

**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 AIRASCA, Via Don Romano Grosso c/o Parco Giochi**

**RELAZIONE 1<sup>a</sup> CAMPAGNA (13 - 31 maggio 2011)**



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Dott.ssa Annalisa Bruno	Data:	Firma:
	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Giacomo Castrogiovanni	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 Airasca per la collaborazione prestata.

## INDICE

---

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....</b>	<b>4</b>
<b><i>L'aria e i suoi inquinanti .....</i></b>	<b>5</b>
<b><i>Il Laboratorio Mobile .....</i></b>	<b>7</b>
<b><i>Il quadro normativo .....</i></b>	<b>7</b>
<b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>12</b>
<b><i>Obiettivi della campagna di monitoraggio .....</i></b>	<b>13</b>
<b><i>Elaborazione dei dati meteorologici .....</i></b>	<b>16</b>
<b><i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici .....</i></b>	<b>22</b>
Biossido di zolfo .....	23
Monossido di carbonio .....	25
Ossidi d'azoto .....	28
Benzene e toluene .....	32
Particolato sospeso (PM <sub>10</sub> ) .....	34
Ozono .....	38
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>41</b>
<b>APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</b>	<b>42</b>

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

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

Nella

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



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

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2009", 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

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

 = 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 PM<sub>10</sub>, 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 (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), materiale particolato PM<sub>10</sub>, 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, PM<sub>10</sub>, 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<sub>2.5</sub> e in particolare :

- un **valore limite, espresso come media annuale** , pari 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015;
- un **valore obiettivo , espresso come media annuale** , pari 25 µg/m<sup>3</sup> 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 2009".



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

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
<b>OZONO (O3)</b> (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	SOGLIA DI INFORMAZIONE	media oraria	180 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	SOGLIA DI ALLARME	media oraria	240 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA	media su 8 ore massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>	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 <sup>3</sup> *h come media su 5 anni <sup>(2)</sup>		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 <sup>3</sup> *h <sup>(2)</sup>		
<b>BENZO(a)PIRENE</b> (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITÀ	media mobile valori giornalieri <sup>(3)</sup>	1 ng/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>	-	-

(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/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup>, 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 <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott - 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m <sup>3</sup>	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO <sub>2</sub> ) e OSSIDI DI AZOTO (NO <sub>x</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>x</sub> )	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile	1-gen-2005
PARTICELLE (PM <sub>10</sub> )	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---	1-gen-2010

**Tabella 4** – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)

INQUINANTE	VALORI OBIETTIVO <sup>(1)</sup>
Arsenico	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	20.0 ng/m <sup>3</sup>

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

## ***LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO***

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio nel Comune di Airasca è stata promossa dalla Provincia di Torino in collaborazione con Arpa Piemonte - dipartimento di Torino, in seguito alla richiesta dell'Amministrazione Comunale di effettuare una valutazione specifica della qualità dell'aria nel proprio territorio.

La richiesta del comune di Airasca (protocollo Arpa n. 138405 del 18/12/2009) è stata motivata dalla necessità di controllare l'impatto dovuto alla presenza sul territorio comunale del sito industriale SKF al cui interno la società C&T gestisce una centrale a biomasse, e dalla preoccupazione della popolazione per un presunto peggioramento della qualità dell'aria negli ultimi anni.

La Provincia di Torino, con nota n. 94593 del 02/02/2010, ha accolto la richiesta del comune di Airasca di svolgere una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria. Nello stesso documento, tra le altre importanti considerazioni, l'ente ricorda che, sebbene in ampie zone del territorio non siano rispettati i limiti di legge per inquinanti quali PM<sub>10</sub>, biossido di azoto e ozono, l'analisi dei rilievi degli ultimi anni evidenzia comunque una tendenza al miglioramento della qualità dell'aria presso tutte le centraline della provincia di Torino. Il trend positivo è confermato anche dalle stazioni di misura della rete regionale più prossime al comune di Airasca, e cioè Pinerolo e Vinovo.

Successivamente alla richiesta ufficiale del comune di Airasca, Arpa si è impegnata ad organizzare due campagne di monitoraggio con il Laboratorio Mobile della qualità dell'aria in periodi diversi dell'anno, in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo climatiche. Nello specifico, la prima campagna, oggetto della presente relazione, è stata programmata per il mese di maggio 2011, mentre la seconda si collocherà in un mese invernale del 2012.

Nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione della prima campagna di monitoraggio è stato individuato come idoneo al posizionamento della stazione mobile il seguente sito:

*Via don Romano Grosso c/o parco giochi.  
Coordinate UTM (ED50) Est: 379791  
Nord:4975020*

Il luogo prescelto si trova nella zona occidentale del centro abitato di Airasca. La scelta ha tenuto conto di diversi aspetti: l'ipotetica direzione dei venti prevalenti sul territorio; la possibilità di collegamento alla rete elettrica, indispensabile per il funzionamento degli strumenti di misura; l'esigenza dell'amministrazione comunale di monitorare al meglio l'eventuale impatto del sito industriale sulla popolazione locale.

Le **figure 1 e 2** evidenziano sulla cartografia del comune di Airasca, il sito industriale SKF e il luogo scelto per il posizionamento del mezzo mobile di rilevazione della qualità dell'aria. Le **figure 3 e 3/b** mostrano il dettaglio fotografico del sito di campionamento e del Laboratorio Mobile.

Il monitoraggio è stato condotto dal 13 al 31 maggio, quando il mezzo è stato spento e spostato. Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. Nello specifico i dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 14 al 30 maggio 2011.

Il periodo di campionamento (17 giorni) è stato breve a causa di un ritardo dovuto a problemi tecnici nell'attivazione del collegamento alla rete elettrica. Tuttavia si ritiene che i giorni di misura siano sufficienti per svolgere una prima valutazione della qualità dell'aria.

Per una corretta interpretazione dei dati va sottolineato che le concentrazioni di inquinanti atmosferici rilevate dal laboratorio mobile in uno specifico sito sono riferite ai contributi dell'insieme delle fonti presenti, nonché all'eventuale trasporto da altre aree, in particolare per quanto riguarda inquinanti a carattere parzialmente o totalmente secondario, come biossido di azoto, PM10 e ozono.

In linea generale, inoltre, si ricorda che i dati acquisiti nel corso delle singole campagne condotte con i Laboratori Mobili non permettono di effettuare una trattazione formale 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, in questa prima fase elaborativa, 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.

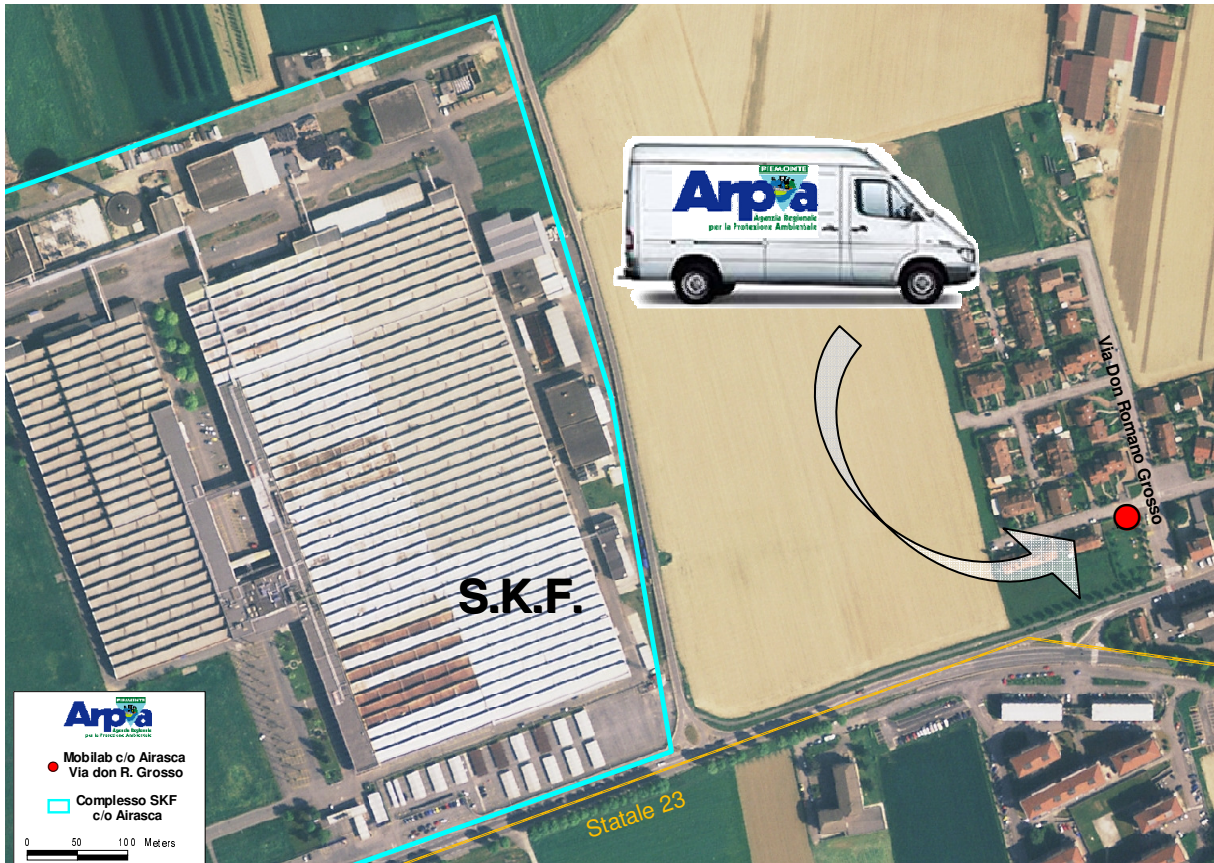
Al termine dell'effettuazione delle due campagne previste, tenuto conto della disponibilità effettiva di dati validi, potranno essere effettuate valutazioni più generali della qualità dell'aria del sito esaminato.

**Figura 1** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Airasca (punto evidenziato in rosso) e del sito industriale SKF (riquadro azzurro)





**Figura 2** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Airasca – dettaglio del sito (punto evidenziato in rosso)



**Figure 3 e Figura 3/b** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Airasca – dettaglio del sito e del Mobilab.



## 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 (**tabella 5**) 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	mbar
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 <sup>2</sup>

La **Figura 4** mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento sono quelli tipici del periodo considerato, con valori massimi generalmente di poco inferiori a 900-1000 W/m<sup>2</sup>, tranne che per il 14 maggio, il giorno più piovoso del periodo, in cui l'intensità della radiazione è scesa a 500 W/m<sup>2</sup>. L'andamento giornaliero ad M del picco di irraggiamento rappresenta un artefatto strumentale dovuto alla probabile presenza sul sito di campionamento di qualche oggetto (forse un lampione) che proiettava la propria ombra sul sensore di misura nelle ore centrali della giornata.

La temperatura media di tutto il periodo (**Figura 5**) è stata di 20.3 °C, superiore di 1 °C a quella registrata nella stazione di misura di Pinerolo nel mese di maggio (19.3 °C). La differenza è dovuta oltre che alla diversa altitudine e vicinanza all'area metropolitana, al fatto che il campionamento ad Airasca non ha tenuto conto della prima parte del mese, quella generalmente più fredda, i cui dati orari avrebbero fatto sicuramente abbassare il valore medio di temperatura del periodo. Il valore minimo orario si è raggiunto il 16 maggio con 8 °C, mentre il valore massimo è stato rilevato il 24 maggio con 30.6 °C.

Per quanto riguarda l'umidità relativa (**Figura 5**), capita che nella stessa giornata si registrino i valori minimi e massimi del periodo; ad esempio dal 95 al 15% durante il 15 maggio, in cui nelle ore notturne si esaurisce il fenomeno piovoso in atto dal giorno precedente e il 27 maggio, caratterizzato da un evento temporalesco nella prima parte della mattinata cui segue un repentino abbassamento dell'umidità relativa dal 90 al 22%.

La stabilità meteorologica durante il periodo di campionamento è evidenziata dalla curva dell'umidità relativa che, tranne nei giorni piovosi (14, 26 e 27 maggio), presenta un andamento regolare, inverso rispetto a quello della temperatura: i valori più alti infatti si registrano nelle ore notturne e quelli più bassi nelle ore centrali della giornata.

Nel corso di tutta la campagna il campo pressorio si è attestato tra i 950 ed i 992 mbar (**Figura 6**).

In definitiva, il periodo monitorato è stato caratterizzato da due fenomeni di instabilità atmosferica: il 14-15 maggio, in cui si è verificato un evento piovoso poco intenso (0,6 mm nella giornata del 14 maggio) con velocità del vento massima pari a 3.8 m/s; e il 26-27 maggio con lo stesso massimo di velocità del vento e la medesima quantità di precipitazioni (0,6 mm), distribuita nei due giorni.



L'anemologia del sito in esame è influenzata dalla presenza dei rilievi montuosi delle valli più prossime (val Sangone e val di Susa). Si osserva un regime caratteristico con ciclo giornaliero che dà origine ai fenomeni della brezza di valle e della brezza di monte.

**Brezza di valle:** al mattino le pareti dei monti si scaldano per effetto dell'insolazione e l'aria ad essi adiacente si riscalda, forma cumuli e sale lungo i pendii della valle.

Questa brezza ascendente di aria calda è fortemente turbolenta con capacità di diluizione effettiva degli inquinanti e ha uno spessore notevole (circa 100 metri).

**Brezza di monte:** di notte l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso la valle lungo il fianco delle montagne.

Questa brezza discendente è una lama d'aria molto sottile (circa 10 metri di spessore) che scende lungo i fianchi delle montagne verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa con velocità in funzione della pendenza del fondo valle.

Quando vi è una situazione di vento di valle che trascina in quota gli inquinanti vi è un rimescolamento rapido con le masse d'aria presenti in quota che disperdono gli inquinanti, questa situazione è fondamentale per la pulizia dell'aria della valle.

E' importante osservare che la configurazione e la direzione di tali brezze non sono necessariamente conformi con il vento di quota che sposta le masse su grande scala territoriale.

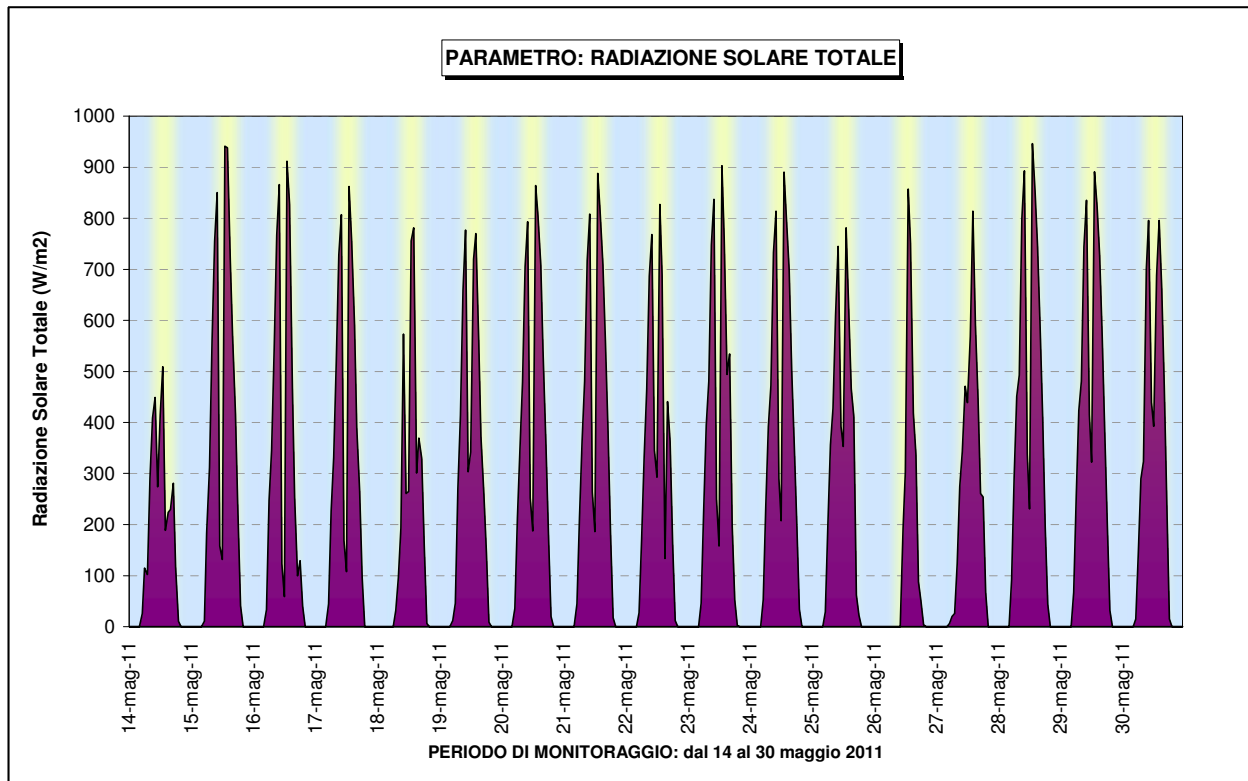
L'elaborazione relativa alla direzione dei venti complessiva (**Figura 8**) indica che buona parte degli episodi è compresa tra il settore E -ESE ed il settore N-NW. Esaminando più nel dettaglio la situazione è possibile evidenziare una rosa dei venti diversa fra periodo diurno e notturno (**Figura 9** e **Figura 10**); nel primo caso si ha un numero significativo di accadimenti nel settore E-ESE mentre nelle ore notturne la direzione di provenienza dei venti si colloca quasi esclusivamente nel settore N-NW.

Osservando la cartografia del comune di Airasca (vedi **Figura 1**) appare chiaro che le emissioni dell'SKF possono influenzare la qualità dell'aria di Airasca soprattutto durante la notte, quando i venti provengono dalla direzione nord-nordovest e il sito industriale si trova quindi sopravento rispetto all'abitato; al contrario nelle ore diurne i venti provengono prevalentemente dalla direzione est-sudest ed è quindi l'abitato di Airasca a trovarsi sopravento rispetto alla SKF.

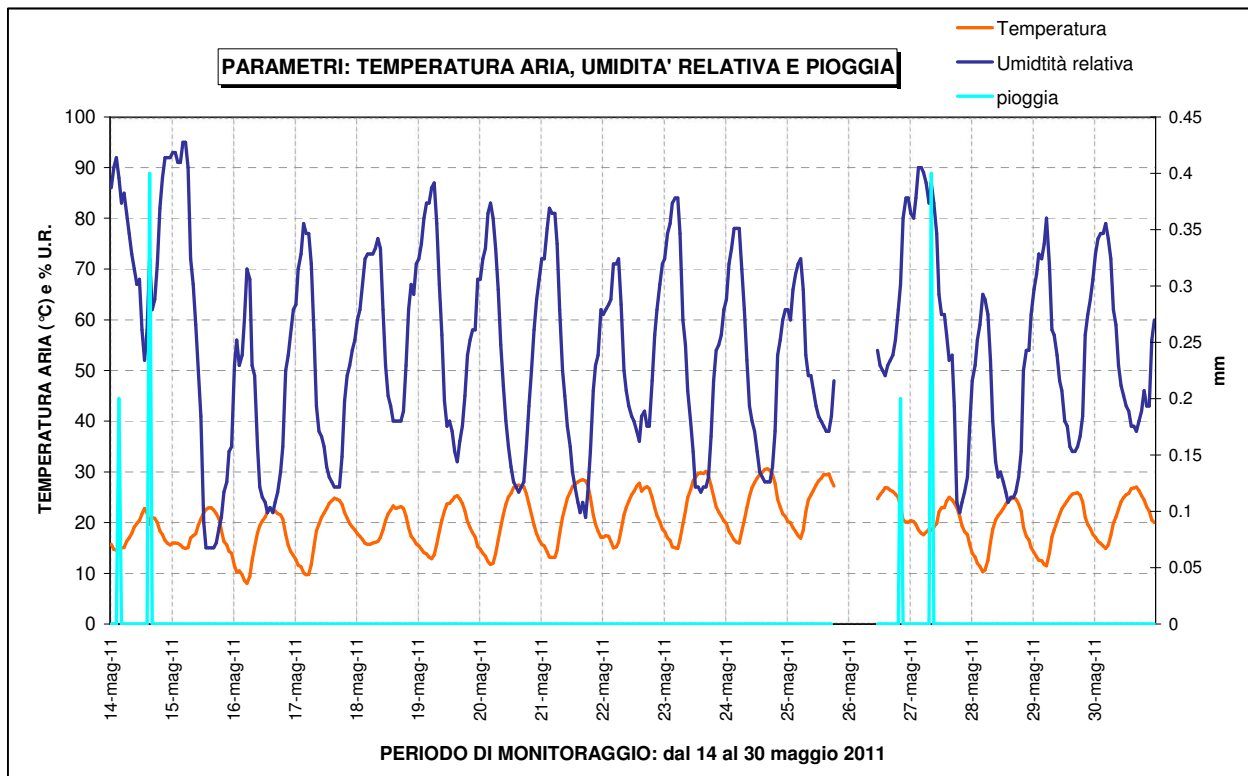
**Tabella 5** – Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m <sup>2</sup>	°C	%	mbar	m/s
Minima media giornaliera	151.8	16.2	42.6	981	0.52
Massima media giornaliera	307.5	24.0	76.8	991	1.58
Media delle medie giornaliere	249.2	20.2	53.9	988	0.84
Giorni validi	16	16	16	16	16
Percentuale giorni validi	94%	94%	94%	94%	94%
Media dei valori orari	248.0	20.3	54.2	987	0.84
Massima media oraria	946.0	30.6	95.0	992	3.80
Ore valide	392	392	392	392	391
Percentuale ore valide	96%	96%	96%	96%	96%

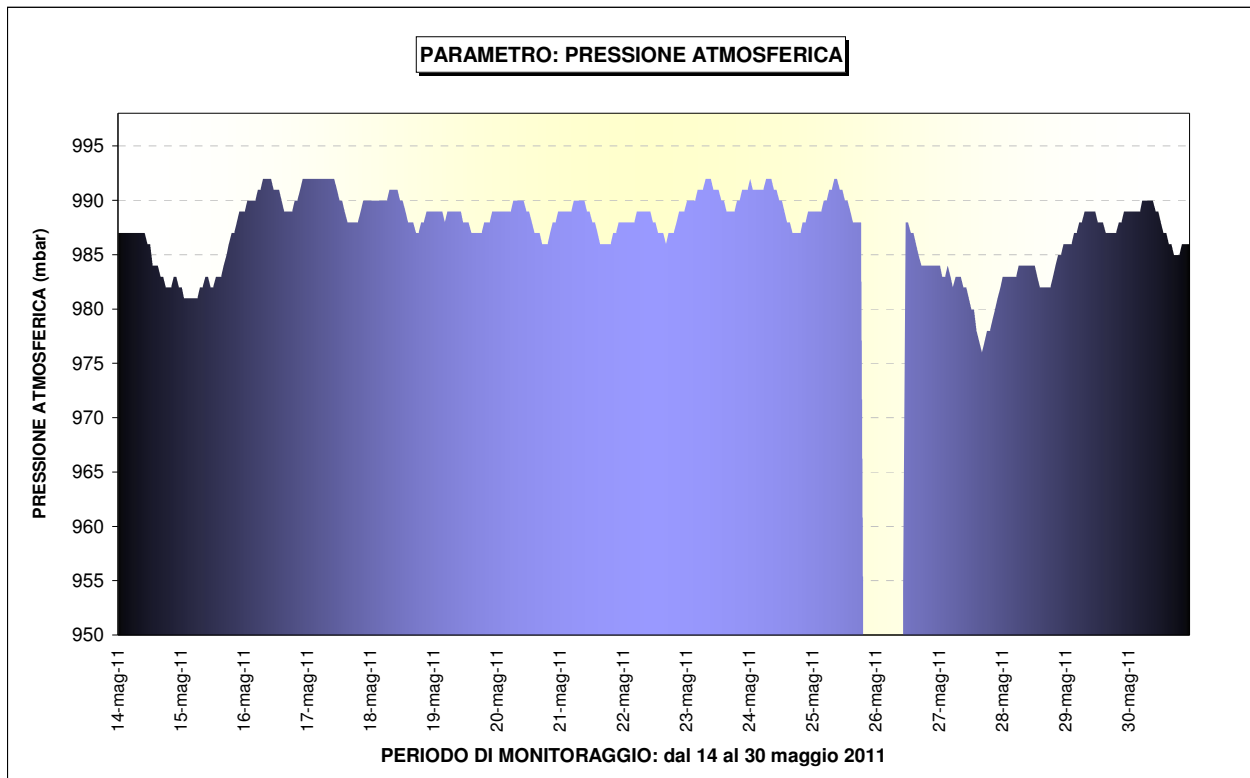
**Figura 4** Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio



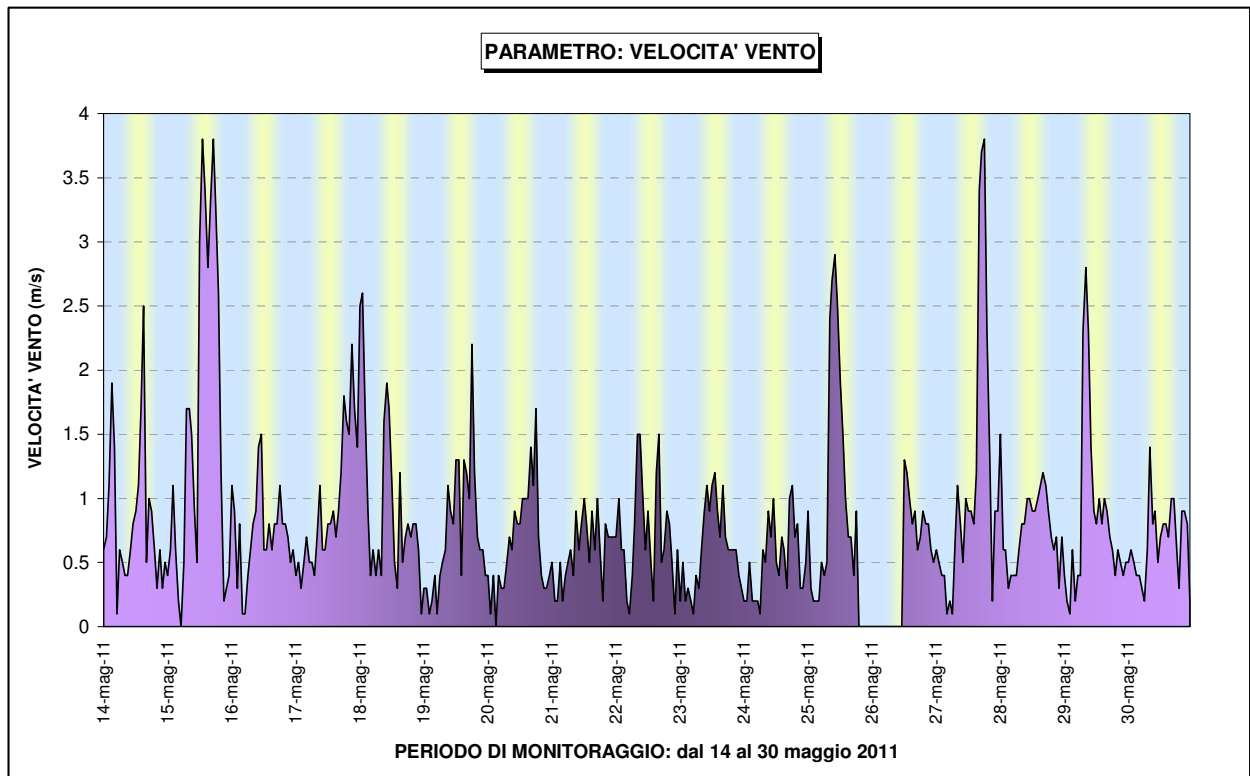
**Figura 5** – Andamento di temperatura, 'umidità relativa e precipitazioni durante la campagna di monitoraggio



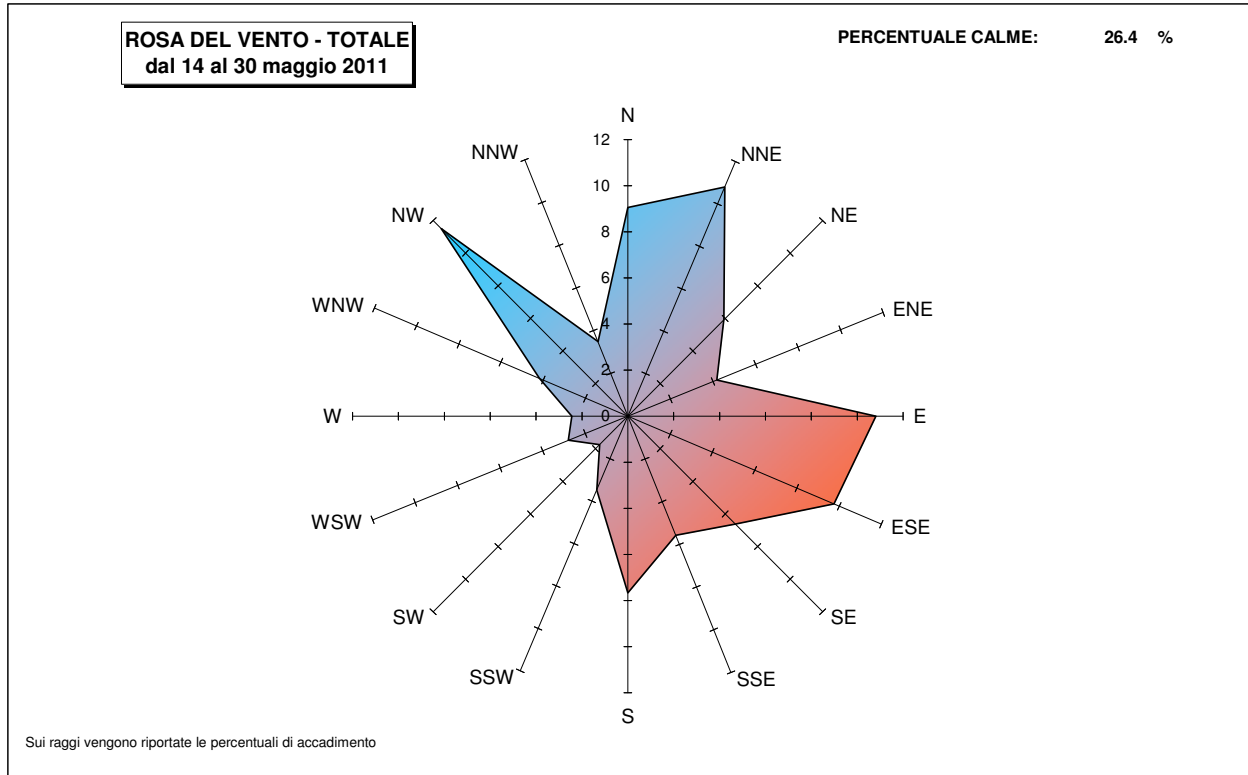
**Figura 6**– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio



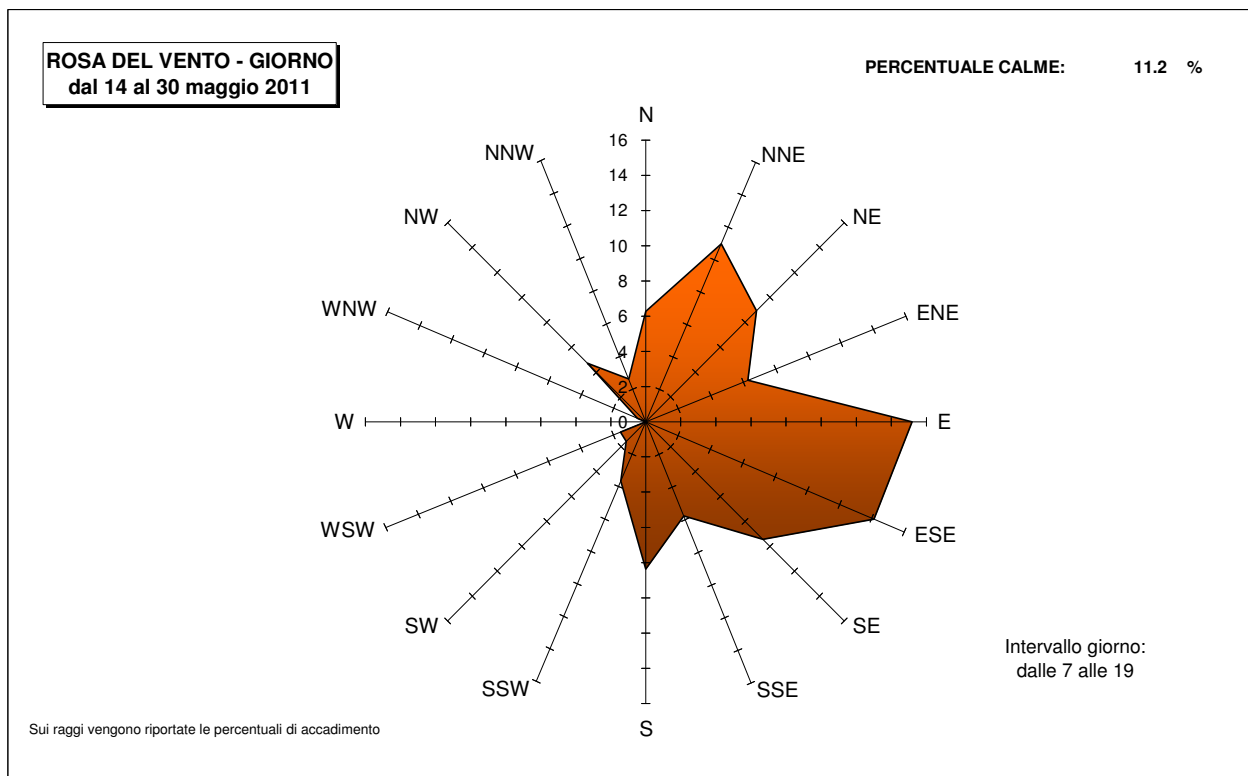
**Figura 7**– Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio



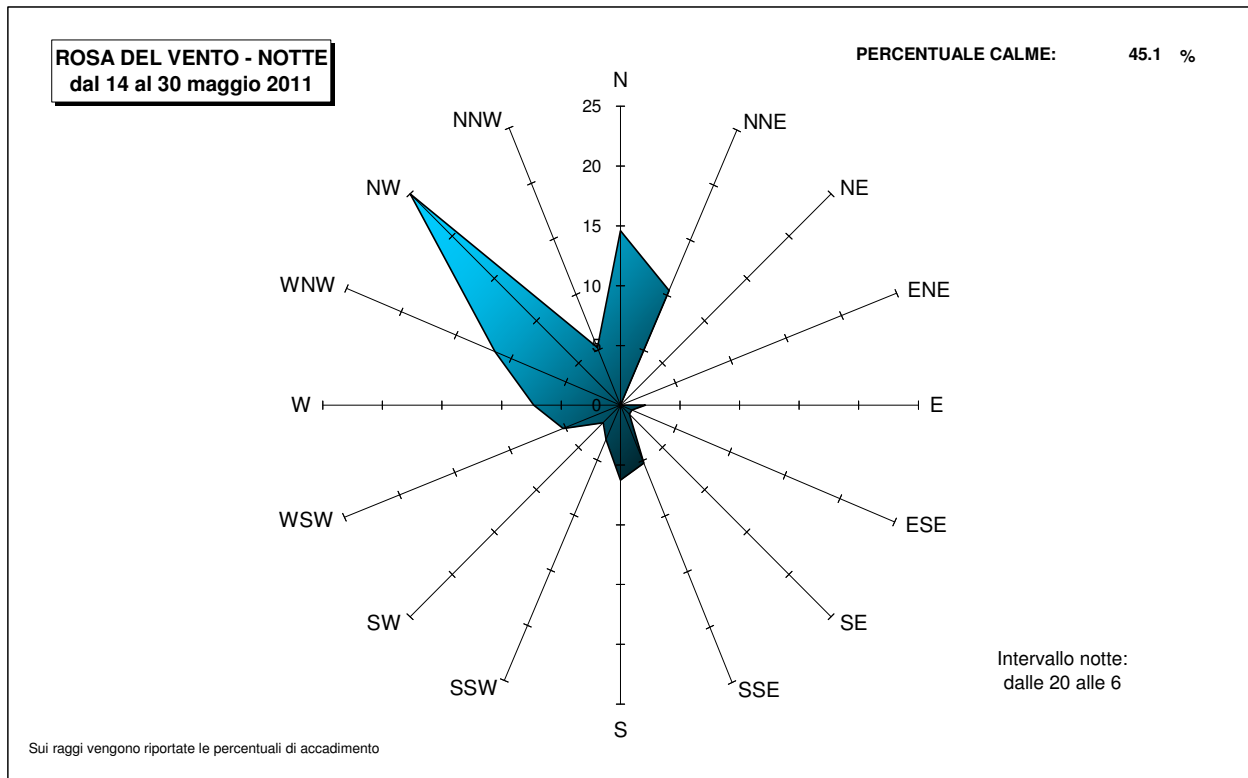
**Figura 8** – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio



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



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



## ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

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

Benzene	$C_6H_6$	$\mu g/m^3$
Bossido di azoto	$NO_2$	$\mu g/m^3$
Biossido di zolfo	$SO_2$	$\mu g/m^3$
Monossido di azoto	$NO$	$\mu g/m^3$
Monossido di carbonio	$CO$	$mg/m^3$
Ozono	$O_3$	$\mu g/m^3$
Particolato sospeso $PM_{10}$	$PM_{10}$	$\mu g/m^3$
Toluene	$C_6H_5CH_3$	$\mu g/m^3$

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 SO<sub>2</sub> derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (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: a causa del riscaldamento domestico, infatti, i valori massimi si raggiungono durante la stagione invernale. Fino a pochi anni fa, il biossido di zolfo era considerato uno degli inquinanti atmosferici più problematici, a causa delle elevate concentrazioni rilevate nell'aria e degli effetti negativi sull'uomo e sull'ambiente. Negli ultimi anni, da quando la normativa ha imposto la limitazione del contenuto di zolfo nei combustibili, si osserva la progressiva diminuzione di questo inquinante le cui concentrazioni sono scese ben al di sotto dei limiti di legge.

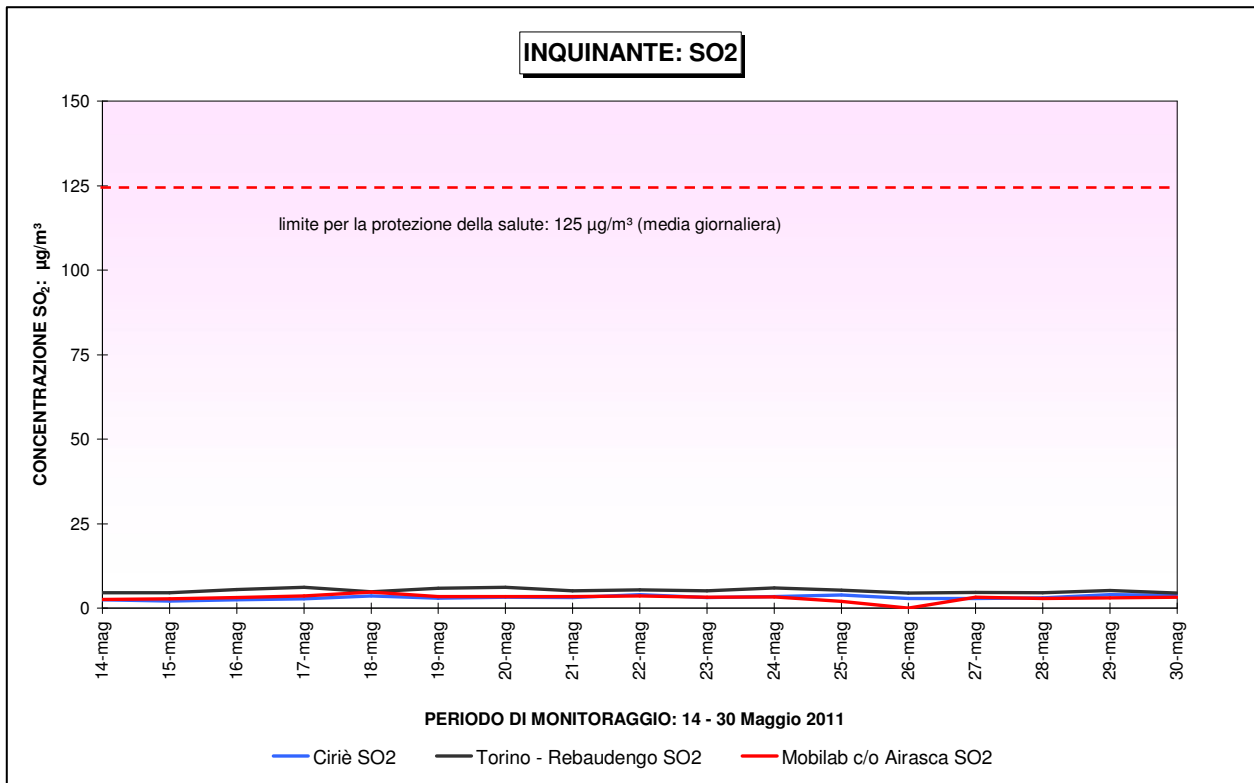
I livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo misurato nel Comune di Airasca con il laboratorio mobile, sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (**Tabella 6**, **Figura 11** e **Figura 12**). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 4.7 µg/m<sup>3</sup>, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m<sup>3</sup>. La massima media oraria è pari a 7.3 µg/m<sup>3</sup>, viene quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m<sup>3</sup> dal D.Lgs. 155/2010. Nella **Figura 12** sono stati messi a confronto gli andamenti di SO<sub>2</sub> della stazione mobile posizionata ad Airasca con i dati di due stazioni della rete fissa di monitoraggio: una urbana residenziale di fondo (Cirié), rappresentativa di una tipologia territoriale non dissimile da quello oggetto di indagine e una di traffico urbano (Torino Piazza Rebaudengo). Come atteso, Il grafico mostra che l'andamento di SO<sub>2</sub> del laboratorio mobile è comparabile con quello registrato nel comune di Cirié e decisamente inferiore alle misurazioni della stazione di traffico urbano.

In generale questo parametro non mostra alcuna criticità, poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

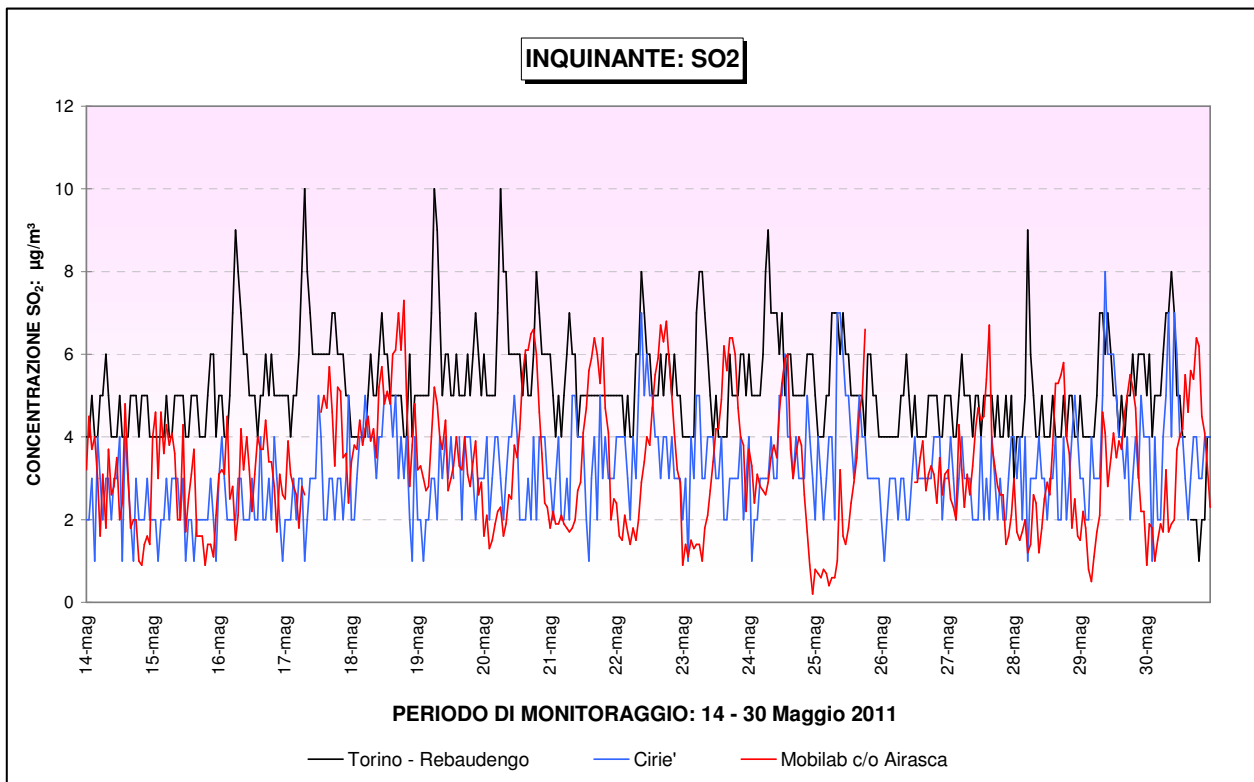
**Tabella 6** – Dati relativi al biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	2.1
Massima media giornaliera	4.7
Media delle medie giornaliere (b):	3.2
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	3.3
Massima media oraria	7.3
Ore valide	386
Percentuale ore valide	95%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	<b>0</b>

**Figura 11** – SO<sub>2</sub>: confronto con il limite di legge (media giornaliera)



**Figura 12** – SO<sub>2</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse





## 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. Si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera e infatti, a differenza degli altri inquinanti, in questo caso l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare i gas di scarico dei veicoli a benzina. Le maggiori concentrazioni di CO in emissione si producono quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione, ecco perché i valori più elevati si raggiungono in zone caratterizzate da intenso traffico rallentato.

Per ciò che concerne gli effetti sulla salute dell'uomo occorre dire che 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, concentrazioni elevatissime di CO possono portare anche alla morte per asfissia. Tuttavia la carbossemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

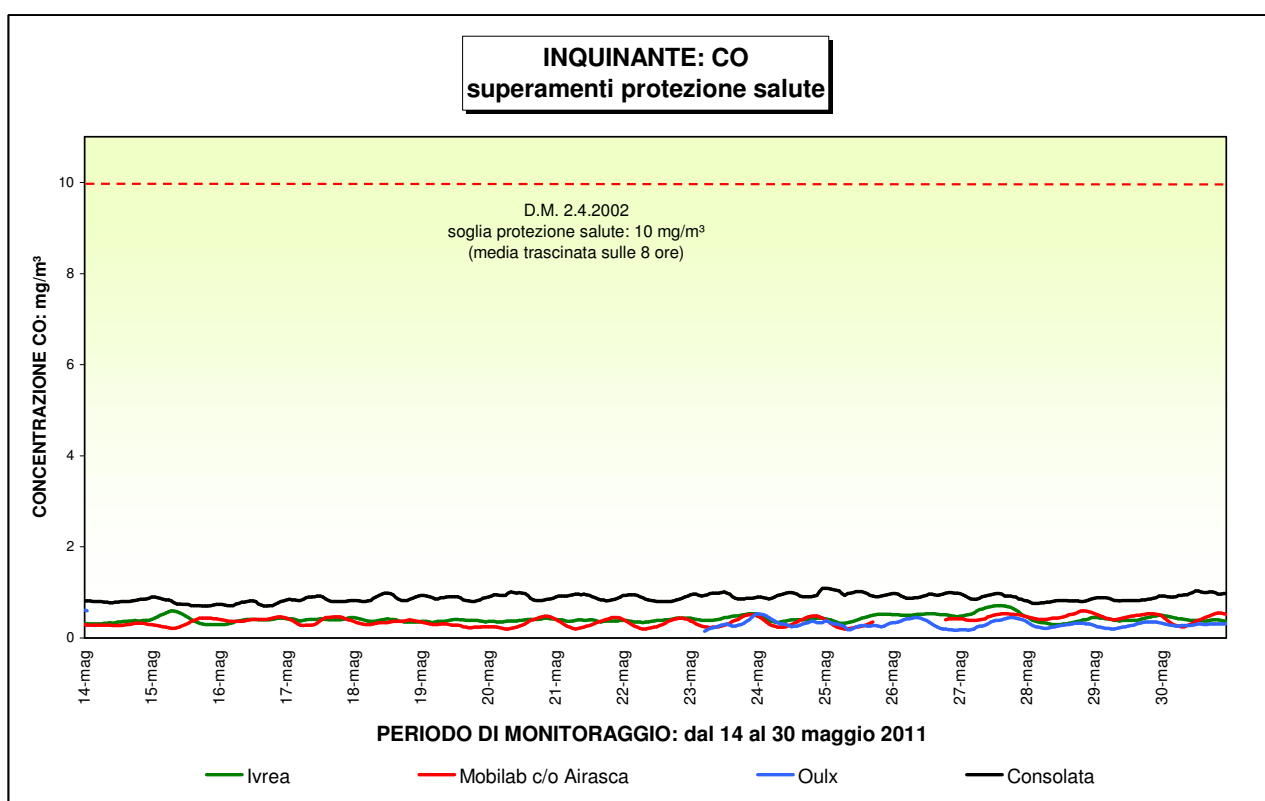
Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli ed i valori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

**Tabella 7** – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

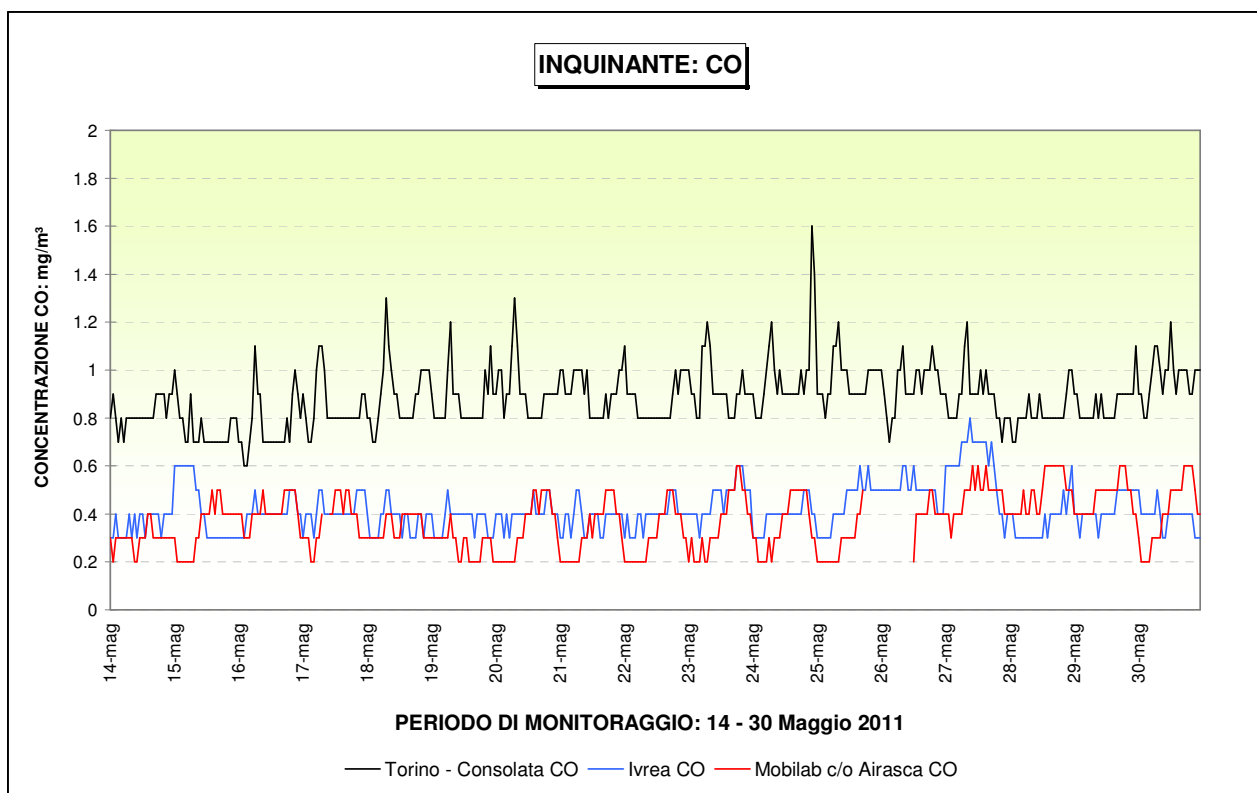
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.5
Media delle medie giornaliere (b):	0.4
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	0.6
Ore valide	388
Percentuale ore valide	95%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.4
Massimo medie 8 ore	0.6
Percentuale medie 8 ore valide	95%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u>	<b>0</b>

I dati misurati durante la campagna nel Comune di Airasca (**Tabella 7**) confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Il DLgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di  $10 \text{ mg/m}^3$ , calcolato come media su otto ore consecutive; ampiamente rispettato dal sito in esame, infatti, sia il valore massimo su otto ore sia la massima media oraria sono pari a  $0.6 \text{ mg/m}^3$  (**Figura 13**). Nelle **Figure 14** e **15** viene riportato il confronto con le stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio ad Ivrea e Torino-Consolata, rispettivamente di fondo suburbano residenziale e di traffico urbano. Dai grafici si nota la completa sovrapposibilità tra l'andamento dei dati rilevati ad Airasca e di quelli registrati ad Ivrea, mentre i valori di CO misurati dal laboratorio mobile risultano nettamente inferiori (come atteso) a quelli della stazione torinese di traffico urbano.

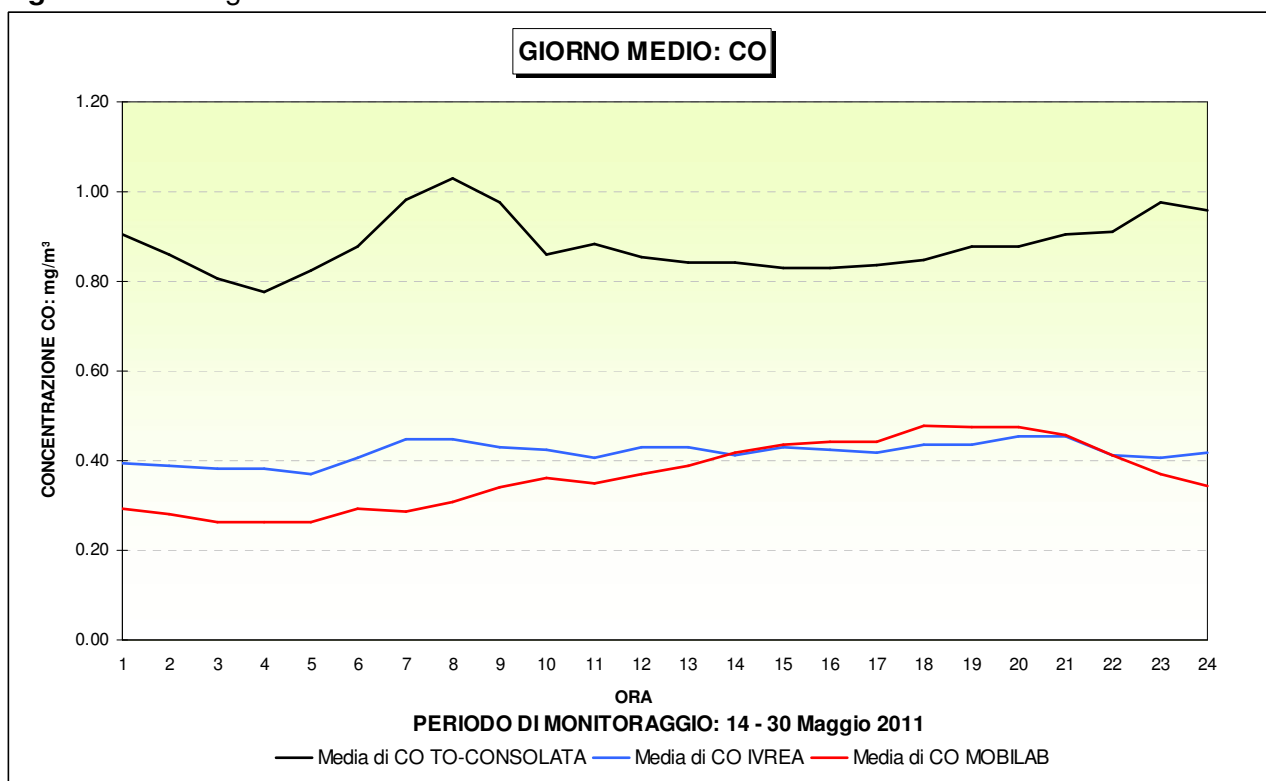
**Figura 13** – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)



**Figura 14** – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazioni fisse di Ivrea e Torino Consolata



**Figura 15** – CO: giorno medio 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.

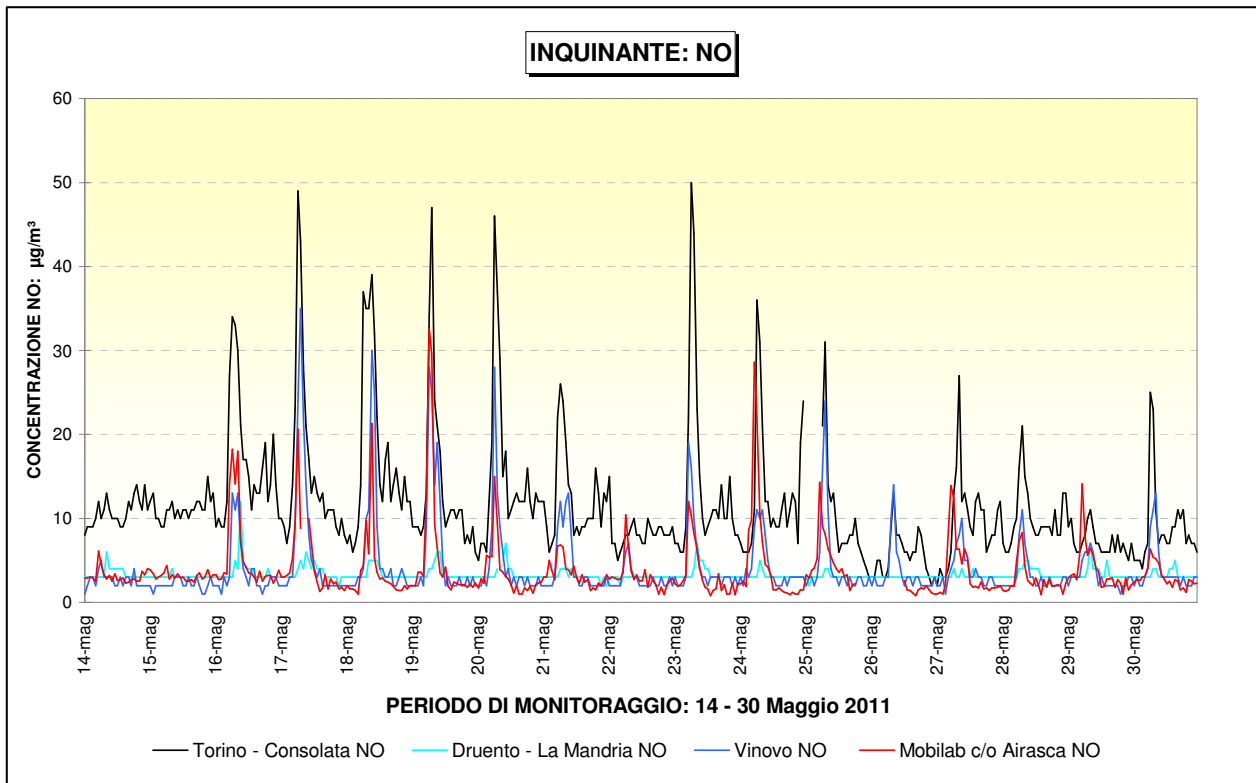
Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il **monossido di azoto**, viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

, Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Airasca il livello di NO si mantiene molto basso (**Tabella 8**), in linea con il periodo di monitoraggio e con gli andamenti registrati nelle stazioni della rete di monitoraggio regionale prese come riferimento (Venaria - La Mandria e Vinovo). La massima media oraria registrata è pari a 32.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e il valore medio dell'intera campagna è di 3.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; nella seconda campagna di monitoraggio si troveranno probabilmente dei valori più elevanti, essendo gli ossidi di azoto inquinanti a carattere prevalentemente invernale. Il grafico del giorno medio mostra inoltre che tutte le stazioni di misura presentano un massimo (curva a campana) nelle stesse ore del mattino (6-9), a dimostrazione della sua origine da traffico veicolare, in assenza di altri processi combustivi in atto.

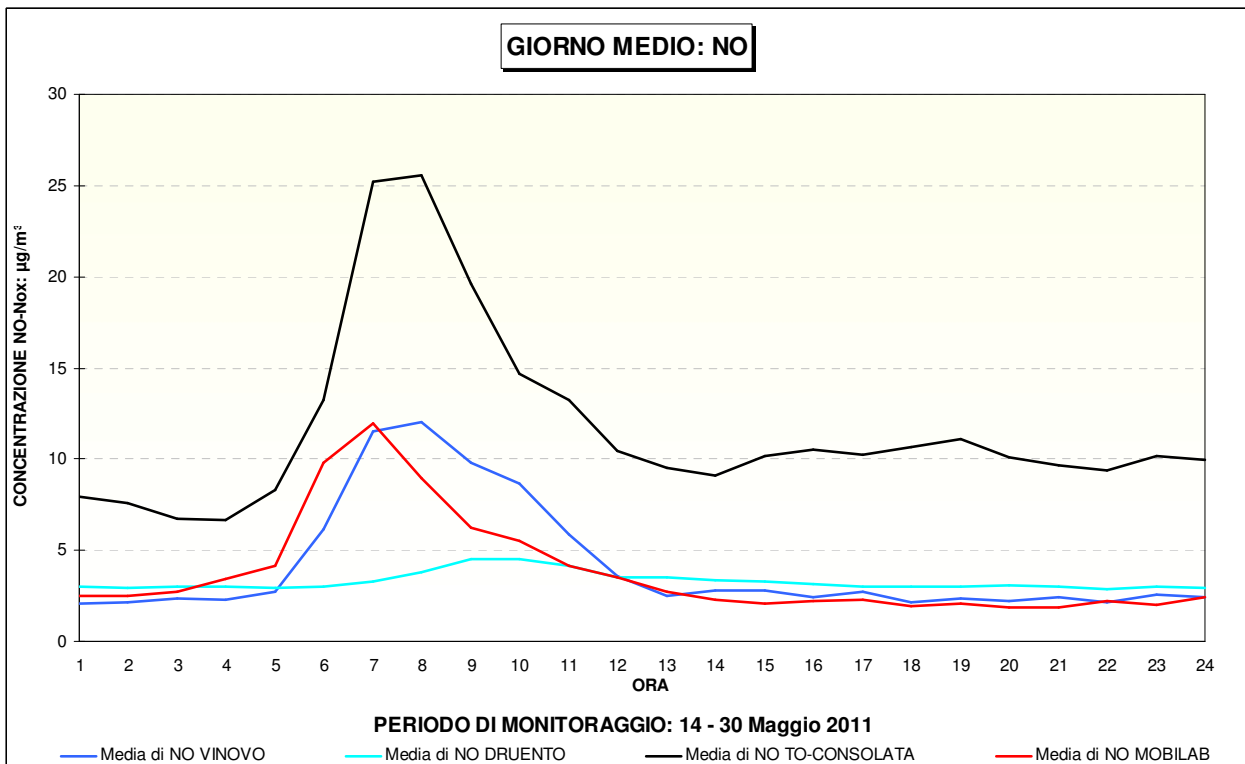
**Tabella 8** – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Minima media giornaliera	2.7
Massima media giornaliera	5.8
Media delle medie giornaliere	3.9
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	3.8
Massima media oraria	32.6
Ore valide	389
Percentuale ore valide	95%

**Figura 16** – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura



**Figura 17** – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura



Il **biossido di azoto** (NO<sub>2</sub>) è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici più 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 NO<sub>2</sub> è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e in parte prodotto indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto (NO) nell'ambito di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Durante la campagna non si è avuto alcun superamento del limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup> (la normativa prevede che non venga superato più di 18 volte in un anno), come è normale succeda trattandosi di un monitoraggio in un'area residenziale suburbana durante l'inizio del semestre estivo, quando i livelli di NO<sub>2</sub>, un inquinante a criticità tipicamente invernale, si abbassano notevolmente.

Il livello medio orario di NO<sub>2</sub> misurato a Airasca nel periodo indagato è pari a 18.4 µg/m<sup>3</sup>. Tale concentrazione è confrontabile con il livello misurato nella stazione di Vinovo e leggermente superiore a quello di Druento, una stazione di fondo rurale all'interno del Parco Regionale della Mandria.

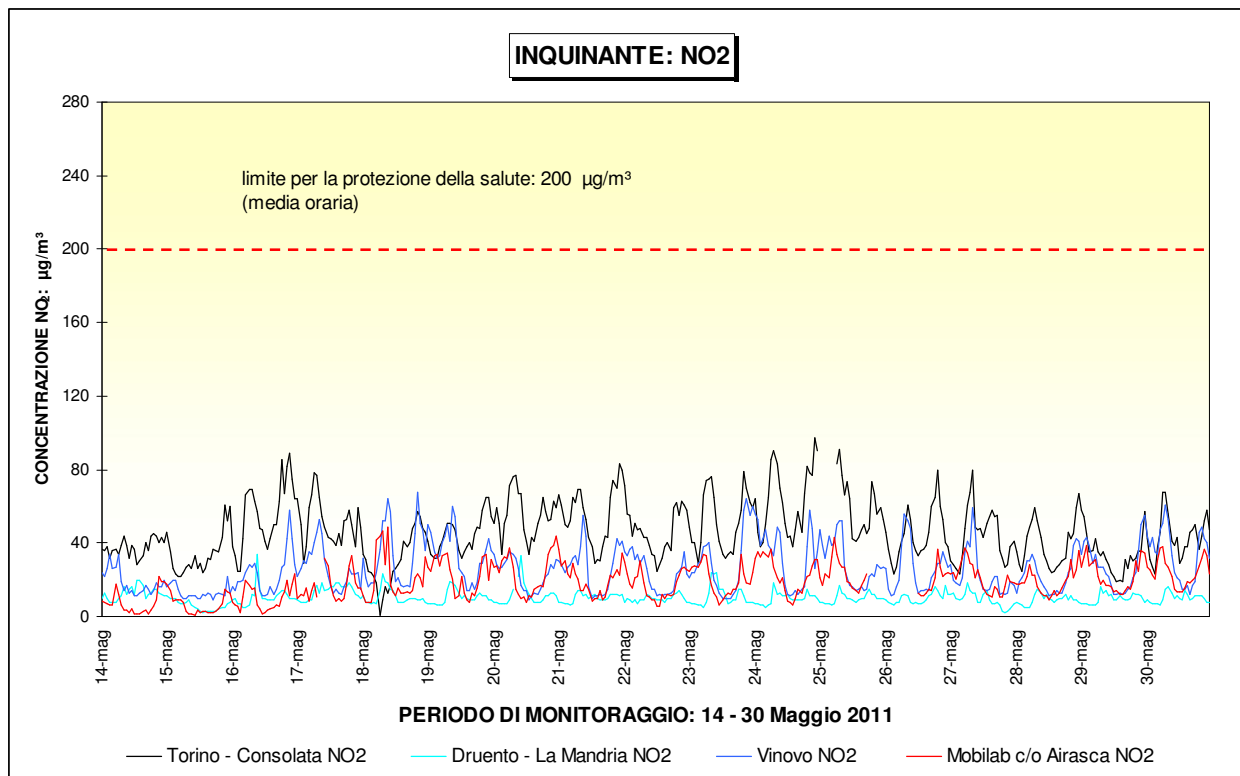
Osservando il grafico di **Figura 19**, che riporta il giorno medio (calcolato con le modalità indicate a pag.22), si nota che l'andamento del NO<sub>2</sub> nelle tre stazioni a confronto, è caratterizzato da una campana che coinvolge diverse ore del mattino e da un picco serale.

Ulteriori considerazioni riguardo all'inquinante NO<sub>2</sub> verranno fatte alla fine della seconda campagna di monitoraggio invernale in cui si valuterà il rispetto del limite annuale per la protezione della salute di 40 µg/m<sup>3</sup> come prescritto dal D.Lgs 155 del 13/08/2010.

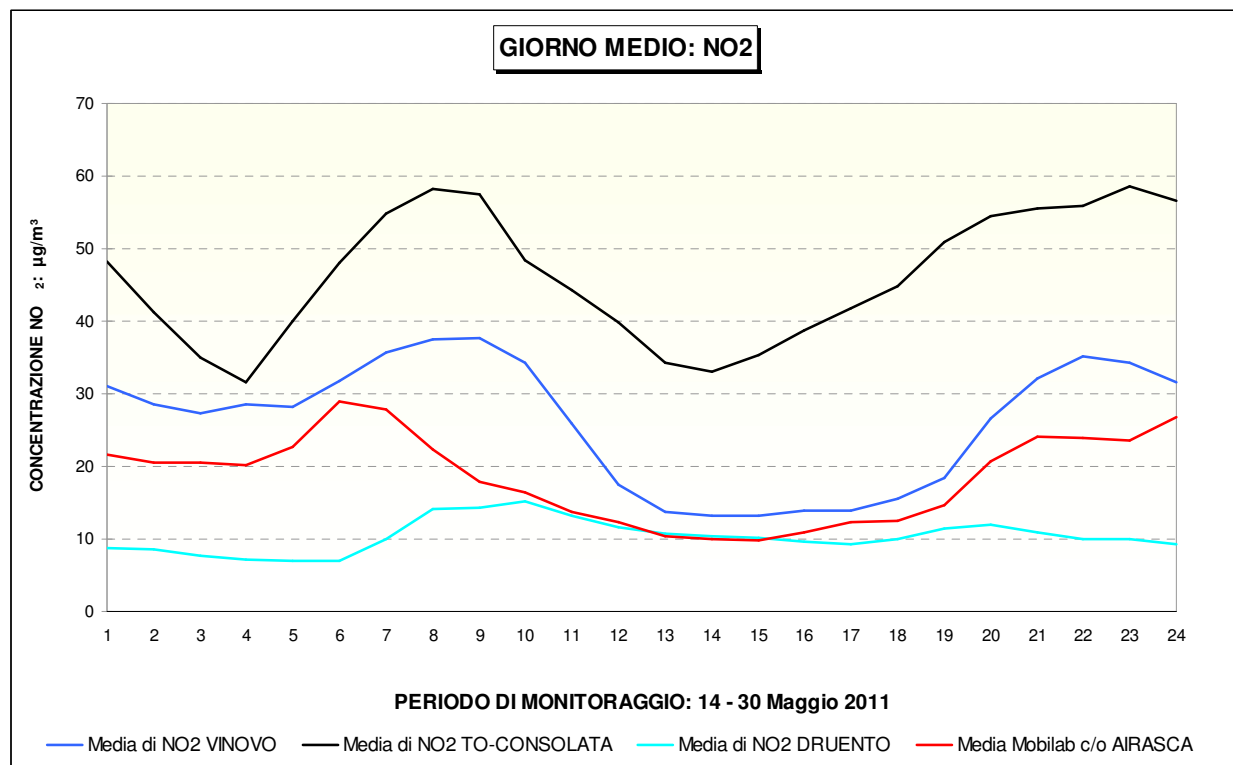
**Tabella 9** – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	6.5
Massima media giornaliera	24.1
Media delle medie giornaliere (b):	18.5
Giorni validi	16
Percentuale giorni validi	94%
Media dei valori orari	18.4
Massima media oraria	48.9
Ore valide	388
Percentuale ore valide	95%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	<b>0</b>

**Figura 18** – NO<sub>2</sub> : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 19** – NO<sub>2</sub> : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



## Benzene e Toluene

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

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate dall'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 all'uno per cento il tenore massimo di benzene nelle benzine. a partire dal 1 luglio 1998.

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. In seguito a esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo. Un'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 (D.Lgs 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. Il confronto con il limite di legge sarà possibile solo una volta terminata anche la seconda campagna di misura.

Durante il monitoraggio nel Comune di Airasca è stata determinata una concentrazione media pari a  $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (**Tabella 10**) ed in generale i valori sono ricompresi tra  $0.4$  e  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , come media oraria. E' importante sottolineare che l'inverno è il periodo più critico per tale inquinante, mentre si registrano valori più bassi nel periodo estivo. I valori misurati ad Airasca sono inoltre decisamente inferiori a quelli registrati nelle due stazioni di monitoraggio della rete in cui viene determinato il benzene (Torino Rubino e Torino Consolata).

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida date nel 2000 dall'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.

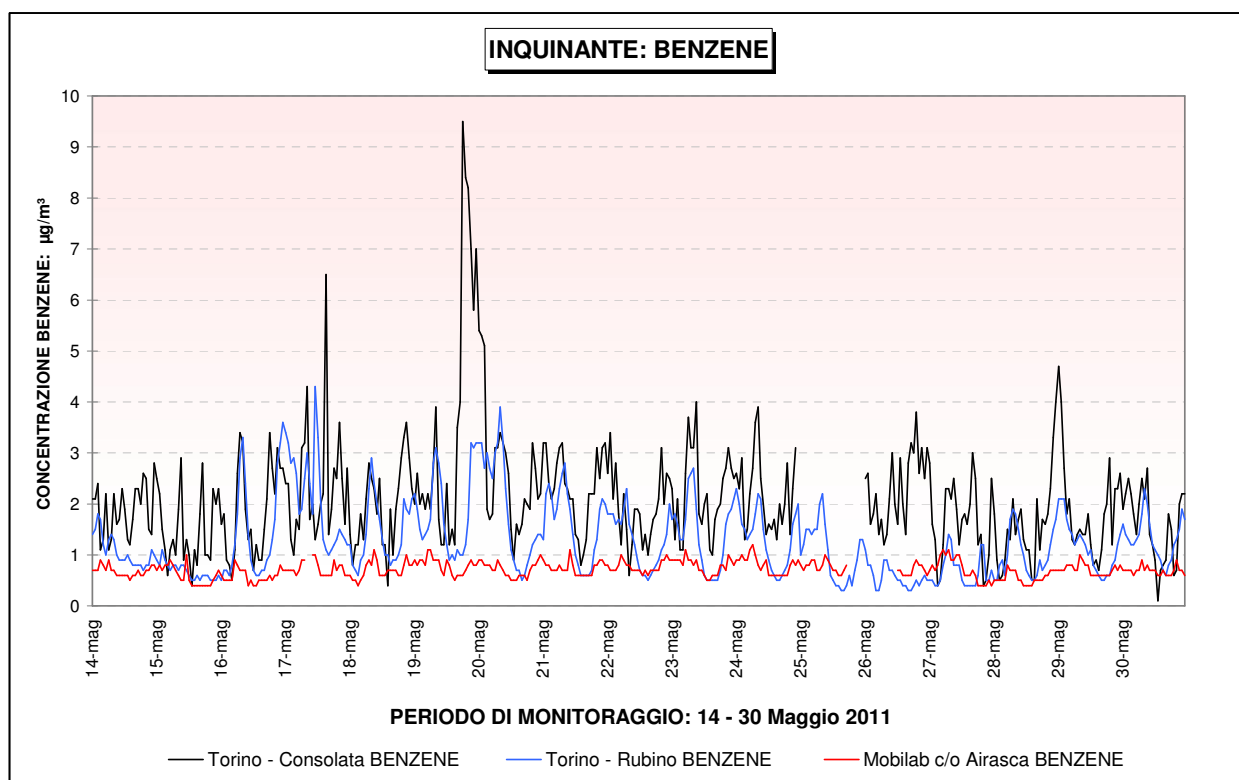
Nella prima campagna di Airasca la massima media giornaliera di toluene è pari a  $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre la massima media oraria è di  $9.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in entrambi i casi si tratta di concentrazioni ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS (**Tabella 10**).



**Tabella 10** – Dati relativi al benzene e al toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Benzene	Toluene
Minima media giornaliera	0.6	3.4
Massima media giornaliera	0.8	4.5
Media delle medie giornaliere	0.7	3.9
Giorni validi	16	16
Percentuale giorni validi	94%	94%
Media dei valori orari	0.7	3.9
Massima media oraria	1.2	9.8
Ore valide	388	388
Percentuale ore valide	95%	95%

**Figura 20** – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con altre stazioni di riferimento



## Particolato Sospeso (PM10)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme del 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 potendo 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 solo per il particolato PM<sub>10</sub>, la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm. Si tratta della componente più pericolosa del particolato perché in grado di raggiungere facilmente la trachea e i bronchi, dove gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM<sub>2.5</sub> (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Durante la campagna ad Airasca sono state eseguite misure di particolato fine PM<sub>10</sub>, per il quale sono disponibili 12 misure su 17 giornate di monitoraggio effettivo, pari al 71% di valori validi. La figura 21 mostra come nel periodo di campionamento non vi siano stati superamenti del limite giornaliero del PM<sub>10</sub> di 50 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte per anno civile). La media dei valori di particolato PM<sub>10</sub> è di 31 µg/m<sup>3</sup>.

In **Figura 22** vengono confrontati i valori di PM<sub>10</sub> registrati ad Airasca con quelli misurati nelle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Pinerolo, Druento La Mandria e Torino Consolata, per le quali, come per il sito in esame, non si evidenziano superamenti del limite giornaliero.

La **Tabella 12** e la **Figura 23** evidenziano tuttavia che il valore medio di PM<sub>10</sub> si colloca tra i più elevati della provincia di Torino durante il periodo di campionamento in esame. Sono necessarie a questo punto alcune considerazioni.

Innanzitutto va sottolineato che il PM<sub>10</sub> è un inquinante i cui valori più elevati si raggiungono nei mesi invernali; nel periodo estivo i valori si abbassano in tutto il territorio regionale, minimizzando le differenze tra le varie stazioni di monitoraggio. Per questo motivo non può essere ritenuta significativa una differenza dell'ordine dei 5 µg/m<sup>3</sup> tra la media dei valori di PM<sub>10</sub> calcolata ad Airasca e quella stimata in stazioni simili per posizione e tipologia quali ad esempio Pinerolo.

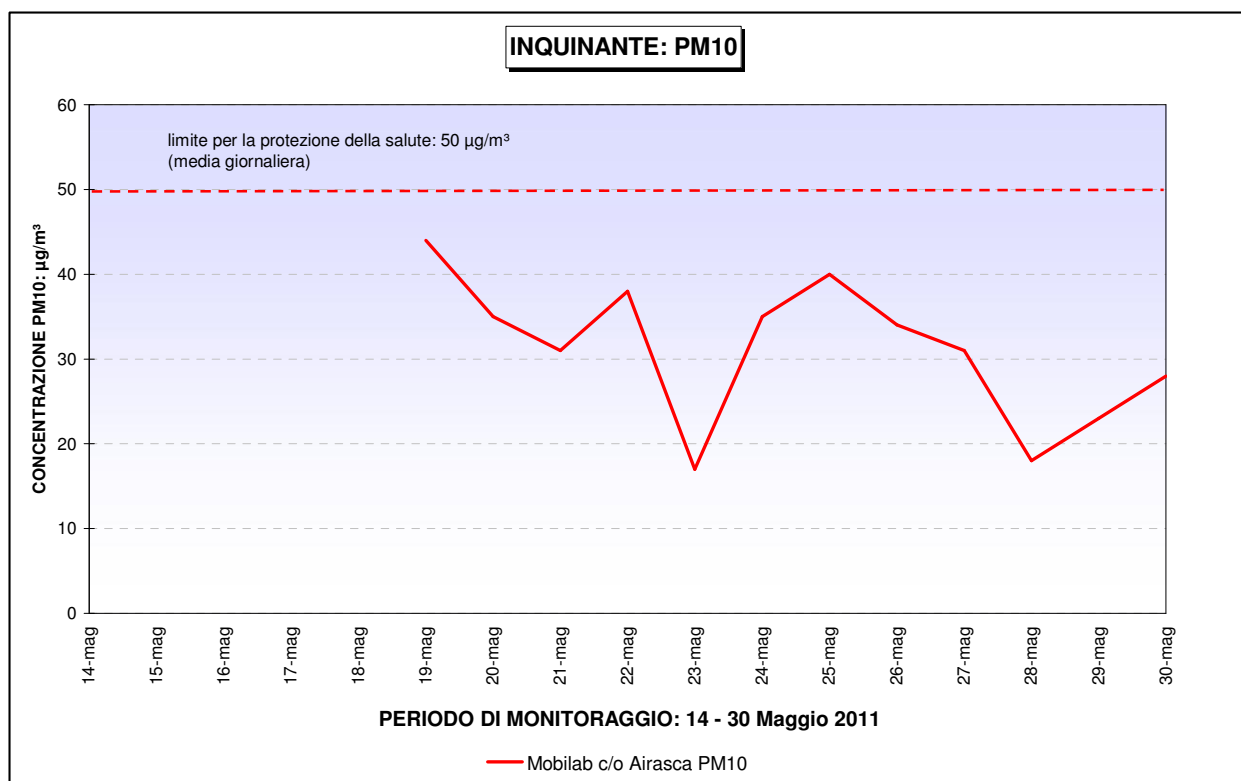
In secondo luogo, si deve considerare che per il parametro PM<sub>10</sub>, a differenza degli altri inquinanti, il tempo di campionamento è stato relativamente ridotto (12 giorni) a causa di un guasto allo strumento di misura nei primi giorni della campagna di monitoraggio, quando nelle stazioni di misura provinciali si sono rilevati, i valori più bassi del periodo.

Per un corretto inquadramento del sito di monitoraggio nel contesto provinciale è quindi necessario attendere i risultati della seconda campagna, quando si avrà a disposizione un numero statisticamente significativo di dati giornalieri. Come nel caso del biossido di azoto nella seconda relazione il Dipartimento scrivente provvederà ad effettuare una stima del valore medio annuale del PM10 per evidenziare il rispetto o meno nel sito in esame del valore limite, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

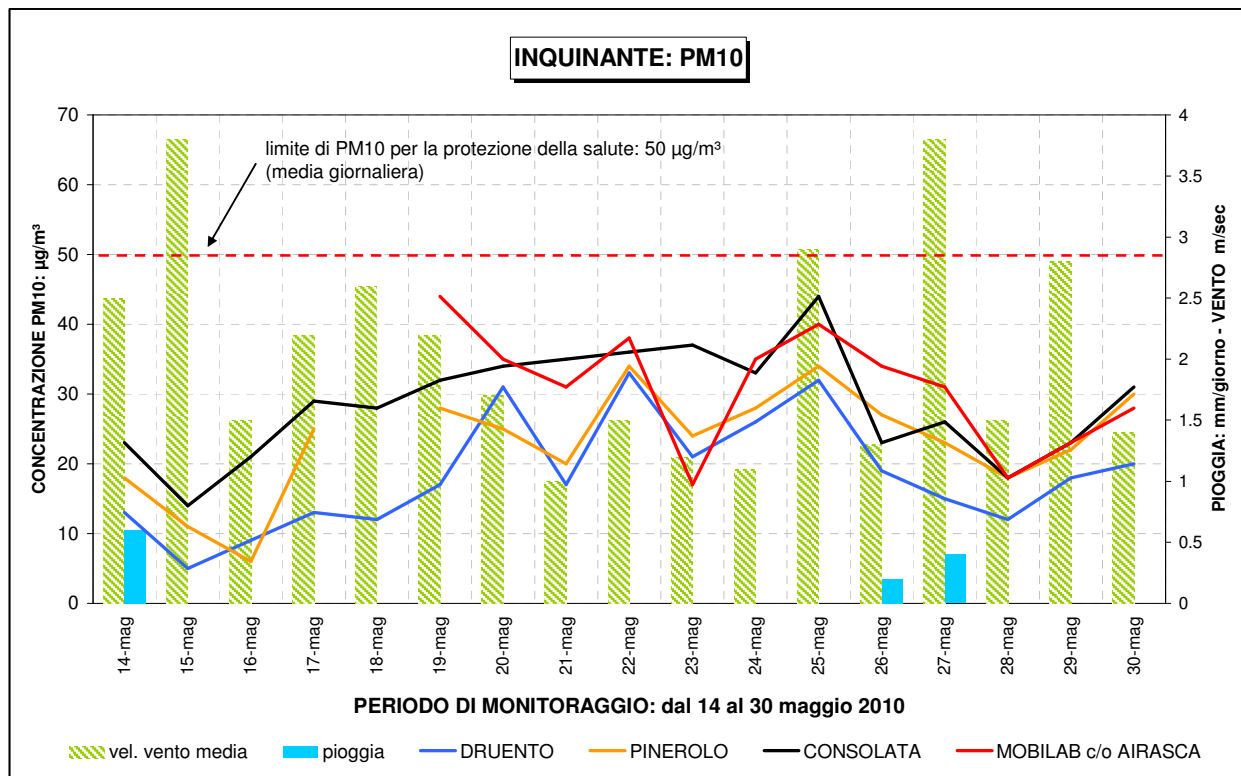
**Tabella 11** – Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) presso il sito di monitoraggio

Minima media giornaliera	17.0
Massima media giornaliera	44.0
Media delle medie giornaliere	31
Giorni validi	12
Percentuale giorni validi	71%
<b>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</b>	<b>0</b>

**Figura 21** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub> : confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute



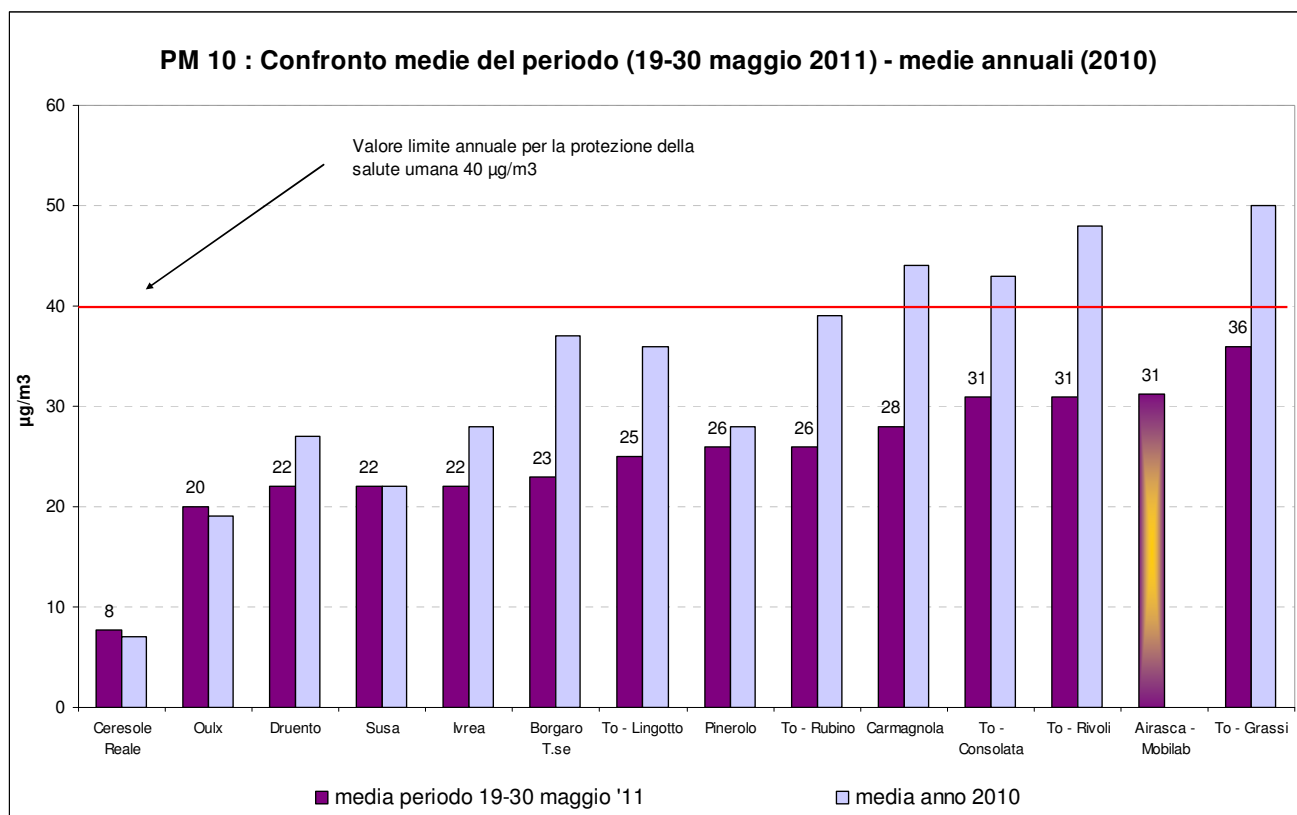
**Figura 22** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub>: confronto con altre stazioni di monitoraggio



**Tabella 12** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub> confronto medie anno 2010 e medie del periodo di campionamento PM<sub>10</sub> nella provincia di Torino

Stazioni di misura	Media periodo 19-30 maggio [µg/m <sup>3</sup> ]	Media anno 2010 [µg/m <sup>3</sup> ]
Ceresole Reale - Diga	8	7
Oulx	20	19
Druento - La Mandria	22	27
Susa - Repubblica	22	22
Ivrea - Liberazione	22	28
Borgaro T. - Caduti	23	37
Torino - Lingotto	25	36
Pinerolo - Alpini	26	28
Torino - Rubino	26	39
Carmagnola - Miro'	28	44
Torino - Consolata	31	43
Torino - Rivoli	31	48
TO - Mezzo Mobile	31	
Torino - Grassi	36	50

**Figura 23** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub>: confronto medie anno 2010 e medie del periodo nella provincia di Torino.



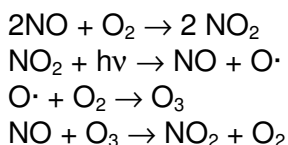
## Ozono

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, ma 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 ( $\text{NO}_x$ ) e i composti organici volatili (VOC).

Le concentrazioni più elevate di ozono 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 campagna di misura nel comune di Airasca, la media dei valori orari di ozono è stata di  $86,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con una massima media oraria di  $177,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In **Figura 24** viene riportata la concentrazione oraria di ozono ad Airasca e nelle stazioni fisse di Vinovo e Druento: i tre siti presentano un andamento del tutto comparabile durante il periodo di campionamento. E' possibile inoltre evidenziare che in tutti e tre i casi il livello di ozono si abbassa, soprattutto nei valori massimi, nei giorni 15-16 maggio e 27-28 maggio, in corrispondenza dei due fenomeni di instabilità atmosferica del periodo in esame (vedi dati Meteo).

Durante la campagna ci sono stati 68 superamenti del livello protezione della salute su medie di 8 ore ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), concentrati in 10 dei 17 giorni di campionamento (**Figura 25**); è stato quindi superato 10 volte l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h  $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Non c'è stato, invece, alcun superamento del livello d'informazione, pari a  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media oraria.

La normativa attualmente in vigore (D.Lgs 155/2010) prevede che a partire 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 anni<sup>1</sup>. Nel caso del comune di Airasca, come detto, tale valore è stato superato in ben 10 giorni durante il periodo di campionamento, svoltosi all'inizio della stagione estiva, quella più critica per l'ozono. Tuttavia la **Tabella 14** mostra che il dato di Airasca si allinea perfettamente con quello di tutto il territorio provinciale: per la maggior parte delle stazioni fisse, infatti, nello stesso periodo di tempo l'obiettivo a lungo termine è stato superato per 8-12 giorni. L'ozono d'altronde, data la sua origine secondaria, è 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 .

In definitiva la formazione e la degradazione dell'ozono coinvolgono un numero notevole di composti e di fenomeni chimico-fisici e interessano aree molto vaste, per cui per la risoluzione di questo

<sup>1</sup> 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) )

problema sono fondamentali le politiche a livello regionale o sovraregionale miranti alla complessiva riduzione dei precursori.

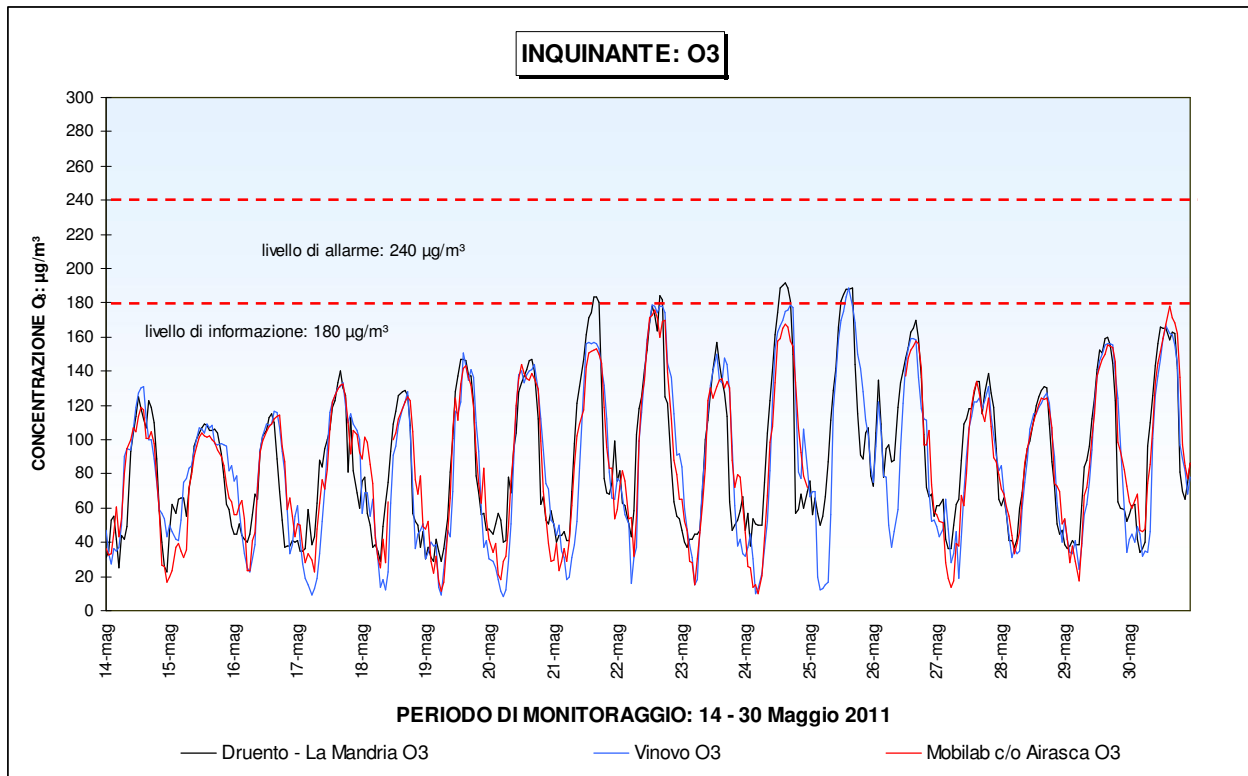
**Tabella 13** – Dati relativi all’ozono (O<sub>3</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

Minima media giornaliera	72.6
Massima media giornaliera	111.3
Media delle medie giornaliere (b):	85.2
Giorni validi	15
Percentuale giorni validi	88%
Media dei valori orari	86.4
Massima media oraria	177.8
Ore valide	371
Percentuale ore valide	91%
Minimo medie 8 ore	24.8
Media delle medie 8 ore	85.8
Massimo medie 8 ore	168.1
Percentuale medie 8 ore valide	90%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	<b>68</b>
<u>N. superam. dell'obiettivo a lungo termine protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	<b>10</b>
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	<b>0</b>
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	<b>0</b>

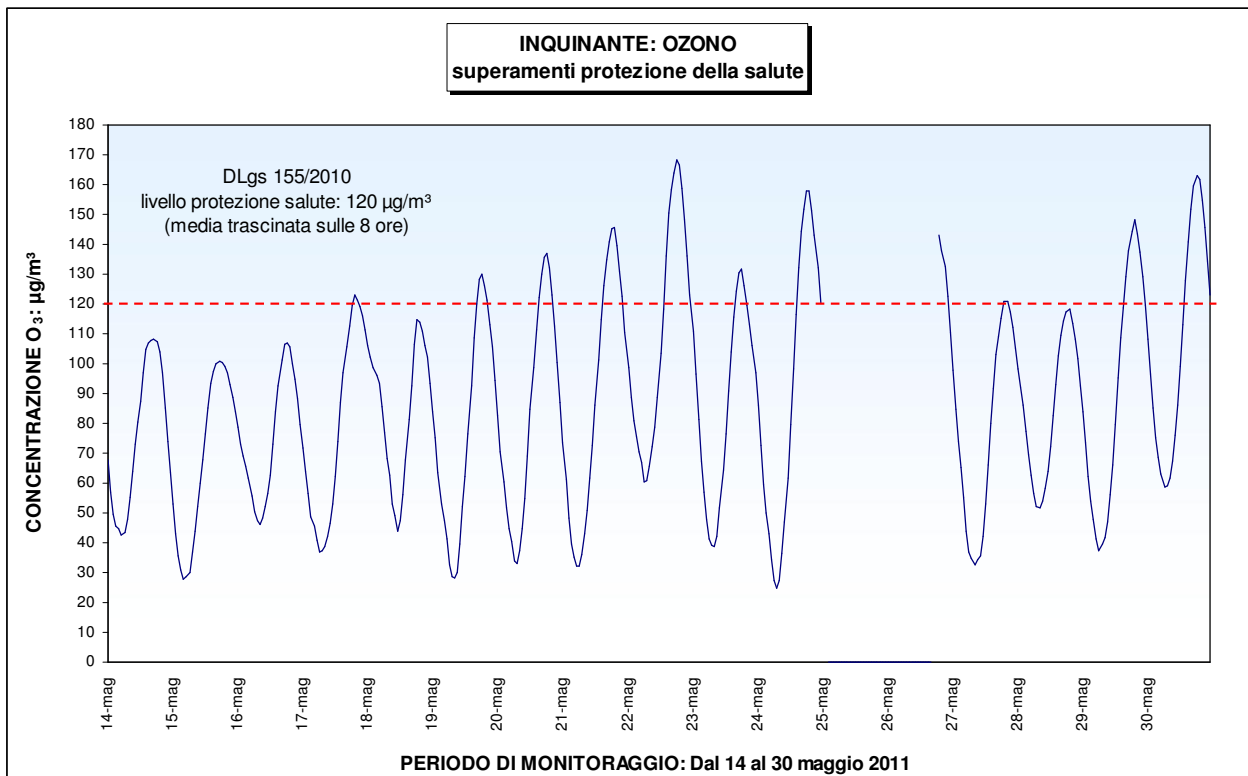
**Tabella 14** – Dati relativi all’ozono (O<sub>3</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

Stazioni di misura	media conc. O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup>	N. superamenti dell’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > {0})	Numero di superamenti livello informazione (180)
Torino - Lingotto	71	1	0
Borgaro T. - Caduti	83	8	0
Vinovo - Volontari	86	12	2
<b>Airasca Lab. mobile</b>	<b>86,4</b>	<b>10</b>	<b>0</b>
Druento - La Mandria	90	12	14
Ivrea - Liberazione	93	9	0
Alpignano - Gobetti	93	10	5
Orbassano - Gozzano	94	10	6
Susa - Repubblica	95	9	0
Pinerolo - Alpini	105	10	4
Ceresole - Diga	113	10	2

**Figura 24** – O<sub>3</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge



**Figura 25** – O<sub>3</sub>: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)





## CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria nel comune di Airasca emerso dalla prima campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del Laboratorio Mobile, rispecchia quanto osservato in siti simili della provincia di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per 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 stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, il biossido di azoto, il benzene e il PM<sub>10</sub>, ovvero tutti gli inquinanti per i quali la normativa prevede specifici valori di riferimento, ad eccezione dell'ozono.

Nel caso di quest'ultimo, su 17 giorni di misura validi si sono avuti 10 superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute (calcolato come massima media di otto ore pari a 120 µg/m<sup>3</sup>). Tuttavia il dato di Airasca non è caratteristico del sito in esame ma si allinea con quello di tutto il territorio provinciale: nello stesso periodo in cui si è svolta la campagna di monitoraggio, infatti, l'obiettivo a lungo termine è stato superato per uno o più giorni in tutte le stazioni della rete di provinciale.

Tale fenomeno è legato al fatto che, data la sua origine secondaria, l'ozono è di fatto un inquinante ubiquitario: anche nei siti più periferici e remoti sono possibili fenomeni di trasporto e accumulo sia dell'ozono sia dei precursori emessi nelle aree antropizzate. Per questo motivo è fondamentale che vengano messe in atto tutte le politiche regionali e sovraregionali miranti alla complessiva riduzione dei precursori dell'ozono atmosferico.

Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, anche se le concentrazioni non presentano superamenti del valore limite giornaliero - si registrano valori medio-bassi tipici dei mesi caldi dell'anno -, la media complessiva del periodo di monitoraggio risulta nominalmente tra le più elevate del territorio provinciale. Come descritto in dettaglio nel capitolo dedicato a questo inquinante, va però evidenziato che la differenza rispetto a stazioni simili per posizione e tipologia (quale ad esempio Pinerolo) non può essere considerata significativa sulla base dei dati disponibili; un confronto completo con il contesto provinciale potrà quindi essere effettuato solo al termine della seconda campagna di monitoraggio.

In definitiva, con l'eccezione dell'ozono, inquinante a carattere tipicamente primaverile - estivo, i dati disponibili mostrano una situazione con criticità relativamente ridotte e valori confrontabili con quelli rilevati nelle stazioni della rete provinciale più prossime ad Airasca per posizione e tipologia, quali Pinerolo e Vinovo. Una trattazione più approfondita verrà effettuata nella relazione finale al termine della seconda campagna.

## **APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI**

- **Biossido di zolfo** **API 100 E**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>.

  - ✓ 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 O<sub>3</sub> 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/m<sup>3</sup>
  - ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m<sup>3</sup>
  - ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m<sup>3</sup>