




**DIPARTIMENTO TERRITORIALE PIEMONTE NORD OVEST  
 Struttura Semplice “Attività di Produzione”**

**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA  
 CON UTILIZZO DEI LABORATORI MOBILI DI ARPA PIEMONTE E TELT SPA IN PARALLELO  
 NEL COMUNE CHIOMONTE – scuola elementare , via Asilo Augusto Levis**

**RELAZIONE 9ª CAMPAGNA (17 ottobre – 06 novembre 2017)**

**CODICE DOCUMENTO: F06\_2018\_00189\_022**



<b>Redazione</b>	Funzione: Collaboratore Tecnico Prof.le Nome: Dr.ssa Laura Milizia	Data: 05/06/18	Firma: 
<b>Redazione</b>	Funzione: Collaboratore Tecnico Prof.le Nome: Dr.ssa Elisa Calderaro	Data: 05/06/18	Firma: 
<b>Verifica e approvazione</b>	Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione Dr. Francesco Lollobrigida	Data: 05/06/18	Firma: 

## **SOMMARIO**

<b><u>OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....</u></b>	<b><u>2</u></b>
<i>Il quadro normativo .....</i>	<i>4</i>
<b><u>ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....</u></b>	<b><u>14</u></b>
Biossido di zolfo .....	15
Monossido di Carbonio .....	17
Ossidi di Azoto .....	19
Benzene.....	23
Particolato Sospeso (PM <sub>10</sub> ) .....	26
Particolato Sospeso (PM <sub>2.5</sub> ) .....	28
Ozono .....	29
Metalli e Benzo(a)Pirene.....	31
<i>conclusioni.....</i>	<i>34</i>
<b><u>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</u></b>	<b><u>35</u></b>

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio nel Comune di Chiomonte è stata organizzata per verificare in parallelo le attività di monitoraggio condotte da Fenice S.p.A. per conto della Società Tunnel Euralpin Lyon Turin S.A.S. (TELT ex LTF). Il sito scelto per il controllo si trova all'interno del cortile della scuola elementare di via Augusto Levis; il laboratorio mobile di Arpa è stato posizionato accanto a quello utilizzato da Fenice. Il monitoraggio del laboratorio mobile TELT è iniziato il 07 ottobre e terminato il 26 ottobre. A causa di un guasto al laboratorio mobile Arpa la campagna è iniziata il 17 ottobre ed è stata prorogata fino al 6 novembre sia per avere un numero rappresentativo di giorni di monitoraggio sia per valutare lo stato di qualità dell'aria nelle giornate di fine ottobre interessate dagli incendi boschivi in Val Susa.

Per cui i grafici riportati nella presente relazione riportano intervalli temporali differenti a seconda che l'inquinante sia stato monitorato da entrambi i laboratori (PM<sub>10</sub> ed NO<sub>x</sub>) o solo da Arpa.

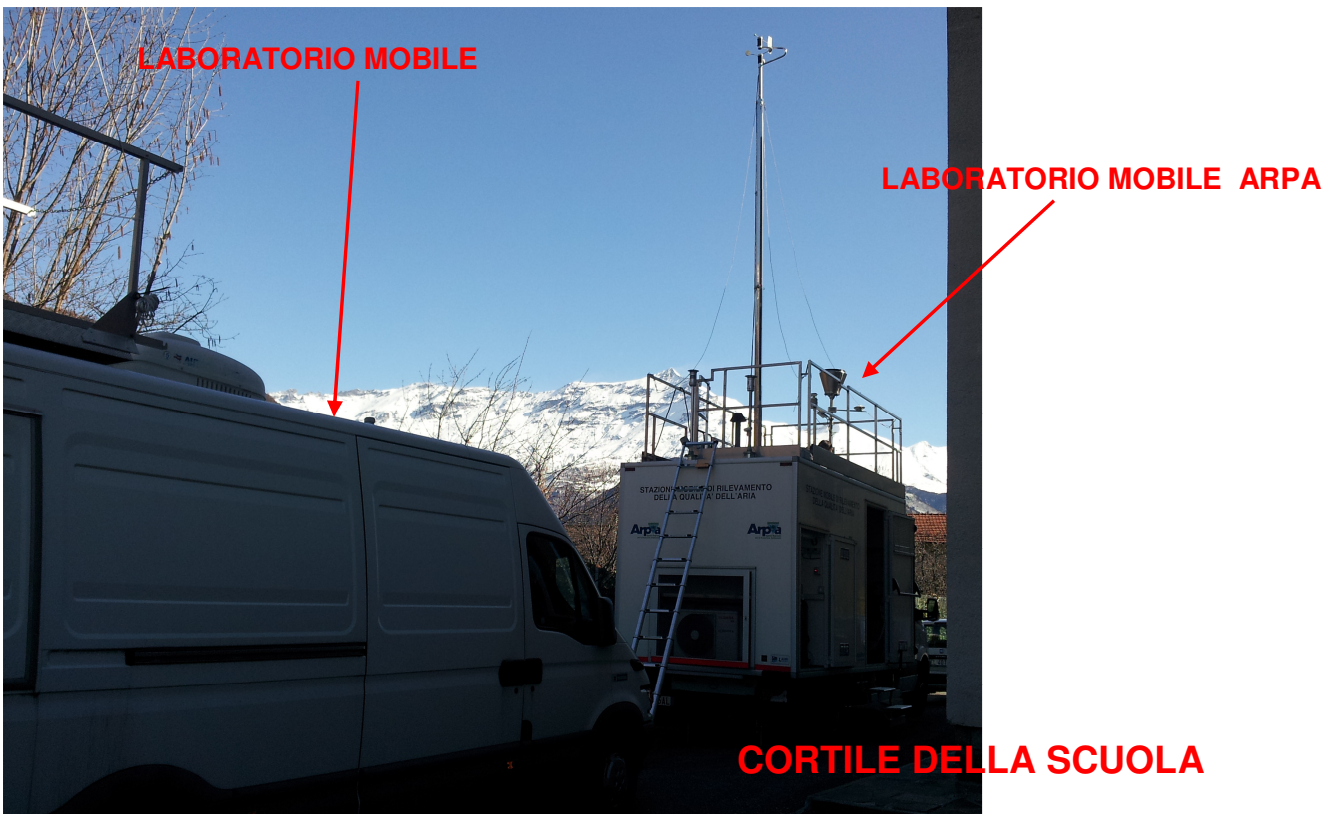
Le Figura 1 Figura 2 evidenziano sulla cartografia del comune di Chiomonte, il luogo scelto per il posizionamento del Mezzo Mobile di rilevazione della qualità dell'aria. La Figura 3 mostra il dettaglio fotografico del sito di campionamento del Laboratorio Mobile.



**Figura 1** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte – Scuola elementare (punto evidenziato in rosso)



**Figura 2** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte, scuola elementare – dettaglio del sito



**Figura 3** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte, scuola elementare – dettaglio fotografico

## IL QUADRO NORMATIVO

Nella Tabella 1, nella Tabella 2 e nella Tabella 3 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa attualmente vigente. Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2016".

**Tabella 1 – Valori limite per ozono e benzo(a)pirene**

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI
OZONO (O <sub>3</sub> ) (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
	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>	
	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>	
BENZO(a)PIRENE (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)	OBIETTIVO DI QUALITÀ'	media mobile valori giornalieri (3)	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 2 – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici (D.Lgs. 13/08/2010 n.155)**

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI
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
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3 volte/anno civile
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	--
		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
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> )	--
	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> )	--
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	---
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	---
PARTICELLE (PM <sub>10</sub> )	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35 volte/anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	---
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	---

**Tabella 3** – 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>

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.

Il D.Lgs 155/2010 prevede, inoltre, indicatori relativi al PM<sub>2.5</sub> ed 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>.

### ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteoroclimatici 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 4) che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi.

I parametri meteorologici vengono misurati utilizzando sensori posti direttamente sul mezzo mobile. I parametri meteoroclimatici 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>

**Tabella 4** – Dati relativi ai parametri meteorologici nel corso della campagna di monitoraggio

	<b>RADIAZIONE SOLARE GLOBALE</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>UMIDITA' RELATIVA</b>	<b>PRESSIONE ATMOSFERICA</b>	<b>VELOCITA' VENTO</b>
	<b>W/m<sup>2</sup></b>	<b>°C</b>	<b>%</b>	<b>mbar</b>	<b>m/s</b>
Minima media giornaliera	20.9	6.8	23.1	924	0.2
Massima media giornaliera	51.8	18.1	82.2	939	1.2
Media delle medie giornaliere	34.6	11.2	52.4	933	1.1
Giorni validi	19	19	19	19	13
Percentuale giorni validi	100%	100%	100%	100%	68%
Media dei valori orari	34.6	11.2	52.4	933	1.0
Massima media oraria	318	22.3	99	941	4.5
Ore valide	456	456	456	456	372
Percentuale ore valide	100%	100%	100%	100%	82%



La temperatura media di tutto il periodo (Tabella 4) è stata di 11.2 °C; il valore minimo orario si è raggiunto il 2 novembre con 2.7 °C, mentre il valore massimo pari a 22.3 °C è stato rilevato il 29 ottobre alle ore 13.

Il mese di ottobre 2017 è stato caratterizzato da temperature sopra la media stagionale, bassa umidità e prevalenza di episodi di vento forte che ha determinato l'influsso negativo sulla propagazione degli incendi boschivi.

L'umidità (Figura 6) è stata particolarmente bassa nelle giornate centrali del periodo di monitoraggio; giorni in cui si sono registrati numerosi episodi di phon come si può evincere dalla Figura 8.

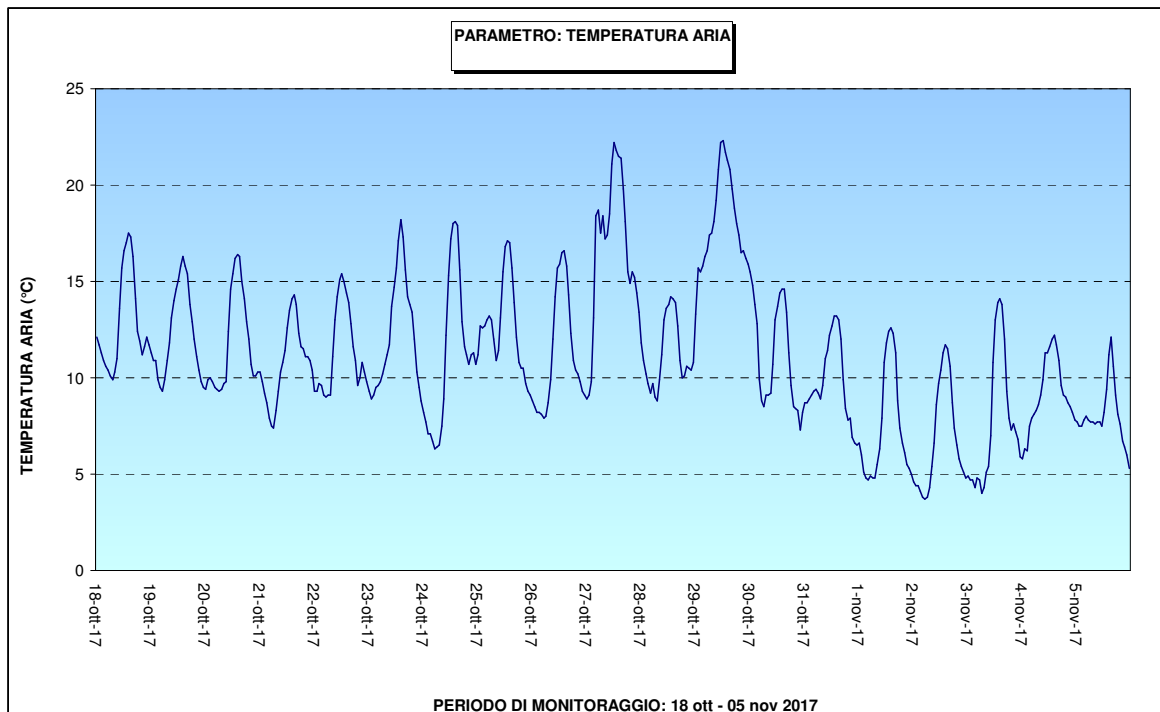
Per quanto riguarda i venti, la velocità media è stata pari a 1.1 m/s, con massime orarie pari a 4.5 m/s il 22 ottobre. Nei grafici riportanti le rose dei venti è fornita l'indicazione relativa alle calme di vento: si osserva che le calme di vento (velocità inferiori a 0,5 m/s) hanno interessato il 34.9% dei dati. Le elaborazioni relative alla direzione dei venti (Figura 9 – Figura 12) mostrano il caratteristico fenomeno di brezza di monte e di valle, con venti che spirano dal settore SW - SSW di notte mentre di giorno provengono dalla valle (NNE). Nella notte si hanno maggiori fenomeni di calma di vento rispetto al giorno (Figura 11).

La radiazione solare si è attestata tra i 150 e 200 W/m<sup>2</sup> per quasi tutto il periodo, l'intensità massima è stata di 318 W/m<sup>2</sup> il 23 ottobre (Figura 5).

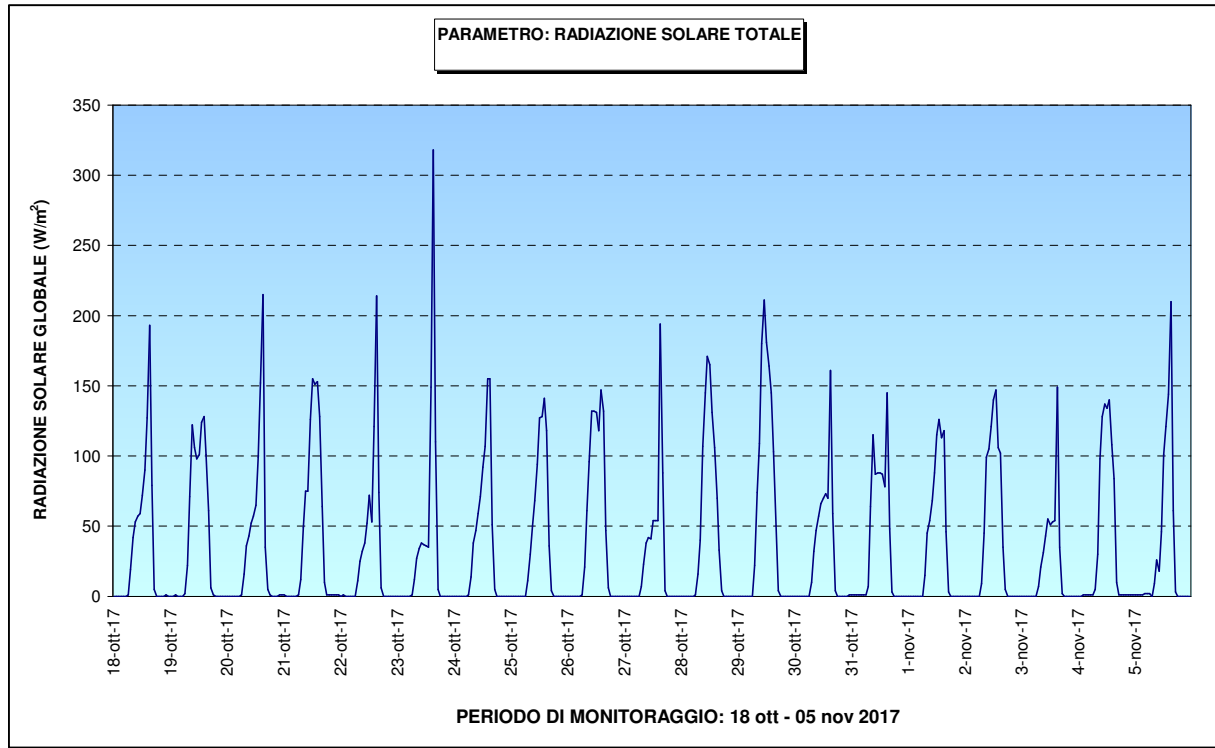
Per quanto riguarda il campo pressorio nel corso dei 19 giorni della campagna si è mantenuto tra i 930 ed i 940 mbar nei primi giorni di monitoraggio, mentre si è registrata una pressione atmosferica minore (Figura 7) nell'ultimo periodo della campagna quando si sono registrati gli eventi piovosi.

Per la durata dell'intera campagna di monitoraggio gli unici episodi di pioggia si sono verificati il 4 novembre (inizio delle precipitazioni in serata) e il 5 novembre (Figura 13).

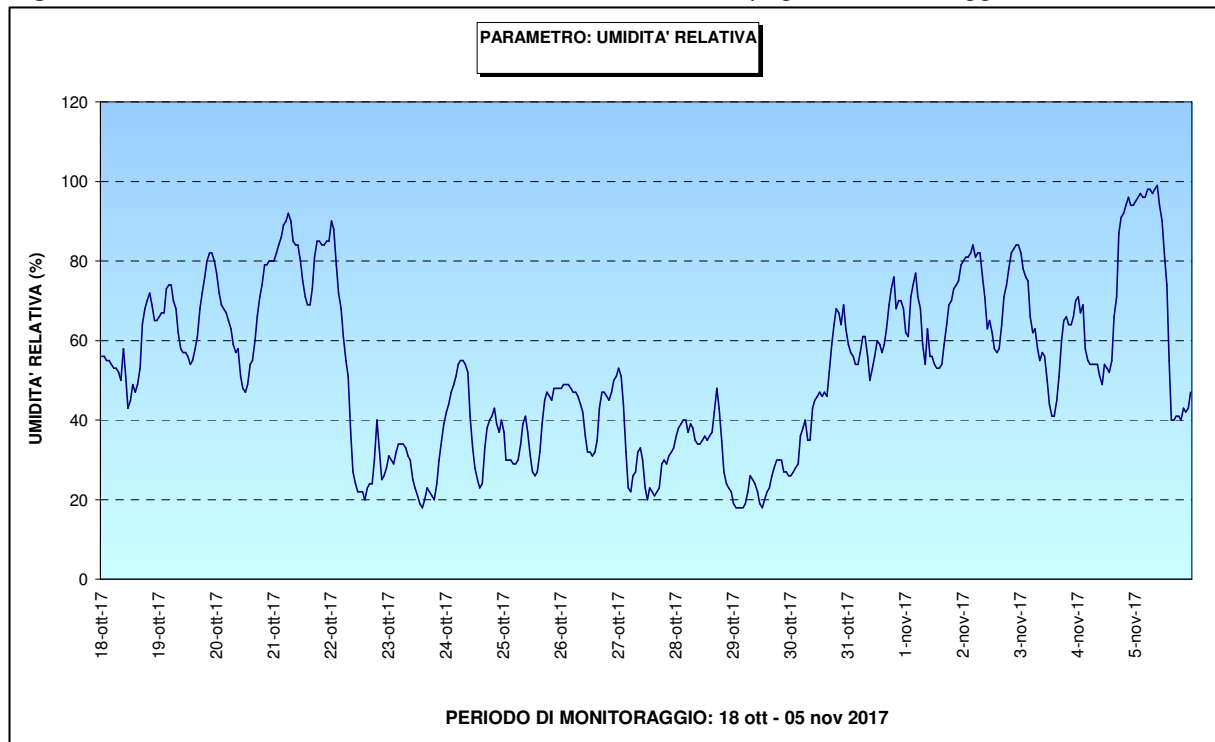
**Figura 4 - Andamento di temperatura durante la campagna di monitoraggio**



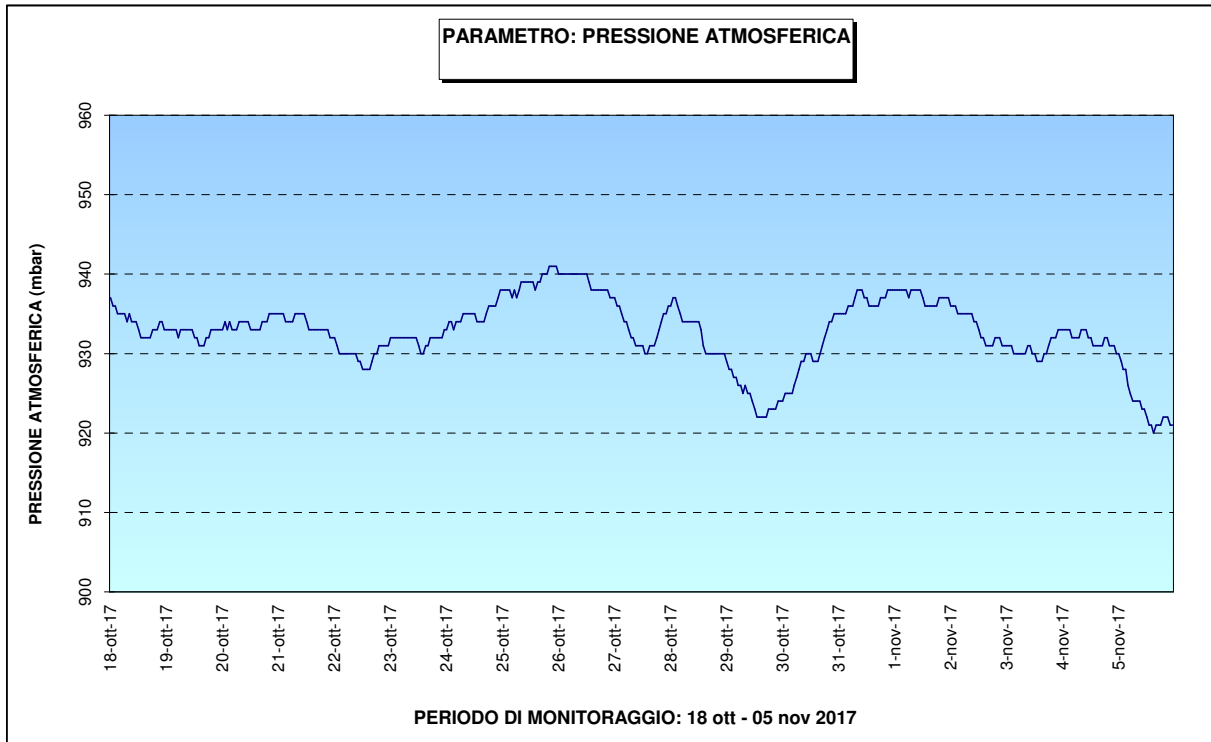
**Figura 5 - Andamento della radiazione solare globale**



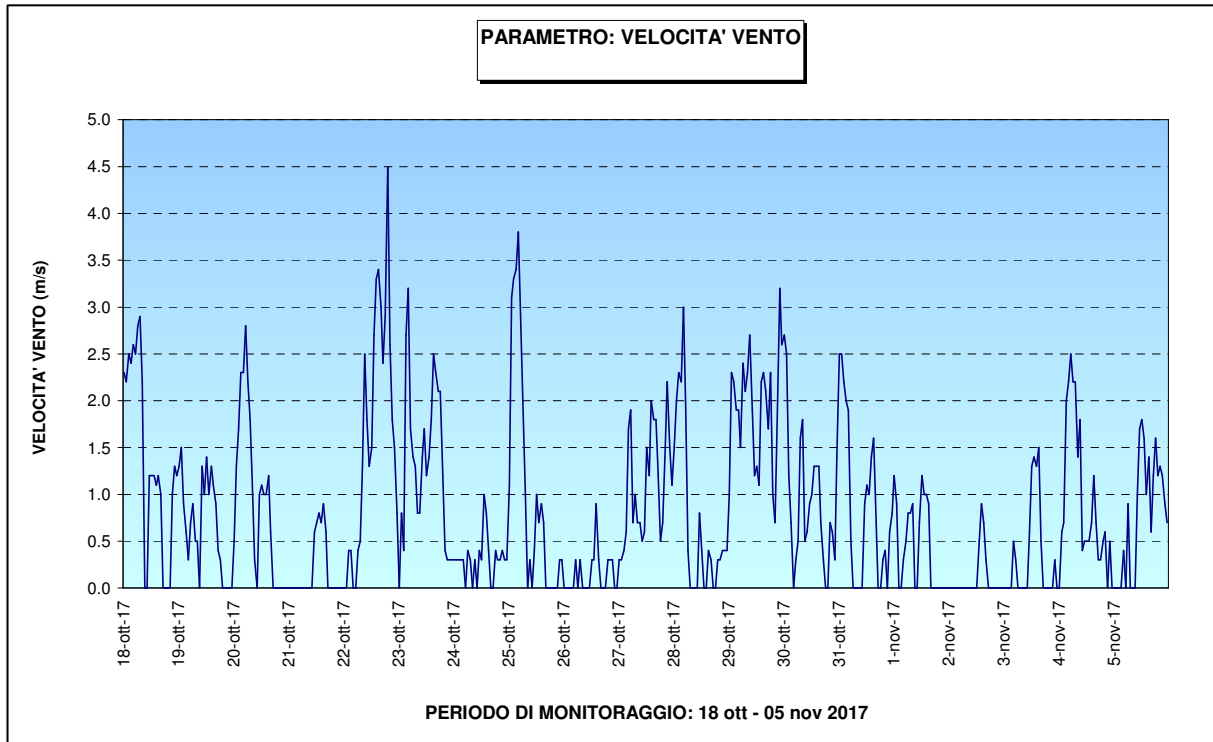
**Figura 6 – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio**



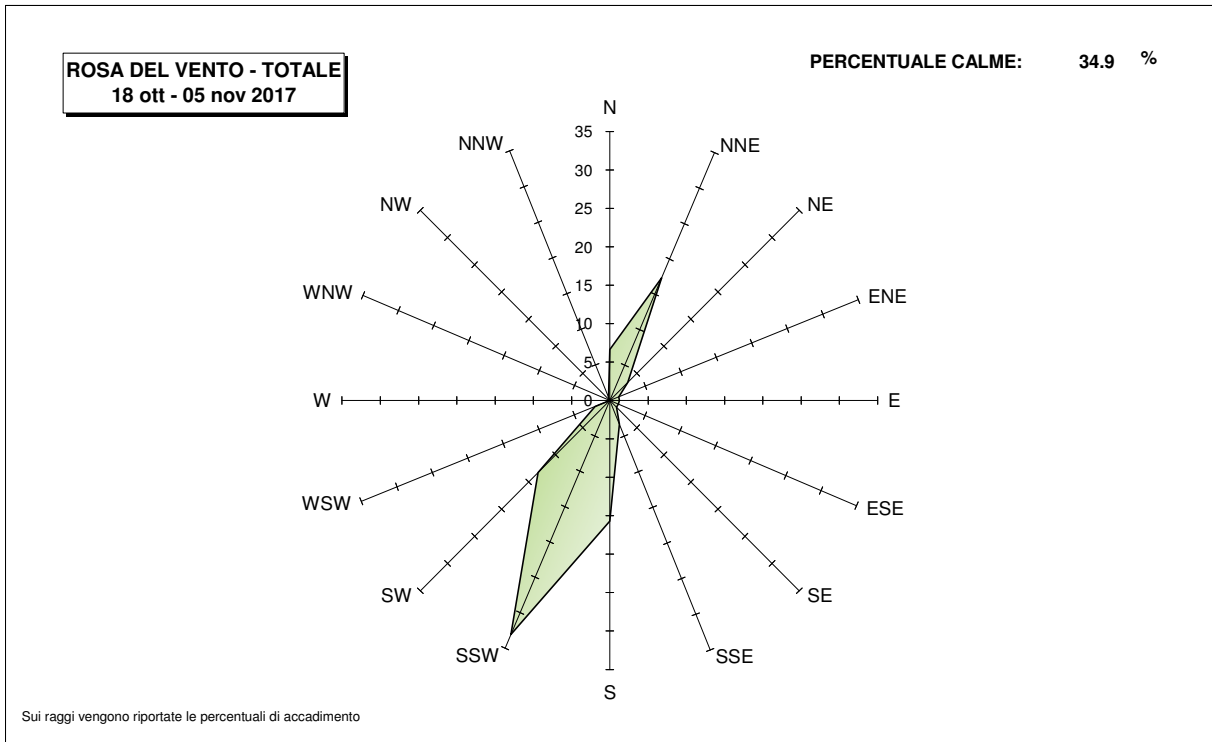
**Figura 7** – Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio



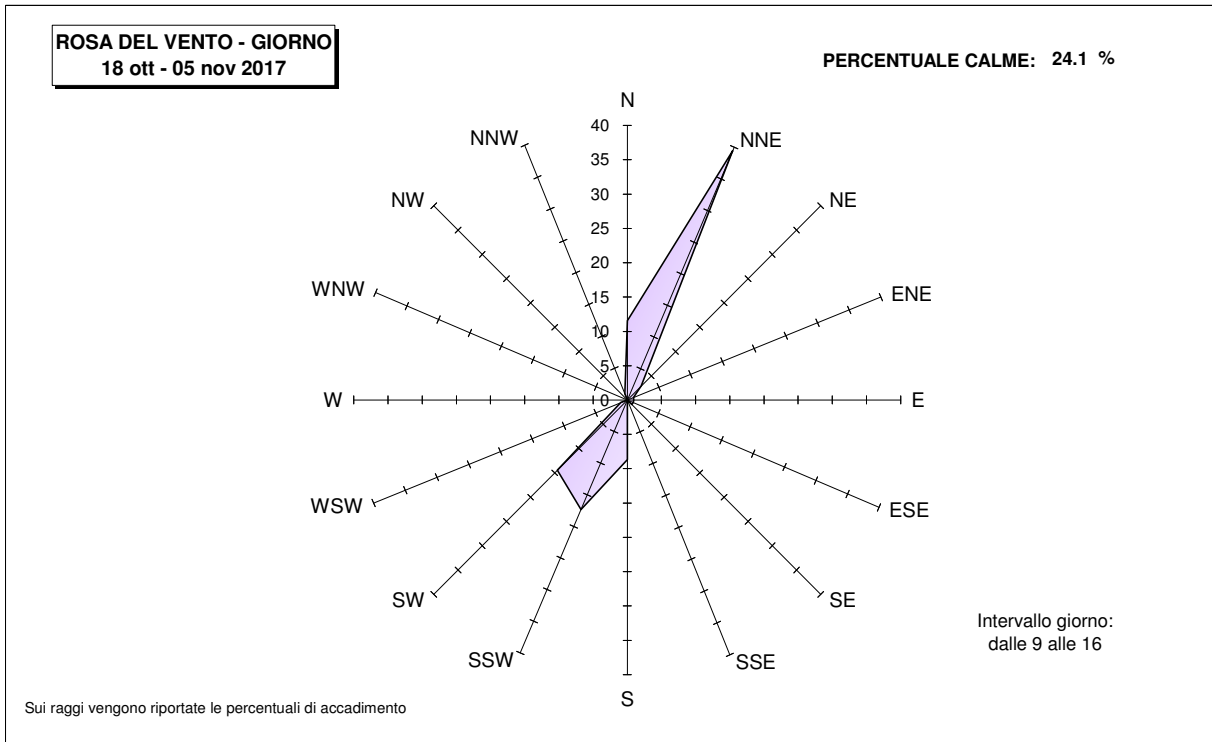
**Figura 8** - Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio



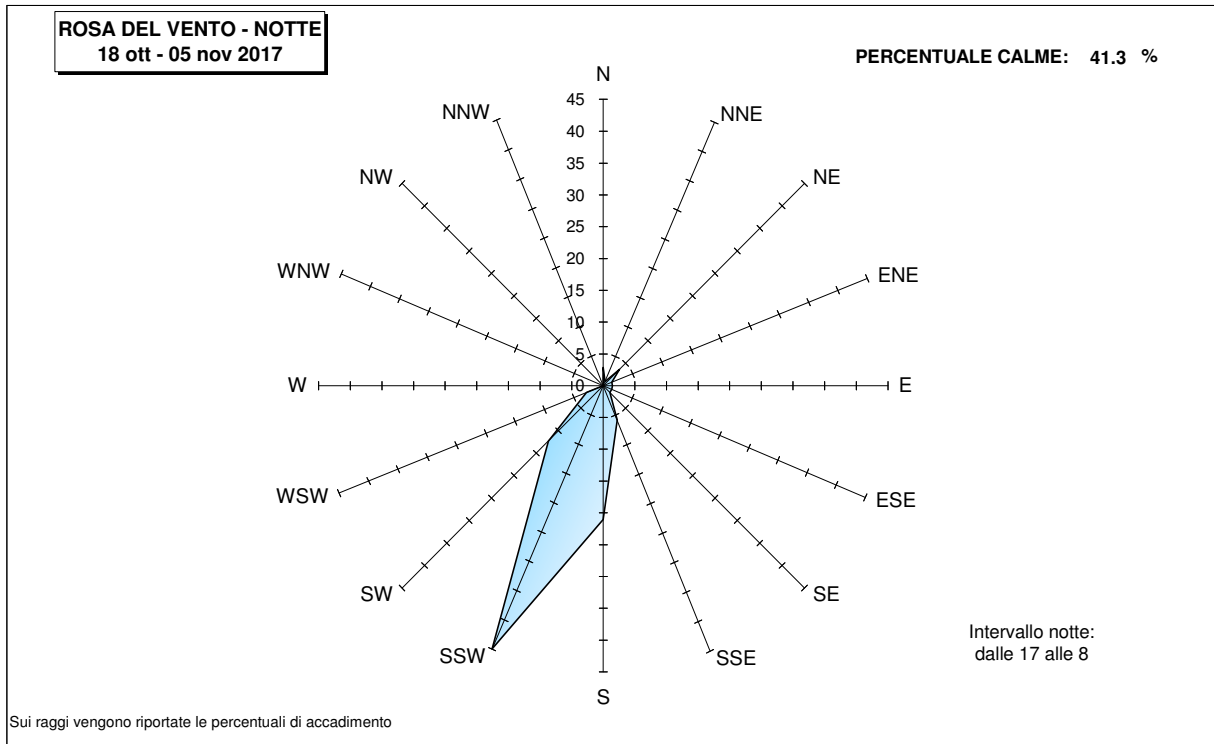
**Figura 9 – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio**



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



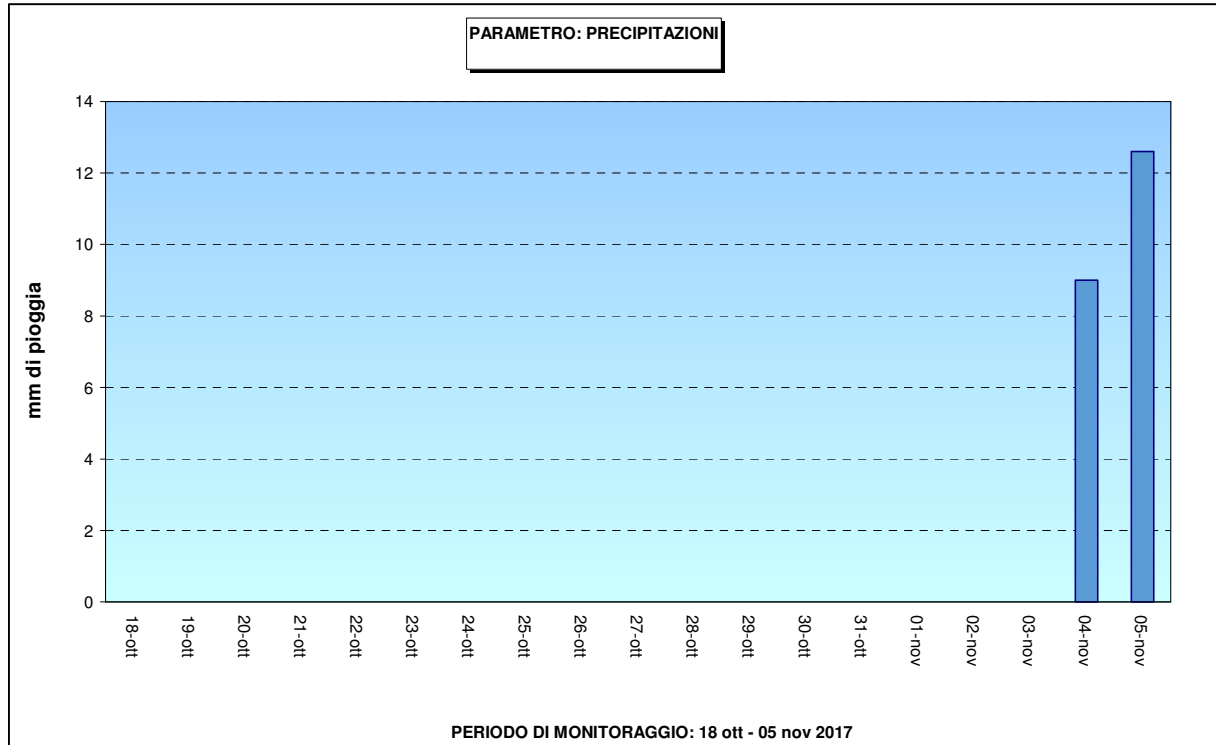
**Figura 11** - Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio



**Figura 12** - Direzione principale dei venti nelle ore diurne (freccia arancione) e notturne (freccie blu).



**Figura 13** - Precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio



## ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche delle concentrazioni registrate dagli analizzatori strumentali nel periodo di campionamento e gli eventuali superamenti dei limiti di legge degli inquinanti.

Si riportano di seguito i parametri misurati e le loro le formule chimiche, utilizzate come abbreviazioni.

Benzene	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	µg/m <sup>3</sup>
Bossido di azoto	NO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>
Biossido di zolfo	SO <sub>2</sub>	µg/m <sup>3</sup>
Monossido di azoto	NO	µg/m <sup>3</sup>
Monossido di carbonio	CO	mg/m <sup>3</sup>
Ozono	O <sub>3</sub>	µg/m <sup>3</sup>
Particolato sospeso PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>
Particolato sospeso PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>2.5</sub>	µg/m <sup>3</sup>

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito “Aria Web” della Regione Piemonte all’indirizzo: <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/ariaday/ariaweb-new/> nel quale è possibile registrarsi, e una volta accettata la licenza, consultare o scaricare i dati della rete di monitoraggio.

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. Nel 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

**Tabella 5** – Dati relativi al biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

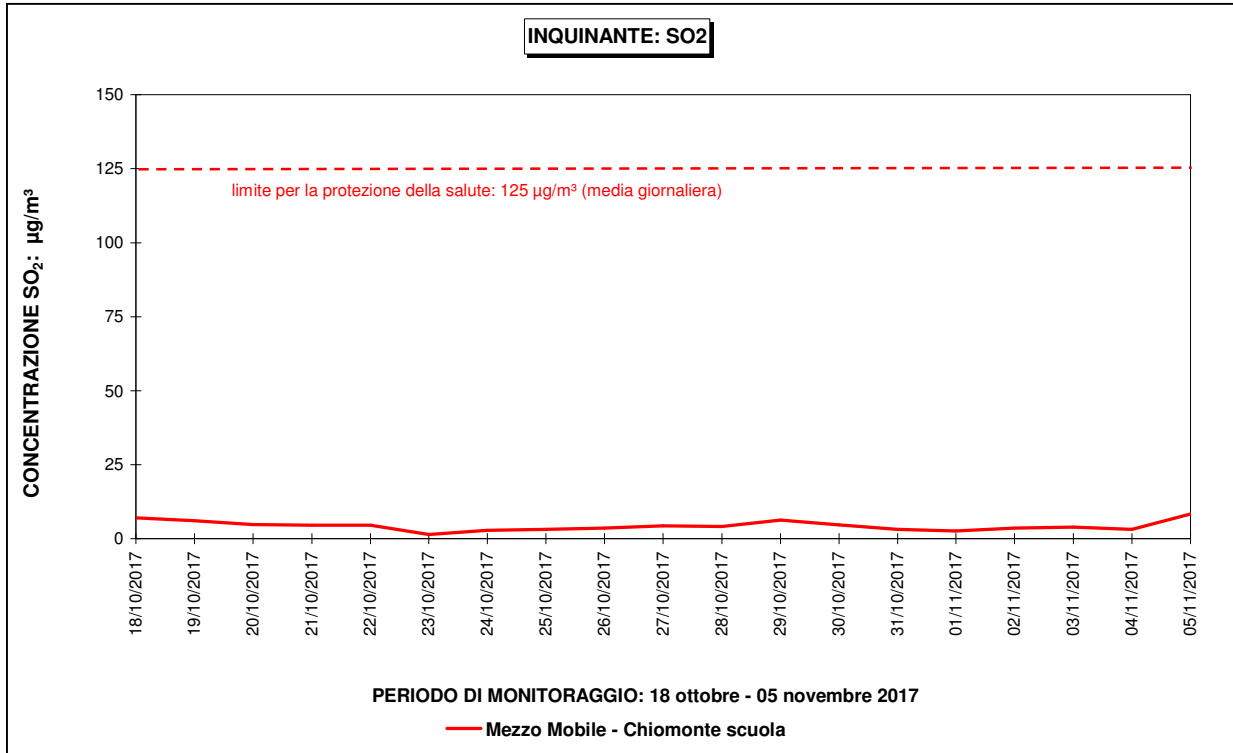
	ARPA
Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	8
Media delle medie giornaliere	4
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	4
Massima media oraria	10
Ore valide	454
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

I livelli orari e giornalieri del biossido di zolfo misurato nel Comune di Chiomonte con il laboratorio mobile, sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi (Tabella 5, Figura 14). Il massimo valore giornaliero (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), è pari a 4 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 10 µg/m<sup>3</sup>, risultando quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m<sup>3</sup> dal D.Lgs. 155/2010.

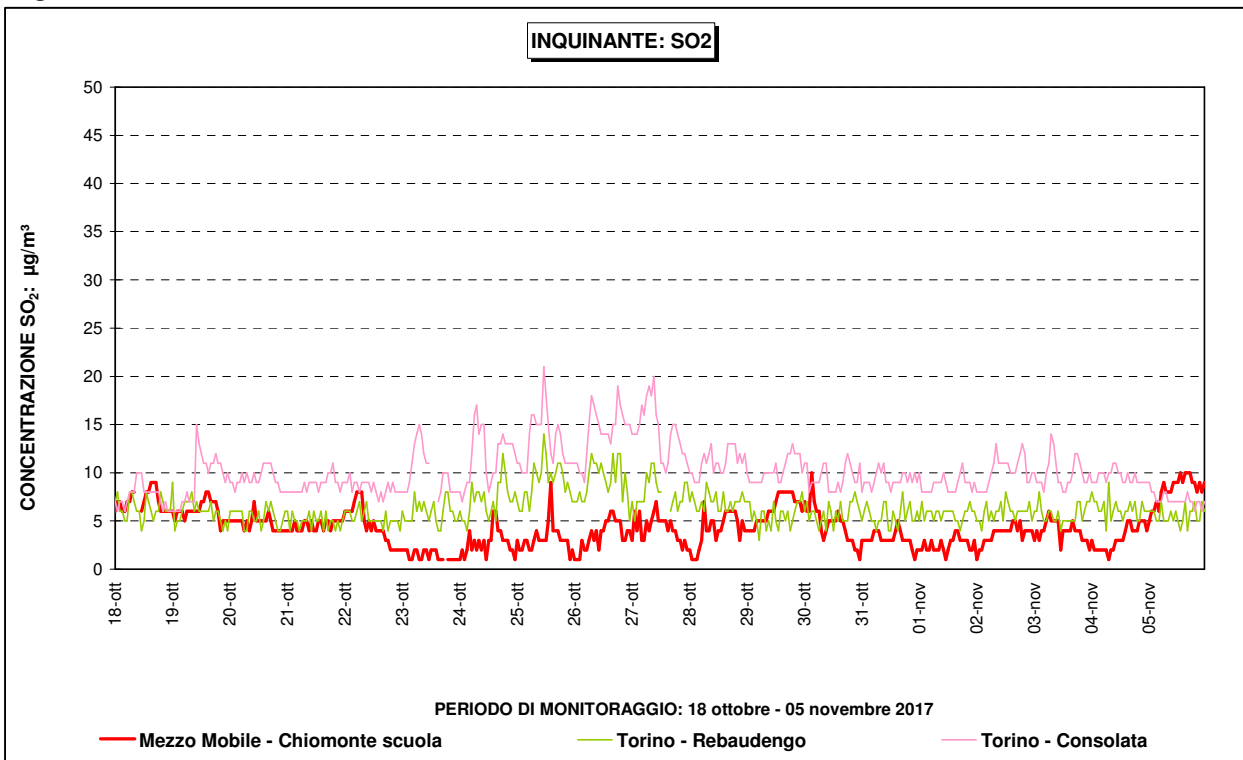
In Figura 15 le medie orarie di SO<sub>2</sub> registrate a Chiomonte con il laboratorio mobile di Arpa sono state confrontate con le due stazioni di traffico urbano della rete fissa di monitoraggio del capoluogo: Torino - Consolata e Torino – Rebaudengo. Dal confronto si evince che tale inquinante presenta, ormai da anni, livelli ampiamente al di sotto dei limiti normativi su tutto il territorio provinciale.



**Figura 14 – SO<sub>2</sub> confronto con il limite di legge (media giornaliera)**



**Figura 15 – SO<sub>2</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse**



## Monossido di Carbonio

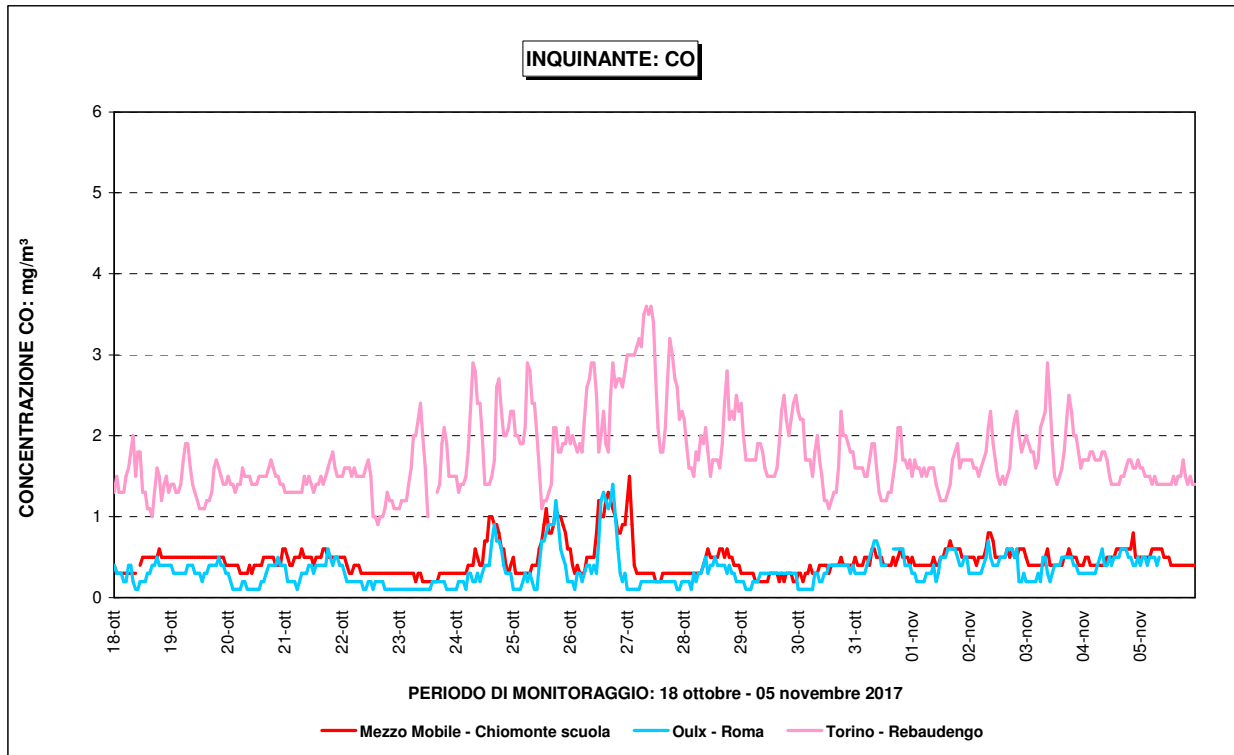
**Tabella 6** – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m<sup>3</sup>)

	<b>ARPA</b>
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.7
Media delle medie giornaliere (b):	0.5
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.5
Massima media oraria	1.5
Ore valide	455
Percentuale ore valide	100%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.5
Massimo medie 8 ore	1.1
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u>	0

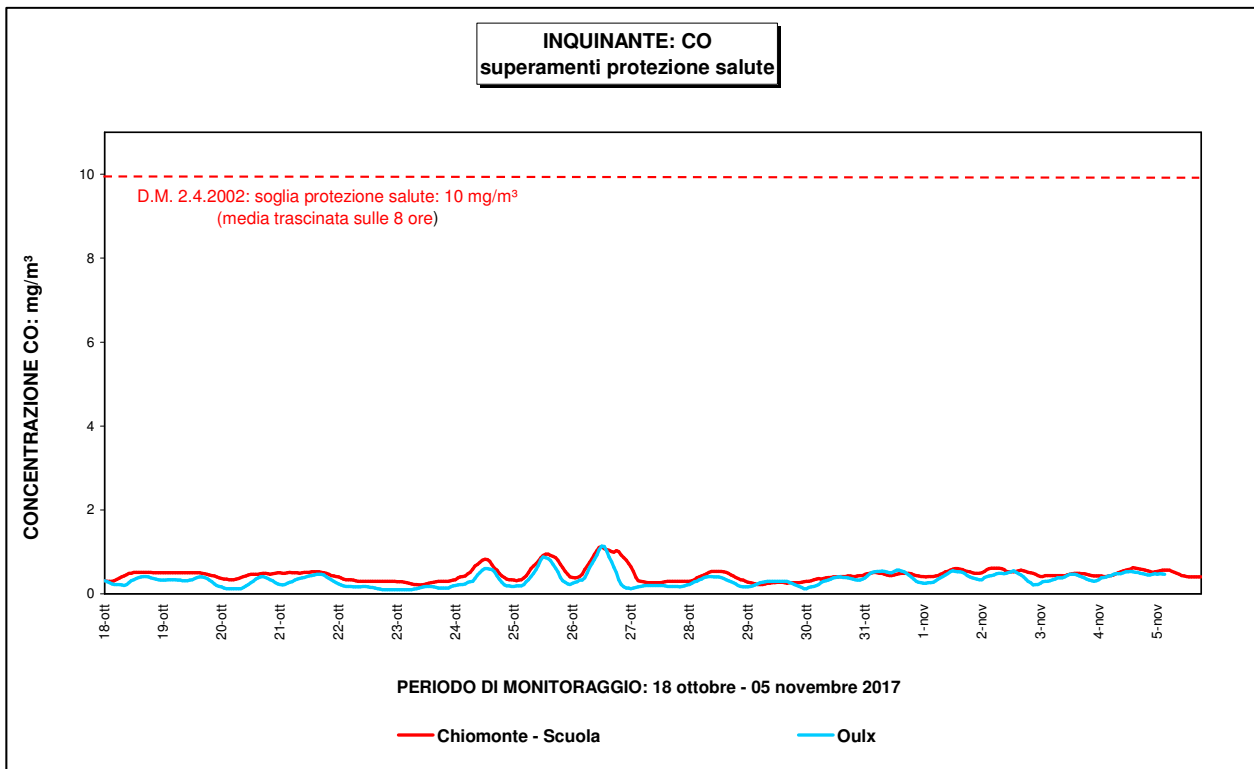
I dati misurati durante la campagna nel Comune di Chiomonte confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Il D.Lgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di 10 mg/m<sup>3</sup>, calcolato come media su otto ore consecutive: tale limite viene ampiamente rispettato dal sito in esame il cui valore massimo su otto ore è pari a 1.1 mg/m<sup>3</sup> (Tabella 6). Nelle Figura 16 e Figura 17 viene riportato il confronto con i dati della postazione fissa della rete regionale di monitoraggio di Oulx. Dai grafici si nota che i livelli e i valori di CO sono molto bassi, in entrambe le stazioni.

La situazione di non criticità per l'inquinante CO osservata ormai da diversi anni su tutto il territorio provinciale, caratterizza anche le rilevazioni finora condotte a Chiomonte, con concentrazioni ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

**Figura 16** – CO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio



**Figura 17** – CO: giorno medio confronto con stazione di Oulx della rete fissa.



## Ossidi di Azoto

### Monossido di Azoto

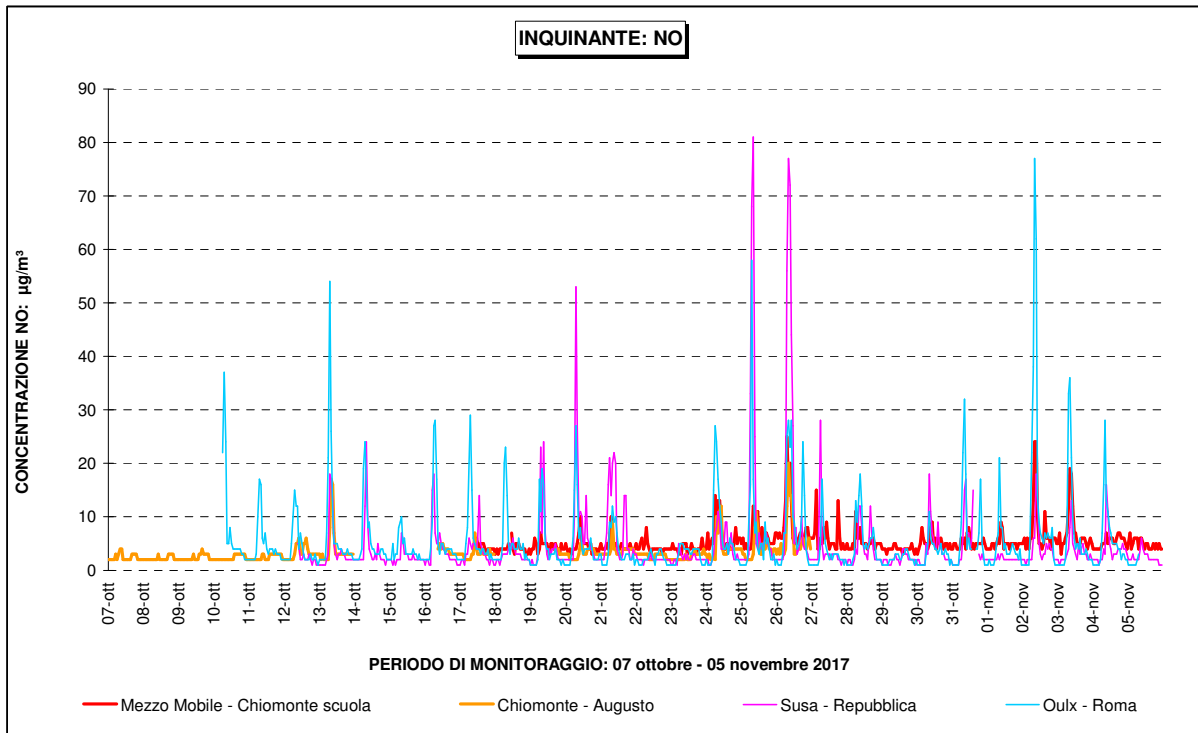
**Tabella 7** – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	2	4
Massima media giornaliera	6	9
Media delle medie giornaliere (b):	3	5
Giorni validi	20	19
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	3	5
Massima media oraria	20	25
Ore valide	480	455
Percentuale ore valide	100%	100%

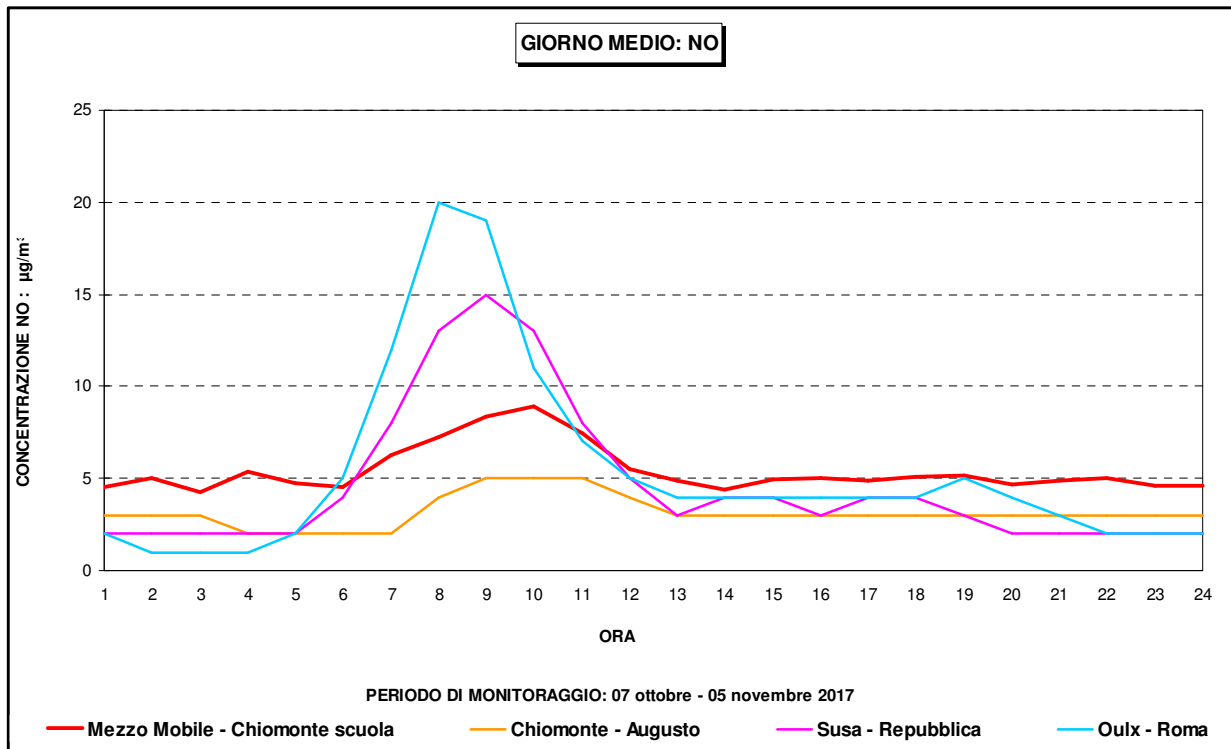
Benché la normativa non preveda valori limite di concentrazione nell'aria, il monossido di azoto (NO), viene comunque misurato perché, trasformandosi in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono, rappresenta uno dei precursori dell'inquinamento fotochimico.

Nel corso della campagna di monitoraggio nel Comune di Chiomonte il livello di NO ( Figura 18 e Figura 19) registrato con i laboratori mobili da TELT ed Arpa risulta basso e paragonabile alle stazioni di Susa e Oulx, poste a confronto. Presso il sito di Chiomonte il valore medio dell'intera campagna registrato con il laboratorio di Arpa è pari a  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabella 7). Nella stazione fissa di Oulx si osservano dei picchi più evidenti nelle ore di maggiore traffico che determinano il picco mattutino relativo a questo sito nel grafico del giorno medio. Gli andamenti e i livelli confermano quanto osservato nelle campagne precedenti.

**Figura 18** – NO: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni di misura



**Figura 19** – NO: andamento del giorno medio e confronto con altre stazioni di misura



## **Biossido di azoto**

**Tabella 8** – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

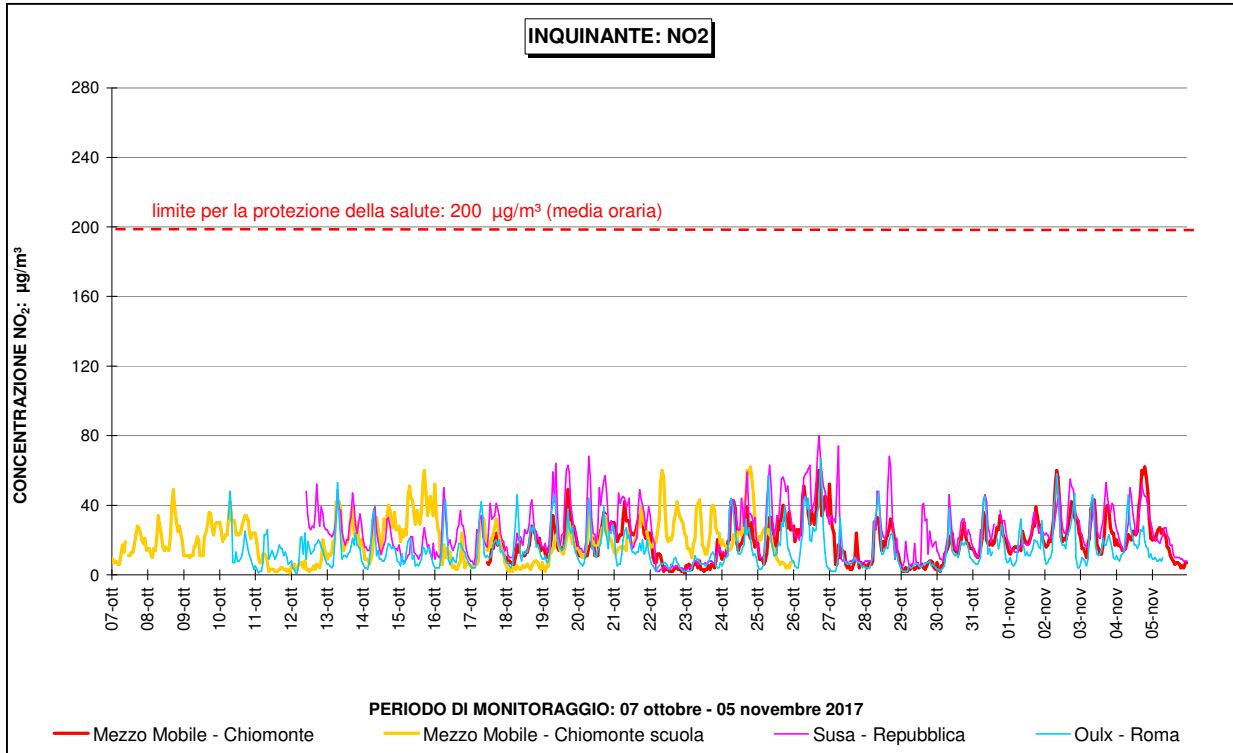
	<b>TELT</b>	<b>ARPA</b>
Minima media giornaliera	17	4
Massima media giornaliera	65	37
Media delle medie giornaliere	33	19
Giorni validi	20	19
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari	33	19
Massima media oraria	96	62
Ore valide	480	455
Percentuale ore valide	100%	100%
<u>Numero di superamenti 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

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, in presenza di forte irraggiamento solare, entra a far parte del ciclo di 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.

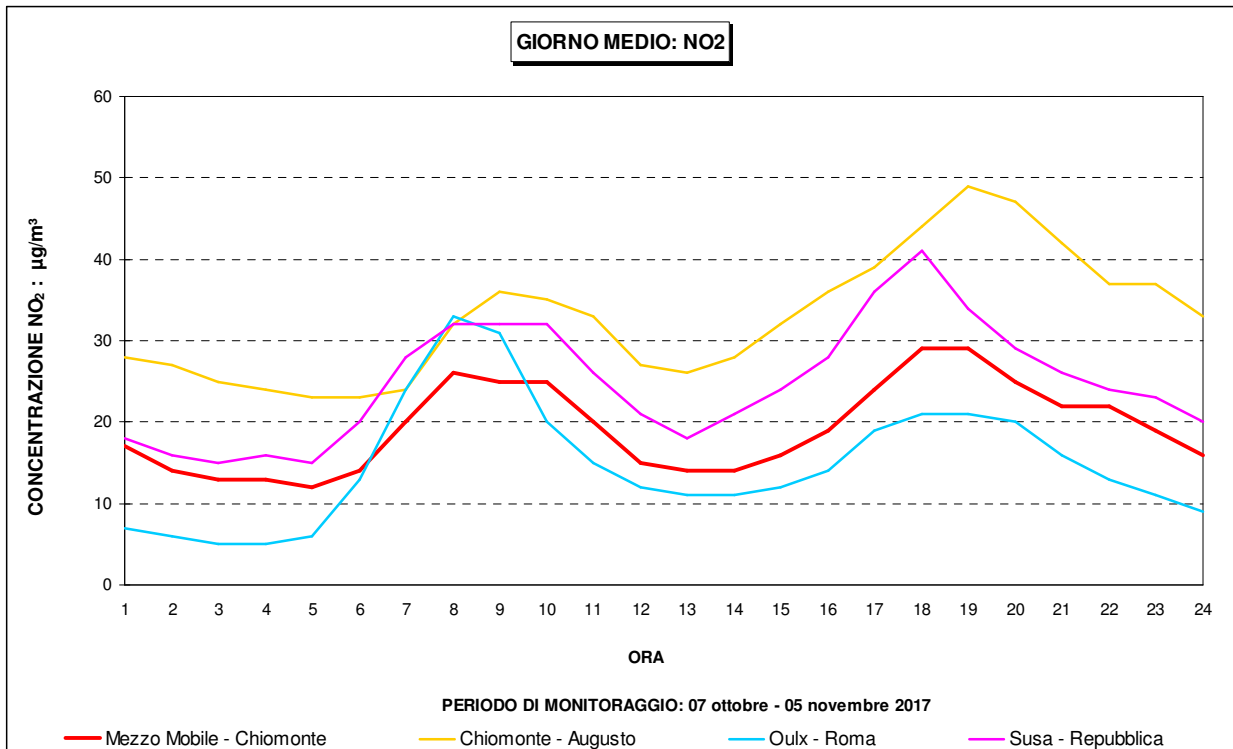
La campagna oggetto della presente relazione è stata condotta in un periodo caratterizzato da discreta dinamicità atmosferica che ha permesso la dispersione di questo tipo di inquinanti. I profili orari registrati dai due laboratori mobile presso il sito di Chiomonte risultano, nei giorni di misura in parallelo, confrontabili; tuttavia, nelle giornate dal 23 al 25 ottobre i livelli registrati da TELT sono più elevati di quelli Arpa (Figura 20), ma in generale non risultano anomalie rispetto ai valori limite. Per l’intero periodo di monitoraggio con la strumentazione di Arpa è stata registrata una concentrazione media pari a 19 µg/m<sup>3</sup>.

Dal grafico riportante il giorno medio (Figura 21) si nota che l’andamento dell’NO<sub>2</sub> soprattutto nelle stazioni di Susa e Oulx, è caratterizzato da due massimi uno al mattino e uno nelle ore serali. Il profilo orario dell’NO<sub>2</sub>–TELT risulta più elevato rispetto ai punti di misura Arpa presi in considerazione a causa dei valori elevati registrati a metà ottobre e tra il 23 e il 25 ottobre.

**Figura 20 – NO<sub>2</sub>: confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio**



**Figura 21 – NO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio**



## Benzene

**Tabella 9** – Dati relativi al benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	<b>TELT</b>	<b>ARPA</b>
Minima media giornaliera	0.5	0.4
Massima media giornaliera	2.6	2.7
Media delle medie giornaliere	0.6	1.1
Giorni validi	20	19
Percentuale giorni validi	100%	100%
Media dei valori orari		1.1
Massima media oraria		5.9
Ore valide		455
Percentuale ore valide		100%

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

<b>Giorno</b>	<b>TELT</b>	<b>ARPA</b>
07/10/17	0.53	—
08/10/17	0.54	—
09/10/17	0.53	—
10/10/17	0.53	—
11/10/17	0.53	—
12/10/17	0.53	—
13/10/17	0.53	—
14/10/17	0.53	—
15/10/17	0.53	—
16/10/17	0.53	—
17/10/17	0.53	—
18/10/17	0.53	0.7
19/10/17	0.53	1.0
20/10/17	0.53	0.8
21/10/17	0.53	1.2
22/10/17	0.53	0.6
23/10/17	0.53	0.4
24/10/17	0.53	1.6
25/10/17	0.53	2.1
26/10/17	2.6	2.7
27/10/17	—	1.0



<b>28/10/17</b>	—	1.0
<b>29/10/17</b>	—	0.4
<b>30/10/17</b>	—	0.8
<b>31/10/17</b>	—	1.2
<b>01/11/17</b>	—	1.3
<b>02/11/17</b>	—	1.4
<b>03/11/17</b>	—	1.1
<b>04/11/17</b>	—	1.2
<b>05/11/17</b>	—	1.0

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 a partire dal 2010. Il confronto diretto con il limite di legge non è possibile visto il numero limitato di dati. Tuttavia, considerando i livelli molto bassi registrati nel corso delle campagne finora effettuate, anche nel periodo invernale, normalmente caratterizzato da livelli di benzene maggiori, si può dedurre che tale limite a Chiomonte sia rispettato; si consideri anche che a partire dal 2005 il valore limite annuale per il benzene è rispettato su tutte le stazioni della rete provinciale, anche quelle metropolitane di Torino.

I dati riportati in

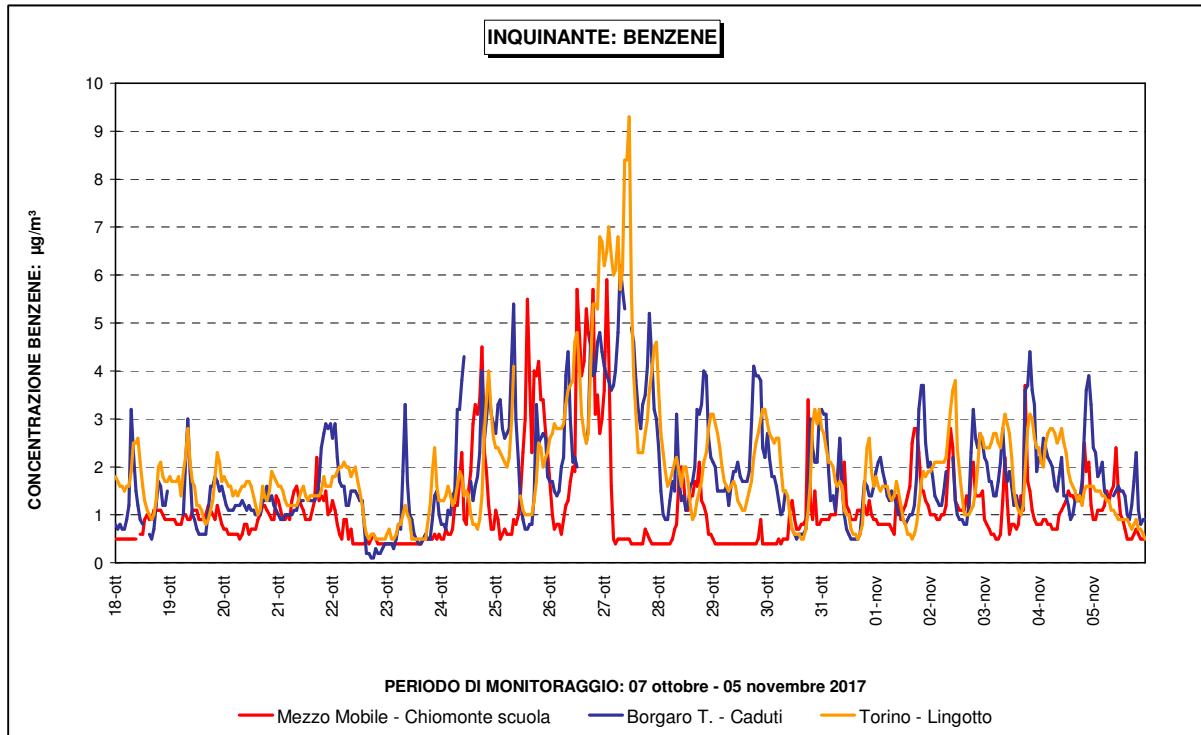
Tabella 10 mostrano livelli compatibili con il periodo di misura tardo autunnale. I valori registrati durante la campagna con il laboratorio mobile Arpa risultano confrontabili con quanto rilevato presso le due stazioni di fondo della rete fissa (Borgaro e Torino-Lingotto) (Figura 22).

Le concentrazioni più elevate che si sono registrate dal 24 al 27 ottobre sono legate agli incendi boschivi che hanno interessato la Val Susa in quel periodo a causa dell'elevata siccità e dei forti venti.

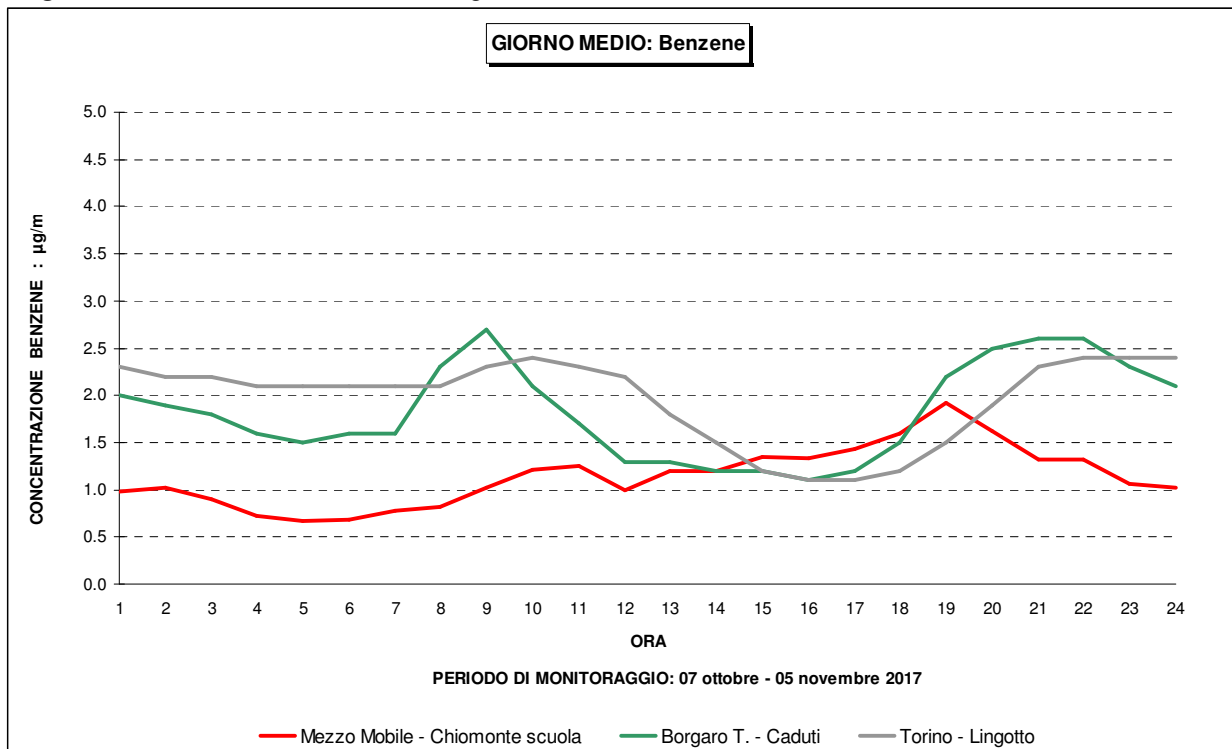
I dati rilevati nei pochi giorni in cui i due laboratori erano contemporaneamente attivi risultano confrontabili.

La media del periodo è pari a 1.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , più elevata rispetto a quella rilevata da TELT, vedi Tabella 9, poiché la campagna di monitoraggio eseguita da TELT si è conclusa prima che la Val Susa fosse interessata dagli incendi boschivi i cui effetti sui livelli di benzene sono ben evidenti nella Figura 22, in cui si riporta il profilo orario delle rilevazioni effettuate a Chiomonte e confrontate con due stazioni di fondo della rete fissa di rilevamento provinciale.

**Figura 22 – Benzene: andamento della concentrazione oraria**



**Figura 23 – Benzene: andamento del giorno medio**



La Figura 23 mostra che l'involuppo orario ed il livello rilevato a Chiomonte è in linea con gli altri siti provinciali in cui viene monitorato il benzene.

## Particolato Sospeso (PM<sub>10</sub>)

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

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	7	5
Massima media giornaliera	120	123
Media delle medie giornaliere	51	50
Giorni validi	19	18
Percentuale giorni validi	100%	95%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	11	10

La legislazione italiana, recependo quella europea prima con il DM 60/2002 e successivamente con il D.Lgs 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.

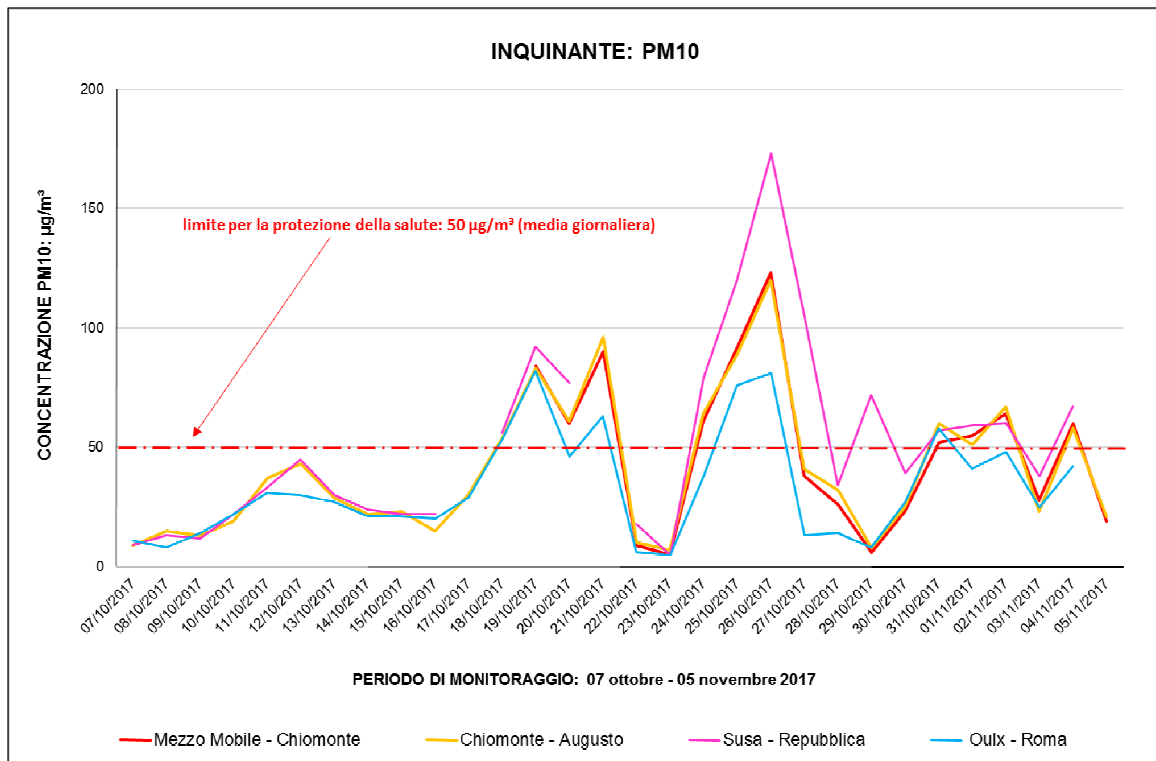
Durante la nona campagna nel comune di Chiomonte con il laboratorio mobile di Arpa sono state eseguite misure di particolato fine PM<sub>10</sub> che hanno coperto 19 giorni di campionamento effettivo, dal 18 ottobre al 05 novembre. Il confronto tra i dati Arpa e TELT sono riportati nella Tabella 11 e nel grafico di Figura 24. Il periodo autunnale, anche per questo inquinante, si mostra sfavorevole alla dispersione ed infatti tutti i dati sono risultati prossimi al limite giornaliero del PM<sub>10</sub> di 50 µg/m<sup>3</sup> ad eccezione delle giornate dal 24 al 28 ottobre i cui livelli sono ampiamente al di sopra del limite giornaliero a causa degli incendi. Le concentrazioni al di sotto del valore limite sono state registrate in giornate di vento o di particolari condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

La media dei valori di PM<sub>10</sub> registrato da Arpa è di 50 µg/m<sup>3</sup> con valore massimo pari a 123 µg/m<sup>3</sup> registrata il 26 ottobre.

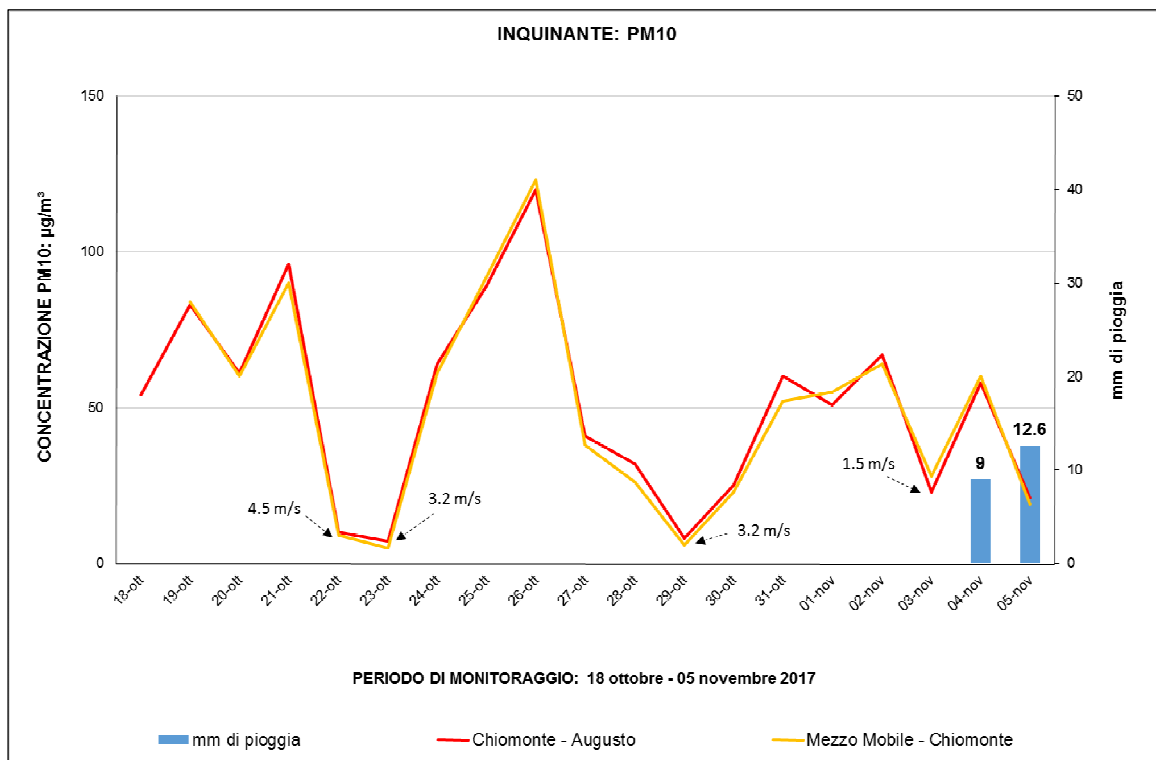
Per quanto riguarda le rilevazioni condotte in parallelo da TELT (Figura 24), si osserva che tutte le concentrazioni hanno un andamento equivalente a quelle registrate da Arpa.

Nel grafico di Figura 25 si riporta il profilo giornaliero del PM<sub>10</sub> rilevato a Chiomonte con entrambi i laboratori mobili, le precipitazioni e per le giornate più ventose è stata riportata la velocità massima giornaliera che giustifica le diminuzioni repentine del PM<sub>10</sub>. In merito alle precipitazioni va precisato che l'effetto della pioggia sui livelli di particolato si registrano in modo significativo solo il 5 novembre poiché le precipitazioni il 4 novembre sono iniziate in tarda serata.

**Figura 24** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub>: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute



**Figura 25** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub> confronto con le precipitazioni



## Particolato Sospeso (PM<sub>2.5</sub>)

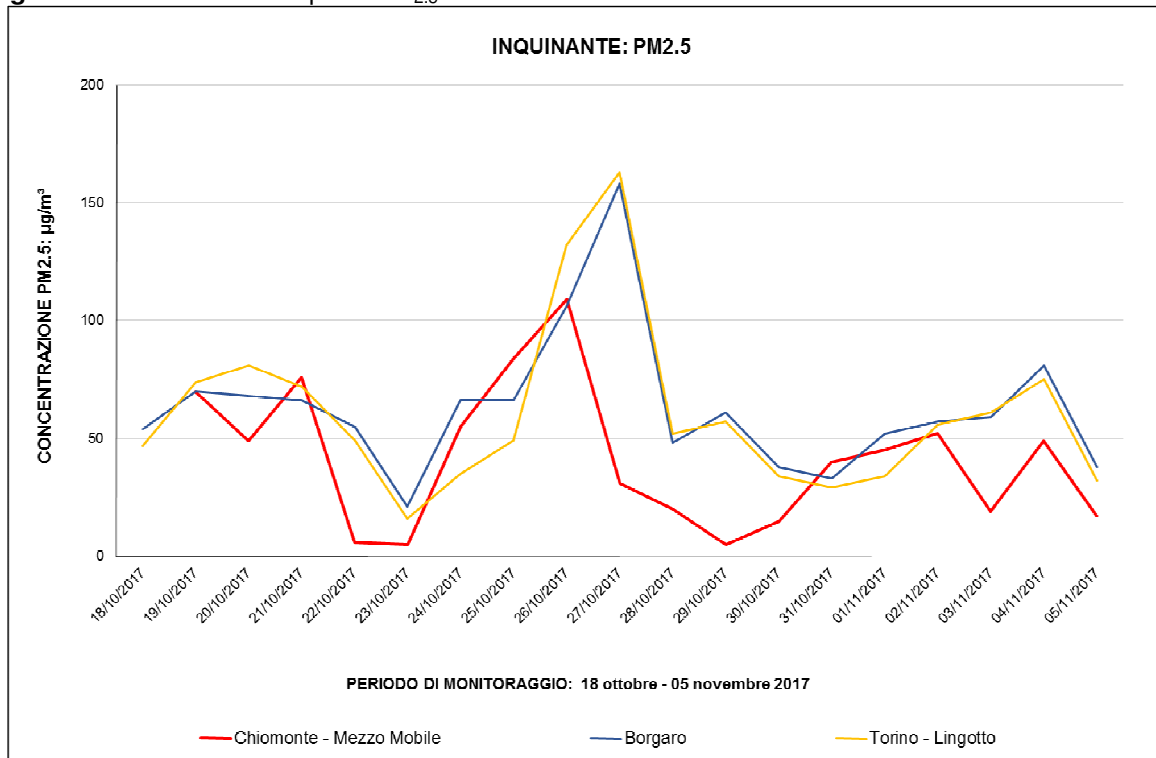
**Tabella 12** – Dati relativi al particolato sospeso PM<sub>2.5</sub> (µg/m<sup>3</sup>) presso il sito di monitoraggio

	<b>ARPA</b>
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	109
Media delle medie giornaliere	42
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	95%

Il D.Lgs 155/2010 ha introdotto un limite anche per il PM<sub>2.5</sub> (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolato come media annuale di 25 µg/m<sup>3</sup> da rispettare a partire dal 1 gennaio 2015. Disponendo di un periodo di osservazione molto limitato non è possibile un confronto diretto con i limiti di legge.

Il grafico riportato in Figura 26 mostra che l'andamento delle concentrazioni osservato a Chiomonte con la strumentazione Arpa, per il periodo monitorato, risulta equivalente a quello dei siti di Torino - Lingotto e Borgaro, con valori leggermente inferiori rispetto a tali centraline. La media relativa al periodo monitorato è pari a 42 µg/m<sup>3</sup> mentre il valore massimo giornaliero è stato pari a 109 µg/m<sup>3</sup>. Come per il PM<sub>10</sub>, i livelli più elevati si registrano nelle giornate interessate degli incendi boschivi.

**Figura 26** – Particolato sospeso PM<sub>2.5</sub>



## Ozono

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.

La campagna nel comune di Chiomonte è stata condotta nel periodo autunnale che normalmente non mostra criticità per questo parametro. Durante il monitoraggio, la media dei valori orari di ozono registrata con la strumentazione Arpa è stata di  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

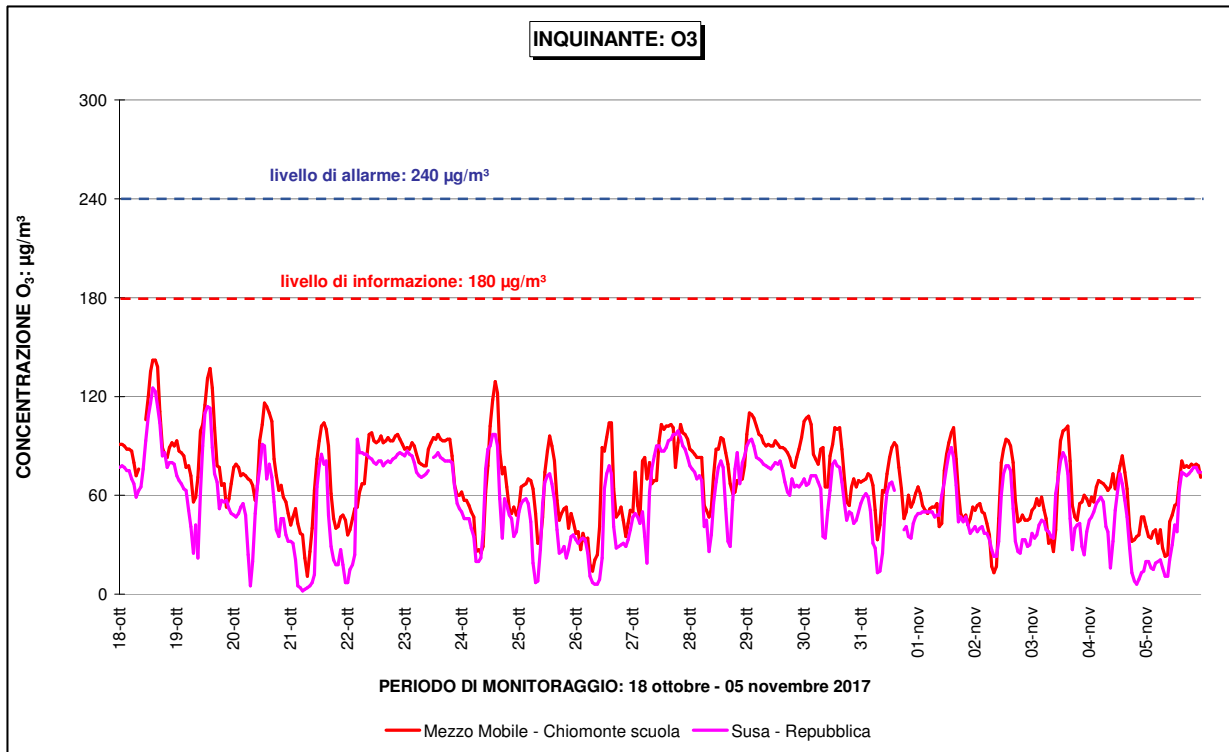
**Tabella 13** – Dati relativi all'ozono ( $\text{O}_3$ ) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	<b>ARPA</b>
Minima media giornaliera	50
Massima media giornaliera	99
Media delle medie giornaliere (b):	70
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	70
Massima media oraria	142
Ore valide	475
Percentuale ore valide	99%
Minimo medie 8 ore	16
Media delle medie 8 ore	70
Massimo medie 8 ore	131
Percentuale medie 8 ore valide	99%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	3
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u>	1
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

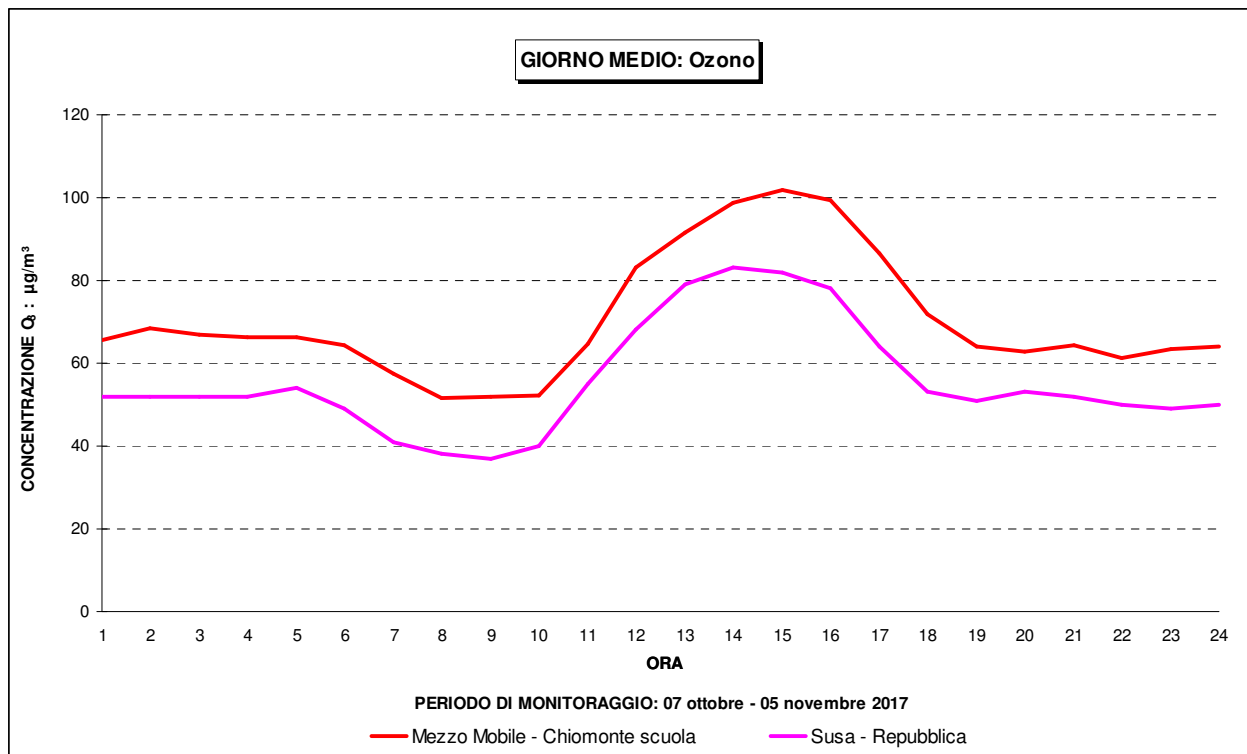
Dalla Figura 27 si osserva la buona corrispondenza tra i rilevamenti effettuati a Chiomonte e quelli della stazione fissa di Susa.

Si sottolinea che la misura dell'ozono non è finalizzata al controllo delle attività di cantiere non essendo in alcun modo correlabile, data la sua origine secondaria, con attività antropiche locali .

**Figura 27** – O<sub>3</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge



**Figura 28** – O<sub>3</sub>: andamento del giorno medio



## Metalli e Benzo(a)Pirene

L'analisi dei metalli e del BaP è stata condotta a partire dai filtri di PM<sub>10</sub> su un unico campione composto costituito da porzioni di filtri raccolti durante i 19 giorni di monitoraggio Arpa, di cui 13 del mese di ottobre e 6 di novembre, poiché il campionamento è stato protratto fino al 06 novembre per monitorare le ricadute degli incendi boschivi. La campagna di monitoraggio TELT si è svolta, invece, dal 07 al 26 ottobre.

Nella Tabella 14 sono riportati i dati trasmessi da TELT, quelli ottenuti da Arpa nello stesso sito per l'intero periodo della campagna e i valori determinati presso le stazioni della rete pubblica gestita da Arpa nel mese ottobre essendo il periodo in cui è caduta la campagna di monitoraggio TELT.

A livello generale tra i parametri determinati arsenico, nichel, piombo e benzo(a)pirene sono quelli per quali la normativa fissa un valore di riferimento in aria ambiente (6 ng/m<sup>3</sup>, 20 ng/m<sup>3</sup>, 0.5 µg/m<sup>3</sup> e 1 ng/m<sup>3</sup> rispettivamente). Poiché questi valori sono riferiti a medie annuali, non è possibile un confronto diretto con i dati rilevati, che si riferiscono a periodi più brevi. Considerando che, per tutti questi parametri, i valori più elevati misurati sia da Arpa che da TELT nel sito di Chiomonte sono significativamente inferiori ai valori di riferimento e inferiori o confrontabili ai valori rilevati da Arpa in altre stazioni del territorio provinciale in cui i valori di riferimento annuali sono ampiamente rispettati, è del tutto presumibile che ciò accada anche nel sito di Chiomonte.

Per quanto riguarda quei metalli per i quali non vi sono valori di riferimento nella normativa europea (Berillio, Cobalto, Selenio e Zinco) i valori rilevati sia da Arpa che da TELT sono ampiamente inferiori alle linee guida indicate dall'O.M.S. e/o da organismi federali degli Stati Uniti (Tabella 15).

Più in particolare si osserva che, equivalentemente alle campagne precedenti:

- i valori di Selenio e Cobalto rilevati da TELT sono particolarmente bassi, anche al di sotto dei valori ottenuti nello stesso sito da Arpa e presso le centraline fisse gestite da Arpa (i quali sono già inferiori al limite di quantificazione del metodo utilizzato dal laboratorio);
- per lo Zinco i valori rilevati da Arpa presso il sito di Chiomonte risultano inferiori a quelli rilevati nelle centraline della rete pubblica; il dato rilevato da TELT non risulta disponibile;
- per l'Arsenico il valore rilevato da Arpa presso il sito di Chiomonte risulta leggermente più elevato di quello riscontrato nelle centraline della rete fissa;
- la concentrazione di Piombo rilevata a Chiomonte sia da TELT sia da Arpa, risulta confrontabile con i livelli osservati nella stazione fissa di Susa ed inferiore al valore delle stazioni di fondo della rete pubblica;
- per quanto riguarda la determinazione del Nichel il valore, determinato presso Chiomonte solo da Arpa risulta confrontabile con Susa e inferiore ai dati dell'ante-operam.
- il Benzo(a)Pirene determinato da TELT risulta inferiore a quello rilevato da Arpa sia a Chiomonte sia nelle stazioni poste a confronto, ciò può essere dovuto al diverso periodo di campionamento delle polveri da parte di Arpa che, come precedentemente evidenziato, ha prolungato la campagna di monitoraggio per gli incendi che hanno interessato la Val Susa ed in generale molte zone della regione Piemonte.



**Tabella 14 - Dati relativi a Metalli e Benzo(a)Pirene**

	Dal	Al	Parametri								
			Berillio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Cobalto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mercurio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Selenio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Zinco ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Arsenico ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Nichel ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Piombo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Benzo[a]pirene ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
CHIOMONTE TELT (ex LTF) Scuole Elementari ANTE OPERAM	21/04/2012	11/05/2012	0.000035	0.000156	<0.00006	0.000143	0.045	0.288	3.98	0.00285	0.09
CHIOMONTE TELT (ex LTF) Scuole Elementari ANTE OPERAM	19/07/2012	08/08/2012	< 0.000014	0.000354	0.000103	< 0.000099	0.058	0.194	6.65	0.00284	< 0.003
CHIOMONTE TELT Scuole Elementari CORSO D'OPERA	17/10/2017	06/11/2017	0.00008	0.00042		0.00046	n.c.	< LCL	< LCL	0.004	0.1
CHIOMONTE ARPA Scuole Elementari (Mobilab)	17/10/2017	06/11/2017		0.000383		0.00077	0.045	0.8	2.0	0.004	0.3
Susa	Ottobre 2017							0.7	2.1	0.004	0.3
To_Rubino				0.000353		0.00071	0.060	0.7	5.3	0.009	0.4
To_Rebaudengo				0.000354		0.00071	0.079	0.7	5.2	0.025	1.0

**Tabella 15 -** Linee guida per metalli non normati

<i>Metallo</i>	Linea guida O.M.S. (ng/m <sup>3</sup> )	U.S. EPA RfC (ng/m <sup>3</sup> )	ATSDR MRL (ng/m <sup>3</sup> )	Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m <sup>3</sup> )	Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (**) (ng/m <sup>3</sup> )
<i>Berillio</i>	-	200 <sup>(1)</sup>	-	-	0.03-0.2
<i>Cobalto</i>	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana <sup>(*)</sup>	-
<i>Mercurio</i>	1000	300	200	2-10	-
<i>Selenio</i>	-	-	-	-	< 10 come concentrazione di fondo
<i>Zinco</i>	-	-	-	-	20-160 in area urbana

(\*) Concise International Chemical Assessment COBALT AND INORGANIC COBALT COMPOUNDS . WHO 2006

(\*\*) Dati contenuti nei documenti ToxGuide e Public Health Statement di ATSDR

(1) Lo Stato della Pennsylvania ha stabilito uno standard di 10 ng/m<sup>3</sup> come media su 30 giorni

## **CONCLUSIONI**

La nona campagna di monitoraggio presso il comune di Chiomonte con il Laboratorio mobile di Arpa in parallelo con quello gestito da TELT S.A.S. ha mostrato livelli particolarmente bassi, paragonabili alle stazioni di fondo della rete pubblica per biossido di zolfo, monossido di carbonio, benzene e monossido di azoto.

I parametri NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> hanno presentato in generale andamenti confrontabili con le stazioni di Susa e Oulx e coerenti con il periodo stagionale ad eccezione dei giorni in cui la Val Susa è stata interessata dagli incendi che hanno determinato livelli significativi di particolato atmosferico disperso in atmosfera e di altri inquinanti, come NO<sub>2</sub> e benzo(a)pirene, prodotti dalla combustione della biomassa

Nel corso delle giornate in cui il monitoraggio è avvenuto in parallelo per i parametri NO, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> le rilevazioni di TELT ed Arpa mostrano un buon allineamento sia per andamento sia per livello di concentrazione.

La situazione non evidenzia criticità in quanto i dati si mostrano sempre ampiamente al di sotto del limite previsto dalla normativa.

Per metalli e Benzo(a)Pirene determinati da TELT sul PM<sub>10</sub> sono risultati inferiori a quelli osservati sia con il laboratorio Arpa sia nelle stazioni della rete pubblica a causa degli incendi boschivi.

In base ai dati disponibili si evidenzia un rispetto dei valori di riferimento previsti dalla normativa o, per i metalli non nomati, dalle linee guida indicate dall'O.M.S. e/o da organismi federali degli Stati Uniti.

## **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** **API 200**  
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 : 0.4 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.
  
- **Particolato sospeso PM2.5** **TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**  
Campionatore di particolato sospeso PM2.5; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm in aria ambiente. con testa di prelievo EPA.  
Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.
  
- **Benzene. Toluene. Xileni** **SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**  
Gascromatografo 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>
  
- **Stazione meteorologica** **LSI LASTEM**  
Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento. temperatura. umidità relativa. pressione atmosferica. irraggiamento solare.