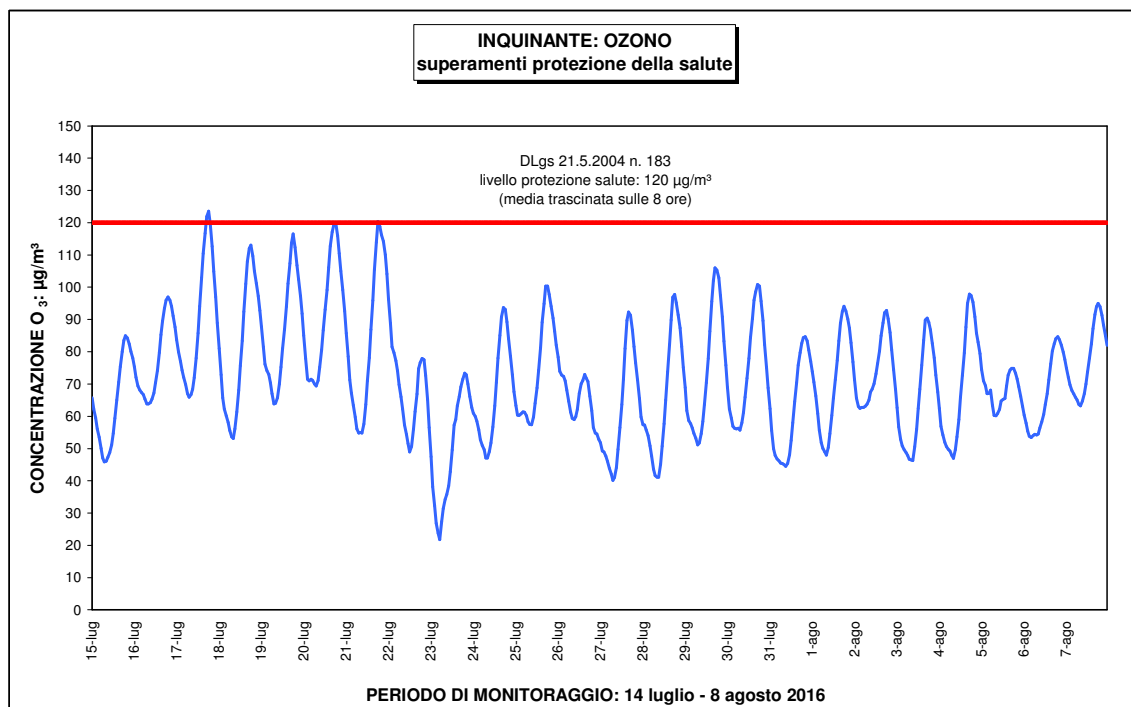


Figura 33: Ozono giorno medio

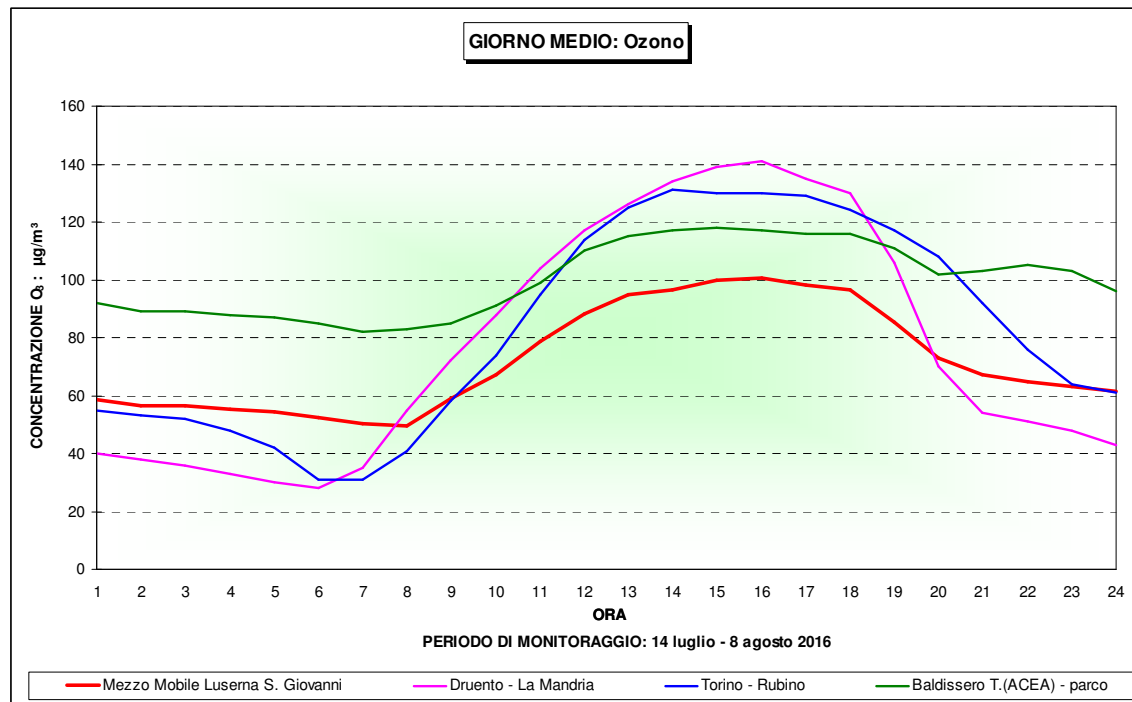


Figura 34: O_3 - confronto medie del periodo nelle stazioni della rete provinciale

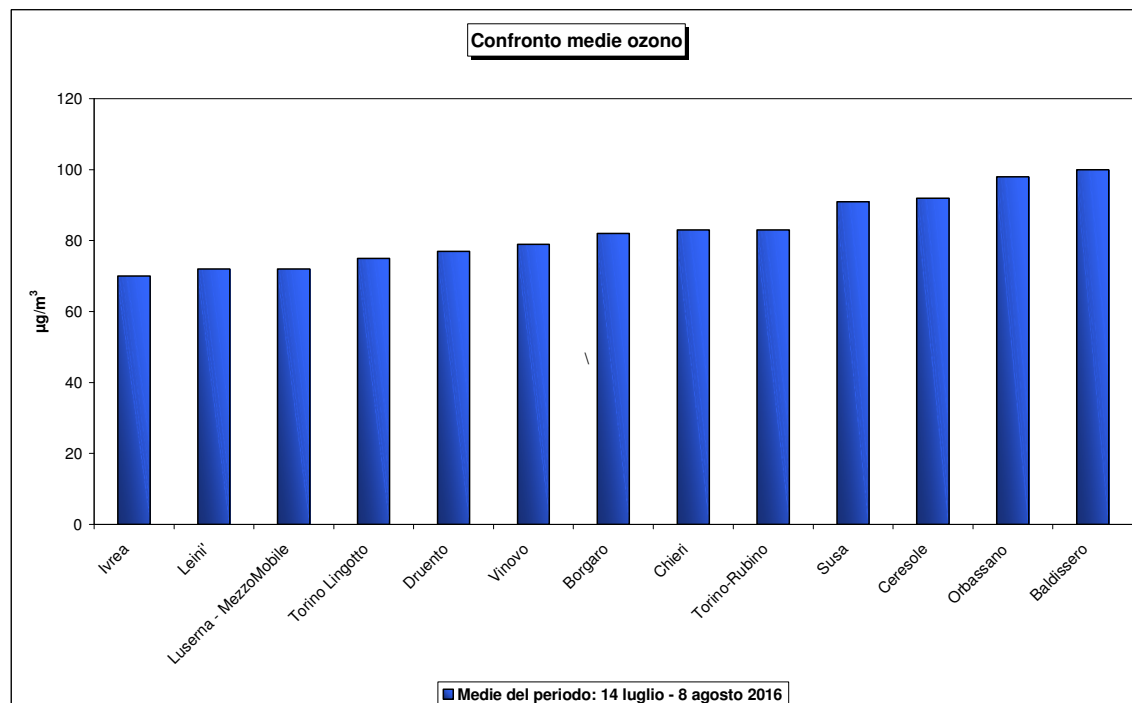


Figura 35: O_3 - andamento della concentrazione oraria e confronto con la radiazione solare globale

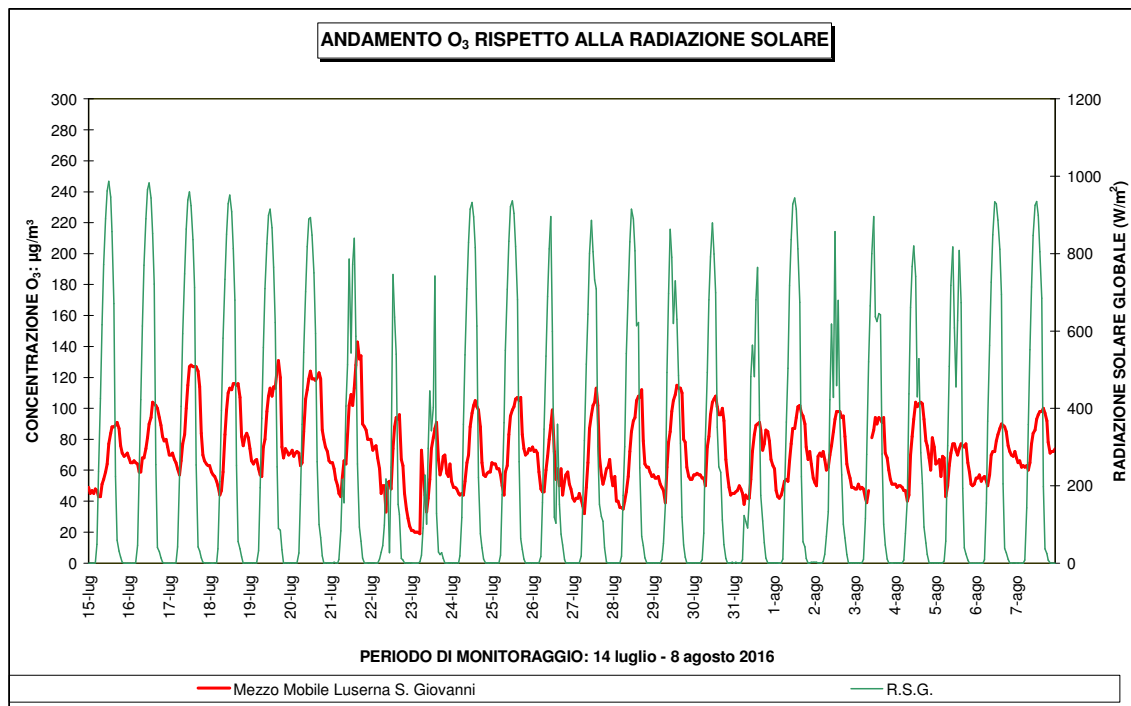
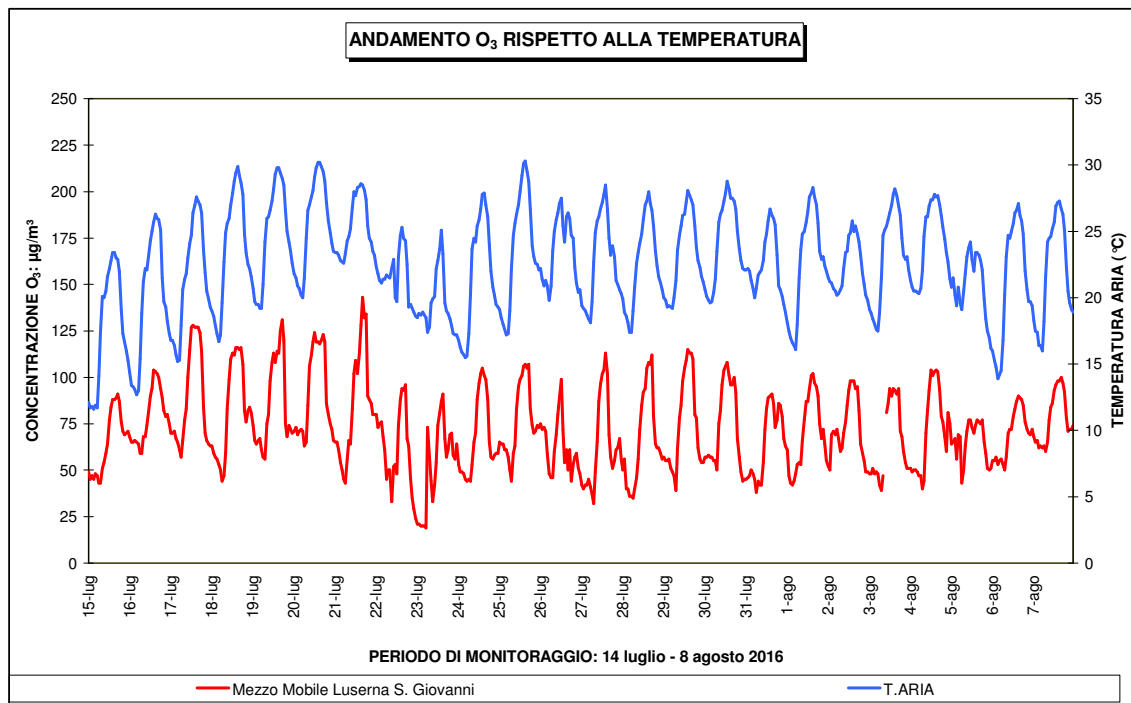


Figura 36: O_3 - andamento della concentrazione oraria e confronto con la temperatura amb.



Conclusioni

Le condizioni di qualità dell'aria rilevate nel territorio di Luserna San Giovanni a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del mezzo mobile rispecchiano quelle osservate in siti di valle della provincia di Torino. Le soglie di allarme non sono mai state superate per tutti e tre gli inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per biossido di zolfo e monossido di carbonio.

Per il biossido d'azoto non si sono verificati superamenti del valore limite orario com'è tipico dei mesi caldi dell'anno; una valutazione più approfondita sul rispetto dei valori limite – e in particolare di quello su base annuale - potrà essere fatta al termine della seconda campagna.

Per quanto riguarda l'ozono questo inquinante, a differenza degli altri previsti dalla normativa, presenta generalmente i valori più elevati nel periodo estivo; il periodo di monitoraggio è stato caratterizzato da numerosi eventi piovosi che hanno determinato una generale diminuzione delle temperature e dell'irraggiamento solare e conseguentemente i valori di ozono sono rimasti al di sotto delle medie del periodo estivo. Infatti, è stato registrato un solo superamento del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massimo giornaliero della media trascinata sulle 8 ore). La tendenza è confermata dal confronto delle medie del periodo delle altre stazioni presenti sul territorio della Città Metropolitana di Torino in virtù delle condizioni meteorologiche che si sono verificate su scala regionale e del fatto che l'ozono, data l'origine secondaria, è un inquinante di fatto ubiquitario e sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo in aree relativamente remote, come quelle vallive o collinari, sia dell'ozono stesso sia dei suoi precursori emessi nelle aree antropizzate.

Relativamente al particolato sospeso PM_{10} il valore limite giornaliero ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non è stato superato. Anche in questo caso considerazioni sul superamento o meno dei valori limite, sia su base giornaliera che annuale, potranno essere effettuate al termine della seconda campagna di monitoraggio, in quanto i valori più elevati di questo inquinante si raggiungono nei mesi freddi dell'anno.

Una considerazione analoga vale anche per il particolato $\text{PM}_{2.5}$, per il quale la normativa prevede unicamente un valore limite su base annuale.

I numerosi eventi di pioggia che si sono verificati nel corso della campagna di monitoraggio, hanno contribuito ad un abbattimento significativo delle concentrazioni di PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ che sono risultate mediamente più basse di quelle registrate nel corso della campagna estiva condotta nel 2015.

Per ciò che concerne i dati relativi al flusso di traffico veicolare sulla strada statale oggetto di monitoraggio si possono fare le seguenti considerazioni sull'impatto di questa sorgente di emissioni sulla qualità dell'aria:

- per il numero di passaggi di veicoli totale la SP161 che attraversa Luserna S. Giovanni può essere definita ad alto volume di traffico;
- lo studio svolto mostra che, per i parametri NO_x e benzene, si osserva una significativa correlazione temporale con l'andamento del traffico veicolare.

Si precisa infine che sul particolato atmosferico è in corso la determinazione di laboratorio di idrocarburi policiclici aromatici e metalli; il commento relativo a tali parametri e una più completa analisi dello stato della qualità dell'aria nel sito considerato verranno effettuati al termine della seconda campagna, che è prevista per la fine dell'anno in corso.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• Biossido di zolfo

API 100 E

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

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

• Ossidi di azoto

MONITOR EUROPE ML 9841B

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

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

• Ozono

MONITOR EUROPE ML 9810B

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

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

• Monossido di carbonio

API 300 A

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

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

• Particolato sospeso PM10 e PM2.5

TECORA CHARLIE AIR GUARD PM

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

• Stazione meteorologica

LSI LASTEM

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

• Benzene, Toluene, Xileni

SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600

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;
- ✓ Campo di misura etilbenzene : 0 ÷ 441 µg/m³;