

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 NICHELINO RELAZIONE 1ª CAMPAGNA (15 Maggio – 14

Giugno 2012)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecnico Professionale Nome: Giacomo Castrogiovanni	Data:	Firma:
Verifica e Approvazione	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la SS di produzione Nome: Dott. Francesco Lollobrigida	Data:	Firma:



L'organizzazione della campagna di monitoraggio, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai tecnici del Gruppo di Lavoro di "Monitoraggio della Qualità dell'Aria" nel Dipartimento di Torino di Arpa Piemonte, d.ssa Annalisa Bruno, sig. Giacomo Castrogiovanni, d.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 Nichelino per la collaborazione prestata.

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO....	5
<i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i>	<i>6</i>
IL LABORATORIO MOBILE.....	8
IL QUADRO NORMATIVO	8
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	13
OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	14
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	<i>17</i>
<i>Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Nichelino</i>	<i>22</i>
<i>Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....</i>	<i>23</i>
<i>Giorno medio</i>	<i>23</i>
<i>Biossido di zolfo</i>	<i>23</i>
<i>Ossidi di Azoto</i>	<i>25</i>
<i>Monossido d'azoto</i>	<i>25</i>
<i>Biossido d'azoto.....</i>	<i>28</i>
<i>Monossido di Carbonio.....</i>	<i>32</i>
<i>Benzene e Toluene</i>	<i>35</i>
<i>Particolato Sospeso (PM₁₀) e (PM_{2.5}).....</i>	<i>38</i>
<i>PM₁₀</i>	<i>39</i>
<i>PM_{2.5}.....</i>	<i>40</i>
<i>Ozono</i>	<i>45</i>



Conclusioni	51
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	52



CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'aria e i suoi inquinanti

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

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m^3) al microgrammo per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

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


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

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2010", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e da Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Provincia.

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 principali
 = fonti secondarie

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 da Arpa Piemonte.

Il laboratorio mobile in dotazione al Dipartimento Arpa 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 campionatori 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 prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale.

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

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

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

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

Il recente D.Lgs 155/2010 ha abrogato e sostituito le normative precedenti, senza però modificare i valori numerici dei limiti di riferimento degli inquinanti già normati; ha inoltre inserito nuovi indicatori relativi al PM2.5 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).

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 2010".

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 espresso come O ₃ (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m ³	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m ³	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m ³ (1)	25 giorni per anno civile come media su 3 anni	2010
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m ³ *h come media su 5 anni (2)		2010
	OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	AOT40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m ³ *h (2)		
BENZO(A)PIRENE (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITA'	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 (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)

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/ civile anno	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
PARTICELLE (PM _{2,5})	Obbligo di concentrazione dell'esposizione	anno civile	25 µg/m ³		1-gen-2015
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. 13/08/2010 n.155)

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾
Arsenico	6 ng/m ³
Cadmio	5 ng/m ³
Nichel	20 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.

(2): La media annuale calcolata deve essere espressa con una cifra decimale.

(3): Il valore obiettivo si intende superato anche se pari a quello indicato nella tabella, ma seguito da una qualsiasi cifra decimale diversa da zero.



LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Nichelino da Arpa Piemonte - Dipartimento di Torino, è stata effettuata in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale (nostro protocollo n° 125270 del 12/11/2010 Vostro protocollo 46846 del 2/11/2010). In particolare tale campagna è stata proposta allo scopo di avere informazioni puntuali della concentrazione degli inquinanti in aria ambiente con particolare riferimento alle polveri fini PM₁₀ e PM_{2.5}.

Su richiesta dei competenti Uffici Comunali, nel sito di monitoraggio è stato posizionato anche un campionatore trasportabile di PM_{2.5}.

Nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico è stato individuato come idoneo al posizionamento della stazione mobile il seguente sito: *Piazza Camandona , 11*

Nelle [Figura 1](#) e [Figura 2](#) è riportata sulla cartografia del Comune di Nichelino l'ubicazione del sito nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso della campagna di monitoraggio.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle 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 D.Lgs. 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno variabile 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 finalizzate ad inquadrare lo stato della qualità dell'aria nel sito considerato nel contesto provinciale

La campagna è stata condotta tra il **15 maggio** e il **14 giugno 2012** (31 giorni) Si rammenta che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando solo i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile.

Alla luce di quanto esposto sopra la campagna verrà ripetuta in condizioni stagionali differenti nel corso dell'inverno 2012

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

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

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

La [Figura 6](#) mostra l'andamento della radiazione solare globale e della pioggia nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento sono quelli tipici del periodo considerato, con valori massimi nelle ore centrali della giornata (900-950 W/m² ca.). La stabilità atmosferica è interrotta nei giorni dal 19 al 22, il 26 maggio, dal 7 al 9 giugno e dal 12 giugno giorni caratterizzati da instabilità atmosferica con moderate precipitazioni e intensa copertura nuvolosa. Le [Figura 7](#) e [Figura 8](#) confermano le situazioni di instabilità atmosferica con diminuzioni della pressione e della temperatura aumento della umidità relativa e della velocità del vento nei giorni sopra indicati.

La temperatura media di tutto il periodo è stata di 20 °C, Il valore minimo orario si è raggiunto il 17 maggio 2012 (8 °C), mentre il valore massimo è stato rilevato il 24 maggio con 30.4 °C.

L'umidità relativa in condizioni di stabilità atmosferica presenta un andamento inversamente proporzionale a quello della temperatura, con massimi concentrati nelle ore notturne e minimi nelle ore più calde della giornata. ([Figura 8](#)).

Velocità e direzione del vento danno in generale una chiara indicazione della dinamicità atmosferica del territorio indagato. I dati di velocità del vento registrati durante la campagna di misura nel comune di Nichelino risultano mediamente non elevate, (media delle medie giornaliere pari a 0.6 m/s) vedi [Tabella 5](#) ad indicare una staticità anemologica. La percentuale di calme di vento (identificate convenzionalmente da una media oraria della velocità del vento inferiore a 0.5 m/s) è stata infatti: il 34% di giorno e il 45.7% di notte.

Le direzioni dominanti del vento sono influenzati dalle vicine colline e dalla val Sangone con brezze lievi da SE durante il giorno e da NNE durante la notte [Figura 3](#), [Figura 4](#) e [Figura 5](#).

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

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m ²	°C	%	hPa	m/s
Minima media giornaliera	22	11.5	16	977	0.37
Massima media giornaliera	322	24.0	93	992	1.30
Media delle medie giornaliere	211	20.0	59	986	0.63
Giorni validi	31	31	31	31	30
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	97%
Media dei valori orari	211	20.0	59	986	0.62
Massima media oraria	1003	30.6	97	994	2.50
Ore valide	744	744	744	744	729
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	98%

Figura 3: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità totale

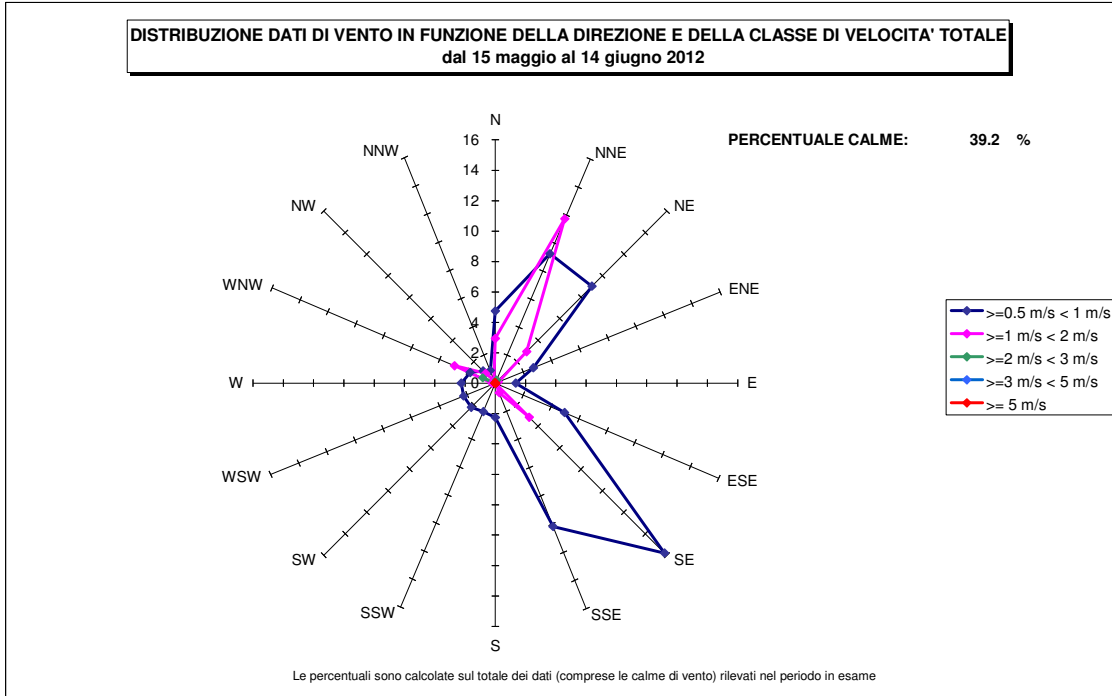


Figura 4: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità diurna

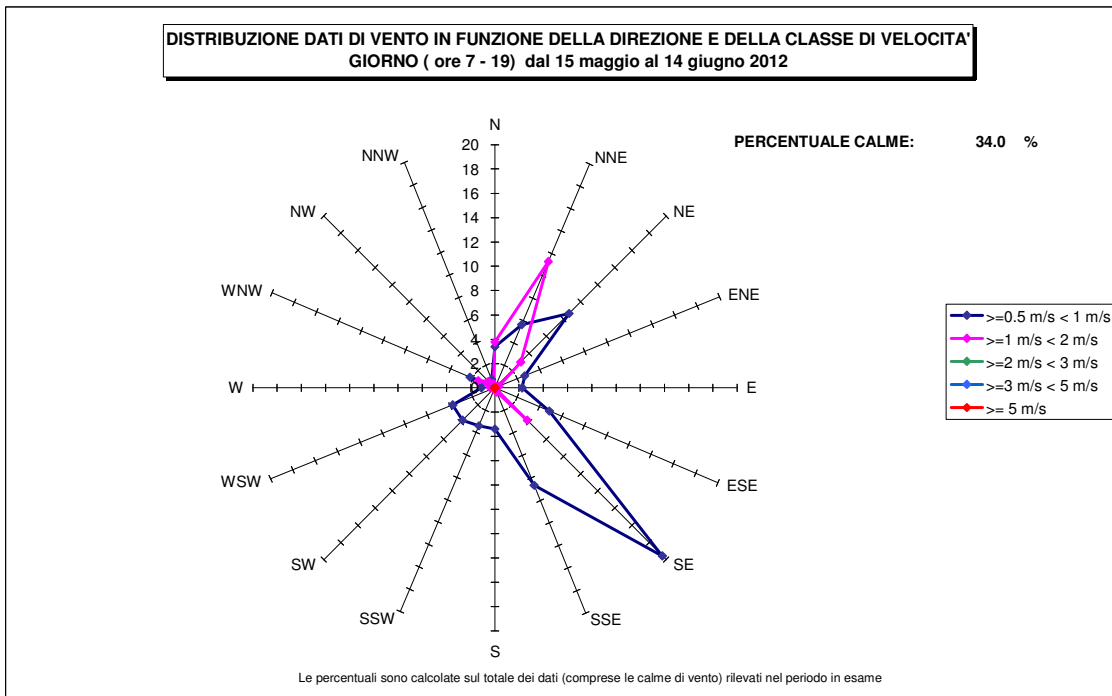


Figura 5: Distribuzione dati di vento in funzione della direzione e della classe di velocità notturna

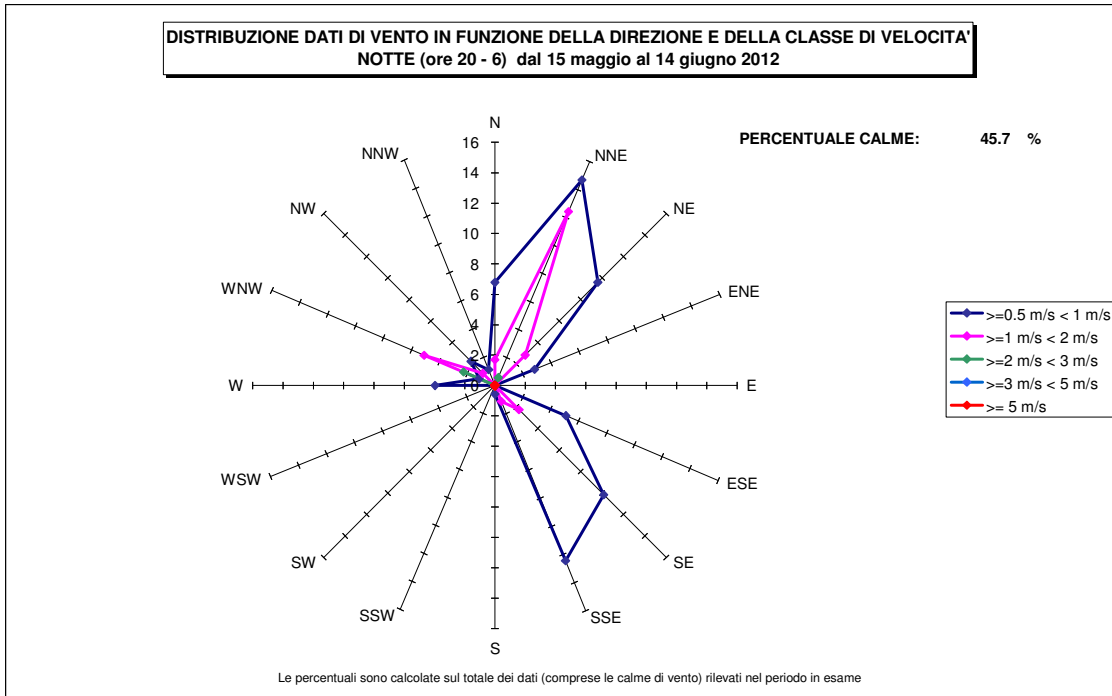


Figura 6: Radiazione solare e Pioggia

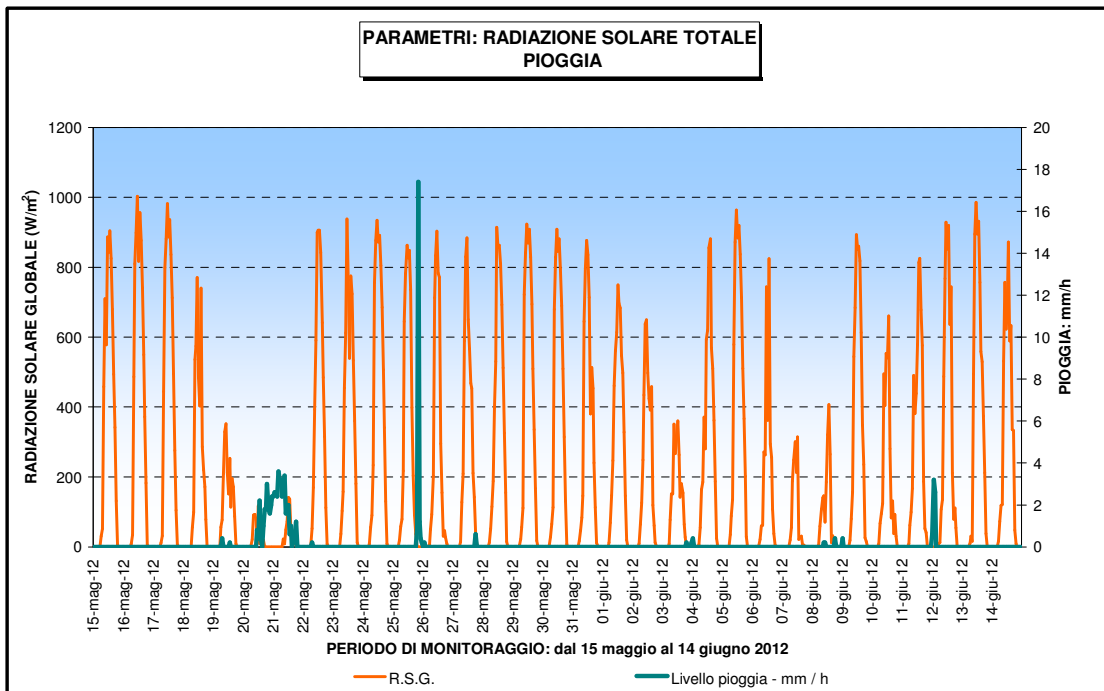


Figura 7: Pressione Atmosferica e Velocità del vento

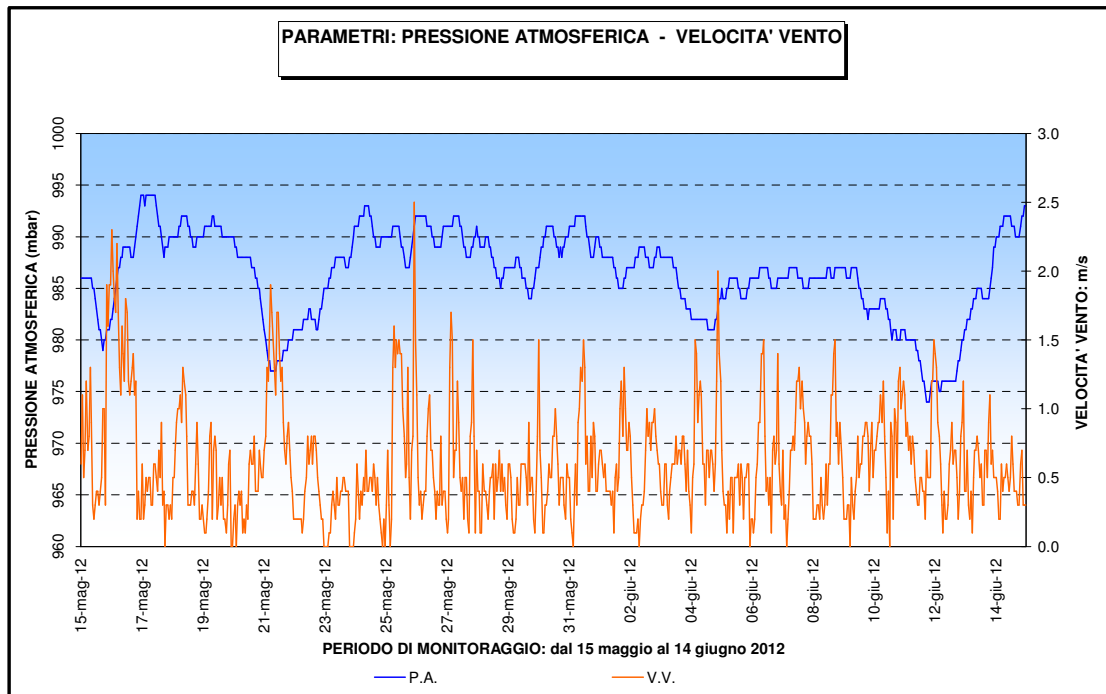
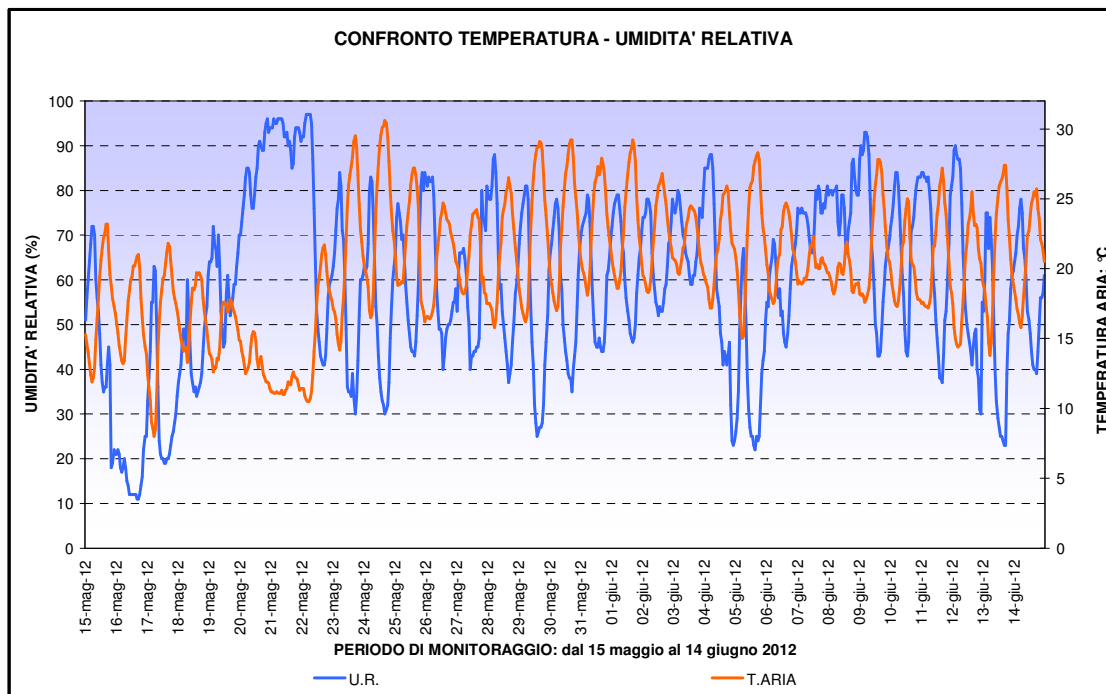


Figura 8: Umidità Relativa Temperatura



Elaborazione statistiche e grafiche relative al monitoraggio nel comune di Nichelino

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

SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
O ₃	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C ₆ H ₆	BENZENE
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10
PM2.5	PARTICOLATO SOSPESO PM2.5

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://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un diagramma concentrazione-tempo, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti.

Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato il giorno medio: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 1:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di 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 percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6-7 %) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti più problematici, per le elevate concentrazioni rilevate nell'aria e per i suoi effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, con la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili imposta dalla normativa, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante con concentrazioni che si posizionano ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

La non problematicità di questo inquinante è confermata dai dati ottenuti durante la campagna di monitoraggio di Nichelino, infatti i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti (Tabella 6 e Figura 9). Il massimo valore giornaliero è pari a 7,5 µg/m³ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 11 µg/m³, quindi è ampiamente rispettato il livello orario per la protezione della salute fissato dal D.Lgs 155/2010 in 350 µg/m³.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO₂ sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

Tabella 6: Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (µg/ m³)

Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	7
Media delle medie giornaliere	5
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	11
Ore valide	744
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 9: SO₂: confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

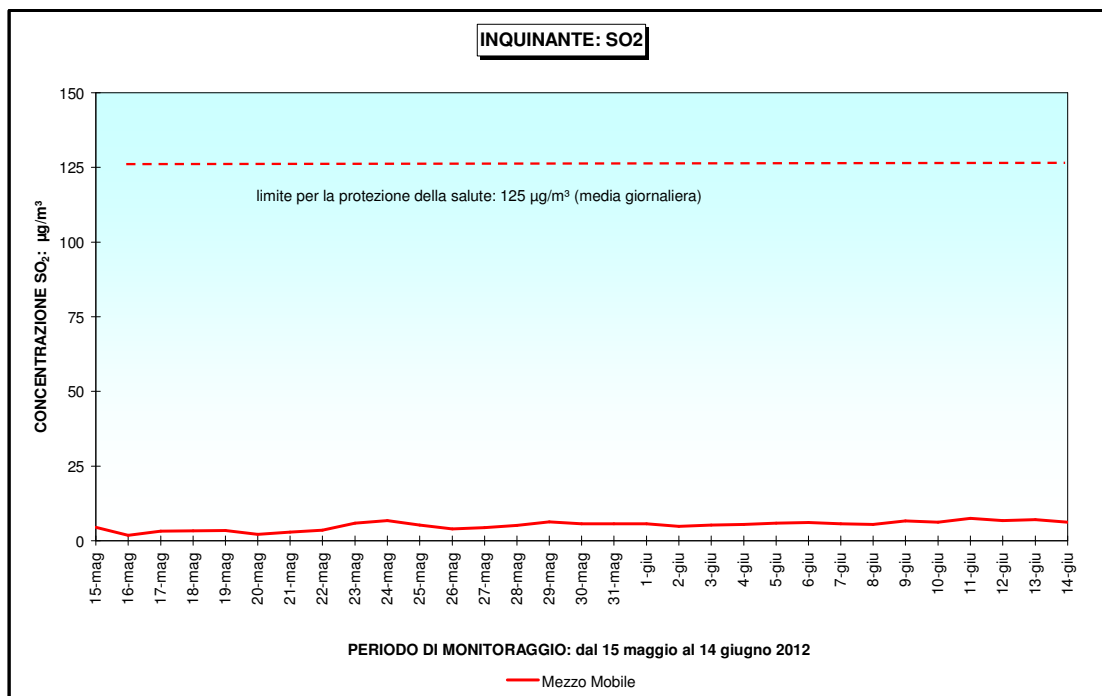
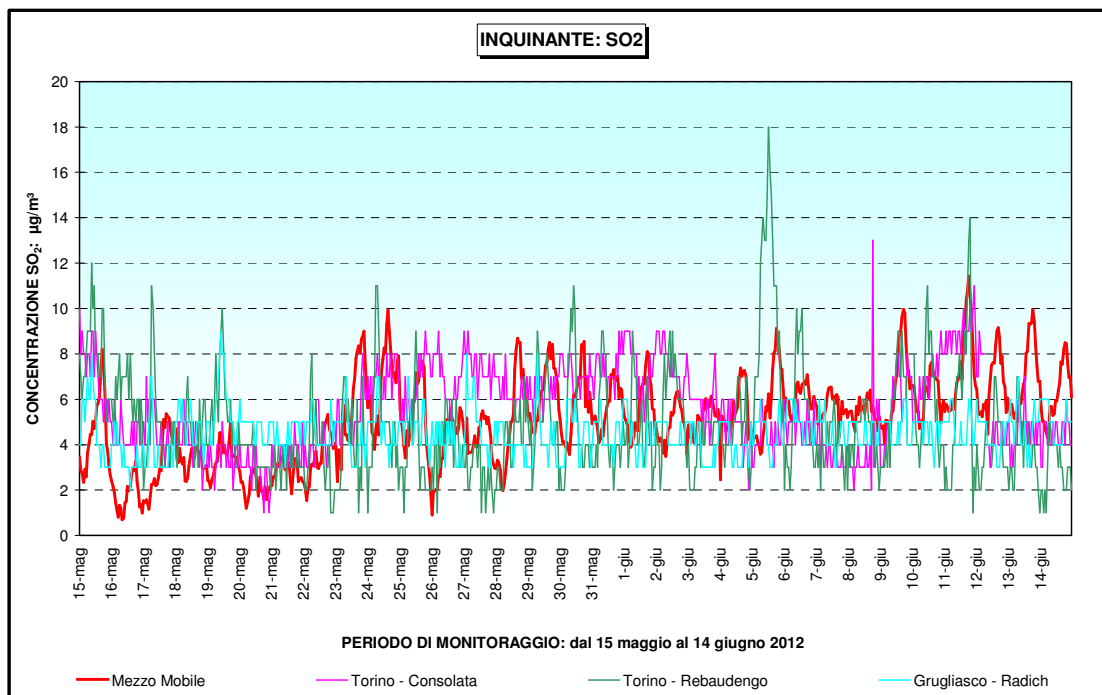


Figura 10:SO₂: medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa



Ossidi di Azoto

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

Monossido d'azoto

Il monossido di azoto non è tossico in considerazione della normativa, ma viene 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; si può tuttavia osservare che nel Comune di Nichelino nel periodo considerato si sono misurati valori di concentrazioni tra i più elevati della provincia, infatti il sito monitorato è adiacente a due arterie automobilistiche ad intenso traffico veicolare lento, in queste condizioni i motori dei veicoli generano percentualmente più NO che NO₂ in quanto l'ossidazione dell'azoto atmosferico nei cilindri dei motori non è così spinta a causa dei bassi regimi; il massimo valore registrato (media oraria) è pari a 84 µg/m³, la massima media giornaliera è di 24 µg/m³ e il valore medio dell'intera campagna è di 13 µg/m³. Dalla [Figura 13](#) notiamo come dal confronto del giorno medio del comune di Nichelino con il giorno medio di alcune centraline della rete fissa, i valori misurati nel sito in esame sono simili ai valori della centralina di Torino Consolata e solo inferiori ai valori di Torino Rebaudengo storicamente tra i siti con valori più alti della provincia. In [Figura 12](#) vengono messi a confronto le medie del periodo con le medie annuali 2011 di tutte le centraline della provincia, i valori del sito in esame sono secondi solo a Torino Rebaudengo sito ad intenso traffico veicolare.

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

Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	24
Media delle medie giornaliere	13
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	87%
Media dei valori orari	13
Massima media oraria	84
Ore valide	668
Percentuale ore valide	90%

Figura 11: NO medie orarie confronto con alcune stazioni della rete fissa

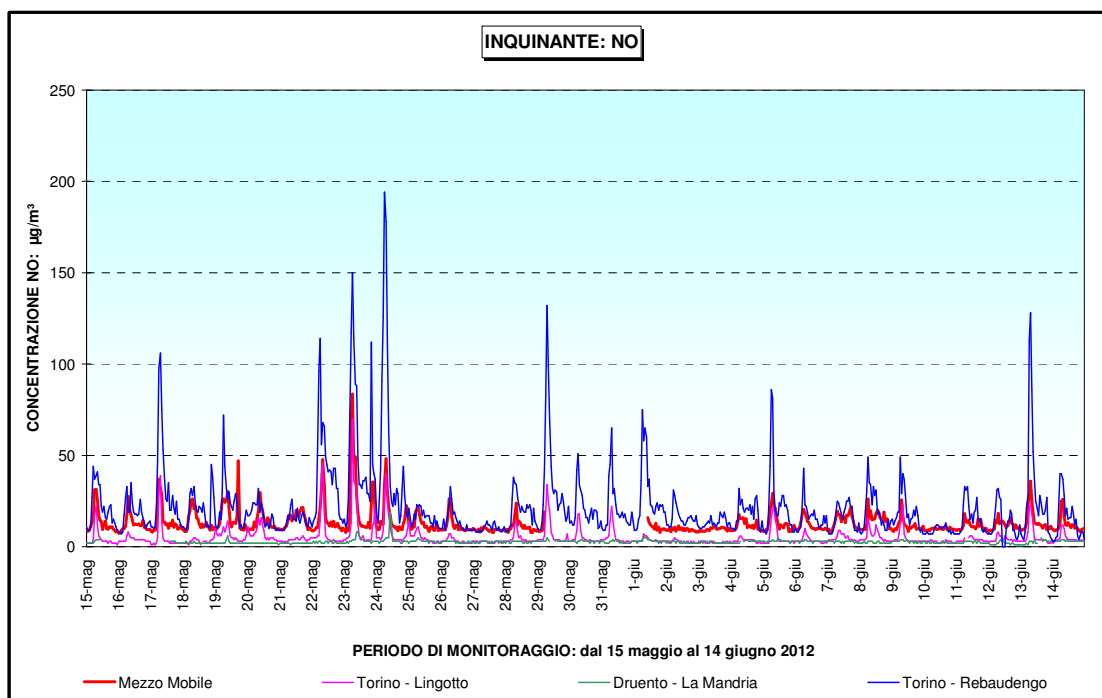


Figura 12: NO, confronto medie del periodo con medie annuali 2011 nella provincia di Torino

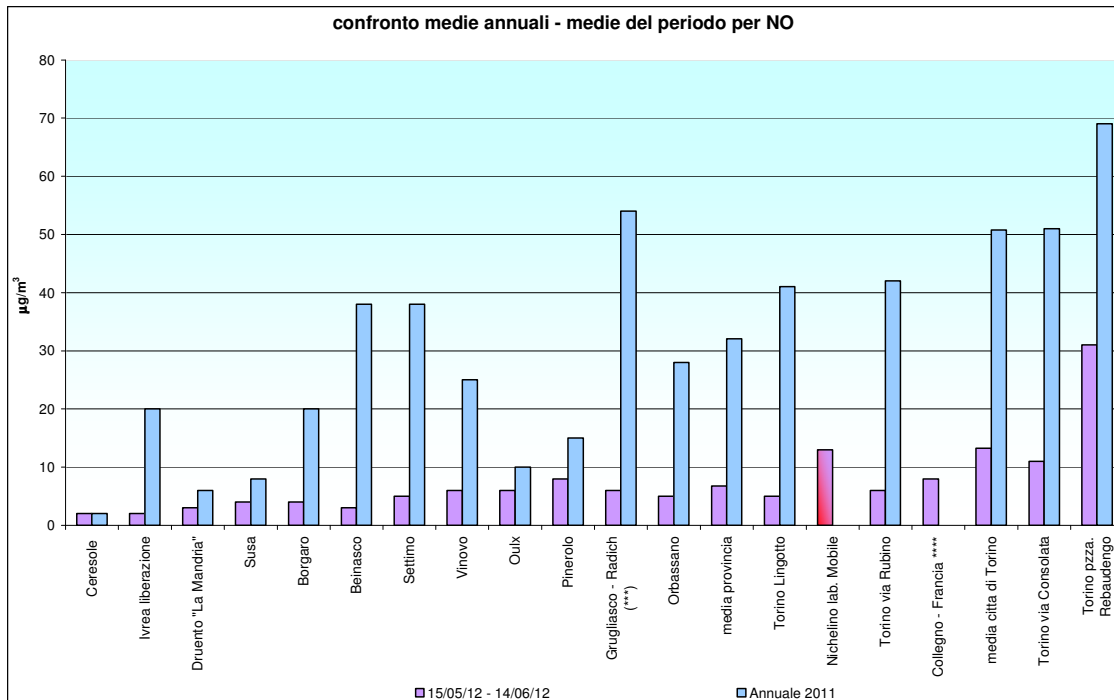
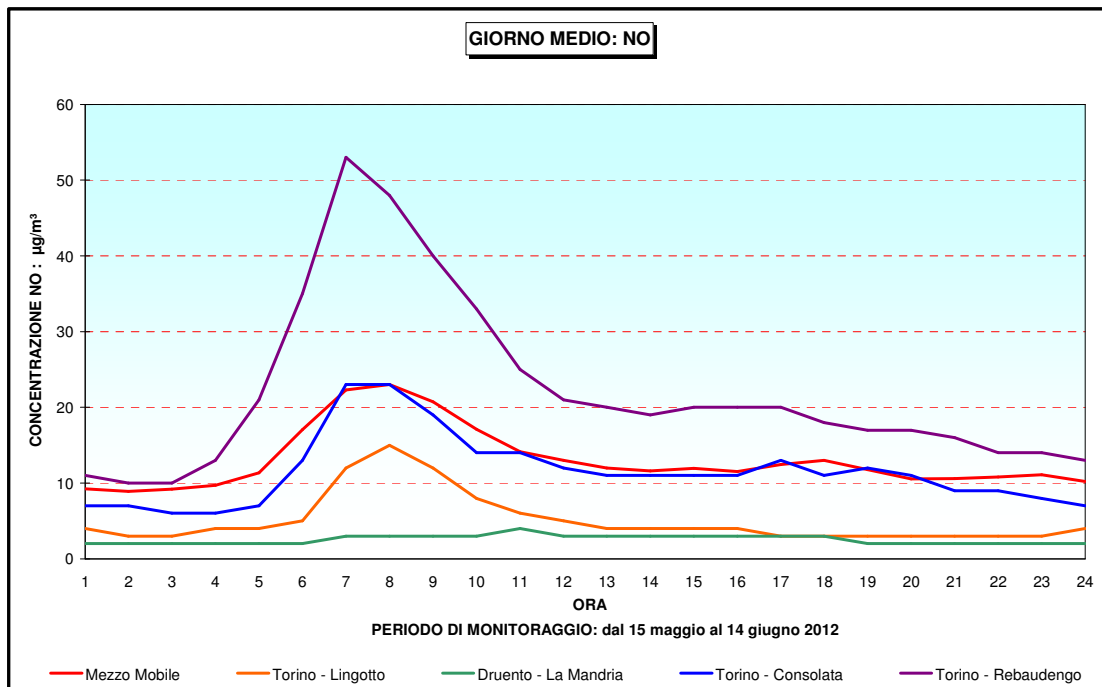


Figura 13: NO giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa



Biossido d'azoto

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

La formazione di NO₂ è piuttosto complessa, infatti oltre ad essere originato direttamente dal traffico veicolare, soprattutto quando si raggiungono elevate velocità e la combustione nei motori è più completa, tale inquinante ha un'importante origine secondaria, essendo originato anche attraverso complesse reazioni fotochimiche che hanno luogo in aria ambiente.

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. Da una stima dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, (“*Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000*”, APAT 2003), risulta che nell'anno 2000 il fattore di emissione medio di NO_x su percorso urbano stimato per le autovetture ammonta a 1,070 g/veic*km, per i veicoli commerciali leggeri è 2,338 g/veic*km, mentre per i veicoli commerciali pesanti (>3,5 t) e i bus il fattore di emissione è pari a 12,014 g/veic*km.

Per quello che riguarda NO₂ (Tabella 8), durante la campagna di monitoraggio nel comune di Nichelino non si sono registrati superamenti del limite orario di 200 µg/m³ né tantomeno del livello di allarme di 400 µg/m³, essendo la massima media oraria misurata nel comune di Nichelino di 90. µg/m³.

Le Figura 14 e Figura 15 permettono di confrontare i dati della campagna condotta con il mezzo mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio: dal confronto è evidente che sia le medie orarie che il giorno medio di Nichelino presentano concentrazioni superiori a Torino Lingotto catalogata come sito di fondo urbano e inferiori a Torino Rebaudengo sito da intenso traffico veicolare.

Il D.Lgs 155/2010 prevede anche un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. Visto che la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere del periodo, pari a 26 µg/m³, e un fattore ricavato come descritto nella nota.

Applicando tale procedimento, la media annuale stimata è pari a 48 µg/m³, valore superiore al limite. Tale stima annuale è coerente con le concentrazioni annuali registrate nelle stazioni fisse di Torino Lingotto e Torino Rubino, aventi caratteristiche d'inquinamento analoghe al sito della presente relazione.

Nota

Si sono calcolate le medie di NO₂, per il periodo della campagna, di tutte le stazioni della provincia con l'esclusione di quella di Ceresole quest'ultima tipica di una situazione non interessata da traffico; dal rapporto con la media dell'anno 2011 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio della campagna a Nichelino permette di ricavare la stima annuale:

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

dove

m_c : *media periodo campagne NO₂ Nichelino*

M_c : *media anno stimata NO₂ Nichelino*

m_p : *media periodo campagne NO₂ Provincia di Torino*

M_p : *media anno 2011 NO₂ Provincia di Torino*

Data la pericolosità di questo inquinante, anche in qualità di precursore di altri inquinanti come l'ozono, si sottolinea che le politiche atte al controllo e alla limitazione delle concentrazioni di NO₂ nell'aria sono di primaria importanza su tutto il territorio provinciale.

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

Tabella 8: Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/ m³)

Minima media giornaliera	11
Massima media giornaliera	50
Media delle medie giornaliere	26
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	87%
Media dei valori orari	26
Massima media oraria	90
Ore valide	668
Percentuale ore valide	90%
<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 14: NO₂ : confronto con i limiti di legge e con i dati delle stazioni fisse di Druento, Vinovo, Torino Lingotto e Torino Rebaudengo

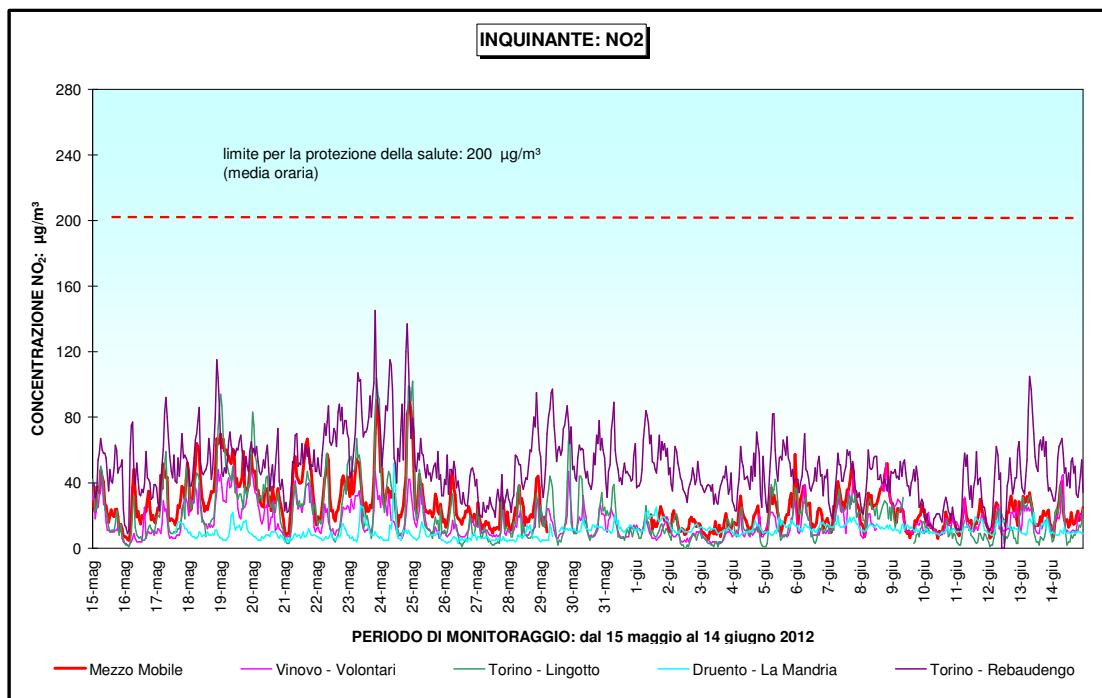


Figura 15: NO₂: andamento del giorno medio

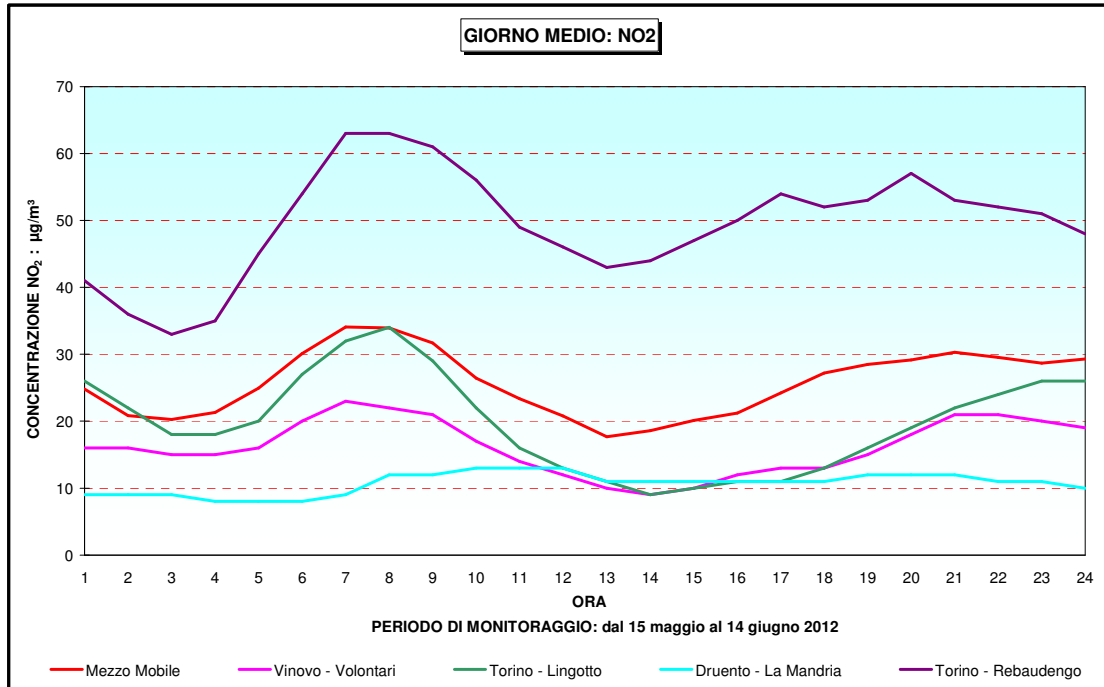
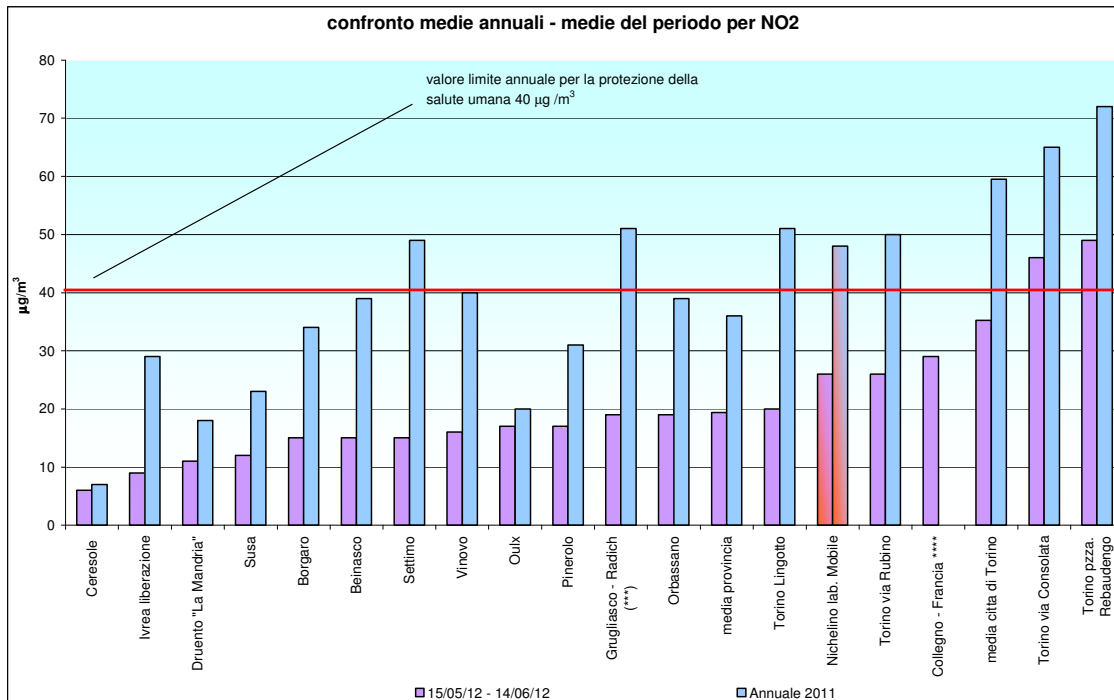


Figura 16: NO₂: confronto medie annuali e medie del periodo nella provincia di Torino



Monossido di Carbonio

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

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

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

I dati misurati durante la campagna di Nichelino [Tabella 9](#): confermano tale andamento osservato su scala regionale. La normativa prevede un limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore è pari a $1.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ([Figura 17](#)) e tale limite non è raggiunto neppure su base oraria (il massimo valore orario è pari a $1.3 \text{ mg}/\text{m}^3$).

La [Figura 19](#) mostra l'andamento medio delle concentrazioni del CO nel corso della giornata. I valori più elevati si registrano nelle ore pomeridiane tra le 15 e le 21. Il confronto con i dati di alcune stazioni della rete provinciale indica che il sito di Nichelino presenta valori inferiori a alle stazioni di Torino e superiori alla centralina di Oulx.

Si può concludere che questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per il miglioramento dei motori degli autoveicoli, l'introduzione delle marmitte catalitiche e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di CO sono sempre al di sotto dei limiti. Tali risultati positivi si osservano anche a livello provinciale dai dati ottenuti con le centraline fisse di monitoraggio.

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

Minima media giornaliera	0.2
Massima media giornaliera	0.7
Media delle medie giornaliere	0.4
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	1.3
Ore valide	719
Percentuale ore valide	97%
Minimo delle medie 8 ore	0.1
Media delle medie 8 ore	0.4
Massimo delle medie 8 ore	1.1
Percentuale medie 8 ore valide	95%
<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 17: CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

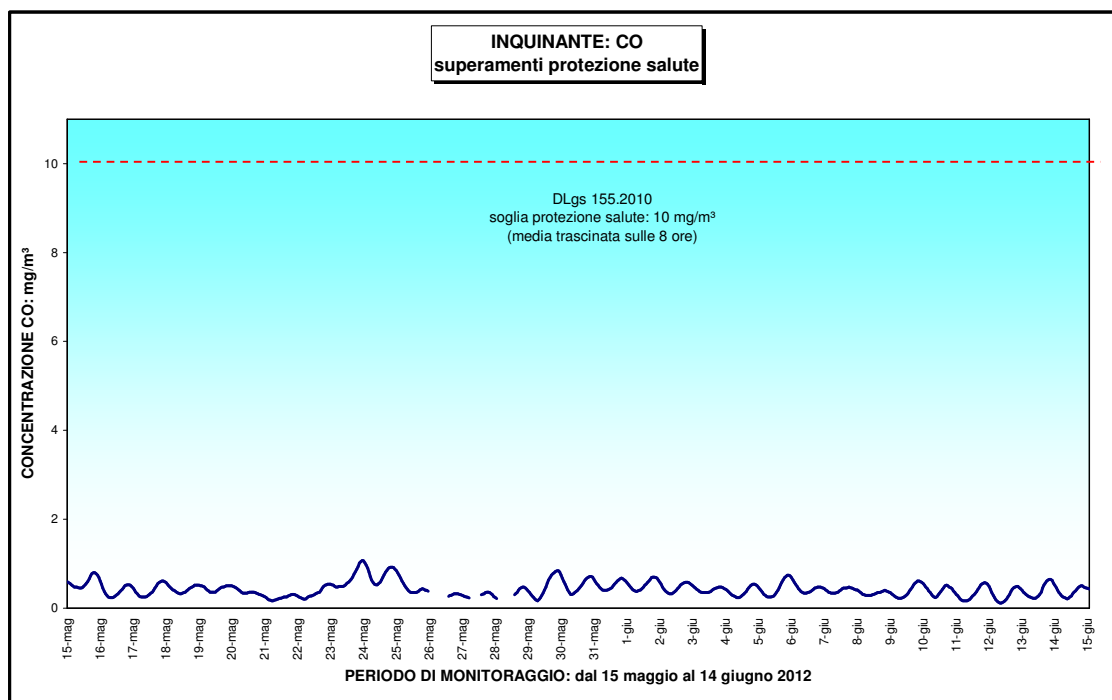


Figura 18: CO andamento medie orarie

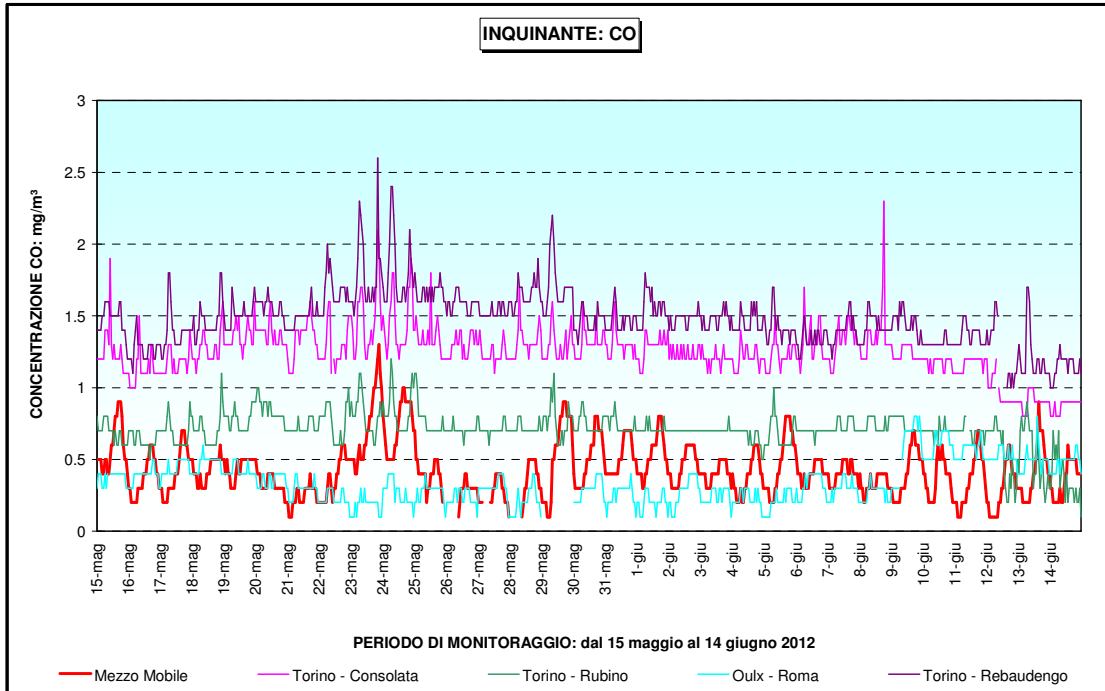
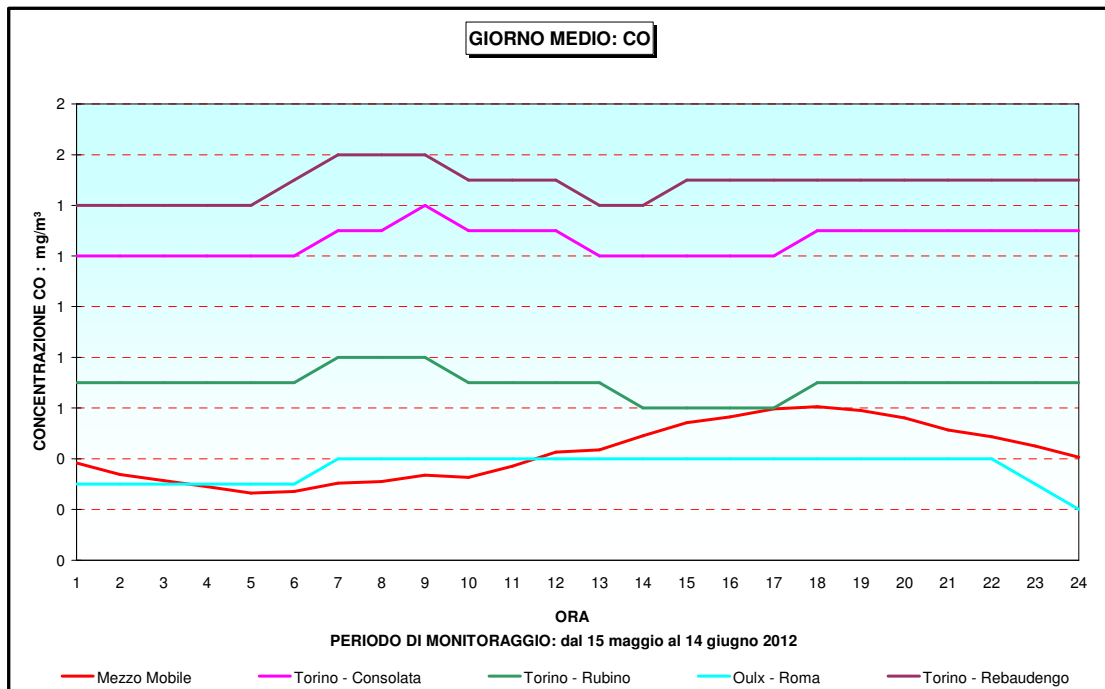


Figura 19: CO: andamento del giorno medio



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

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

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

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

Il benzene è una sostanza classificata:

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

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

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

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

Durante la campagna di monitoraggio nel Comune di Nichelino è stata determinata una concentrazione media pari a $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media delle medie giornaliere), come riportato in [Tabella 10](#): dalla [Figura 20](#) e dalla [Figura 21](#) osserviamo che le concentrazioni orarie del benzene nel sito monitorato con il laboratorio mobile hanno un andamento significativamente inferiore a quello delle stazioni di monitoraggio di Torino Rebaudengo, Torino Consolata e Torino Rubino nelle ore del mattino, mentre nel pomeriggio i valori aumentano sino a superare i livelli di Torino Rebaudengo e Torino Rubino e attestandosi con quelli di Torino Consolata; l'andamento del giorno medio è simile a quello del monossido di carbonio avendo i due inquinante la stessa sorgente. Trattandosi di un inquinante di origine prevalentemente auto veicolare, tale fenomeno è con tutta evidenza legato alle situazioni locali di traffico e alle caratteristiche del sito di monitoraggio.

La normativa vigente (D.Lgs 155/2010) prevede per il benzene un valore limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere del periodo, pari a $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e un fattore ricavato come descritto nella nota.

Applicando tale procedimento, la media annuale stimata è pari a $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (vedi [Figura 22](#)) valore inferiore al limite. Tale stima annuale è coerente con le concentrazioni annuali registrate nelle

stazioni fisse di Torino Lingotto e Torino Rubino, aventi caratteristiche d'inquinamento analoghe al sito della presente relazione.

Nota

Si sono calcolate le medie delle concentrazioni del benzene per il periodo della campagna, di tutte le stazioni della provincia in cui viene monitorato tale parametro; dal rapporto con la media dell'anno 2011 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio della campagna a Nichelino permette di ricavare la stima annuale:

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

dove

m_c : media periodo campagne benzene Nichelino

M_c : media anno stimata benzene Nichelino

m_p : media periodo campagne benzene Provincia di Torino

M_p : media anno 2011 benzene Provincia di Torino

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

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di 2.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 11), ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

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

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	1.2
Media delle medie giornaliere	0.8
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	65%
Media dei valori orari	0.8
Massima media oraria	2.9
Ore valide	499
Percentuale ore valide	67%

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

Minima media giornaliera	0.7
Massima media giornaliera	2.6
Media delle medie giornaliere	1.5
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	65%
Media dei valori orari	1.5
Massima media oraria	8.3
Ore valide	499
Percentuale ore valide	67%

Figura 20: Benzene: andamento orario e confronto con i dati delle stazioni di Torino – Consolata, Torino – Rubino, Torino – Lingotto, Torino – Rebaudengo e Vinovo.

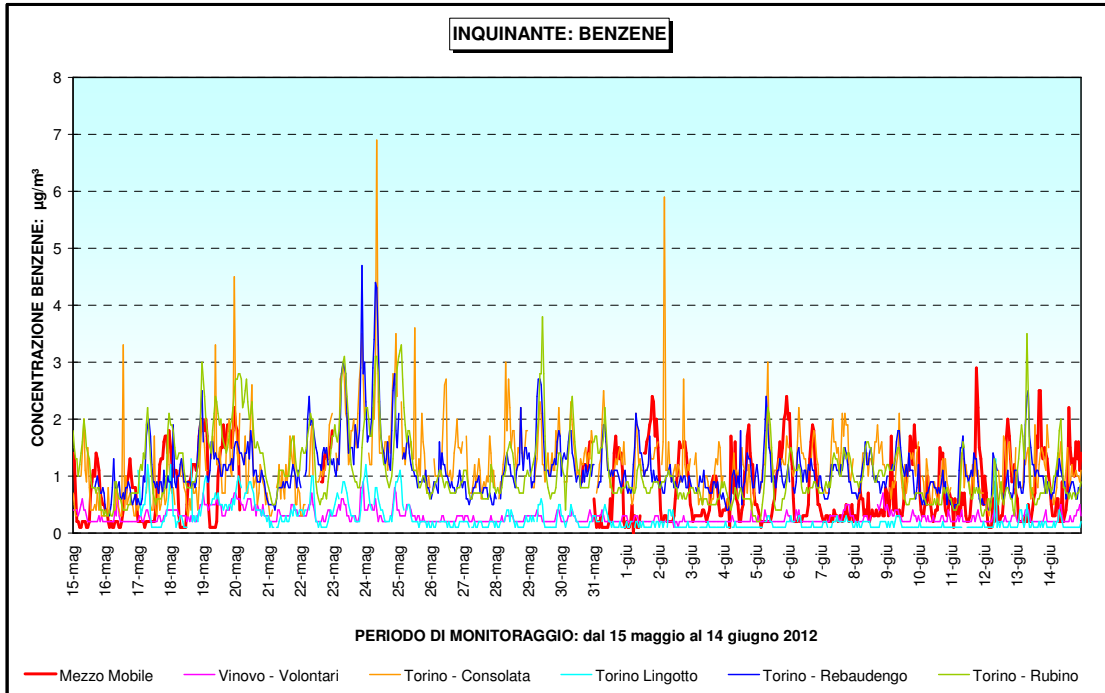


Figura 21: Benzene: giorno medio e confronto con i dati delle stazioni di Torino – Consolata, Torino – Rubino, Torino – Lingotto, Torino – Rebaudengo e Vinovo.

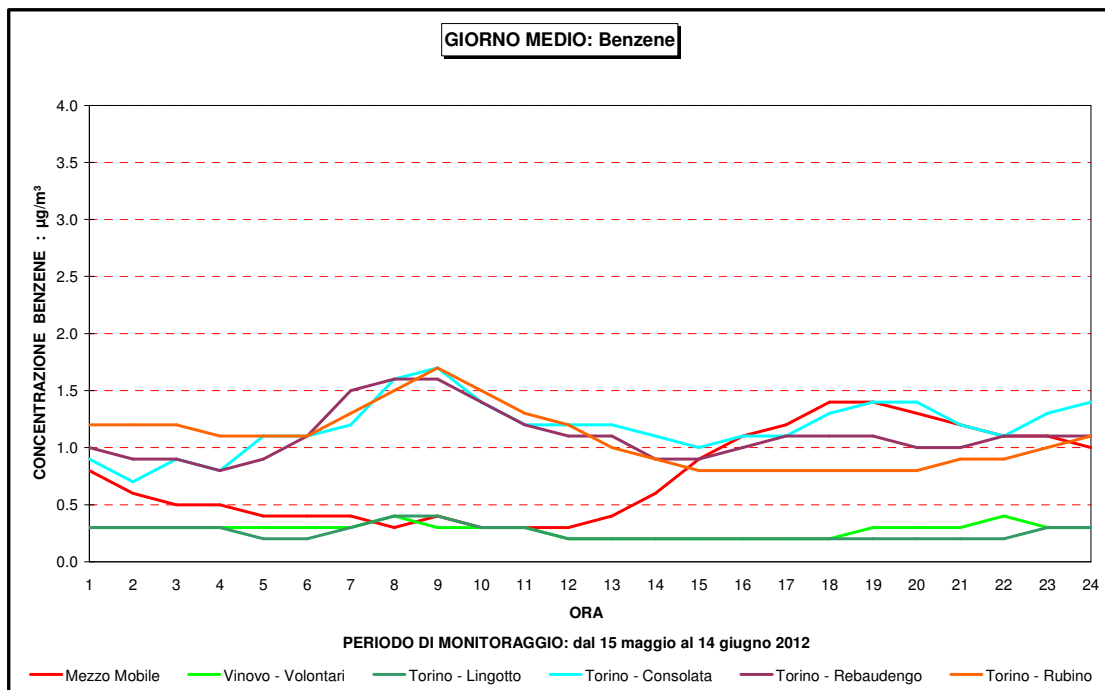
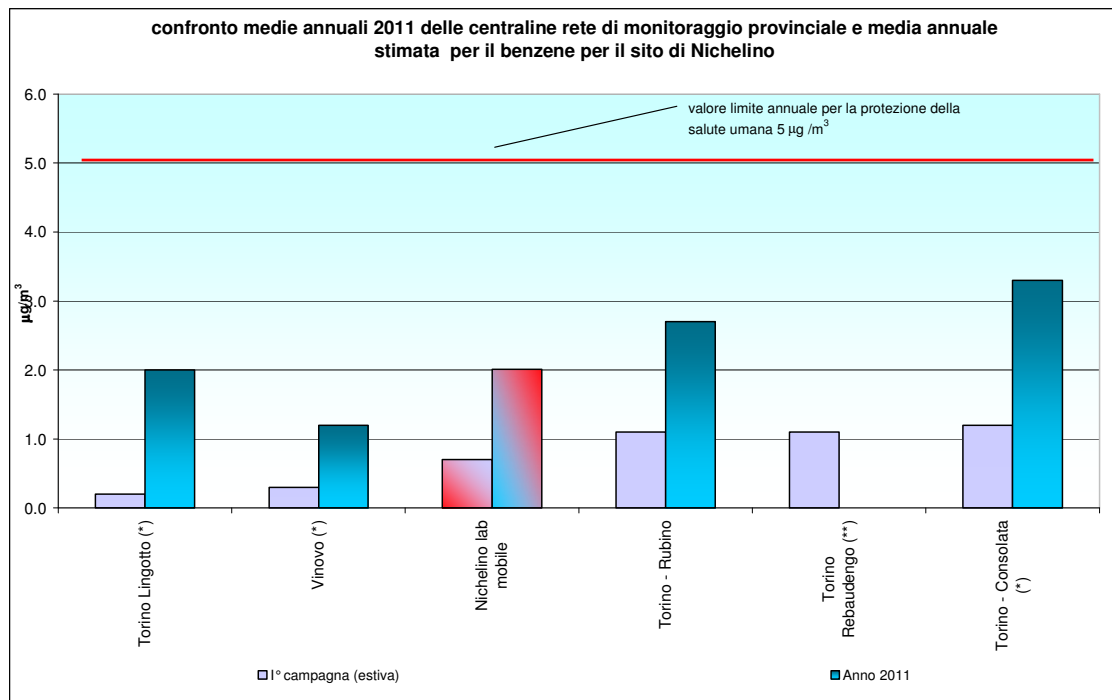


Figura 22: Benzene confronto media annuali 2011 e media del periodo.



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 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 manifestazioni di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma a partire dal DM 60/2002 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM_{10} , cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a $10 \mu m$, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi e mettere inoltre a contatto l'apparato respiratorio con sostanze ad elevata tossicità adsorbite sul particolato stesso.

Inoltre il DLgs 155/2010 ha introdotto, come descritto nel capitolo relativo alla normativa, un valore limite e un valore obiettivo annuale anche per il $PM_{2.5}$ (particolato con diametro aerodinamico inferiore ai $2.5 \mu m$).

PM₁₀

Nel monitoraggio eseguito nel comune di Nichelino non vi sono, per il particolato PM₁₀, superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ su 24 giorni validi, come indicato in [Tabella 12](#) e in [Figura 23](#); dalla [Tabella 14](#) notiamo che, come è tipico dei mesi estivi, nel periodo considerato non si sono avuti superamenti del limite giornaliero su tutte le stazioni di rilevamento della provincia con l'eccezione della stazione di Torino Grassi e Torino Consolata, posizionate in siti adiacenti a vie ad intenso traffico veicolare.

Il valore medio del periodo rilevato nel sito di Nichelino è pari a 19 µg/m³. In termini relativi tale valore risulta superiore a tutte le altre stazioni fisse provinciali, con l'eccezione della già citate cabine di Torino Grassi e Torino Consolata ([Tabella 14](#) e [Figura 26](#)).

In termini assoluti tale valore è inferiore al valore limite previsto dalla normativa per la protezione della salute umana (40 µg /m³) che però va calcolata su base annuale. poiché la durata della campagna non è paragonabile all'arco temporale di riferimento del limite normativo, non è possibile un confronto diretto con le misure effettuate. Si può però considerare un valore stimato di media annuale ricavato dal rapporto fra la media delle medie giornaliere del periodo, pari a 19 µg/m³, e un fattore ricavato come descritto nella nota.

Applicando tale procedimento, la media annuale stimata è pari a 43 µg/m³, (vedi [Figura 26](#)) valore superiore al limite. Tale stima annuale è coerente con le concentrazioni annuali registrate nelle stazioni fisse di Torino Lingotto e Torino Rubino, aventi caratteristiche d'inquinamento analoghe al sito della presente relazione.

Nota

Si sono calcolate le medie delle concentrazioni del PM₁₀ per il periodo della campagna, di tutte le stazioni della provincia in cui viene monitorato tale parametro ad eccezione della cabina di Ceresole in quanto stazione remota esente da apporti di particolato da traffico veicolare significativi; dal rapporto con la media dell'anno 2011 si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio della campagna a Nichelino permette di ricavare la stima annuale:

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

dove

m_c : media periodo campagne PM₁₀ Nichelino

M_c : media anno stimata PM₁₀ Nichelino

m_p : media periodo campagne PM₁₀ Provincia di Torino

M_p : media anno 2011 PM₁₀ Provincia di Torino

La

[Figura 23](#) mostra come l'andamento e i livelli di PM₁₀ determinati per il sito di Nichelino siano inferiori alla stazione di Torino Consolata e superiori alle altre centraline messe a confronto; si osserva inoltre che la diminuzione dei valori medi di particolato si ha, com'è prevedibile, in corrispondenza dei giorni nei quali si sono presentate precipitazioni atmosferiche o era presente vento con velocità sostenute.

Si osserva che il giorno 25 maggio le precipitazioni, anche se relativamente elevate in totale, si sono concentrate tra le ore 21 e le ore 24 e quindi hanno avuto un effetto limitato sulla media giornaliera di PM₁₀: il giorno 21 maggio, al contrario, l'abbattimento del particolato è risultato

molto efficace in quanto le precipitazioni si sono distribuite nella maggior parte delle ore della giornata .

La diminuzione delle concentrazioni del giorno 5 giugno è invece legata a un aumento dell'instabilità atmosferica con conseguente maggiore dispersione degli inquinanti .

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

PM_{2.5}

Il parametro PM_{2.5} segue, come andamento temporale e valori medi di concentrazione giornaliera, il PM₁₀ (vedi [Figura 25](#)).

Il valore medio del periodo è 11 µg/m³ . Dalla [Figura 24](#) e dalla [Figura 27](#) notiamo che, in termini relativi, i valori di PM_{2.5} nel sito di Nichelino sono risultati mediamente comparabili a quelle delle altre stazioni provinciali in cui viene misurato questo inquinante, ad eccezione di Ceresole Reale. In termini assoluti tale valore è inferiore al valore limite previsto dalla normativa pari a 25 µg /m³ che però va calcolato su base annuale si è quindi proceduto analogamente al PM₁₀ alla stima del valore medio annuale dal calcolo la media annuale risulta essere di 27 µg /m³ valore leggermente superiore al limite fissato dal DLgs 155/2010. Poiché, come già ricordato, il periodo di monitoraggio considerato è rappresentativo dei valori più bassi rilevabili per il particolato nel corso dell'anno, le considerazioni sul rispetto o meno di tale valore limite potranno essere effettuate, come per il PM₁₀, al termine della seconda campagna.

In termini generali per PM_{2.5} e PM₁₀ , che sono due tra gli inquinanti più critici nell'intero bacino padano, sono necessari interventi strutturali a livello provinciale e regionale per la riduzione delle fonti primarie di polveri e dei precursori della componente secondaria del particolato.

Tuttavia anche interventi a livello locale in armonia con tale strategia possono dare un contributo importante per ottenere gli obiettivi indicati.

Tabella 12: Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³)

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	31
Media delle medie giornaliere	19
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	61%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0

Tabella 13: Dati relativi al particolato sospeso PM_{2,5} (µg/m³)

Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	28
Media delle medie giornaliere	11
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%

Tabella 14: PM₁₀ (µg/m³) confronto numero di superamenti limite giornaliero, concentrazioni medie del periodo e anno 2011

	periodo 1° campagna (estiva)		anno 2011	
	media periodo [µg/m ³]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	media anno 2011 [µg/m ³]	Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)
Ceresole Reale - Diga, PM10	9	0	8	0
Susa - Repubblica, PM10	12	0	23	24
Borgaro T. - Caduti, PM10	15	0	43	107
Torino - Rubino, PM10	16	0	47	111
Settimo T. - Vivaldi, PM10 (**)	17	0		
Druento - La Mandria, PM10	17	0	31	63
Pinerolo - Alpini, PM10	17	0	32	57
Torino - Lingotto, PM10	17	0	44	106
Ivrea - Liberazione, PM10	18	0	35	82
Nichelino lab Mobile, PM10	19	0	43 (*)	
Torino - Consolata, PM10	24	1	50	134
Torino - Grassi, PM10	30	1	59	158

(*) = media stimata

(**) = parametro non attivo nel 2011

Tabella 15: : PM_{2.5} (µg/m³) confronto, concentrazioni medie del periodo e anno 2011

	periodo I° campagna (estiva)	anno 2011
	media periodo [µg/m ³]	media anno 2011 [µg/m ³]
Ceresole Reale - Diga, PM2.5	8	7
Ivrea - Liberazione, PM2.5	10	28
Nichelino lab Mobile , PM2.5	11	27 (*)
Borgaro T. - Caduti, PM2.5	13	33
Settimo T. - Vivaldi, PM2.5 (**)	13	
Torino - Lingotto, PM2.5	15	35

(*) = media stimata

(**) = parametro non attivo nel 2011

Figura 23: Particolato sospeso PM₁₀: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con i dati di alcune stazioni della rete fissa

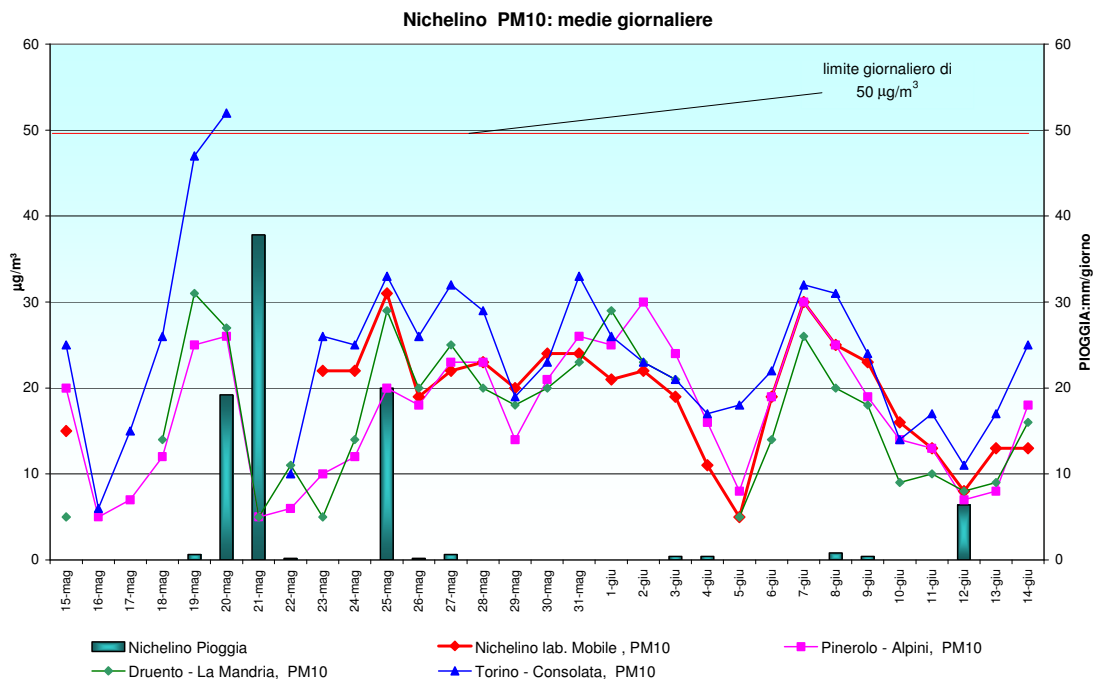


Figura 24: Particolato sospeso PM_{2.5}: confronto con i dati di alcune stazioni della rete fissa

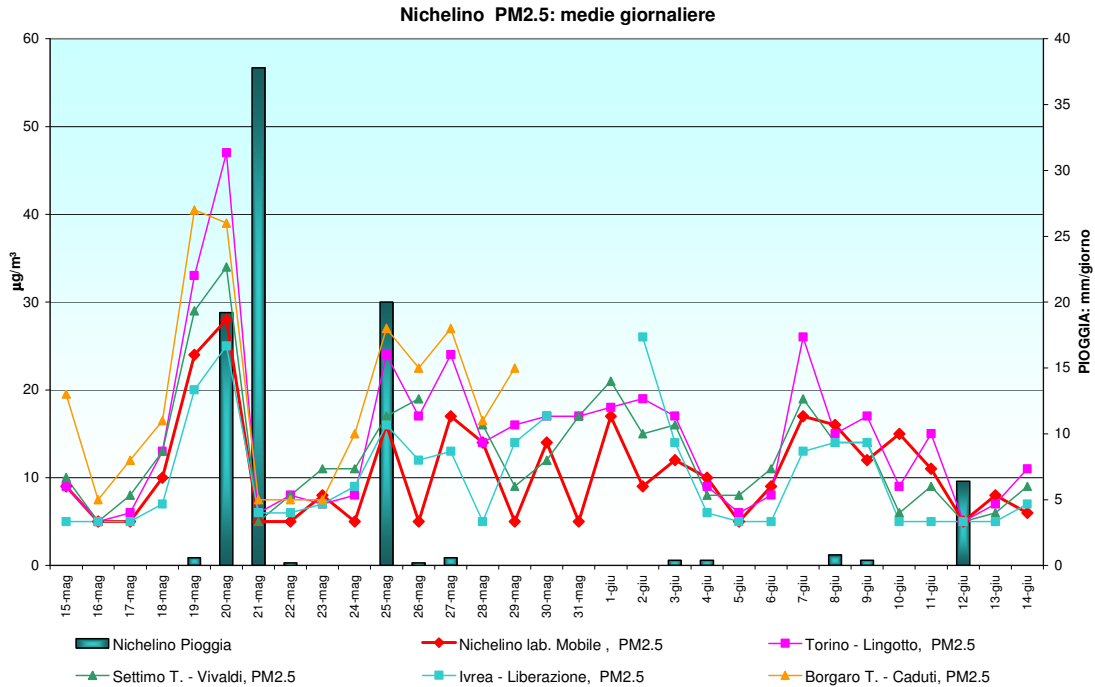


Figura 25: Particolato sospeso PM₁₀ e PM_{2.5}: confronto

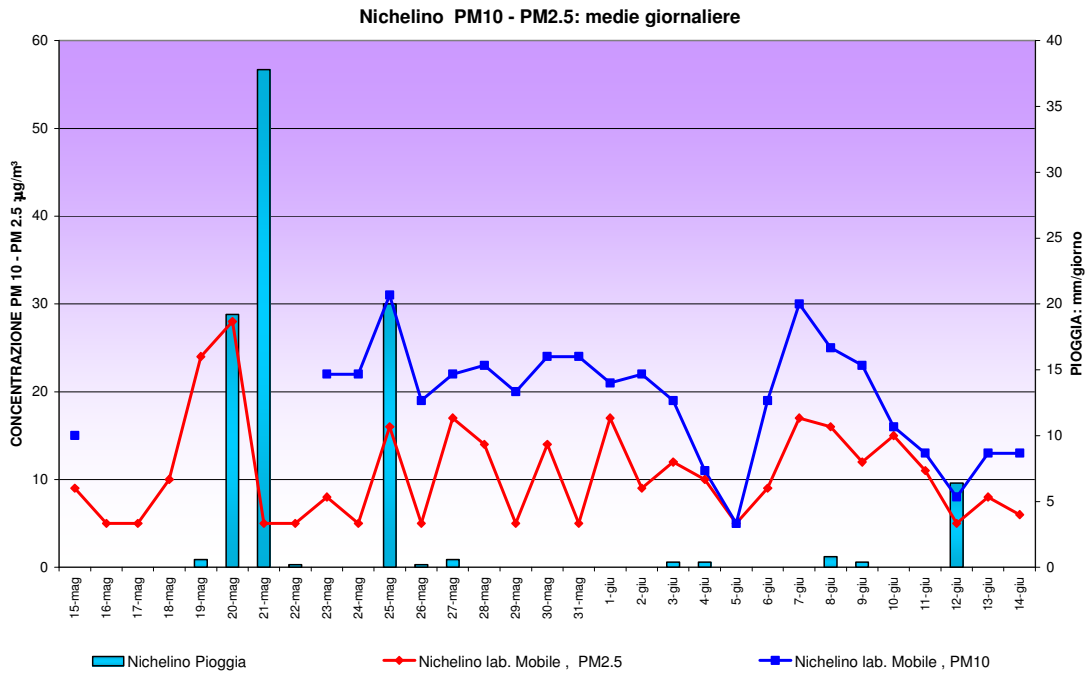


Figura 26: Particolato sospeso PM₁₀ confronto medie anno 2011 e medie del periodo nella provincia di Torino

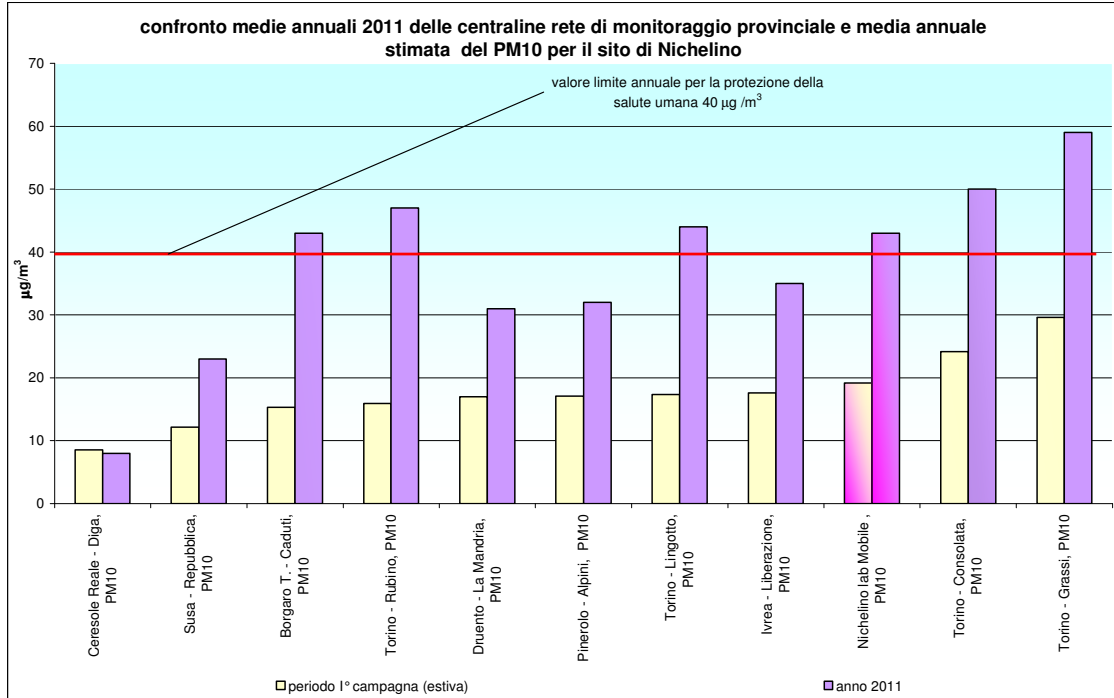
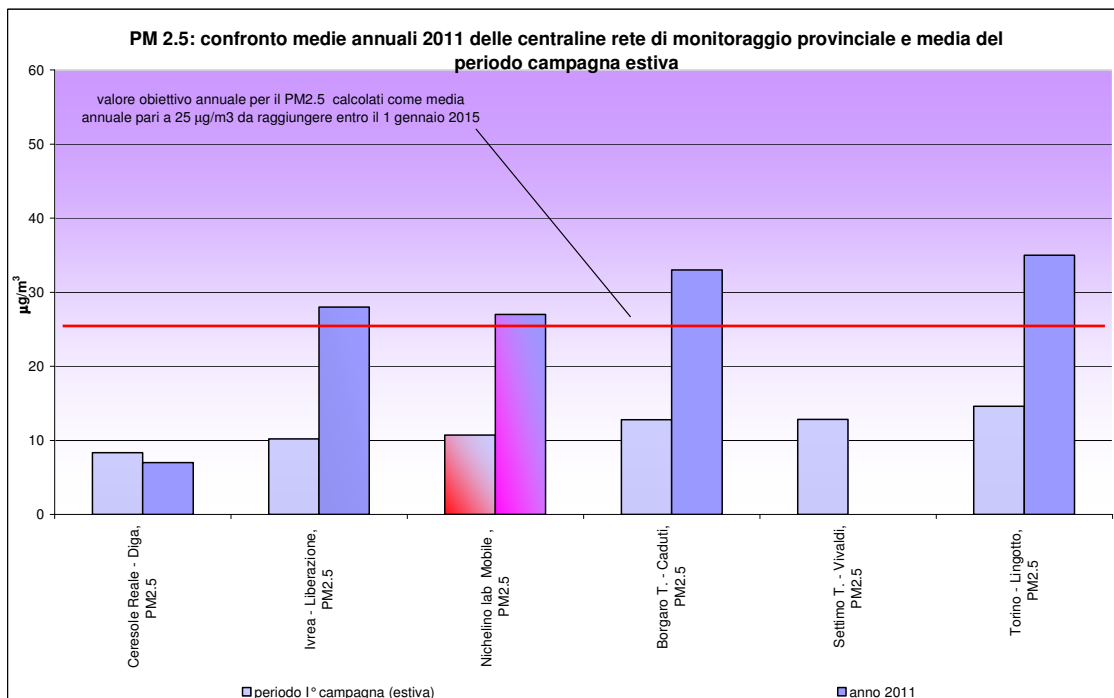
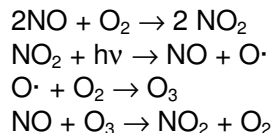


Figura 27: Particolato sospeso PM_{2,5} confronto medie anno 2011 e medie del periodo nella provincia di Torino



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

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



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

Nel corso della campagna di monitoraggio effettuata nel periodo estivo, il più critico per questo inquinante a causa del maggiore irraggiamento solare, nel sito oggetto della relazione è stato rispettato il livello di allarme, mentre si sono registrati otto superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana e nessun superamento della soglia di informazione vedi [Tabella 16](#).

Anche l'andamento del giorno medio indica la dipendenza della concentrazione di ozono dai valori di temperatura, presentando i valori massimi nel pomeriggio, tra le 13 e le 20. I minimi sono nelle ore di maggiore traffico veicolare del mattino, che corrispondono a condizioni di irraggiamento solare relativamente basso e di elevata presenza di monossido di azoto, che è uno dei principali componenti dell'aria ambiente coinvolti nei complessi processi di distruzione dell'ozono vedi

Figura 30 e Figura 31

Tale criticità è comune a tutti le centraline della rete di provinciale di monitoraggio situati nei centri abitati,. Si tratta di una situazione tipica di questo inquinante che, a parità di area territoriale, presenta valori maggiori man mano che ci si allontana dagli assi stradali (vedi

Tabella 17 cabina di Druento, e Vinovo). In estrema sintesi il fenomeno è spiegabile in base al fatto che in prossimità di un asse stradale una parte dell'ozono formatosi per reazione fotochimica viene consumata nelle reazioni di ossidazione del monossido di azoto emesso dal traffico veicolare. Questo fenomeno è accentuato in prossimità di assi stradali a scorrimento veloce, in quanto a parità di veicolo di norma l'emissione di ossidi di azoto aumenta con la velocità di marcia. In prossimità di un asse stradale si verifica quindi di fatto una sottostima dell'ozono, tanto che la normativa (All. VIII D. Lgs 155/2010) prevede esplicitamente che i punti di misura dell'ozono debbano essere ubicate a distanza da sorgenti locali come il traffico veicolare.

Complessivamente per questo inquinante la situazione nel sito di monitoraggio è analoga a quella osservata per siti simili in Provincia di Torino vedi [Figura 32](#) e [Figura 28](#) e evidenzia una certa criticità, visto che la normativa attualmente in vigore (D.Lgs 155/2010) prevede che a partire dal 2010 il valore di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non venga superato per più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni¹. Va sottolineato che si tratta di una criticità estesa a tutto il territorio provinciale. L'ozono infatti, data la origine secondaria, è di fatto un inquinante ubiquitario: nei siti più periferici e remoti sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo sia dell'ozono sia dei precursori emessi nelle aree antropizzate. Per la risoluzione delle problematiche legate a questo inquinante sono quindi fondamentali le politiche a livello regionale o sovragiornale miranti alla complessiva riduzione dei precursori (in particolare NO_x e COV).

Tabella 16: Dati relativi all'ozono (O_3) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	40
Massima media giornaliera	107
Media delle medie giornaliere	74
Giorni validi	31
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	74
Massima media oraria	150
Ore valide	744
Percentuale ore valide	100%
Minimo delle medie 8 ore	17
Media delle medie 8 ore	74
Massimo delle medie 8 ore	134
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	29
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	8
<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

¹ Il primo valore di confronto verrà quindi calcolato nel 2013 in riferimento al triennio 2010-2012.(D.Lgs. 155/2010 All VII.2 nota(1))

Figura 28: O₃: confronto con i limiti di legge

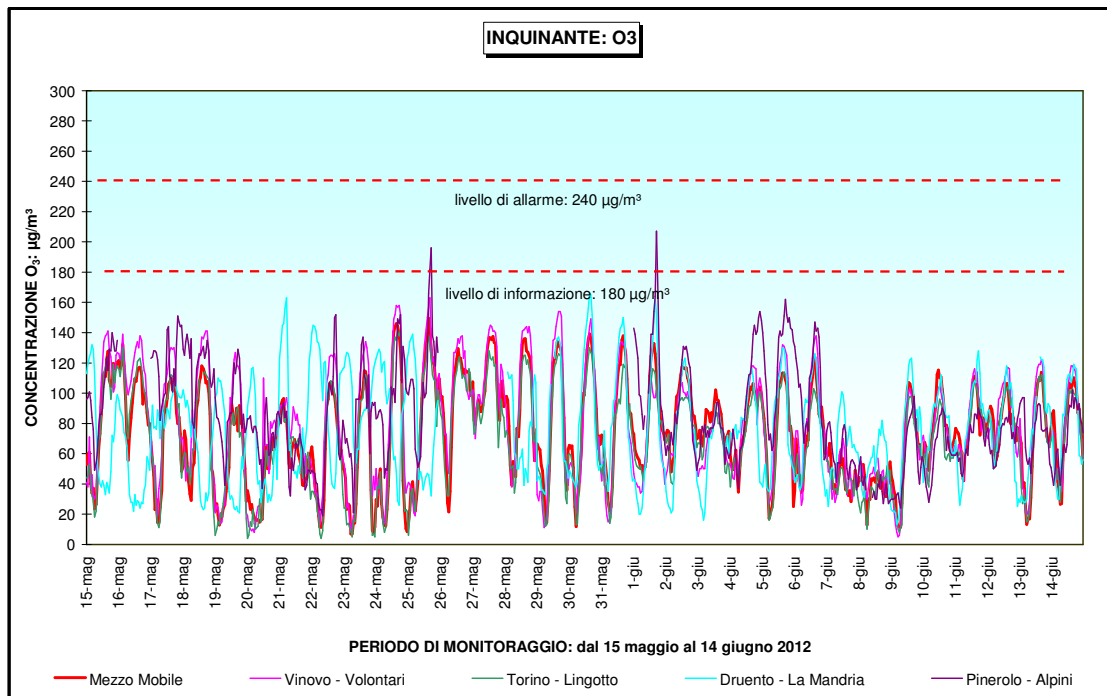


Figura 29: O₃ superamenti protezione della salute umana

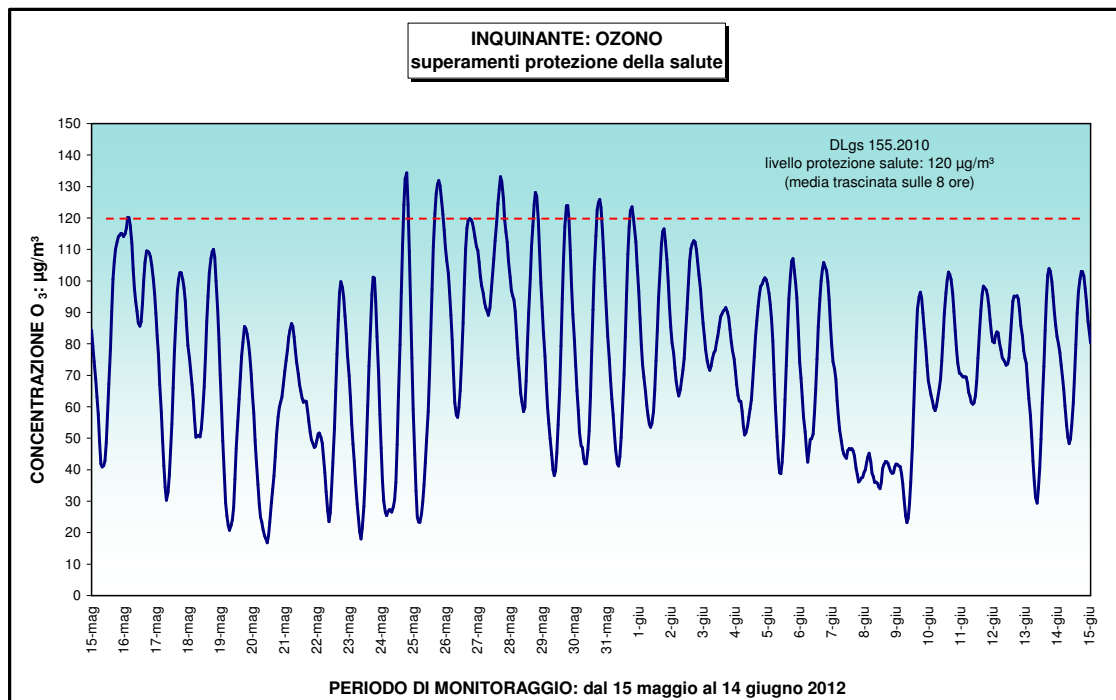


Figura 30: Ozono giorno medio

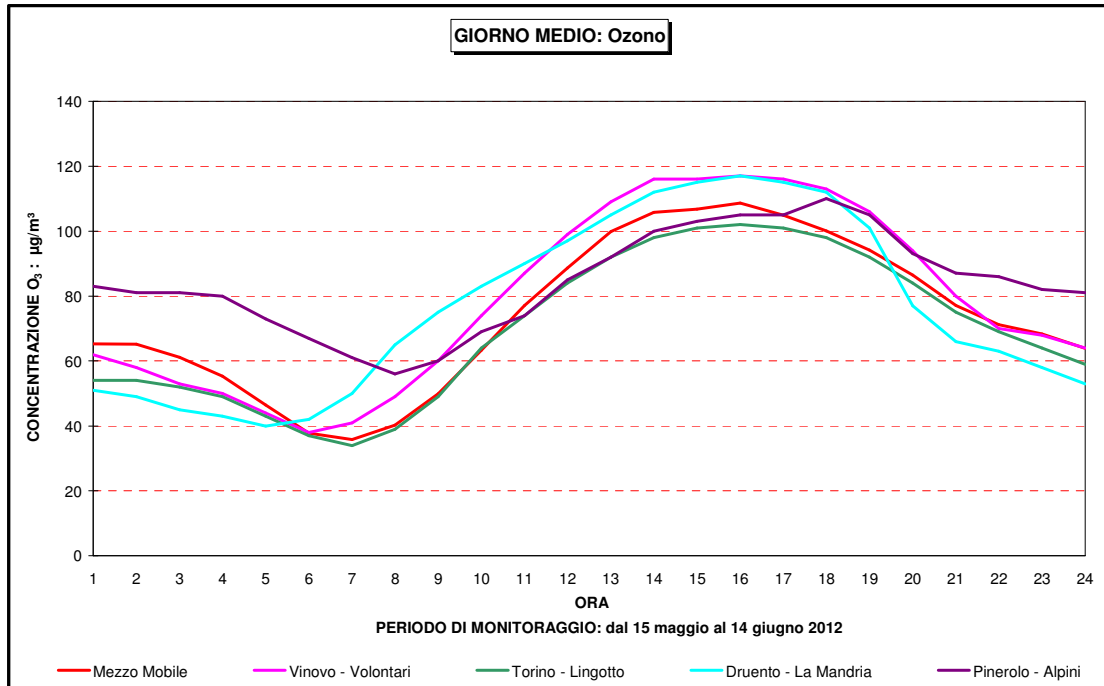


Figura 31: Ozono, NO, NO2 confronto giorno medio

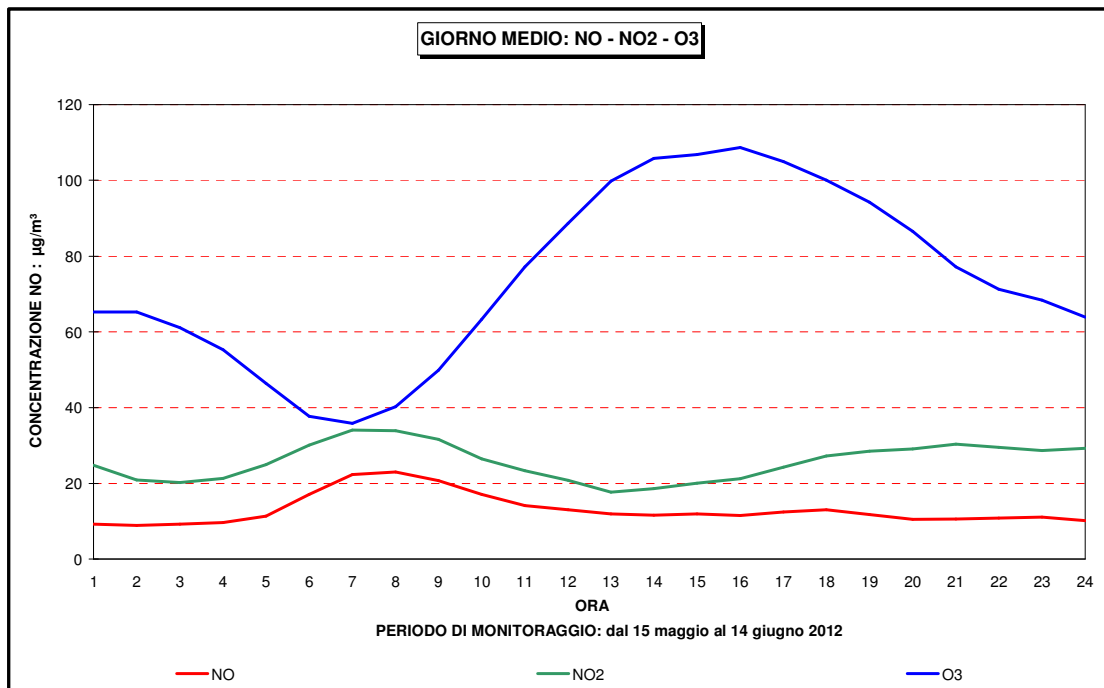


Tabella 17: Ozono confronto dati periodo campagna e anno 2011

	I° campagna (estiva)			Anno 2011		
	media conc. O ³ µg/m ³	Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)	media conc. O ³ µg/m ³	Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)	Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)
Ivrea - Liberazione	67	0	0	50	39	1
Torino - Lingotto	70	2	0	40	30	1
Susa - Repubblica	75	4	0	54	36	0
Orbassano - Gozzano	76	6	0	51	60	2
Nichelino Lab mobile	74	8	0			
Borgaro T. - Caduti	78	9	0	48	46	0
Druento - La Mandria	76	9	0	55	93	7
Pinerolo - Alpini	84	10	2	59	46	3
Chieri - Berserzio (*)	85	11	0			
Ceresole - Diga	98	12	0	88	70	2
Vinovo - Volontari	78	14	0	46	71	1

(*) = cabina non attiva nel 2011

Figura 32: Ozono confronto concentrazioni rilevate nella provincia di Torino nel periodo di rilevamento e l'anno 2011

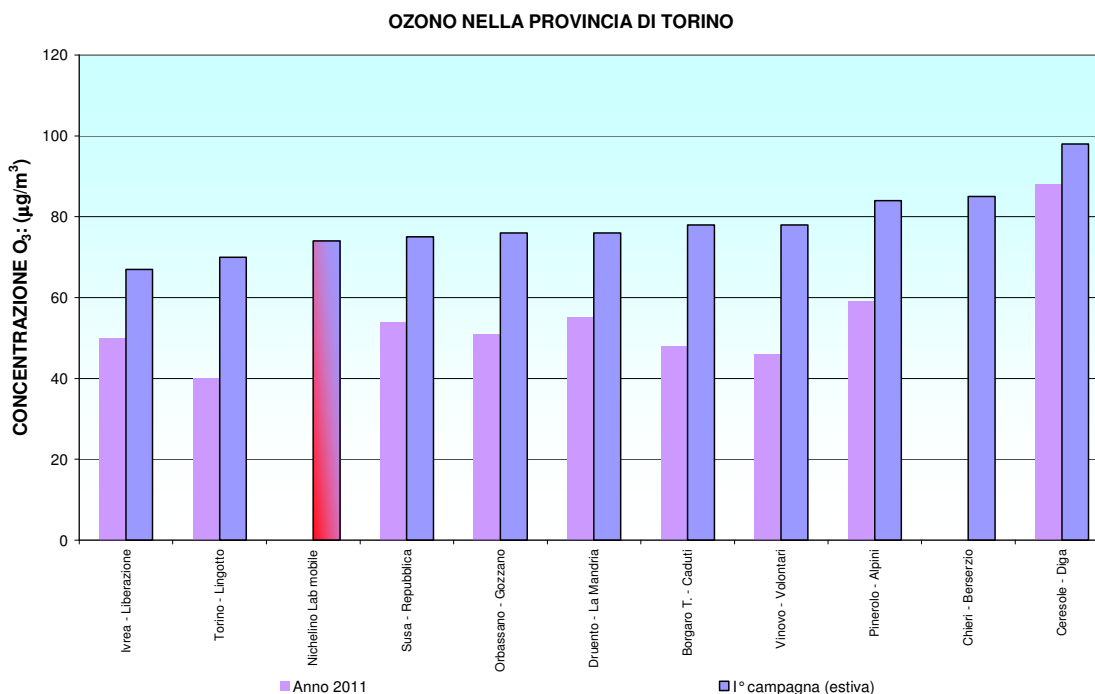
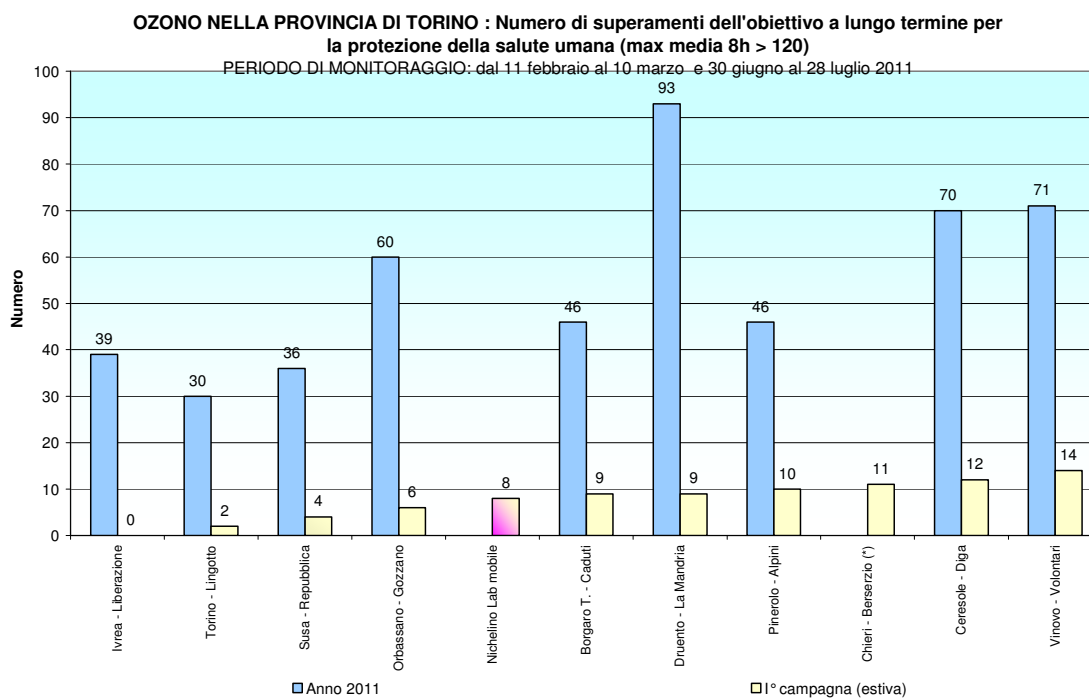


Figura 33: Ozono confronto Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120) rilevate nella provincia di Torino nel periodo di rilevamento e l'anno 2011



Conclusioni

Le criticità evidenziate nel territorio di Nichelino a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del mezzo mobile rispecchiano quelle osservate in siti simili della provincia di Torino. Le soglie di allarme non sono mai state superate per tutti e tre gli inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono), per i quali la normativa prevede tale tipo di limite; sono inoltre rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per biossido di zolfo, il monossido di carbonio ed il benzene.

Per il biossido d'azoto e il PM10 non si sono verificati, superamenti del valore limite giornaliero, ma per questi inquinanti, il periodo estivo è il più favorevole dal punto di vista delle condizioni meteorologiche.

Una valutazione approfondita sul rispetto dei valori limite, sia come media annuale che come media giornaliera (per il PM10) e oraria (per il biossido di azoto), potrà essere fatta al termine della seconda campagna invernale, la più critica per questi parametri. Una considerazione analoga vale per il valore limite annuale del PM2.5

I livelli di ozono hanno raggiunto la massima media oraria di $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e, come si può vedere in Tabella 16, si sono registrati 8 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (massimo della media giornaliera su 8 ore $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La campagna è stata svolta in un periodo di intenso irraggiamento solare, che favorisce la formazione di questo inquinante, tipica del periodo estivo. Complessivamente per l'ozono la situazione nel sito di monitoraggio è analoga a quella di stazioni di fondo urbano o suburbano, come Torino – Lingotto, Borgaro e Orbassano.

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