

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 AVIGLIANA, Viale Martin Luther King**

RELAZIONE FINALE CAMPAGNE (30/07/2011 al 04/09/2011 - 20/03/2012 al 13/04/2012)



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

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 Avigliana per la collaborazione prestata.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	5
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	6
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	8
<i>Il quadro normativo</i>	8
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	13
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	16
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	23
Biossido di zolfo	24
Monossido di carbonio	26
Ossidi d'azoto	29
Benzene e toluene	35
Particolato sospeso (PM ₁₀)	39
Ozono	44
CONCLUSIONI	48
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	49

**CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO
INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

L'ARIA E I SUOI INQUINANTI

Per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo, o quantomeno pregiudizio, per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/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

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

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di stazioni mobili gestite dalle sedi provinciali di Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di 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 Avigliana, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito degli accordi tra Arpa Piemonte e il Comune di Avigliana.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato nel viale Martin Luther King nel Comune di Avigliana, a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Avigliana.

Il monitoraggio ha interessato i periodi dal 29/07/2011 al 05/09/2011 e dal 20/03/2012 al 13/04/2012.

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 30/07/2011 al 04/09/2011 – dal 21/03/2012 al 12/04/2012

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, 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 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.

Durante la *prima campagna di monitoraggio*, a causa di problemi tecnici sull'analizzatore di Biossido di Zolfo (**SO₂**) e sul monossido di carbonio (**CO**), sono stati invalidati i relativi valori.

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

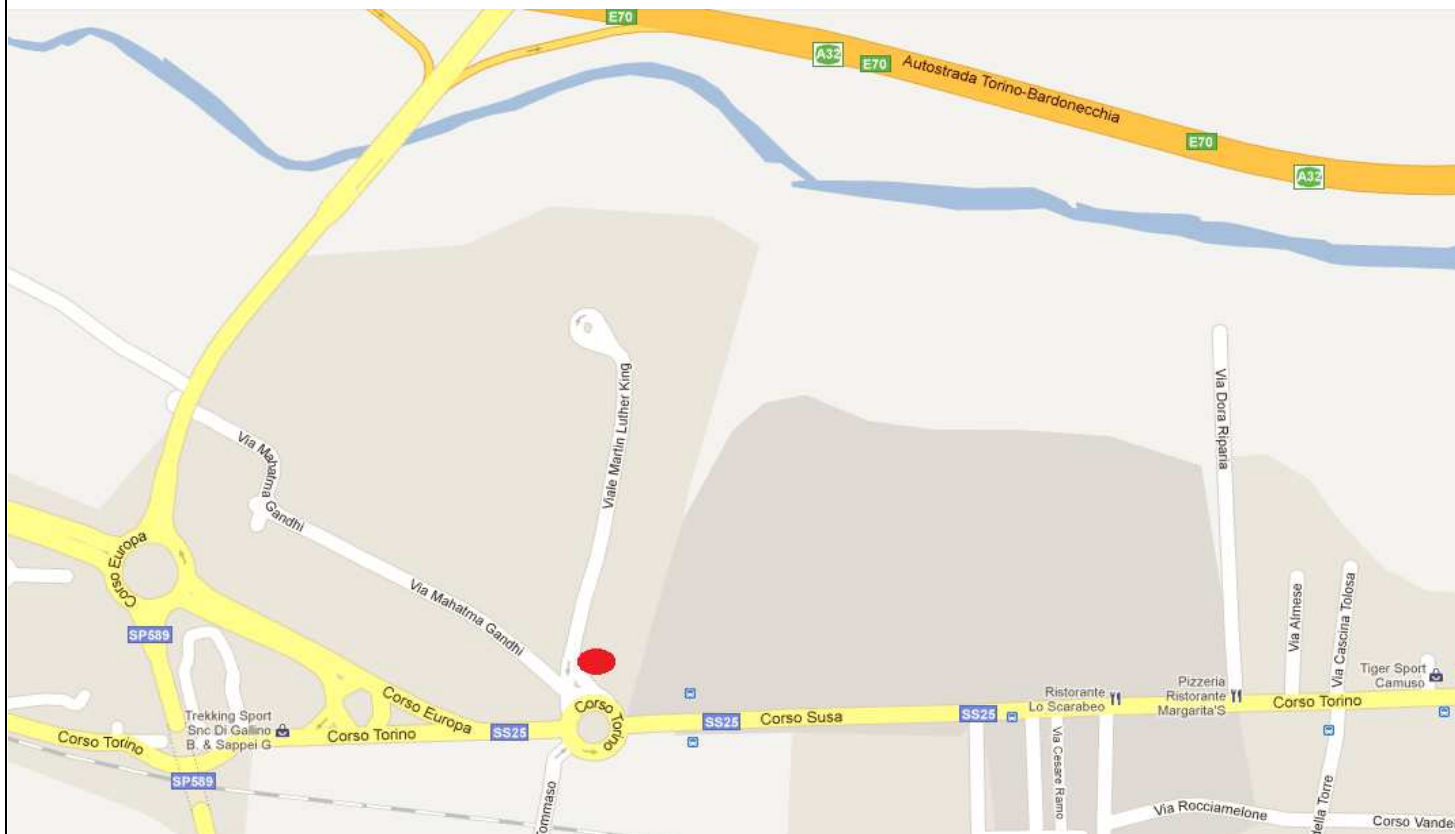


Figura 2 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Avigliana.



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)

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	32.6	19.9
Massima media giornaliera	243.2	267.4
Media delle medie giornaliere	178.0	176.8
Giorni validi	37	23
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	178.0	176.8
Massima media oraria	863.0	975.0
Ore valide	888	552
Percentuale ore valide	100%	100%

Tabella 6 – Temperatura (°C)

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	19.3	5.9
Massima media giornaliera	27.0	18.6
Media delle medie giornaliere	23.0	12.4
Giorni validi	37	23
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	23.0	12.4
Massima media oraria	33.4	25.5
Ore valide	888	552
Percentuale ore valide	100%	100%

Tabella 7 – Umidità relativa (%)

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	28.1	33.8
Massima media giornaliera	93.7	89.2
Media delle medie giornaliere	64.6	59.2
Giorni validi	36	23
Percentuale giorni validi	97%	100%
Media dei valori orari	64.6	59.2
Massima media oraria	97.0	99.0
Ore valide	864	552
Percentuale ore valide	97%	100%

Tabella 8 – Pressione atmosferica (mbar)

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	970.1	962.4
Massima media giornaliera	981.3	993.6
Media delle medie giornaliere	975.6	975.4
Giorni validi	37	23
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	975.6	975.4
Massima media oraria	983.0	995.0
Ore valide	888	552
Percentuale ore valide	100%	100%

Tabella 9 – Velocità vento (m/s)

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	0.5	0.58
Massima media giornaliera	5.0	2.64
Media delle medie giornaliere	1.2	1.14
Giorni validi	37	23
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	1.2	1.14
Massima media oraria	7.7	5.80
Ore valide	888	534
Percentuale ore valide	100%	97%

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

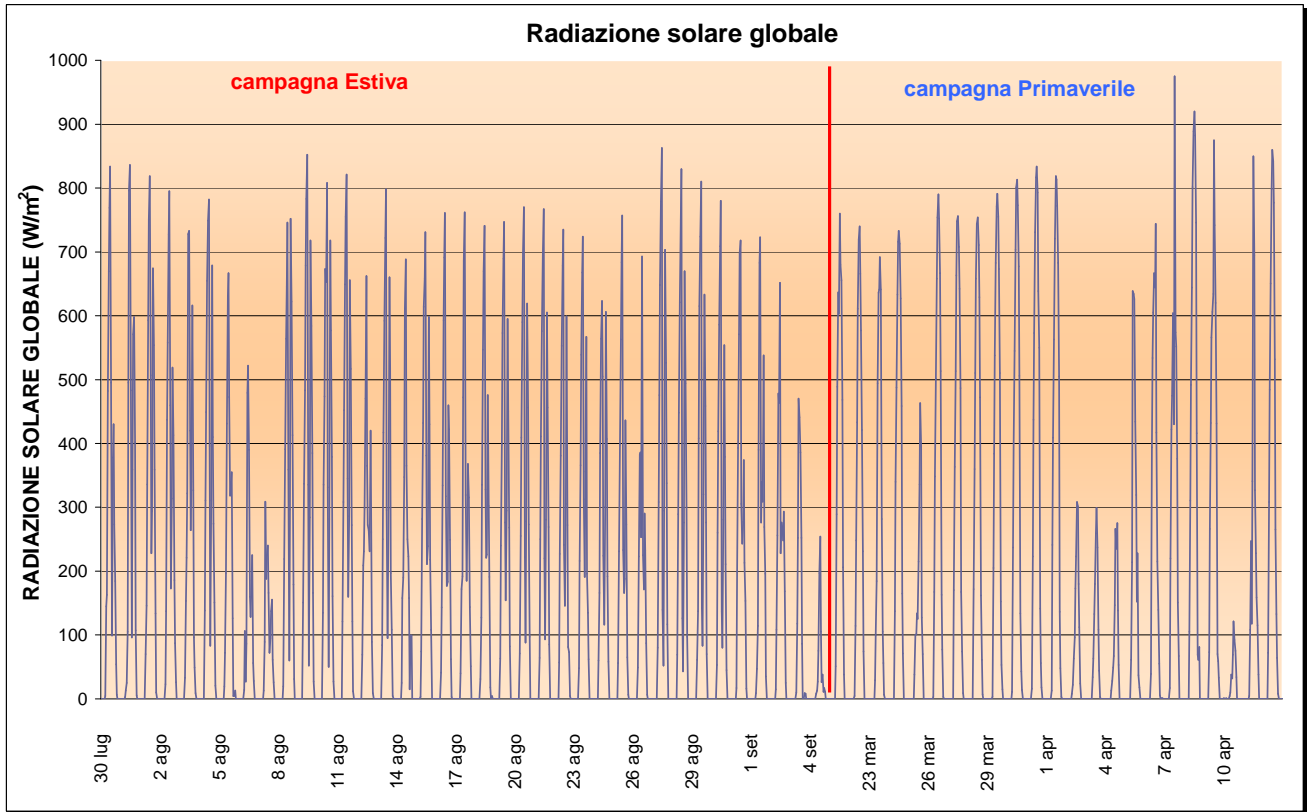


Figura 4 – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

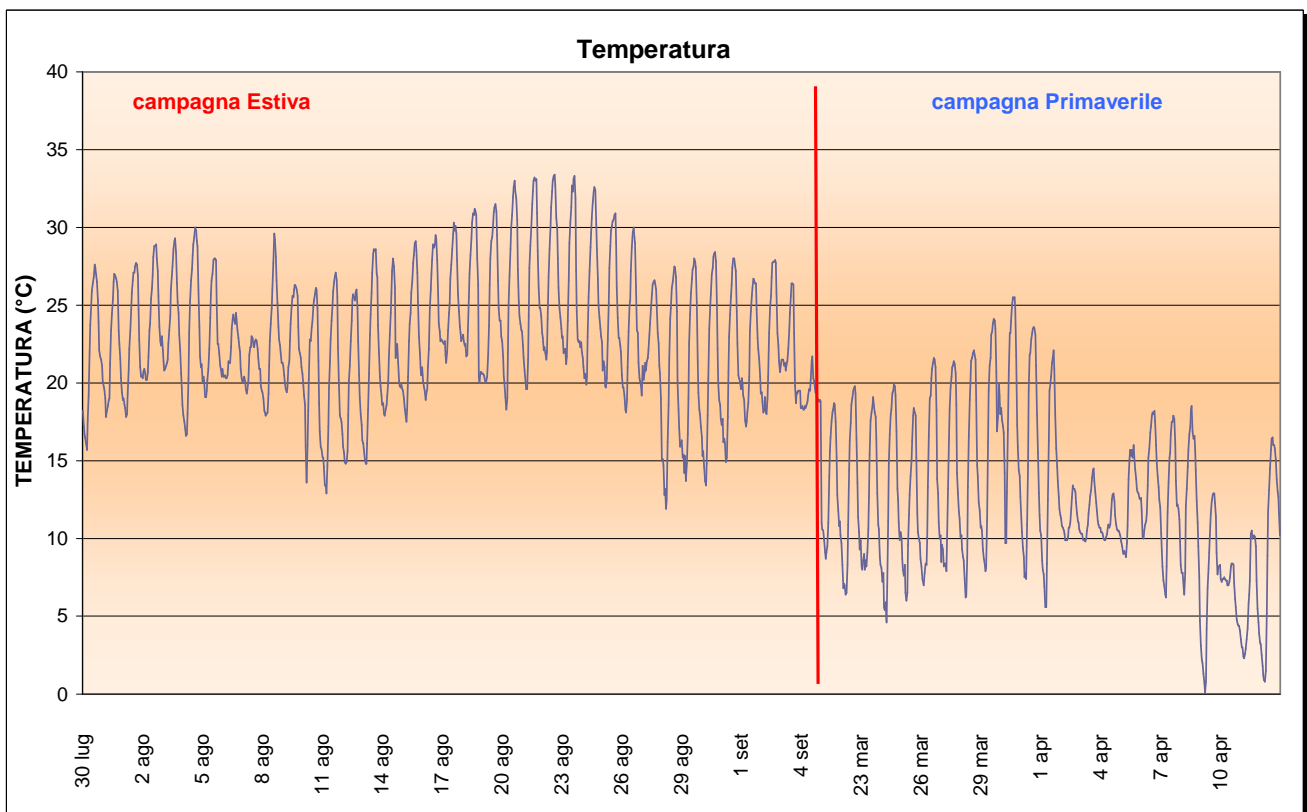


Figura 5 – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

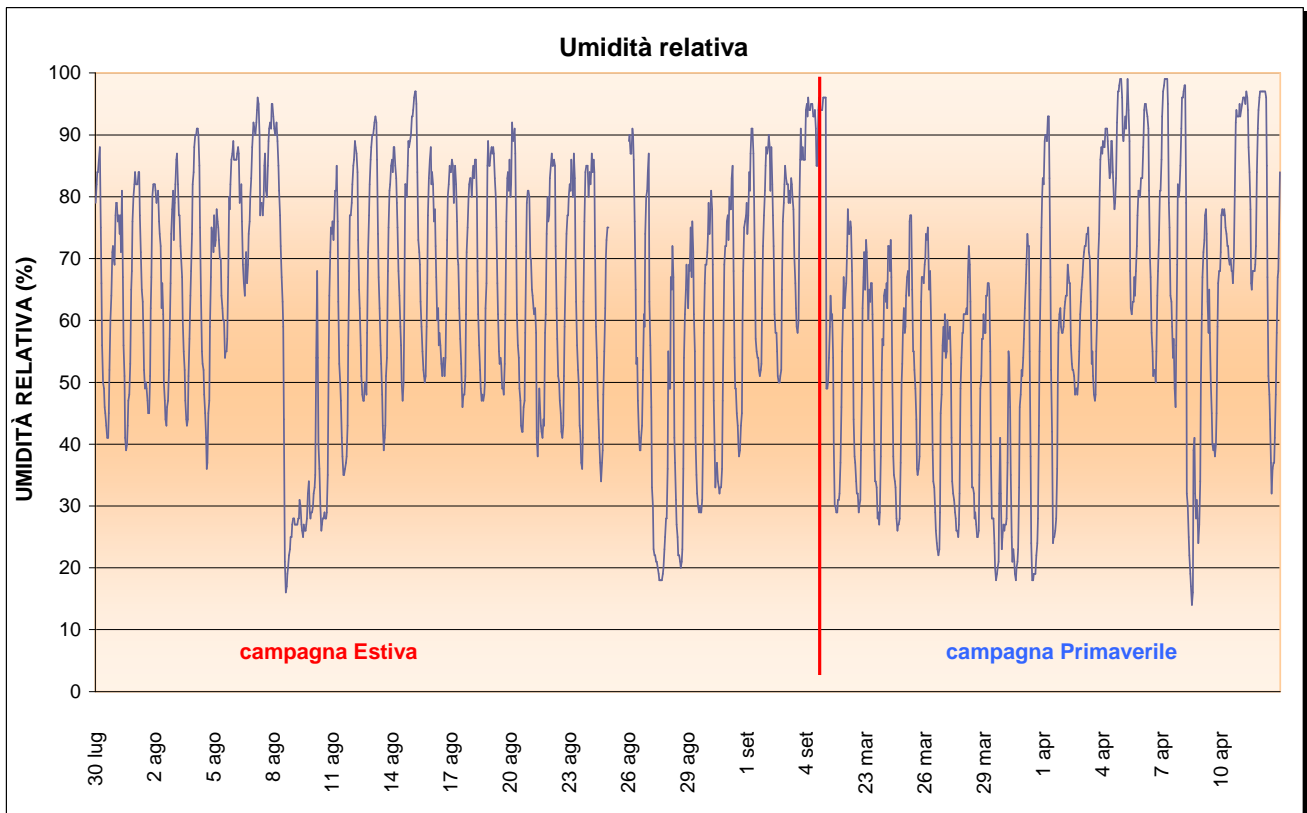


Figura 6 – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

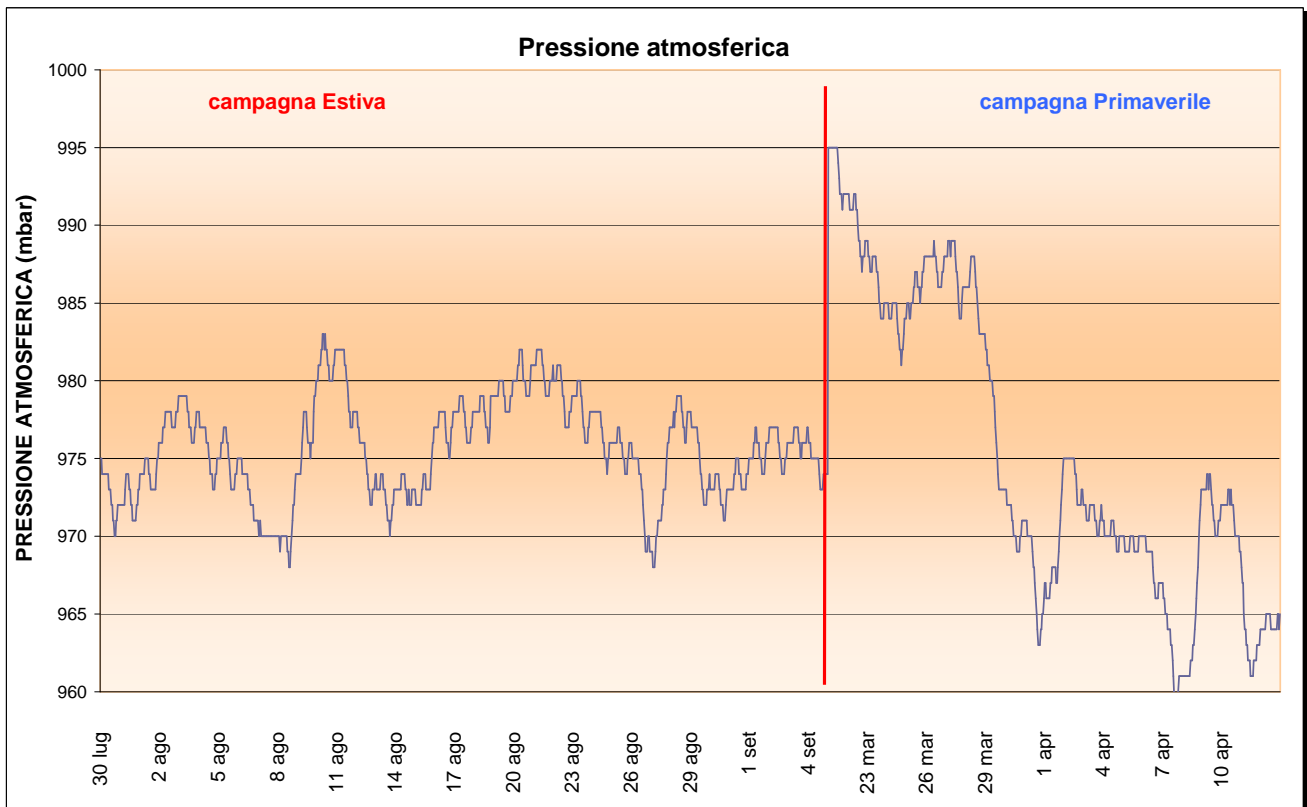


Figura 7 – Precipitazioni cumulate nel corso della seconda campagna di monitoraggio

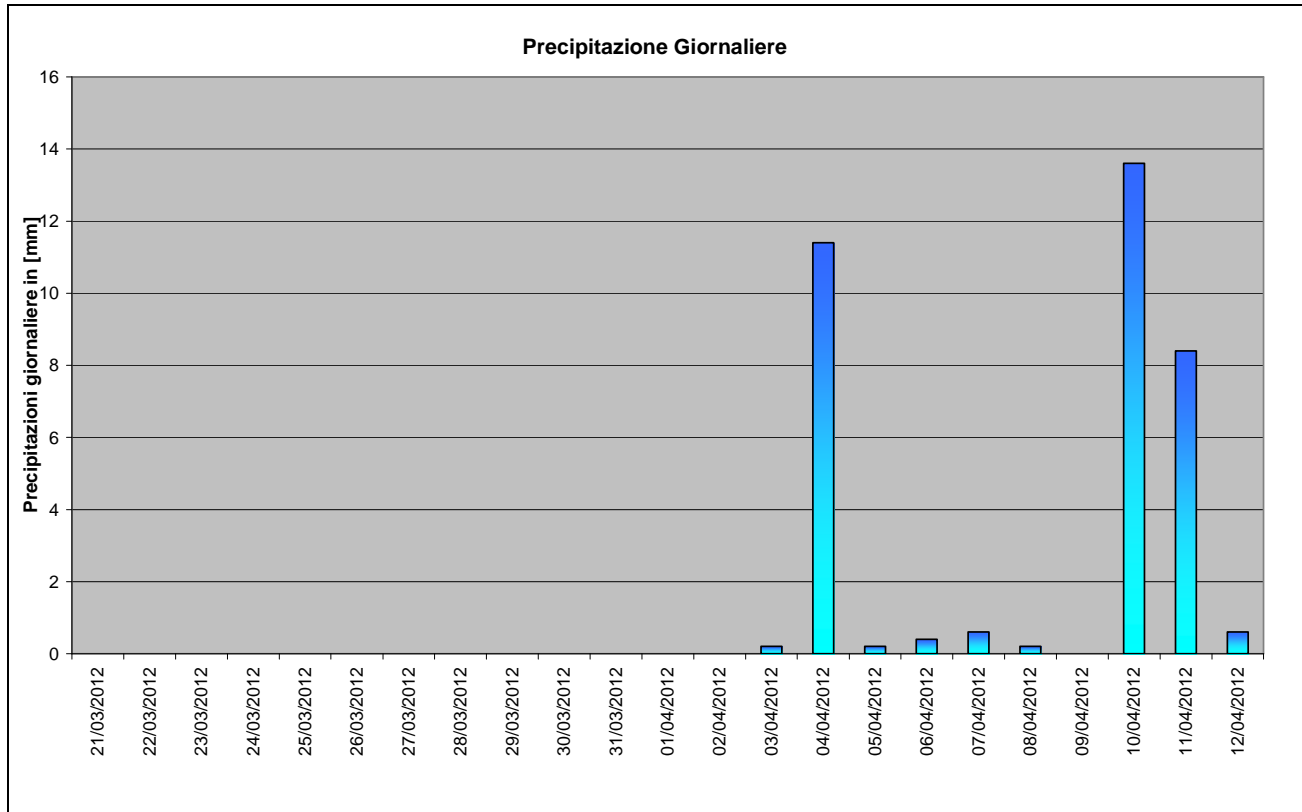


Figura 8 – Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

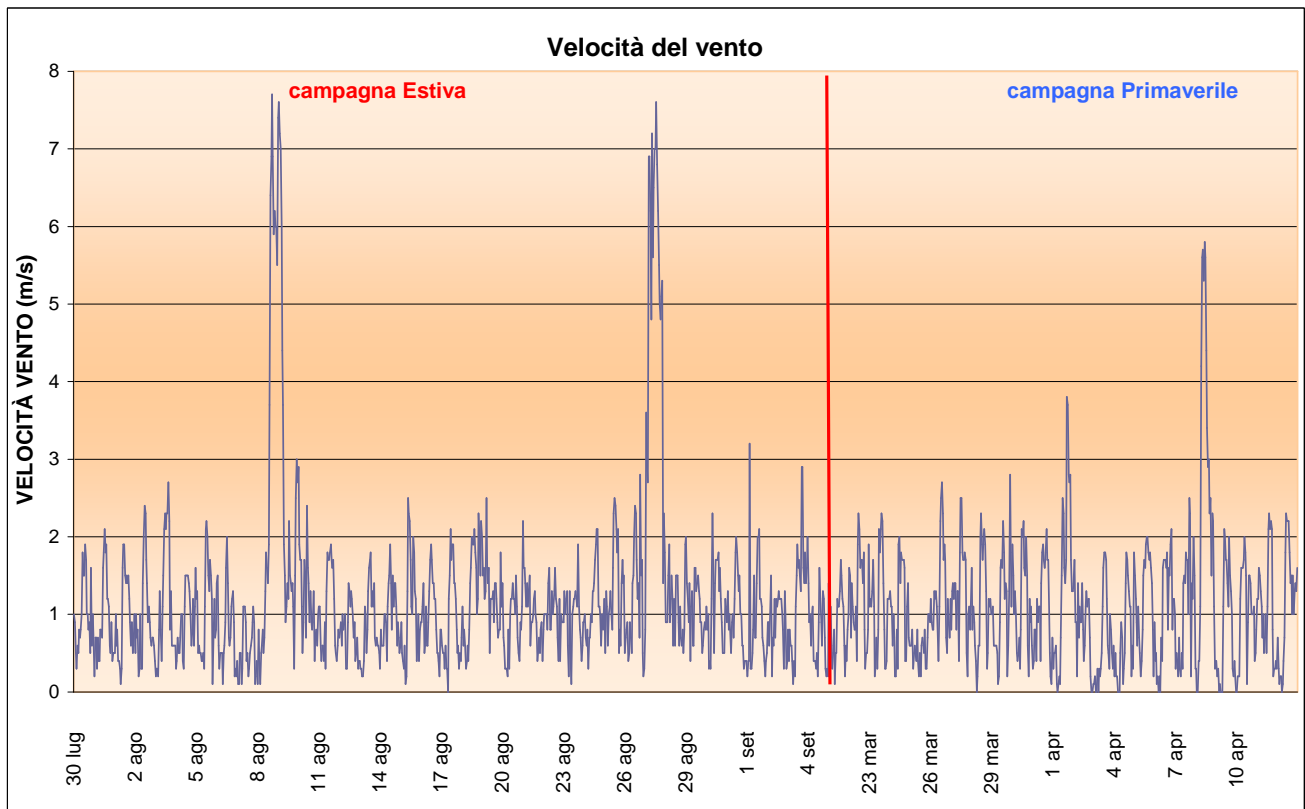


Figura 9 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

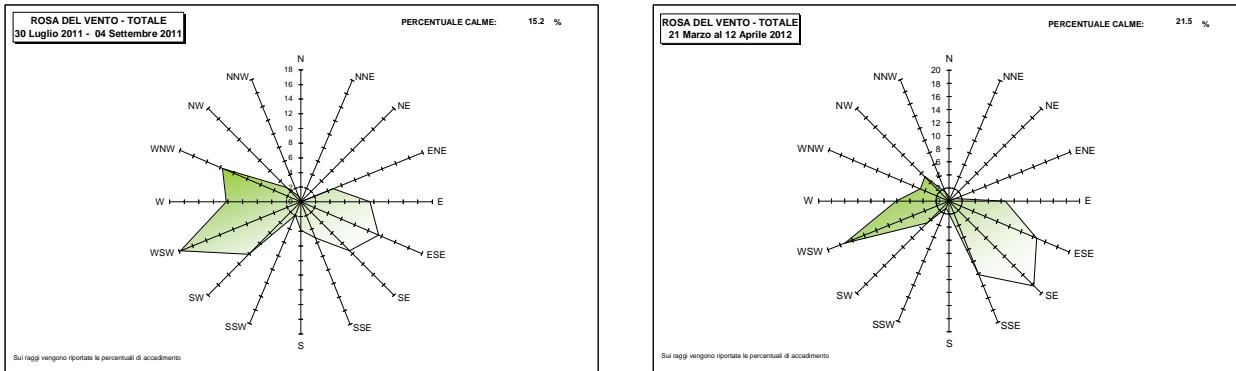


Figura 10 – Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

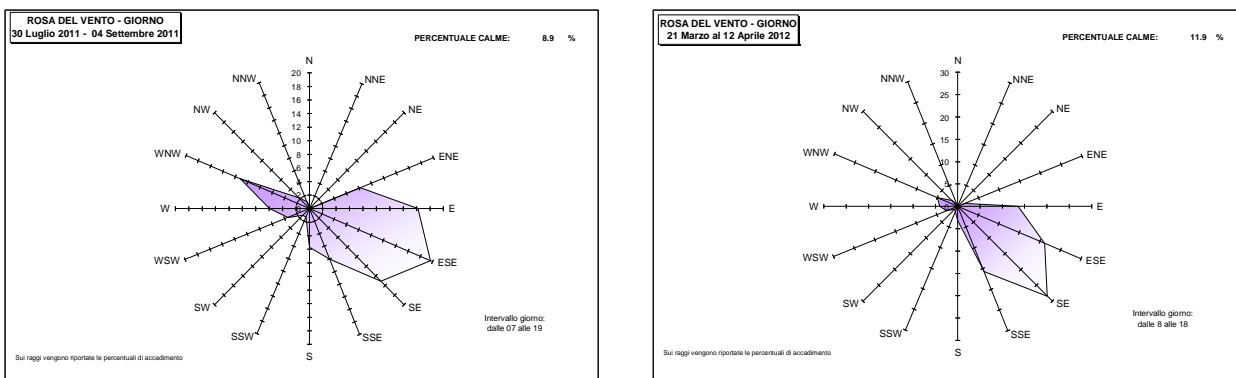
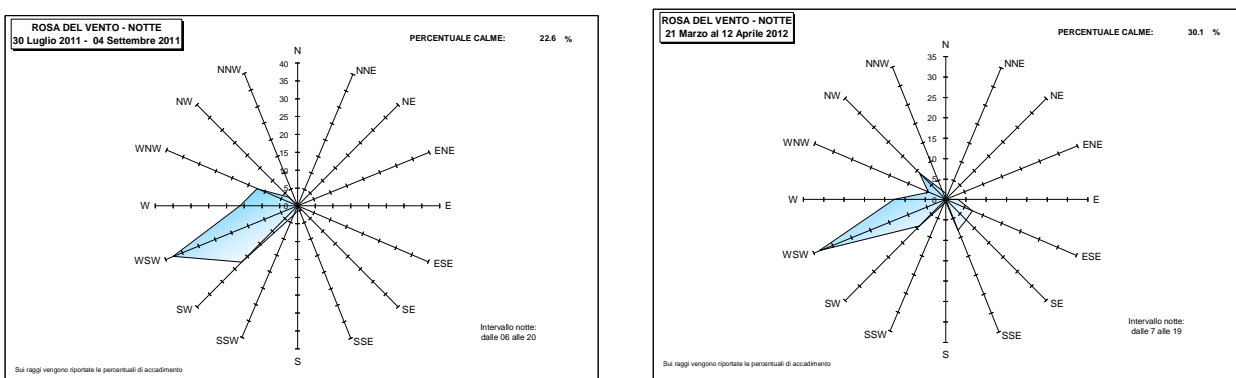


Figura 11 – Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio



Le rose dei venti evidenziano la presenza di un regime anemologico relativamente complesso che risente nelle ore diurne principalmente della brezza di valle della Val di Susa e in quelle notturne di brezze di pendio legate alla presenza dei rilievi a Ovest-Sud ovest del sito. La componente da Ovest Nord-Ovest, presente nella prima campagna sia nella rosa dei venti diurna che in quella notturna, è invece relativa agli episodi di fohn verificatisi tra l'8 e il 9 agosto e tra il 27 e il 28 agosto (fig. 4 e fig. 7) con valori medi giornalieri di velocità del vento dell'ordine dei 5 m/s. i valori medi di velocità del vento sono analoghi a quelli dell'area urbana torinese.

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 seconda campagna di monitoraggio*, il massimo valore giornaliero è pari a **5,1 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 **8,2 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 12**) evidenziano che i limiti previsti dalla normativa non vengono mai superati.

Il grafico di (**Figura 13**), mostra come l'andamento dell'SO₂ della campagna, sia a livelli più bassi rispetto a stazioni come Torino Consolata, stazione di traffico urbano, e Grugliasco stazione di Background Urbano.

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

Minima media giornaliera	1.8
Massima media giornaliera	5.1
Media delle medie giornaliere (b):	3.7
Giorni validi	23
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	3.7
Massima media oraria	8.2
Ore valide	550
Percentuale ore valide	100%
<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

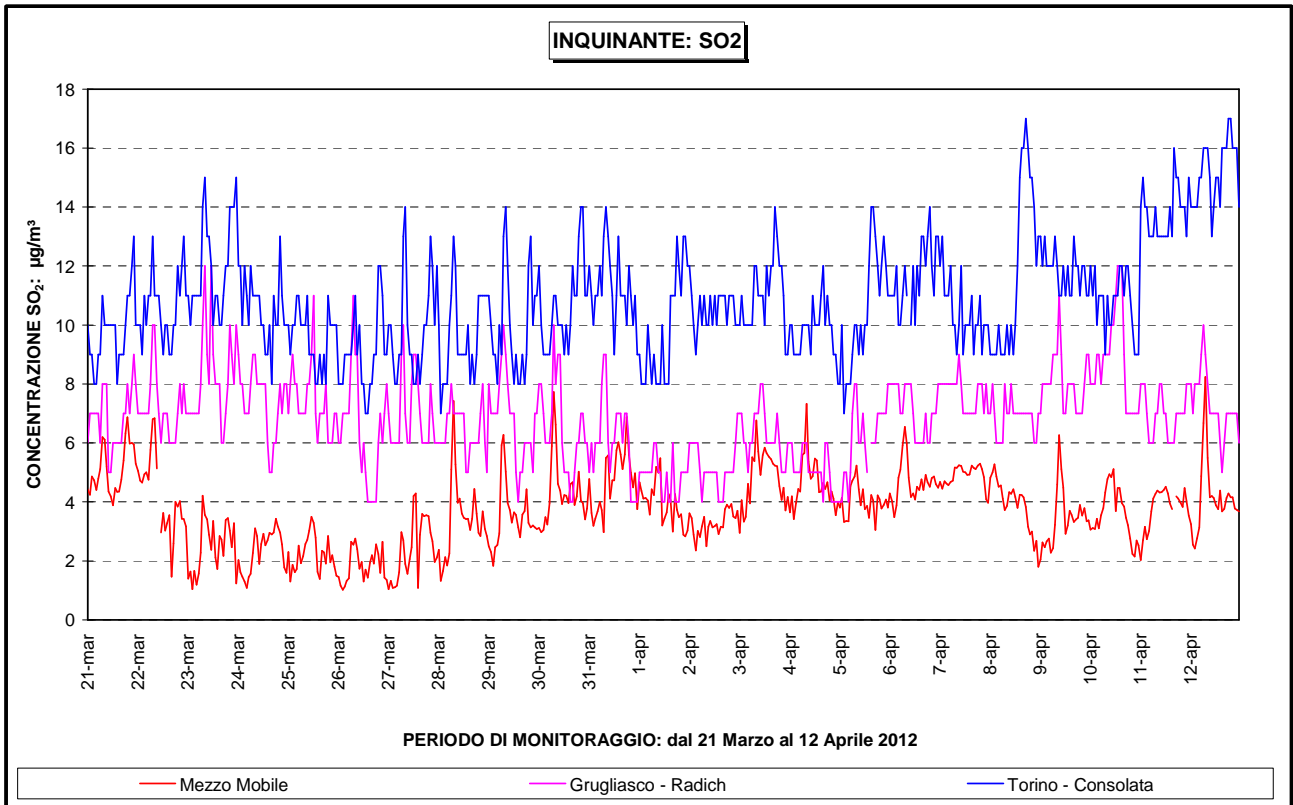
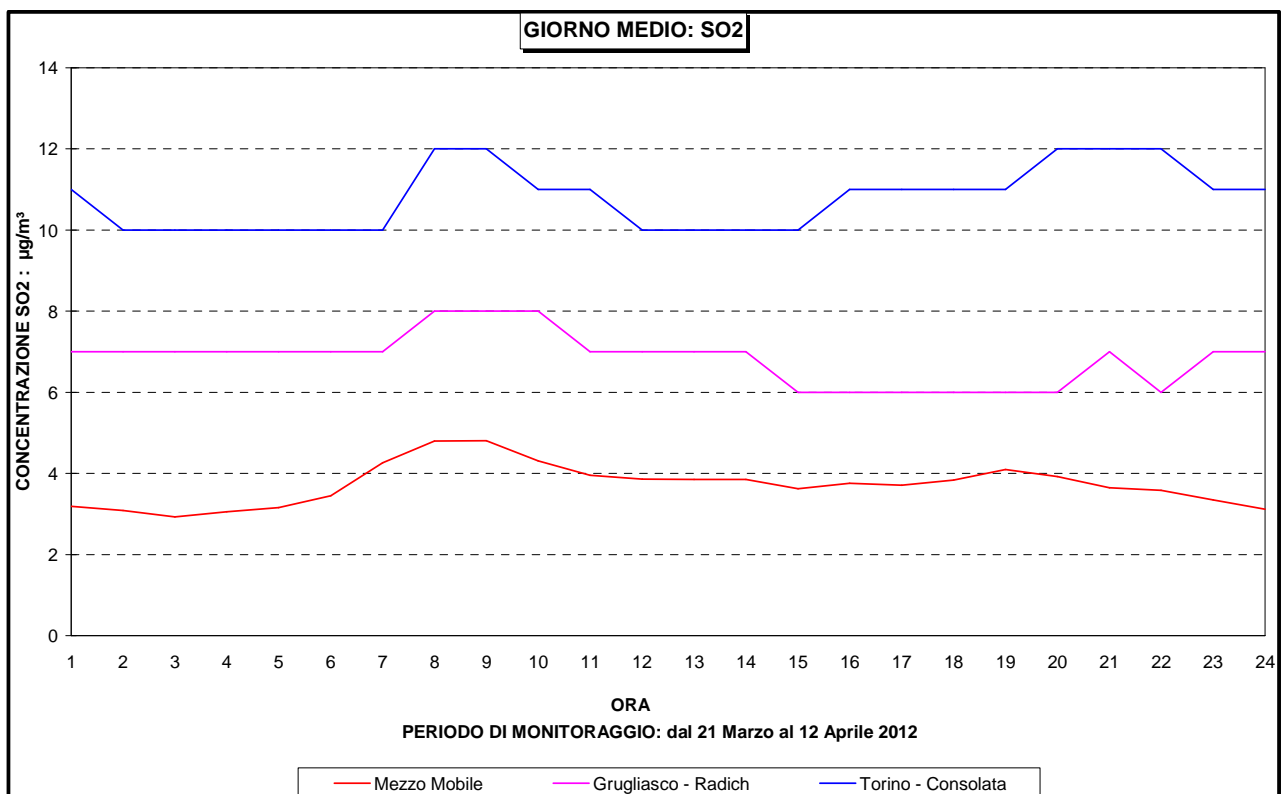


Figura 13 - SO₂ andamento del giorno medio



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 seconda campagna di monitoraggio nel comune di Bruino non si sono osservate criticità per questo parametro. La **(Tabella 11 e la Figura 14)** 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 15)**, si nota come i valori di CO della campagna, siano a metà tra una stazione di traffico urbano di Torino Consolata e una stazione traffico suburbana come Oulx.

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

Minima media giornaliera	0.6
Massima media giornaliera	1.1
Media delle medie giornaliere (b):	0.9
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	78%
Media dei valori orari	0.9
Massima media oraria	1.4
Ore valide	456
Percentuale ore valide	83%
Minimo medie 8 ore	0.4
Media delle medie 8 ore	0.9
Massimo medie 8 ore	1.2
Percentuale medie 8 ore valide	81%
<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 14 - CO andamento orario.

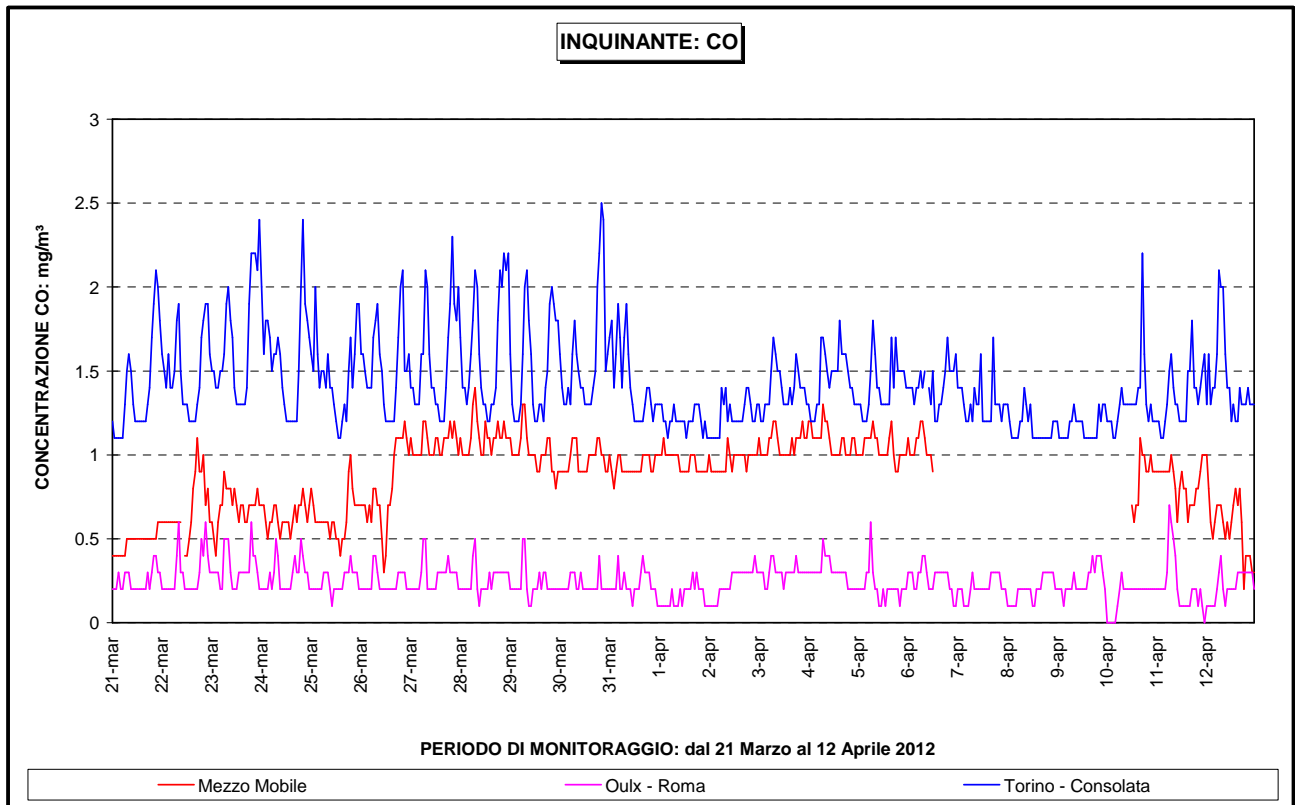
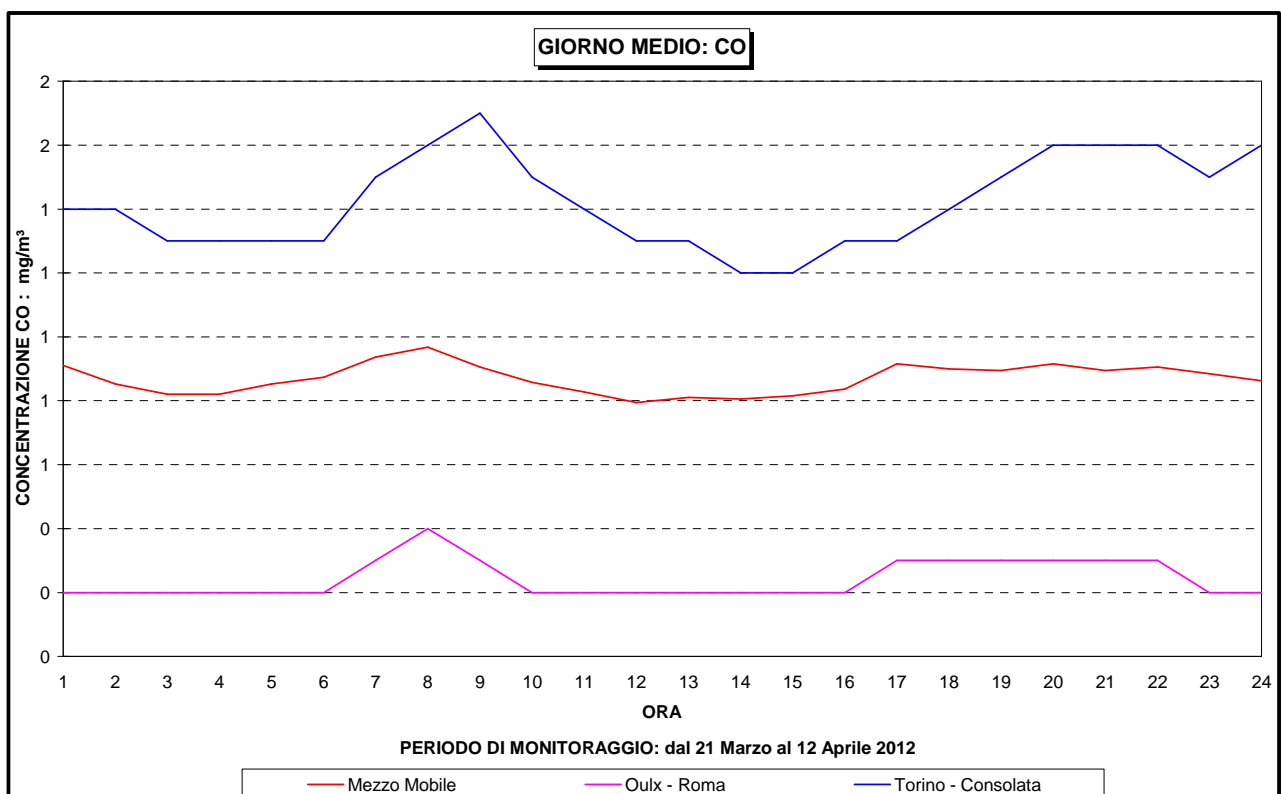


Figura 15 - CO andamento del giorno medio



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 prima campagna di monitoraggio nel Comune di Avigliana (Tabella 12) risultano molto bassi con un valore massimo pari a 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ed una media di 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; valori mediamente tipici della stagione calda.

Nella seconda campagna di monitoraggio, sempre (Tabella 12), abbiamo valori decisamente più alti con una media di 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; e un valore massimo di 148 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori di questo parametro si posizionano in un intervallo intermedio tra una stazione di traffico urbano come Torino Consolata, e una stazione di fondo come Druento, vedi grafico di Figura 17

Tabella 112 – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	5	4.6
Massima media giornaliera	9	24
Media delle medie giornaliere	6	13
Giorni validi	37	23
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	6	13
Massima media oraria	25	148
Ore valide	886	551
Percentuale ore valide	100%	100%

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

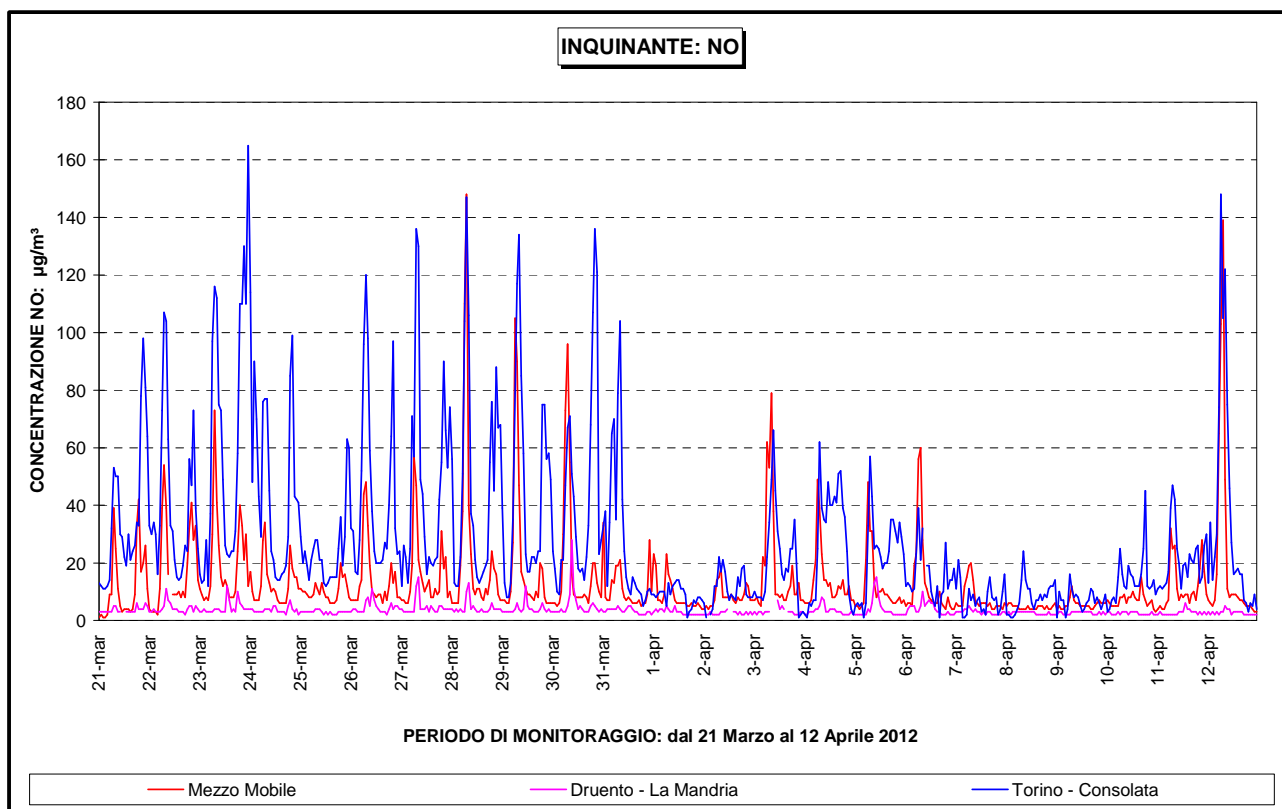
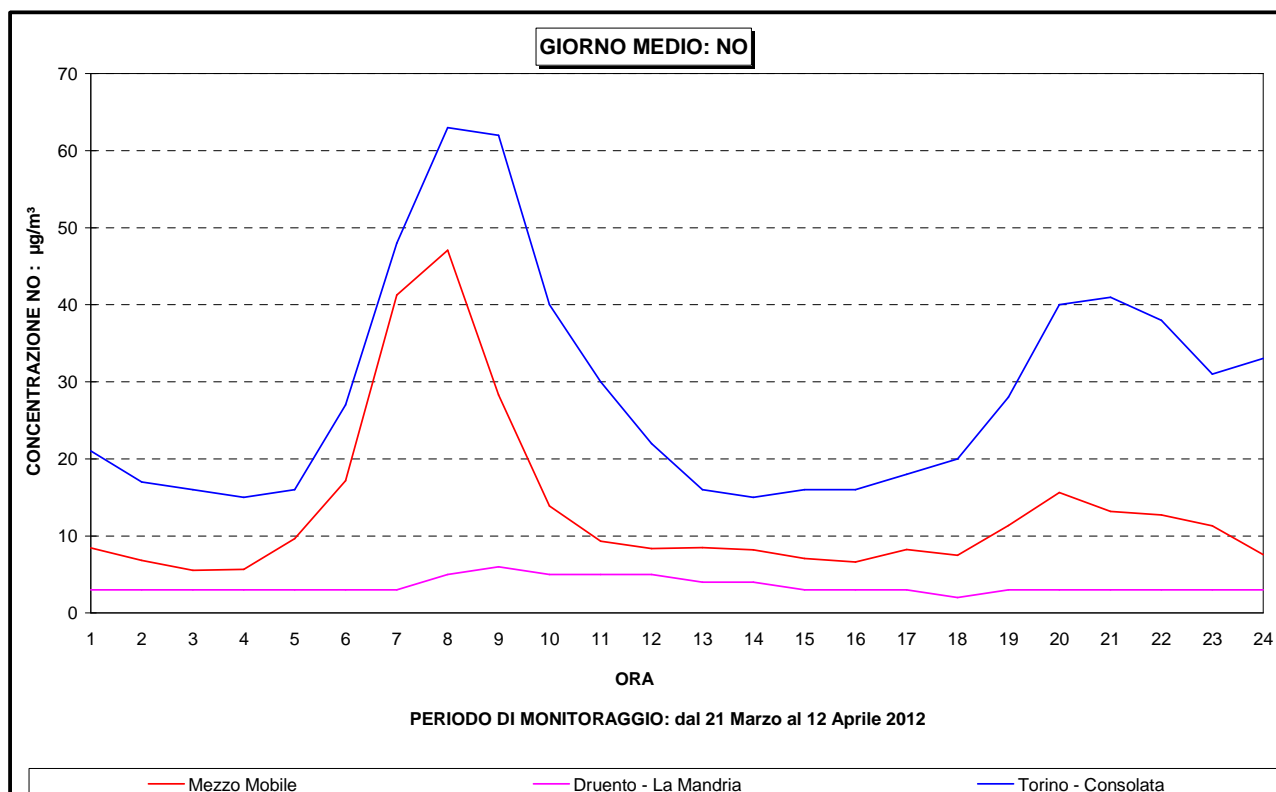


Figura 17 - NO: andamento del giorno medio



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 prima campagna di monitoraggio nel Comune di Avigliana, l’andamento dell’NO₂ registra un valore medio di 16 µg/m³, con un picco di 55 µg/m³, senza nessun superamento dei limiti, vedi (Tabella 13).

Dal grafico di (Figura 20) si nota che nella seconda campagna di monitoraggio, i livelli di concentrazione dell’NO₂ sono mediamente più alti rispetto alla prima campagna; la (Tabella 13) conferma numericamente tale dato, con il valore medio di 27 µg/m³, e un valore massimo di 100 µg/m³, senza però registrare anche in questo caso nessun superamento dei limiti vigenti.

Dal grafico di (Figura 20), si vede come nella parte finale della seconda campagna ci sia un calo netto dei valori di concentrazione, dovuto alle atmosferiche (vedi Figura 7) e al conseguente abbattimento degli inquinanti atmosferici.

In (Figura 21), sono riportati i valori medi di NO₂ registrati durante la seconda campagna, e i valori medi annuali di diverse cabine della provincia di Torino; come si può notare il livello medio della campagna di monitoraggio si posiziona verso il basso.

In modo empirico, guardando il grafico di (Figura 21), possiamo supporre che anche la media annuale della campagna di monitoraggio non superi i 40 µg/m³.

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

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	6	9.2
Massima media giornaliera	26	39
Media delle medie giornaliere	16	27
Giorni validi	36	23
Percentuale giorni validi	97%	100%
Media dei valori orari	16	27
Massima media oraria	55	100.8
Ore valide	862	551
Percentuale ore valide	97%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0

Figura 18 – NO₂: confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

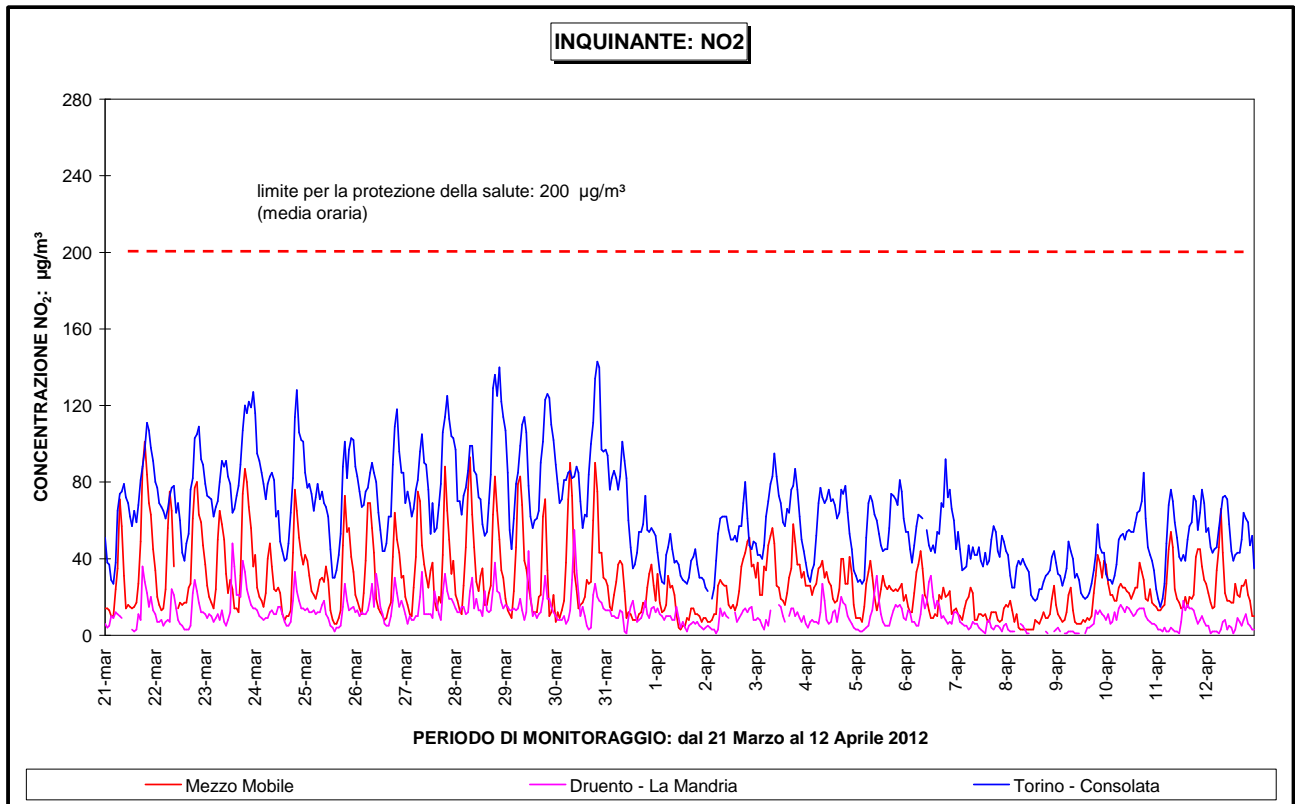


Figura 19 – NO₂: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio

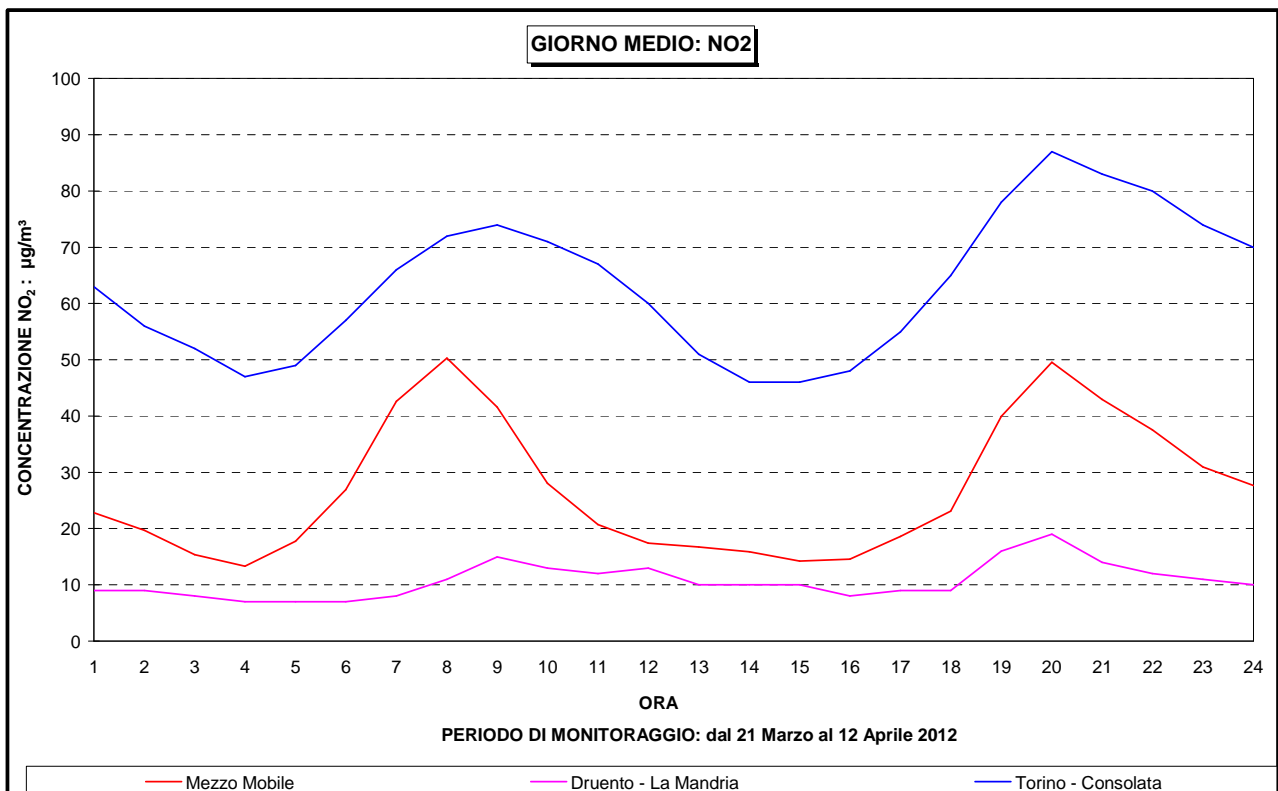


Figura 20 – NO₂ medie orarie nel corso delle due campagne

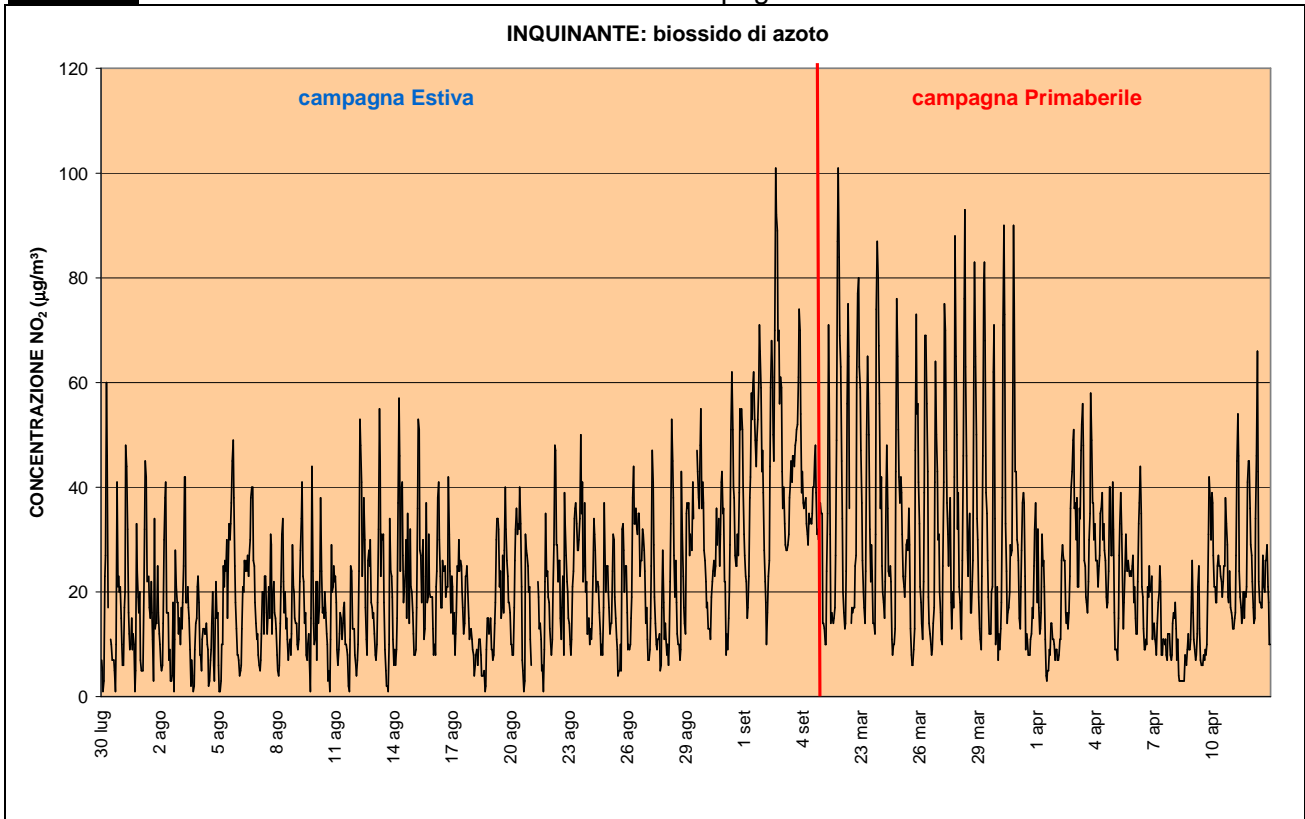
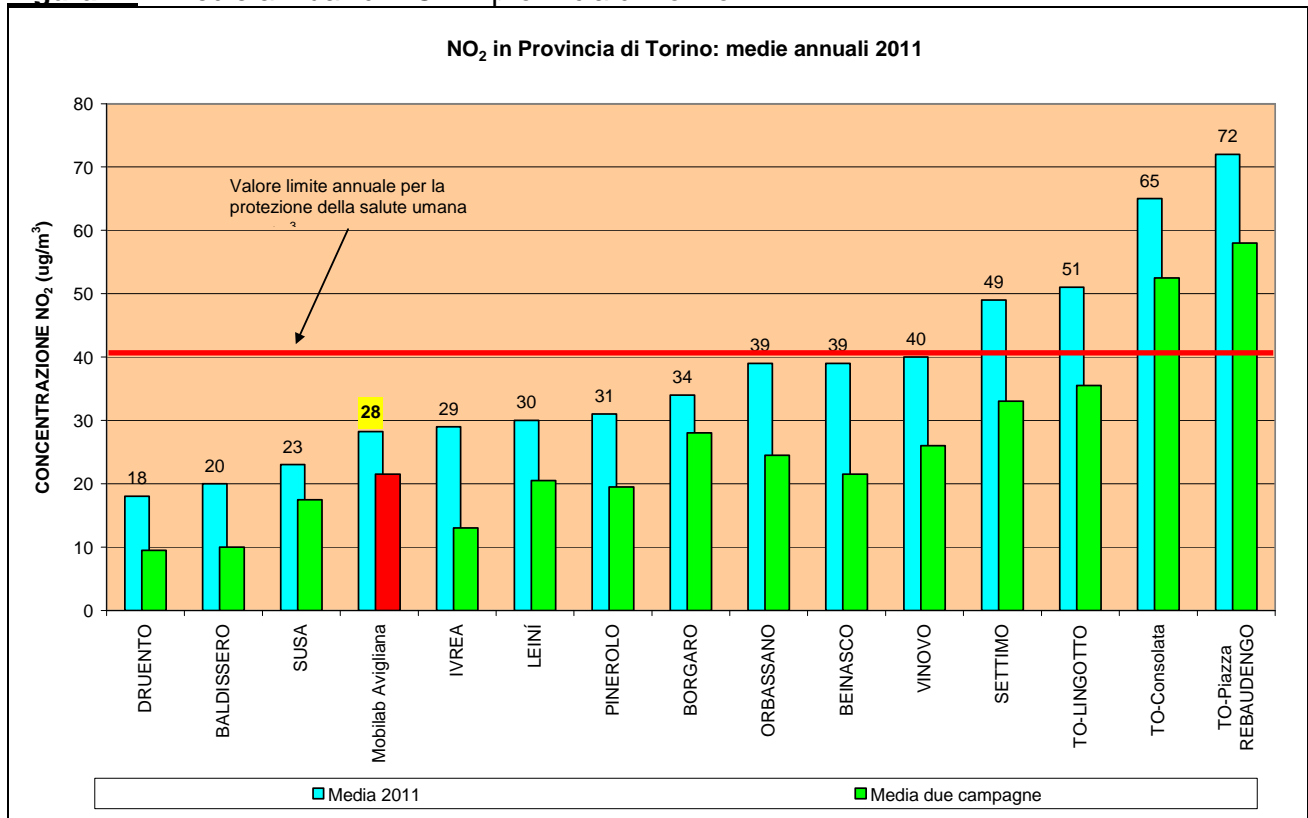


Figura 21 – Medie annuali di NO₂ in provincia di Torino



La normativa prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Avigliana 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 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.1**).

Nota relativa alla stima del valore medio annuale

Si sono calcolate le medie di NO_2 , per il periodo della campagna, per la stazione di Susa che meglio rappresenta le condizioni meteorologiche (velocità e direzione vento delle valli alpine); dal rapporto con la media dell'anno 2011 di Susa si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Avigliana permette di ricavare la stima annuale;

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

dove

m_c : media periodo campagne NO_2 di Avigliana

M_c : media anno 2011 NO_2 di Avigliana

m_p : media periodo campagne NO_2 di Susa

M_p : media anno 2011 NO_2 di Susa

Benzene e Toluene

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

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

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

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

Il benzene è una sostanza classificata:

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

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

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

Durante la prima campagna di monitoraggio nel Comune di Avigliana (Figura 23), si vede chiaramente come i valori di concentrazione di Benzene, risultano molto bassi rispetto alla seconda campagna, vedi anche la (Tabella 14), con una media $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore massimo di $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nella seconda campagna di monitoraggio, vedi (Figura 23), si registrano valori maggiori di Benzene rispetto alla prima campagna, con una media di $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e un valore massimo di $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori di Benzene durante la seconda campagna risultano maggiori rispetto alla stazione di Vinovo, e mediamente simili alla stazione di Torino Rubino, vedi (Figura 22).

Visto i valori simili alla stazione di Torino Rubino, con una media annuale nel 2011 per questa stazione di $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e di $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel 2010, è del tutto presumibile che il limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sia rispettato anche nel sito di Avigliana.

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 $4,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria di $14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 15), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

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

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	0.3	0.7
Massima media giornaliera	1.0	3.1
Media delle medie giornaliere	0.7	1.6
Giorni validi	34	22
Percentuale giorni validi	92%	96%
Media dei valori orari	0.7	1.6
Massima media oraria	1.7	7.9
Ore valide	822	535
Percentuale ore valide	93%	97%

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

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	3.4	1.2
Massima media giornaliera	5.4	5.3
Media delle medie giornaliere	4.2	3.6
Giorni validi	34	22
Percentuale giorni validi	92%	96%
Media dei valori orari	4.2	3.6
Massima media oraria	14.2	13.4
Ore valide	822	534
Percentuale ore valide	93%	97%

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

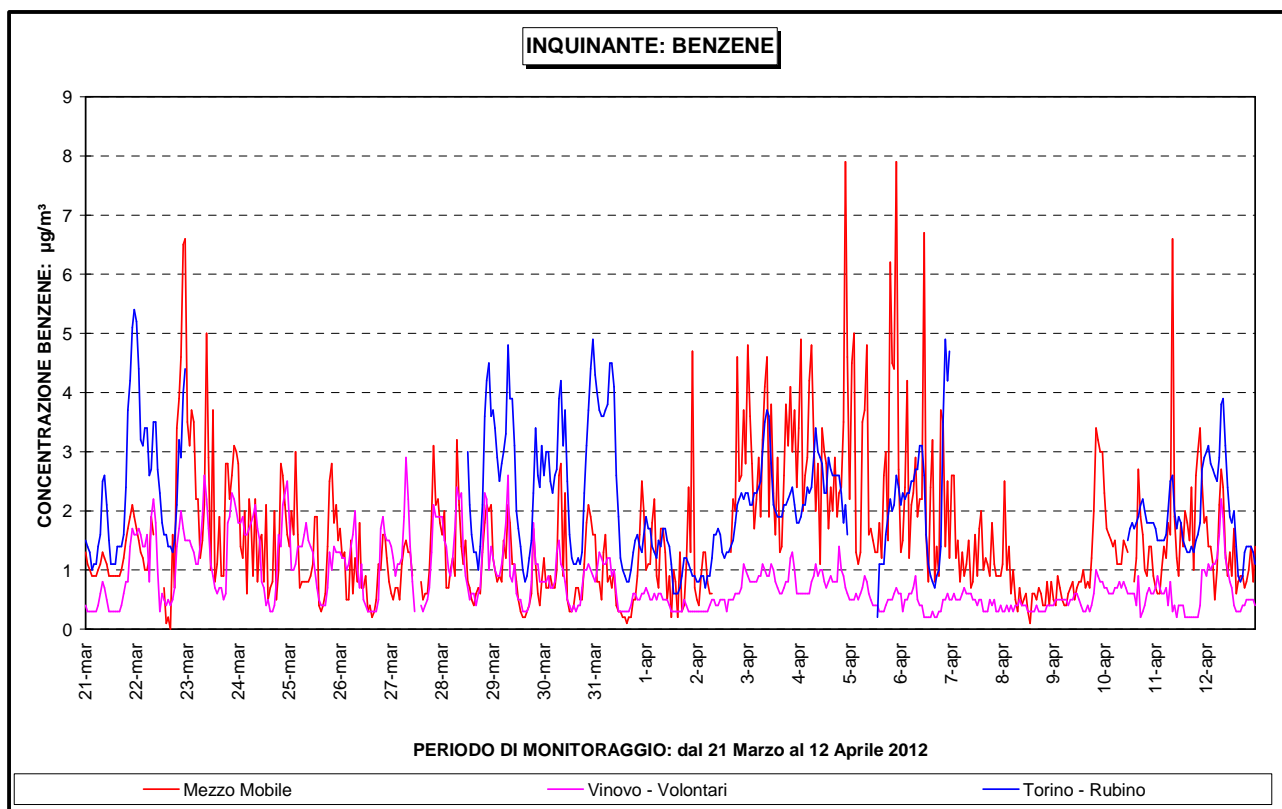


Figura 23 – Benzene medie orarie nel corso delle due campagne

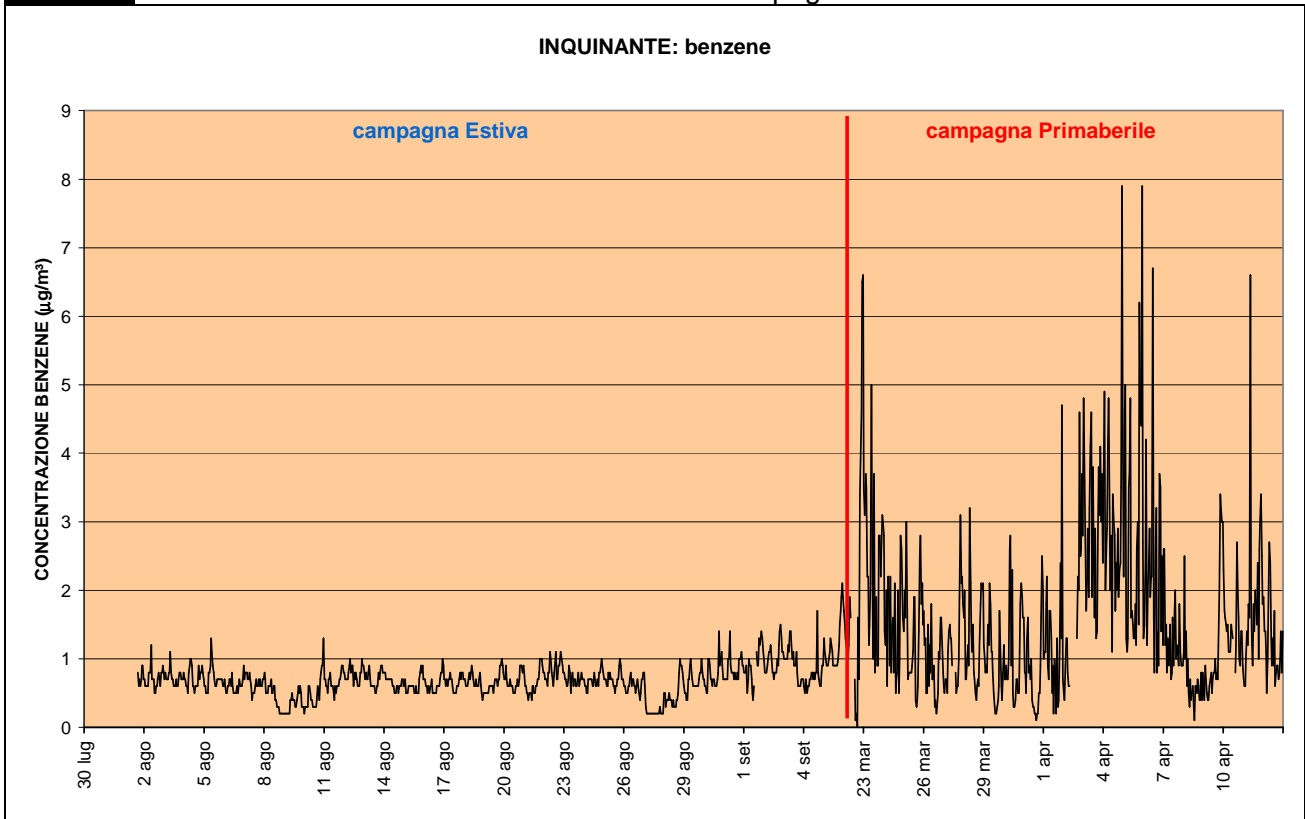
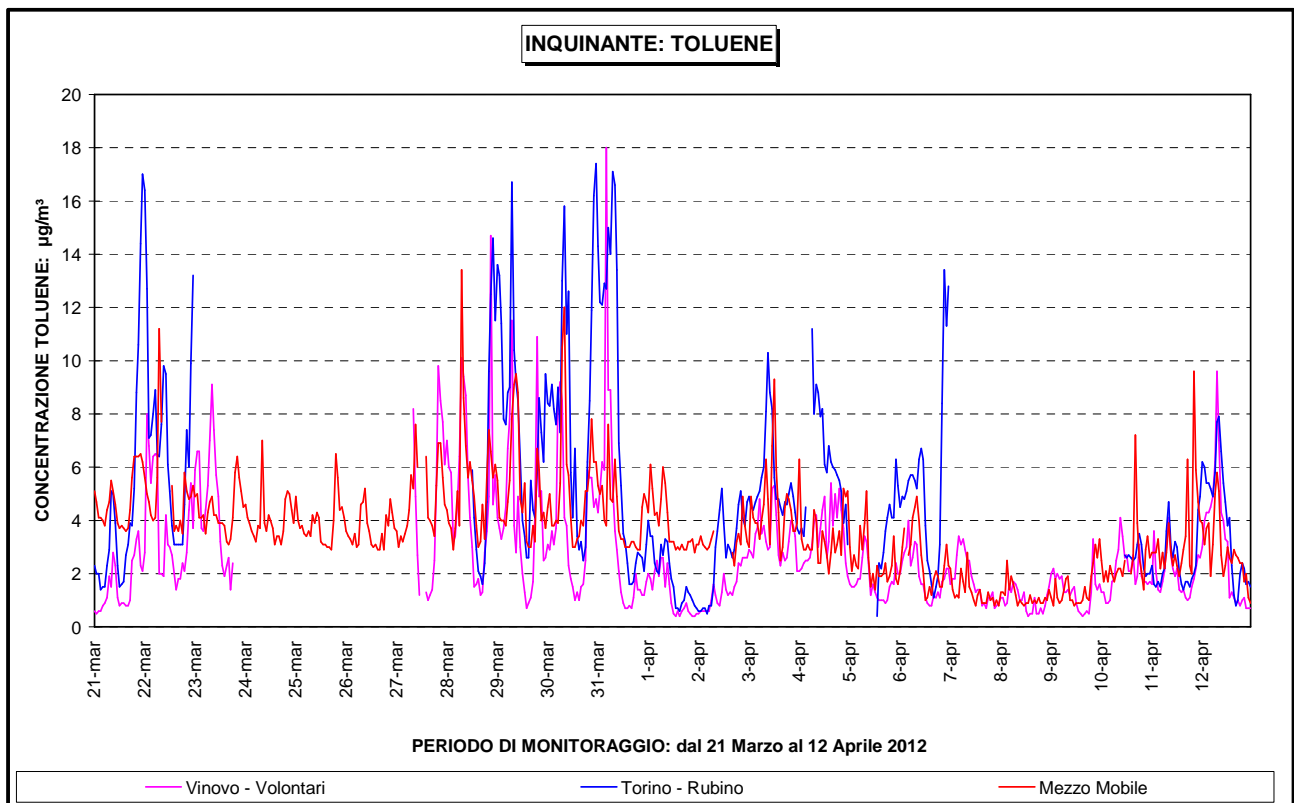


Figura 24 – Toluene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



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 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 PM₁₀, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi ed inoltre gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Inoltre il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM_{2,5} (diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Durante la prima campagna la media dei valori di concentrazione di particolato PM₁₀ è stata pari a 19,3 µg/m³, vedi (Tabella 16), con un valore massimo giornaliero di 32 µg/m³, e di conseguenza nessun superamento del valore giornaliero dei 50 µg/m³.

Nella seconda campagna la media dei valori di concentrazione di particolato PM₁₀ è stata pari a 31,1 µg/m³, vedi (Tabella 16), con un valore massimo giornaliero di 52 µg/m³, con due superamenti del valore giornaliero dei 50 µg/m³.

In (Figura 25) si vede l'andamento del PM10 durante la campagna rispetto a una stazione di punta come Torino Consolata e a una stazione di fondo urbano come Torino Lingotto. In Figura 26 sono posti a confronto l'andamento del PM10 e quello delle precipitazioni: si osserva che nei giorni del 4 e del 10 aprile, malgrado la presenza di precipitazioni, le concentrazioni di PM10 non diminuiscono. Tale fenomeno apparentemente anomalo è legato al fatto che in entrambi i casi le precipitazioni si sono concentrate nelle ore serali e notturne e hanno o quindi influenzato maggiormente il valore del PM10 del giorno successivo.

In (Figura 27), si nota chiaramente la differenza di concentrazione del PM10 durante le due campagne, con un livello medio nettamente più alto durante la seconda campagna; infatti, come per tutti gli inquinanti considerati - a eccezione dell'ozono che presenta valori più elevati nel periodo estivo - le condizioni meteorologiche sono maggiormente critiche nei mesi primaverili che in quelli estivi.

Le Figure 28 e 29 mostra, rispettivamente, il numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ e la concentrazione media durante la campagna, rispetto a una serie di stazioni della provincia di Torino. Il valore di concentrazione media durante la campagna di monitoraggio, si posiziona nella zona centrale dell'intervallo di valori rilevabile sul territorio provinciale.

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

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	6.0	5.0
Massima media giornaliera	32.0	52.0
Media delle medie giornaliere	19.3	31.1
Giorni validi	36	23
Percentuale giorni validi	97%	100%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0	2

Figura 25 – Particolato sospeso PM₁₀ : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

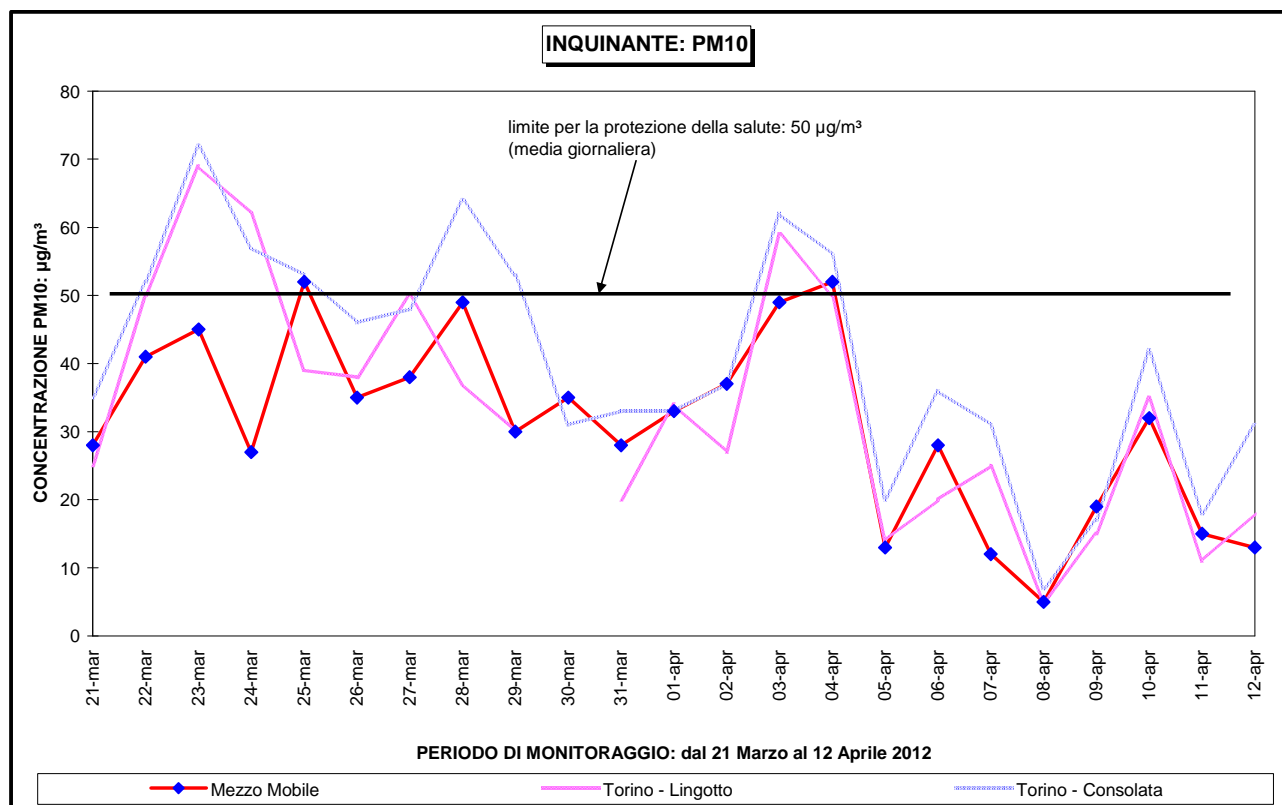


Figura 26 – Particolato sospeso PM₁₀ e somma giornaliera delle precipitazioni

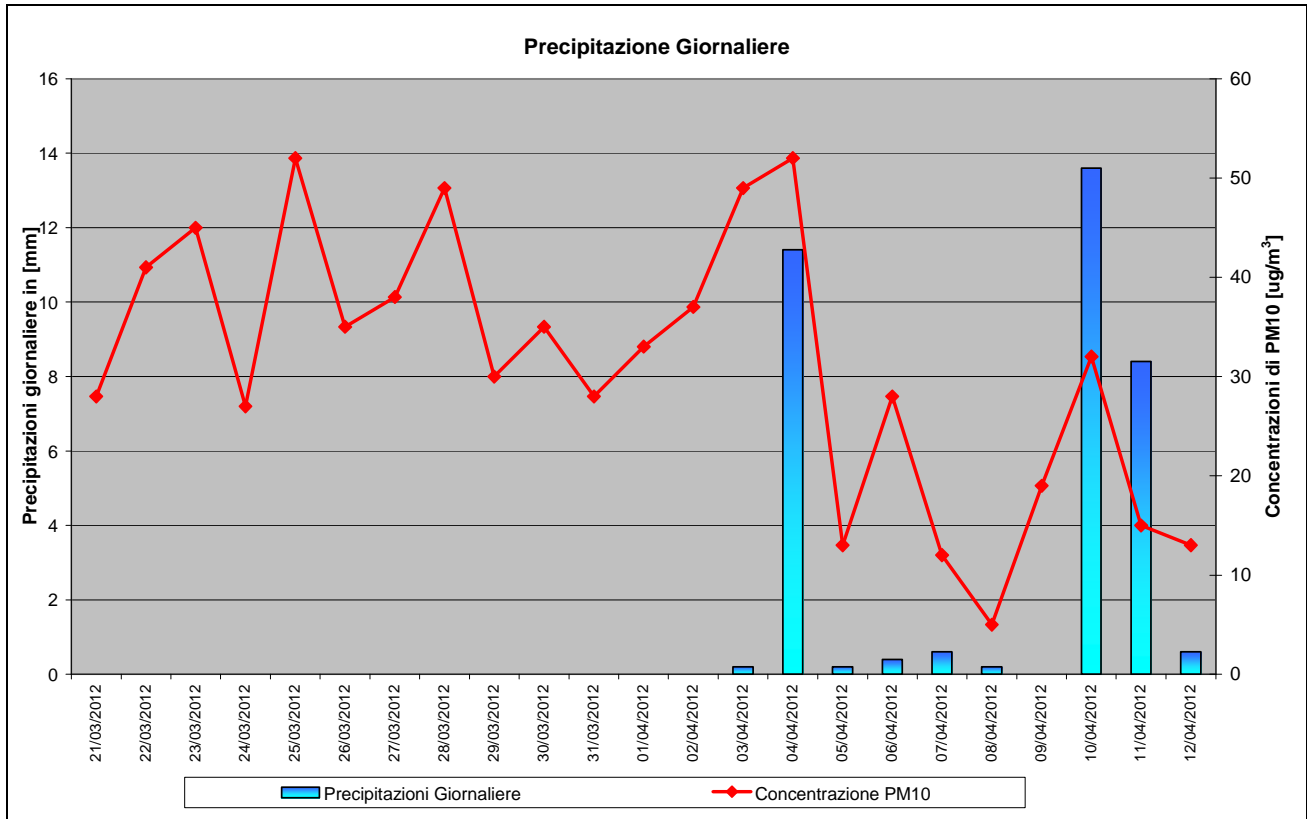


Figura 27 – andamento del PM₁₀ nel corso delle due campagne di monitoraggio

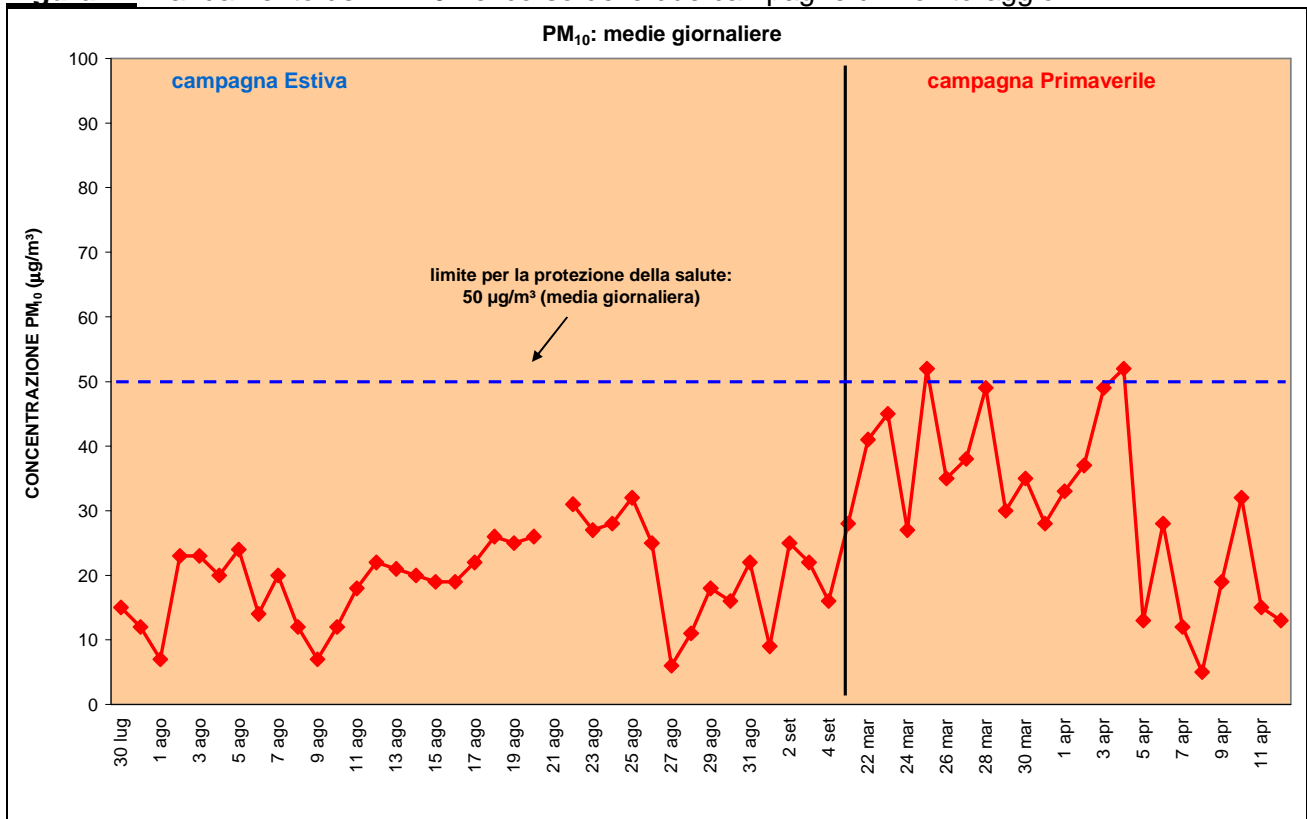


Figura 28 - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, in provincia di Torino nel corso della **seconda campagna**

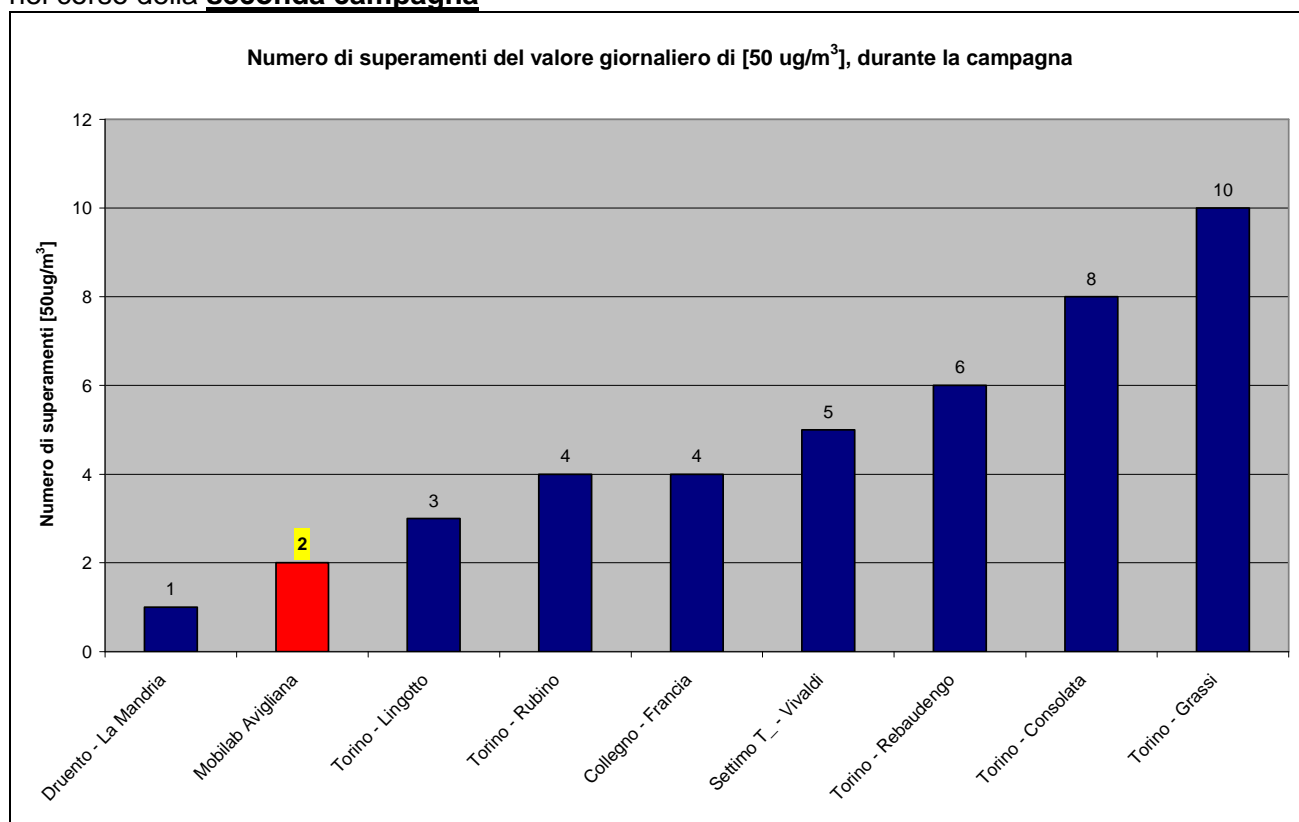
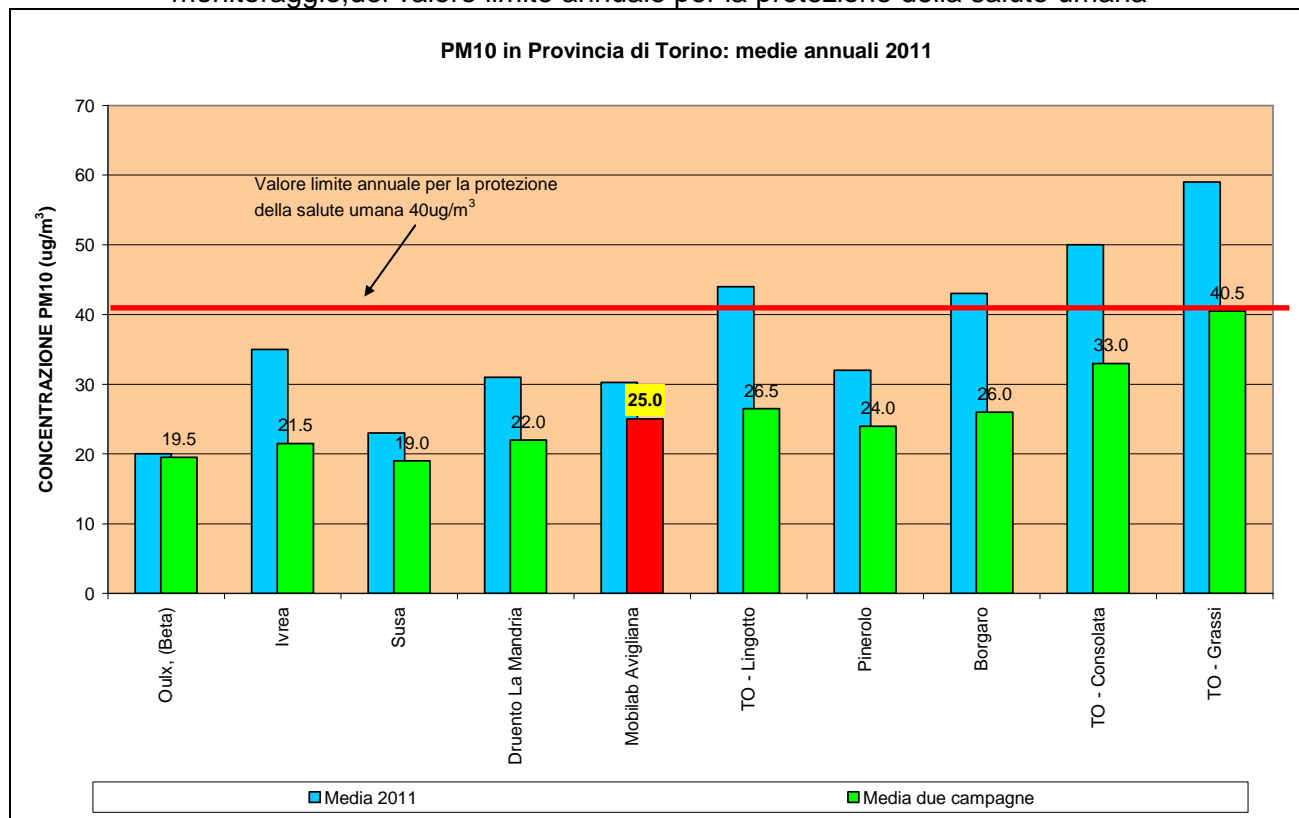


Figura 29 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto medie annuali e medie nel periodo di monitoraggio, del valore limite annuale per la protezione della salute umana



La normativa prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Visto che la durata del monitoraggio nel comune di Avigliana 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 29.

Nota relativa alla stima della medi annuale

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

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

dove

m_c : media periodo campagne PM10 di Avigliana

M_c : media anno 2011 PM10 di Avigliana

m_p : media periodo campagne PM10 di Susa

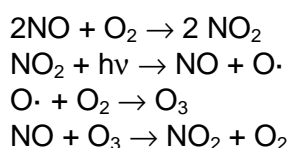
M_p : media anno 2011 PM10 di Susa

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).

Nel corso della prima campagna di monitoraggio nel Comune di Avigliana, la media dei valori di ozono è stata di $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella e Figura 30) con una massima media oraria di $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Si sono registrati 18 giorni di superamento del livello di protezione della salute ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ calcolata come massima media trascinata sulle 8 ore), non si è verificato nessun superamento del livello d'informazione (pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media oraria) e nessun superamento del livello di allarme (pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per almeno tre ore consecutive).

Durante la seconda la campagna, non si registrato nessun superamento dei valori, con un valore medio di $59,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e un valore massimo di $135,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vedi (Figura 30 e Figura 31); come già detto nella prima relazione, l'ozono 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.

Nel grafico di (Figura 32), si nota chiaramente come l'andamento delle concentrazioni di ozono segua qualitativamente l'andamento della temperatura.

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

	Estate	Primavera
Minima media giornaliera	41.1	30.7
Massima media giornaliera	97.5	78.7
Media delle medie giornaliere	76.4	59.8
Giorni validi	37	23
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	76.4	59.9
Massima media oraria	178.5	135.2
Ore valide	886	550
Percentuale ore valide	100%	100%
Minimo medie 8 ore	14.1	10.9
Media delle medie 8 ore	76.5	59.5
Massimo medie 8 ore	154.7	114.4
Percentuale medie 8 ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	95	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	18	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0

Figura 30 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge

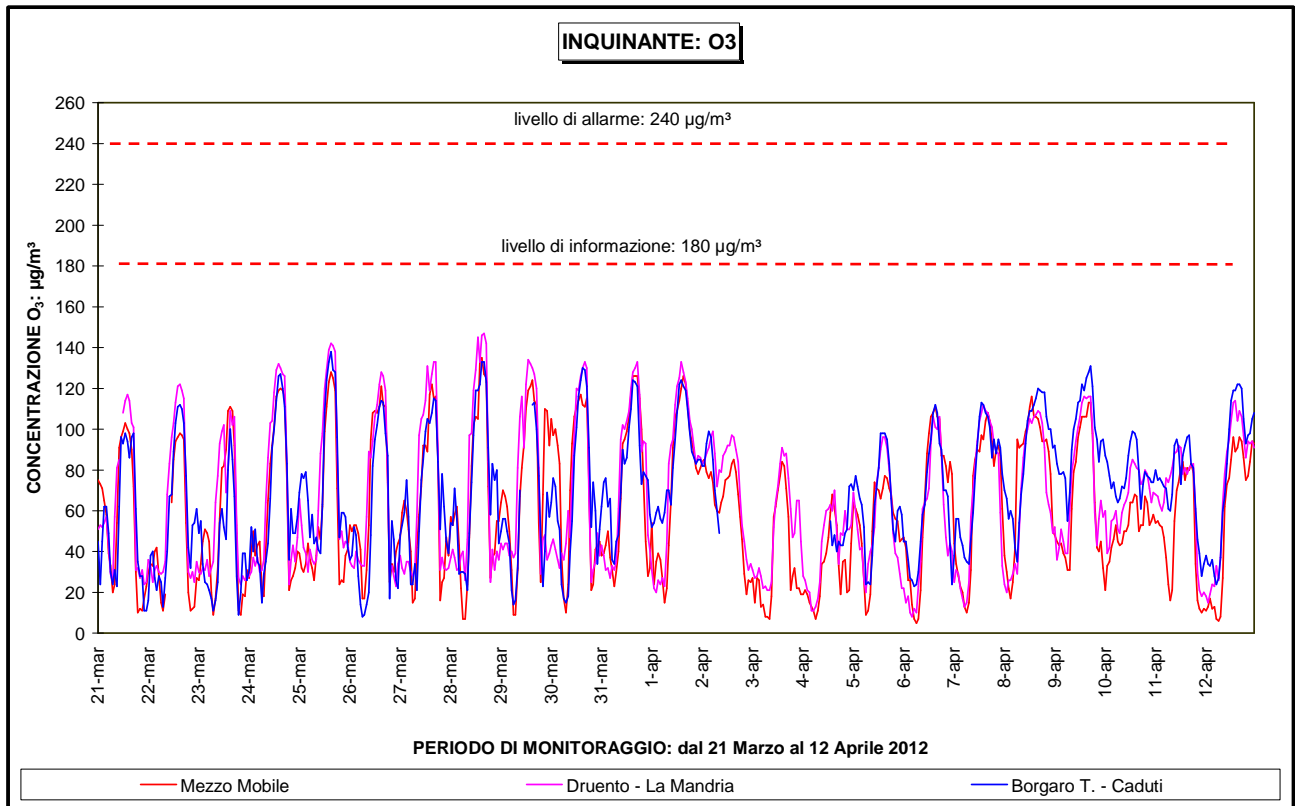


Figura 31 – O₃: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)

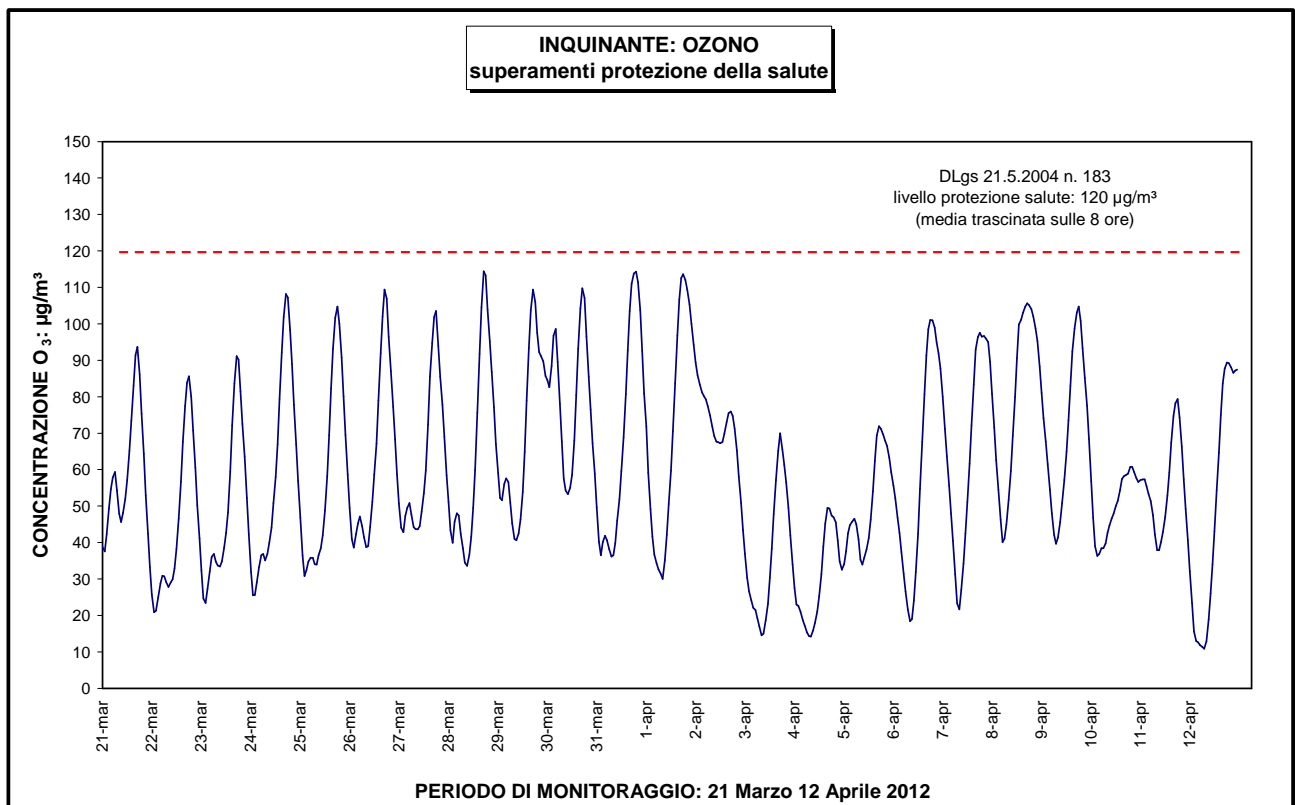
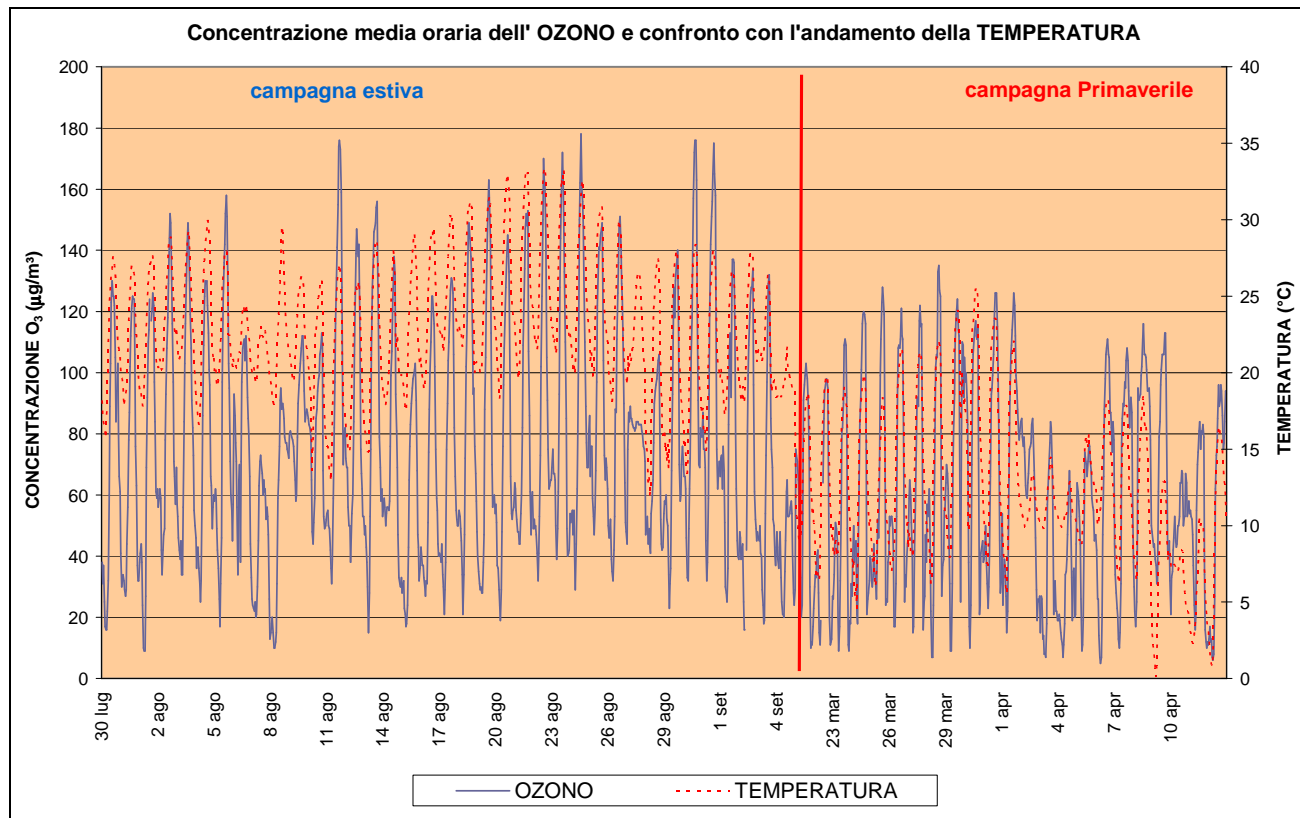


Figura 32 – Andamento orario dell'Ozono rispetto alla temperatura dell'aria, nel corso delle due campagne di monitoraggio



CONCLUSIONI

Anche la seconda campagna conferma la situazione rilevata nel corso della prima: lo stato della qualità dell'aria risulta infatti simile a quello di siti analoghi della provincia di Torino e, com'è prevedibile, migliore di quello rilevabile in siti di traffico urbano come Torino Consolata,

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 dell'ozono nel corso della campagna estiva e del PM10 durante quella primaverile.

Nel caso della campagna estiva, come già evidenziato nella specifica relazione, la criticità rilevata per l'ozono non è caratteristica del sito in esame ma è estesa a tutto il territorio provinciale e regionale. L'ozono data la sua origine secondaria, è infatti un inquinante sostanzialmente ubiquitario.

Nel caso della seconda campagna va innanzitutto sottolineato che durante i mesi invernali e primaverili i due inquinanti che registrano con maggiore frequenza superamenti dei limiti di legge sul territorio regionale sono PM10 e biossido di azoto. Nel sito di Avigliana il biossido di azoto non mostra particolari criticità, mentre per il PM10 si sono verificati due giorni di superamento del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Non disponendo di una base dati annuale non è possibile in termini formali verificare il rispetto del massimo numero di giorni di superamento previsti dalla normativa (35 in un anno). Una valutazione di massima è però possibile dal confronto con le stazioni fisse riportate nella Figura 28. Nel periodo di monitoraggio considerato, le stazioni fisse più prossime come numero di superamenti al sito di Avigliana sono Druento e Torino Lingotto, che hanno fatto registrare, rispettivamente, uno e tre giorni di superamento; poiché su base annuale in entrambe le stazioni il limite di 35 superamenti non è rispettato, è del tutto presumibile che ciò si verifichi, come in tutta l'area di pianura della provincia di Torino, anche nel sito di Avigliana.

La normativa prevede per il PM10 anche un valore limite a livello di media annuale, pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; la concentrazione media annuale stimata nel sito di Avigliana (Figura 29) sulla base dell'insieme di dati delle due campagne è di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per cui quindi è prevedibile che in questo caso il valore limite sia rispettato.

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**

Gasromatografo 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