

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DEL PIEMONTE NORD-OVEST
Struttura Semplice “Attività di Produzione”

OGGETTO:

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

RELAZIONE CAMPAGNA dal 27/08/2015 al 23/09/2015



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Dott.ssa Laura Milizia	Data: 21/12/2015	Firma: FIRMATO IN ORIGINALE
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 29/12/2015	Firma: FIRMATO IN ORIGINALE



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, dott.ssa Laura Milizia, ing. 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 Giaveno per la collaborazione prestata.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	5
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	7
<i>Il quadro normativo</i>	7
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	13
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	14
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	16
Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici	24
Biossido di zolfo	25
Monossido di carbonio	27
Ossidi d'azoto	30
Benzene e toluene	34
Particolato sospeso (PM ₁₀) e (PM _{2.5})	38
Ozono	43
IPA e Metalli nel PM ₁₀	46
CONCLUSIONI	47
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	48

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^3) al microgrammo per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

Nella

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

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

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2014", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso ARPA Piemonte e Provincia di Torino.

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

Tabella 1 – Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici

INQUINANTE	TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA	TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL	EMISSIONI INDUSTRIALI	COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI	COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI GASSOSI
BIOSSIDO DI ZOLFO					
BIOSSIDO DI AZOTO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio 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 due campionatori di particolato atmosferico PM₁₀ e PM_{2,5} la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

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

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal **Decreto Legislativo n. 155/2010** che ha abrogato il precedente Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il D.Lgs. 152/2007, come modificato dal D.Lgs. 120/2008). Il Decreto Legislativo n.155/2010 riprende le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo già introdotte nelle precedenti normative.

In particolare vengono definite le seguenti tipologie di limite normativo:

- **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.

Il D.Lgs 155/2010 inserisce indicatori normativi relativi al PM_{2,5} ed in particolare:

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

Sempre per il PM_{2,5} il decreto prevede un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D.Lgs. 155/2010). Questi due ultimi indicatori esulano quindi dall'ambito della presente relazione.

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

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2013".

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

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI
OZONO (O ₃) (D.Lgs. 21/05/04 n.183)	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
	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⁾	
	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. 03/08/07, n. 152)	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 3 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici

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

Tabella 4 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (come definito dal D.Lgs. 120/2008 abrogato dal D.Lgs. n. 155/2010)

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 Giaveno, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito della nota inoltrata dal Comune di Giaveno, prot. n. 3466 del 17/02/2014, con la quale veniva richiesto un monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale ed in particolare in prossimità di Via Sangano per valutare l'eventuale impatto sulla qualità dell'aria ambiente dovuto alla presenza del deposito di autobus.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato, a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed il tecnico del Comune di Giaveno, all'interno del Condominio sito in Via Sangano n. 3.

Nelle figure 1 viene rappresentato il sito nel quale è stato posizionato il laboratorio mobile.

Si precisa che la collocazione del sito immediatamente a ridosso del deposito autobus, resasi necessaria in relazione alla natura dell'indagine, non è a rigore coerente con i criteri di localizzazione di punti di monitoraggio della qualità dell'aria previsti dalla normativa, che sono finalizzati a far sì che le misure abbiano una rappresentatività spaziale relativamente elevata. Ciò significa che i dati rilevati vanno nel sito di Via Sangano 3 sono rappresentativi dell'esposizione agli inquinanti atmosferici dei cittadini che risiedono nelle immediate vicinanze del sito e non della popolazione comunale nel suo complesso.

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 invernale ancora da pianificarsi.

La campagna di monitoraggio è iniziata il 27/08/2015 e finita il 23/08/2015.

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 28/08/2015 al 22/09/2015, per un totale di 26 giorni.

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

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

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



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

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 meteo-climatici 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 ²

La *Figura 2* 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 in linea con il periodo, con valori massimi intorno ai 600 W/m². Nelle giornate nelle quali ha piovuto i valori massimi raggiunti sono stati generalmente inferiori ai 100 W/m². Il valore di picco giornaliero più basso è stato misurato il 16 settembre con un valore pari a 50 W/m² in corrispondenza di una delle giornate di pioggia anche se non la più piovosa del periodo, che è stata il 13 settembre. La temperatura media di tutto il periodo di monitoraggio (Figura 4) è stata di 18.5°C. Il valore massimo pari a circa 29.6°C è stato registrato il 30 agosto.

Tabella 5 – Radiazione solare globale (W/m²)

Minima media giornaliera	11
Massima media giornaliera	162
Media delle medie giornaliere	105
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	102
Massima media oraria	613
Ore valide	594
Percentuale ore valide	95%

Tabella 6 – Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	15.3
Massima media giornaliera	24.5
Media delle medie giornaliere	18.6
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	18.5
Massima media oraria	29.6
Ore valide	594
Percentuale ore valide	95%

Tabella 7 – Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	44
Massima media giornaliera	89
Media delle medie giornaliere	65
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	65
Massima media oraria	97
Ore valide	594
Percentuale ore valide	95%

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	976
Massima media giornaliera	990
Media delle medie giornaliere	981
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	981
Massima media oraria	992
Ore valide	551
Percentuale ore valide	92%

Tabella 9 – Velocità del Vento (metri / secondo)

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	1.2
Media delle medie giornaliere (b):	0.8
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	88%
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	2.0
Ore valide	582
Percentuale ore valide	93%

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

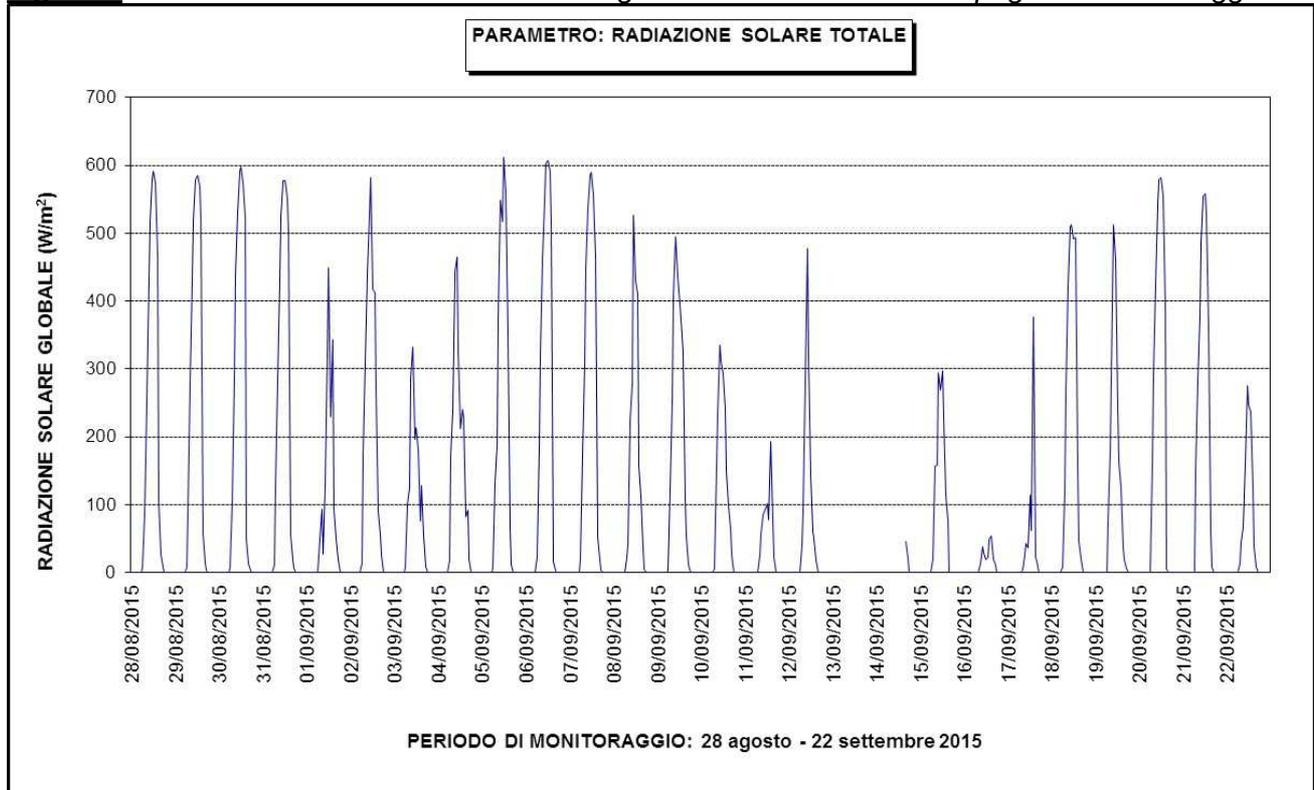
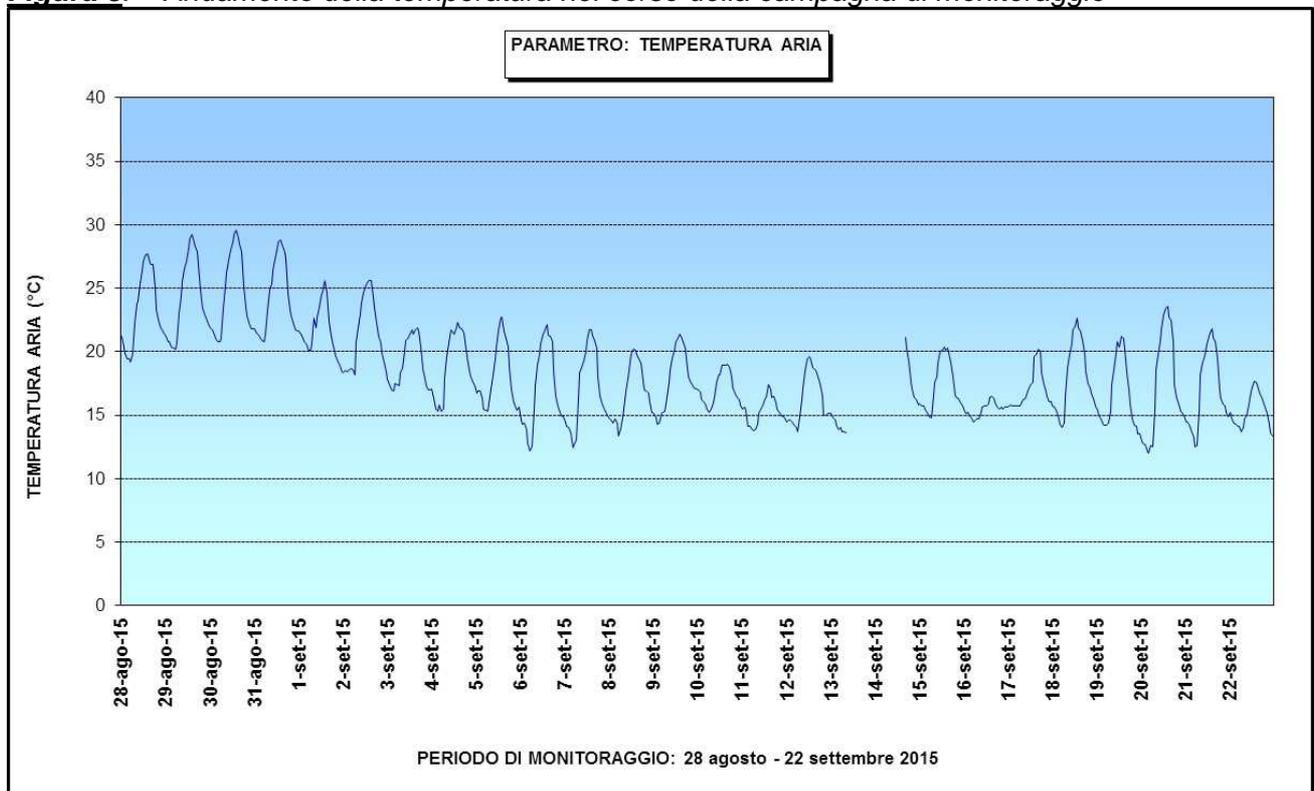


Figura 3 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio



Per quanto riguarda l'umidità relativa (**Figura 4**) i valori massimi si sono ovviamente raggiunti durante le giornate di pioggia.

Durante la campagna il campo pressorio si è attestato tra 947 e 964 mbar (**Figura 5**), con picco minimo il 22 settembre con 947 mbar e picco massimo il 29 e 30 agosto con 964 mbar.

I dati pluviometrici (**Figura 6**) indicano nove giornate di pioggia, di cui uno solo caratterizzato da un livello di pioggia importante, il 13 settembre che ha registrato 27.4 millimetri di pioggia.

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

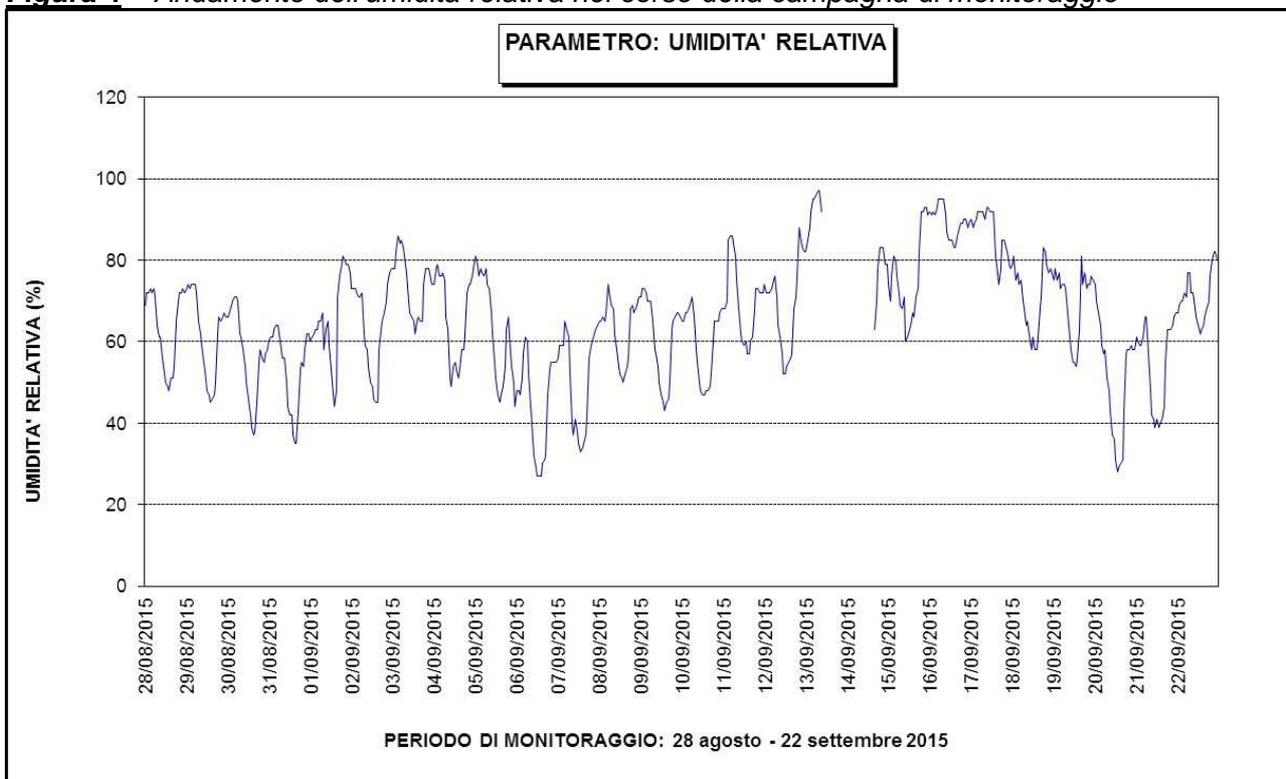


Figura 5 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

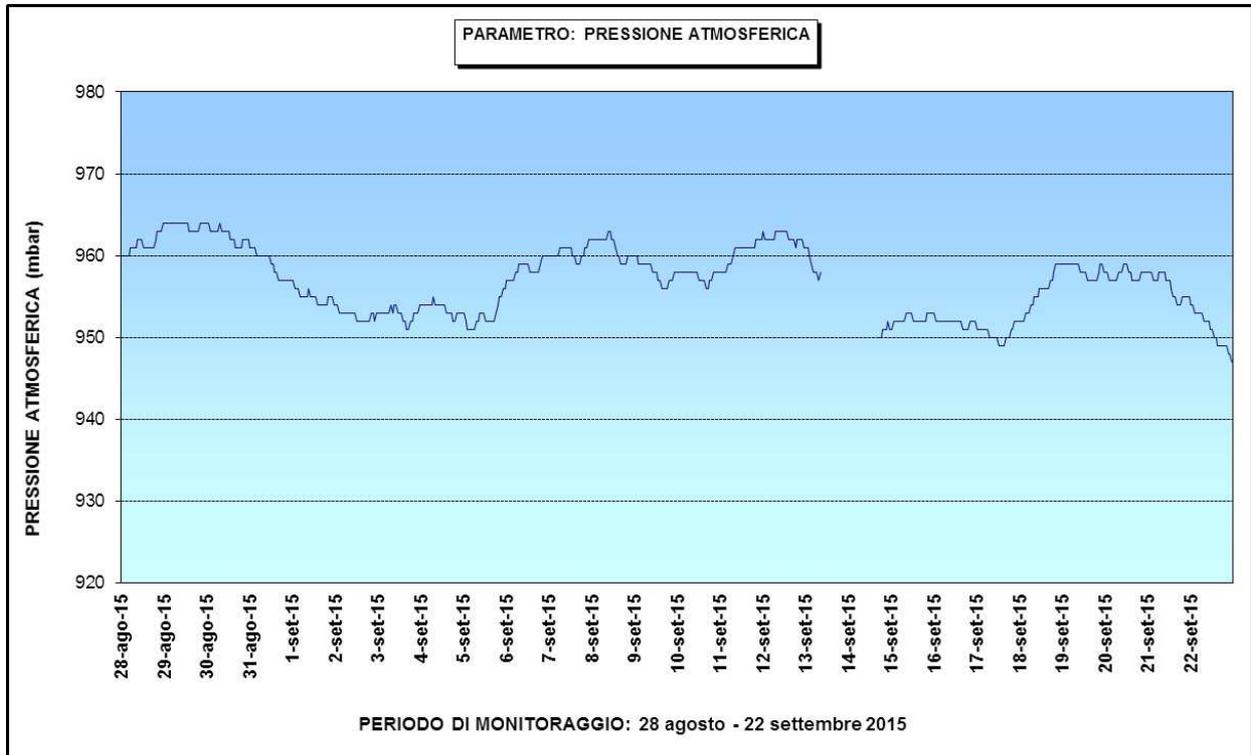


Figura 6 – Precipitazioni cumulate nel corso della campagna di monitoraggio

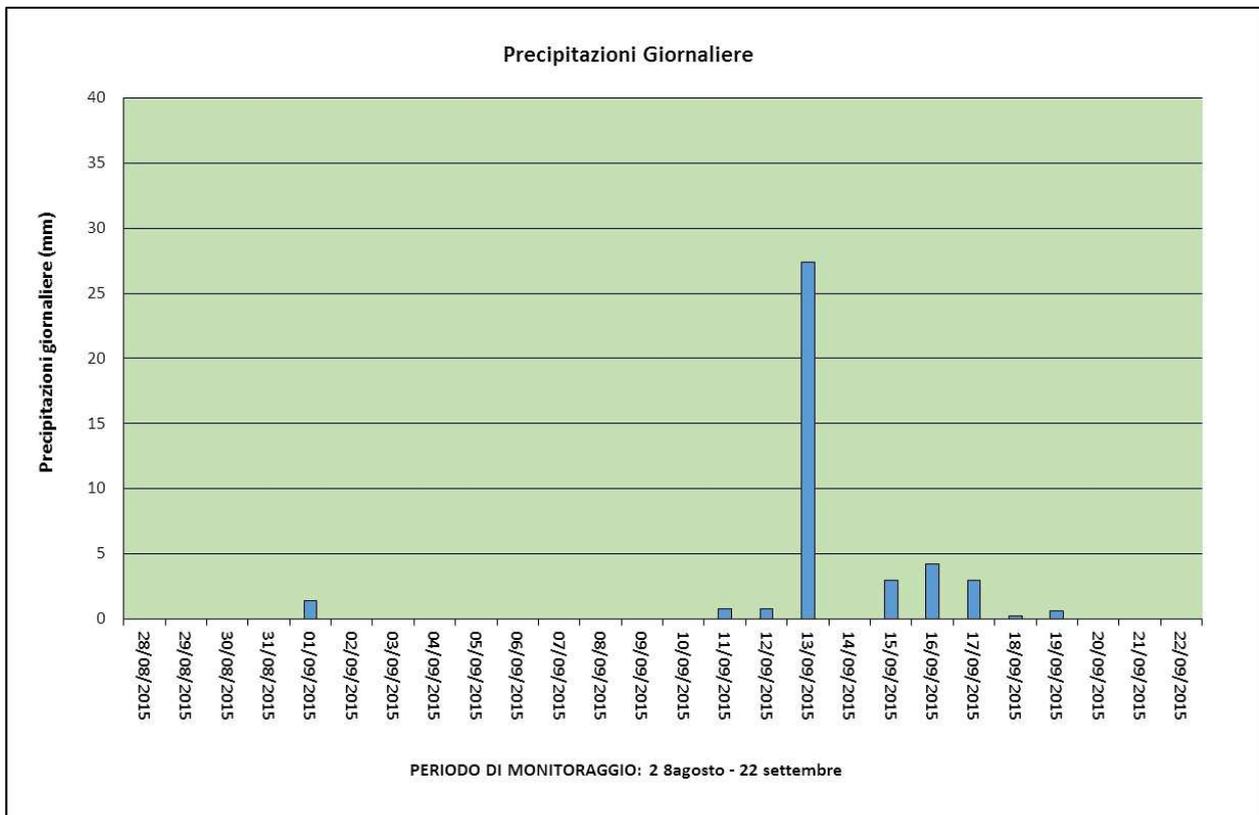
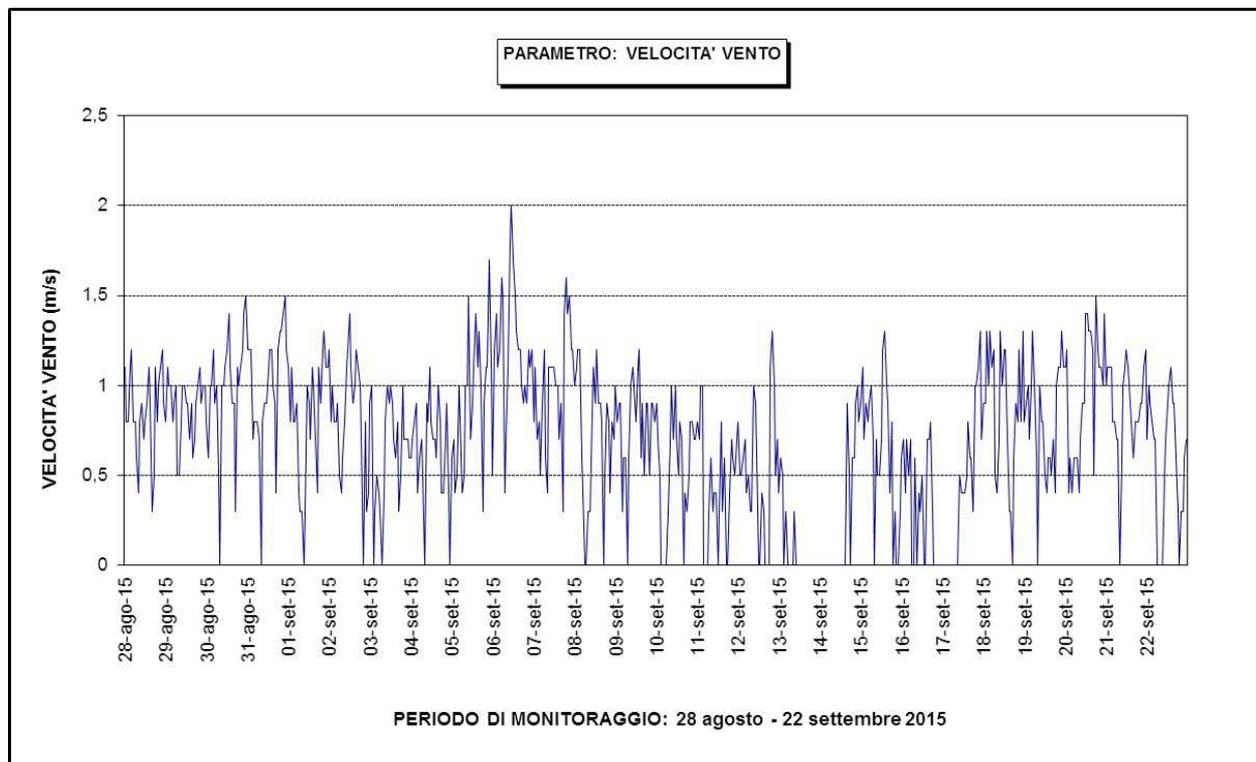


Figura 7 – Velocità del Vento nel corso della campagna di monitoraggio



In generale la campagna è stata caratterizzata da una discreta dinamicità atmosferica e da condizioni meteorologiche variabili. I dati di velocità del vento registrati indicano una percentuale di calme (media oraria della V.V. inferiore a 0.5 m/s), pari a circa il 21.6%, distribuite soprattutto nelle ore diurne. In particolare la V.V. è risultata mediamente intorno a 1 m/s, con alcune giornate nelle quali viene raggiunto un valore di 1.5- 2 m/s,; la velocità massima del vento registrata è pari a 2.0 m/s il 6 settembre (Figura 7).

Figura 8 - Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

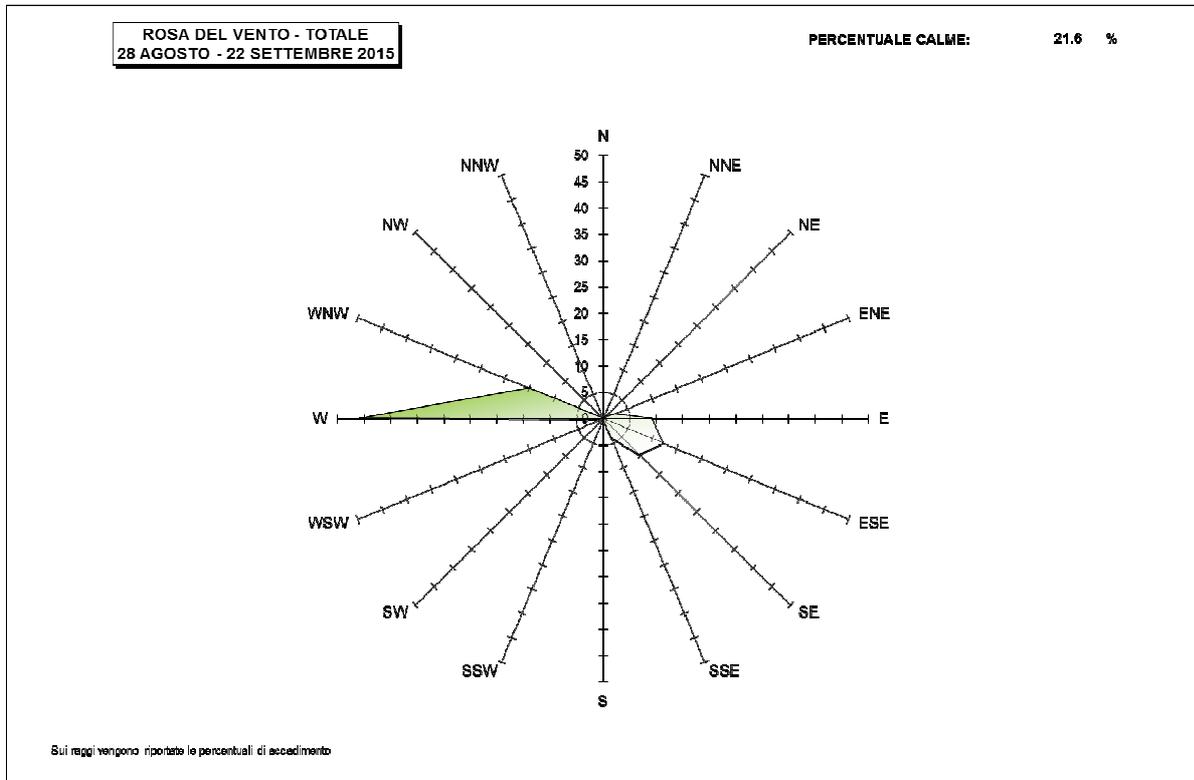
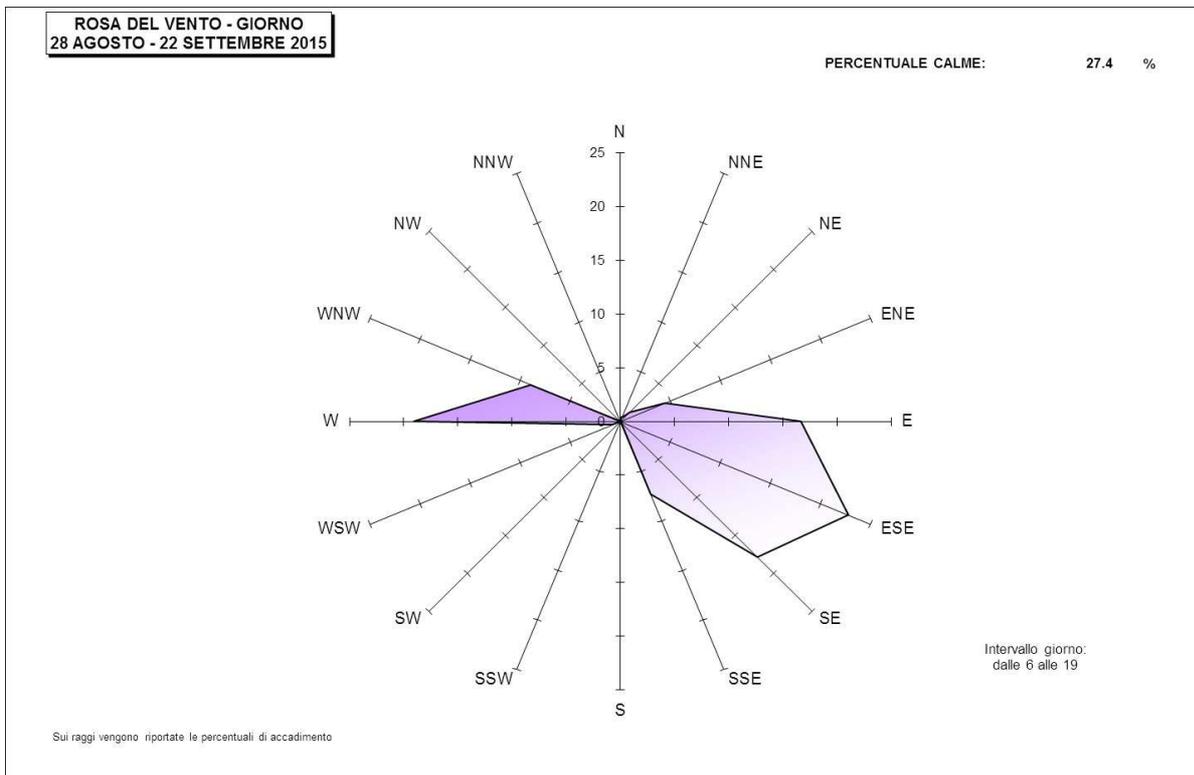


Figura 9 - Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio



Le elaborazioni relative alla direzione dei venti, rosa del vento totale è riportata in

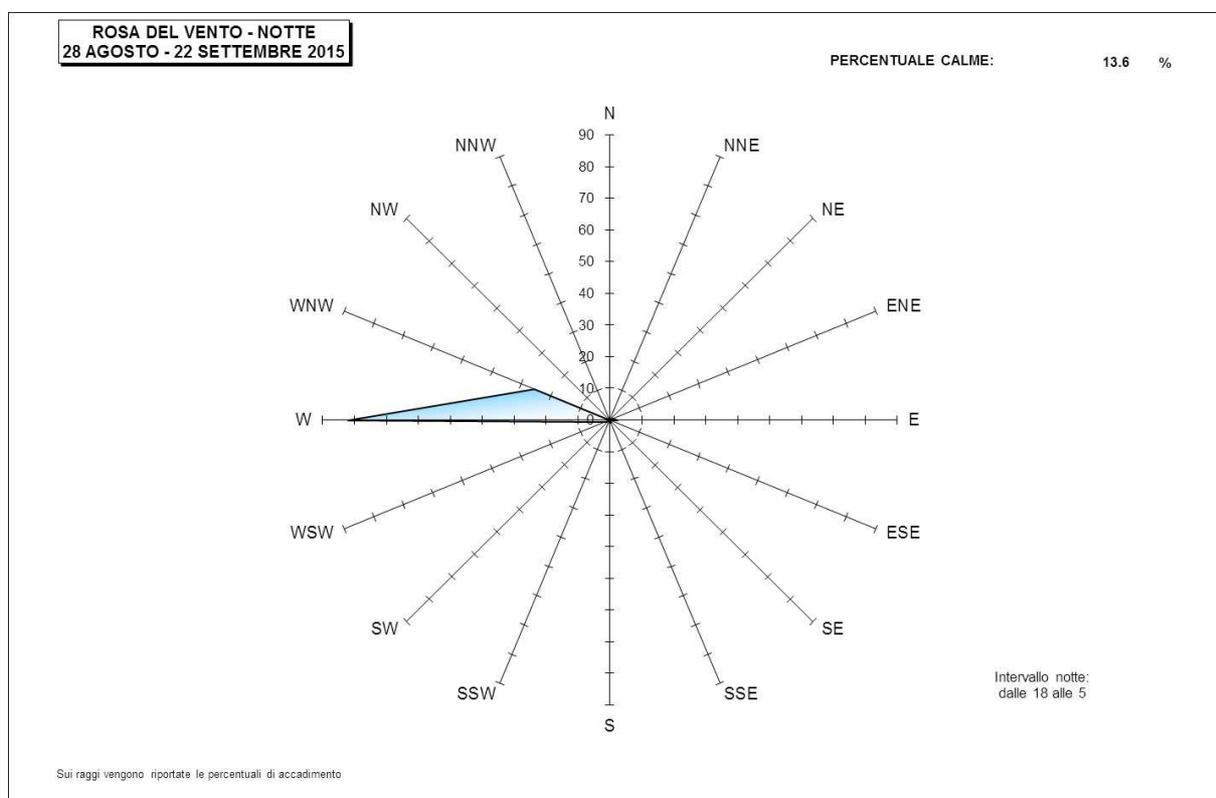
Figura 8.

Esaminando la situazione più nel dettaglio è possibile evidenziare una rosa dei venti del periodo diurno con un numero significativo di accadimenti nelle due direzioni E - ESE – SE, mentre nelle ore notturne il vento proviene prevalentemente da un'unica direzione W e, anche se meno frequente WNW (

Figura 9 e Figura 10).

Va comunque considerato che nel sito in esame la velocità e la direzione dei venti sono influenzate dalla presenza dei vicini edifici e non sono quindi rappresentative dell'area comunale nel suo complesso

Figura 10 - Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio



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_6H_6	BENZENE
NO_2	BIOSSIDO DI AZOTO
SO_2	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
O_3	OZONO
PM_{10}	PARTICOLATO SOSPESO PM_{10}
$C_6H_5CH_3$	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 rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti. Le strumentazioni di misura utilizzate nel monitoraggio della qualità dell'aria infatti 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 SO₂ 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, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

I dati inerenti la concentrazione di biossido di zolfo misurati nel Comune di Giaveno mostrano come i livelli, sia giornalieri che orari, sono ampiamente al di sotto dei limiti (Tabella 10 – Figura 11 e Figura 12). Il massimo valore giornaliero, calcolato come media giornaliera sulle 24 ore, è pari a 11 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a circa 13 µg/m³, quindi è ampiamente rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato pari a 350 µg/m³ dal D.M. 60/2002 prima e riconfermato con il D.Lgs. 155/2010. In Figura 12 si evidenzia come i valori misurati a Giaveno siano, in generale, confrontabili con quelli rilevati nella stazione fissa torinese di Consolata (definita come stazione urbana di traffico). E' utile ricordare che, in generale, questo parametro non mostra alcuna criticità poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi, e le concentrazioni di SO₂ sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

Tabella 10 – Dati relativi al monossido di biossido di zolfo (SO₂) (µg/m³)

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	11
Media delle medie giornaliere:	7
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	69%
Media dei valori orari	7
Massima media oraria	13
Ore valide	472
Percentuale ore valide	76%
<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 11 - SO₂ confronto con il limite di legge (media giornaliera)

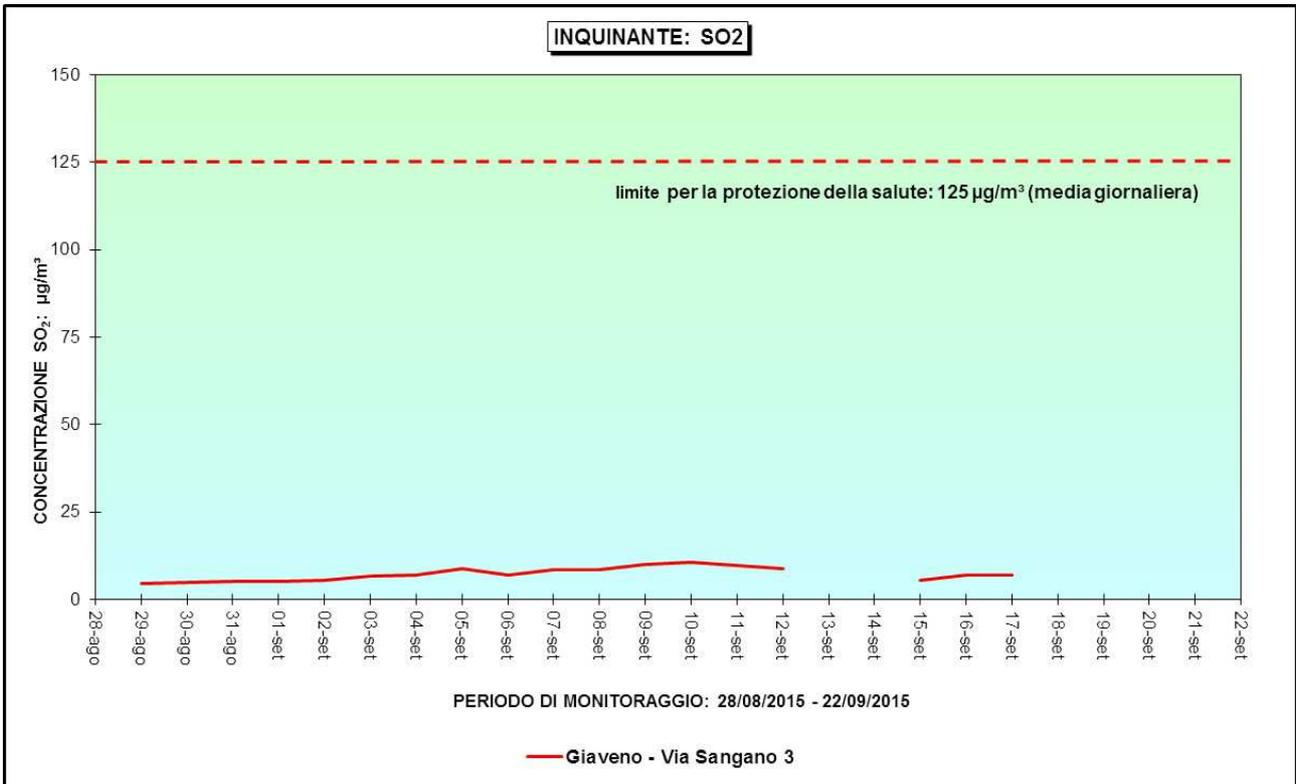
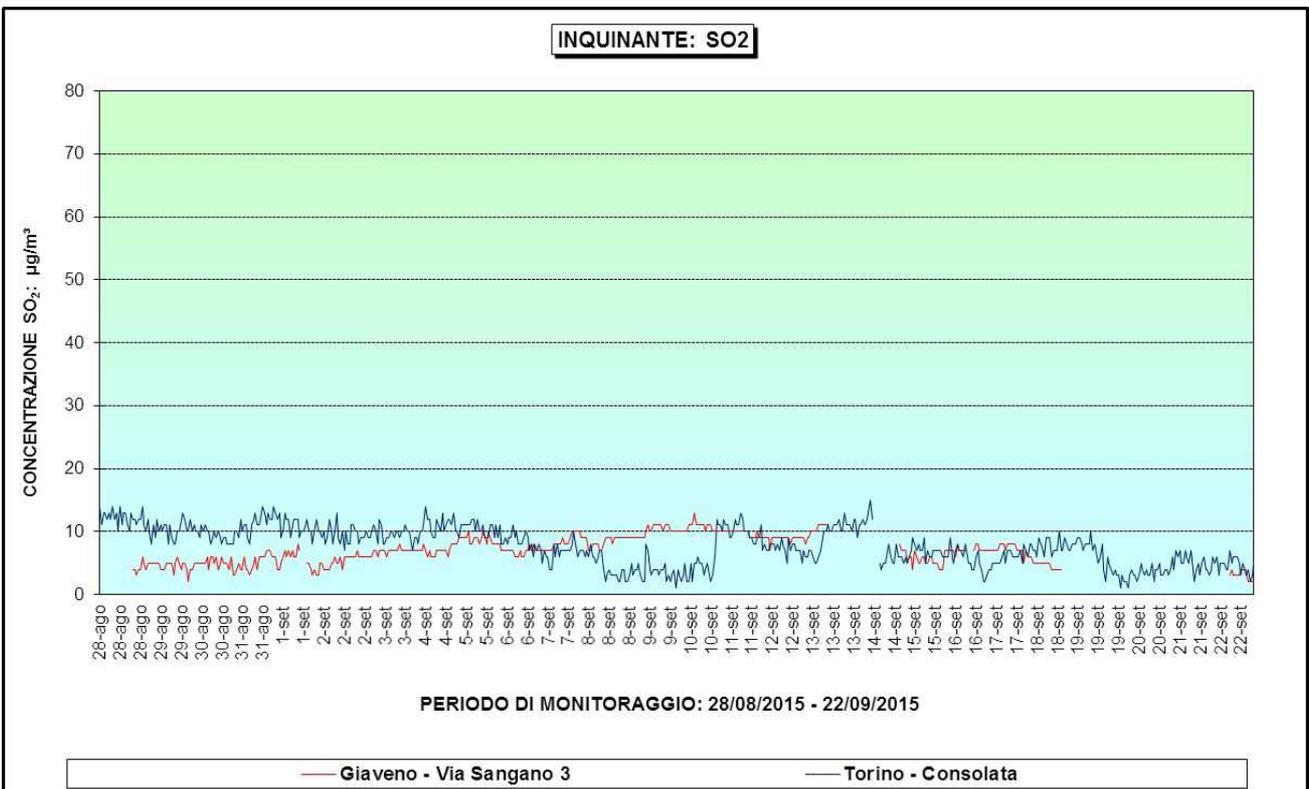


Figura 12 -SO₂ andamento della concentrazione oraria e confronto con la stazione fissa di Consolata



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 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 carbosiemoglobina, 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.

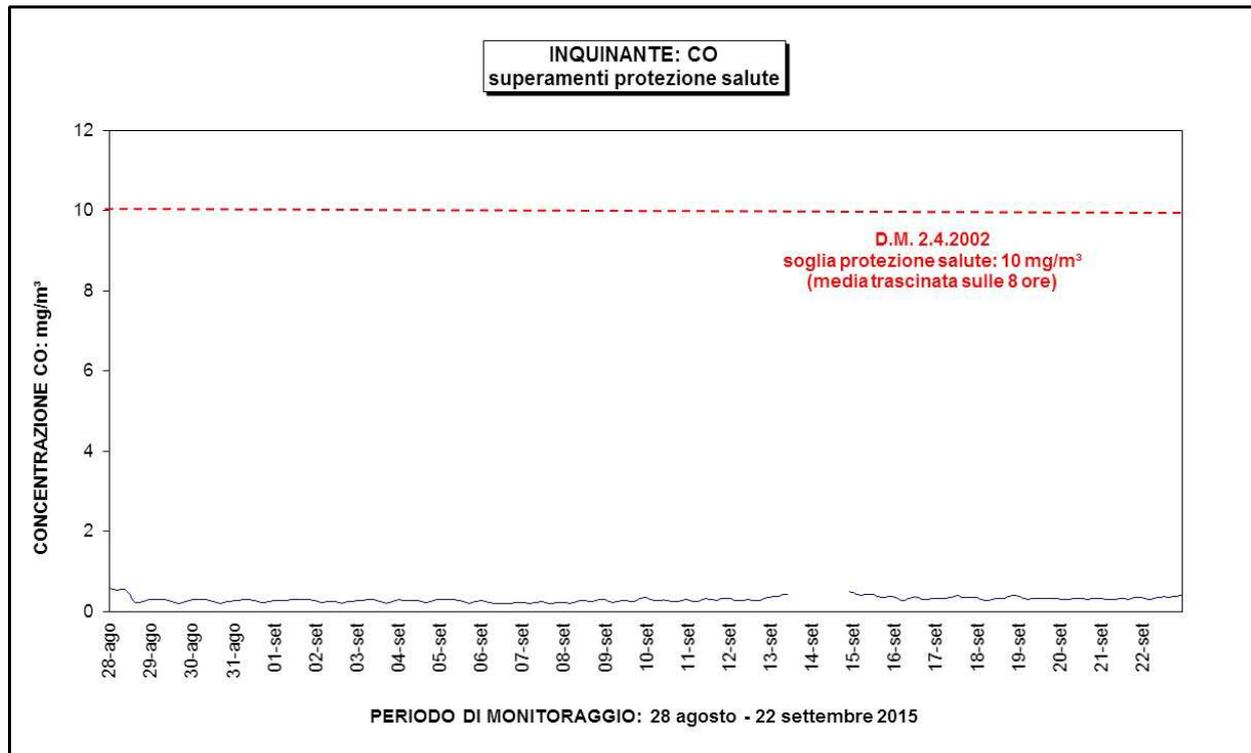
Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli ed i valori registrati attualmente rispettano ampiamente i limiti normativi.

Tabella 11 – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO) (mg/m^3), della campagna di monitoraggio

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.4
Media delle medie giornaliere (b):	0.3
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	0.3
Massima media oraria	0.6
Ore valide	592
Percentuale ore valide	95%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.3
Massimo medie 8 ore	0.6
Percentuale medie 8 ore valide	94%
<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

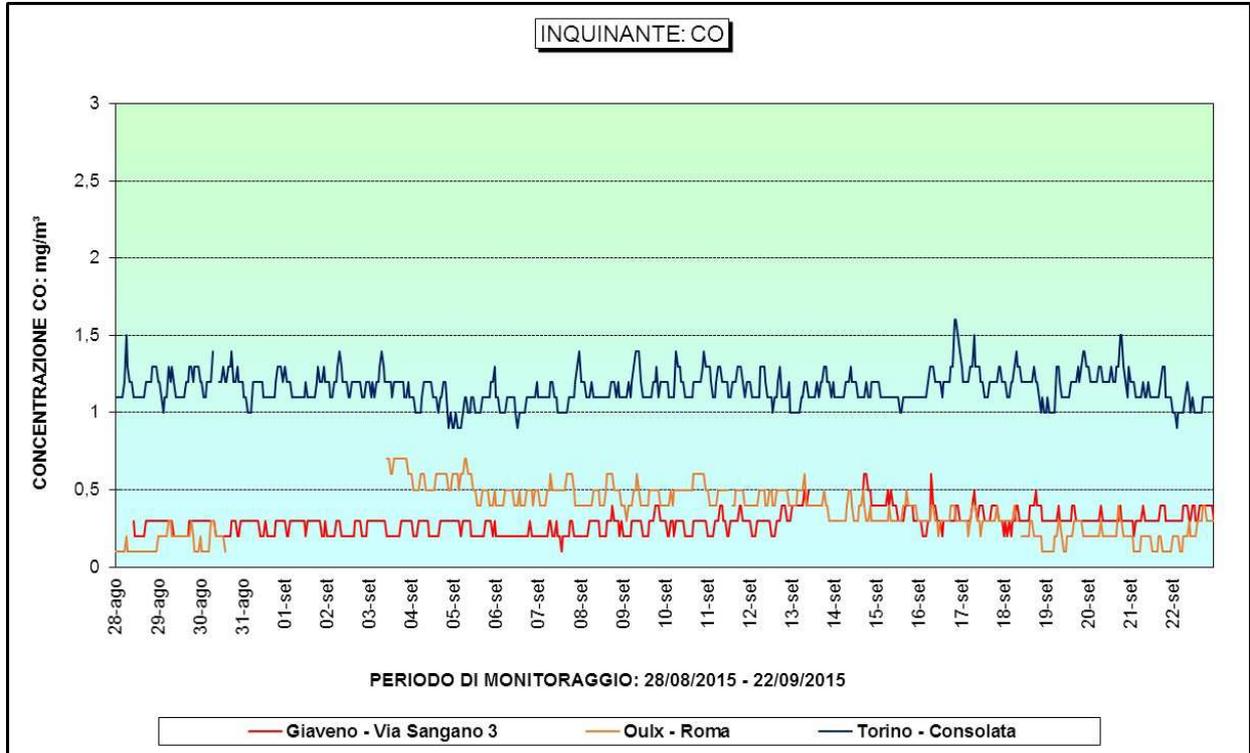
I dati misurati durante la campagna nel Comune di Giaveno confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Infatti il DLgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di 10 mg/m^3 , calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore registrato è pari a $0,6 \text{ mg/m}^3$ (Tabella 10); tale limite non è raggiunto neppure su base oraria, il massimo valore orario è pari a $0,6 \text{ mg/m}^3$ (Figura 13).

Figura 13 – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)



Nel grafico successivo (Figura 11) viene riportato il confronto con le stazioni fisse di Oulx e Torino-Consolata, entrambe classificate come stazioni di traffico. Nel periodo indagato nessuna stazione ha raggiunto su base oraria il valore di 10 mg/m^3 , inoltre i valori rilevati a Giaveno sono ampiamente al di sotto dei valori della stazione di Torino-Consolata e confrontabili con quelli rilevati presso la stazione di Oulx.

Figura 14 - CO andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazione fisse Oulx-Roma e Torino-Consolata



Ossidi di Azoto

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

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

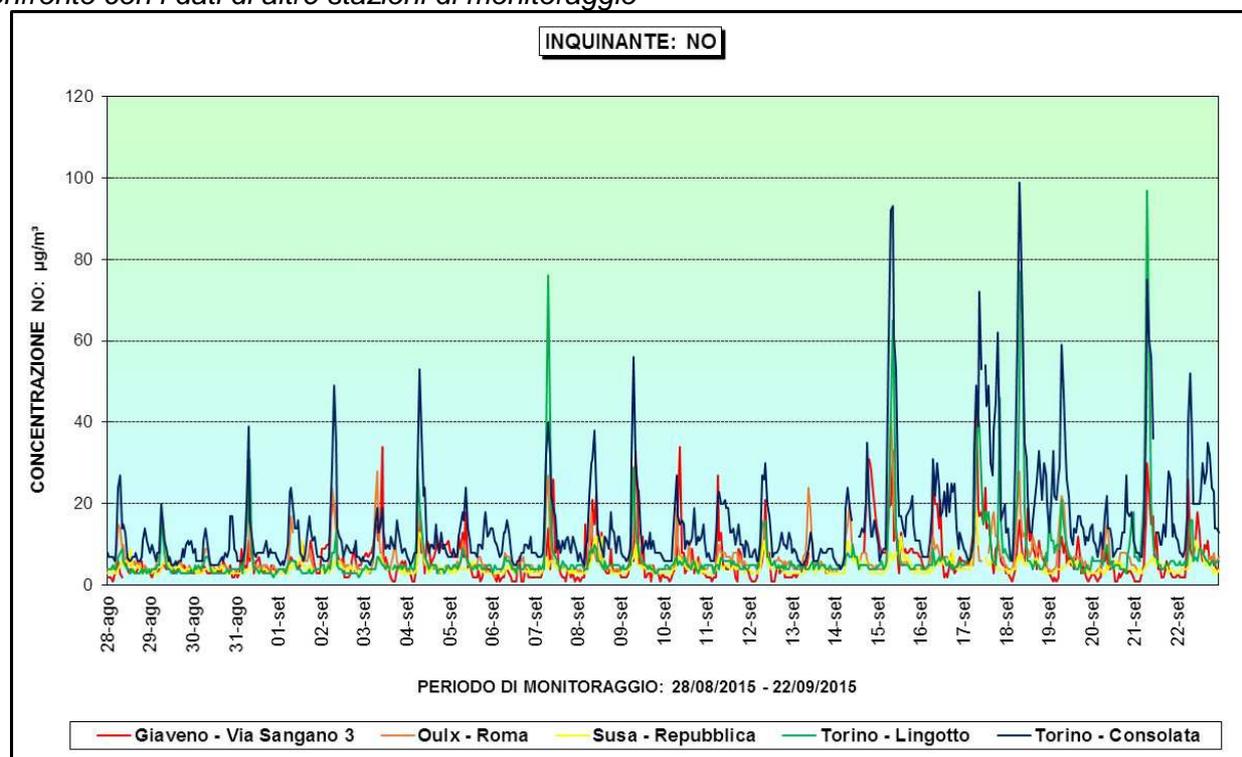
I livelli di NO nel corso della campagna di monitoraggio nel comune di Giaveno (*Tabella 12*) sono risultati generalmente inferiori a 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tranne che in una giornata, 17 settembre che ha registrato il dato più alto di media oraria pari a 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La media dei valori orari del periodo risulta pari a 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La *Figura 15* evidenzia come sia l'andamento, sia i livelli di fondo di monossido di azoto presso il sito di monitoraggio nel comune di Giaveno, sono in generale confrontabili con le due stazioni presenti in valle di Susa (Susa – Repubblica e Oulx) mentre sono inferiori, soprattutto nei valori massimi alle due stazioni di monitoraggio fisse ubicate nel capoluogo (Torino-Consolata che è classificata di traffico urbano e Torino – Lingotto classificata di fondo urbano).

Tabella 12 – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	12
Media delle medie giornaliere:	6
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	6
Massima media oraria	43
Ore valide	589
Percentuale ore valide	94%

Figura 15 – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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

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

Il contributo dell’inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. A titolo di esempio da una stima dell’Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici, (“*Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000*”, APAT 2003), risulta che nell’anno 2000 il fattore di emissione medio di NO_x (vale a dire la somma di monossido e biossido di azoto) su percorso urbano stimato per le autovetture ammontava a 1,070 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 durante la campagna di monitoraggio nel sito di Giaveno, (*Tabella 13*), non si sono registrati superamenti del limite orario di 200 µg/m³ né tantomeno del livello di allarme di 400 µg/m³, essendo la massima media oraria misurata nel sito di monitoraggio di 40 µg/m³.

La *Figura 17* permette di confrontare i dati della campagna condotta con il mezzo mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio: dal confronto è evidente che le medie orarie di Giaveno presentano concentrazioni basse, confrontabili con quelli registrati presso le due stazioni valsusine (Susa – Repubblica e Oulx).

In particolare il confronto del giorno medio (*Figura 17*) mostra che i valori di Giaveno nelle ore della giornata in cui i livelli di biossido sono più elevati sono simili a ai valori minimi registrati presso le due

stazioni del capoluogo torinese. Il profilo orario evidenzia come i livelli misurati presso il punto di monitoraggio a Giaveno siano per tutto il periodo al di sotto di quelli rilevati presso la stazione di fondo urbano del capoluogo torinese (Torino – Lingotto)

Tabella 13 – Dati relativi al biossido di azoto (NO_2) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	18
Media delle medie giornaliere (b):	14
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	88%
Media dei valori orari	14
Massima media oraria	40
Ore valide	579
Percentuale ore valide	93%
<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 16 – NO_2 : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

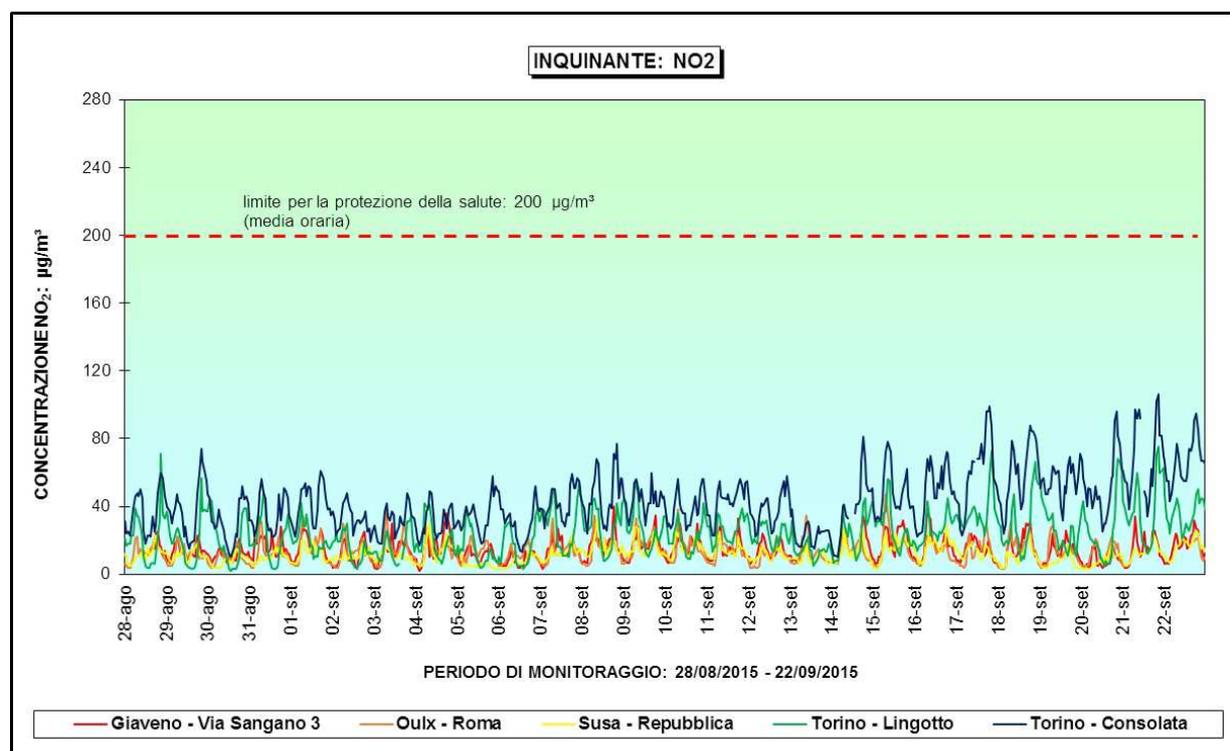
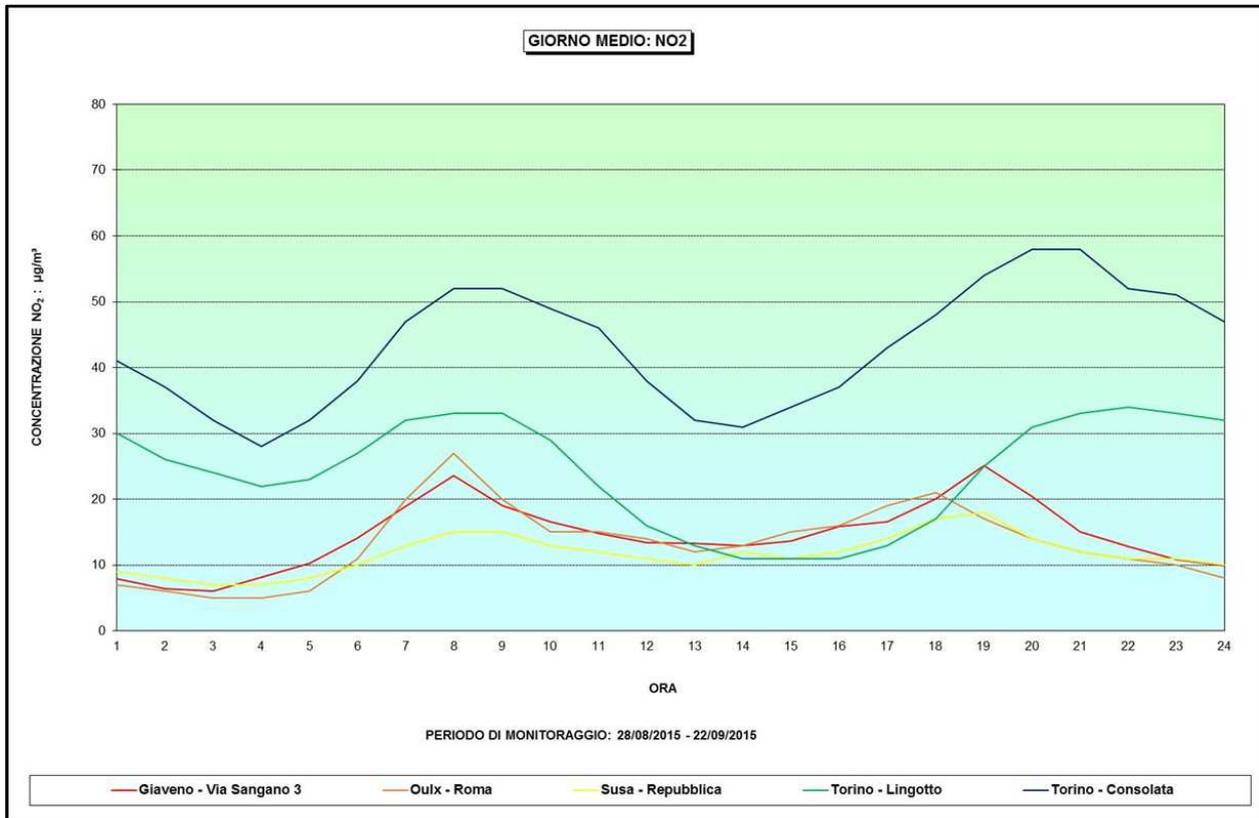


Figura 17 – NO₂: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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. Durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Giaveno è stata determinata una concentrazione media pari a $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 14) ed in generale i valori sono ricompresi tra 0,1 e $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In Figura 18 si riporta l'andamento della concentrazione oraria misurata nel corso della campagna di monitoraggio confrontandola con la stazioni di Torino Consolata. Il profilo orario del Benzene rilevato presso il sito di Giaveno risulta, nel primo periodo, confrontabile con quanto misurato presso la stazione di monitoraggio fissa di Torino - Consolata ma aumenta sensibilmente dalla metà del mese di settembre in concomitanza dell'inizio delle scuole. La mia oraria registrata presso la stazione di traffico urbano della città di Torino nello stesso periodo è pari a $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Molto interessante appare il profilo del giorno medio,

Figura 19, da cui si evince che i livelli di Benzene sono più elevati presso il sito di Giaveno rispetto alla stazione fissa Torino – Consolata non solo nei valori massimi serali ma soprattutto nei valori minimi.

E' importante sottolineare che il periodo più critico per tale inquinante è l'inverno, mentre si registrano valori decisamente più bassi nel periodo primaverile-estivo, e che il limite imposto dalla normativa è calcolato su base annuale. Valutazioni sulla concentrazione media annuale – e quindi il confronto con il valore limite di legge – saranno effettuate al termine della seconda campagna.

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

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	1.7
Media delle medie giornaliere	1.0
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	88%
Media dei valori orari	1.0
Massima media oraria	2.9
Ore valide	576
Percentuale ore valide	92%

Figura 18 – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con la stazioni di Torino Consolata

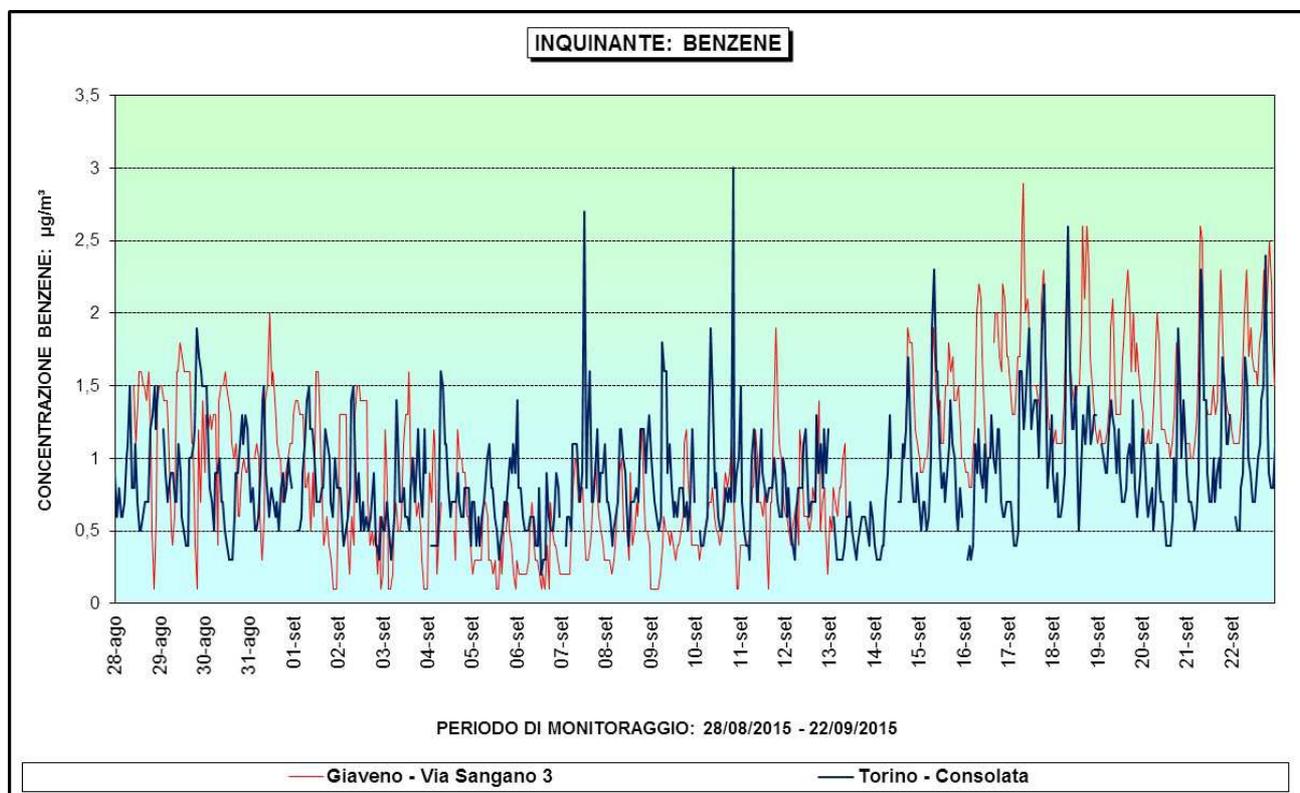
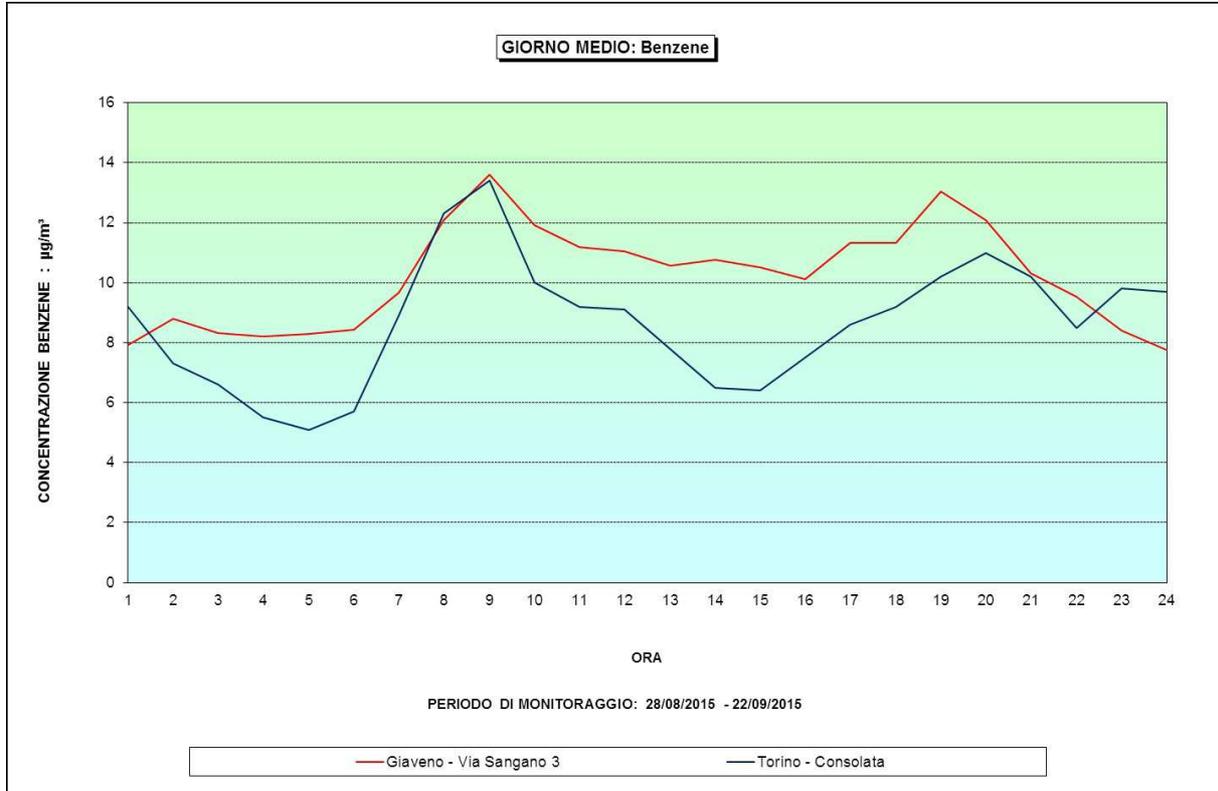


Figura 19 - Benzene: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



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

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

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di 3.1 µg/m³ e la massima media oraria di 16,9 µg/m³ (Tabella 14), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

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

Minima media giornaliera	0.6
Massima media giornaliera	3.1
Media delle medie giornaliere	1.5
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	1.5
Massima media oraria	16.9
Ore valide	548
Percentuale ore valide	88%

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 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 concentrazione di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

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

Inoltre il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM_{2,5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio la media dei valori di concentrazione di particolato PM₁₀ è stata pari a 16 µg/m³ (

Tabella 16), con un valore massimo giornaliero di 25 µg/m³. Il limite giornaliero del PM₁₀ pari a 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile) non è mai stato superato.

La concentrazione massima di 25 µg/m³ raggiunta il giorno 28 agosto.

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

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	25
Media delle medie giornaliere	16
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0

In (*Tabella 17*) sono riportati i dati relativi al $PM_{2.5}$: la media delle concentrazioni giornaliere è stata, durante il periodo monitorato, di $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una concentrazione massima di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ raggiunta il giorno 12 settembre.

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

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	15
Media delle medie giornaliere	9
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	85%

Osservando la

Figura 20, dove vengono riportati gli andamenti dei due inquinanti, si nota che gli andamenti di PM_{10} e $PM_{2.5}$, risultano in generale bene accoppiati. Nella figura si riportano anche i mm di pioggia caduti nel periodo di studio poiché i livelli di PM in atmosfera sono collegati alle condizioni meteorologiche ed in particolare gli eventi di pioggia portano ad abbattere le concentrazioni di polveri presenti in aria ambiente. Durante la giornata in cui si è avuto la maggiore piovosità per problemi tecnici non sono presenti i valori delle polveri che però risultano comunque più basse dopo la giornata di pioggia.

Figura 20 – Particolato sospeso PM_{10} e $PM_{2.5}$; somma giornaliera delle precipitazioni

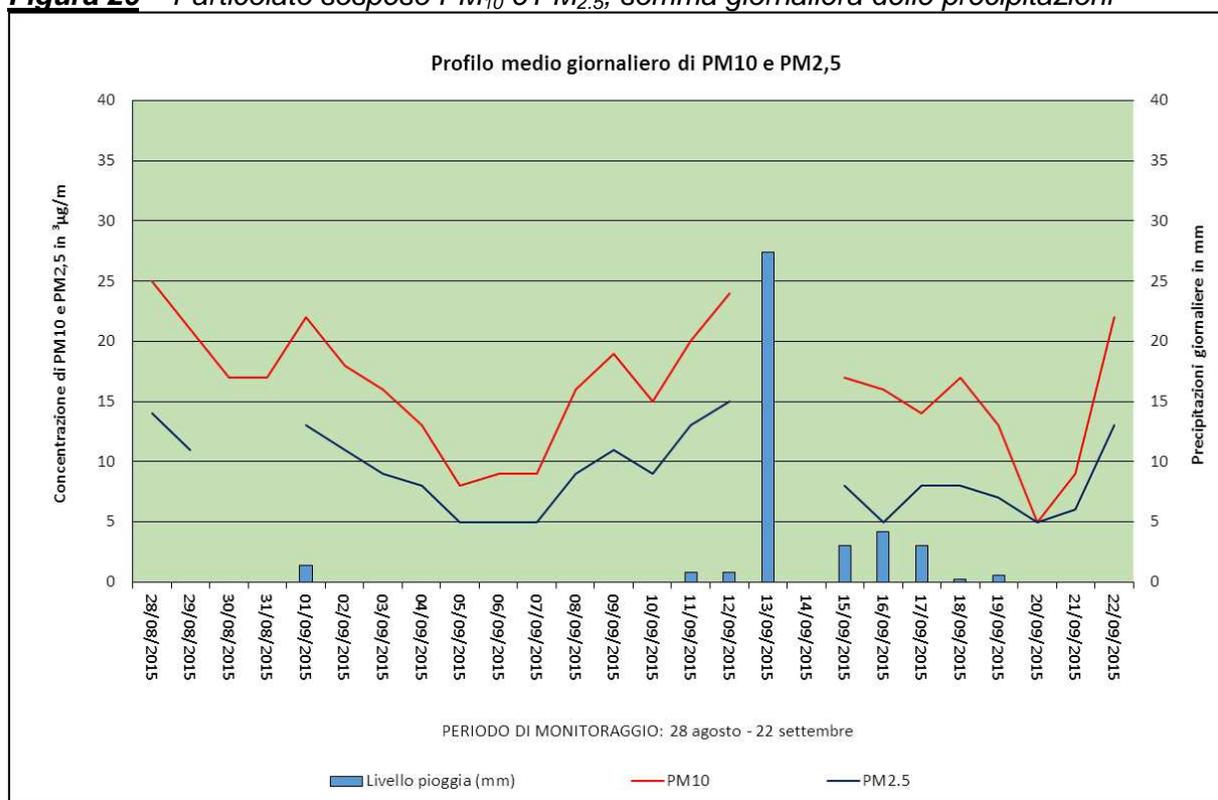


Figura 21 – Particolato sospeso PM_{10} : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con altre stazioni di monitoraggio

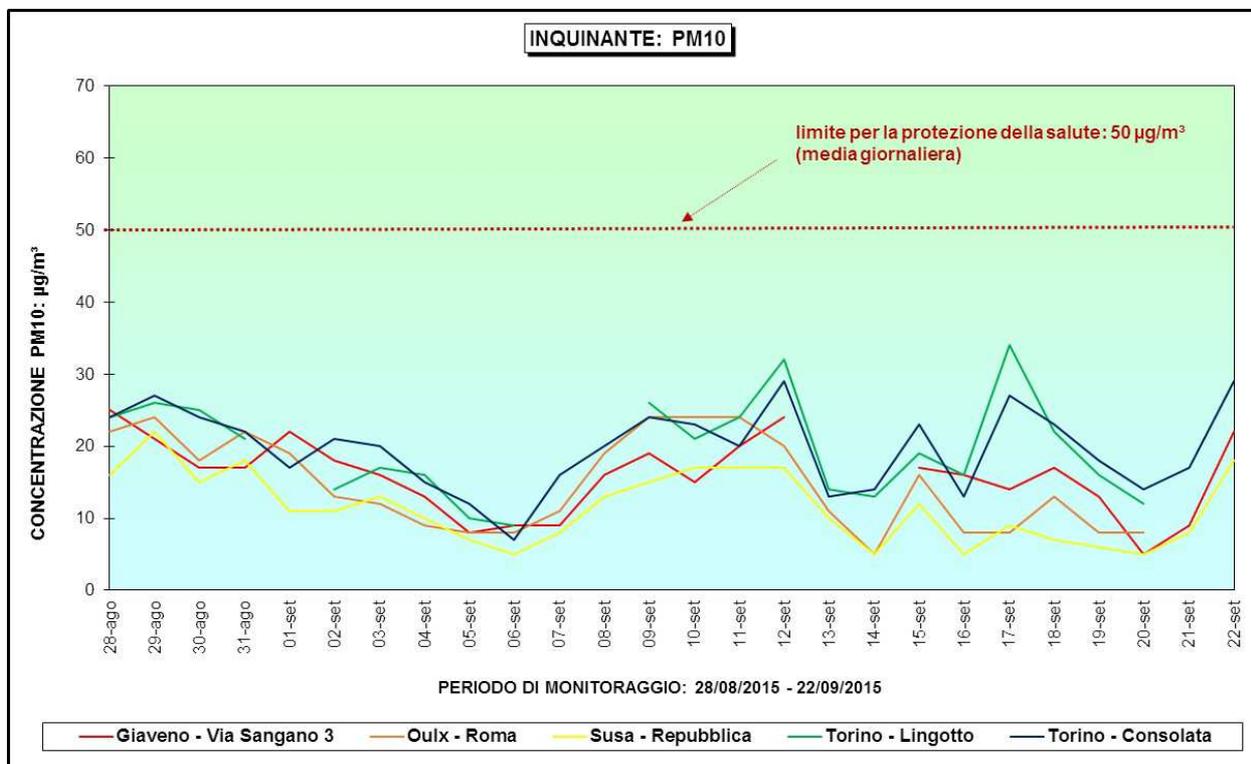
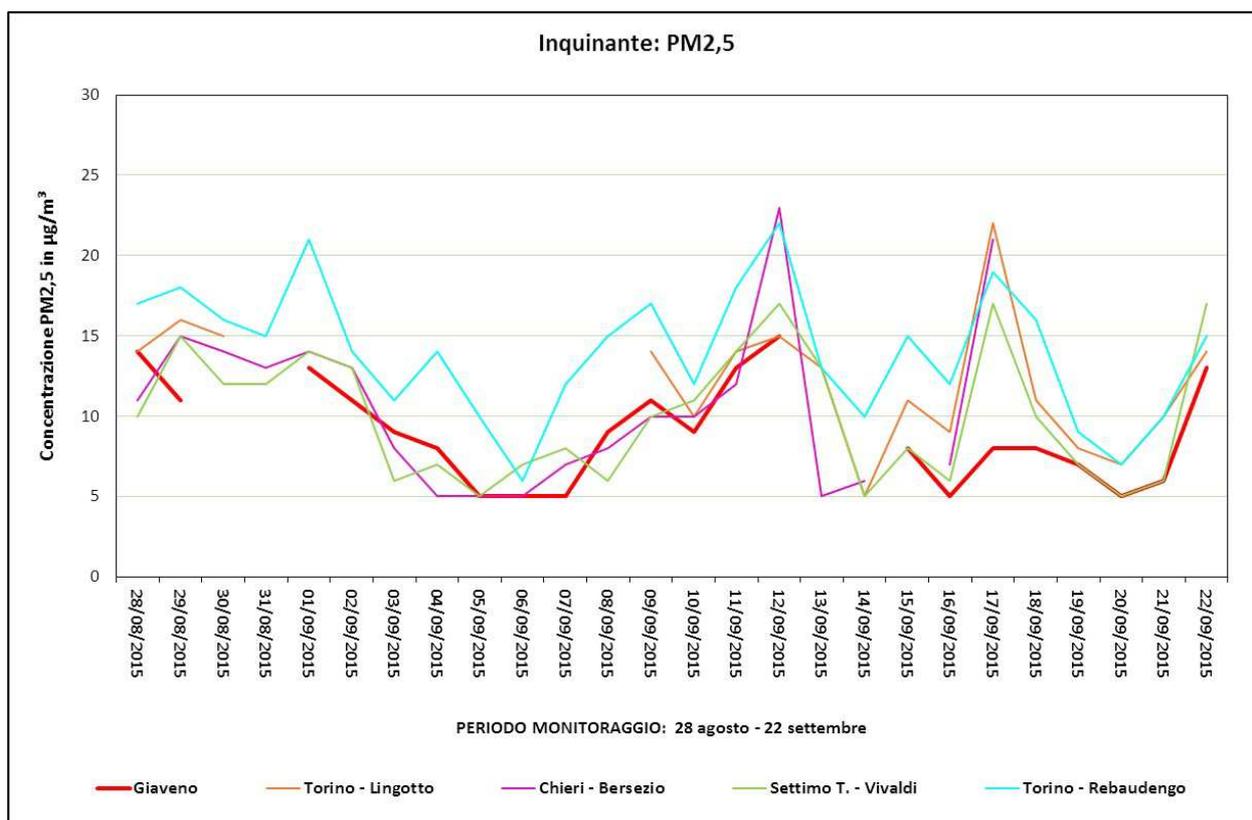


Figura 22 – Particolato sospeso $PM_{2.5}$: confronto con altre stazioni di monitoraggio



Nella Figura 21 si riportano le medie giornaliere registrate presso il sito di Giaveno e presso altre stazioni della rete di monitoraggio fissa da cui si evince che le concentrazioni rilevate sono relativamente basse, ben al di sotto del limite normativo. Questo è coerente con il periodo di misura (estivo) caratterizzato da un irraggiamento solare molto più intenso che nei mesi freddi, per cui le condizioni di stabilità non sono tali da comportare un intenso accumulo di inquinanti in prossimità del suolo.

Tabella 18 – Media giornaliera del particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2,5} (µg/m³)

DATA	Giaveno – Laboratorio Mobile PM10	Giaveno – Laboratorio Mobile PM2.5
28 agosto	25	14
29 agosto	21	11
30 agosto	17	
31 agosto	17	
1 settembre	22	13
2 settembre	18	11
3 settembre	16	9
4 settembre	13	8
5 settembre	8	5
6 settembre	9	5
7 settembre	9	5
8 settembre	16	9
9 settembre	19	11

10 settembre	15	9
11 settembre	20	13
12 settembre	24	15
13 settembre		
14 settembre		
15 settembre	17	8
16 settembre	16	5
17 settembre	14	8
18 settembre	17	8
19 settembre	13	7
20 settembre	5	5
21 settembre	9	6
22 settembre	22	13
media	16	9
massimo	25	15
minimo	5	5
n° di superamenti livello giornaliero protezione della salute PM10 (50 µg/m ³)	0	-

In [Figura 22](#) vengono confrontati i valori di PM_{2.5} registrati a Giaveno con quelli misurati nelle stazioni della rete fissa di rilevamento della qualità: in generale si osserva un andamento confrontabile con quello delle altre stazioni ma con livelli decisamente inferiori. Si ricorda che il PM_{2.5}, che costituisce una buona parte della frazione del particolato atmosferico (vedi valori riportati in [Tabella 18](#)) è di origine secondaria, e in quanto tale, può aver avuto origine anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento. Ciò spiega come mai punti di misura anche relativamente lontani presentino valori confrontabili.

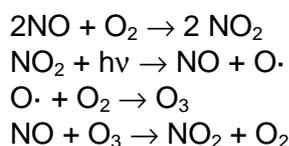
Per quanto riguarda i valori limite annuali di PM₁₀ e PM_{2.5}, valutazioni sulla concentrazione media annuale – e quindi il confronto con tale valore limite – saranno effettuati al termine della seconda campagna.

Ozono

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

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

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



L'elevato potere ossidante dell'ozono è in grado di produrre infiammazioni e danni all'apparato respiratorio più o meno gravi, in funzione della concentrazione cui si è esposti, della durata dell'esposizione e della ventilazione polmonare, in particolar modo nei soggetti sensibili (asmatici, bambini, anziani, soggetti aventi patologie respiratorie).

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

Minima media giornaliera	39
Massima media giornaliera	138
Media delle medie giornaliere (b):	92
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	92%
Media dei valori orari	91
Massima media oraria	197
Ore valide	590
Percentuale ore valide	95%
Minimo medie 8 ore	18
Media delle medie 8 ore	92
Massimo medie 8 ore	172
Percentuale medie 8 ore valide	93%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	91
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	12
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	3
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	1
<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

Durante la campagna i livelli sono generalmente risultati inferiori a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (*Tabella 19*). Si osservano diversi dati orari che superano la soglia dei $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contribuendo al superamento del limite per la protezione della salute. Riassumendo si sono registrati 12 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massima media trascinata sulle 8 ore), e un superamento del livello d'informazione (pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria); non è mai stato superato, invece, il livello di allarme (pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per almeno tre ore consecutive). La media dell'intero periodo è pari a $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo di media oraria di 197 raggiunto il 31 agosto.

In

Figura 23 viene riportato l'andamento orario della concentrazione di ozono confrontato con le stazioni fisse di Susa e Torino - Lingotto, che risulta, in generale più elevato rispetto ad entrambe le stazioni soprattutto nei valori massimi.

Il superamento del limite per la protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massima media giornaliera trascinata sulle 8 ore), è strettamente legato alle condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato la campagna di misura (*Figura 24*). Se da un lato le alte temperature e la radiazione solare hanno contribuito alla formazione dell'inquinante, dall'altro va osservato che la presenza di giornate caratterizzate da pioggia (13 settembre), ha inciso sulla riduzione dei livelli di ozono in atmosfera registrata nella seconda parte della campagna di monitoraggio.

Figura 23 - O_3 : andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

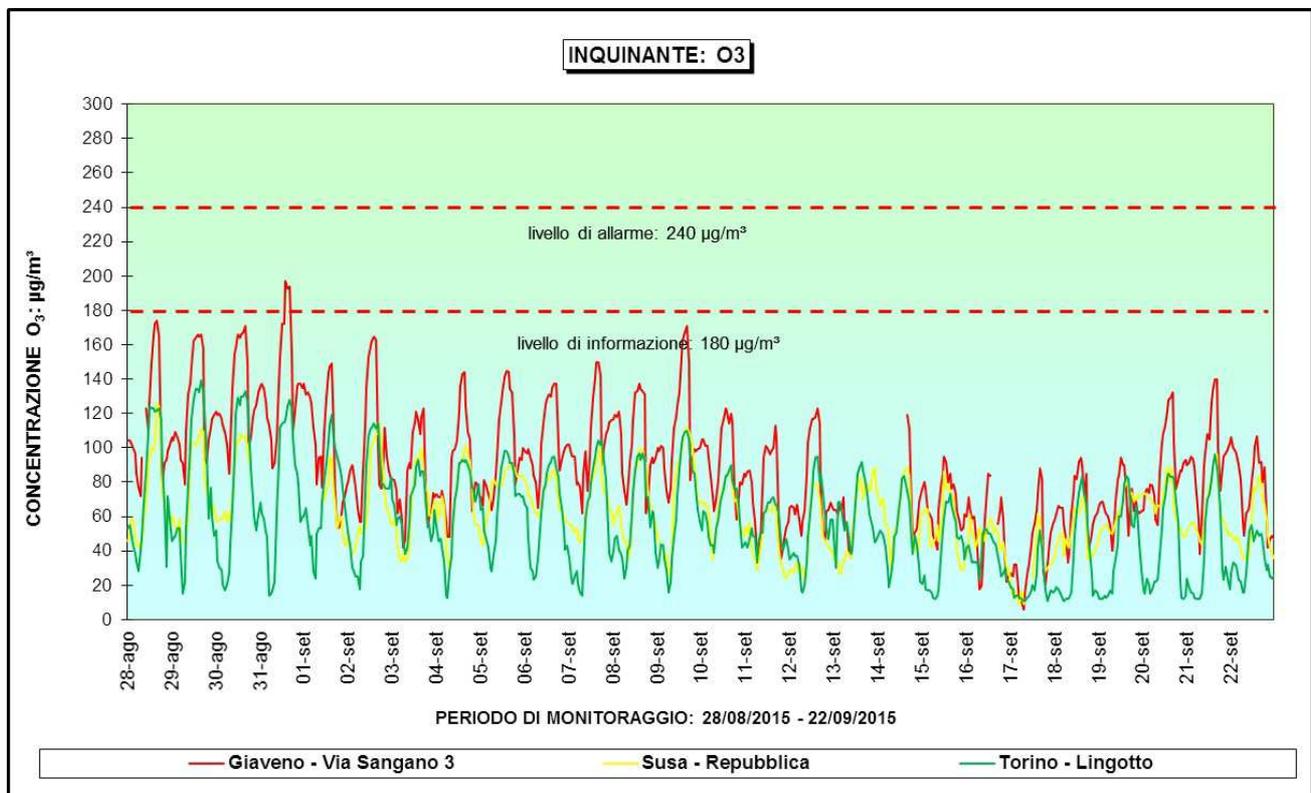


Figura 24 – O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)

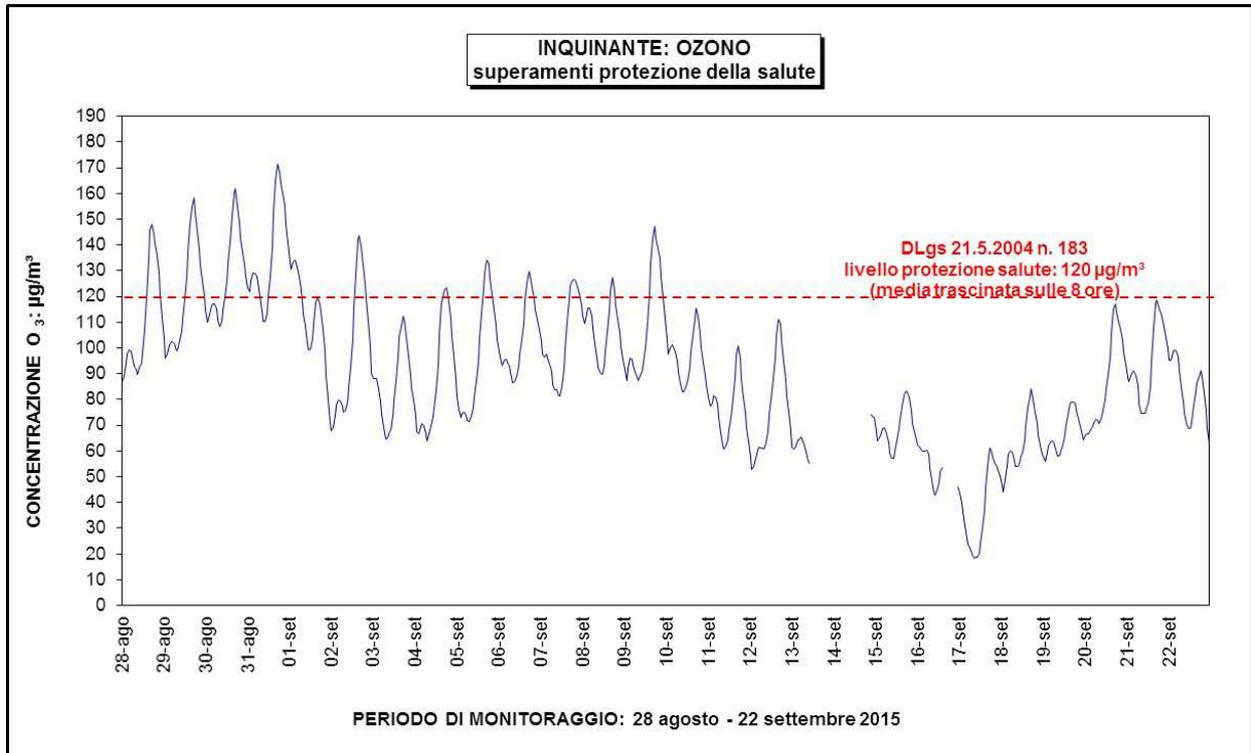
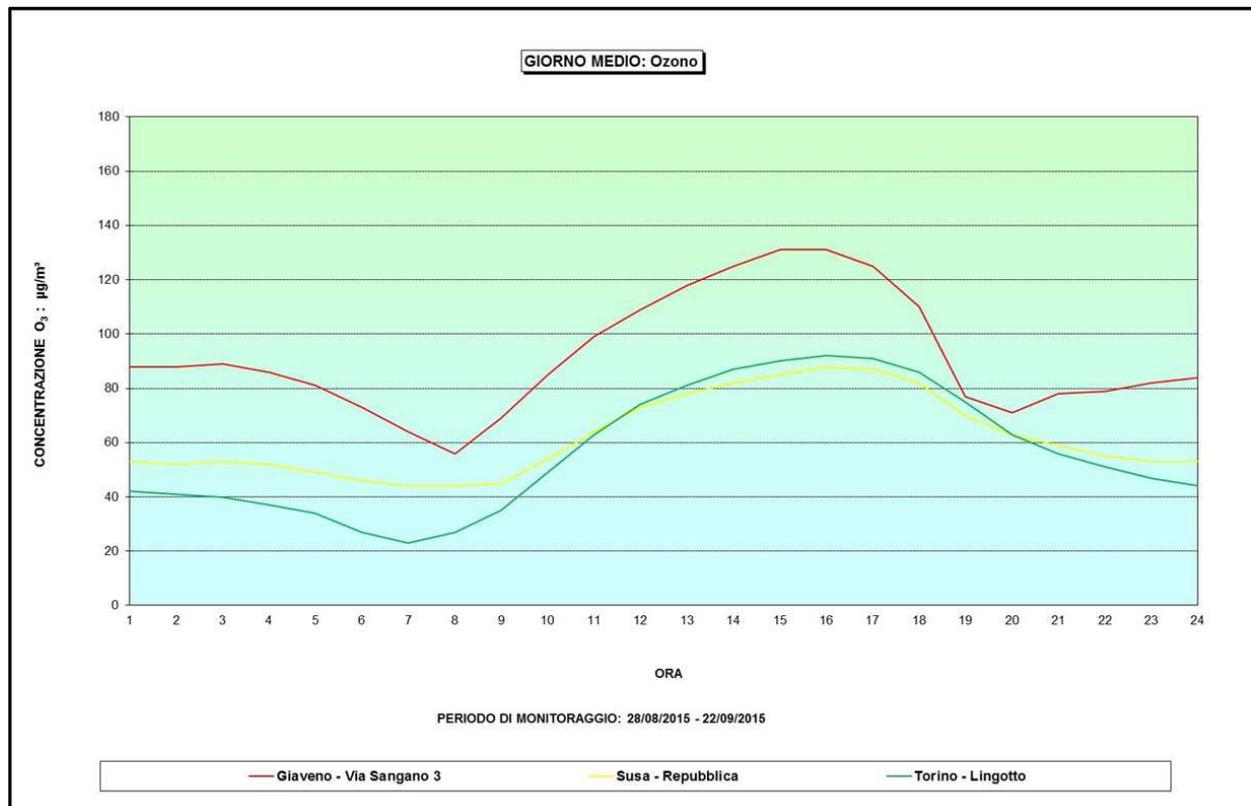


Figura 25 - O₃: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



In _____ *Figura 25*, che riporta il profilo del giorno medio calcolato per il periodo di monitoraggio e confrontato con quello di altre stazioni della rete di monitoraggio fissa della qualità dell'aria, evidenzia livelli più elevati presso il sito di Giaveno sia nei valori minimi sia nei valori massimi.

Tali livelli di ozono possono essere spiegati dalla tipologia del sito, poco impattato da fonti puntuali di traffico veicolare dove, a differenza dei siti ubicati in area urbana, tale inquinante non viene distrutto nelle ore notturne (cioè in assenza di sole) dagli stessi agenti inquinanti che ne hanno promosso la formazione nelle ore diurne.

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 in reazione ai tempi necessari per la determinazione analitica di tali composti sia perché la normativa definisce indicatori annuali e quindi risulterebbe poco significativo il confronto con i dati rilevati durante un'unica campagna breve.

CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria emerso per il sito di Via Sangano 3 nel comune di Giaveno a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del Laboratorio Mobile rispecchia quanto osservato in siti simili della provincia di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti per i quali la normativa prevede tale tipo di limite (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono); 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, biossido di azoto e particolato atmosferico PM₁₀, ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo, ad eccezione dell'ozono. Infatti per quest'ultimo sono stati registrati 12 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m³ calcolata come massima media trascinata sulle otto ore) e 3 del livello informazione (180 µg/m³).

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 PM₁₀, PM_{2,5} e biossido di azoto. Sempre al termine della seconda campagna saranno valutati i livelli di metalli e IPA presenti nel particolato atmosferico in quanto anche per tali parametri i valori di riferimento sono su base annuale.

Va inoltre considerato che il superamento dei valori limite di breve periodo per PM₁₀ e biossido di azoto – rispettivamente su base giornaliera e oraria - è caratteristico dei mesi invernali, per cui per una valutazione compiuta anche di questo tipo di indicatori occorrerà attendere i risultati della seconda campagna.

I dati disponibili evidenziano in ogni caso che la frazione che compone il PM₁₀ è costituita per una percentuale significativa da particolato secondario, come è peraltro caratteristico dell'area urbana torinese.

Nel loro insieme i dati presentati mostrano, per il periodo monitorato, una situazione con criticità relativamente ridotte, con l'eccezione dell'ozono.

Per quanto concerne l'ozono va sottolineato che si tratta di un fenomeno di inquinamento atmosferico che nei mesi estivi interessa tutto il territorio provinciale e regionale e quindi non caratteristico del sito in esame; trattandosi di un inquinante secondario, non emesso direttamente da fonti antropiche e che può avere origine anche in zone lontane rispetto al sito di misura, la sua gestione, e la conseguente riduzione, deve essere attuata attraverso politiche ad ampia scala territoriale.

In generale si rimandano, al termine della seconda campagna, considerazioni più approfondite sugli inquinanti che sul territorio provinciale.

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 PM10e PM2.5 ; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10/2.5 µm in aria ambiente, con testa di prelievo a norma UE
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**

Gascromatografo 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