

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO
Struttura Semplice "Attività di Produzione"

OGGETTO:

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA CON UTILIZZO
DEL LABORATORIO MOBILE NEL COMUNE di Bollengo – Via Rialetto N° 2
RELAZIONE PRIMA CAMPAGNA (15 Giugno ÷ 06 Luglio 2015)**



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale	Data:	Firma:
	Nome: Francesco Romeo	18/11/15	
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione	Data:	
	Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	18/11/15	



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, sig. Fabio Pittarello, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida.

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

INDICE

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	7
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	<i>8</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>7</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>7</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	11
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>12</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>14</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	<i>21</i>
Biossido di zolfo	22
Monossido di carbonio	24
Ossidi d'azoto	27
Benzene e toluene	31
Particolato sospeso (PM ₁₀) e (PM _{2.5})	33
Ozono	36
CONCLUSIONI	40
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	41

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 microgrammo per metro cubo (µg/m³).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

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

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica locale; 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 loro effetti sulla salute umana e sull'ambiente e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2013", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso 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

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

 = 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 Bollengo, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito della richiesta inoltrata dal Comune di Bollengo ad Arpa Piemonte con nota protocollo Arpa n°67336 del 11/08/2014 (protocollo Comune di Bollengo n°2470 del 06/08/2014).

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 nel periodo estivo, oggetto della presente relazione ed una seconda campagna nel periodo invernale.

Come sito di posizionamento del mobilab per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato il piazzale della ditta Transervice vicina al sito dell'esponente, in Via Rialetto, 2 nel comune di Bollengo, come concordato con l'amministrazione comunale durante il sopralluogo.

Nelle **(Figure 1 e 2)** è riportata l'ubicazione sulla mappa del sito in cui è stato posizionato il Laboratorio Mobile.

La prima campagna di monitoraggio doveva iniziare 11 Giugno, ma per problemi di fornitura dell'alimentazione elettrica è slittato al 15 Giugno. 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. Nello specifico i dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 16 Giugno al 5 Luglio.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle singole campagne condotte con i Laboratori Mobili 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, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del DLgs 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, scelto a caso, di ogni settimana in modo che le misure siano uniformemente distribuite durante l'anno, oppure otto settimane di misurazione distribuite in modo regolare nell'arco dell'anno).

I dati presentati forniscono quindi unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati negli stessi periodi 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 Bollengo .

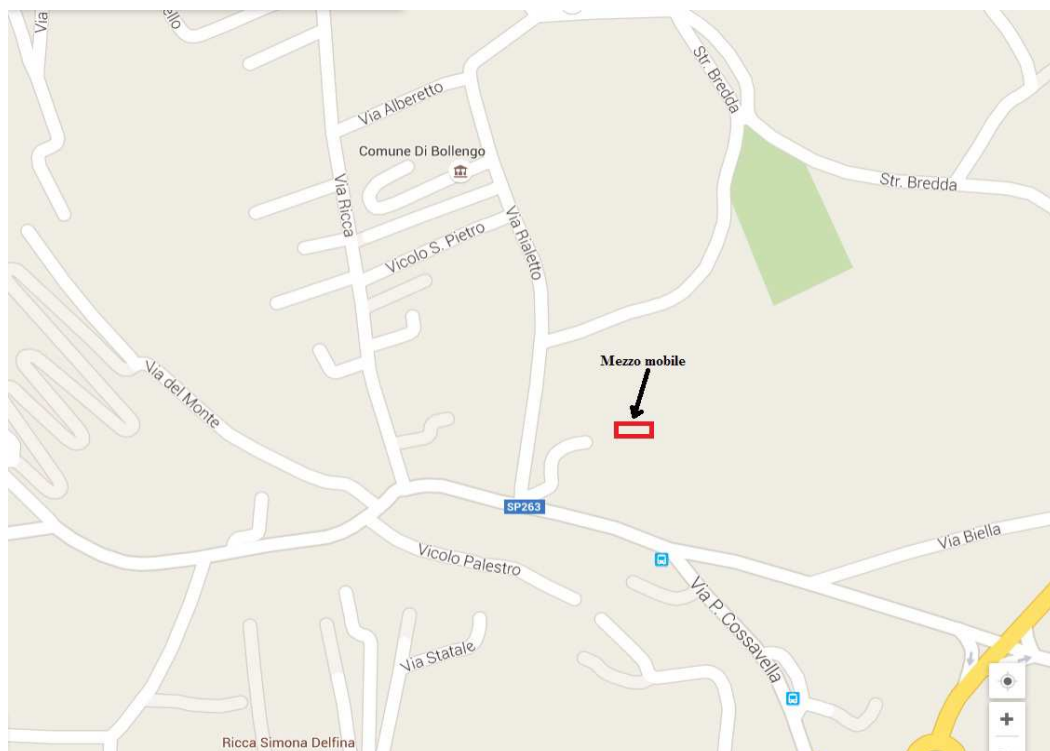
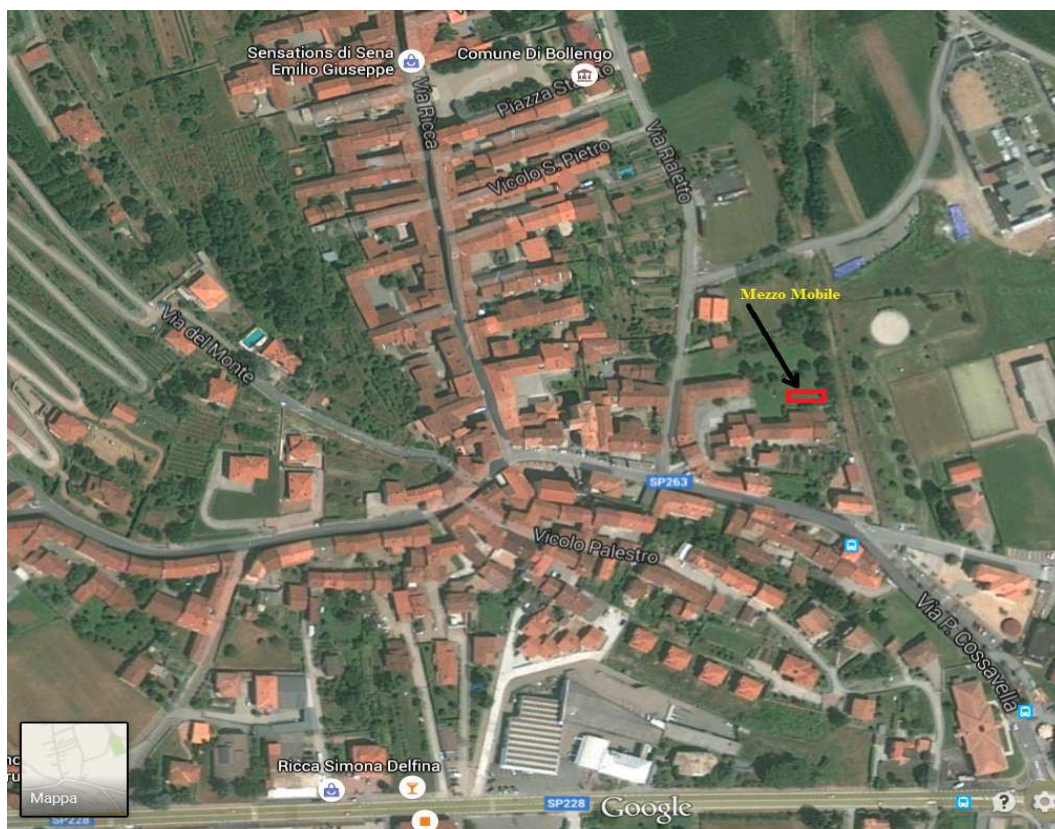


Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Bollengo – dettaglio del sito visto da satellite.



ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi. I parametri meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

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

La campagna di monitoraggio è stata caratterizzata da condizioni meteo variabili con giornate di sole alternate a giornate uggiose e piovose.

Tabella 5 – Radiazione solare globale (W/m²)

Minima media giornaliera	71.0
Massima media giornaliera	258.8
Media delle medie giornaliere	207.5
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	207.5
Massima media oraria	704.0
Ore valide	426
Percentuale ore valide	89%

Tabella 6 – Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	19.2
Massima media giornaliera	27.2
Media delle medie giornaliere	22.5
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	22.5
Massima media oraria	32.6
Ore valide	426
Percentuale ore valide	89%

Tabella 7 – Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	55.2
Massima media giornaliera	84.7
Media delle medie giornaliere	64.2
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	64.1
Massima media oraria	96.0
Ore valide	426
Percentuale ore valide	89%

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	980
Massima media giornaliera	995
Media delle medie giornaliere	989
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	988.6
Massima media oraria	996
Ore valide	426
Percentuale ore valide	89%

Tabella 9 – Velocità vento (m/s)

Minima media giornaliera	0.4
Massima media giornaliera	1.1
Media delle medie giornaliere	0.8
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	90%
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	3.2
Ore valide	422
Percentuale ore valide	88%

Il periodo è stato caratterizzato da valori di irraggiamento solare e temperatura tipicamente tardo-primaverili e estivi.

Durante la campagna il campo pressorio si è attestato tra 980 e 995 mbar (Figura 6), con minimo il 23 giugno. I dati pluviometrici (Figura 7) indicano che la sola giornata del 16 giugno è stata interessata da precipitazioni, peraltro assai modeste.

In generale la campagna è stata caratterizzata da una buona dinamicità atmosferica e da condizioni meteorologiche prevalentemente di bel tempo. 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 27%, distribuite soprattutto nelle ore notturne. In particolare la V.V. è risultata mediamente intorno a 1 m/s, con alcune giornate nelle quali venivano superati i 3 m/s (Figura 8).

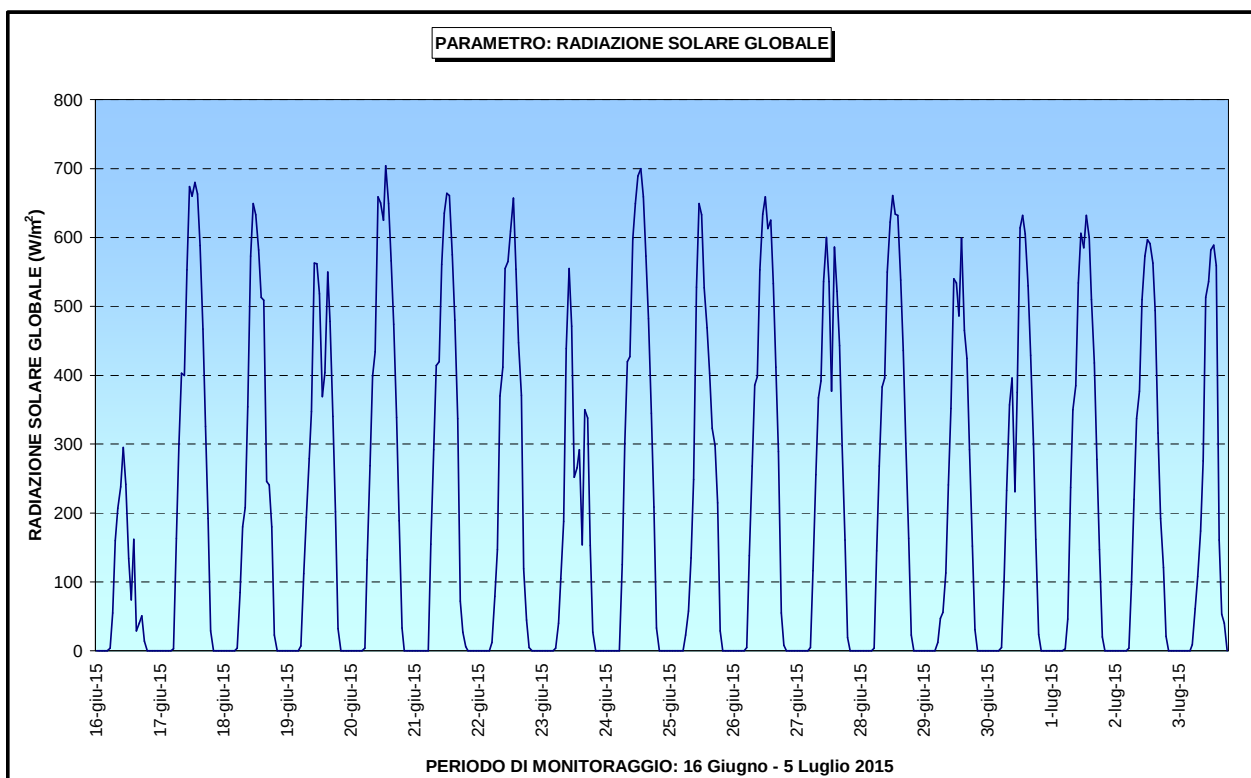


Figura 3 – Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio

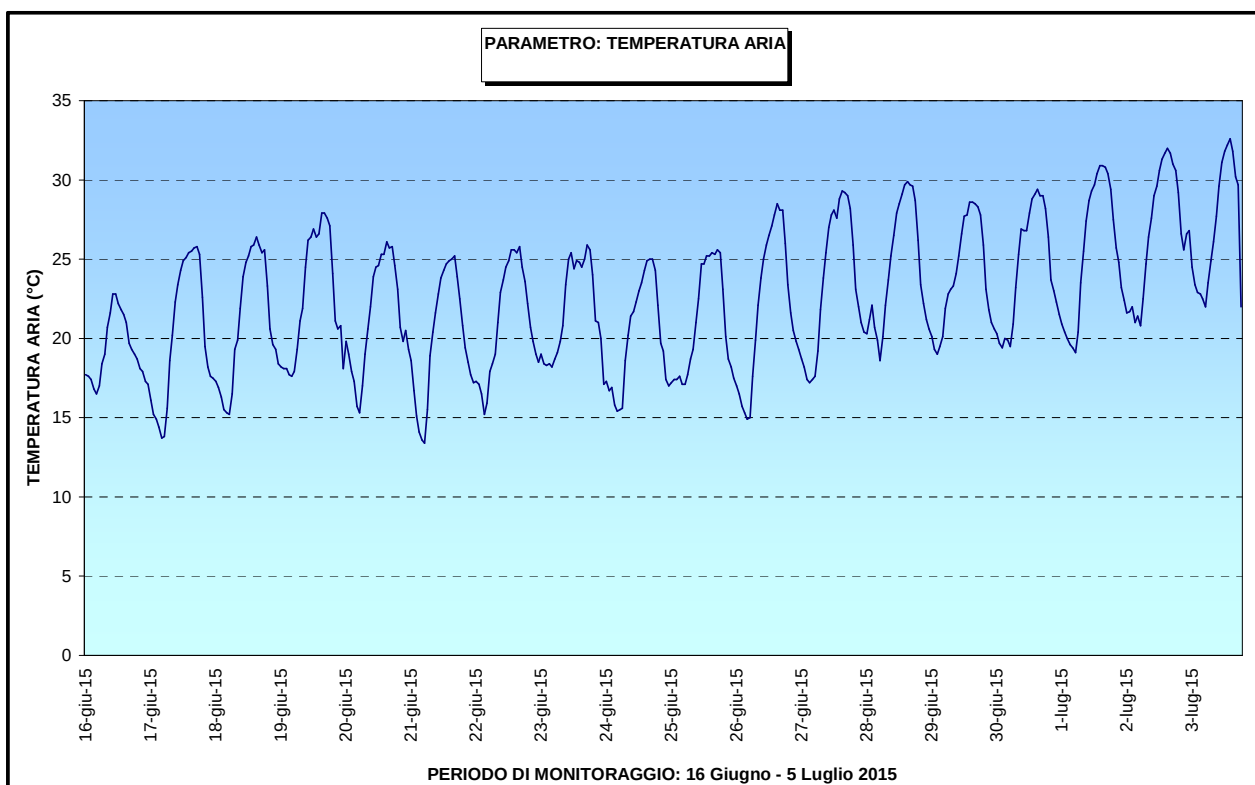


Figura 4 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

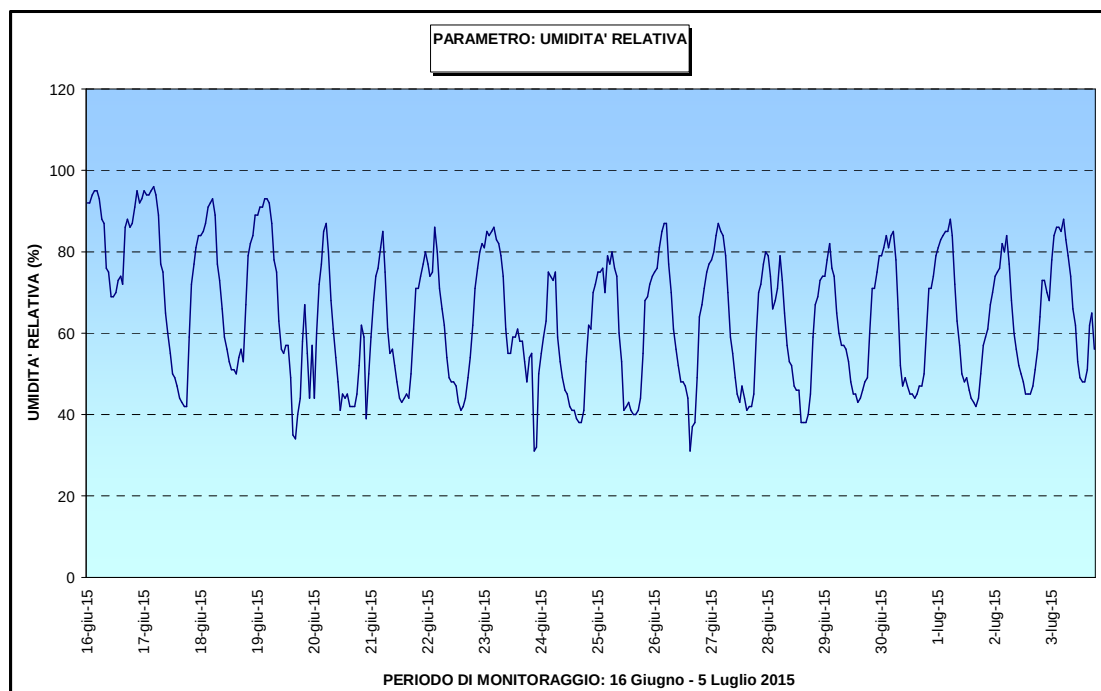


Figura 5 – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

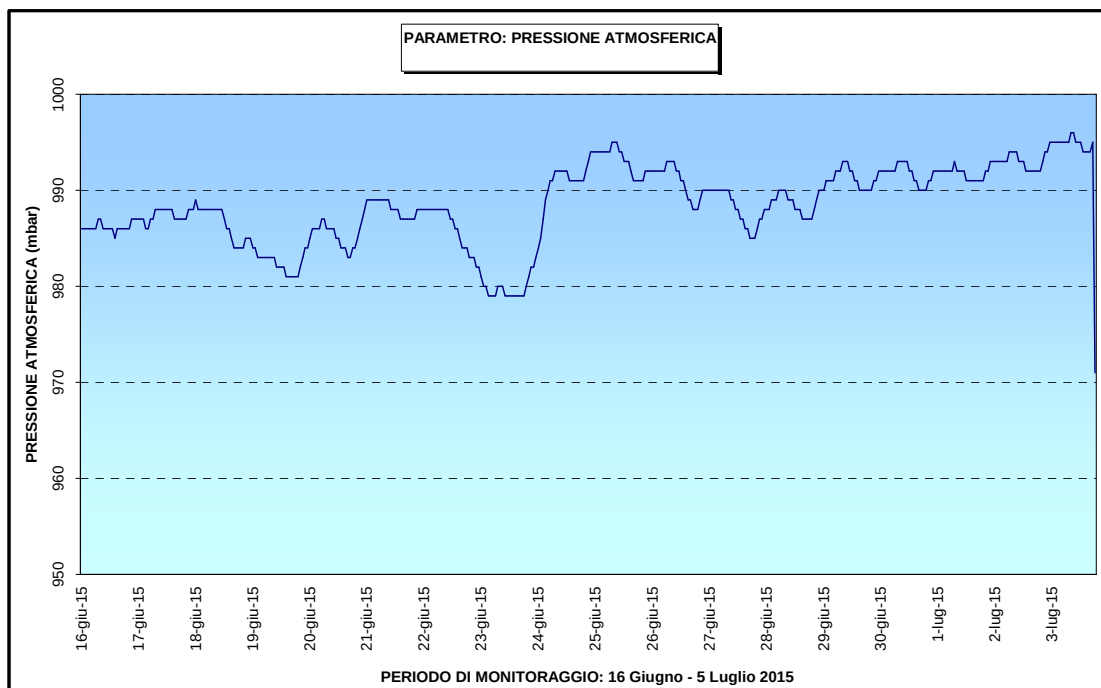


Figura 6 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

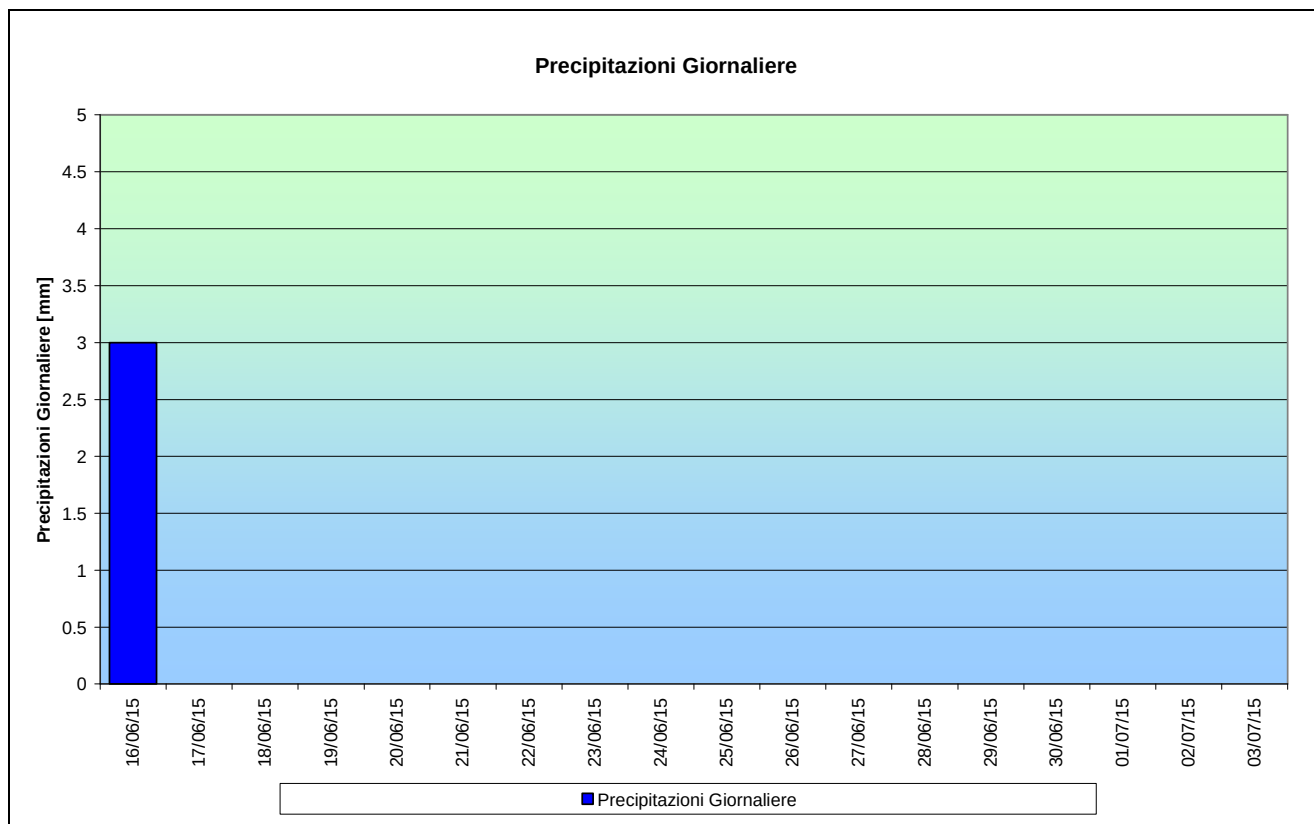


Figura 7 – Precipitazioni cumulate nel corso della campagna di monitoraggio

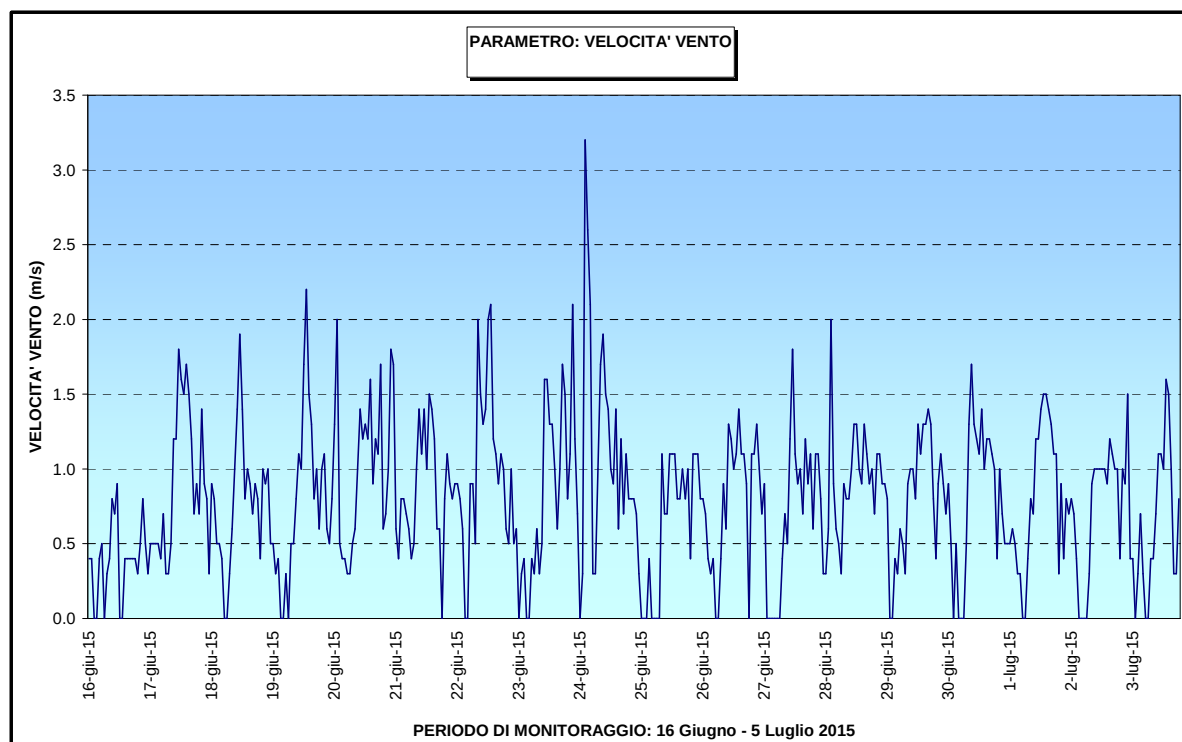


Figura 8 – Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

La rosa del vento totale è riportata in **(Figura 9)**. Esaminando la situazione più nel dettaglio è possibile evidenziare una rosa dei venti nelle ore notturne con direzione prevalentemente da Ovest-Nordovest, mentre nelle ore diurne il vento proviene prevalentemente dalle tre direzioni Sudest, Est-Sudest e Est evidenziando la presenza di un tipico regime di brezza valle-monte legato alla presenza dei rilievi della Serra d'Ivrea **(Figura 10 e Figura 11)**.

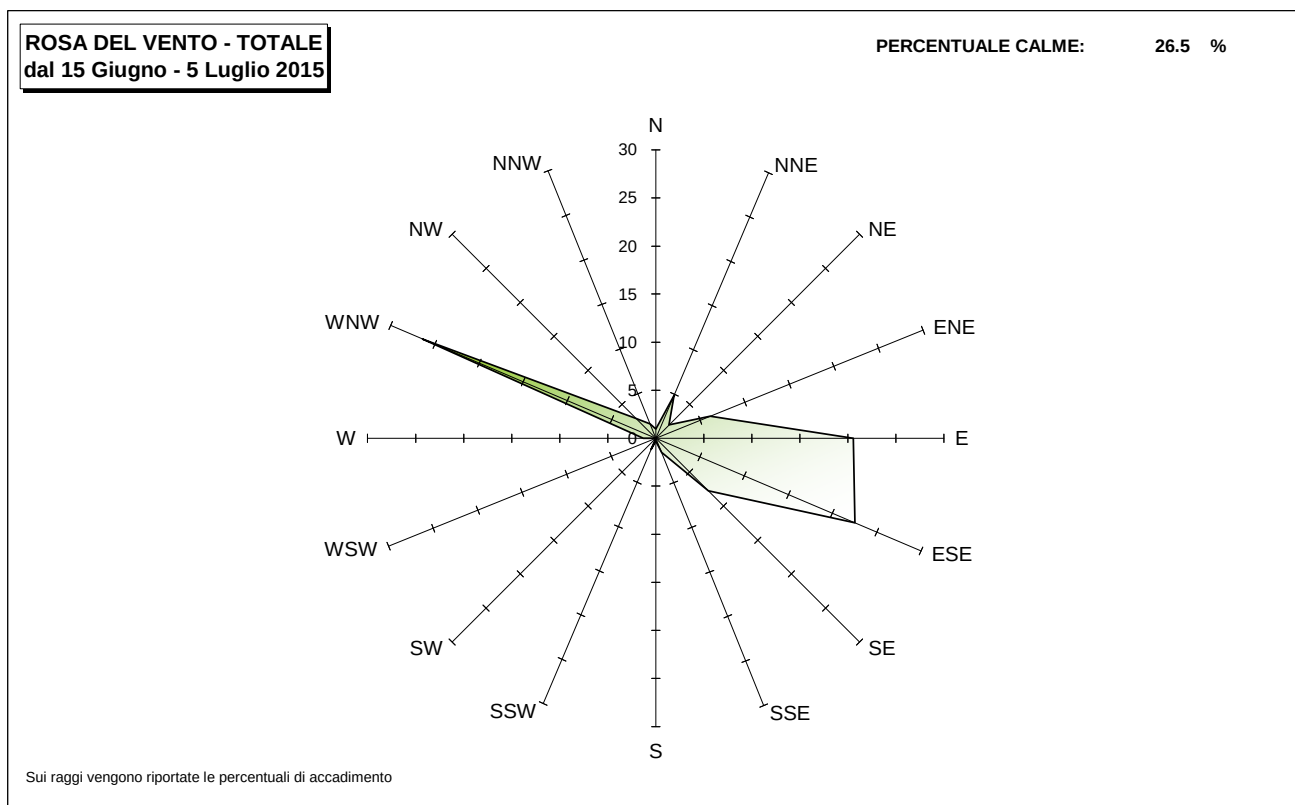


Figura 9 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

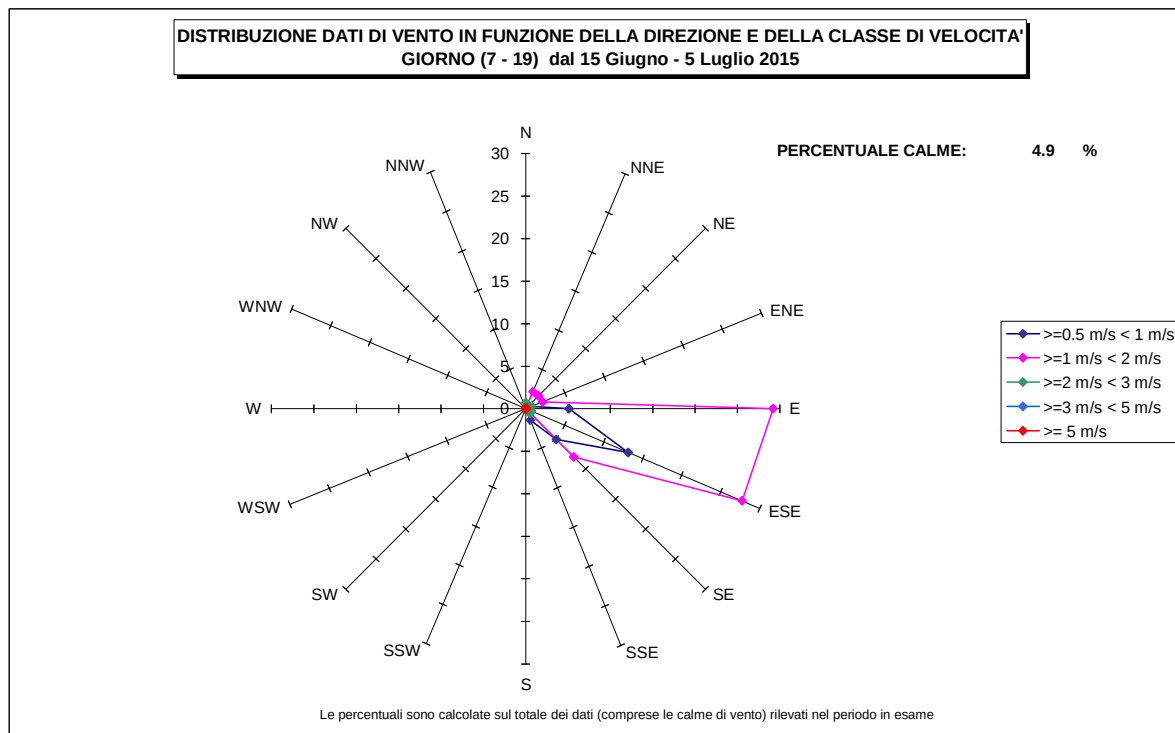


Figura 10 – Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

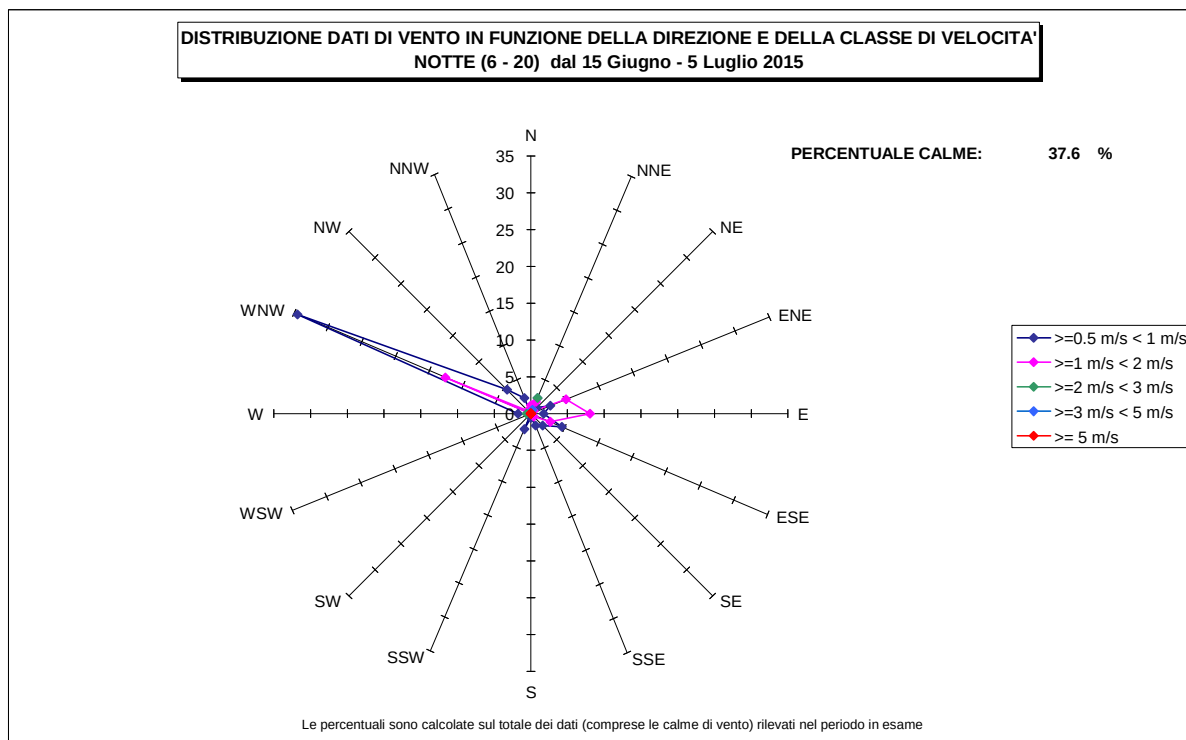


Figura 11 – Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio

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 <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

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

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

In questo modo è possibile evidenziare in quali ore generalmente si verifica un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti e fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili 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 valori di concentrazione di biossido di zolfo rilevati presso il comune di Bollengo si posizionano in media tra la centralina fissa di Torino – Rebaudengo e quella Torino – Consolata ma, trattandosi di un inquinante con valori molto bassi nel periodo estivo, la differenza di concentrazione con le altre stazioni è comunque minima.

I livelli misurati, sia giornalieri sia orari, appaiono ampiamente al di sotto del limite giornaliero per la protezione della salute di 125 µg/m³ e del livello orario per la protezione della salute pari a 350 µg/m³, con massimi giornalieri di 11 µg/m³.

Tabella 10 - Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (ug/m³)

Minima media giornaliera	5.0
Massima media giornaliera	8.5
Media delle medie giornaliere (b):	6.6
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	6.6
Massima media oraria	10.9
Ore valide	402
Percentuale ore valide	84%
<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 12 - SO₂: confronto dell'andamento della concentrazione oraria con le stazioni fisse di Torino-Rebaudengo e Torino-Consolata

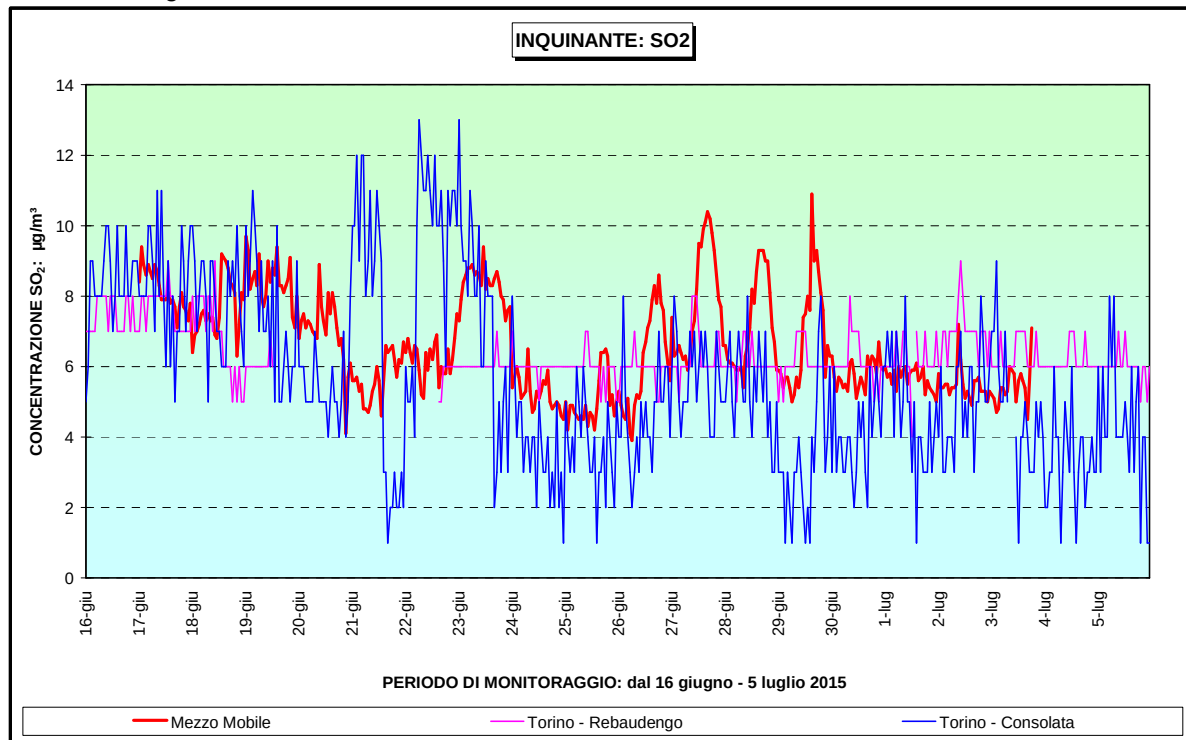
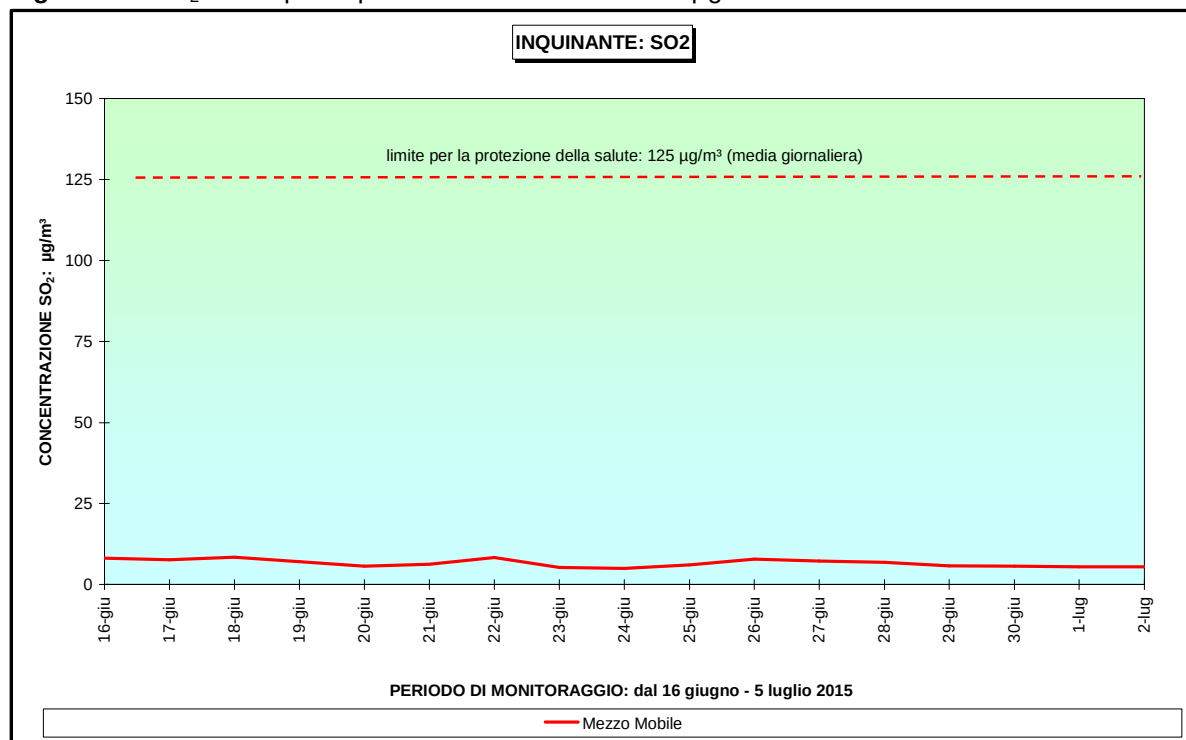


Figura 13 - SO₂: limite per la protezione della salute: 125 µg/m³



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 carbossemoglobina, 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)

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.5
Media delle medie giornaliere (b):	0.3
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	75%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	0.6
Ore valide	381
Percentuale ore valide	79%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.4
Massimo medie 8 ore	0.6
Percentuale medie 8 ore valide	78%
<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 valori di concentrazione del monossido di carbonio misurati durante la campagna nel Comune di Bollengo risultano più bassi rispetto alle stazioni fisse di Torino - Consolata e Torino – Rubino, la prima stazione di traffico e la seconda di fondo urbano, vedi (**Figura 15**). In (**Figura 14**) si vede chiaramente che il limite di 10 mg/m^3 , calcolato come media su otto ore consecutive, non viene mai raggiunto registrando una massima media oraria di **0,6** mg/m^3 vedi (**Tabella 11**).

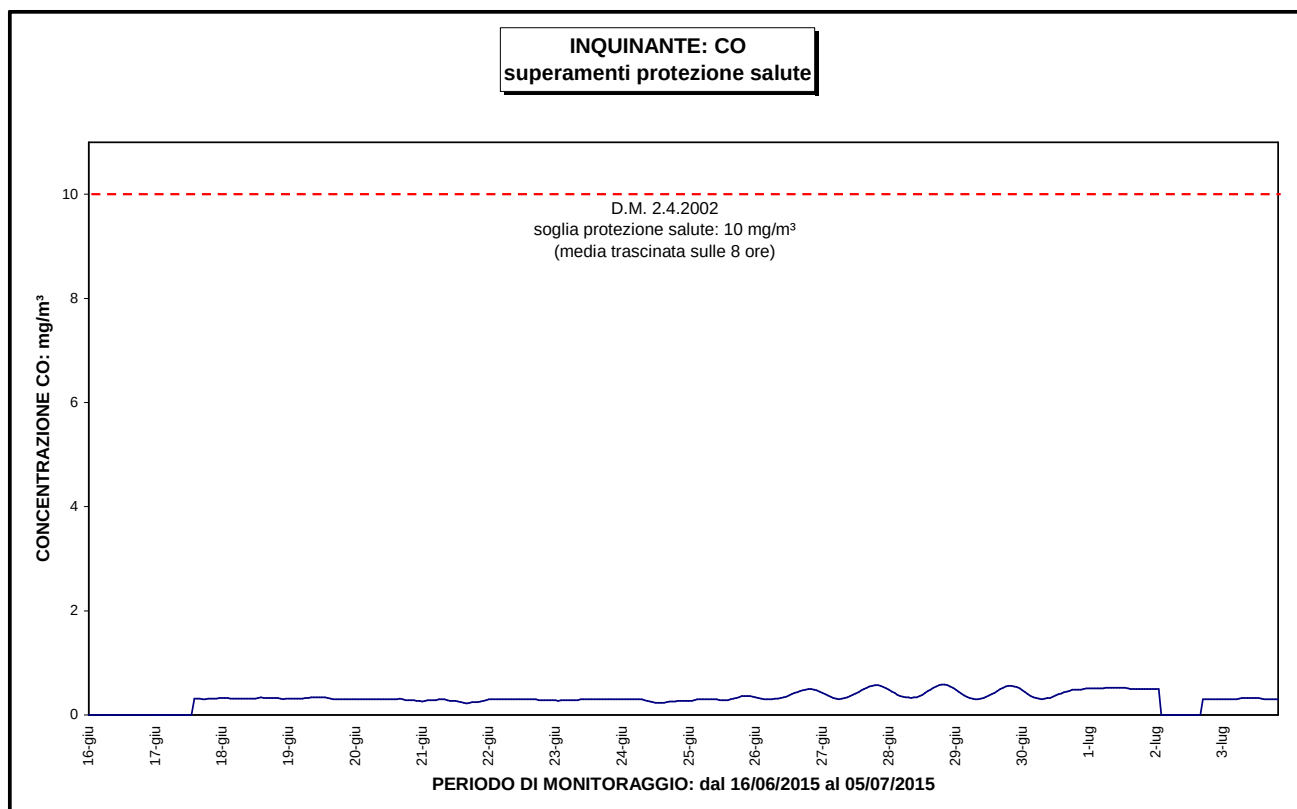


Figura 14 - CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

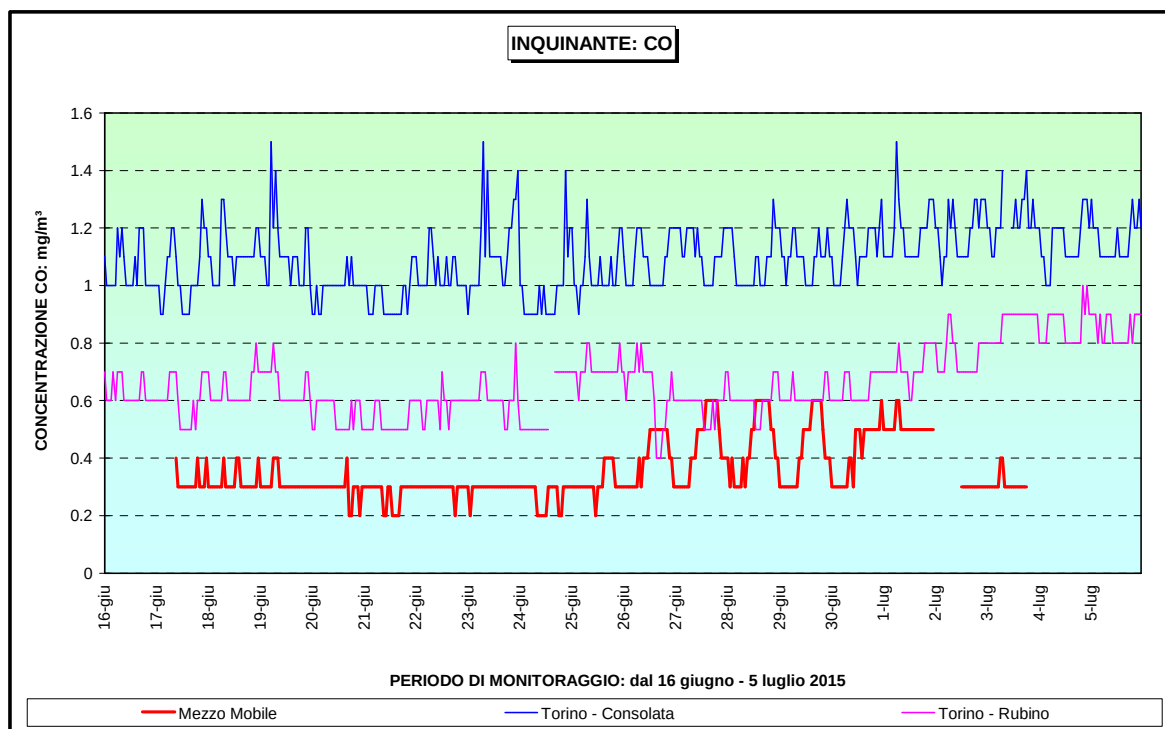


Figura 15 – CO: confronto dell'andamento della concentrazione oraria con le stazioni fisse di Settimo, Torino-Rubino e Torino-Consolata

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.

Durante la campagna di monitoraggio nel comune di Bollengo, i valori di di NO risultano mediamente inferiori alle stazioni fisse di monitoraggio di Ivrea, Borgaro e Torino – Consolata, vedi (**Figura 16**), con un valore massimo di $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed una media del periodo di monitoraggio di $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vedi (**Tabella 12**).

L'andamento del monossido di azoto presso il sito di monitoraggio nel comune di Bollengo è confrontabile con le stazioni di monitoraggio della rete fissa di Ivrea e Borgaro T.se di fondo suburbano, mentre risulta più basso della stazione fissa di traffico urbano di Torino – Consolata, vedi (**Figura 16**).

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

Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	5
Media delle medie giornaliere	3
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	3
Massima media oraria	24
Ore valide	392
Percentuale ore valide	82%

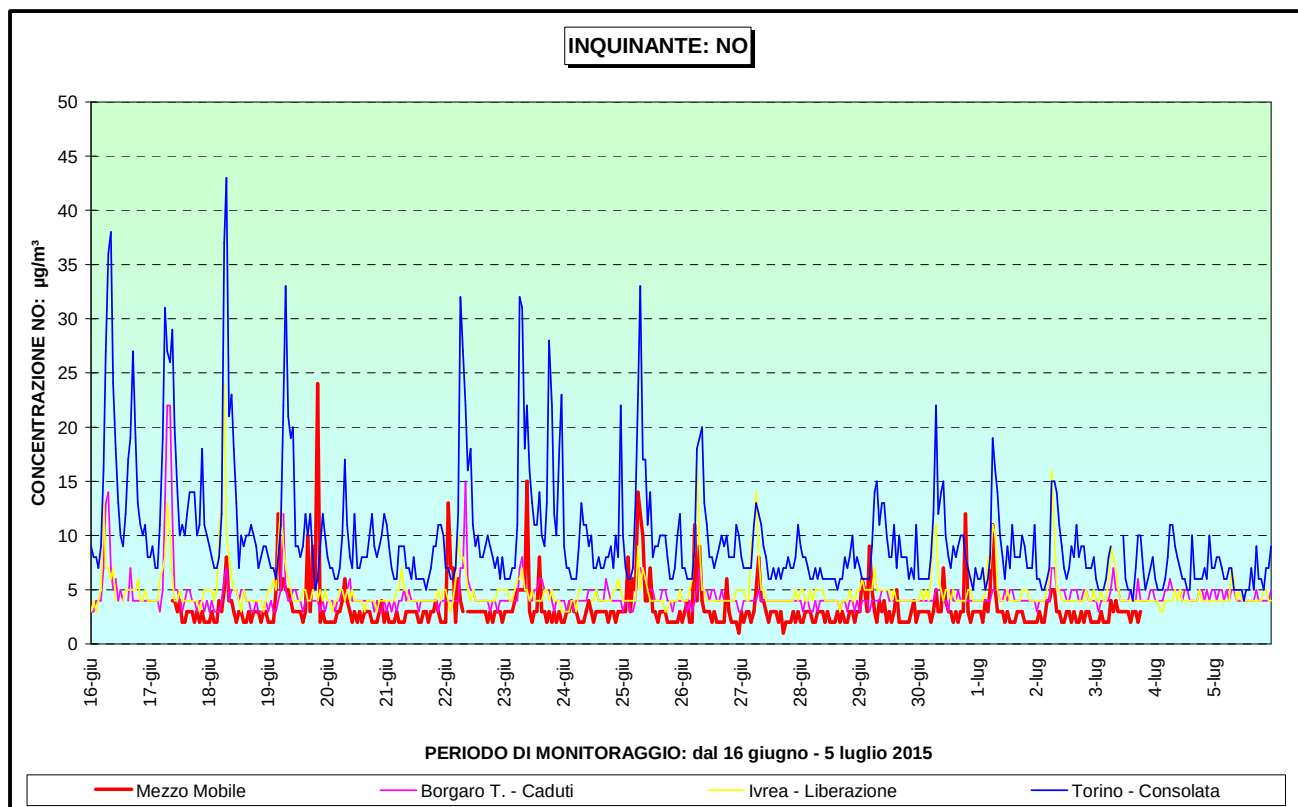


Figura 16 – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

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.

Nel corso della campagna nel Comune di Bollengo la massima media oraria di NO₂ è stata di **40 µg/m³ (Tabella 13)** con una media oraria pari a **10 µg/m³**, molto inferiore al limite orario normativo.

Durante la campagna non si è avuto alcun superamento del limite orario di 200 µg/m³ (che la normativa prevede che non venga superato più di 18 volte in un anno).

Tabella 13 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³)

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	13
Media delle medie giornaliere (b):	10
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	10
Massima media oraria	40
Ore valide	392
Percentuale ore valide	82%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Dal grafico di NO₂ (**Figura 17**) si vede chiaramente che la stazione di traffico urbano Torino – Consolata ha valori di concentrazione più elevati rispetto alle altre stazioni fisse di Ivrea, Borgaro e della stessa Bollengo.

Nel grafico di (**Figura 18**), si vede molto bene come l'andamento del giorno medio della campagna di Bollengo abbia un andamento molto simile alla stazione di monitoraggio di Borgaro e Ivrea, mentre la stazione fissa di Torino - Consolata presenta valori più elevati, essendo una stazione di traffico.

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

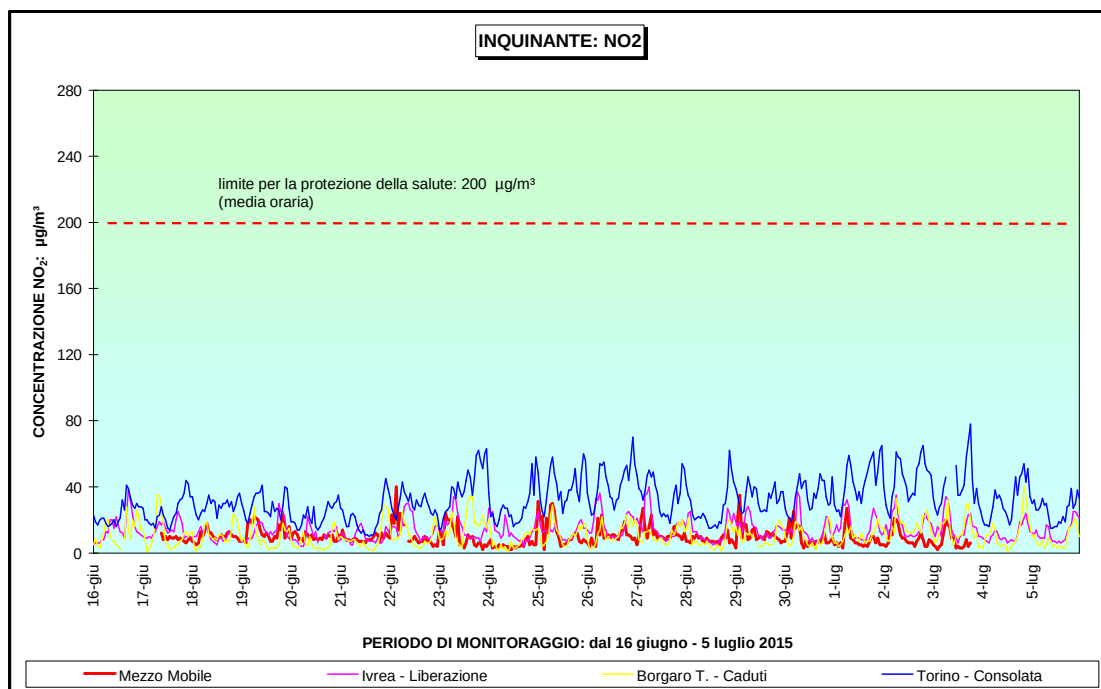


Figura 17: NO₂ - confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

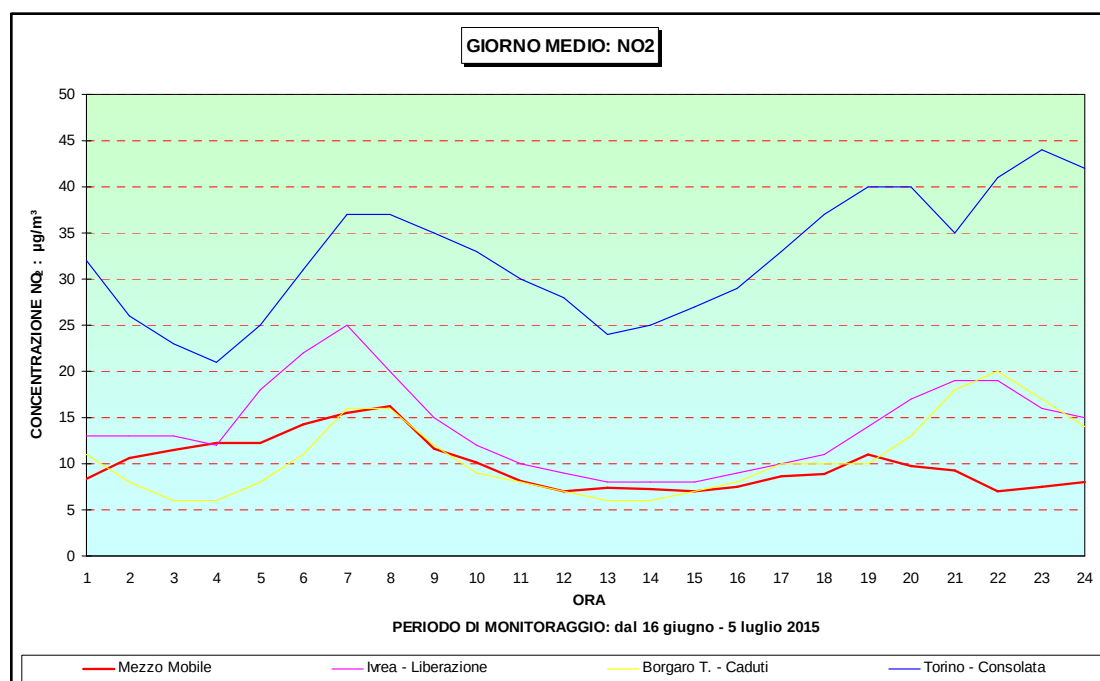


Figura 18: NO₂ - andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) indicano un valore di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media settimanale.

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

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di $4.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $11.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 15**), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Per il benzene la massima media giornaliera è risultata essere di $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 14**),

Il periodo maggiormente critico, sia per il benzene che il toluene è il periodo invernale, quindi nel periodo estivo registriamo valori più bassi di concentrazione; al termine della seconda campagna sarà dare una stima della concentrazione annuale.

In (**Figura 19**), si vede come l'andamento del benzene della campagna di Bollengo sia posizionata tra le cabine fissi di Torino Lingotto e la stazione di Vinovo, rispettivamente di background urbano e suburbano.

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

Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.2
Media delle medie giornaliere (b):	0.7
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	77%
Media dei valori orari	0.7
Massima media oraria	2.9
Ore valide	395
Percentuale ore valide	75%

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

Minima media giornaliera	2.2
Massima media giornaliera	4.4
Media delle medie giornaliere	3.5
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	75%
Media dei valori orari	3.4
Massima media oraria	11.1
Ore valide	365
Percentuale ore valide	76%

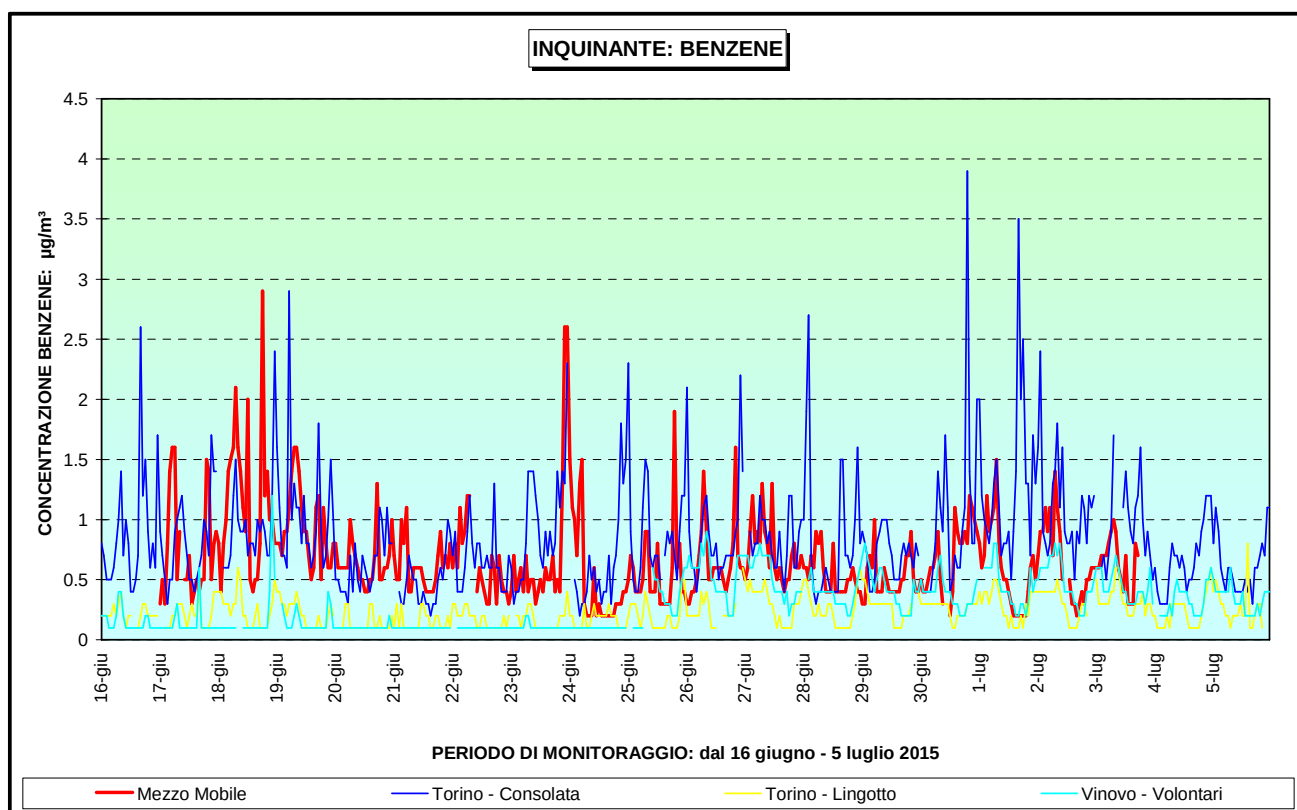


Figura 19: Benzene - andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio

Particolato Sospeso (PM₁₀)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico da precursori originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciati negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma, prima con il D.M. 60/2002 e successivamente con il D.Lgs 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 D.Lgs 155/2010 ha introdotto 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.

Durante la campagna non c'è stato nessun superamento del valore limite giornaliero dei 50 µg/m³ per quanto riguarda il PM₁₀, con un valore massimo di **31** µg/m³ ed una media di **17** µg/m³, vedi (**Tabella 16**), e come si vede dal grafico con un andamento simile alle altre stazioni fisse di monitoraggio di Torino e provincia.

Anche per il PM_{2.5} gli andamenti e valori massimi sono paragonabili alle stazioni fisse di Torino e provincia. Va sottolineato che il particolato durante il periodo estivo non presenta particolari, per cui una valutazione più approfondita potrà essere data dopo la seconda campagna di monitoraggio, in particolare per la stima della media annuale di PM₁₀ e PM_{2.5}.

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

Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	31
Media delle medie giornaliere	17
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	75%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0

Figura 20 – Particolato sospeso PM_{2.5}: confronto con altre stazioni di monitoraggio

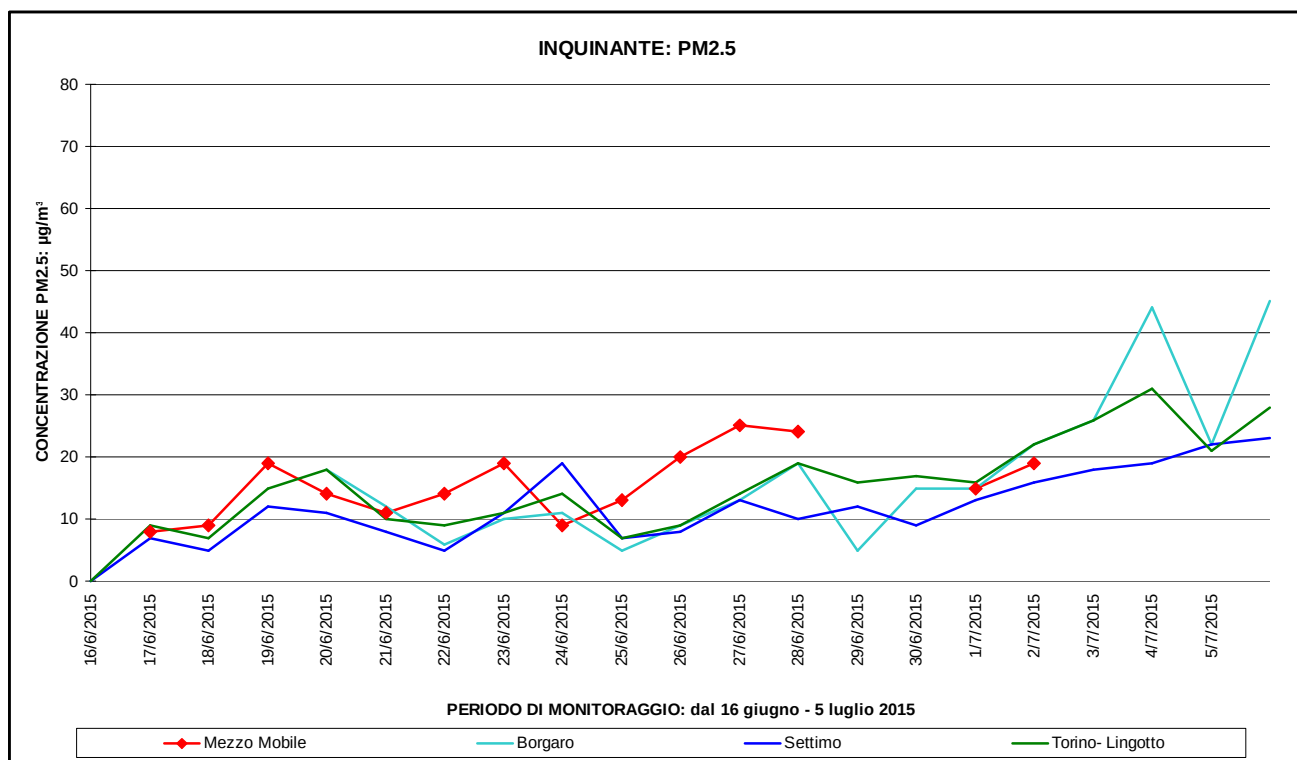
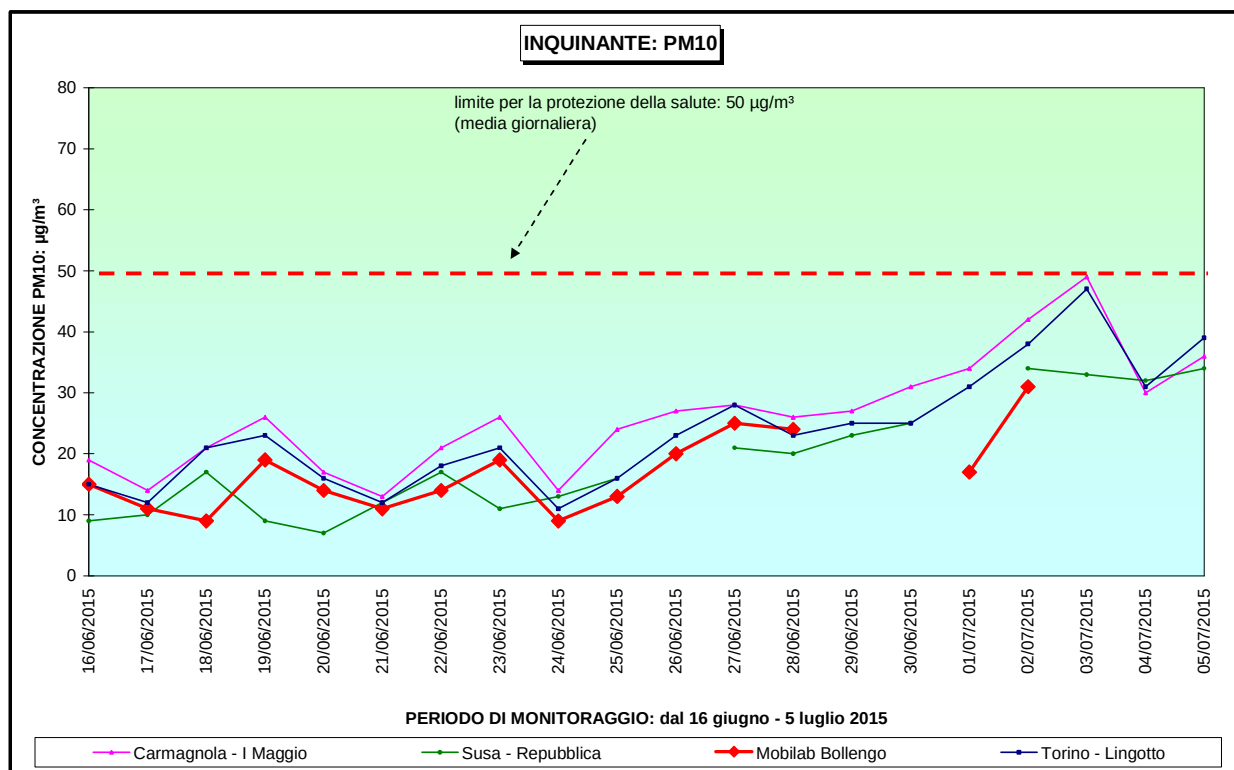


Figura 21 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto con altre stazioni di monitoraggio

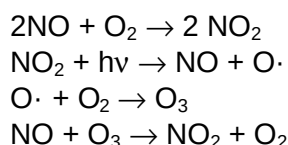


Ozono

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

Minima media giornaliera	68
Massima media giornaliera	135
Media delle medie giornaliere (b):	103
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	75%
Media dei valori orari	103
Massima media oraria	229
Ore valide	351
Percentuale ore valide	73%
Minimo medie 8 ore	35
Media delle medie 8 ore	104
Massimo medie 8 ore	218
Percentuale medie 8 ore valide	73%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	108
<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>	27
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	4
<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

I valori di concentrazione dell'ozono durante il periodo estivo sono tra i più alti. infatti ,come si può vedere dalla (**Tabella 17**), abbiamo molti superamenti dei limiti di legge, in particolare 12 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120). La media dei valori orari è di **103 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , con una massima media oraria di **139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Si tratta di valori decisamente alti, come si può vedere anche dal grafico di (**Figura 22**), dove abbiamo la media trascinata sulle 8 ore e dal grafico di (**Figura 23**), con il confronto con le altre stazioni fisse dell'area urbana di Torino .

In (**Figura 24**) l'andamento del giorno medio della campagna mostra valori che in media sono leggermente superiori alle stazioni fisse di monitoraggio dell'area urbana torinese,. Ciò peraltro è tipico dei siti suburbani perché i complessi fenomeni di formazione e accumulo dell'ozono fanno sì che, a differenza degli altri inquinanti atmosferici, i valori più elevati si raggiungano lontano dalle grandi città

In (**Figura 25**) dal grafico a barre il numero di superamenti della campagna si posizione a circa la metà tra la cabina meno critica e quella più critica , con **12 giorni di superamenti del limite per la protezione della salute umana**.

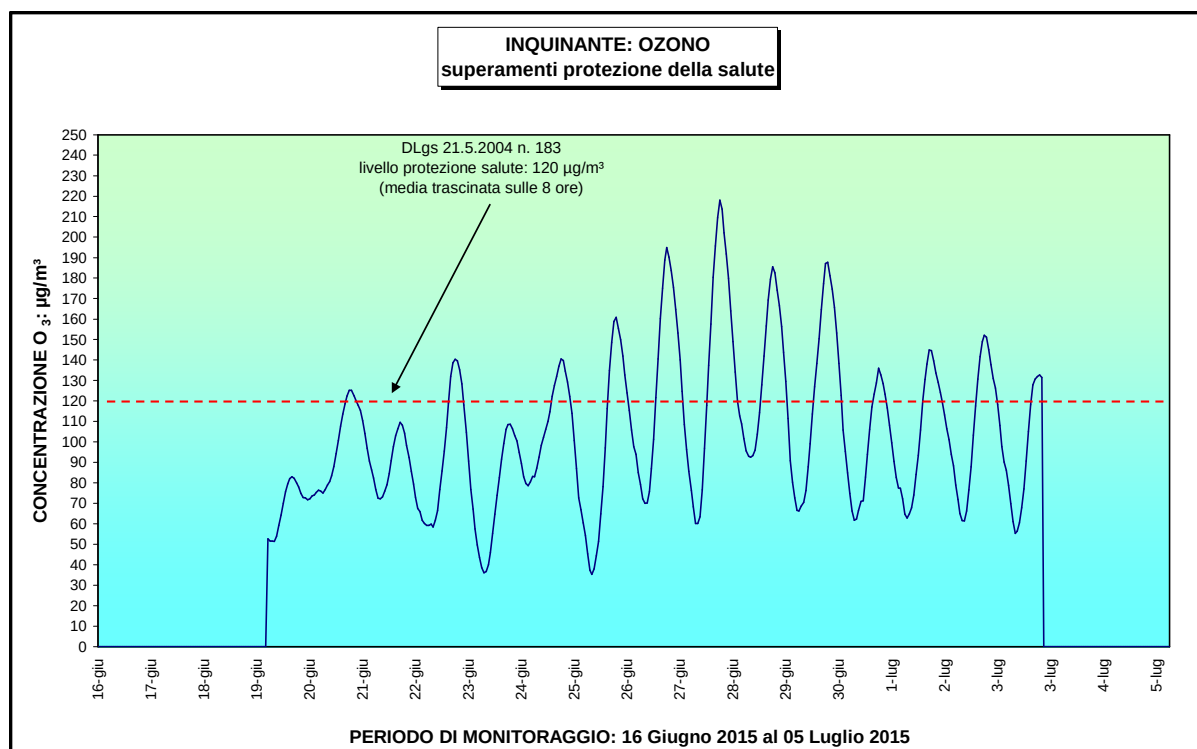


Figura 22: O₃ - confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)

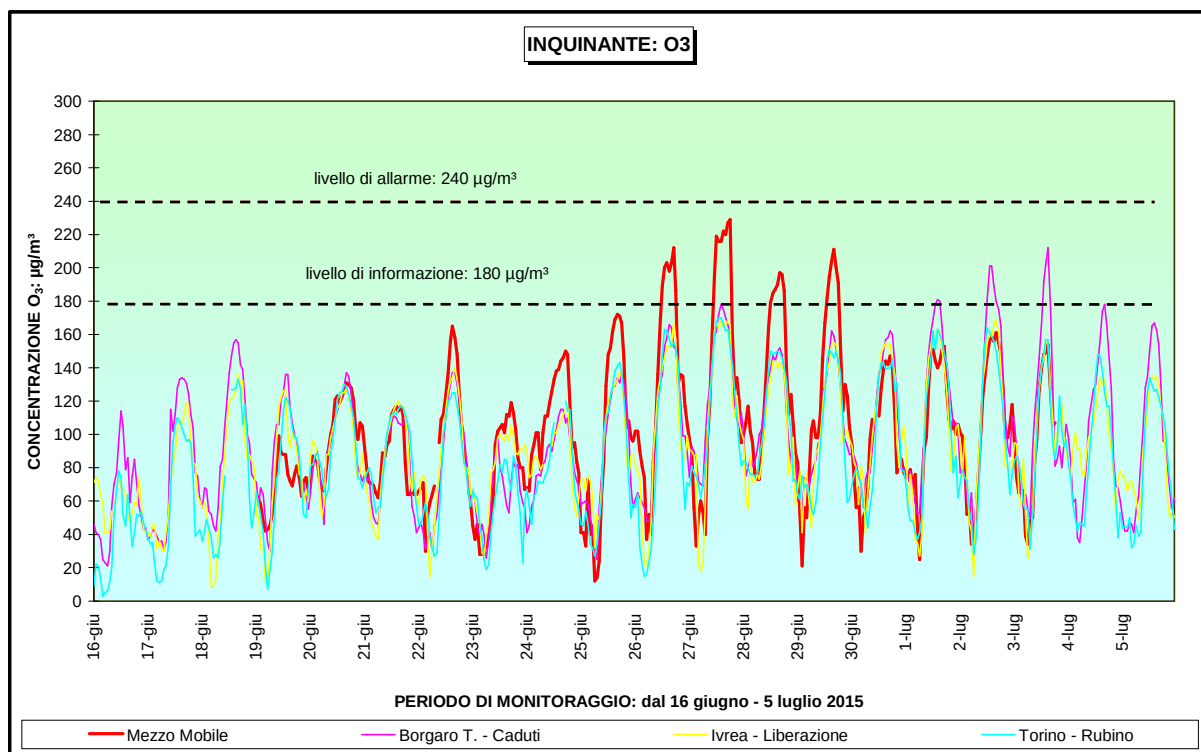


Figura 23: O₃ - andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

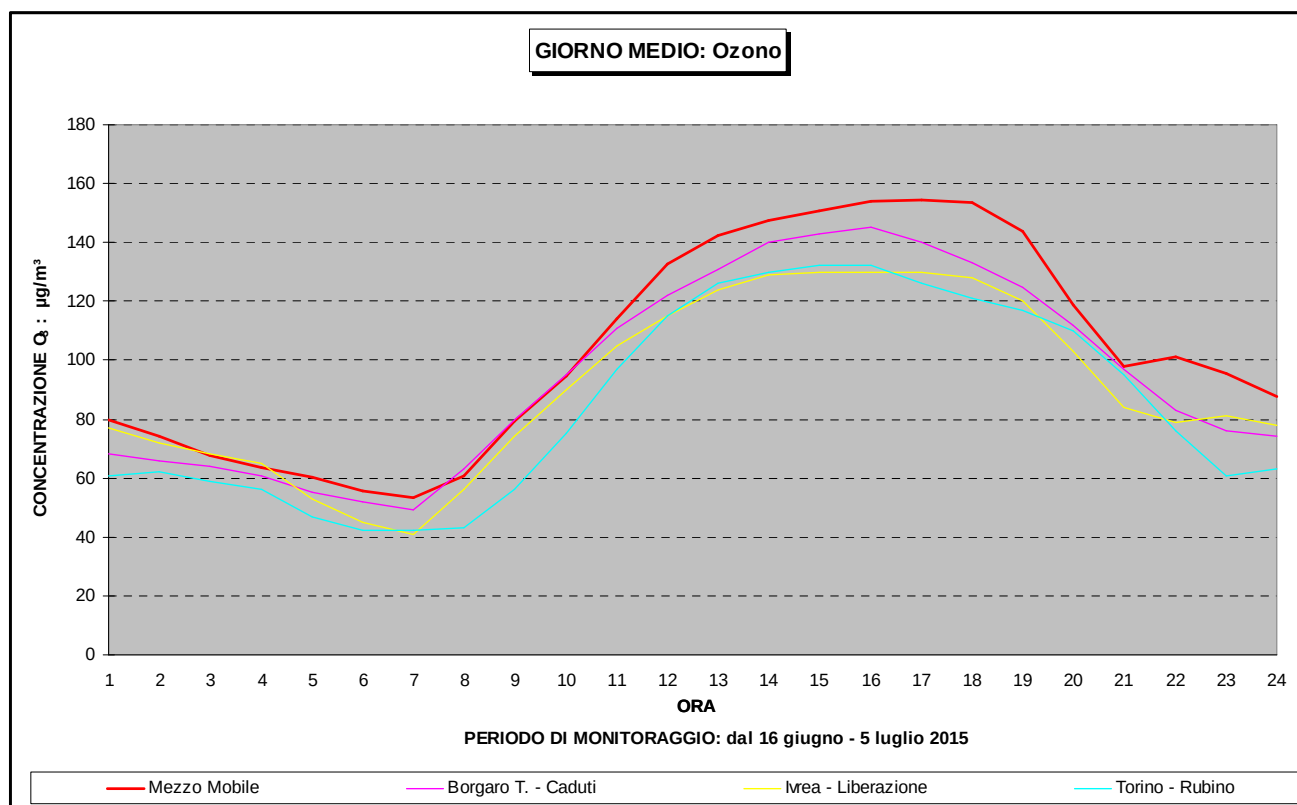


Figura 24 – O₃ andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

O3: Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120) dal 16 Giugno al 05 Luglio

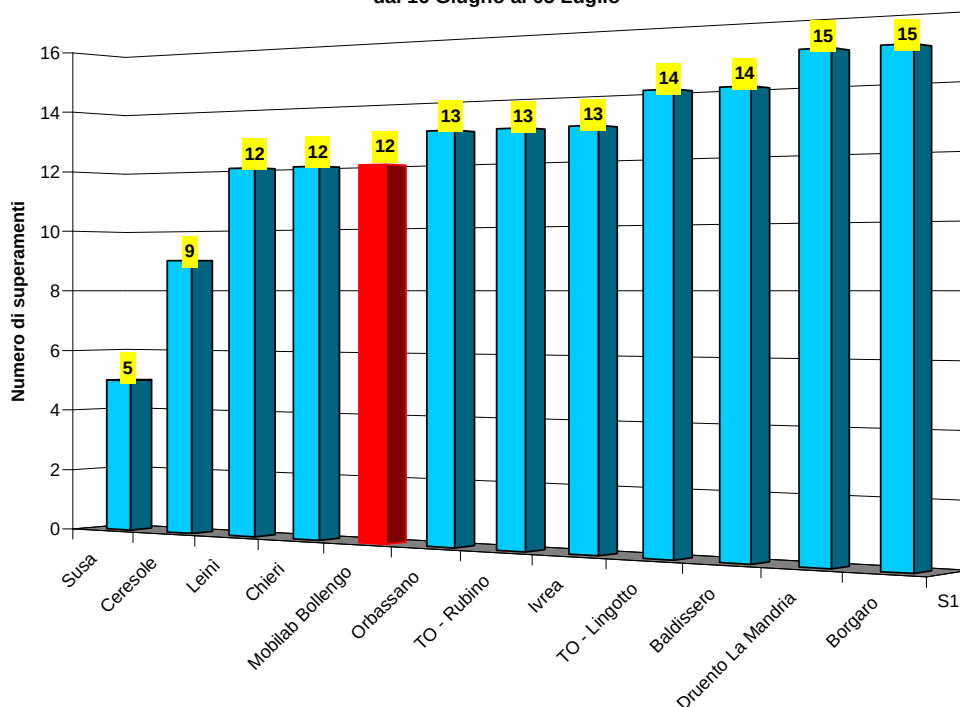


Figura 25 – O₃ confronto tra le stazioni del numero di superamenti del limite per la protezione della salute

Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) - Metalli sul particolato

Le considerazioni relative agli IPA e metalli saranno riportati nella seconda relazione., in quanto si tratta di parametri per i quali i valori di riferimento sono calcolati unicamente su base annuale e che richiedono una specifica analisi di laboratorio .

CONCLUSIONI

La campagna di monitoraggio nel comune di Bollengo mostra valori di inquinamento confrontabili a quelli di siti suburbani della provincia di Torino con caratteristiche simili.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti (ozono, biossido di zolfo e biossido di azoto), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana su base oraria e giornaliera per biossido di zolfo, monossido di carbonio e biossido di azoto ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo. I limiti di legge sono stati superati soltanto per l'inquinante ozono, come ci si aspettava nel periodo estivo. Una valutazione più approfondita degli inquinanti che presentano criticità durante il periodo invernale come, benzene, biossido di azoto, PM₁₀, e PM_{2.5}, verrà effettuata al termine della seconda campagna di monitoraggio.

Possiamo dire in estrema sintesi che l'unico inquinante che presenta criticità in questa prima campagna è l'ozono, l'unico per cui il periodo estivo risulta quello più critico, mentre tutti gli altri inquinanti non presentano nessuna criticità e mostrano valori in linea con le stazioni di fondo urbane o suburbane del territorio provinciale.

Va comunque sottolineato che la criticità dell'ozono nei mesi estivi non è caratteristica del sito in esame ma è estesa a tutto il territorio provinciale e regionale, come emerge dal confronto delle medie del periodo e del superamento dei livelli di protezione della salute con le altre stazioni presenti in Provincia di Torino. L'ozono, infatti, 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.

Nella relazione finale, che comprenderà anche l'analisi dei dati della seconda campagna, verranno effettuate considerazioni più approfondite sugli inquinanti che presentano valori di concentrazione alti nel periodo invernale, compresi idrocarburi policiclici aromatici e metalli, con una stima teorica delle concentrazioni medie annuali degli inquinanti per i quali la normativa prevede un valore limite di lungo periodo.

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Biossido di zolfo**

API 100 E

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

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

- **Ossidi di azoto**

API 200

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

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.4 ppb.

- **Ozono**

MONITOR EUROPE ML 9810B

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

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

- **Monossido di carbonio**

API 300 A

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

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

- **Particolato sospeso PM10-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 EPA.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica**

LSI LASTEM

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

- **Benzene, Toluene, Xileni**

SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600

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