

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 FINALE CAMPAGNE (13 - 31 maggio 2011 e 17 febbraio - 09 marzo 2012)



Redazione	Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale Nome: Dott.ssa Annalisa Bruno	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

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	5
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i>	6
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	8
<i>Il quadro normativo</i>	8
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	13
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	14
<i>Elaborazione dei dati meteorologici</i>	17
<i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici</i>	24
Biossido di zolfo	25
Monossido di carbonio	28
Ossidi d'azoto	31
Benzene e toluene	36
Particolato sospeso (PM ₁₀)	38
Ozono	43
CONCLUSIONI	46
APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	48

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'ARIA E I SUOI INQUINANTI

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

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m³) al microgrammo per metro cubo (µg/m³).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

Nella

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



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

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

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

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

IL LABORATORIO MOBILE

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

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

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di un campionatore di particolato atmosferico PM₁₀, la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

IL QUADRO NORMATIVO

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

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

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

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

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

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

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

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

Nella Tabella 2, nella Tabella 3 e nella Tabella 4 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente.

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 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
OZONO (O3) (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 QUALITÀ	media mobile valori giornalieri ⁽³⁾	1 ng/m ³ ⁽⁴⁾	-	-

(1) La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h-(h-8)

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e il valore di 80 µg/m³, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

(3) La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3-6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

(4) Il periodo di mediazione è l'anno civile (1 gennaio – 31 dicembre)

Tabella 3 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-2001
		inverno (1 ott - 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³ (NO ₂)	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-2001
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-2005
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-2005
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-2005
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-2005
	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⁾
Arsenico	6.0 ng/m ³
Cadmio	5.0 ng/m ³
Nichel	20.0 ng/m ³

(1) Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio 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 PM₁₀, 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.

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.

La prima campagna di monitoraggio è stata condotta dal 13 al 31 maggio 2011, la seconda si è svolta nel periodo invernale, dal 17 febbraio al 09 marzo 2012. Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. Nello specifico i dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 14 al 30 maggio 2011 per la prima campagna e dal 18 febbraio all'8 marzo per la seconda.

Per una corretta interpretazione dei dati va sottolineato che le concentrazioni di inquinanti atmosferici rilevate dal laboratorio mobile in uno specifico sito sono riferire 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.

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)

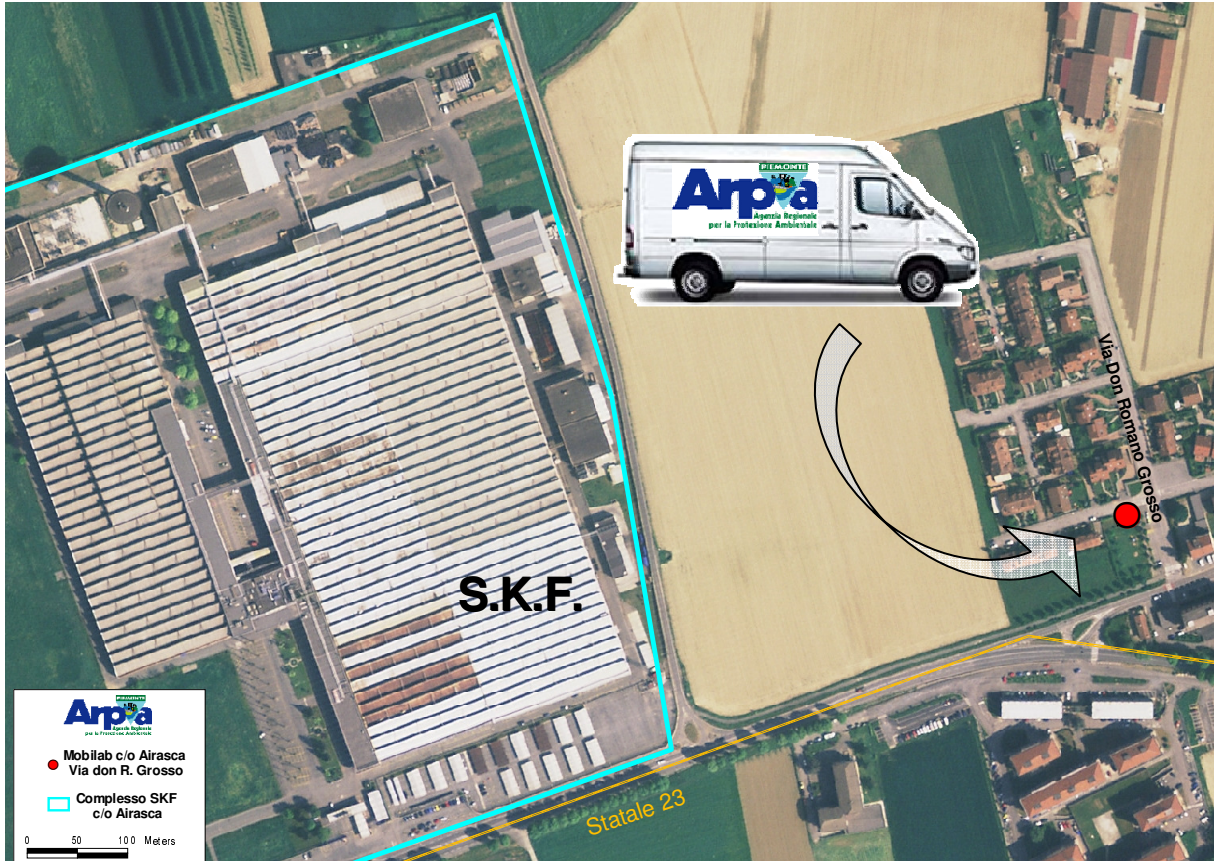


Figure 3 e Figura 3/b - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Airasca – dettaglio del sito e del Mobilab.



ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

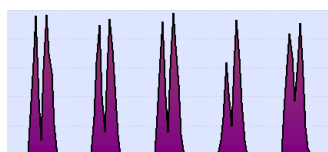
Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante le due campagne di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva (**tabella 5**) che evidenzia i valori minimi, massimi e medi delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

Tabella 5 – Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso delle due campagne di monitoraggio

MEZZO MOBILE c/o AIRASCA ⁽¹⁾	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE		TEMPERATURA		UMIDITA' RELATIVA		PRESSIONE ATMOSFERICA		VELOCITA' VENTO	
	primavera	inverno	primavera	inverno	primavera	inverno	primavera	inverno	primavera	inverno
	W/m ²		°C		%		mbar		m/s	
Minima media giornaliera	151.8	6.0	16.2	0.0	42.6	54.4	981	983.8	0.52	0.41
Massima media giornaliera	307.5	125.5	24.0	11.9	76.8	93.5	991	999.8	1.58	1.75
Media delle medie giornaliere	249.2	97.7	20.2	6.2	53.9	76.7	988	991.2	0.84	0.71
Giorni validi	16	20	16	20	16	20	16	19	16	20
Percentuale giorni validi	94%	100%	94%	100%	94%	100%	94%	95%	94%	100%
Media dei valori orari	248.0	97.7	20.3	6.2	54.2	76.7	987	991.2	0.84	0.72
Massima media oraria	946.0	535.0	30.6	21.8	95.0	99.0	992	1002.0	3.80	4.10
Ore valide	392	480	392	480	392	480	392	456	391	468
Percentuale ore valide	96%	100%	96%	100%	96%	100%	96%	95%	96%	98%

⁽¹⁾ La I campagna si è svolta in primavera dal 14 al 30 maggio 2011 – la II campagna in inverno dal 18 febbraio all'8 marzo 2012

La **Figura 4** mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso dei due periodi di misura. La durata e l'intensità dell'irraggiamento sono quelli tipici dei periodi considerati, con valori massimi (900-1000 W/m²) durante la prima campagna primaverile, e valori inferiori ai 500 W/m² nel corso della campagna invernale del 2012.



L'andamento ad M del picco giornaliero di irraggiamento (vedi figura distorta a fianco) 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.

Ci sono stati giorni di precipitazioni intense durante la campagna di misura invernale: il 20 febbraio, ben 17.8 millimetri nel corso di tutta la giornata, e i giorni dal 4 al 7 marzo quando complessivamente sono caduti 27.6 millimetri di pioggia.

La temperatura media della seconda campagna di misura (**Figura 5**) è stata di 6.2 °C, inferiore di poco più di 1 °C a quella registrata nella stazione di misura di Pinerolo nello stesso periodo di tempo (7.5 °C). il valore minimo orario si è raggiunto il 18 febbraio con -5.5 °C, mentre il valore massimo è stato rilevato il 29 dello stesso mese con 21.8 °C. Le temperature registrate dal mezzo mobile ad Airasca mostrano in generale un incremento progressivo soprattutto nei valori minimi durante la prima parte della campagna invernale; mentre a marzo, in corrispondenza dell'evento piovoso prolungato (4-7 marzo 2012), si assiste ad un netto abbassamento dei valori rilevati.

Nella seconda campagna l'umidità relativa (**Figura 6**), risulta più elevata rispetto alla prima campagna, soprattutto in corrispondenza degli eventi piovosi più o meno intensi che si sono verificati nei mesi di febbraio e marzo 2012. (20 febbraio e 4-7 marzo 2012).

Generalmente, fatta eccezione per i giorni di pioggia, anche nella campagna invernale la curva dell'umidità 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 della prima campagna il campo pressorio si è attestato tra i 950 ed i 992 mbar (**Figura 7**), mentre la seconda campagna di misura – invernale - ha presentato valori più elevati, circoscritti ad un intervallo dati più ristretto (tra i 980 ed i 999 mbar).

In definitiva, il periodo di monitoraggio invernale (18 febbraio – 8 marzo 2012) è stato caratterizzato da un unico prolungato fenomeno di instabilità atmosferica, quando, dal 4 al 7 marzo, è piovuto intensamente per diversi giorni (21.6 mm di pioggia complessivi), con velocità del vento massima pari a 4.1 m/s nella giornata del 5 marzo 2012.

Figura 4 Andamento della radiazione solare globale nel corso della due campagne di monitoraggio

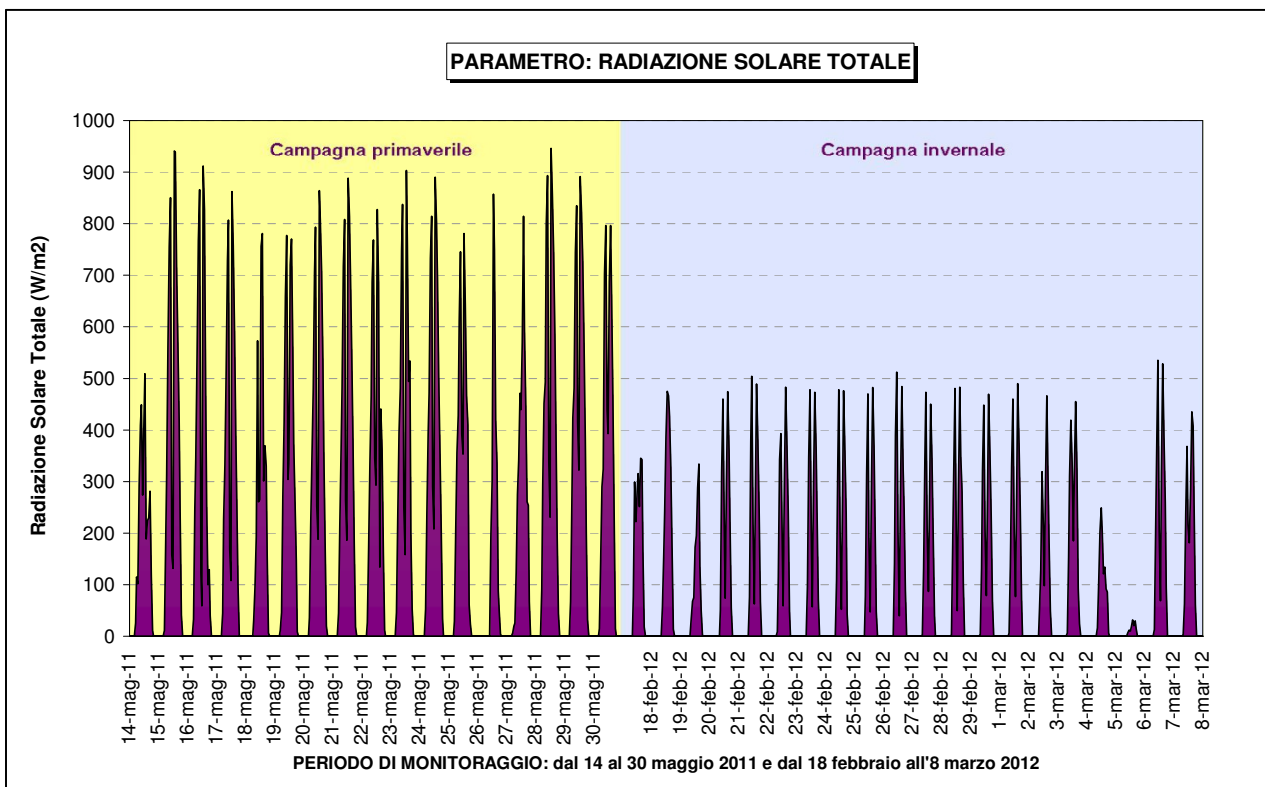


Figura 5 – Andamento di temperatura e precipitazioni durante le due campagne di monitoraggio

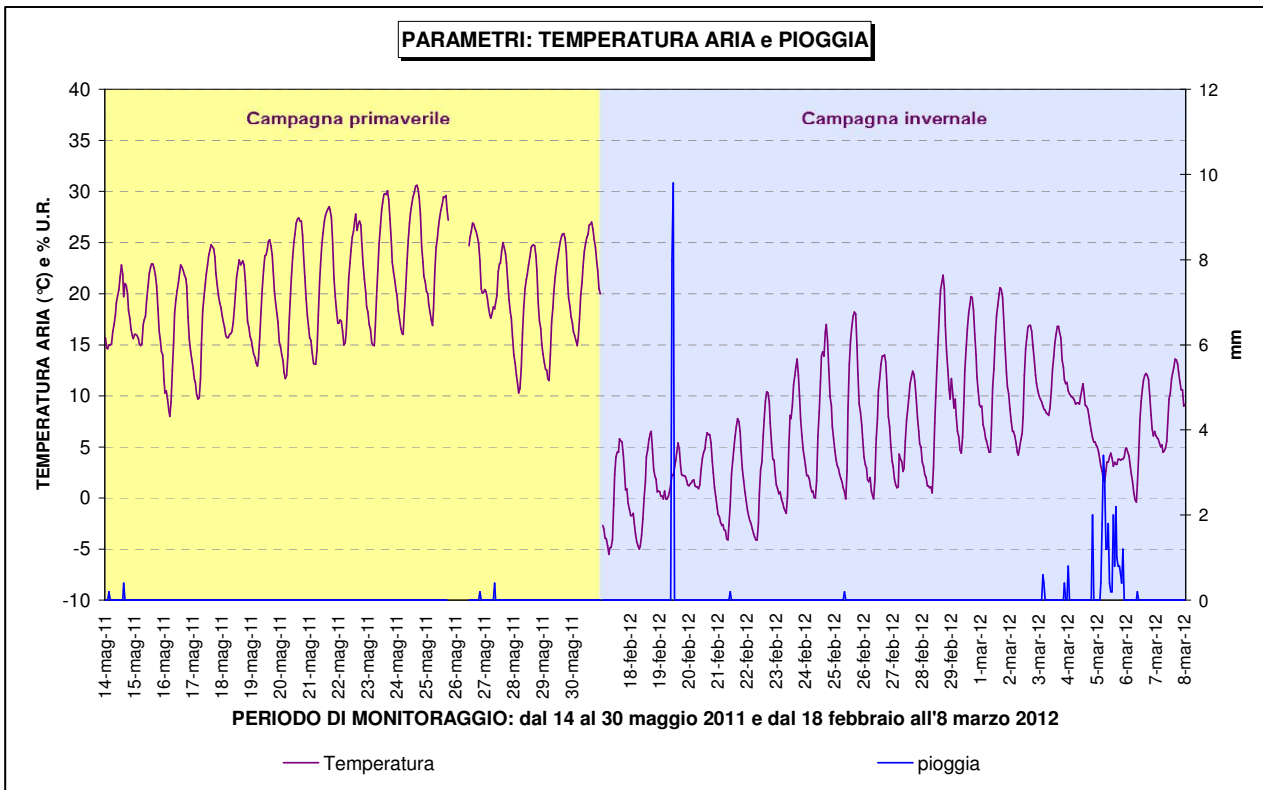


Figura 6 – Andamento di 'umidità relativa durante le due campagne di monitoraggio

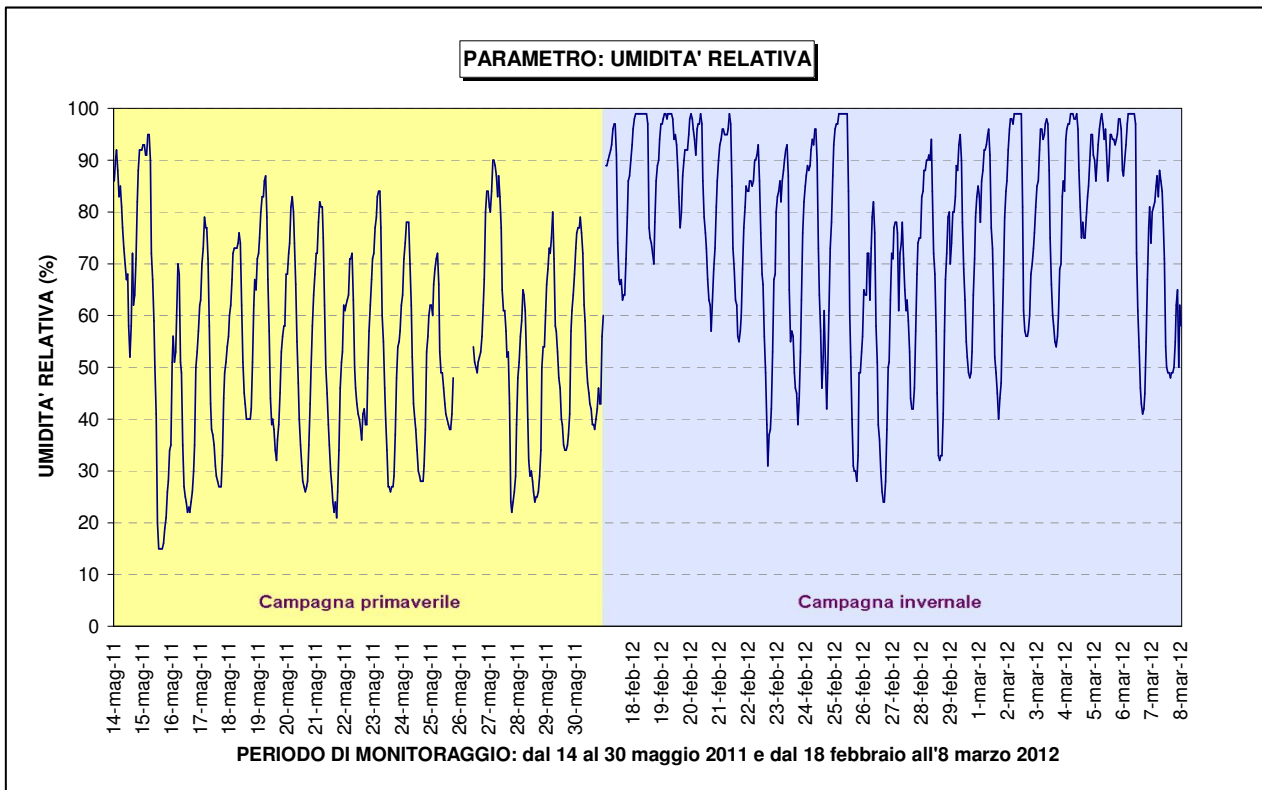


Figura 7– Andamento della pressione atmosferica nel corso delle due campagne di monitoraggio

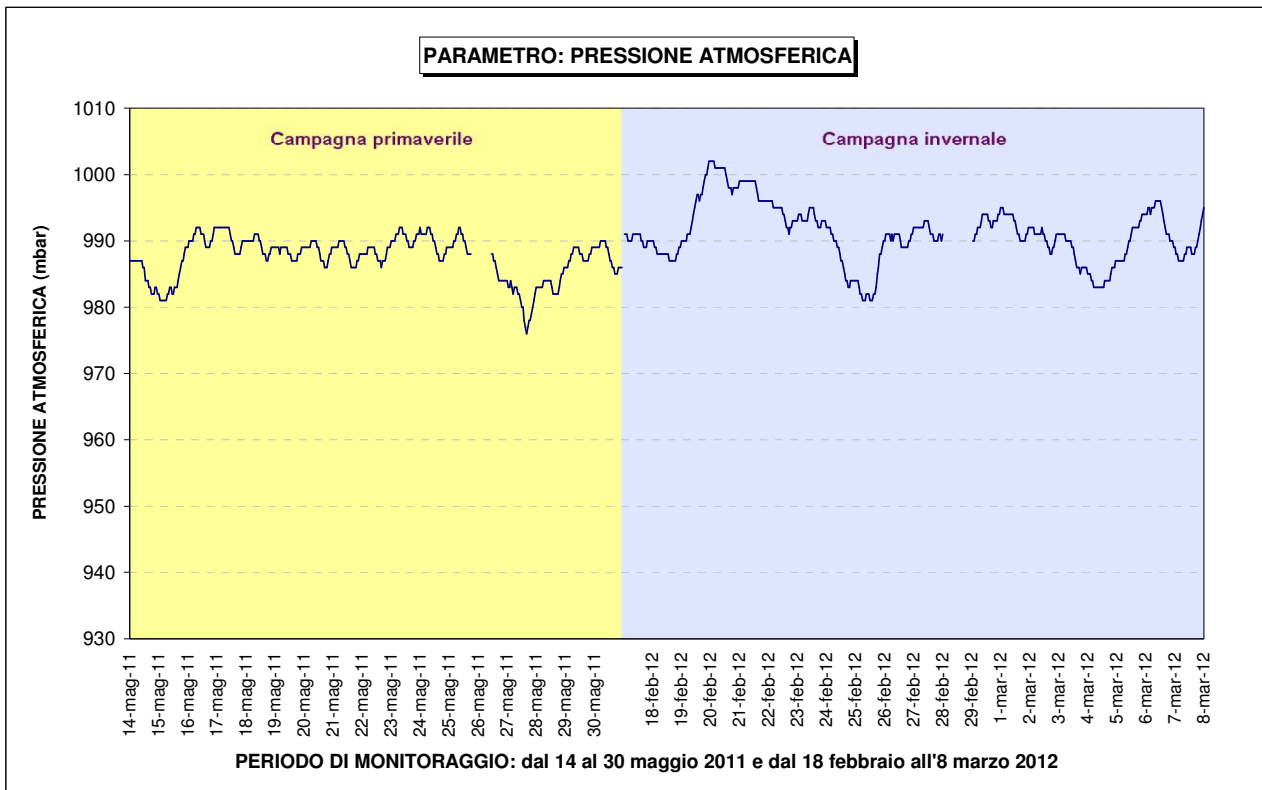
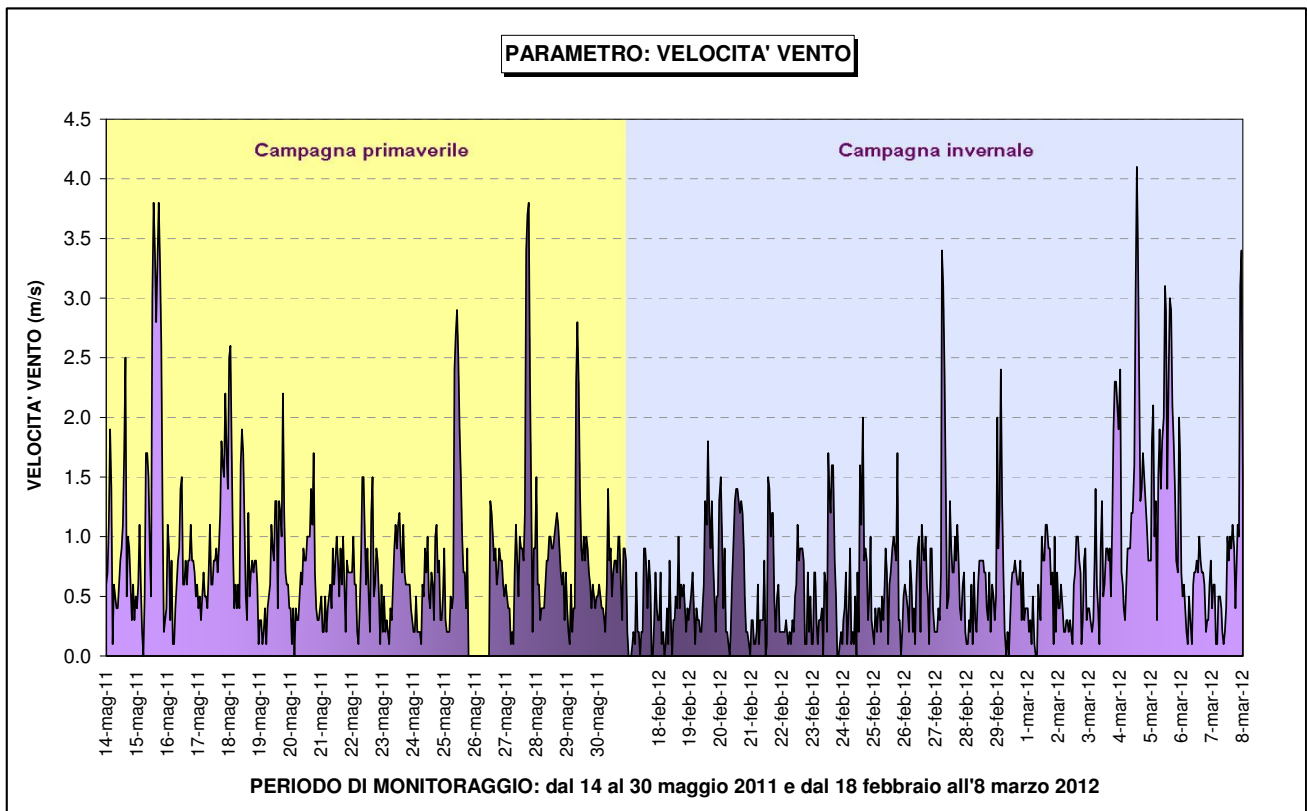


Figura 8– Andamento della velocità dei venti nel corso delle due campagne di monitoraggio



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, registrata durante la prima campagna (**Figura 10**, parte sinistra) indica che buona parte degli episodi è compresa tra il settore E -ESE ed il settore N-NE, mentre solo una piccola parte dei venti ha provenienza da nord-ovest. Esaminando più nel dettaglio la situazione è possibile evidenziare una rosa dei venti diversa fra periodo diurno e notturno (**Figura 11** e **Figura 12**, parte sinistra); 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.

L'elaborazione relativa alla direzione dei venti complessiva per la seconda campagna (**Figura 10**, parte destra) indica che buona parte degli episodi di vento è compresa tra il settore S - SSE ed in maniera più ridotta nel settore N-NW. Esaminando più nel dettaglio la situazione anche per la campagna invernale è possibile evidenziare una rosa dei venti diversa fra periodo diurno e notturno (**Figura 11** e **Figura 12**, parte destra); nel primo caso si ha un numero significativo di accadimenti nel settore S-SSE mentre nelle ore notturne la direzione di provenienza dei venti è molto varia, benché le direzioni di provenienza nord e nord-ovest siano le più frequenti.

Complessivamente in base alle direzioni dei venti osservate nei due periodi dell'anno indagati, 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 dal quadrante sud - sud-sudest ed è quindi l'abitato di Airasca a trovarsi sopravento rispetto alla SKF. Si fa comunque notare come l'ipotetica direzione del vento più sfavorevole all'abitato di Airasca, - sud ovest - non sia mai stata registrata dagli strumenti nei due periodi di indagine (maggio 2011 e febbraio-marzo 2012).

Figura 9 – Rose dei venti totali nel corso della due campagne di monitoraggio

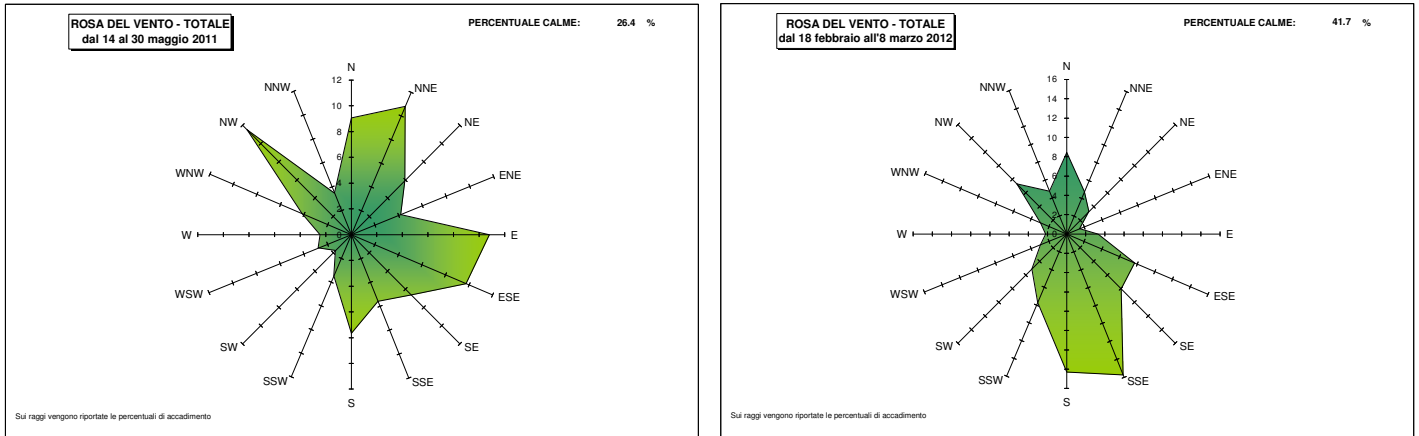


Figura 10 – – Rose dei venti diurne nel corso della due campagne di monitoraggio

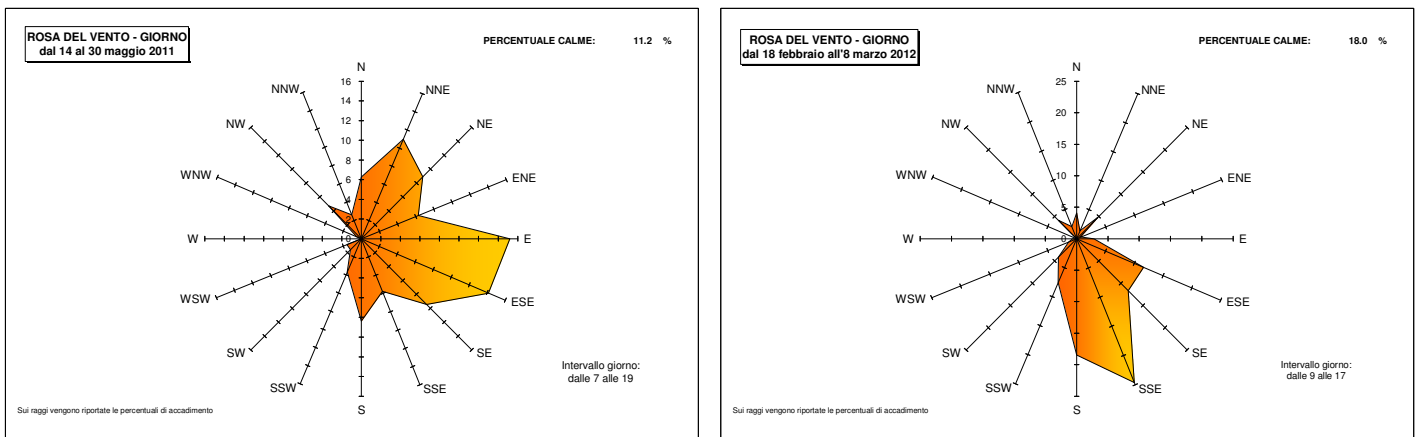


Figura 11 – – Rose dei venti notturne nel corso della due campagne di monitoraggio

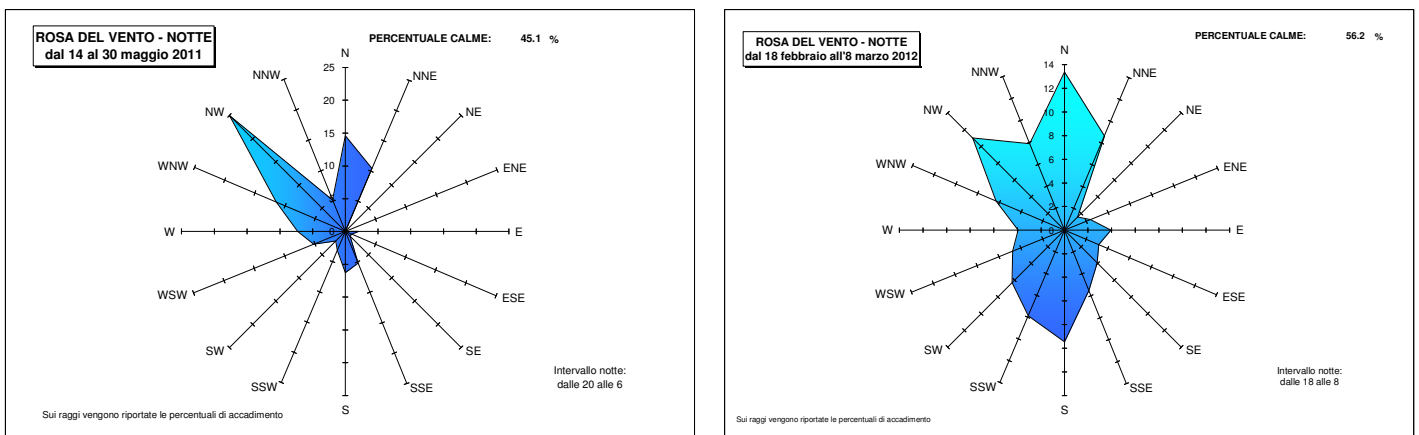
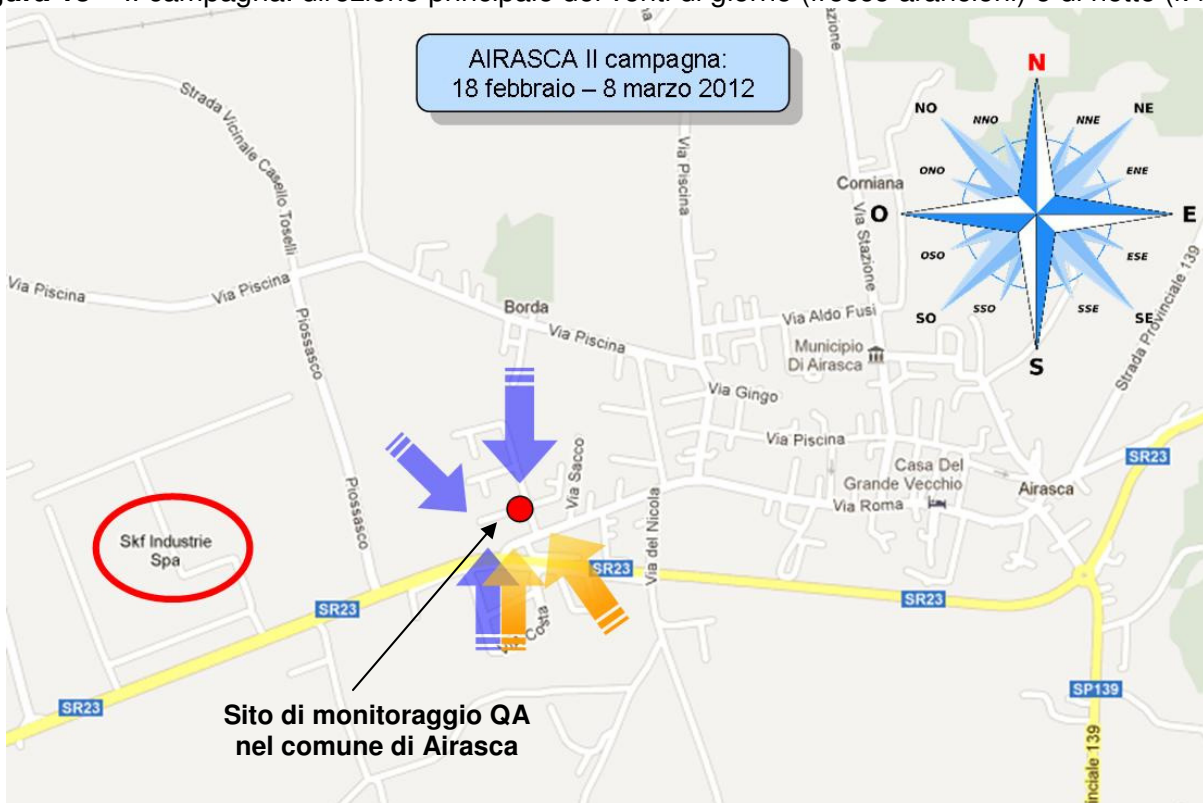


Figura 12 – I campagna: direzione principale dei venti di giorno (frecche arancioni) e di notte (f. blu).



Figura 13 – II campagna: direzione principale dei venti di giorno (frecche arancioni) e di notte (f. blu).



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 nei due periodi 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 i due periodi di monitoraggio che vengono presentati in successione temporale sullo stesso grafico. 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. Per ogni inquinante misurato sono stati prodotti grafici del giorno medio distinti per i due periodi di misura.

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 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 nella prima campagna di misura sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (**Tabella 6, Figura 13**). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 4.7 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 7.3 µg/m³, viene quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal D.Lgs. 155/2010.

Il periodo invernale in genere è il più critico per la maggior parte degli inquinanti che nei mesi freddi raggiungono i livelli più alti dell'anno. Le concentrazioni medie e massime di biossido di zolfo registrate nella seconda campagna di misura nel Comune di Airasca con il laboratorio mobile sono infatti più alte di quelle del periodo primaverile, tuttavia i livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo, rimangono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (**Tabella 6, Figura 13**). Il massimo valore giornaliero del periodo 18 febbraio – 8 marzo 2012 (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 6.5 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³; mentre la massima media oraria è pari a 10 µg/m³, ampiamente al di sotto del livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal D.Lgs. 155/2010.

Nella **Figura 15** sono stati messi a confronto gli andamenti di SO₂ della stazione mobile posizionata ad Airasca con i dati di tre stazioni della rete fissa di monitoraggio: una stazione urbana residenziale di fondo, rappresentativa di una tipologia territoriale non dissimile da quello oggetto di indagine (Cirié – prima campagna di misura), una stazione urbana di traffico (Grugliasco – seconda campagna) e una metropolitana di traffico urbano (Torino Piazza Rebaudengo). Come atteso, il grafico mostra che le concentrazioni della SO₂ misurata ad Airasca sono comparabili con quelle del comune di Cirié, mentre l'andamento dell'inquinante è decisamente più basso di quello registrato nelle stazioni di Grugliasco e, soprattutto, di Torino.

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 SO₂ sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

Tabella 6 – Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (µg/m³) - prima e seconda campagna

Biossido di zolfo	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	2.1	2.9
Massima media giornaliera	4.7	6.5
Media delle medie giornaliere (b):	3.2	5.2
Giorni validi	16	20
Percentuale giorni validi	94%	100%
Media dei valori orari	3.3	5.2
Massima media oraria	7.3	10
Ore valide	386	479
Percentuale ore valide	95%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0	0

Figura 14 – SO₂: confronto con il limite di legge (media giornaliera) per le due campagne di misura

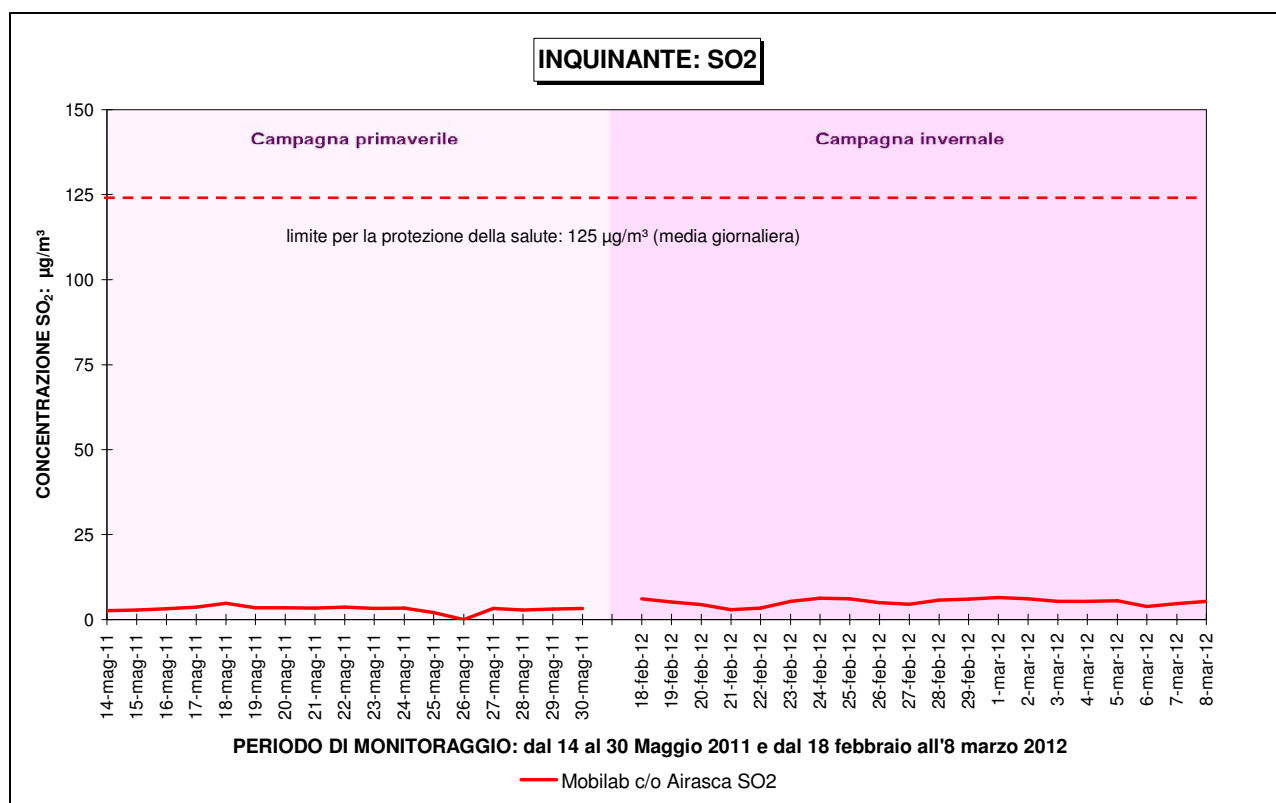
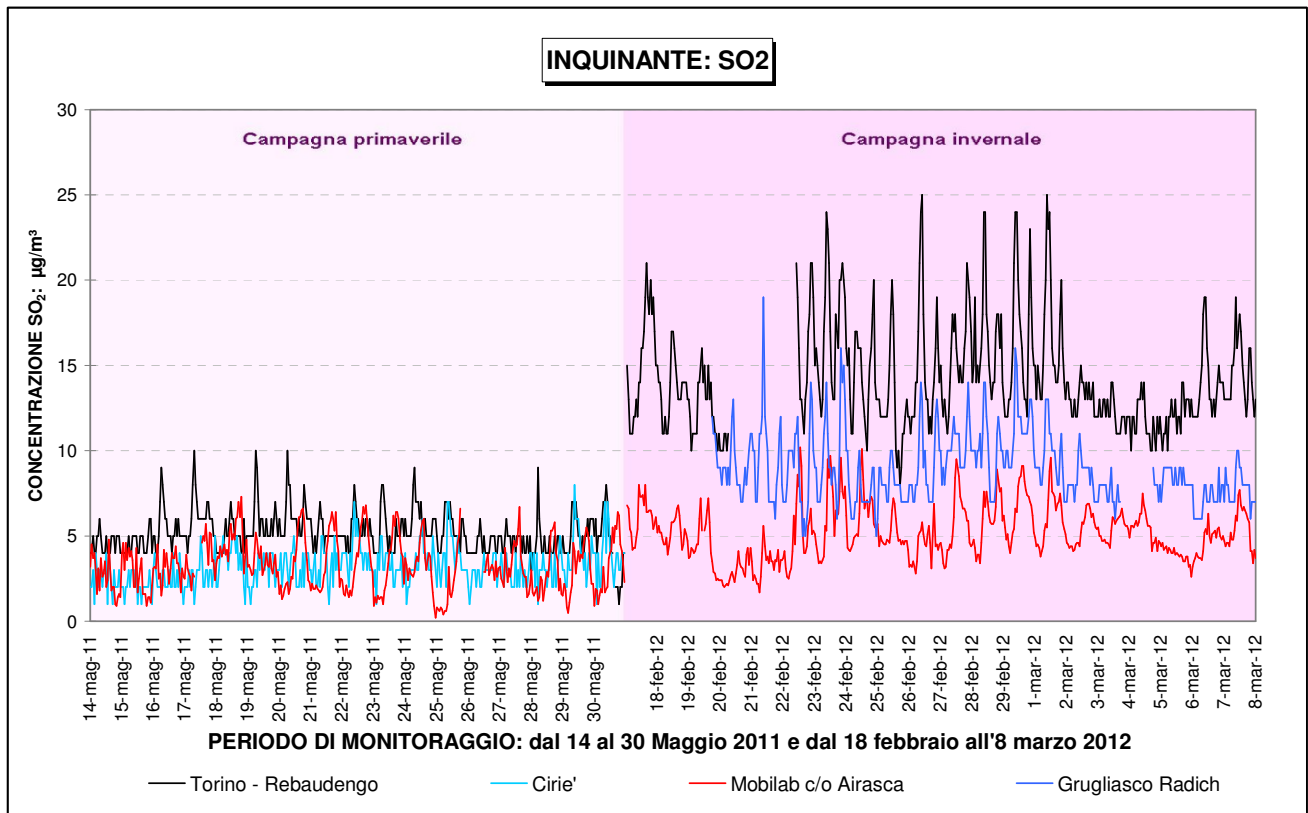


Figura 15 – SO₂: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse



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 (mg/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 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 al momento rispettano ampiamente i limiti normativi.

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 $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, calcolato come media su otto ore consecutive; ampiamente rispettato dal sito in esame nella prima e nella seconda campagna di misura. Infatti, nella campagna primaverile sia il valore massimo su otto ore sia la massima media oraria sono pari a $0.6 \text{ mg}/\text{m}^3$, mentre nel periodo invernale il valore massimo su otto ore e la massima media oraria sono pari rispettivamente a 1.2 e $1.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ (**Figura 16**).

Nella **Figura 16** viene riportato il confronto con le stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio ad Oulx e Torino-Consolata, rispettivamente di traffico suburbano residenziale e di traffico urbano. Dai grafici si nota che l'andamento dei dati rilevati ad Airasca è comparabile con quello registrato nel comune di Oulx, mentre i valori di CO misurati dal laboratorio mobile risultano nettamente inferiori (come atteso) a quelli della stazione torinese di traffico urbano.

Anche i grafici relativi all'elaborazione del giorno medio per ogni singola campagna (**Figura 17**) evidenziano valori mediamente più elevati di CO nel periodo invernale, con la comparsa, per tutte le stazioni considerate, di un picco serale di concentrazione che era praticamente assente nella campagna primaverile.

Tabella 7 – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³) – prima e seconda campagna

Monossido di carbonio	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	0.3	0.3
Massima media giornaliera	0.5	1.0
Media delle medie giornaliere (b):	0.4	0.6
Giorni validi	16	20
Percentuale giorni validi	94%	100%
Media dei valori orari	0.4	0.6
Massima media oraria	0.6	1.4
Ore valide	388	472
Percentuale ore valide	95%	98%
Minimo medie 8 ore	0.2	0.2
Media delle medie 8 ore	0.4	0.6
Massimo medie 8 ore	0.6	1.2
Percentuale medie 8 ore valide	95%	98%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0	0

Figura 16 – CO: confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8 ore)

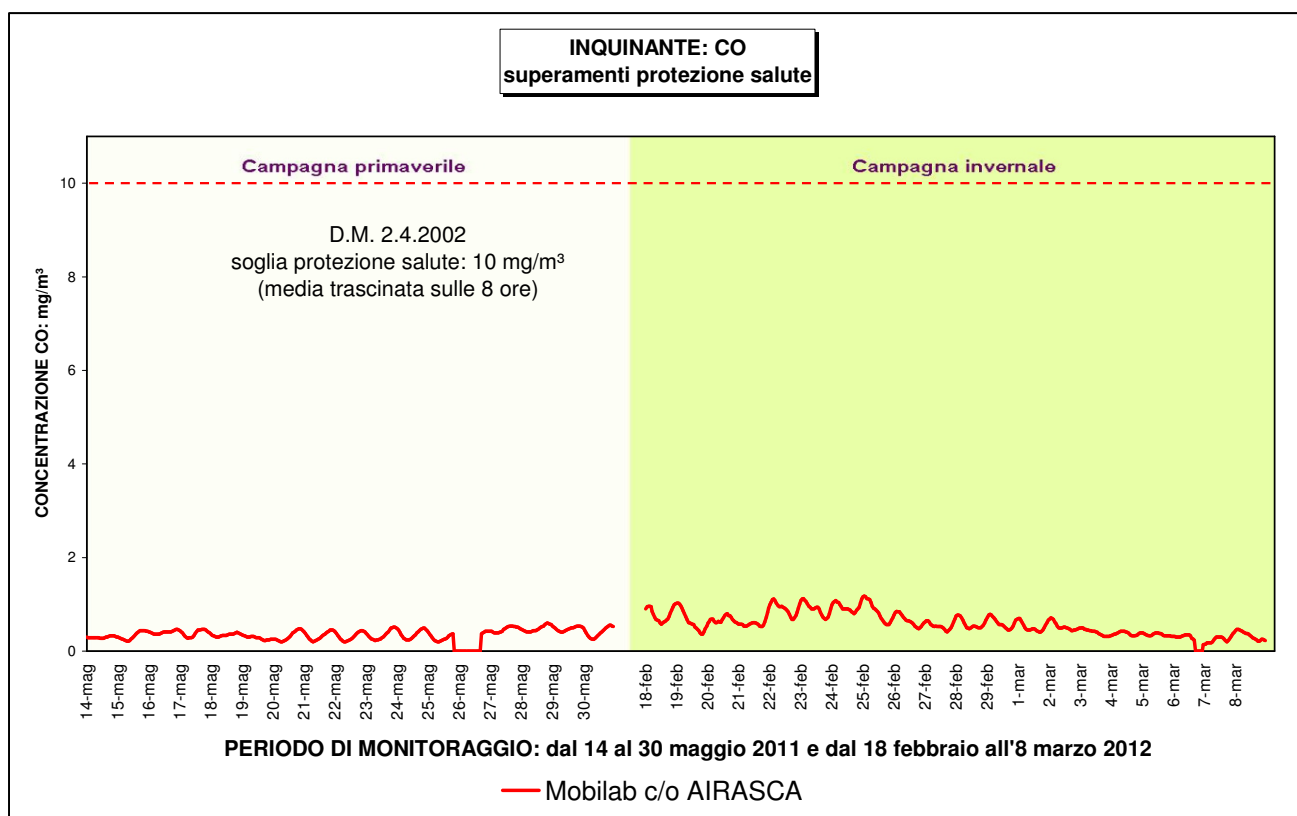


Figura 17 – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso delle due campagne di monitoraggio e confronto con le stazioni fisse di Ivrea e Torino Consolata

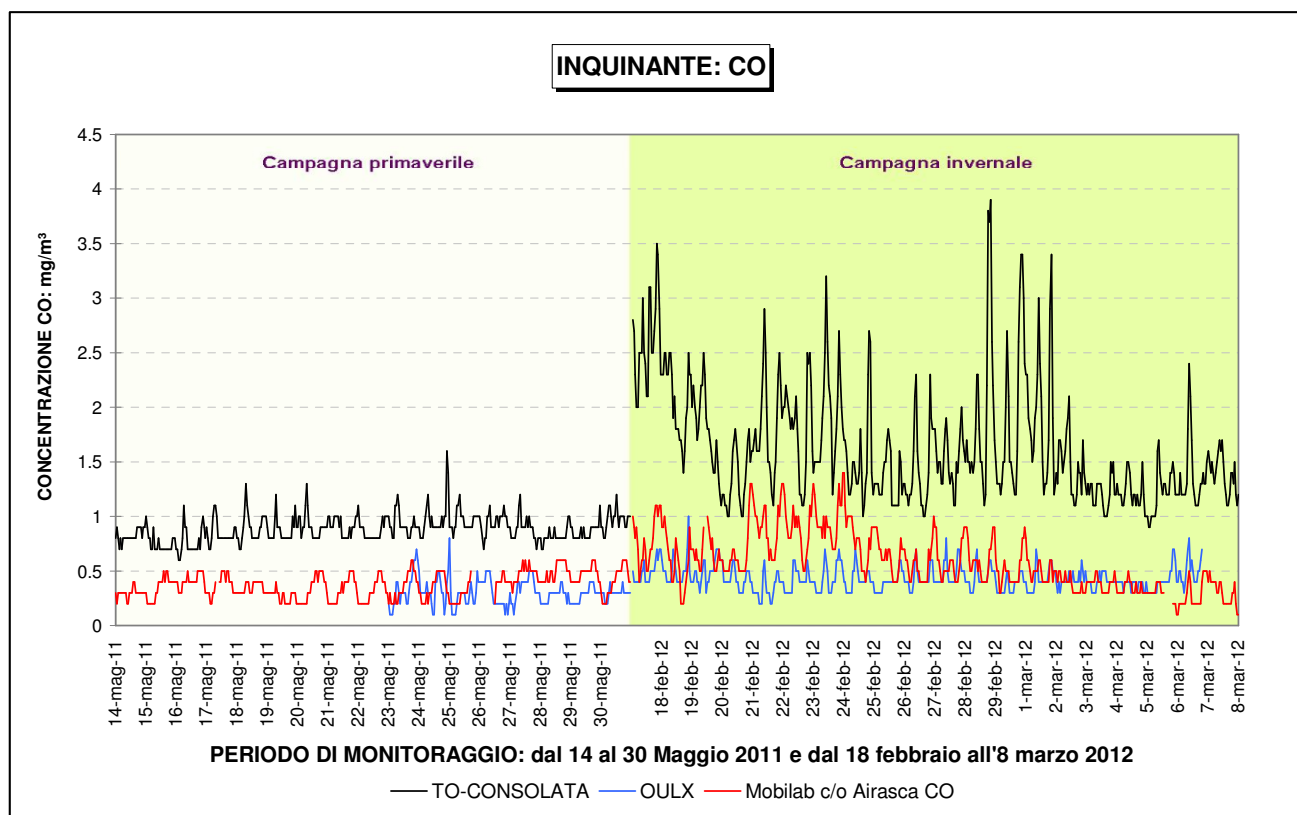
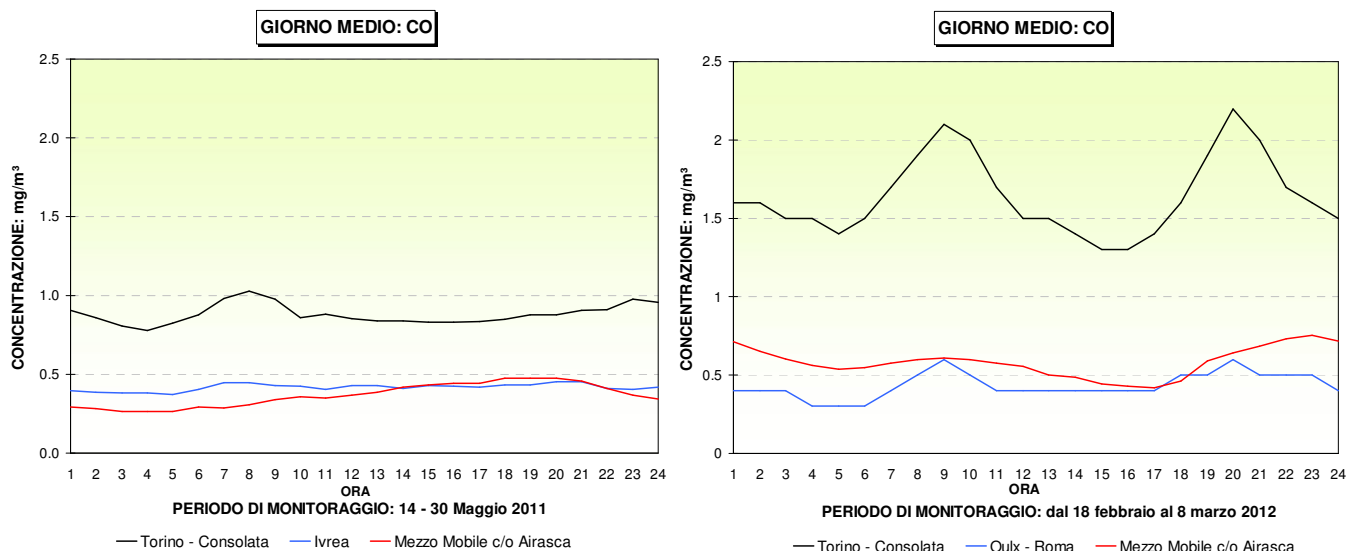


Figura 18 – CO: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa.- prima e seconda campagna



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.

Durante la prima campagna di monitoraggio nel Comune di Airasca (14-30 maggio 2011) 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 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore medio dell'intera campagna è di 3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel corso della seconda campagna il livello di NO si alza, come era atteso, rispetto al precedente monitoraggio primaverile (**Tabella 8**). Le concentrazioni si allineano alla media del periodo e agli andamenti registrati nelle stazioni della rete regionale prese come riferimento (Druento e Vinovo), mentre risultano decisamente inferiori, soprattutto nei valori massimi, alla stazione di misura della qualità dell'aria di Torino in via della Consolata. La massima media oraria registrata è pari a 151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e il valore medio dell'intera campagna è di 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche il confronto tra i grafici del giorno medio della prima e della seconda campagna mettono in evidenza l'aumento delle concentrazioni di NO nella stagione fredda. Il grafico del giorno medio della seconda campagna (**Figura 20**) mostra inoltre due picchi di concentrazioni nelle stesse ore del mattino e della sera per tutte le stazioni di misura considerate, a dimostrazione del fatto che gli ossidi di azoto, in assenza di altri processi combustivi in atto, sono inquinanti di origine prevalente da traffico veicolare.

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

Ossido di Azoto	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	2.7	2.6
Massima media giornaliera	5.8	51
Media delle medie giornaliere	3.9	19
Giorni validi	16	20
Percentuale giorni validi	94%	100%
Media dei valori orari	3.8	19
Massima media oraria	33	151
Ore valide	389	479
Percentuale ore valide	95%	100%

Figura 19 – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura

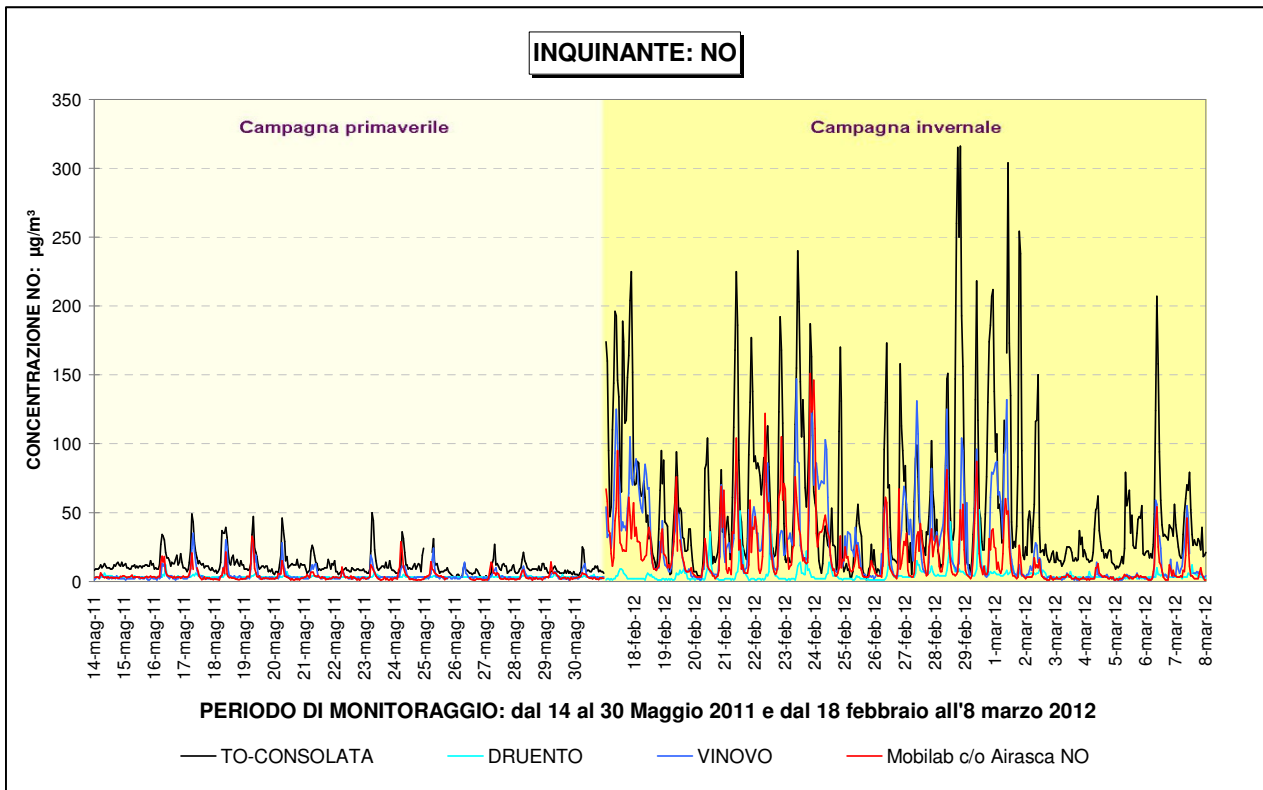
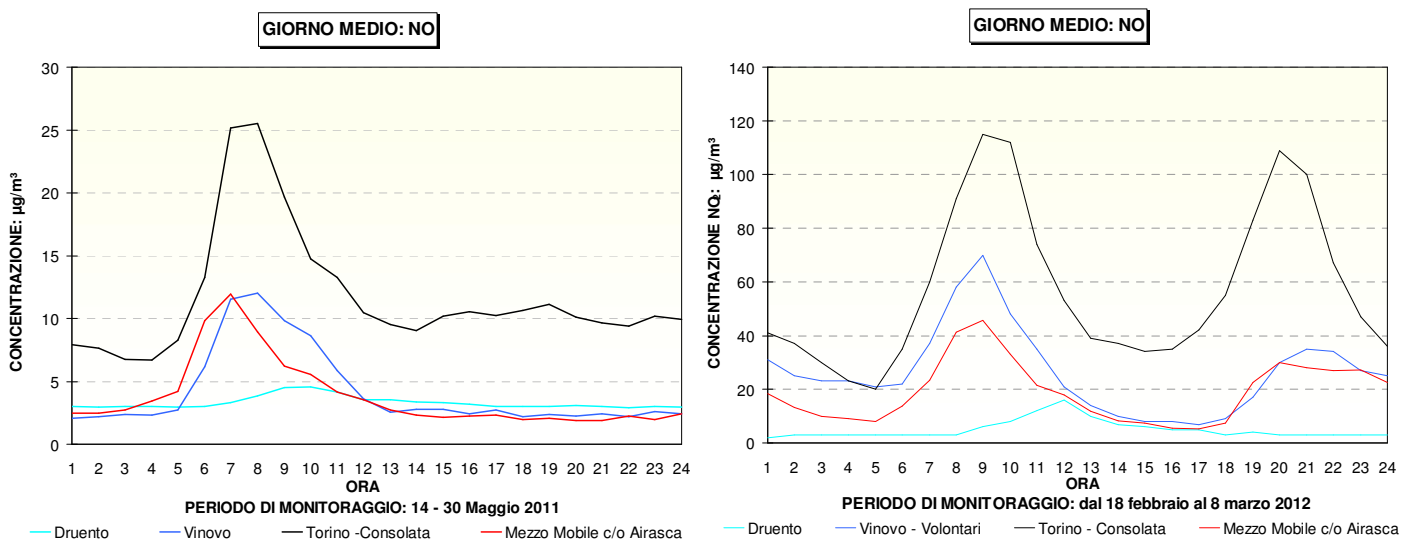


Figura 20 – NO: giorno medio confronto con alcune stazioni della rete fissa.- prima e seconda campagna



Il **biossido di azoto** (NO₂) 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 NO₂ 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 prima campagna di misura nel comune di Airasca (**Figura 21**) non si è avuto alcun superamento del limite orario di 200 µg/m³ (la normativa prevede che non venga superato più di 18 volte in un anno), la concentrazione massima oraria è stata infatti di 49 µg/m³, mentre il livello medio orario di NO₂ è stato pari a 18 µg/m³ (**Tabella 9**).

Anche nella seconda campagna, di monitoraggio non si è avuto alcun superamento del limite orario di 200 µg/m³ nonostante il monitoraggio sia avvenuto nel periodo freddo dell'anno (18 febbraio -8 marzo), il più critico per le concentrazioni del biossido di azoto, inquinante tipicamente invernale. Il valore massimo orario registrato nella seconda campagna è infatti di 126 µg/m³ mentre il livello medio orario di NO₂ misurato nello stesso periodo è pari a 33 µg/m³. Tale concentrazione è del tutto confrontabile sia con il livello misurato nella stazione di Vinovo, sia con i valori registrati dalla cabina di Druento, una stazione di fondo rurale all'interno del Parco Regionale della Mandria.

Osservando il grafico di **Figura 22**, che riporta il giorno medio, si nota che l'andamento del NO₂ nelle tre stazioni a confronto, è caratterizzato da una campana che coinvolge diverse ore del mattino e da un picco serale, più evidente nella seconda campagna di misura, come già rilevato nel caso dell'ossido di azoto.

La normativa (D.Lgs 155 del 13/08/2010) prevede oltre al limite orario, il rispetto di un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³. La durata complessiva del monitoraggio nel comune di Airasca non permette in termini formali un confronto diretto con tale limite. Una semplice formula matematica, tuttavia, ci permette di stimare con buona approssimazione un valore di concentrazione annuale anche nei casi in cui le misurazioni reali non sono sufficienti a calcolare il dato annuale, come avviene normalmente per le campagne di misura con il mezzo mobile, necessariamente limitate nel tempo.

Secondo il procedimento descritto nella nota¹, è stato quindi stimato un valore annuale di NO₂ per il comune di Airasca pari a 28 µg/m³ (**Figura 23**), valore relativamente basso, inferiore al limite di 40 µg/m³, e confrontabile con quello di altre stazioni suburbane di fondo della provincia di Torino (Borgaro, Pinerolo e Ivrea).

¹ Si sono calcolate le medie di NO₂, per il periodo della campagna, per la stazione di Vinovo che meglio rappresenta le condizioni della stazione di Airasca; dal rapporto con la media dell'anno 2011 di Vinovo si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Airasca permette di ricavare la stima annuale;

$$Mc = (Mp / mp) \times mc$$

dove

mc : media periodo campagne NO₂ di Airasca

Mc : media anno 2011 NO₂ di Airasca

mp : media periodo campagne NO₂ di Vinovo

Mp : media anno 2011 NO₂ di Vinovo

Tabella 9 – Dati relativi al biossido di azoto (NO₂) (µg/m³) – prima e seconda campagna

Biossido di azoto	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	6.5	7.5
Massima media giornaliera	24	58
Media delle medie giornaliere (b):	18	33
Giorni validi	16	20
Percentuale giorni validi	94%	100%
Media dei valori orari	18	33
Massima media oraria	49	126
Ore valide	388	478
Percentuale ore valide	95%	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0	0

Figura 21 – NO₂ : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

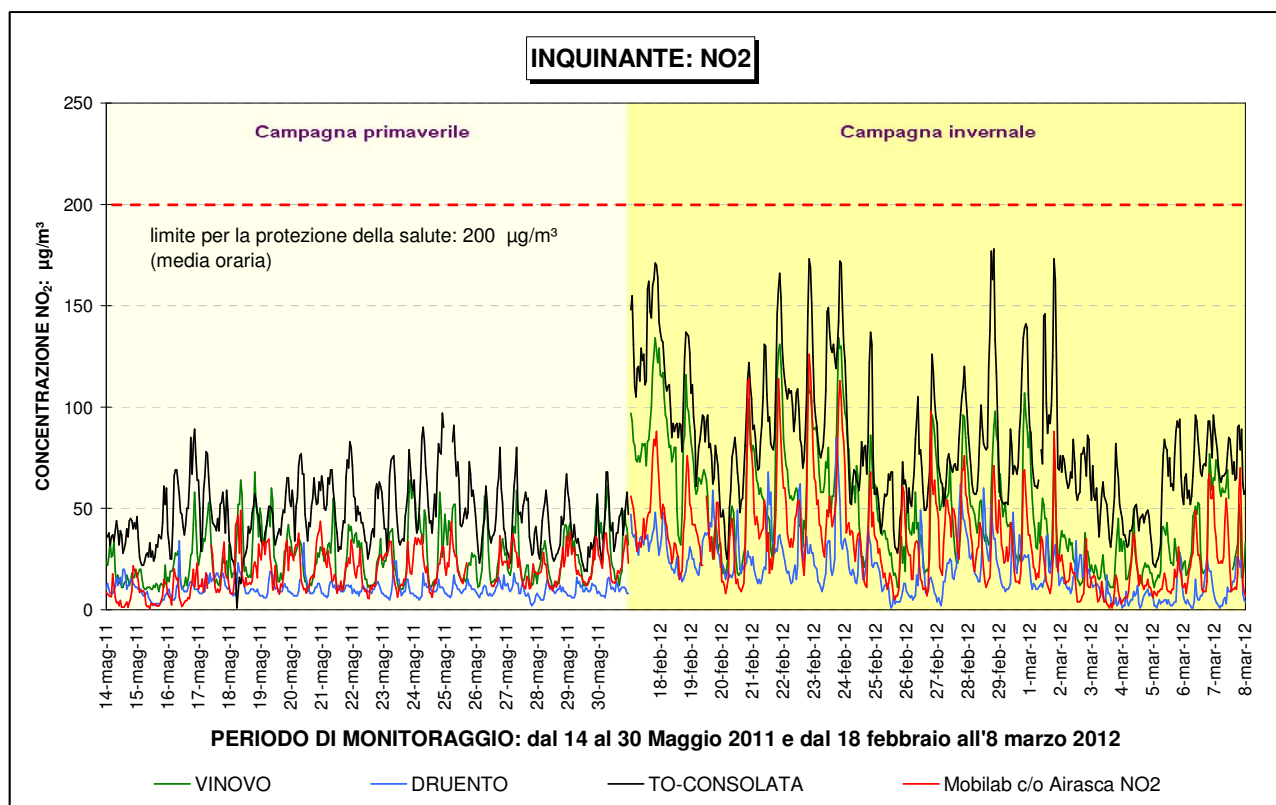


Figura 22 – NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio – 1° campagna

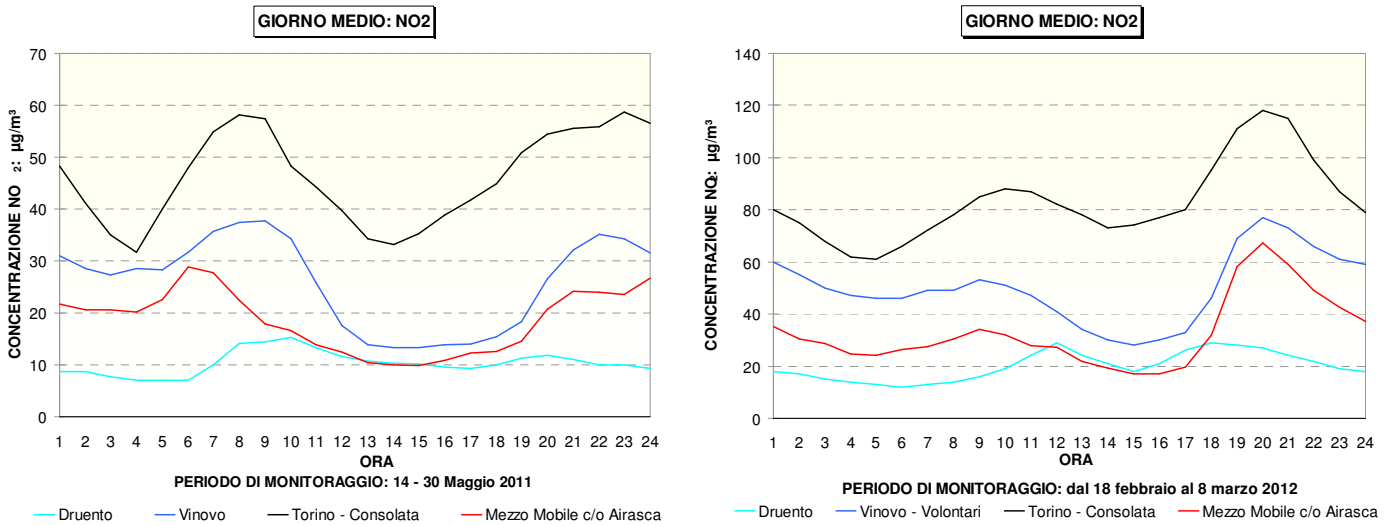
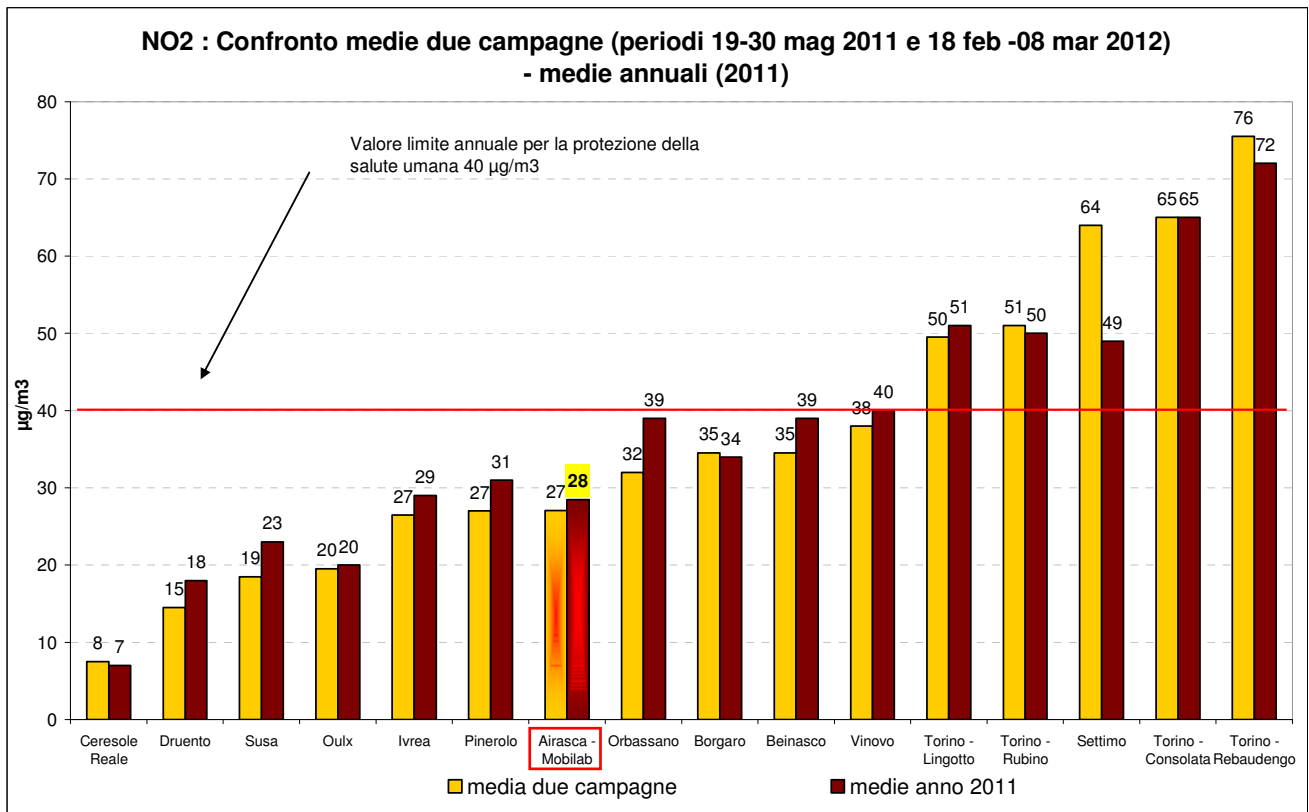


Figura 23 – NO₂ : medie annuali e somma delle medie dei periodi di misura in provincia di Torino



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.

Durante il primo monitoraggio nel Comune di Airasca è stata determinata una concentrazione media di benzene 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. Nel corso della seconda campagna di misura sono stati registrati valori più alti di benzene e toluene le cui medie orarie sono rispettivamente pari a 1.8 e $5.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la massima media oraria di benzene misurata è di $3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ampiamente al di sotto del limite annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale limite non verrebbe quindi presumibilmente superato nel caso fosse possibile calcolare la media annuale con un campionamento lungo un anno solare. I valori misurati ad Airasca sono inoltre decisamente inferiori a quelli registrati nella stazione metropolitana di Torino Consolata. (**Figura 24**)

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.

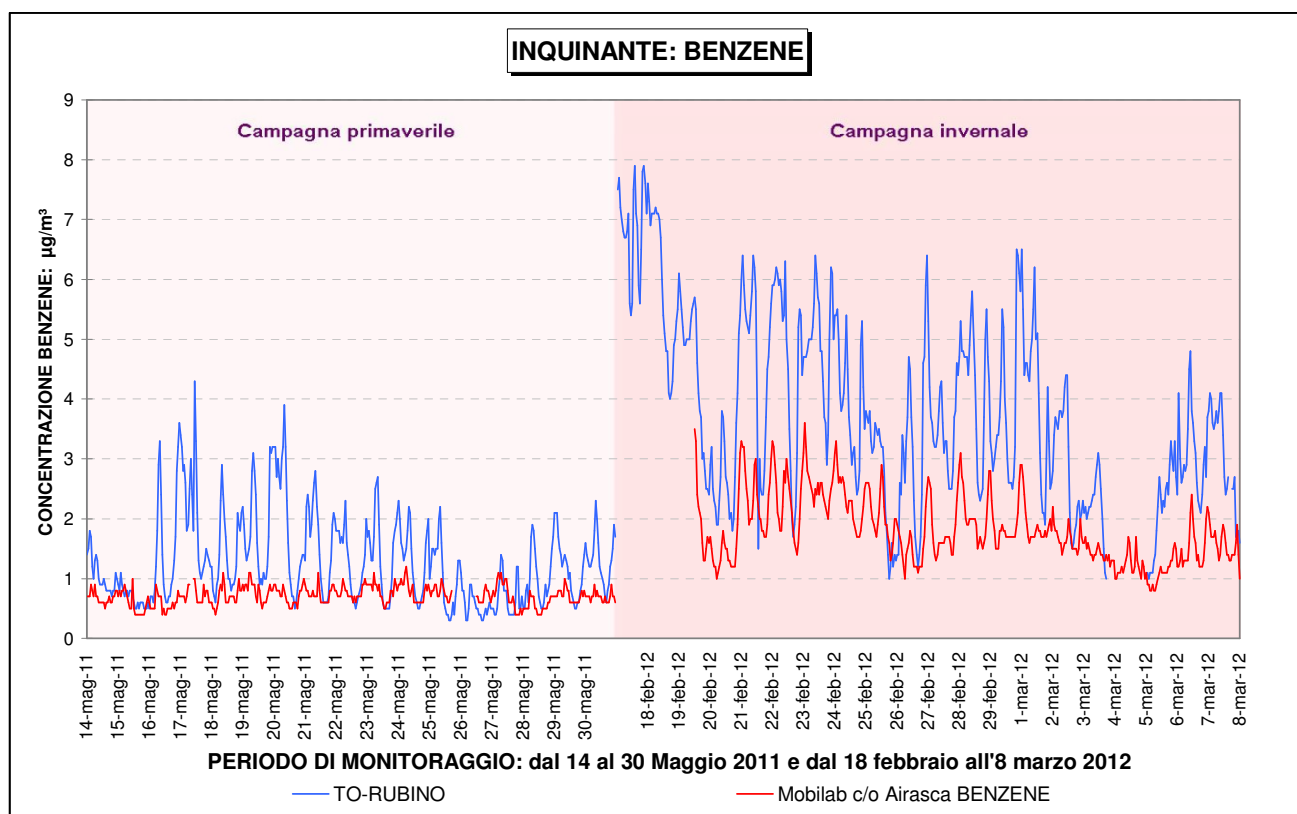
Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

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 $9.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 7.0 e $9.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono i valori degli stessi parametri misurati nella seconda campagna di misura. 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – prima e seconda campagna

	Benzene		Toluene	
	Primavera	Inverno	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	0.6	1.1	3.4	3.5
Massima media giornaliera	0.8	2.6	4.5	7.0
Media delle medie giornaliere	0.7	1.8	3.9	5.2
Giorni validi	16	17	16	17
Percentuale giorni validi	94%	85%	94%	85%
Media dei valori orari	0.7	1.8	3.9	5.2
Massima media oraria	1.2	3.6	9.8	9.4
Ore valide	388	421	388	421
Percentuale ore valide	95%	88%	95%	88%

Figura 24 – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con una stazione 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 PM₁₀, 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_{2.5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Durante la prima campagna di misura ad Airasca sono state eseguite misure di particolato fine PM₁₀, per il quale sono disponibili 12 misure su 17 giornate di monitoraggio effettivo, pari al 71% di valori validi. La **Figura 25** mostra come nel periodo di campionamento primaverile non vi siano stati superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ di 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile). La media dei valori di particolato PM₁₀ è di 31 µg/m³.

Gli esiti della seconda campagna di misura di PM₁₀ risultano più critici. Come era già stato accennato nella relazione precedente il PM₁₀ è un inquinante i cui valori più elevati si raggiungono nei mesi invernali e infatti nell'arco delle 20 giornate di misura dal 18 febbraio all'8 marzo ci sono stati 11 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³. In ben tre giornate - il 18, il 19 e il 24 febbraio - le concentrazioni di PM10 hanno superato i 100 µg/m³. (**Tabella 11, Figura 25 e Figura 27**). La media dei valori orari nella campagna invernale è stata di conseguenza piuttosto elevata: 66 µg/m³.

In **Figura 26** vengono confrontati i valori di PM₁₀ 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 la quale si rileva il numero maggiore di superamenti del limite giornaliero. È possibile notare che a seguito di precipitazioni abbondanti (20 febbraio e 4-7 marzo) le concentrazioni delle polveri diminuiscono drasticamente per tutte le stazioni, tornando al di sotto del limite giornaliero.

La **Tabella 12** e la **Figura 28** evidenziano infine che la concentrazione di PM₁₀, mediata tra le due campagne di misura è pari a 49 µg/m³, uno dei valori più elevati della provincia di Torino.

Non disponendo di una base dati annuale non è possibile in termini formali verificare il rispetto del massimo numero di superamenti del limite giornaliero previsto dalla normativa (35 in un anno). È possibile tuttavia fare una valutazione di massima in base al confronto con le stazioni di monitoraggio della rete fissa provinciale riportato in **Tabella 12**. Nel periodo di monitoraggio considerato le stazioni fisse più prossime al sito di Airasca come numero di superamenti sono Ivrea e Borgaro Torinese, rispettivamente 11 e 12 superamenti. Poiché su base annua in entrambe le stazioni il limite dei 35 giorni di superamento non è stato rispettato nel 2011 (tutte e due le stazioni hanno esaurito il limite di

superamenti consentiti già alla data del 14 febbraio 2011) è del tutto presumibile che anche nel sito di Airasca, come in tutta la pianura della provincia di Torino, tale limite non verrà rispettato.

La normativa (D.Lgs 155 del 13/08/2010) prevede oltre al limite del numero di superamenti anche il rispetto di un valore limite annuale per la protezione della salute umana pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La durata del monitoraggio nel comune di Airasca è molto inferiore all'arco temporale stabilito dalla normativa per il calcolo della media annuale da confrontare poi con il limite di legge; tuttavia è possibile effettuare una stima del valore di concentrazione annuale del PM_{10} nel comune di Airasca facendo ricorso alla stessa tipologia di formula matematica presentata in questa relazione nel capitolo sul biossido di azoto e riproposta, con le opportune modifiche, nella nota ².

Seguendo il procedimento descritto in nota, per il comune di Airasca è stata stimata una concentrazione media annua di PM_{10} pari a $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Figura 28**), valore di poco superiore al limite medio annuo stabilito dalla normativa, ma comunque confrontabile con quello di stazioni urbane o suburbane di fondo di Torino e provincia (Borgaro Torinese e Torino Lingotto).

Tabella 11 – Dati relativi al particolato sospeso PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) presso il sito di monitoraggio

PM₁₀	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	17	12
Massima media giornaliera	44	173
Media delle medie giornaliere	31	66
Giorni validi	12	20
Percentuale giorni validi	71%	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0	11

² Sono state calcolate le medie di PM_{10} per lo stesso periodo in cui si è svolta la campagna di misura, per la stazione di Pinerolo che meglio rappresenta le condizioni della stazione di Airasca; dal rapporto con la media dell'anno 2011 di Pinerolo si è calcolato il fattore che moltiplicato per il valore medio delle campagne di Airasca permette di ricavare la stima annuale;

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

dove

m_c : media periodo campagne NO_2 di Airasca

M_c : media anno 2011 NO_2 di Airasca

m_p : media periodo campagne NO_2 di Pinerolo

M_p : media anno 2011 NO_2 di Pinerolo

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

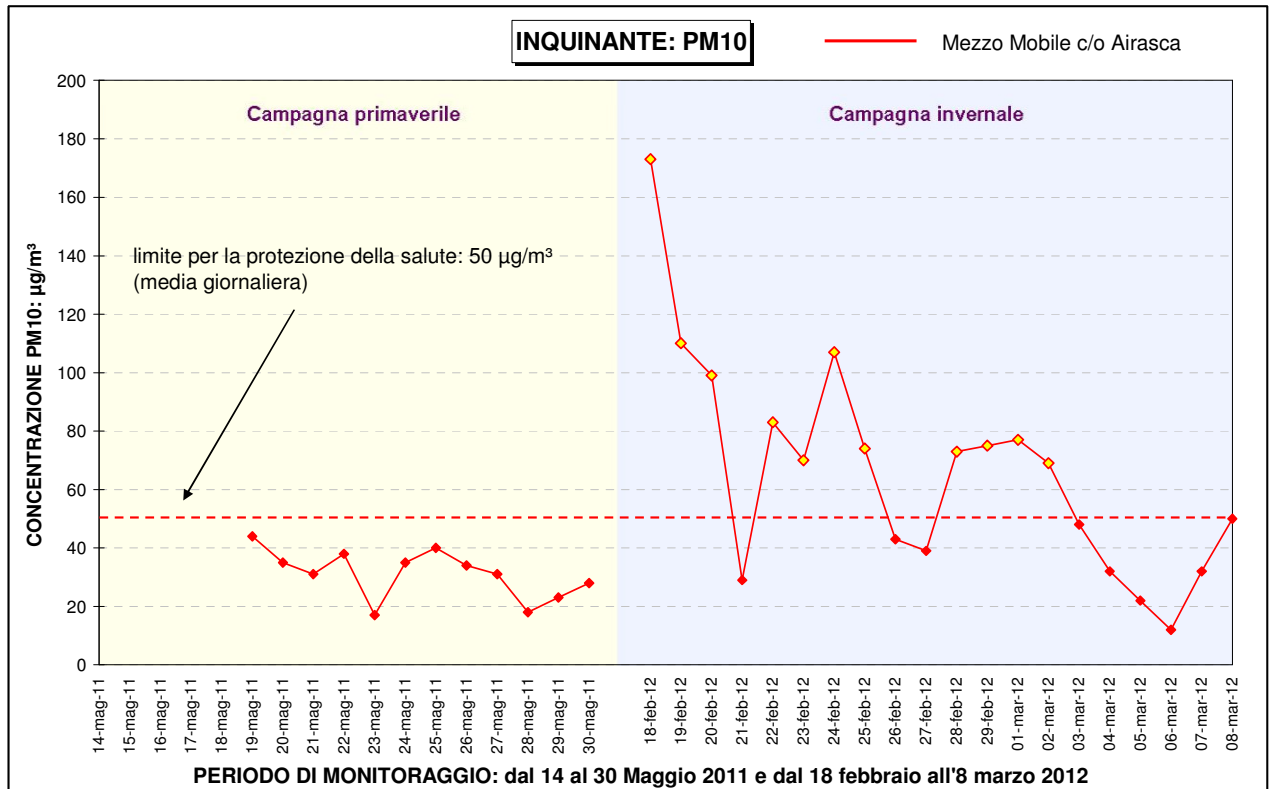


Figura 26 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto con altre stazioni di monitoraggio durante le due campagne di misura

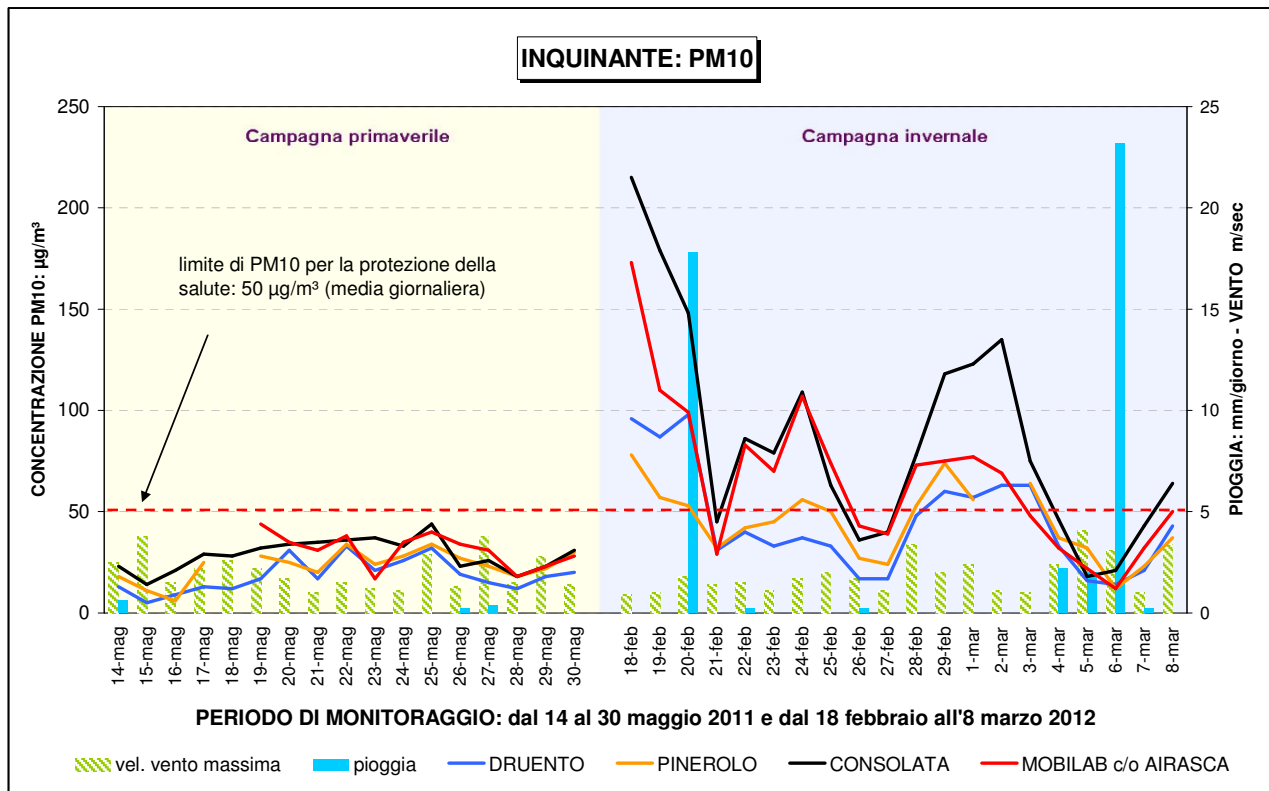


Tabella 12 – Particolato sospeso PM₁₀ confronto medie anno 2011 e medie del periodo di campionamento PM₁₀ nella provincia di Torino

Stazioni di misura	Media periodo 19-30 maggio 2011 [µg/m ³]	Media periodo 18 feb – 08 mar 2012 [µg/m ³]	Media due campagne 2011-2012	Media anno 2011 [µg/m ³]
Ceresole Reale	8	5	6	8
Oulx	20	13	17	20
Susa	22	24	23	23
Druento	22	45	34	31
Pinerolo	26	45	36	32
Ivrea	22	64	43	35
Borgaro T.se	23	71	47	43
Airasca - Mobilab	31	66	49	45*
To - Lingotto	25	73	49	44
To - Rubino	26	77	52	47
To - Consolata	31	86	59	50
Carmagnola	28	92	60	49

* Il dato è stato stimato secondo le modalità descritte nel testo.

Figura 27 – Particolato sospeso PM₁₀: numero di superamenti del valore limite giornalieri di 50 µg/m³, in provincia di Torino nel corso della seconda campagna

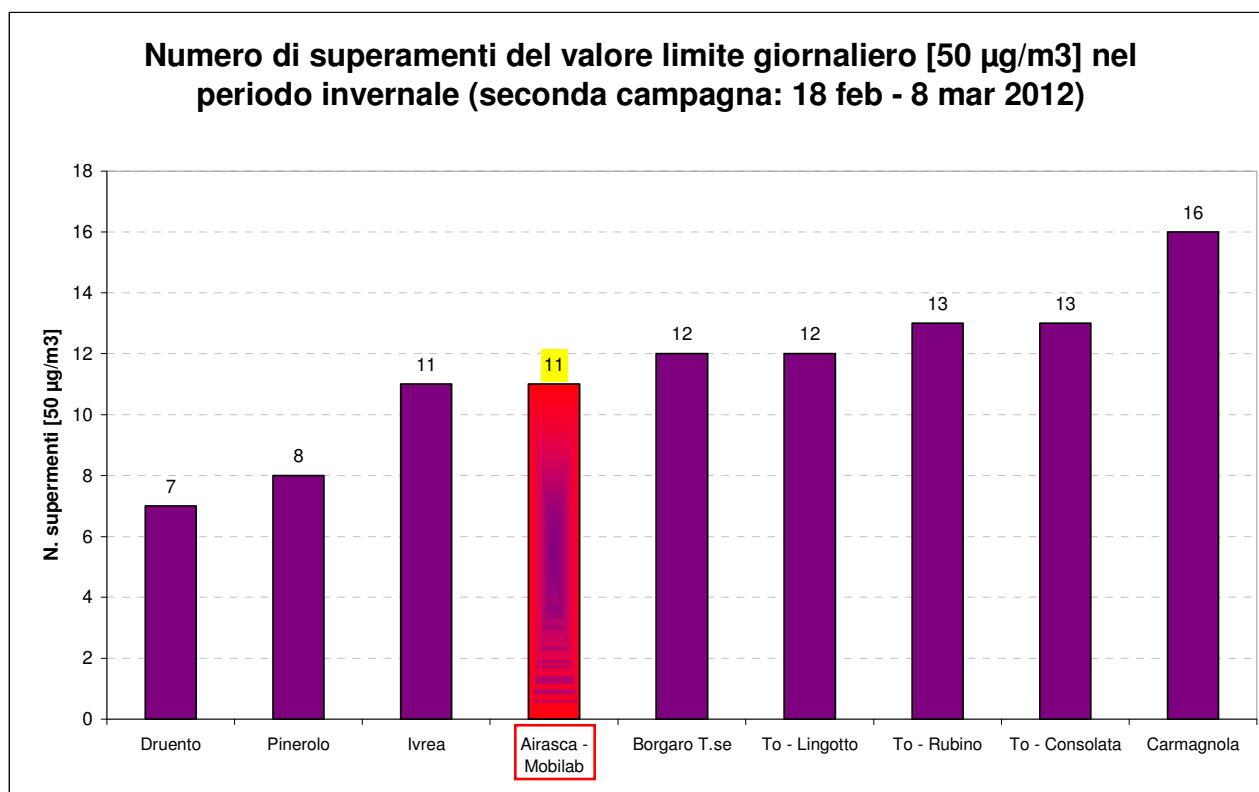
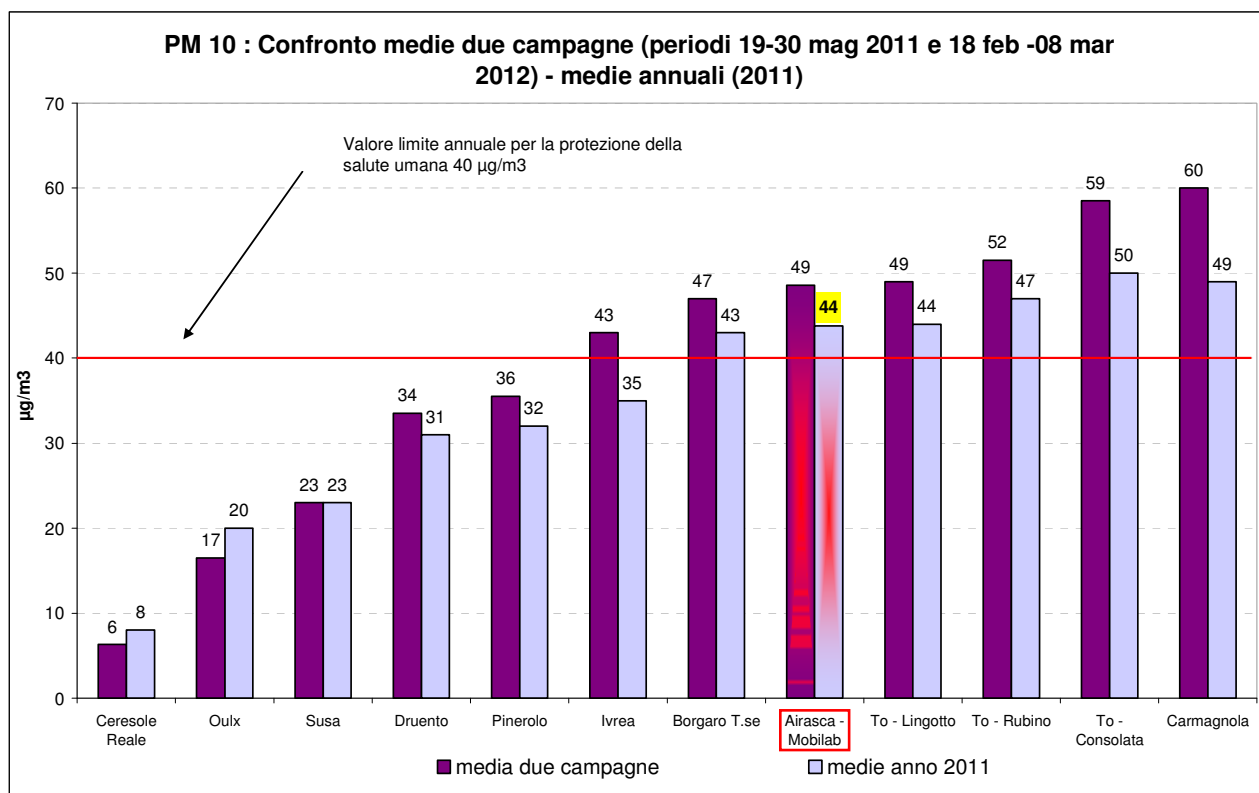


Figura 28 – Particolato sospeso PM₁₀: confronto medie anno 2011 e media dei periodi di misura nella provincia di Torino.



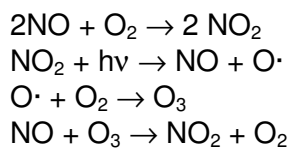
Ozono

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 (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 prima campagna di misura nel comune di Airasca, la media dei valori orari di ozono è stata di $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una massima media oraria di $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 13**). 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 29**); 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.

Durante la seconda campagna di misura, invernale, sono state registrate concentrazioni di ozono molto più basse: la media dei valori orari di ozono è stata di $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e la massima media oraria pari a $116 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (**Tabella 13**). Non ci sono stati invece superamenti del livello di protezione né dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute, né del livello di informazione.

In **Figura 30** viene riportata la concentrazione oraria di ozono misurata dal laboratorio mobile ad Airasca e dalle stazioni fisse di Vinovo e Druento: i tre siti presentano un andamento del tutto comparabile durante i due periodi di campionamento, con il classico andamento giornaliero a campana (i massimi sono concentrati nelle ore più calde della giornata).

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 anni³. Nel caso del comune di Airasca, come detto, tale valore è stato superato in ben 10 giorni durante il 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 .

³ 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))

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

Tabella 13 – Dati relativi all'ozono (O₃) (µg/m³)

Ozono	Primavera	Inverno
Minima media giornaliera	73	20
Massima media giornaliera	111	65
Media delle medie giornaliere (b):	85	38
Giorni validi	15	20
Percentuale giorni validi	88%	100%
Media dei valori orari	86	38
Massima media oraria	178	116
Ore valide	371	480
Percentuale ore valide	91%	100%
Minimo medie 8 ore	25	4.8
Media delle medie 8 ore	86	37
Massimo medie 8 ore	168	91
Percentuale medie 8 ore valide	90%	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	68	0
<u>N. superam. dell'obiettivo a lungo termine protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	10	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0	0

Tabella 14 – Dati relativi alle concentrazioni di ozono in provincia di Torino

Stazioni di misura	media conc. O ₃ (µg/m ³) 19-30 mag 2011	media conc. O ₃ (µg/m ³) 18 feb 08 mar 2012
Torino - Lingotto	71	27
Borgaro T. - Caduti	83	34
Vinovo - Volontari	86	36
Airasca Lab.	86,4	37.6
Druento - La	90	49
Ivrea - Liberazione	93	36
Orbassano -	94	38
Susa - Repubblica	95	53
Pinerolo - Alpini	105	46
Ceresole - Diga	113	82

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

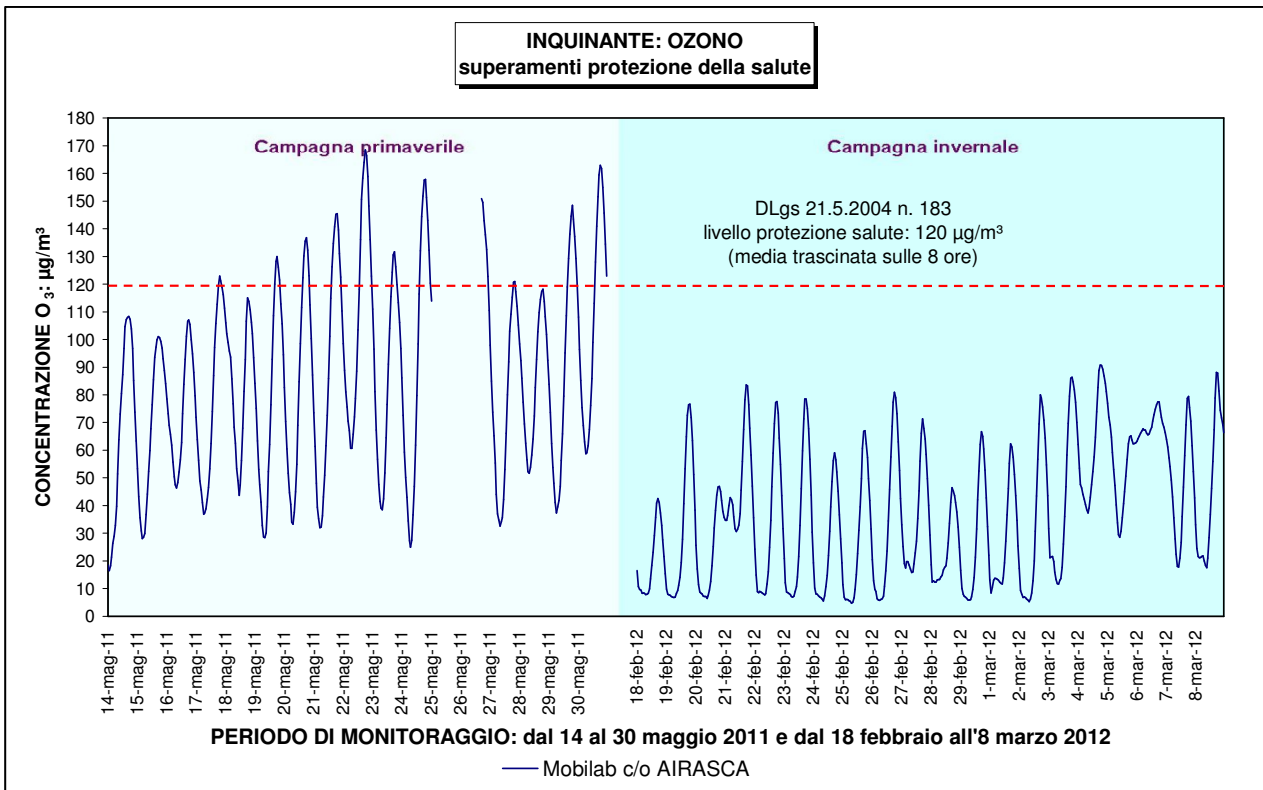
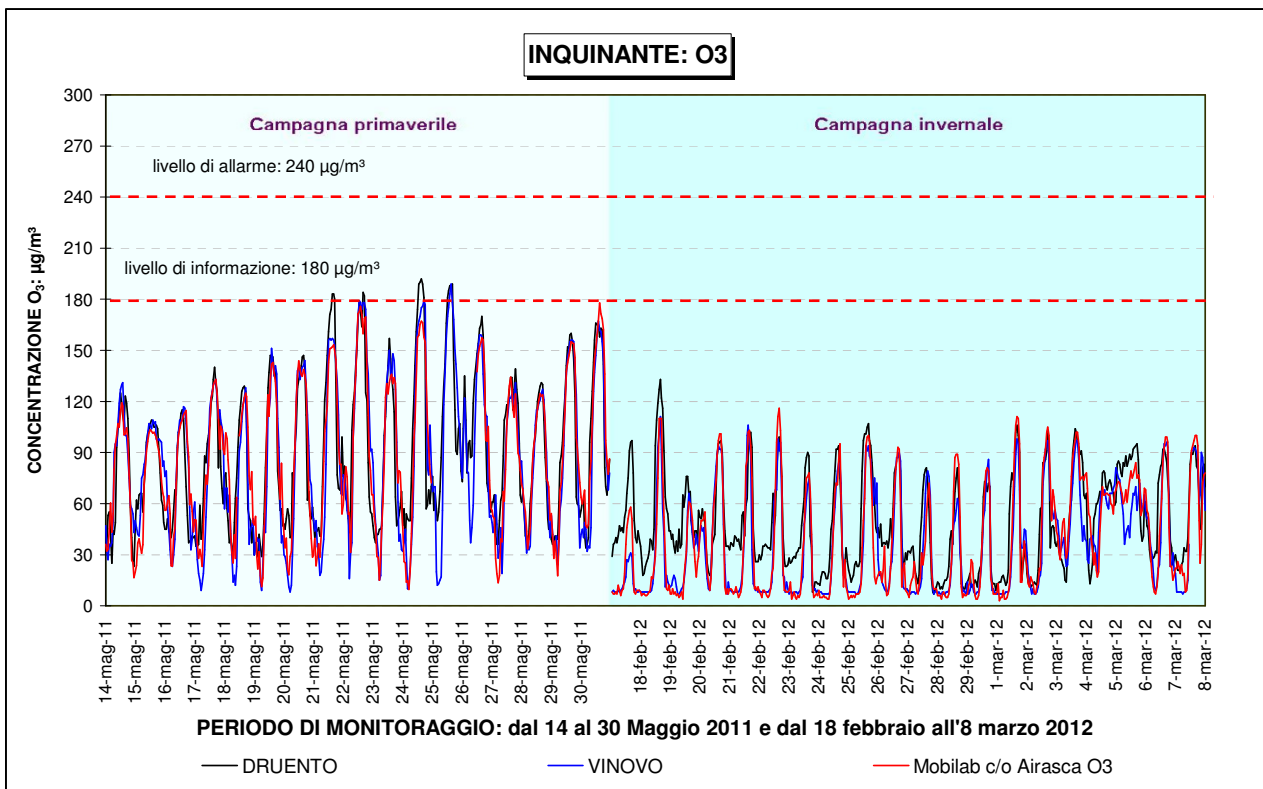


Figura 30 – O₃: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge



CONCLUSIONI

Lo stato della qualità dell'aria nel comune di Airasca emerso dal 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 previsti per legge per il biossido di zolfo, il monossido di carbonio, il biossido di azoto e il benzene. Sono stati superati invece i valori limite per la protezione della salute umana dell'ozono, nella stagione tardo primaverile (anno 2011) e del PM₁₀, nella stagione invernale (anno 2012).

Nel caso dell'O₃, nella prima campagna 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/m³). 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 PM₁₀, la media complessiva dei due periodi di monitoraggio svolti nel comune di Airasca - 49 µg/m³ - risulta nominalmente tra le più elevate del territorio provinciale, inferiore solamente alle concentrazioni medie rilevate negli stessi giorni a Torino e Carmagnola, stazione suburbana di traffico particolarmente critica. Nel comune di Airasca è soprattutto alta (66 µg/m³) la concentrazione media registrata nel periodo di campionamento invernale da febbraio a marzo 2012, quando si verificano tutti gli 11 superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³.

Non disponendo di una base dati annuale non è possibile in termini formali verificare il rispetto del massimo numero di superamenti del limite giornaliero previsto dalla normativa (35 in un anno). È possibile tuttavia fare una valutazione di massima in base al confronto con le stazioni di monitoraggio della rete fissa provinciale. Nel periodo di monitoraggio considerato le stazioni fisse più prossime al sito di Airasca per numero di superamenti sono Ivrea e Borgaro Torinese. Poiché su base annua in entrambe le stazioni il limite dei 35 giorni di superamento nel 2011 non è stato rispettato è del tutto presumibile che anche nel sito di Airasca, come in tutta la pianura della provincia di Torino, tale limite non sarebbe rispettato.

La normativa (D.Lgs 155 del 13/08/2010) prevede oltre al limite del numero annuo di superamenti anche il rispetto di un valore limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³. In questo caso è stato possibile stimare nel sito di Airasca una concentrazione media annua di PM₁₀ pari a 44 µg/m³, valore di poco superiore al limite medio annuo stabilito dalla normativa, ma comunque confrontabile con quello di stazioni urbane o suburbane di fondo di Torino e provincia (Torino Lingotto e Borgaro Torinese). Sulla base dei dati rilevati nell'arco delle due campagne di misura non è al momento possibile evidenziare le ragioni della relativa criticità del parametro PM₁₀. Si rimane in ogni caso disponibili a valutare l'eventualità di un futuro approfondimento.

In definitiva i risultati confermano quanto è già noto da anni: la stagione fredda è la più critica per la maggior parte degli inquinanti atmosferici in generale e per il PM₁₀ in particolare, complici le maggiori emissioni in atmosfera da traffico e riscaldamento domestico, ma soprattutto le condizioni

meteorologiche di relativa stabilità atmosferica che non favoriscono la corretta dispersione verso l'alto degli inquinanti.

Si fa notare, infatti, che in seguito a giornate con precipitazioni abbondanti e vento sostenuto – ad esempio dal 4 a 7 marzo 2012 - le concentrazioni di particolato sospeso diminuiscono drasticamente, riducendosi a meno di un quarto del valore iniziale - da $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 marzo 2012) a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6 marzo 2012).

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

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

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

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

- **Ossidi di azoto** **MONITOR EUROPE ML 9841B**

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

 - ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

- **Ozono** **MONITOR EUROPE ML 9810B**

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

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

- **Monossido di carbonio** **API 300 A**

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

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

- **Particolato sospeso PM10** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica** **LSI LASTEM**

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

- **Benzene, Toluene, Xileni** **SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**

Gasromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

 - ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m³
 - ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m³
 - ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m³