

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 SANGANO, parcheggio di via San Lorenzo angolo via S. Giorgio.

RELAZIONE CAMPAGNA dal 12/11/2012 al 12/12/2012



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Francesco Romeo	Data: 03/05/13
Verifica e approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data: 03/05/13

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, sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa Marilena Maringo, sig. Fabio Pittarello, sig. Francesco Romeo, ing. Milena Sacco, sig. Vitale Sciortino, sig. Roberto Sergi, coordinati dal Dirigente con incarico professionale Dott. Francesco Lollobrigida.

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

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	5
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	<i>6</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>8</i>
<i>Il quadro normativo</i>	<i>8</i>
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>13</i>
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>16</i>
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	<i>24</i>
Biossido di zolfo	25
Monossido di carbonio	28
Ossidi d'azoto	31
Benzene e toluene	36
Particolato sospeso (PM ₁₀) e (PM _{2.5})	39
Ozono	43
<i>Traffico veicolare.....</i>	<i>46</i>
CONCLUSIONI	50
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	51

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 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 2011", 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 un campionatore di particolato atmosferico PM₁₀, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

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

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002, dal D.Lgs. 183/2004 e dal D.Lgs. 152/2007, come modificato dal D.Lgs. 120/2008. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

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

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

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previste soglie di informazione e di allarme come medie orarie. A lungo termine sono previsti obiettivi per la protezione della salute umana e della vegetazione calcolati sulla base di più anni di monitoraggio.

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

- un **valore limite, espresso come media annuale** , pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo , espresso come media annuale** , pari 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2010.

La nuova normativa prevede inoltre per il PM2.5 un obiettivo nazionale di riduzione e un obbligo di concentrazione dell'esposizione il cui rispetto è calcolato sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo in siti fissi di campionamento urbani, che verranno definite con Decreto del Ministero dell'Ambiente (art. 12 D. Lgs. 155/2011). 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 2011".

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

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
OZONO (O 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	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni ⁽²⁾		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h ⁽²⁾		
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 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	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-2010

Tabella 4 – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 03/08/07, n. 152, come modificato dal D.Lgs. 26/06/08, n. 120)

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 Sangano, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito degli accordi tra Arpa Piemonte e il Comune di Sangano, che partecipa al progetto Europeo T.A.B. (*Take a breath – Fate un bel respiro*) che ha lo scopo di raccogliere e monitorare dati ambientali per fornire informazioni sulle principali fonti di inquinamento dell'aria.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato nel parcheggio di via San Lorenzo angolo via S. Giorgio nel Comune di Sangano, a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Sangano.

La campagna di monitoraggio è iniziata il 12/11/2012 e finita il 12/12/2012.

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 13/11/2012 al 11/12/2012.

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

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

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

Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Sangano.



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

Tabella 5 – Radiazione solare globale (W/m²)

Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	93.5
Media delle medie giornaliere (b):	57.4
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	57.4
Massima media oraria	451.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 6– Temperatura (°C)

Minima media giornaliera	-0.6
Massima media giornaliera	10.0
Media delle medie giornaliere (b):	5.7
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	5.7
Massima media oraria	15.4
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 7– Umidità relativa (%)

Minima media giornaliera	34.8
Massima media giornaliera	99.0
Media delle medie giornaliere (b):	72.2
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	72.2
Massima media oraria	99.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

Minima media giornaliera	954.1
Massima media giornaliera	988.2
Media delle medie giornaliere (b):	975.1
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	975.1
Massima media oraria	991.0
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%

Tabella 9 – Velocità vento (m/s)

Minima media giornaliera	0.54
Massima media giornaliera	2.07
Media delle medie giornaliere (b):	0.94
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.94
Massima media oraria	5.30
Ore valide	679
Percentuale ore valide	98%

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

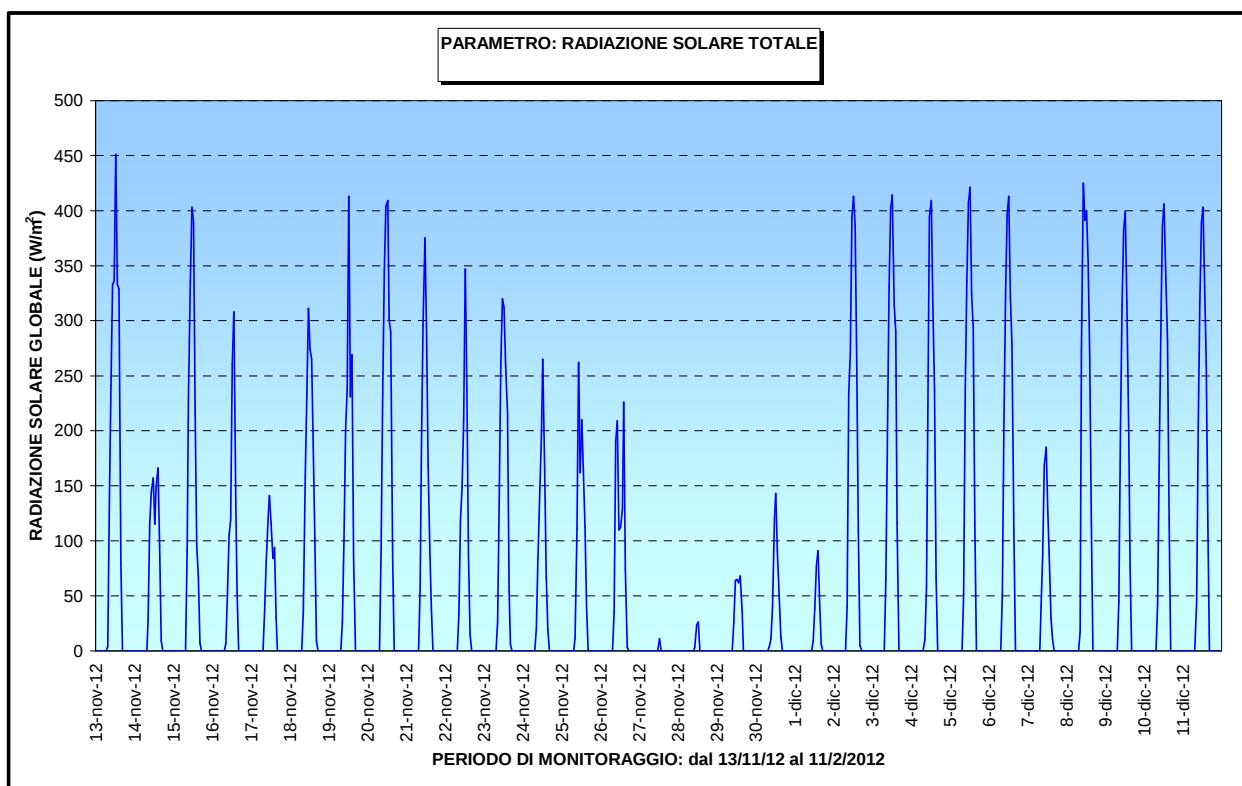


Figura 4 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

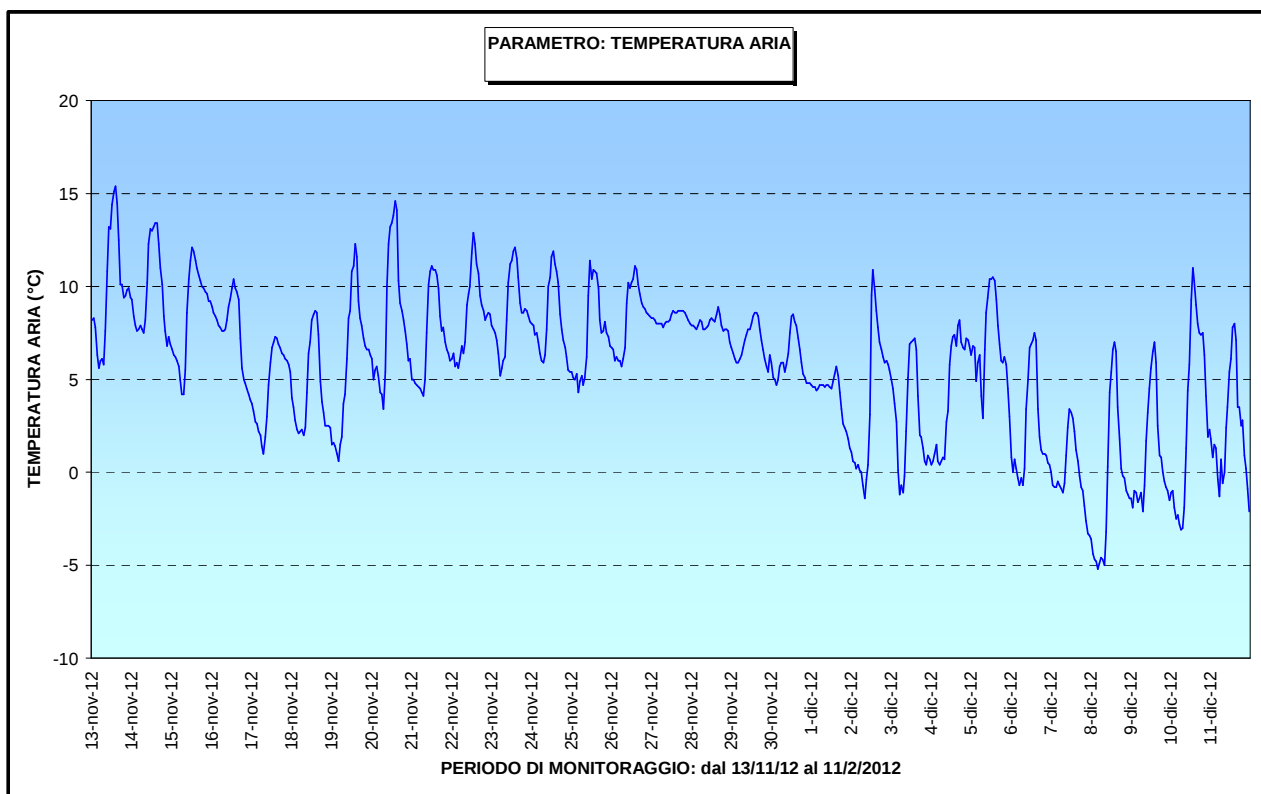


Figura 5 – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

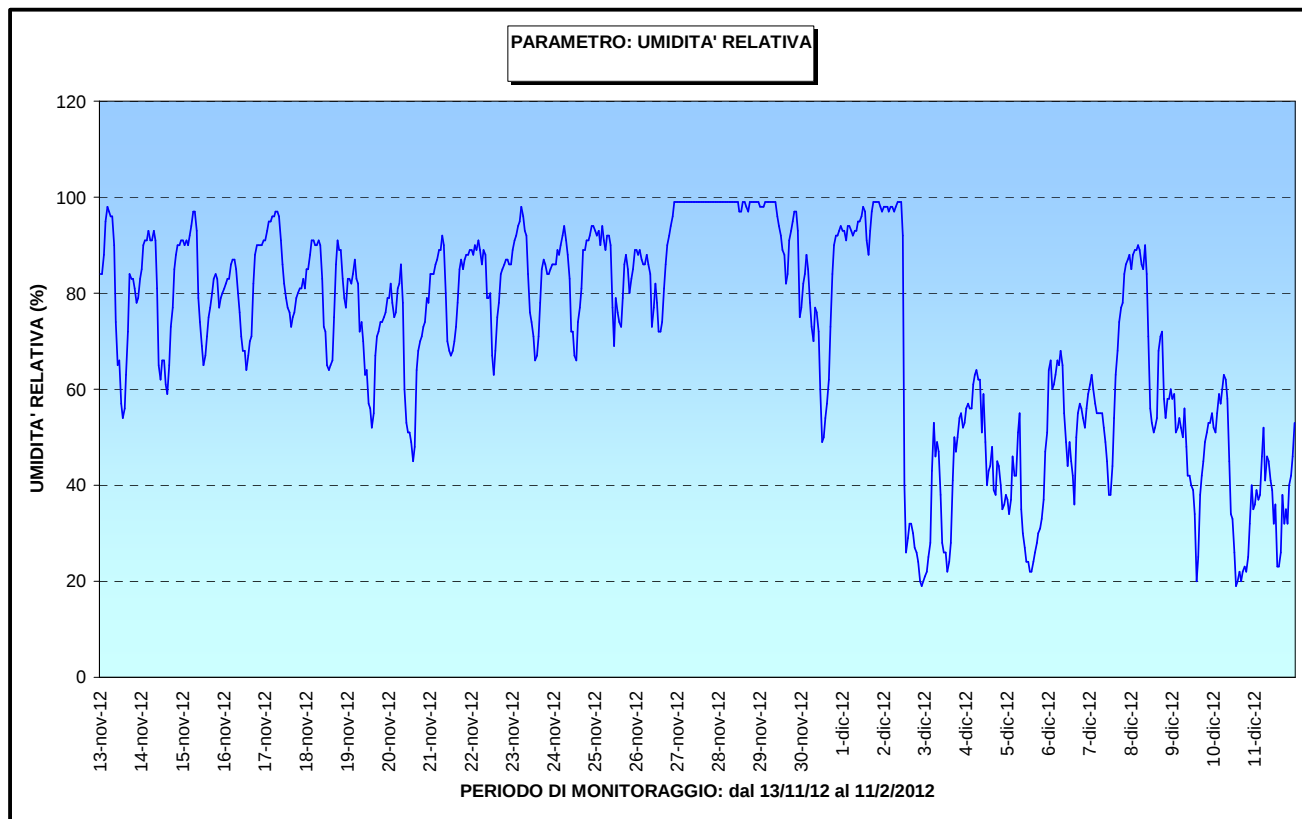


Figura 6 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

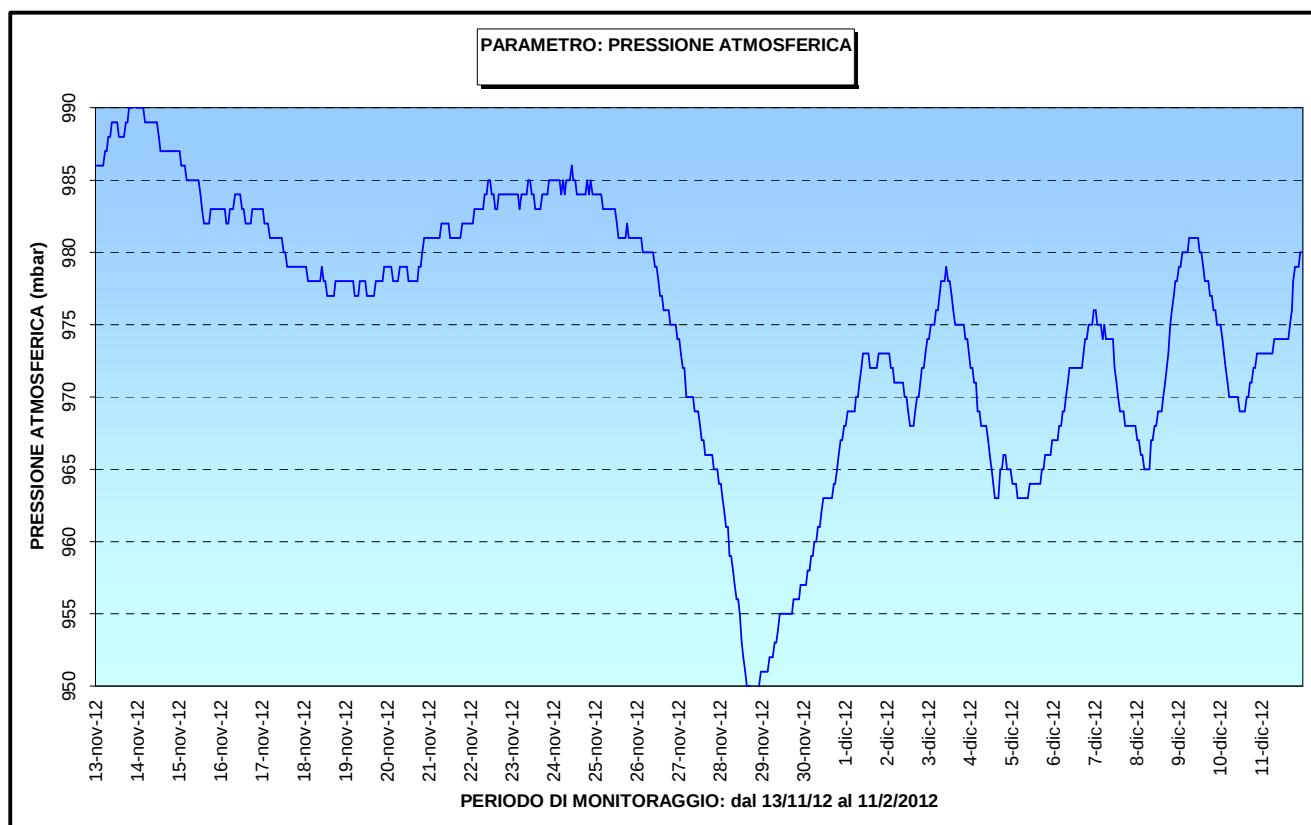


Figura 7 – Precipitazioni cumulate nel corso della campagna di monitoraggio

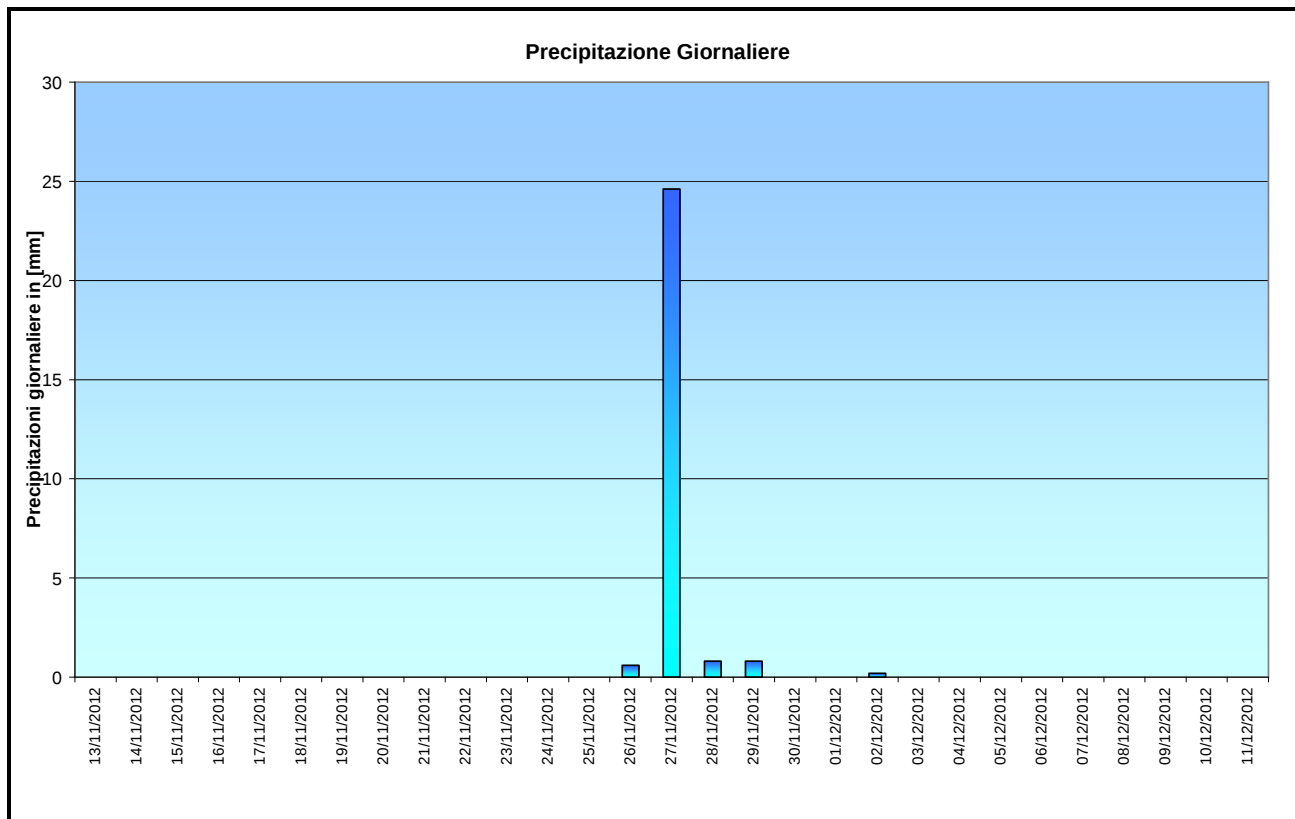


Figura 8 – Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

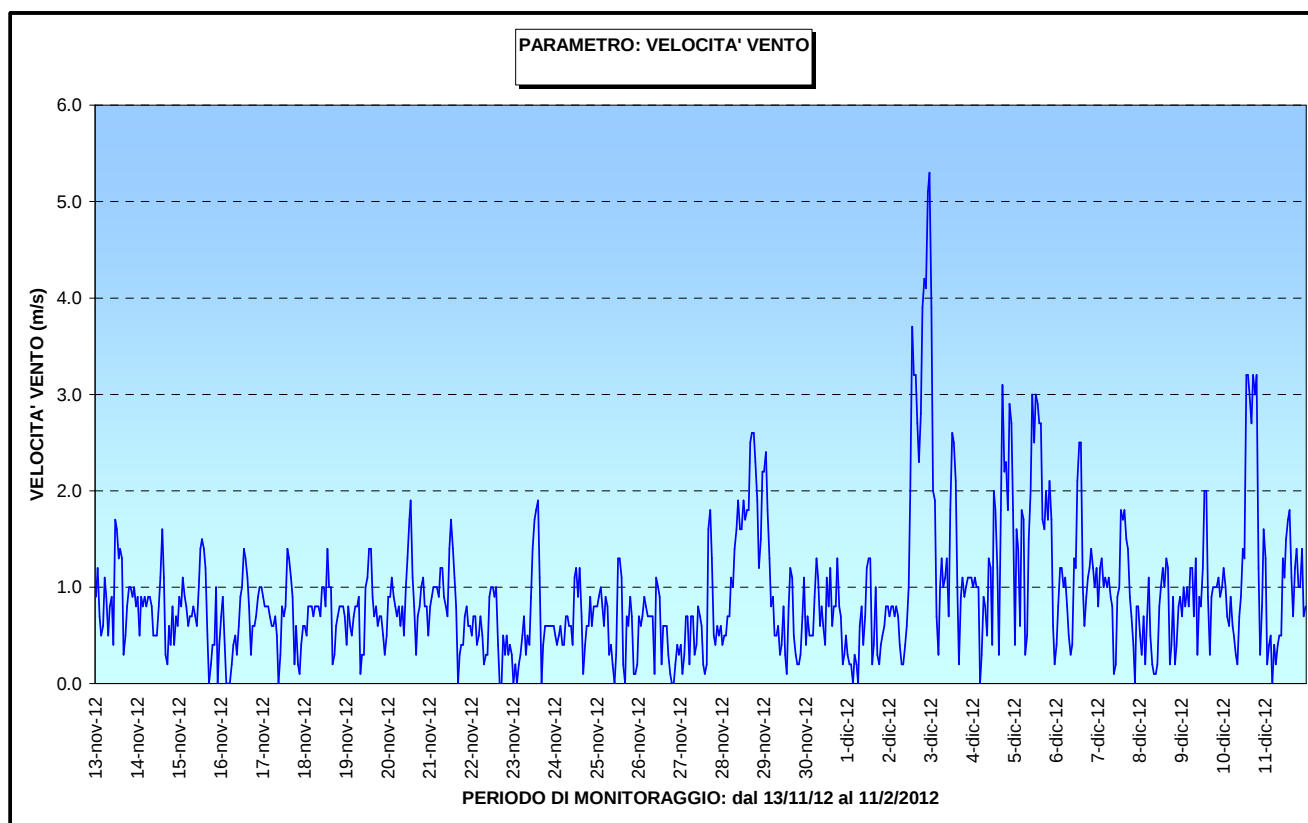


Figura 9 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

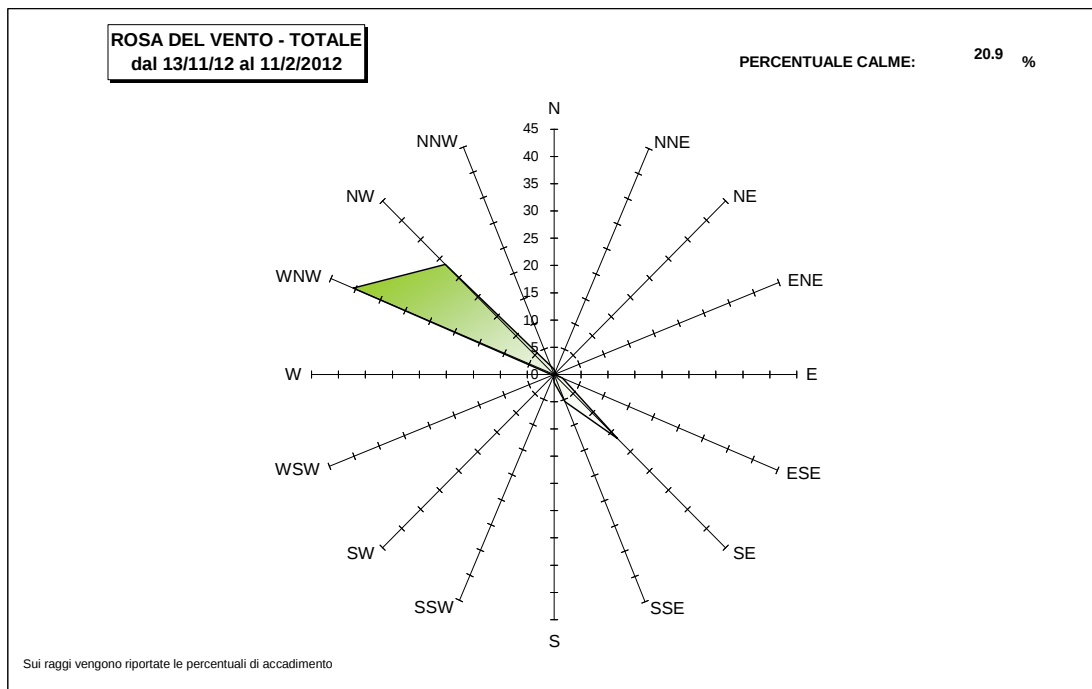


Figura 10 – Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

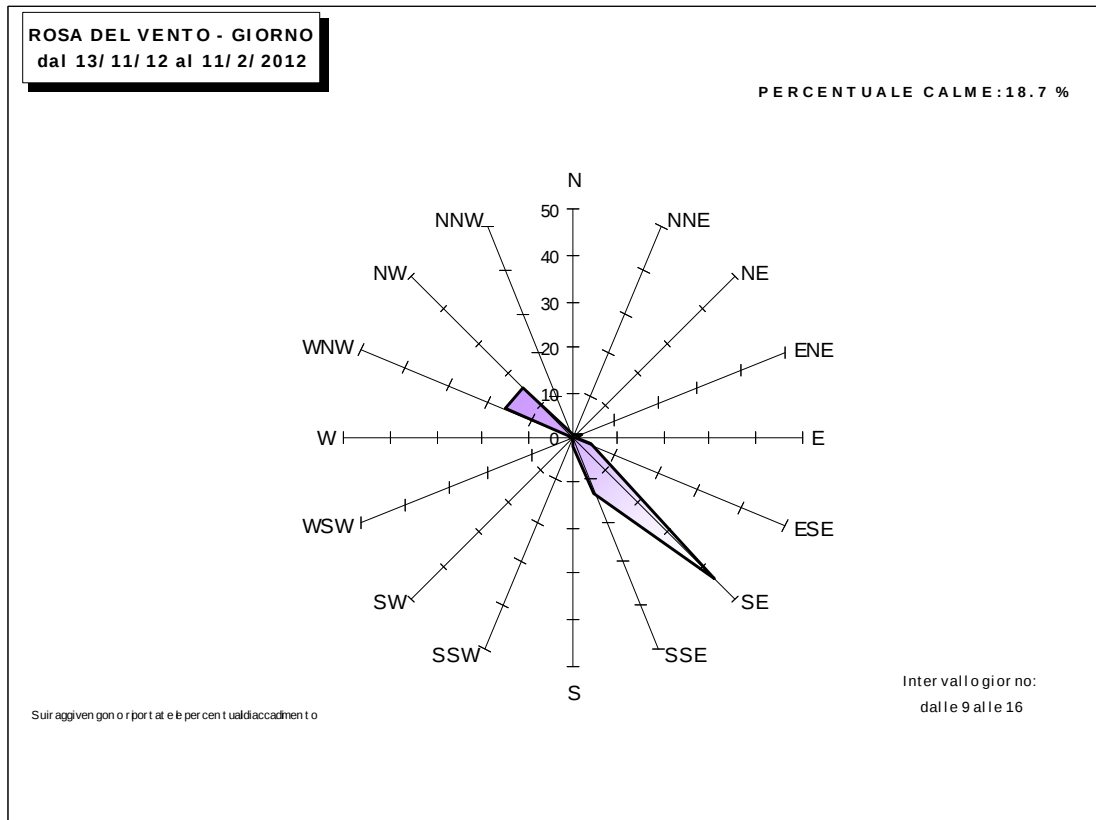
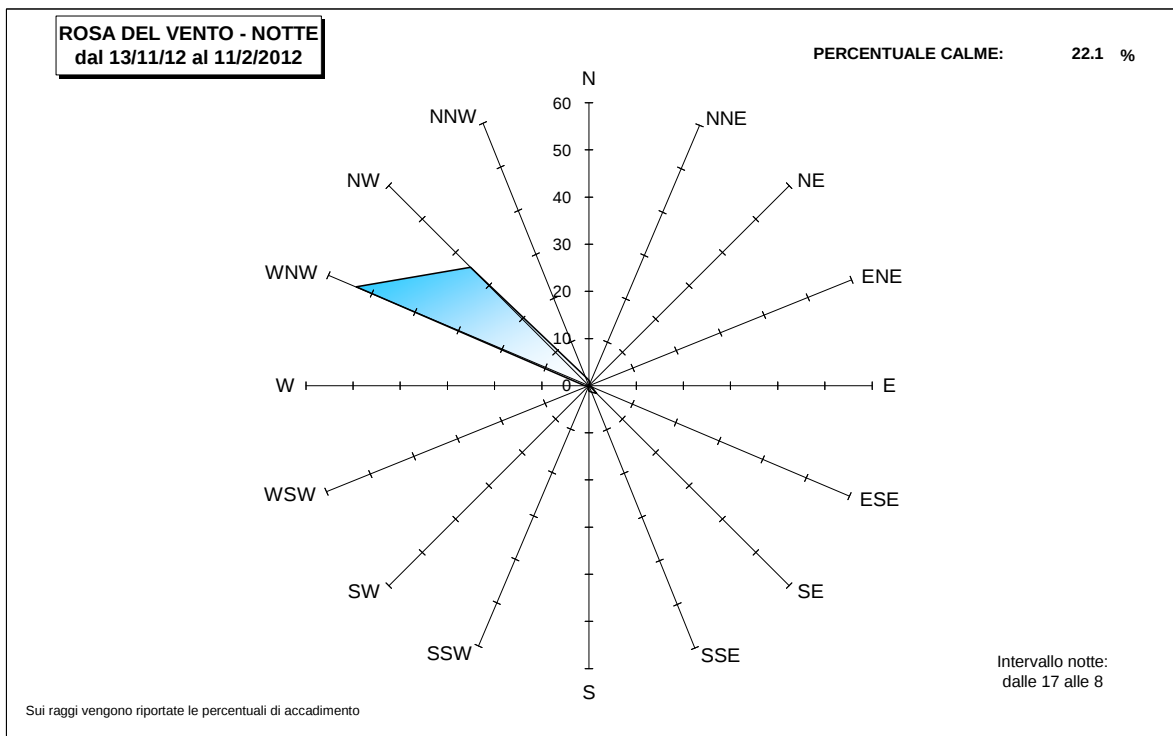


Figura 11 – Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio



Le rose dei venti evidenziano la presenza di venti provenienti da direzioni tra SSE e SE durante le ore diurne e tra WNW e NW durante quelle notturne. Si tratta di un regime di brezza monte-valle caratteristico delle zone vallive.

Il giorno 2 dicembre si è verificato un episodio di phoen, con abbassamento repentino dell'umidità dell'aria, rialzo delle temperature e velocità del vento sino a ca 5 m/s

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.

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.

Durante la campagna di monitoraggio, il massimo valore giornaliero è pari a **5.5 µg/m³** (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. Il valore massimo orario è pari a **11 µg/m³**, quindi ben al di sotto del livello orario per la protezione della salute di 350 µg/m³. I dati riportati in (**Tabella 10** e **Figura 13**) evidenziano che i limiti previsti dalla normativa non vengono mai superati.

Il grafico di (**Figura 12**), mostra come l'andamento dell'SO₂ della campagna, sia a livelli più bassi rispetto a stazioni come Torino Rebaudengo, stazione di traffico urbano.

Tabella 10 – Dati relativi al monossido di biossido di zolfo (SO₂ (µg/m³), della seconda campagna di monitoraggio

Minima media giornaliera	2.1
Massima media giornaliera	5.5
Media delle medie giornaliere (b):	3.7
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	97%
Media dei valori orari	3.7
Massima media oraria	11
Ore valide	667
Percentuale ore valide	96%
<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 andamento orario

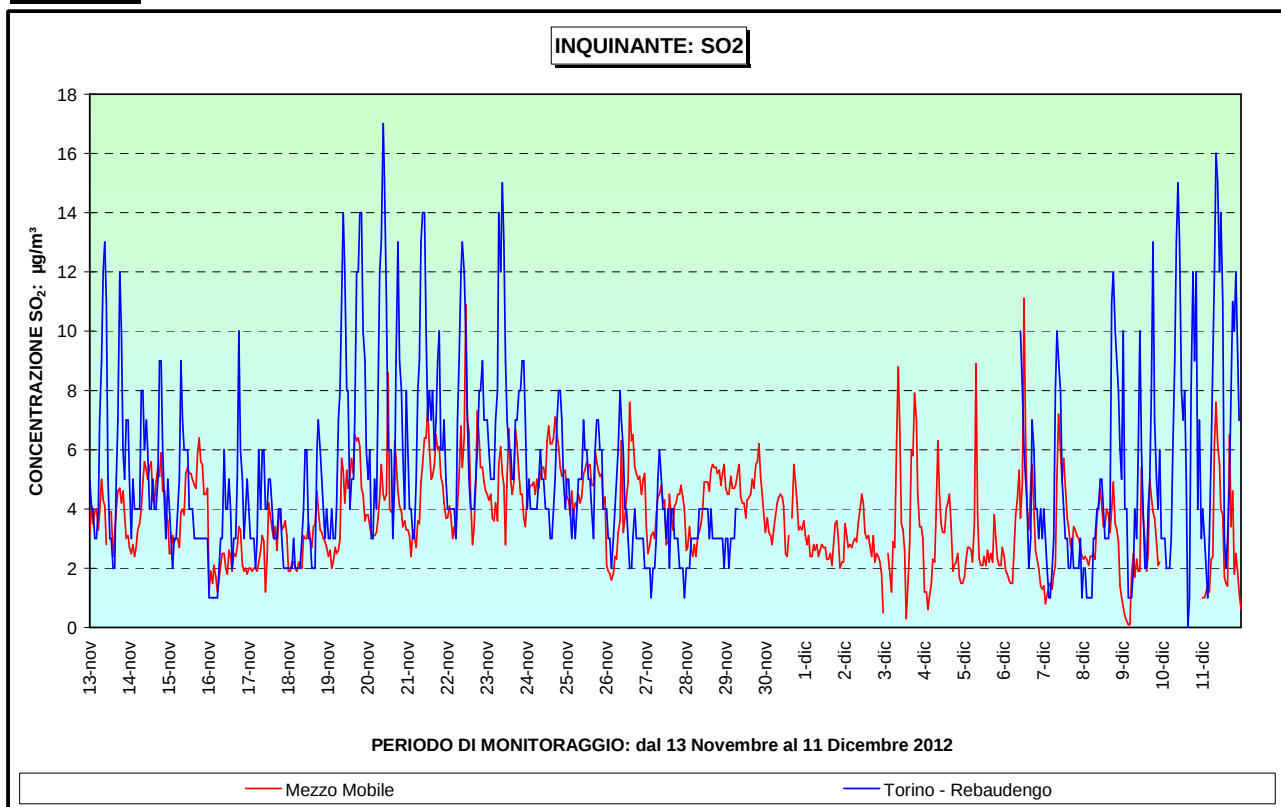


Figura 13 - SO₂ confronto con il limite di legge (media giornaliera)

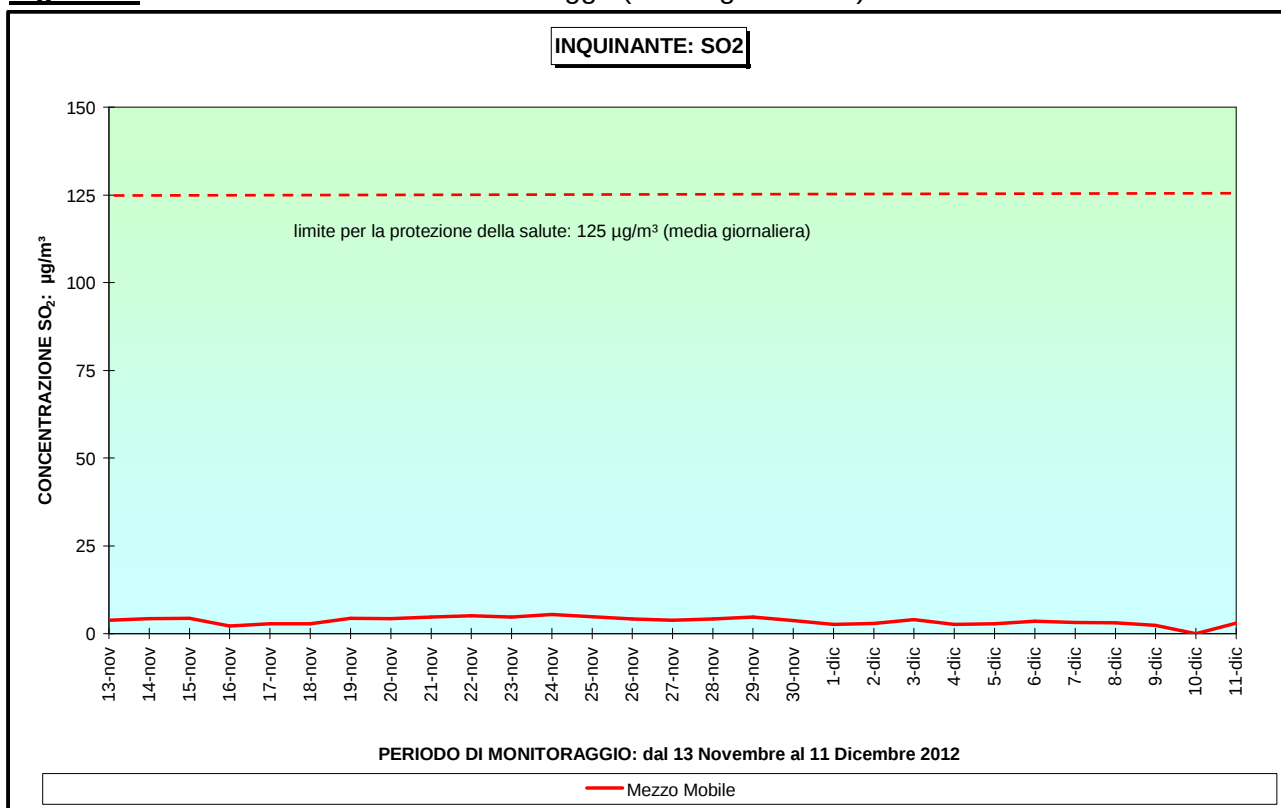
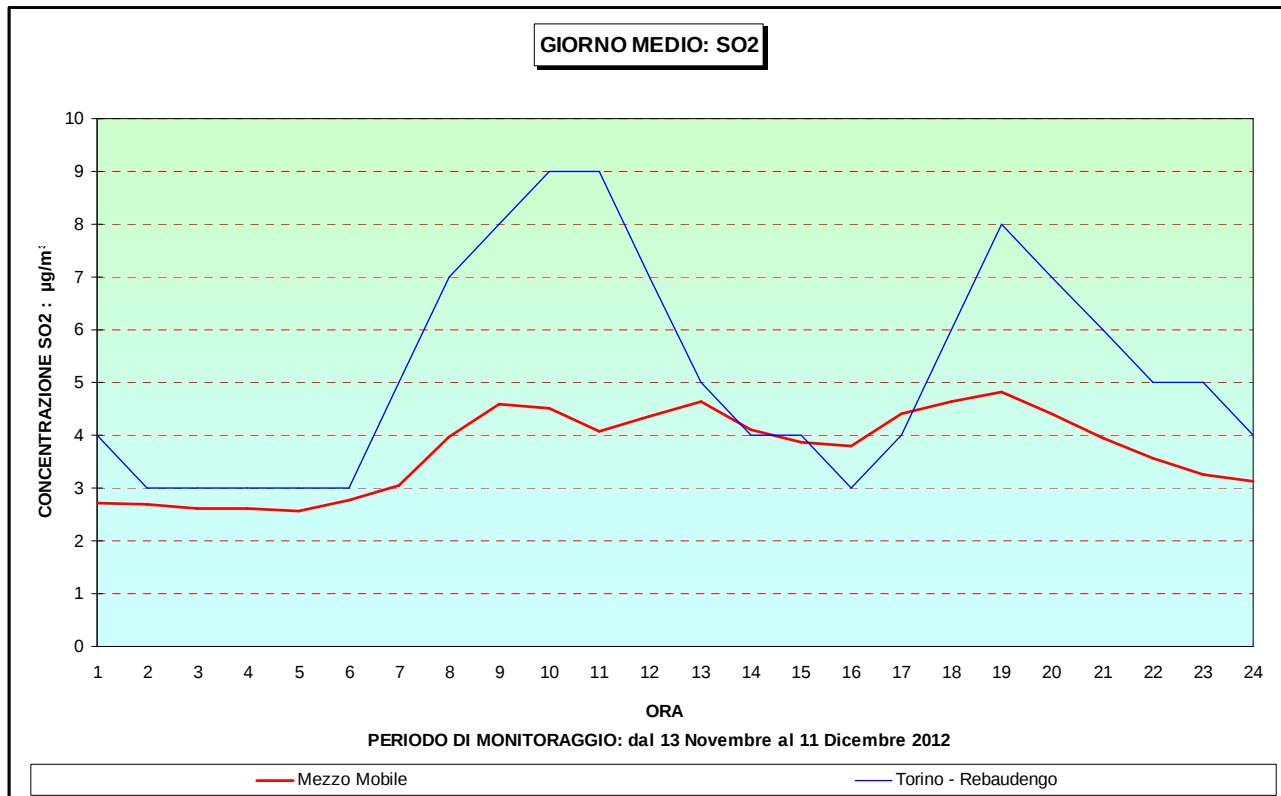


Figura 14 - SO₂ andamento del giorno medio



Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente. L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3), infatti si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare i gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione, per cui i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

Il monossido di carbonio è caratterizzato da un'elevata affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), pertanto la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia. La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

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

Durante la campagna di monitoraggio nel comune di Sangano non si sono osservate criticità per questo parametro. La (**Tabella 11** e la **Figura 15**) evidenziano infatti che non si sono registrati superamenti del valore di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ che, in base alla normativa vigente, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive.

Dal grafico di (**Figura 16**), si nota come i valori di CO della campagna, siano circa la metà rispetto alla stazione di traffico urbano di Torino Rebaudengo e una stazione fondo urbana come Torino Rubino.

Tabella 11 – Dati relativi al monossido di Carbonio (CO (mg/m³), della seconda campagna di monitoraggio

Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	1.0
Media delle medie giornaliere (b):	0.8
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	1.6
Ore valide	694
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.4
Media delle medie 8 ore	0.8
Massimo medie 8 ore	1.3
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

Figura 15 - CO andamento orario.

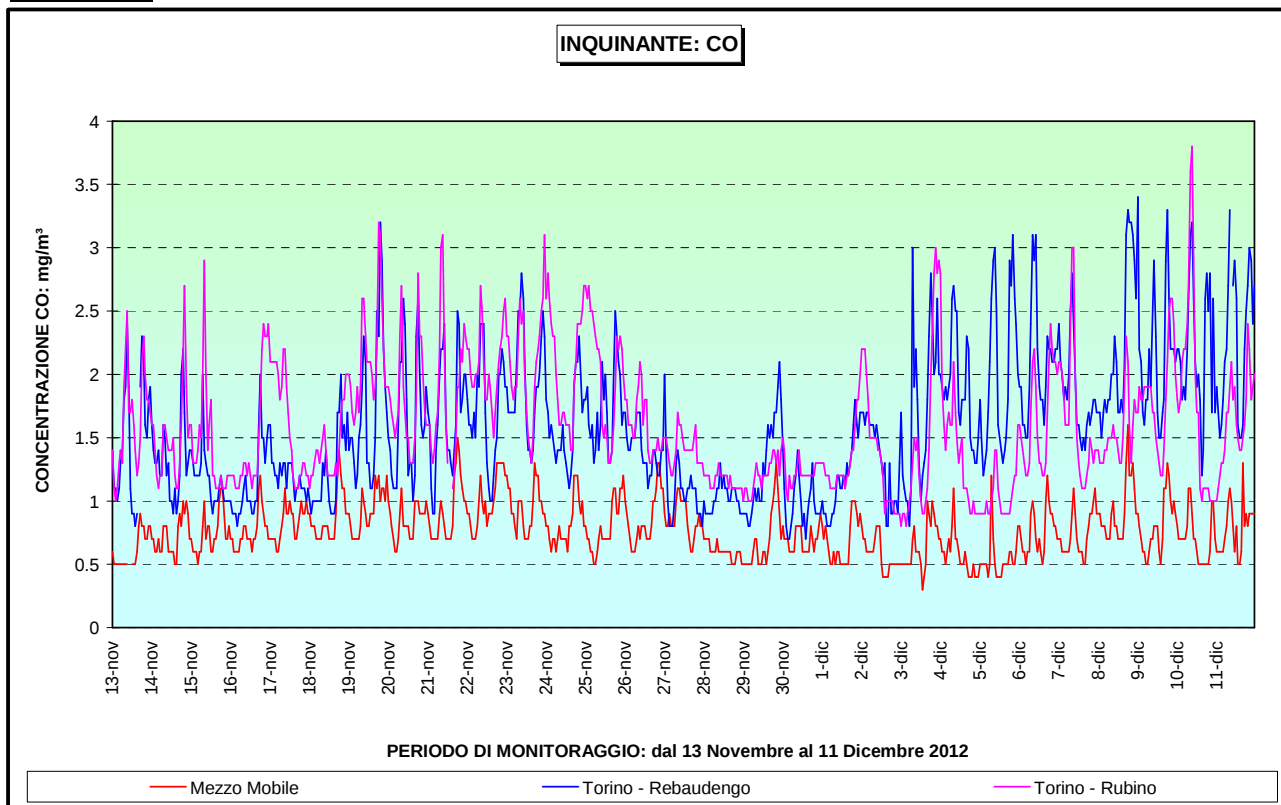
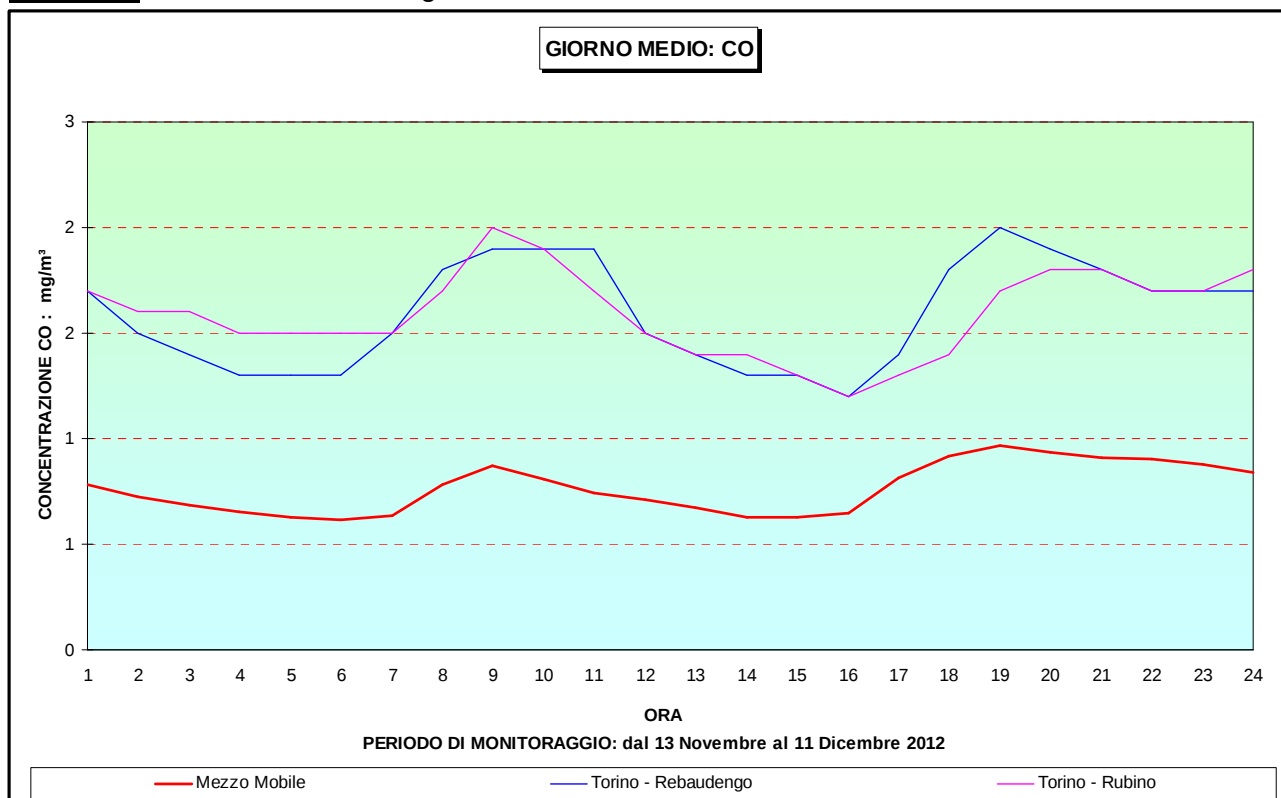


Figura 16 - CO andamento del giorno medio



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 Sangano (Tabella 12) risultano molto bassi con un valore massimo pari a 154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ed una media di 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; I valori di questo parametro si posizionano in un intervallo intermedio tra la stazione di fondo urbano di Orbassano e la stazione di fondo rurale di Druento, vedi grafico di Figura 18

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

Minima media giornaliera	5.7
Massima media giornaliera	36
Media delle medie giornaliere	18
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	18
Massima media oraria	154
Ore valide	694
Percentuale ore valide	100%

Figura 17 – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

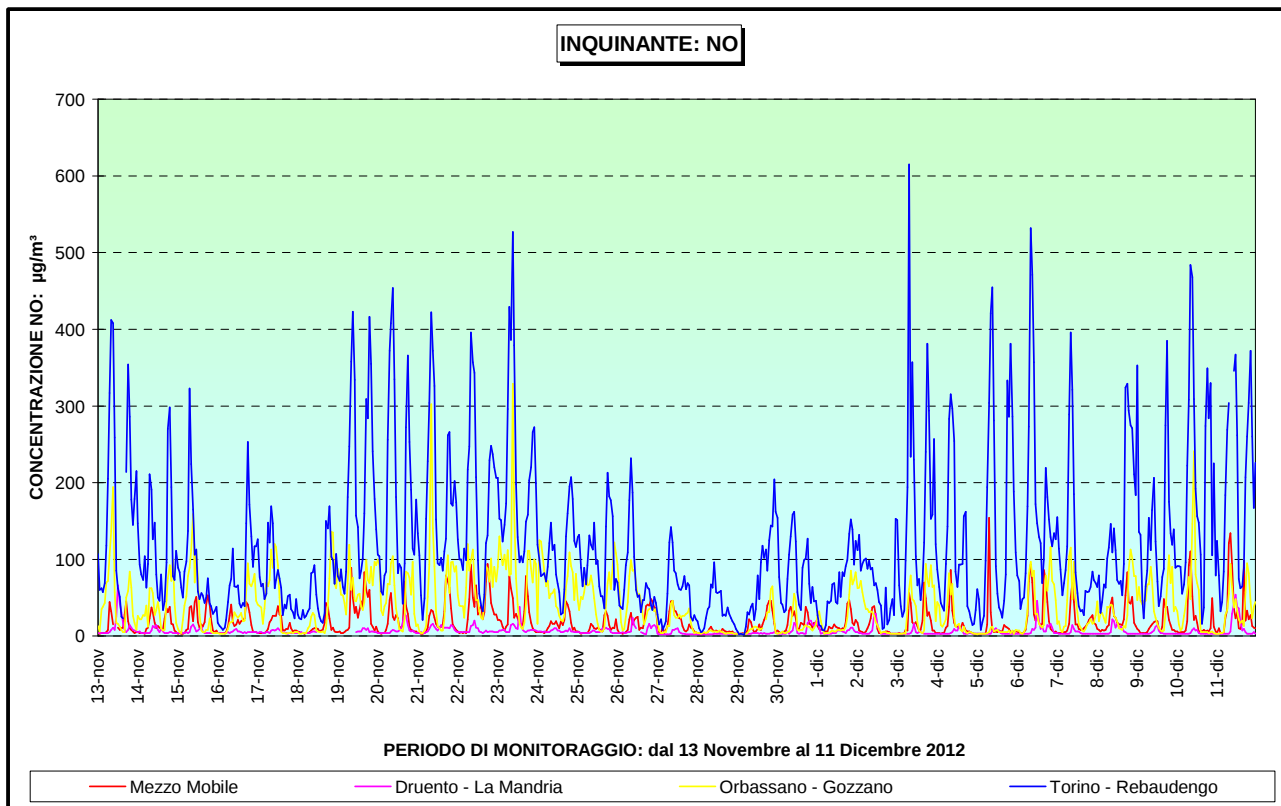
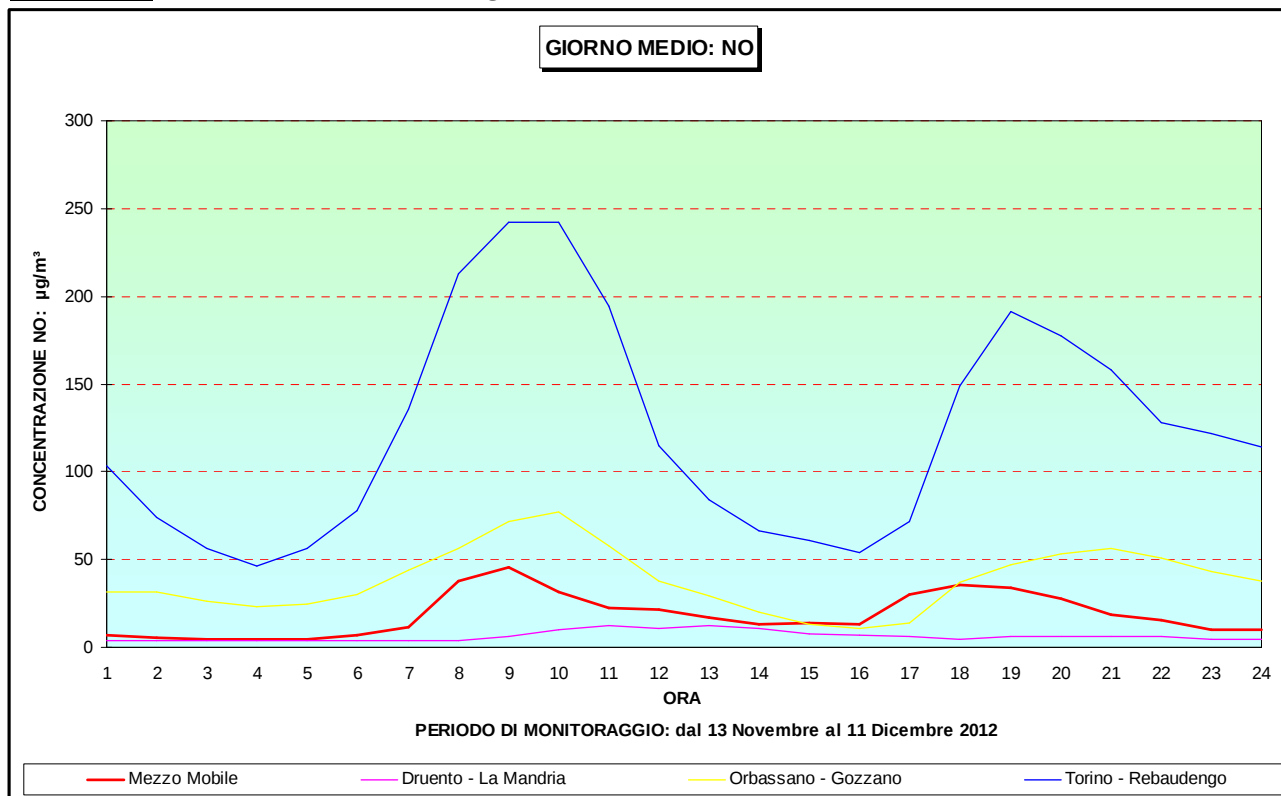


Figura 18 - NO: andamento del giorno medio



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 di monitoraggio nel Comune di Sangano, l'andamento dell'NO₂ registra un valore medio di 47.2 µg/m³, con un picco di 158 µg/m³, senza nessun superamento dei limiti, vedi (Tabella 13).

Dal grafico di (Figura 20) si nota che i livelli di concentrazione dell'NO₂ sono mediamente simili alla stazione di Orbassano e chiaramente più alti rispetto alla stazione di fondo come Druento, mentre la stazione di traffico urbano di Torino Rebaudengo registra valori decisamente più elevati.

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

Minima media giornaliera	25
Massima media giornaliera	64
Media delle medie giornaliere	47
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	47
Massima media oraria	158
Ore valide	696
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Figura 19 – NO₂ : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

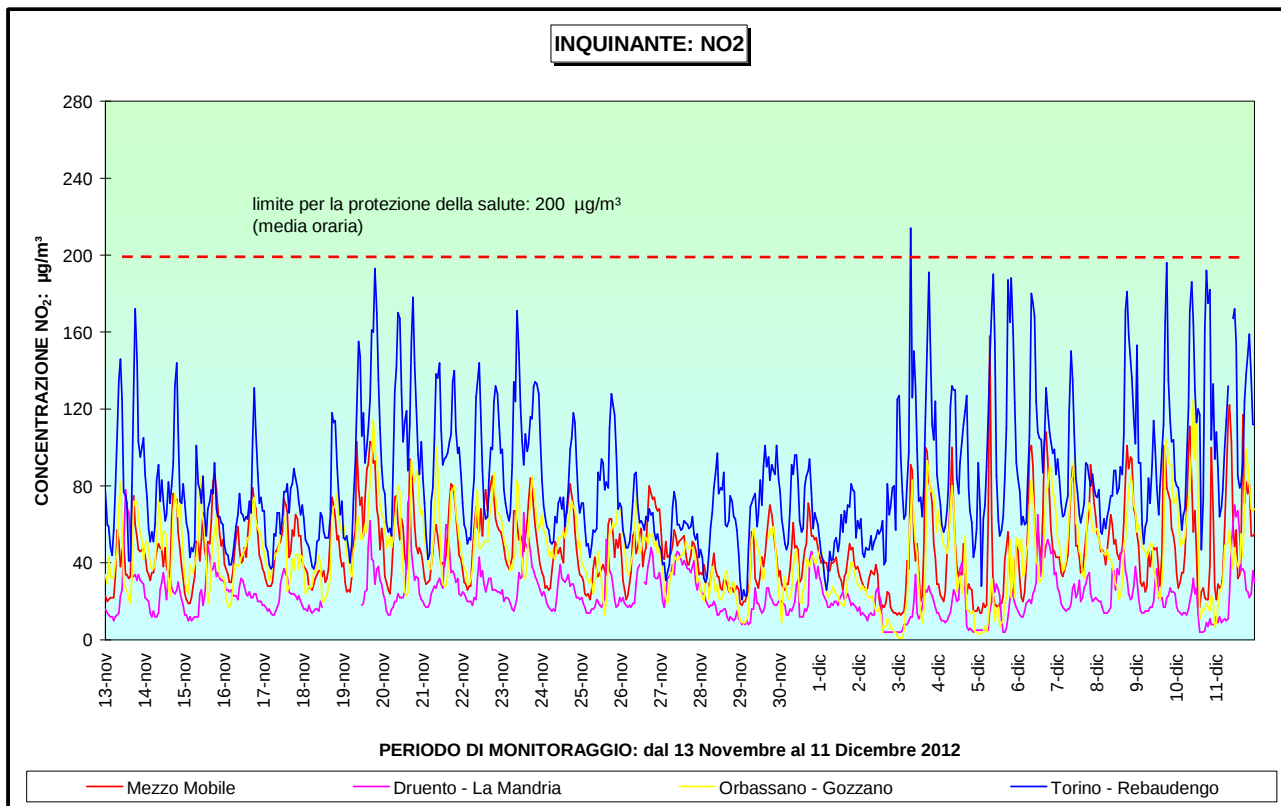


Figura 20 – NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

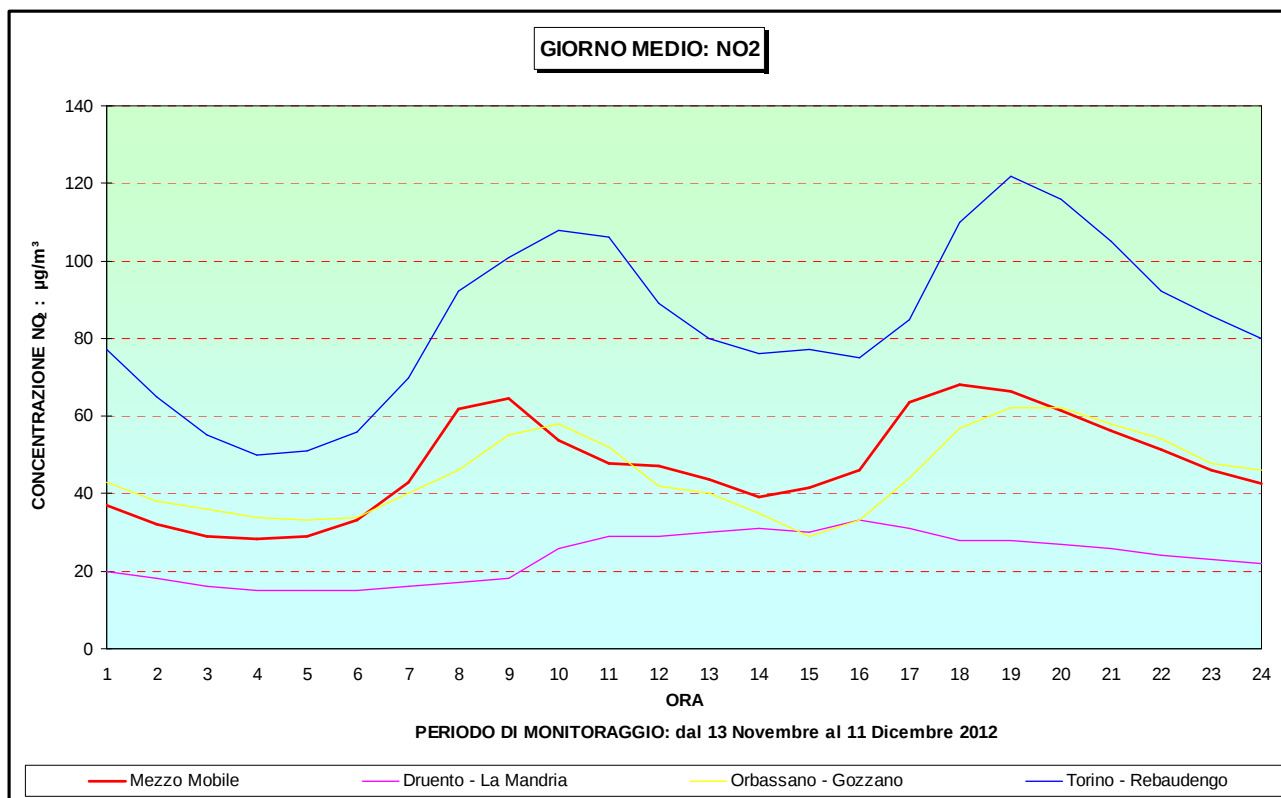
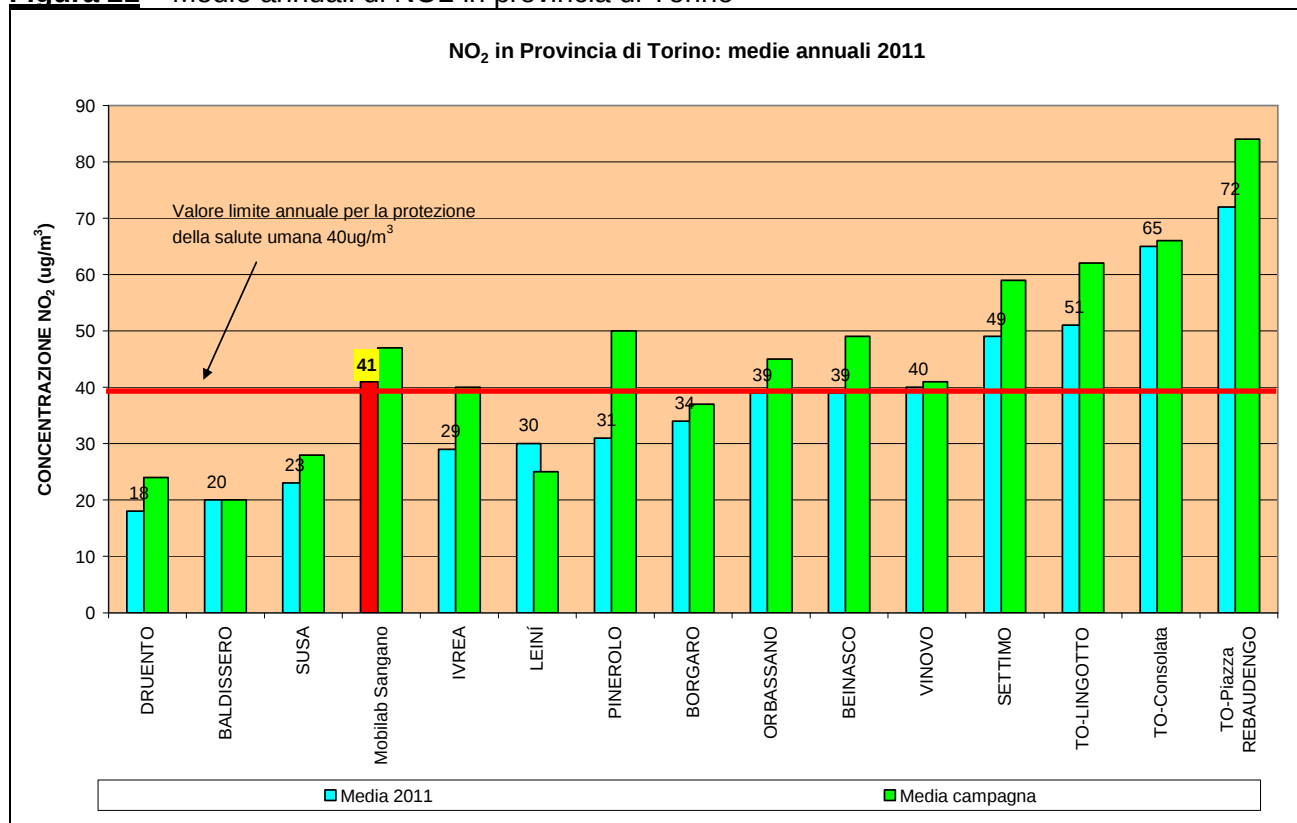


Figura 21 – Medie annuali di NO₂ in provincia di Torino



La normativa prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Sangano non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso; Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato come descritto nella nota. Applicando tale procedimento, si ottengono i valori di media annuale che sono stati messi a confronto con i valori delle altre centraline della rete di monitoraggio della provincia di Torino

Come si vede dal grafico, il valore stimato annuo della campagna di Sangano si situa nell'intorno del valore limite, con valori molto vicini alle cabine di monitoraggio di Beinasco, Vinovo o Orbassano. Una stima più accurata potrà essere effettuata al termine della seconda campagna a partire da una base dati più ampia.

Nota relativa alla stima del valore medio annuale

Si sono calcolate le medie di NO₂, per il periodo della campagna, per la stazione di Orbassano che meglio rappresenta le condizioni meteorologiche (velocità e direzione vento delle valli alpine); dal rapporto con la media dell'anno 2011 di Orbassano si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Sangano permette di ricavare la stima annuale;

$$M_c = (M_p / m_p) \times m_c$$

dove

m_c : media periodo campagna NO₂ di Sangano

M_c : media anno 2011 NO₂ di Sangano

m_p : media periodo campagne NO₂ di Orbassano

M_p : media anno 2011 NO₂ di Orbassano

Benzene e Toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il benzene è una sostanza classificata:

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule. Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

La normativa vigente (DLgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti.

Nella campagna di monitoraggio, vedi (Tabella 14), si registrano valori di Benzene con una media del periodo pari a $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore massimo di $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dalla (Figura 22), si può vedere come i valori di Benzene della stazione di Torino Consolata siano mediamente più elevati rispetto a quelli registrati nella campagna di monitoraggio. Inoltre, poiché la campagna è stata effettuata in periodo invernale nel quale i valori di questo inquinante sono prossimi ai massimi annuali, è del tutto presumibile che il valore limite annuale sia rispettato.

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 $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 15), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Dalla (Figura 23), si nota chiaramente come il livello di concentrazione di Toluene della campagna sia decisamente più basso, rispetto alla stazione di Torino Consolata.

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

Minima media giornaliera	0.8
Massima media giornaliera	2.2
Media delle medie giornaliere	1.6
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	79%
Media dei valori orari	1.6
Massima media oraria	7.4
Ore valide	585
Percentuale ore valide	84%

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

Minima media giornaliera	0.8
Massima media giornaliera	4.8
Media delle medie giornaliere	2.3
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	79%
Media dei valori orari	2.3
Massima media oraria	11.0
Ore valide	585
Percentuale ore valide	84%

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

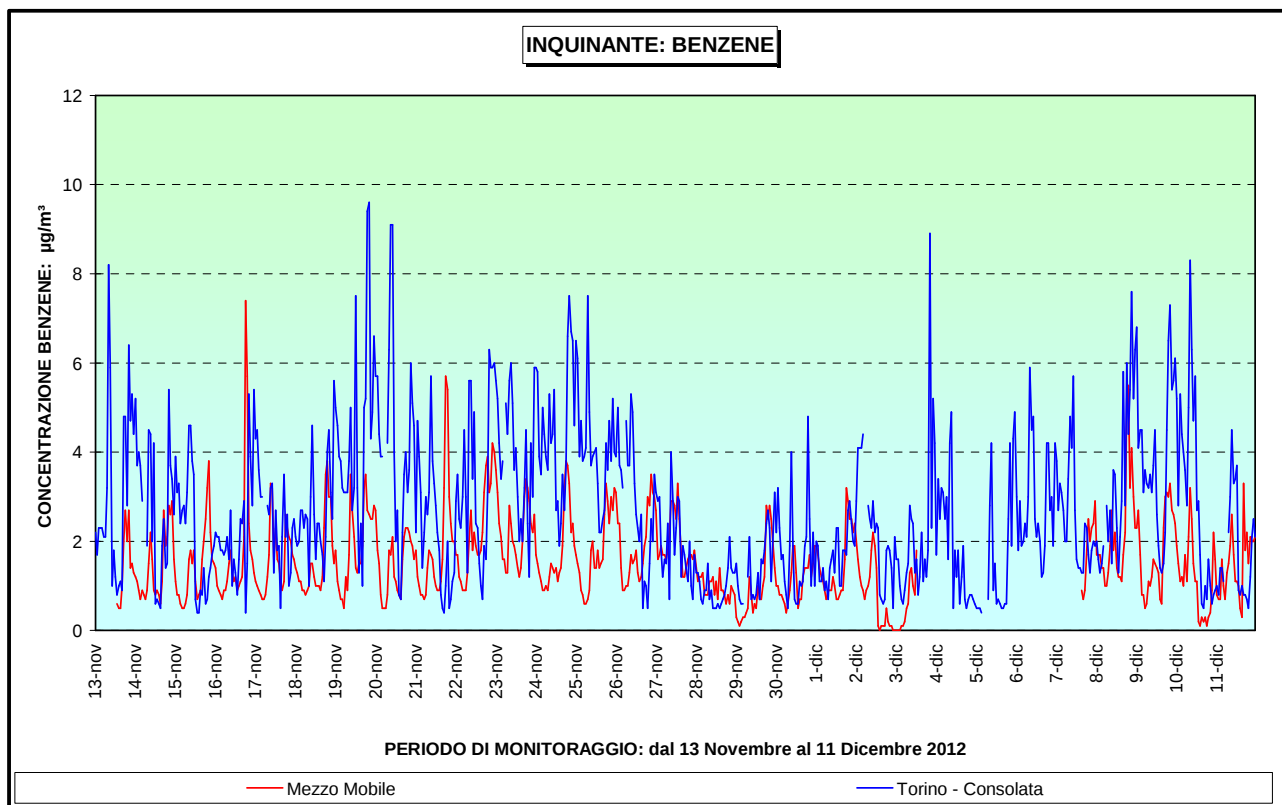
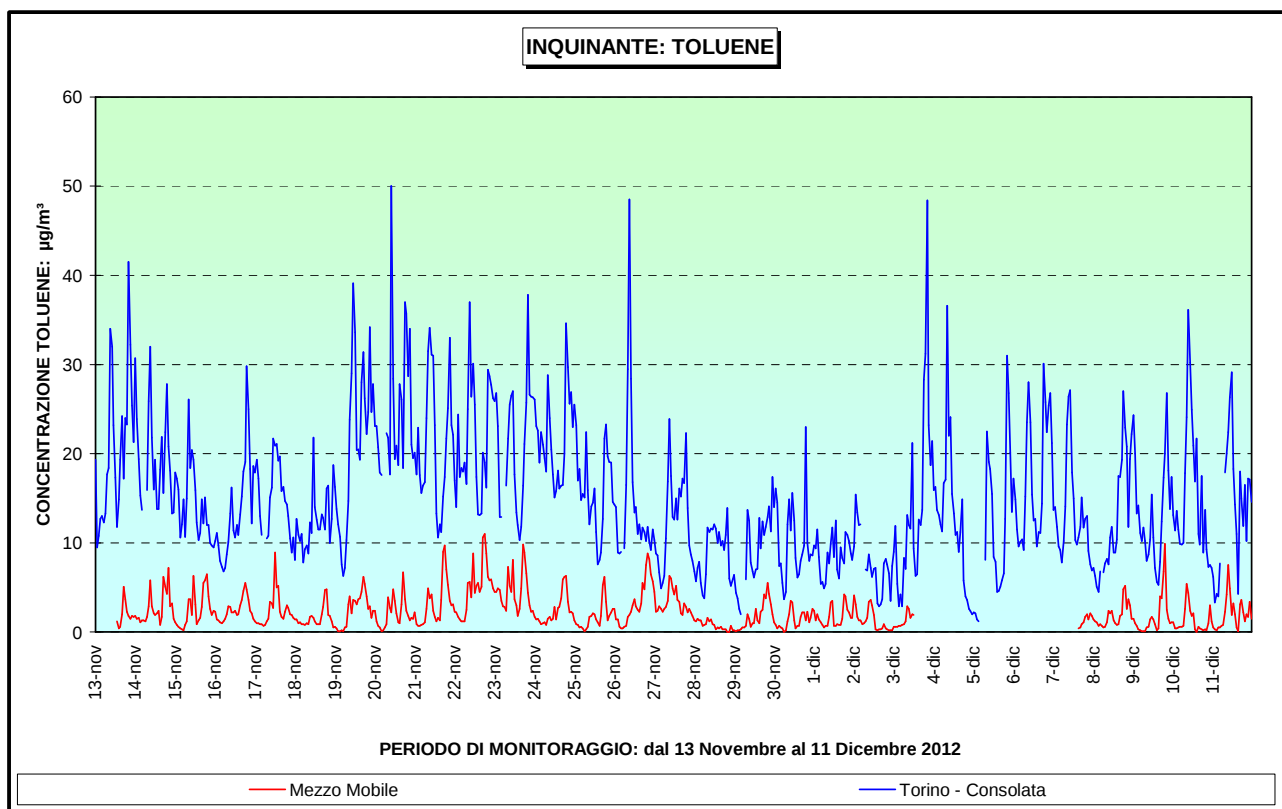


Figura 23 – Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



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

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico 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 DM 60/2002 e successivamente con il DLgs 155/2010, ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM_{10} , cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a $10\text{ }\mu\text{m}$, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi 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 a $2.5\text{ }\mu\text{m}$) calcolati come media annuale pari a $25\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio la media dei valori di concentrazione di particolato PM_{10} è stata pari a $36\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, vedi (Tabella 16), con un valore massimo giornaliero di $74\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, con 6 superamenti del valore giornaliero dei $50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In **Tabella 17** sono riportati i dati relativi al $PM_{2.5}$ durante la campagna: la media dei valori è pari a $35\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un valore massimo giornaliero uguale al PM_{10} di $74\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$,

Come si vede dal grafico (**Grafico 24**) i due andamenti di PM_{10} e $PM_{2.5}$, sono molto simili. Questo fenomeno – che fa ipotizzare una prevalente origine secondaria del particolato PM_{10} – è dovuto sia alla relativa distanza dalla fonte emissiva primaria, vale a dire la SS589, sia alla direzione principale del vento nel corso della giornata che, come si vede nella rosa dei venti totale, fa sì che gli inquinanti emessi lungo l'asse stradale vengano prevalentemente trasportati in direzione opposta a quella del sito di monitoraggio.

In (Figura 25) si osserva chiaramente l'influenza delle precipitazioni atmosferiche sul livello degli inquinanti, in quanto il giorno 27 Novembre, in corrispondenza di una giornata molto piovosa, si osserva un crollo della concentrazione di PM_{10} .

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

Minima media giornaliera	8
Massima media giornaliera	74
Media delle medie giornaliere	36
Giorni validi	26
Percentuale giorni validi	90%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	6

Tabella 17 – Dati relativi al particolato sospeso PM_{2.5} (µg/m³)

Minima media giornaliera	7
Massima media giornaliera	74
Media delle medie giornaliere (b):	35
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	97%

Figura 24 – Particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2.5}: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

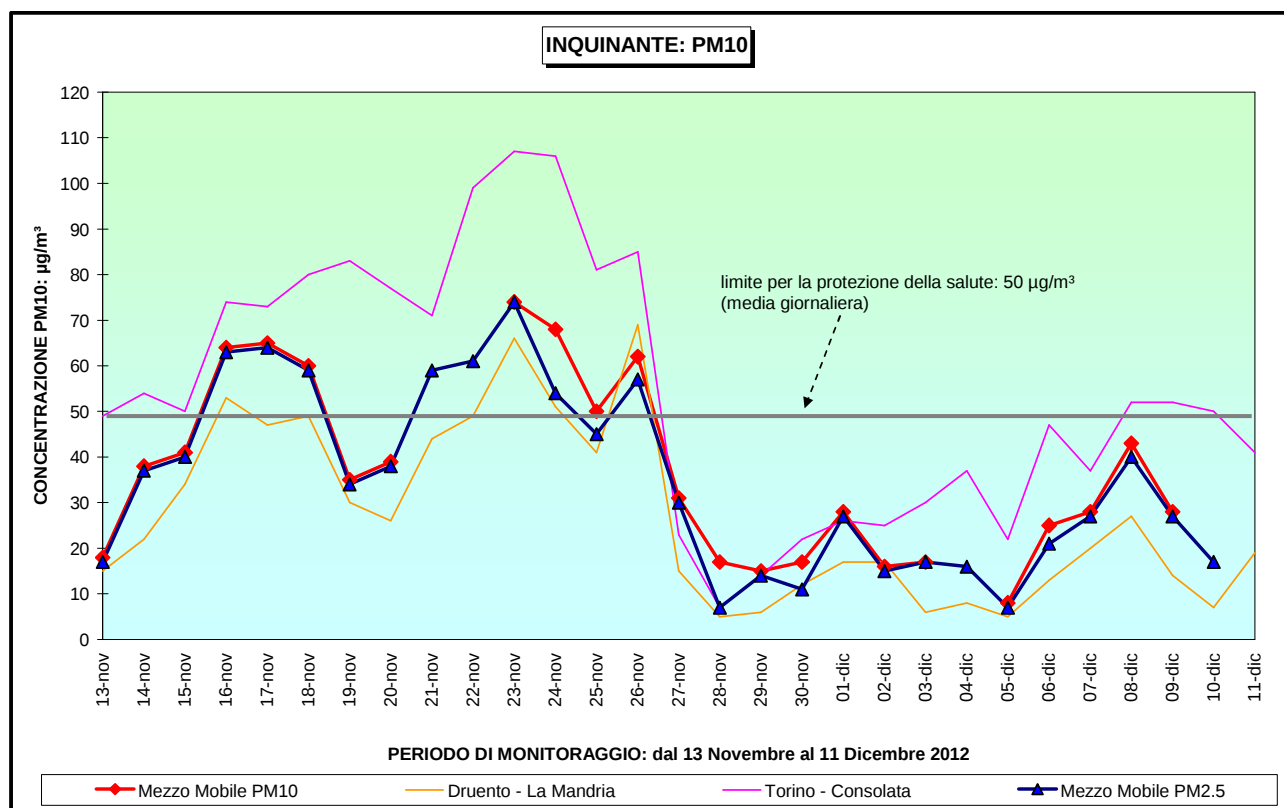


Figura 25 – Particolato sospeso PM₁₀ PM_{2.5} e somma giornaliera delle precipitazioni

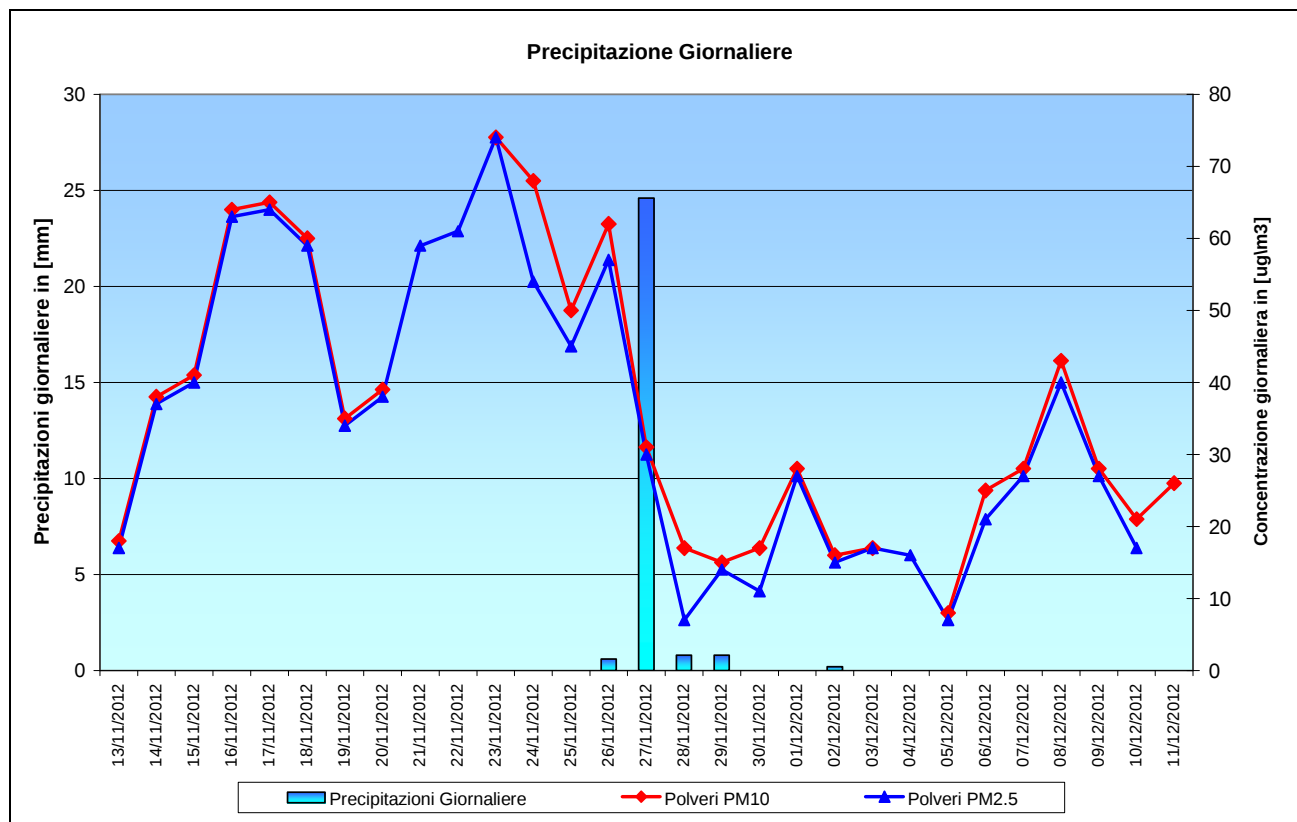


Figura 26 - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, in provincia di Torino nel corso della campagna

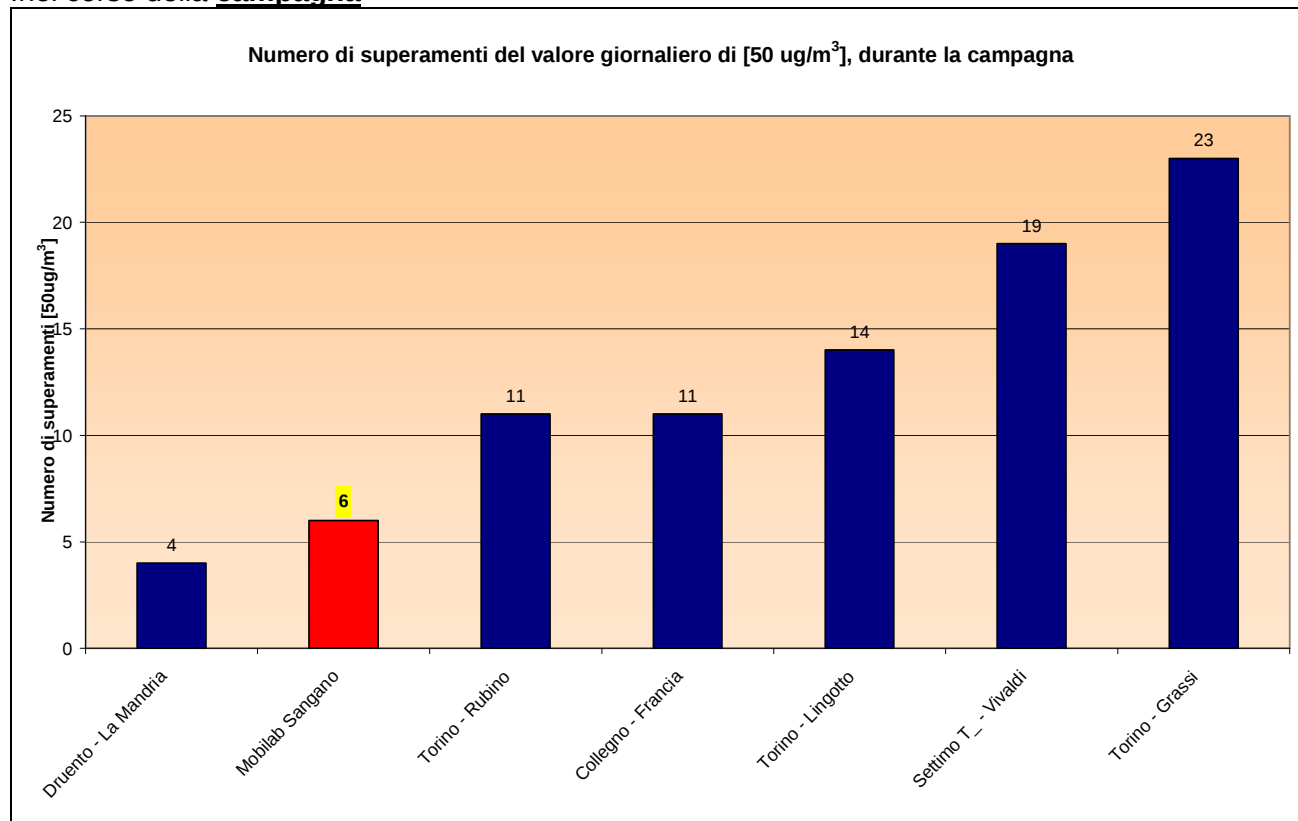
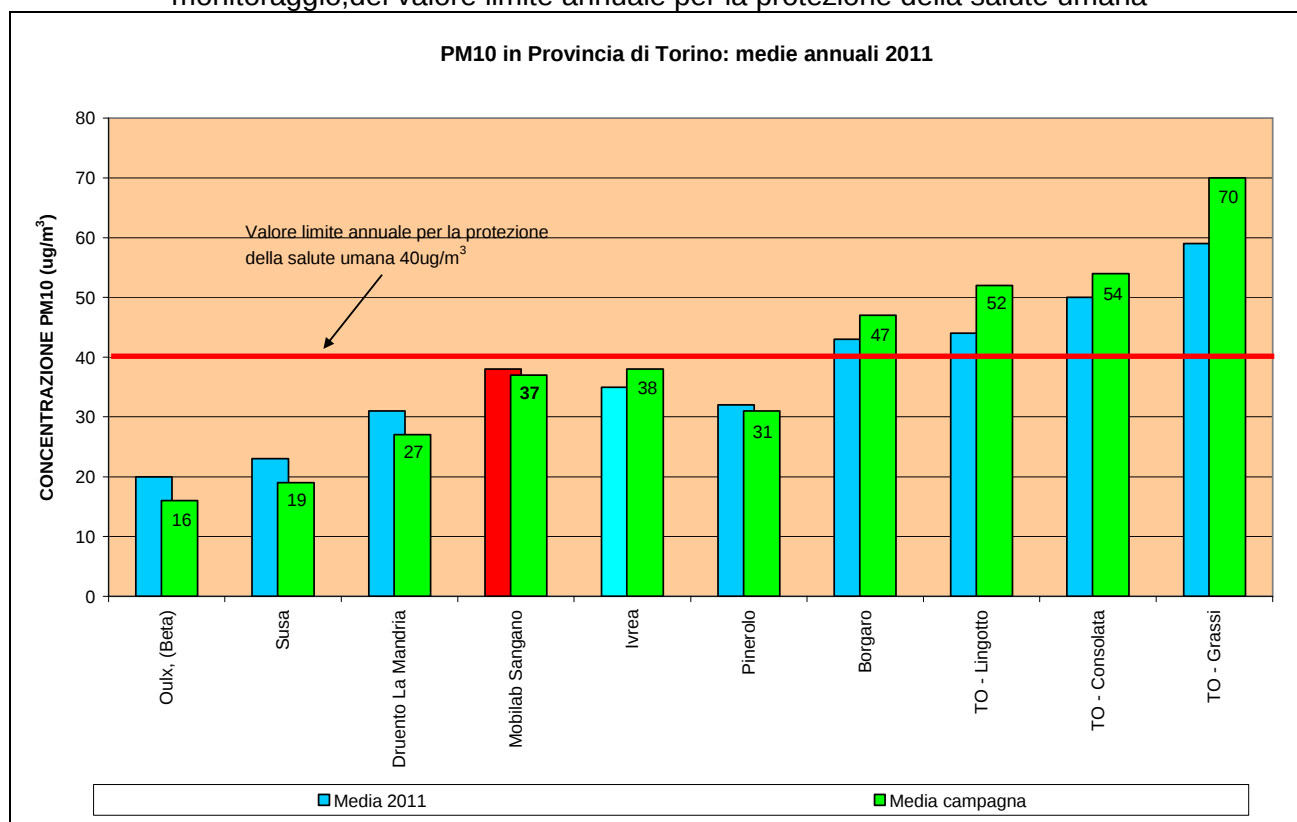


Figura 27 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto medie annuali e medie nel periodo di monitoraggio, del valore limite annuale per la protezione della salute umana



La normativa prevede un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Sangano non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile in termini formali un confronto diretto con il limite stesso; Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato come descritto nella nota. Applicando tale procedimento, si ottengono i valori di media annuale che sono stati messi a confronto con i valori delle altre centraline della rete di monitoraggio della provincia di Torino e riportati in Figura 27.

La media annuale stimata sulla base della campagna (37 µg/m³) si posiziona tra quella di stazioni di fondo urbano/suburbano come Ivrea e Borgaro e quelle di fondo rurale di Druento e di fondo suburbano di Pinerolo. Anche in questo caso il valore di media annua stimato è prossimo al valore limite e potrà essere valutato con maggiore accuratezza dopo lo svolgimento della seconda campagna.

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero (50 µg/m³ da superare per non più di 35 giorni l'anno), nel corso della campagna si sono verificati 6 giorni di superamento, che situano il sito di monitoraggi di Sangano in una situazione intermedia tra la stazione di fondo urbano di Torino Rubino e quella di fondo rurale di Druento (Figura 26). Poiché entrambe queste stazioni superano – come tutte quelle di pianura del territorio provinciale – il valore limite giornaliero di PM₁₀, è prevedibile che ciò accada anche nel sito di Sangano. Considerazioni più approfondite potranno essere effettuate a questo proposito al termine della seconda campagna. Nella relazione finale verrà effettuata una stima anche della media annuale di PM_{2.5}.

Nota relativa alla stima della media annuale

Si sono calcolate le medie di PM10, per il periodo della campagna, per la stazione di Pinerolo che meglio rappresenta le condizioni meteorologiche (velocità e direzione vento delle valli alpine); dal rapporto con la media dell'anno 2011 di Pinerolo si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Sangano permette di ricavare la stima annuale;

$$M_c = (M_p / m_p) \times m_c$$

dove

m_c : media periodo campagne PM10 di Sangano

M_c : media anno 2011 PM10 di Sangano

m_p : media periodo campagne PM10 di Pinerolo

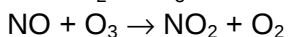
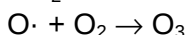
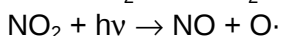
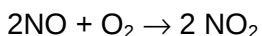
M_p : media anno 2011 PM10 di Pinerolo

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).

Durante la campagna, non si è registrato nessun superamento dei valori di riferimento della normativa, con un valore medio di $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e un valore massimo di $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vedi (Tabella 17); Dal grafico di **(figura 28)**, si vede come i valori siano simili a quelli della centralina di Pinerolo o Druento. .

Valori bassi di ozono sono tipici del periodo invernale e sono dovuti al minore irraggiamento solare, l'ozono infatti viene prodotto in atmosfera a partire da altri inquinanti a seguito di reazioni di tipo fotochimico, per cui è un inquinante critico nei mesi più caldi dell'anno. Considerazioni più approfondite su questo inquinante potranno essere effettuate dopo lo svolgimento della seconda campagna.

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

Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	65
Media delle medie giornaliere	25.7
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	25.7
Massima media oraria	81.8
Ore valide	694
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	5
Media delle medie 8 ore	25.7
Massimo medie 8 ore	79.5
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

Figura 28 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

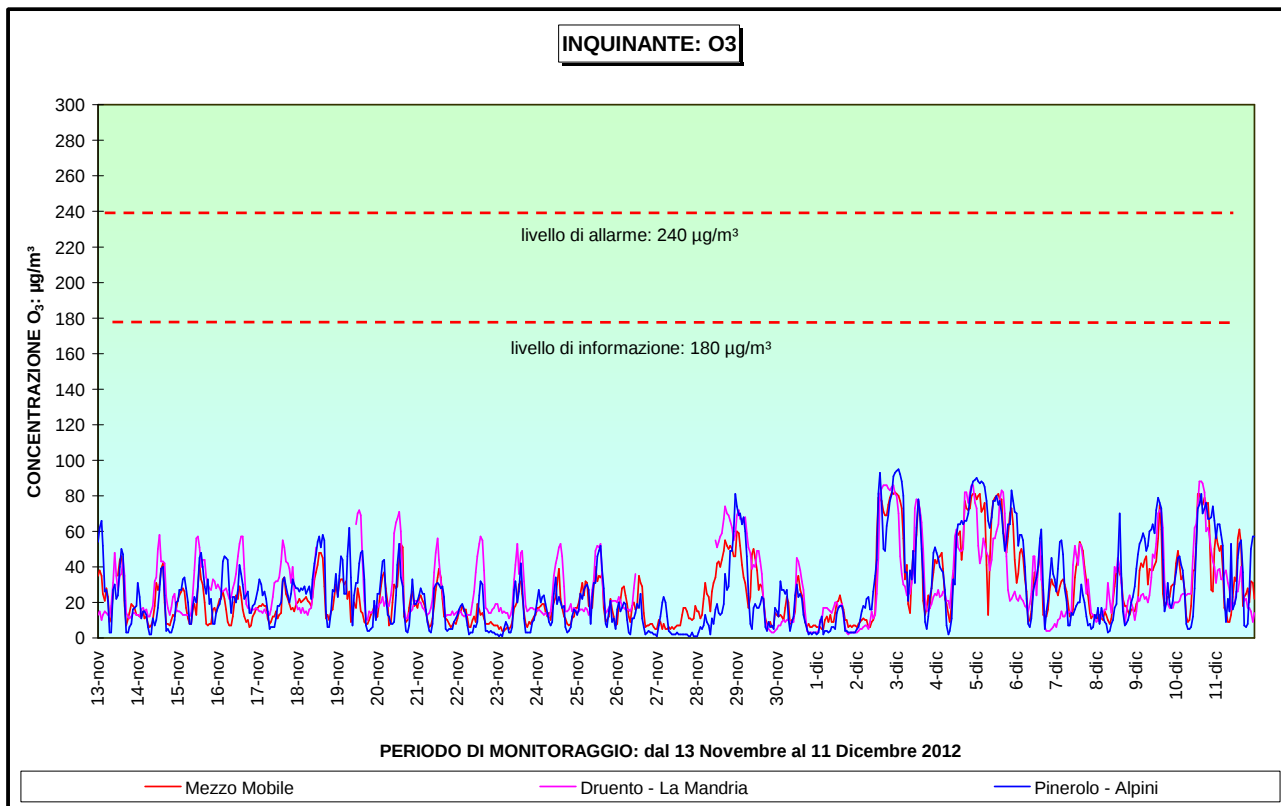
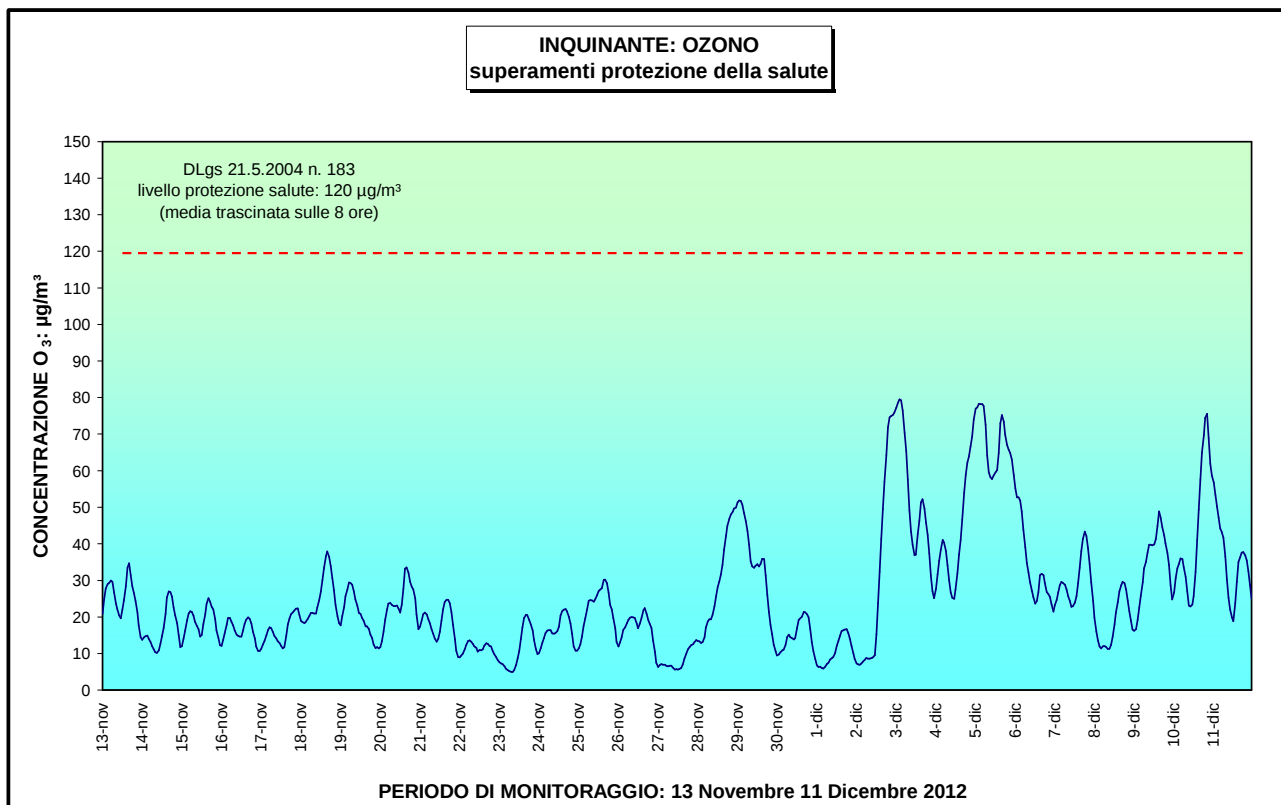


Figura 29 – O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)



TRAFFICO AUTOVEICOLARE

Per meglio comprendere l'influenza del traffico veicolare sullo stato della qualità dell'aria rilevato dallo stazione mobile si è provveduto di conteggiare i passaggi di veicoli leggeri e pesanti sul principale asse stradale prossimo al sito di monitoraggio (Via Pinerolo-Susa, SS589)

Il contatraffico utilizzato nei rilevamenti è della ditta GmbH modello Viacount II. Si tratta sostanzialmente di un apparecchio per il monitoraggio del traffico composto da un sensore radar "Doppler" da 24.165 GHz con memoria dati integrata e orologio in tempo reale. Il sensore radar misura a scelta i movimenti dei veicoli di una corsia o direzione di marcia oppure di entrambe le direzioni di marcia. Nel nostro caso le misure sono state eseguite conteggiando i veicoli in entrambe le direzioni di marcia. Il Viacount II misura la lunghezza, la velocità, il senso di marcia, l'ora e data dei veicoli che attraversano il fascio radar.

Le classi dei veicoli in funzione della lunghezza sono le seguenti

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

I rilievi di traffico hanno evidenziato che il numero medio giornaliero di passaggi veicolari è pari a 15566 veicoli / giorno; come termine di confronto in Torino in corso Vittorio Emanuele II° - una arteria stradale con tre corsie per senso di marcia- all'altezza di C.so Inghilterra i passaggi giornalieri medi sono pari a circa 16000 veicoli / giorno.

Dall'analisi dei dati di traffico si possono trarre le seguenti considerazioni:

- 1) Nel grafico a torta di **Figura 31**, si nota chiaramente come la percentuale maggiore è data dal passaggio delle **autovetture** (71%). Una percentuale significativa è dovuta al traffico commerciale, con una netta prevalenza di **furgoni** (17%) e un 8% (contro il 15% circa di Torino C.so Vittorio Emanuele) dato dai veicoli pesanti (somma di **autotreni** e **autocarri**); questi ultimi sono la categoria più critica in termini di emissioni sia di ossidi di azoto che di particolato primario;
- 2) il flusso totale di passaggi suddiviso per giorni della settimana **Figura 32** mostra che il picco si registra durante i giorni centrali della settimana; il dato dei passaggi del Sabato è comunque superiore a quello registrato il lunedì e si può ipotizzare che il fenomeno sia in relazione agli spostamenti verso la valle di Susa del fine settimana.
Come si vede dal grafico a torta, anche nei passaggi medi giornalieri, le autovetture rappresentano la parte più consistente del traffico, seguiti dai furgoni e dal traffico pesante, per finire con i motocicli;
- 3) Il grafico di **Figura 34**, mostra chiaramente la presenza di due picchi di passaggi: il picco più alto verso le 20:00, mentre il picco della mattina è verso le 10:00, con le autovetture che mostrano un numero di passaggi decisamente alto; i furgoni evidenziano un numero passaggi decisamente più bassi, ma sempre con i due picchi coincidenti con quelli delle autovetture;
- 4) L'andamento temporale della concentrazione di PM_{10} non appare correlato con la somma giornaliera dei passaggi dei veicoli (Figura 33), a conferma di quanto riportato nel capitolo specifico sulla prevalente origine secondaria (e quindi legata a emissioni anche lontane dal sito di misura) del PM_{10}

Figura 30 – Posizione conta traffico rispetto al mezzo mobile



Figura 31 – Distribuzione in percentuale dei passaggi per tipologia di veicoli

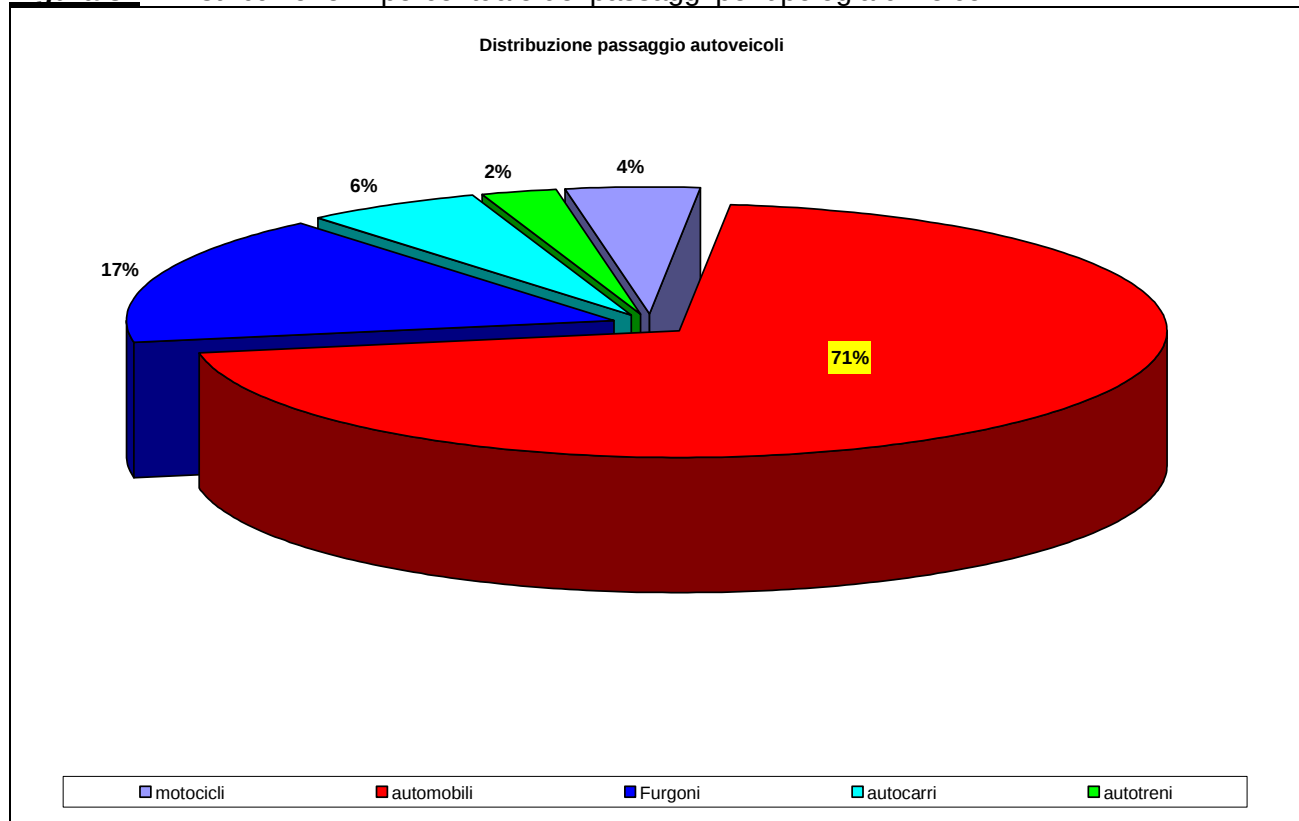


Figura 32 – Media dei passaggi dei veicoli per giorno della settimana

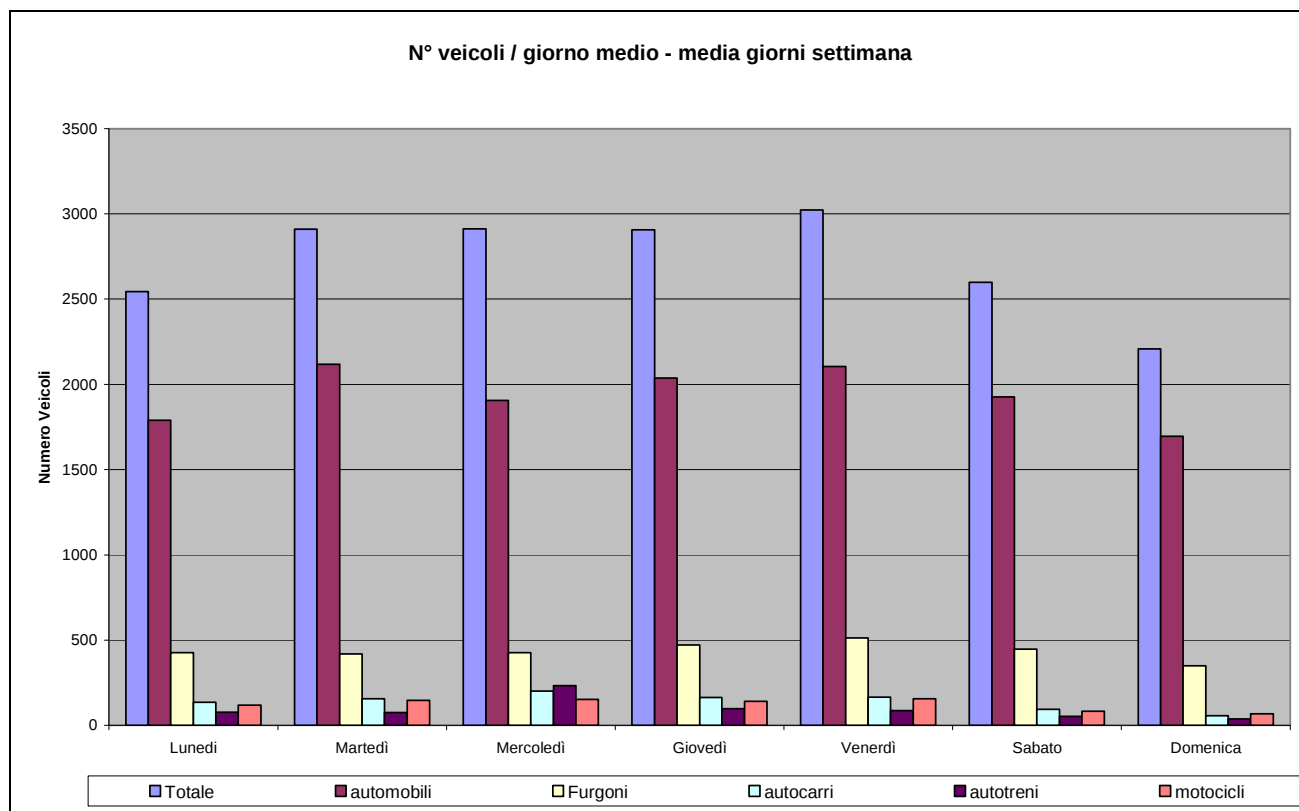


Figura 33 – Numero di passaggi di veicoli e valore di concentrazione di PM₁₀ e PM_{2.5}

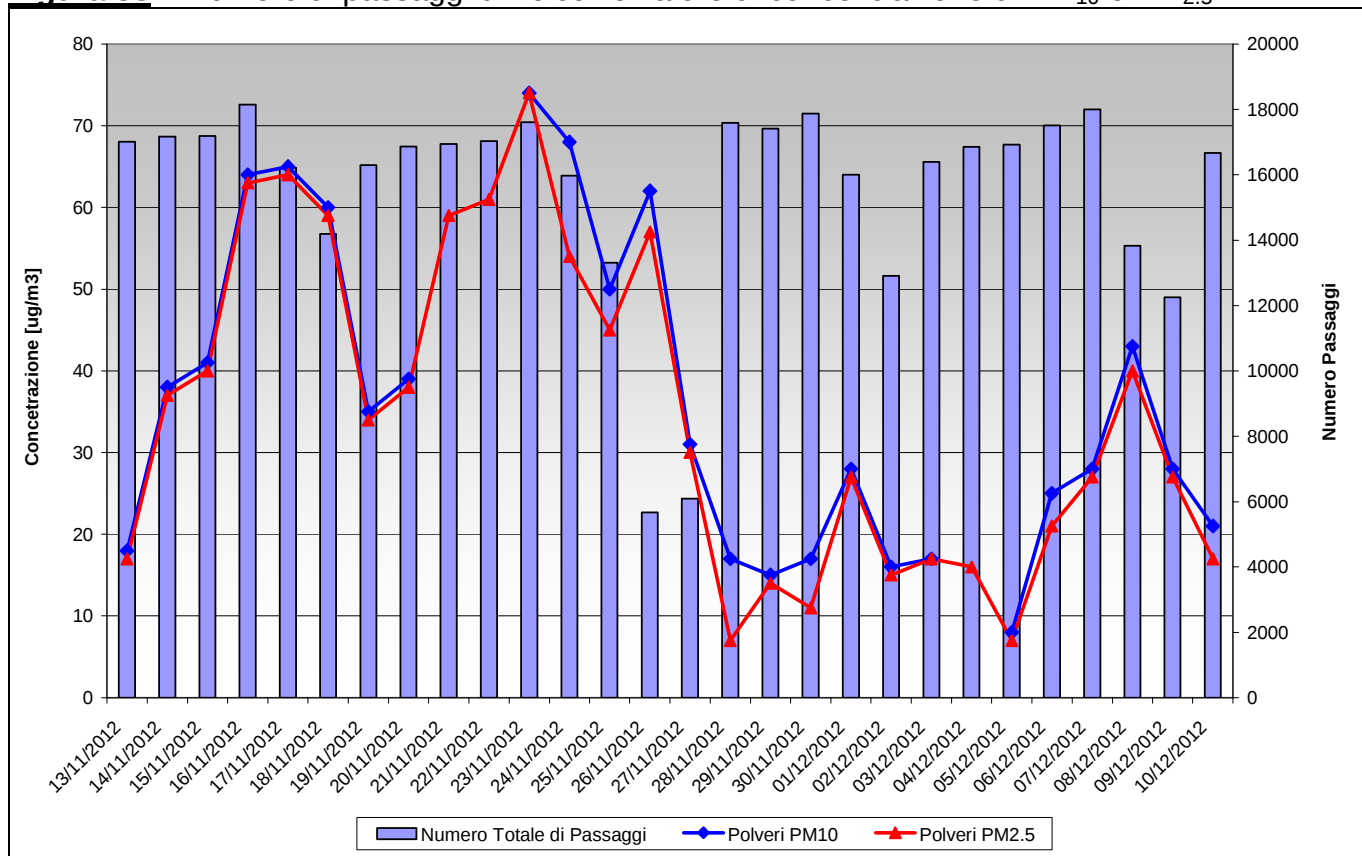
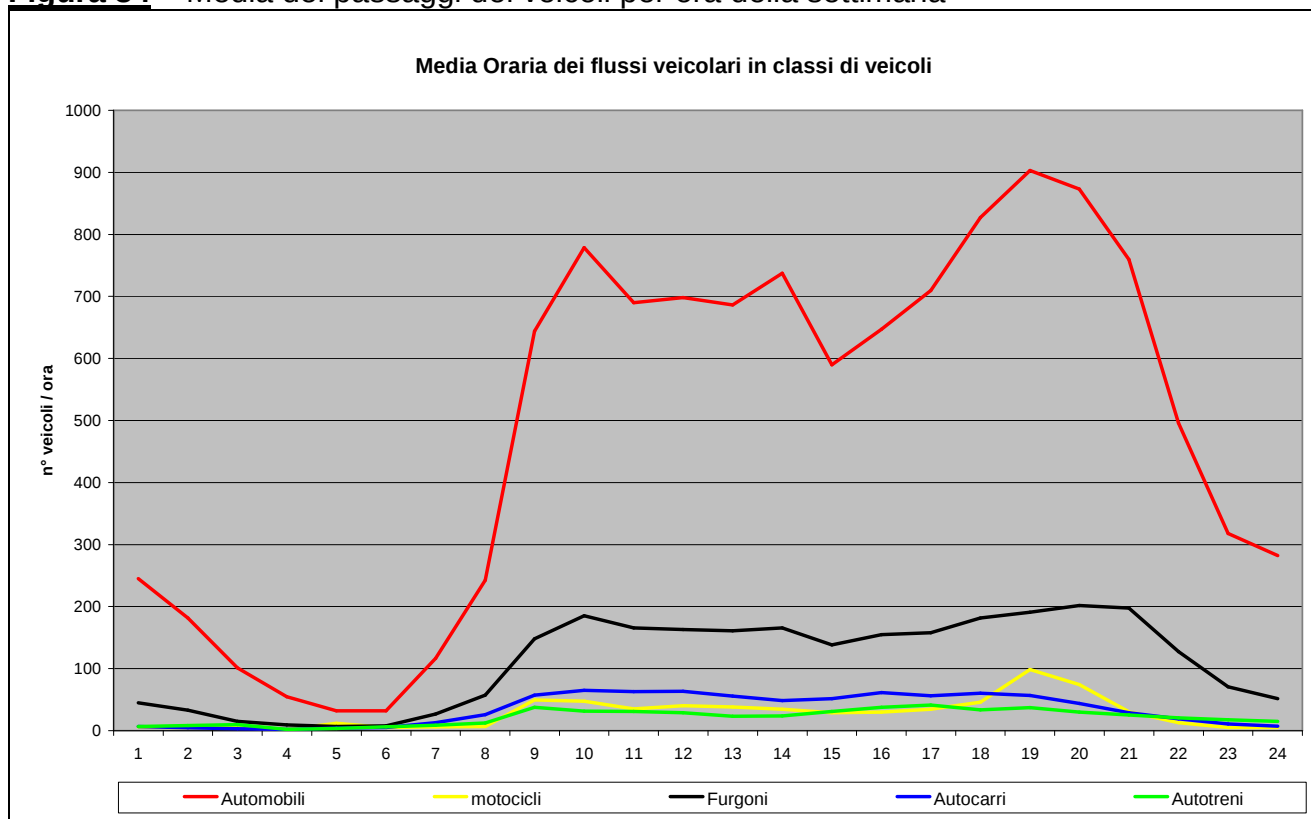


Figura 34 – Media dei passaggi dei veicoli per ora della settimana



CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria che emerge dalla campagna di monitoraggio nel comune di Sangano risulta simile a quello di siti della provincia di Torino con caratteristiche analoghe di fondo urbano/suburbano come Pinerolo o Orbassano. Di conseguenza, com'è prevedibile, la situazione risulta significativamente migliore di quella rilevabile in siti di traffico urbano come Torino Consolata o Torino Rebaudengo.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti (biossido di azoto, biossido di zolfo e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite. Anche i valori di riferimento per la protezione della salute umana sono rispettati per tutti gli inquinanti, con l'eccezione del PM_{10} che presenta **sei** superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute ($50 \mu g/m^3$). Si sottolinea che il numero di tali superamenti del sito di Sangano è tra i più bassi registrati sul territorio provinciale nel periodo in cui è stata effettuata la campagna, ma l'analisi di dettaglio dei dati fa presumere che a livello annuale il numero massimo di giorni di superamento consentiti dalla legge (35) non venga rispettato, come d'altra parte avviene per tutta l'area di pianura del territorio provinciale. Per quanto riguarda il rispetto dei valori limite su base annuale per biossido di azoto e PM_{10} - le stime effettuate per confronto con le stazioni fisse mostrano che per entrambi gli inquinanti la media annuale nel sito di Sangano si colloca nell'intorno del valore limite. In tutti questi casi, come per la media annuale di $PM_{2.5}$, per una valutazione più accurata del rispetto dei limiti si rimanda alla relazione finale che verrà prodotta al termine della seconda campagna.

Per quanto riguarda l'ozono va sottolineato che si tratta di un inquinante tipico del periodo estivo, in quanto il forte irraggiamento solare favorisce le reazioni fotochimiche che lo producono. In periodi freddi - come quello in cui è stata effettuata la campagna oggetto della presente relazione - l'ozono non presenta alcuna criticità, per cui per una valutazione di questo inquinante si rimanda necessariamente alla seconda campagna.

Nel corso della campagna sono stati misurati anche i flussi di traffico lungo il principale asse stradale prossimo al sito di monitoraggio, vale dire la SS589. In media si osserva una netta prevalenza delle autovetture, che sono circa il 70% del totale, con una presenza non trascurabile di traffico commerciale leggero (17%) e pesante (8%). Il picco medio di traffico durante la campagna è stato registrato nei giorni centrali della settimana, mentre nel corso della giornata si osserva in media un massimo assoluto nelle ore serali e un massimo relativo attorno alle 10:00 della mattina.

Va sottolineato che per l'inquinante che nel corso della campagna è risultato il più critico - vale a dire il PM_{10} - i dati disponibili non evidenziano una particolare correlazione con i dati di traffico registrati lungo la SS589 ma bensì un'origine prevalentemente secondaria, legata a fenomeni - che avvengono per loro natura su ampia scala spaziale - di trasformazione in particolato di altri inquinanti originariamente emessi in forma gassosa. Anche in questo caso considerazioni più approfondite potranno essere effettuate al termine della seconda campagna.

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**

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