

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI TORINO
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 5^a CAMPAGNA (09 – 28 ottobre 2015)



SOMMARIO

<u>OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO.....</u>	2
<i>Il quadro normativo.....</i>	<i>4</i>
<u>ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI</u>	7
<u>ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....</u>	14
Biossido di zolfo	15
Monossido di Carbonio	17
Ossidi di Azoto	19
Benzene.....	23
Particolato Sospeso (PM10).....	26
Particolato Sospeso (PM2,5).....	28
Ozono	29
Metalli e Benzo(a)Pirene	31
<i>conclusioni</i>	<i>34</i>
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	35

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 di fianco a quello utilizzato da Fenice. Il monitoraggio della quinta campagna è stato condotto dal 9 al 28 ottobre 2015.

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

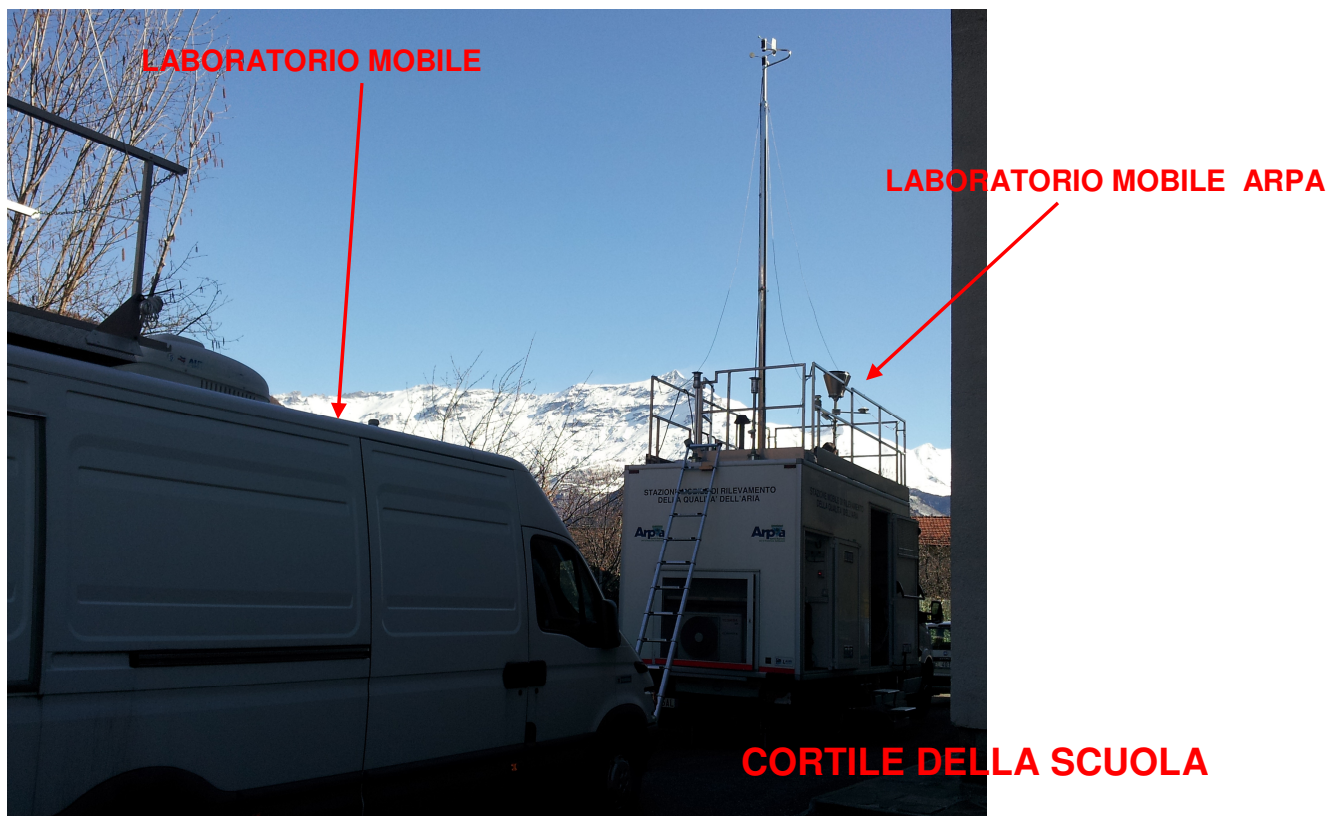


Figura 3 - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Chiomonte, scuola elementare – dettaglio fotografico

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 2014".

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

INQUINANTE	LIMITE	PARAMETRO	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI
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
	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⁾	
	OBBIETTIVO 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)	OBBIETTIVO 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 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 ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile inverno (1 ott -31 mar)	20 µg/m ³	--
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--
	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	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)	--
	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---
PARTICELLE (PM ₁₀)	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---

Tabella 3 – 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.

Il D.Lgs 155/2010 prevede, inoltre, indicatori relativi al PM_{2.5} ed 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.

ELABORAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI

Nelle pagine successive vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante il periodo di monitoraggio. In particolare per ognuno dei parametri determinati si riporta un diagramma che ne illustra l'andamento orario e una tabella riassuntiva (Tabella 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 meteorologici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura. Per il parametro radiazione solare globale sono stati utilizzati i dati della stazione Molaretto – TELT in quanto il radiometro del mezzo mobile Arpa non ha funzionato correttamente.

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 ²

	RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	TEMPERATURA	UMIDITA' RELATIVA	PRESSIONE ATMOSFERICA	VELOCITA' VENTO
	W/m²	°C	%	mbar	m/s
Minima media giornaliera	23.4	6.7	57.9	922.0	0.45
Massima media giornaliera	183.2	12.4	90.9	937.0	1.84
Media delle medie giornaliere	119.7	9.4	73.1	930.3	1.04
Giorni validi	20	19	19	19	19
Percentuale giorni validi	100%	95%	95%	95%	95%
Media dei valori orari	119.9	9.5	73.4	930.3	1.04
Massima media oraria	680.8	17.7	97.0	939.0	4.40
Ore valide	472	469	469	469	421
Percentuale ore valide	98%	98%	98%	98%	88%

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

La temperatura media di tutto il periodo (Figura 4) è stata di 9.4°C; il valore minimo orario si è raggiunto il 16 ottobre con 2.8 °C, mentre il valore massimo pari a 28°C è stato rilevato il 10 ottobre alle ore 16.

Nel periodo di osservazione vi sono state 5 giornate interessate da precipitazioni (Figura 13), ma solo l'ultima giornata di monitoraggio del 28 ottobre sono state abbondanti, mentre negli altri giorni la quantità di pioggia è stata inferiore ai 5 mm ed ha comportato solo un aumento dell'umidità. Nelle giornate prive di precipitazioni il parametro umidità ha mostrato il tipico andamento giornaliero con valori in crescita nelle ore notturne e valori minimi corrispondenti ai picchi di irraggiamento solare (Figura 6). Il valore di radiazione solare totale massimo si è osservato il 10 ottobre corrispondente al picco di temperatura, mentre i valori minimi hanno caratterizzato le giornate del 18 e 28 ottobre.

Per quanto riguarda i venti, la velocità media è stata pari a 1 m/s, con massime orarie pari a 4.4 m/s nella giornata del 16 ottobre. Nei grafici riportanti le rose dei venti è fornita l'indicazione relativa alle calme di vento: si osserva che il 36.3% dei dati di vento sono caratterizzati da velocità inferiori a 0,5 m/s. 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 W SW di notte mentre di giorno provengono dalla valle (ENE). Nella notte sono maggiori i fenomeni di calma di vento (Figura 11).

Per quanto riguarda il campo pressorio nel corso dei 13 giorni della campagna è stato variabile tra i 920 ed i 940 mbar (Figura 7).

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

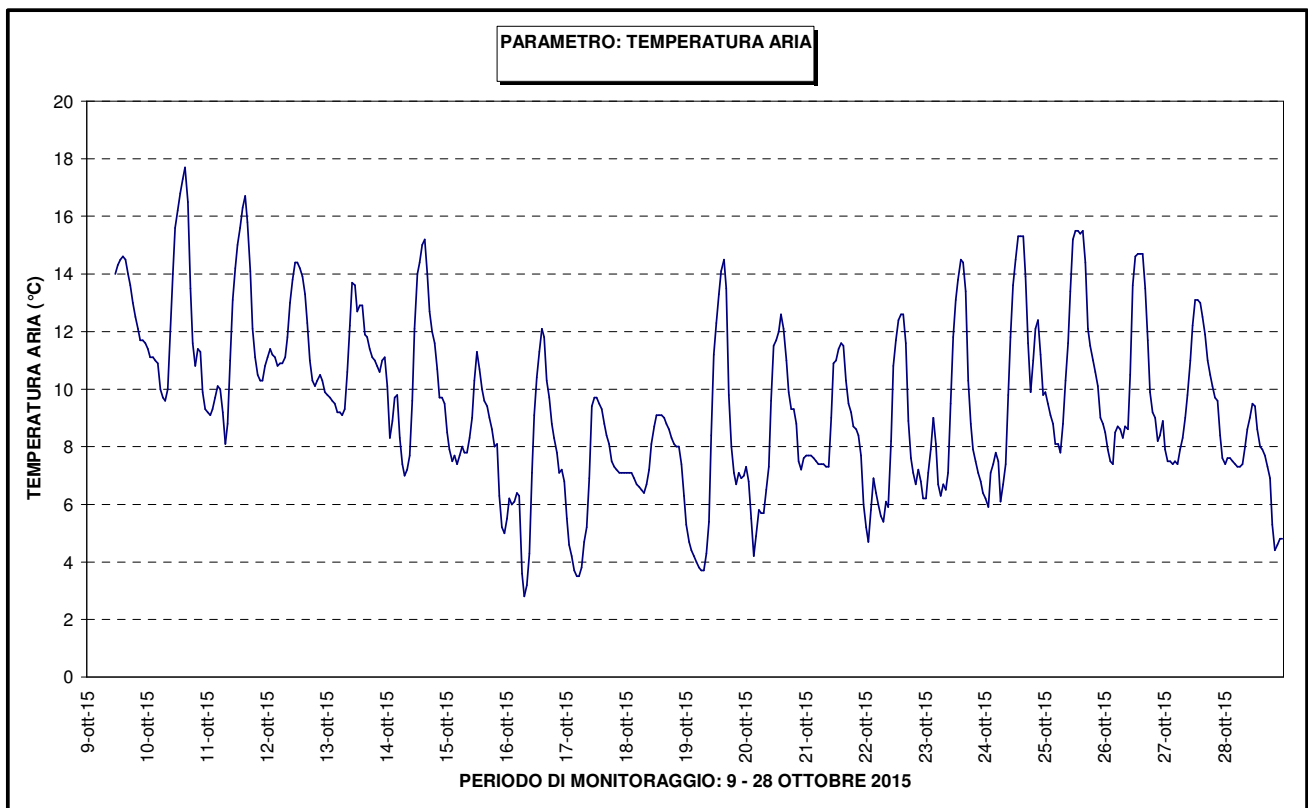


Figura 5 - Andamento della radiazione solare globale (dati della stazione Molaretto – TELT)

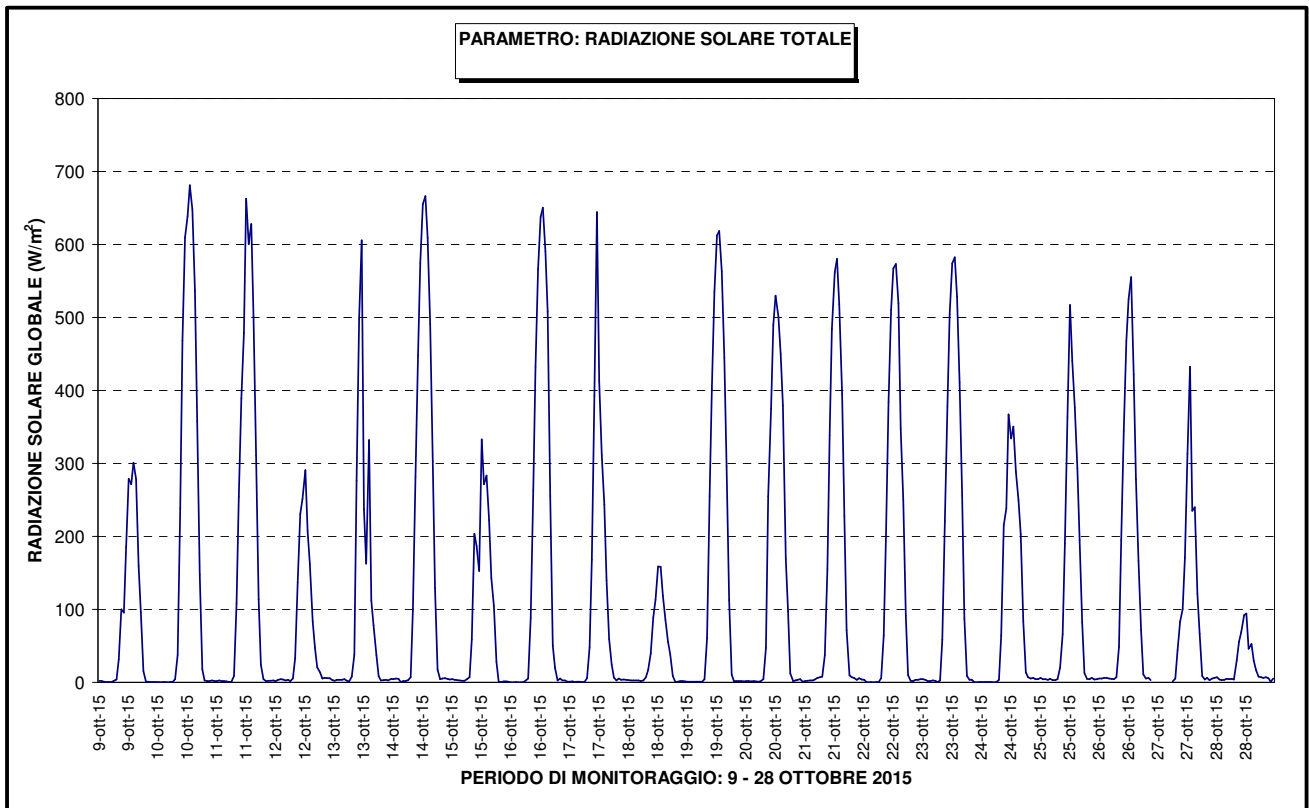


Figura 6– Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio

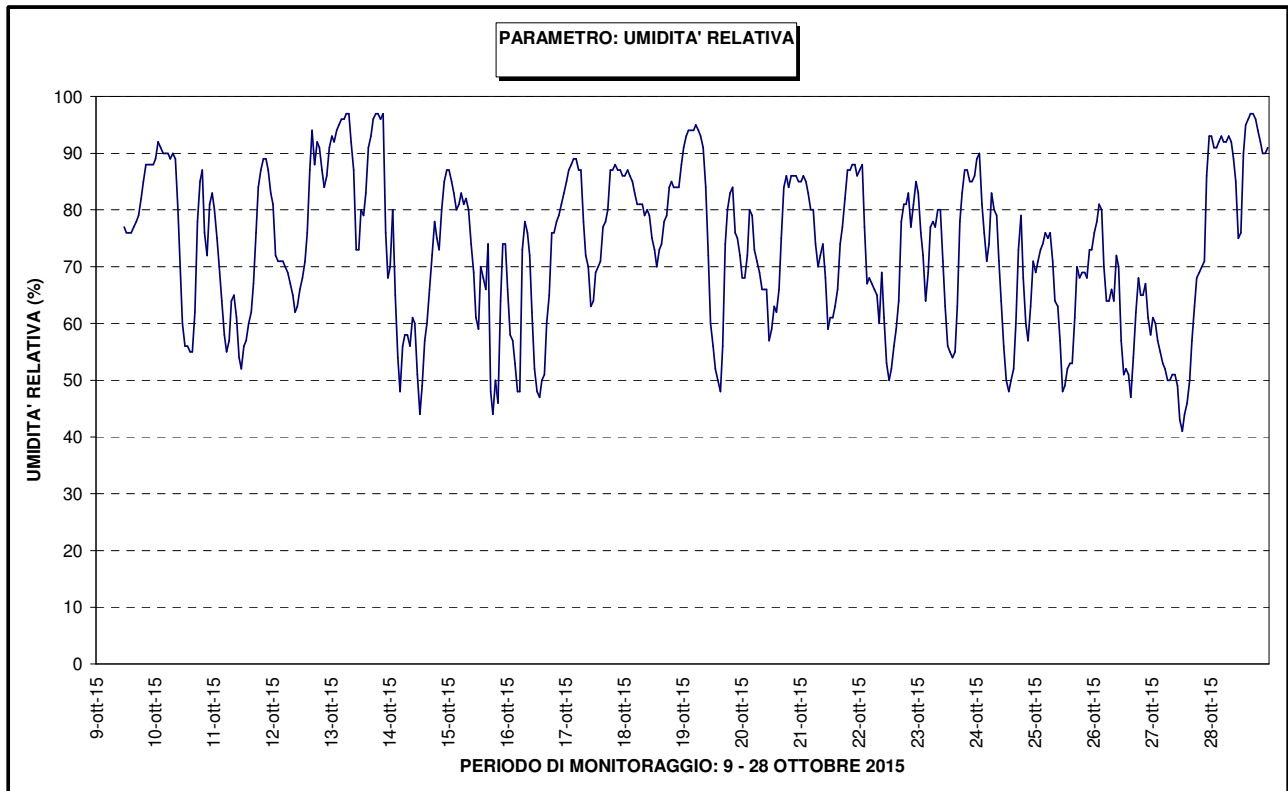


Figura 7– Andamento della pressione atmosferica nel corso della campagna di monitoraggio

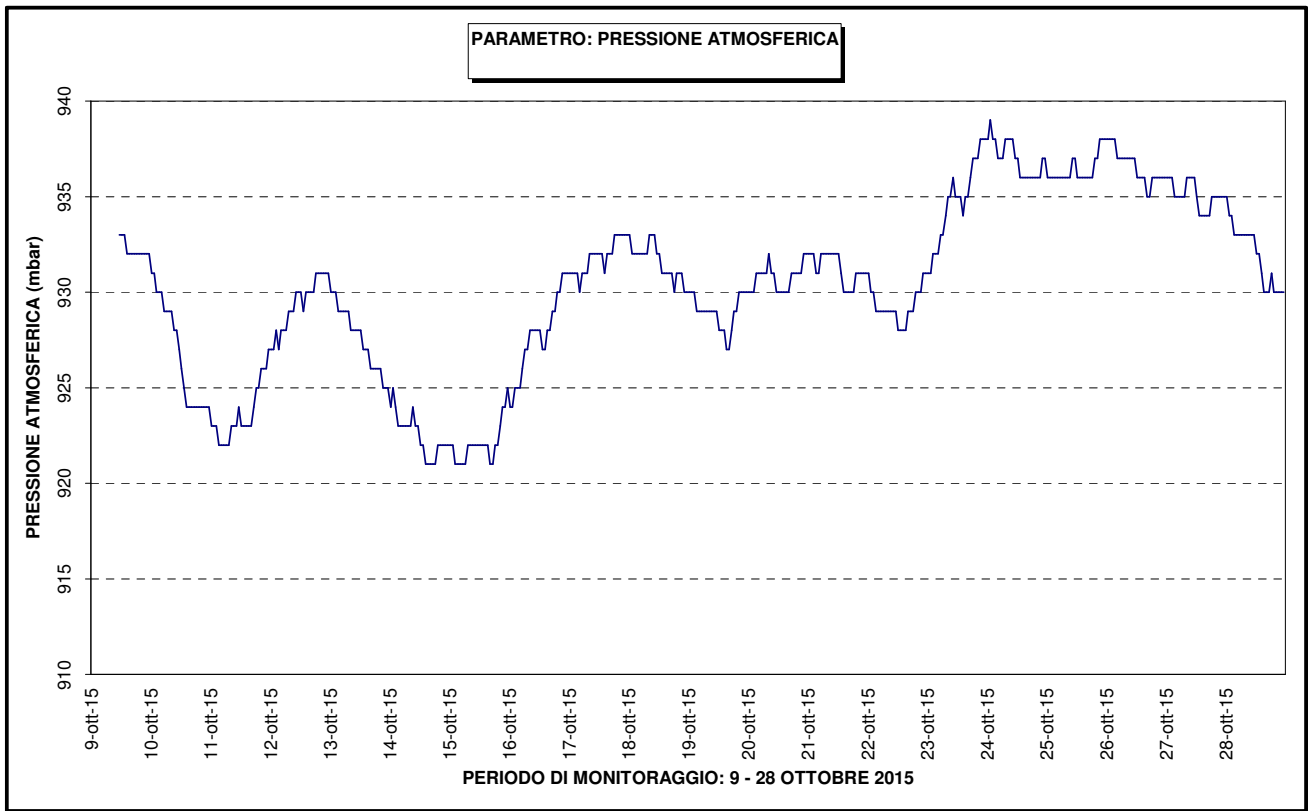


Figura 8- Andamento della velocità dei venti nel corso della campagna di monitoraggio

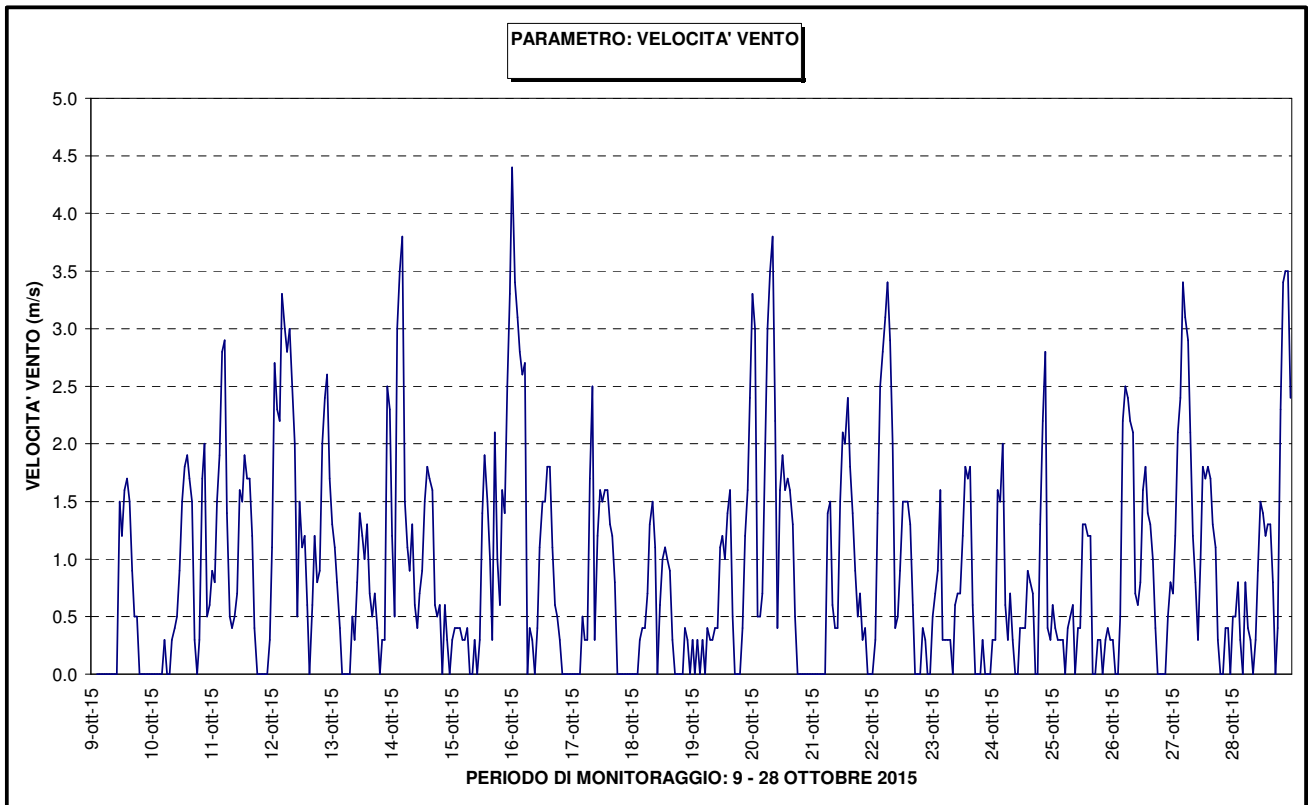


Figura 9: – Rosa dei venti totale nel corso della campagna di monitoraggio

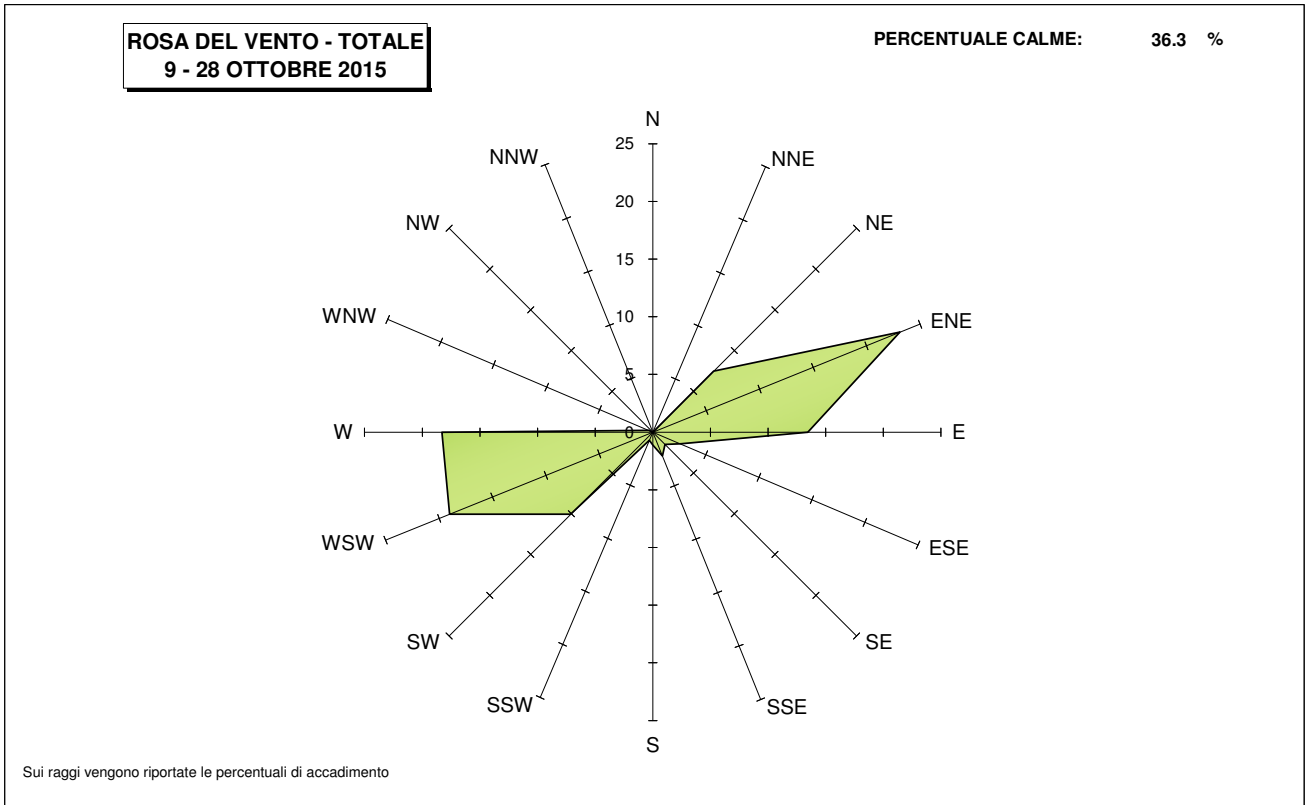


Figura 10: Rosa dei venti diurna nel corso della campagna di monitoraggio

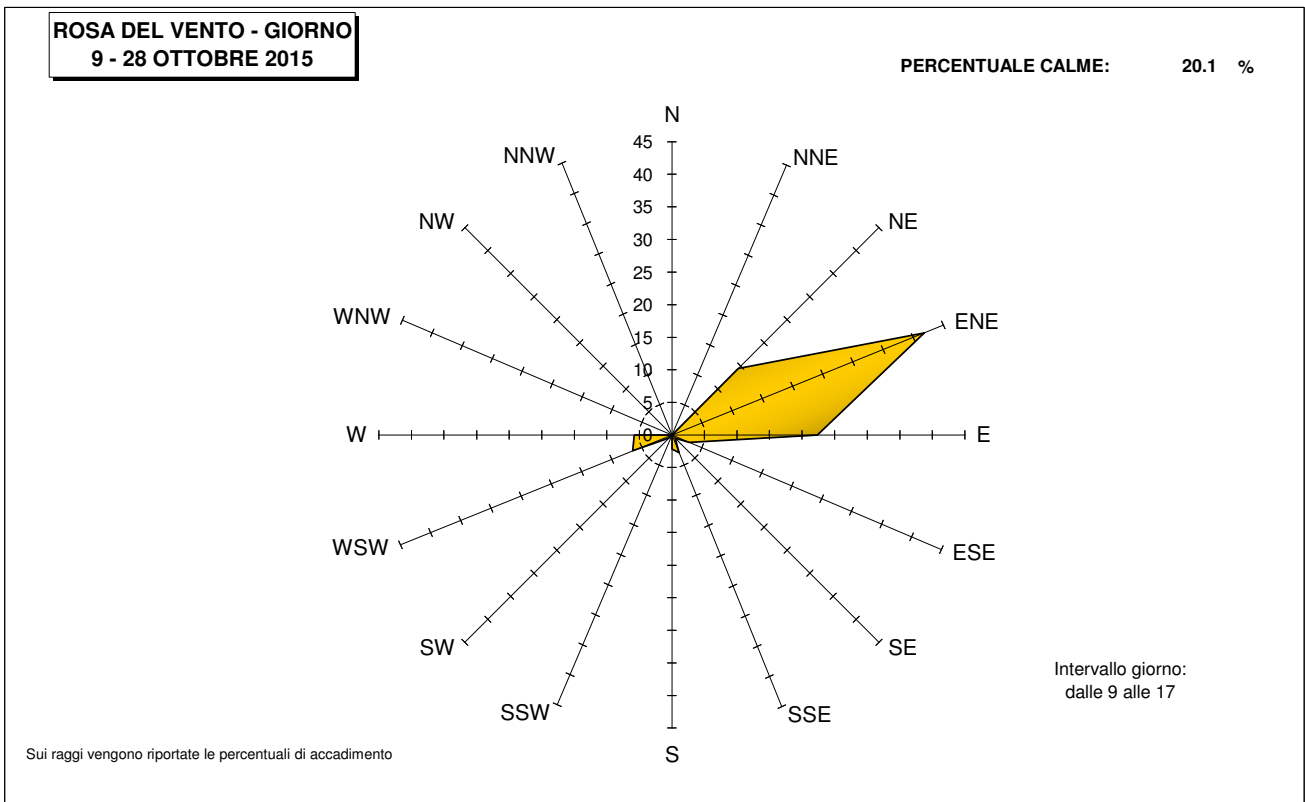


Figura 11 - Rosa dei venti notturna nel corso della campagna di monitoraggio

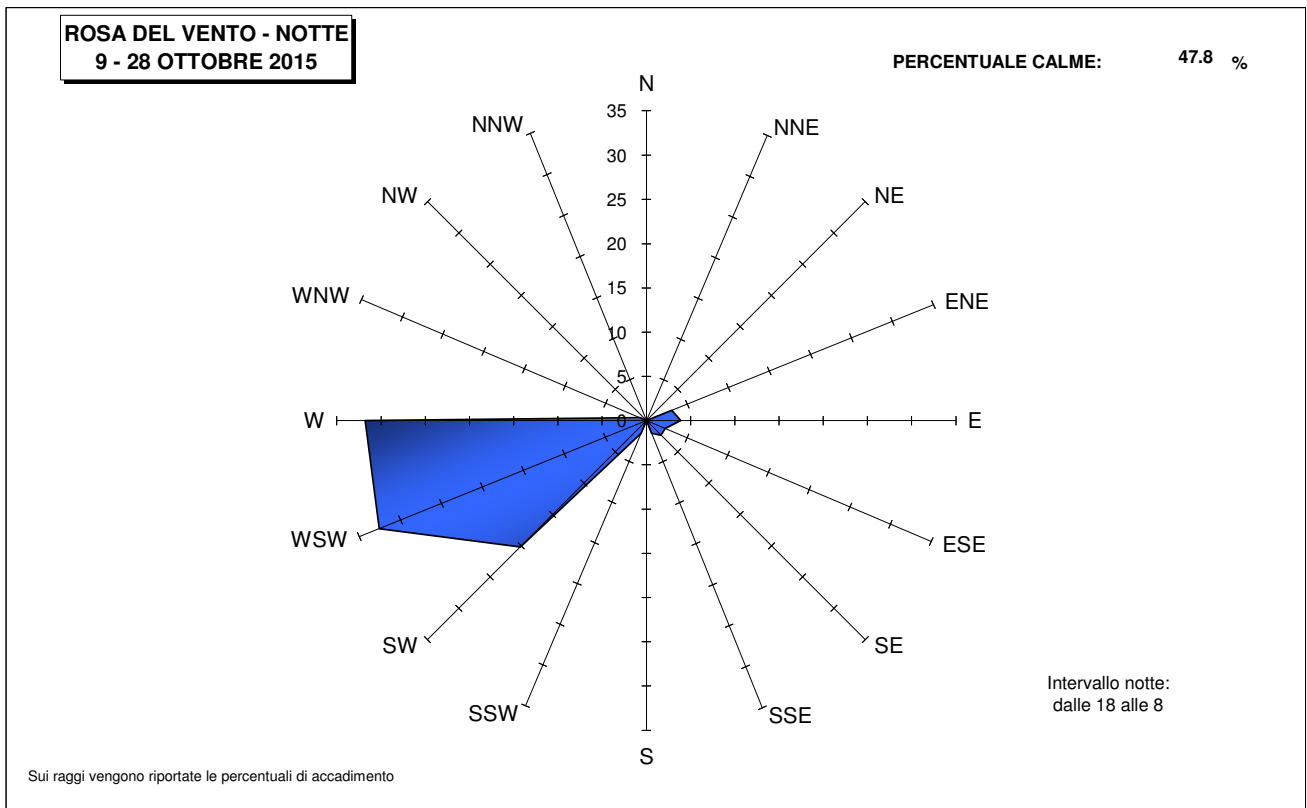


Figura 12- Direzione principale dei venti nelle ore diurne (freccia arancione) e notturne (freccie blu).

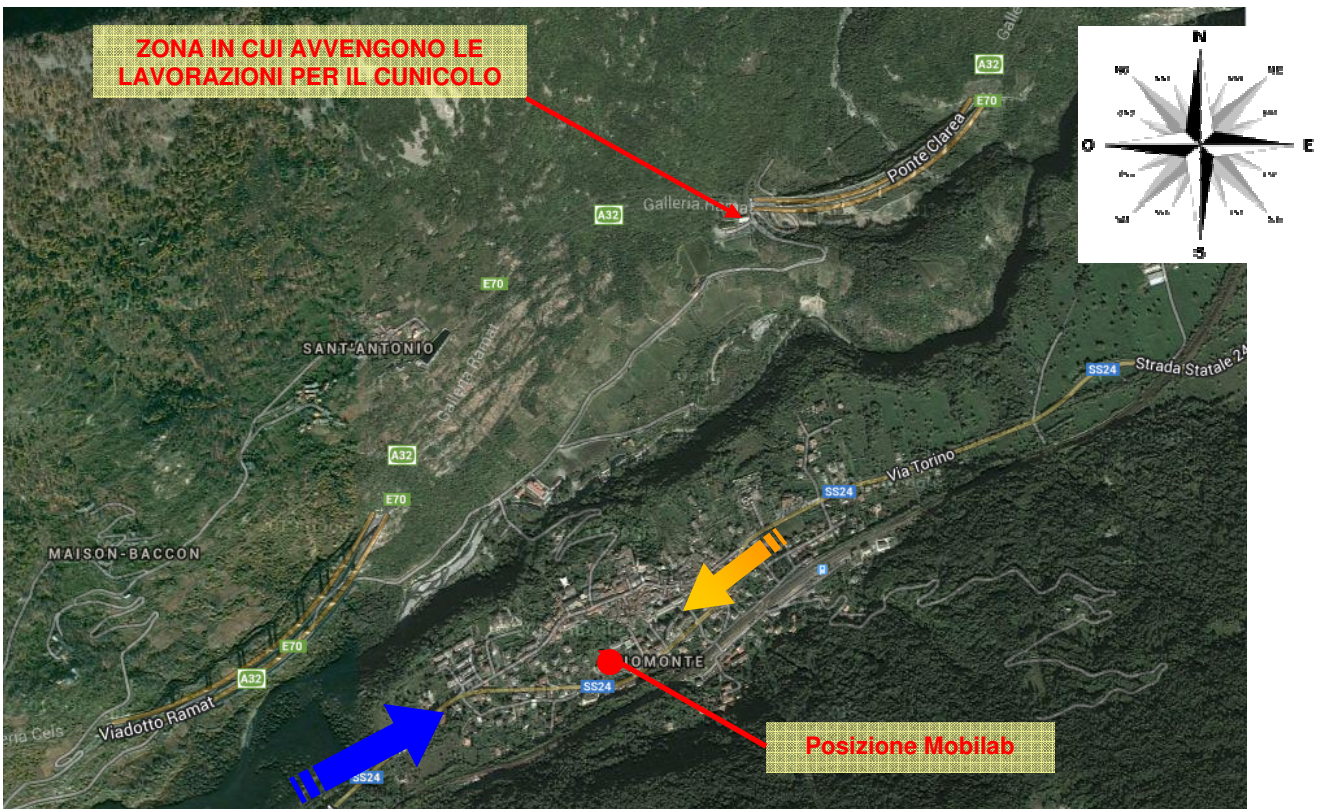
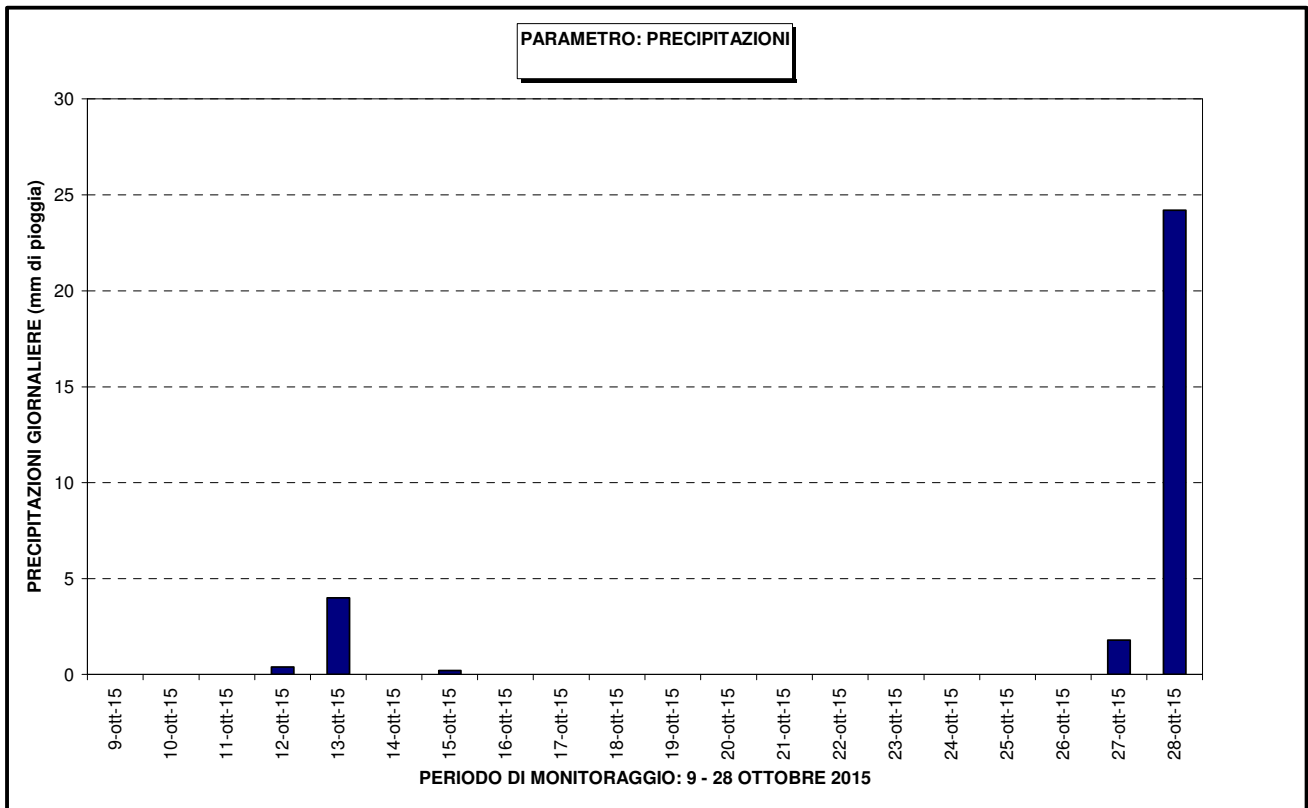


Figura 13- Precipitazioni nel corso della campagna di monitoraggio



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 ₆ H ₆	µg/m ³
Bossido di azoto	NO ₂	µg/m ³
Biossido di zolfo	SO ₂	µg/m ³
Monossido di azoto	NO	µg/m ³
Monossido di carbonio	CO	mg/m ³
Ozono	O ₃	µg/m ³
Particolato sospeso PM ₁₀	PM ₁₀	µg/m ³
Particolato sospeso PM _{2.5}	PM _{2.5}	µg/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://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. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

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

Biossido di zolfo

Tabella 5 – Dati relativi al biossido di zolfo (SO₂) (µg/m³)

	ARPA
Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	9
Media delle medie giornaliere	3
Giorni validi	13
Percentuale giorni validi	65%
Media dei valori orari	3
Massima media oraria	10
Ore valide	347
Percentuale ore valide	72%
<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 9 µg/m³, di molto inferiore al limite per la protezione della salute di 125 µg/m³. La massima media oraria è pari a 10 µg/m³, risultando quindi rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato a 350 µg/m³ dal D.Lgs. 155/2010. In Figura 15 le medie orarie di SO₂ registrate a Chiomonte con il laboratorio mobile di Arpa sono state confrontate con la stazione urbana delle rete fissa di monitoraggio di To-Consolata. I valori di SO₂ relativi al comune di Chiomonte sono inferiori a quelli osservati presso la stazione di confronto.

La situazione di non criticità per l'inquinante SO₂ 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 14– SO₂ confronto con il limite di legge (media giornaliera)

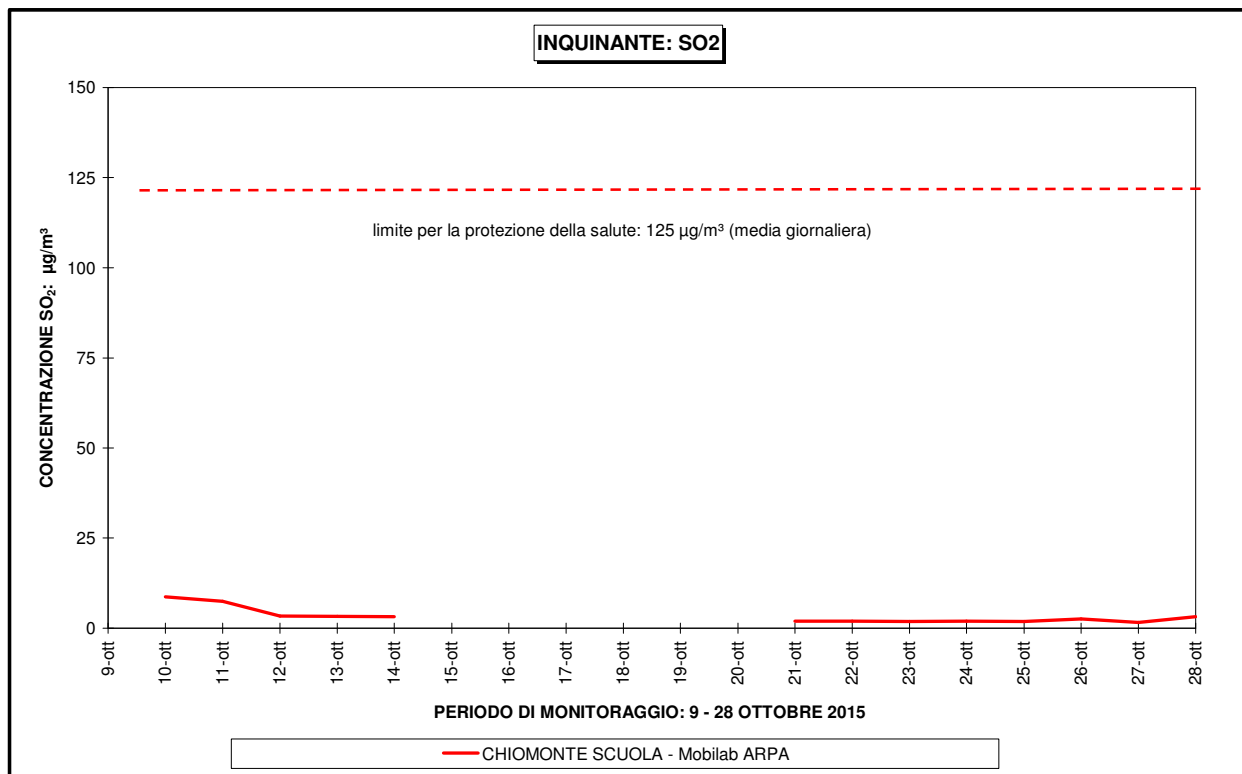
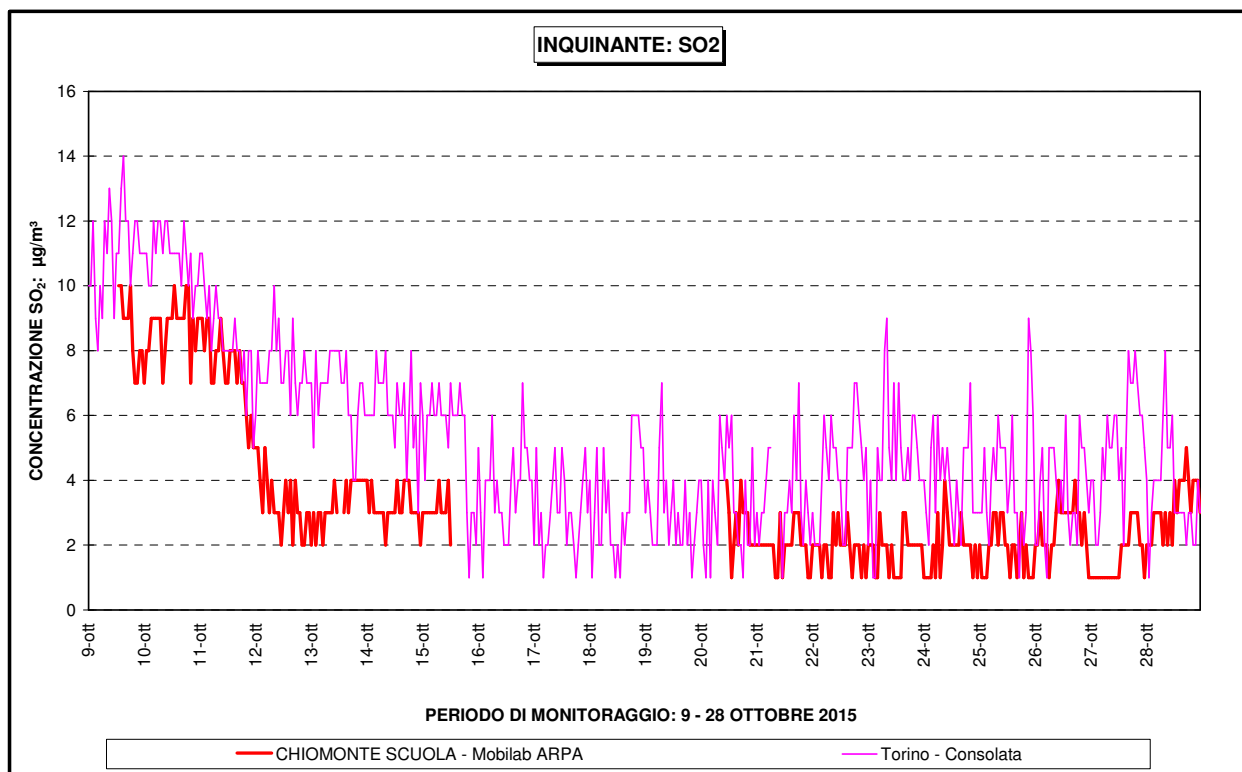


Figura 15– SO₂: andamento della concentrazione oraria e confronto con altre stazioni fisse



Monossido di Carbonio

Tabella 6 – Dati relativi al monossido di carbonio (CO) (mg/m³)

	ARPA
Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.6
Media delle medie giornaliere (b):	0.4
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	95%
Media dei valori orari	0.4
Massima media oraria	0.8
Ore valide	466
Percentuale ore valide	97%
Minimo medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.4
Massimo medie 8 ore	0.7
Percentuale medie 8 ore valide	96%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

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/m³, 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 0.7 mg/m³ (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

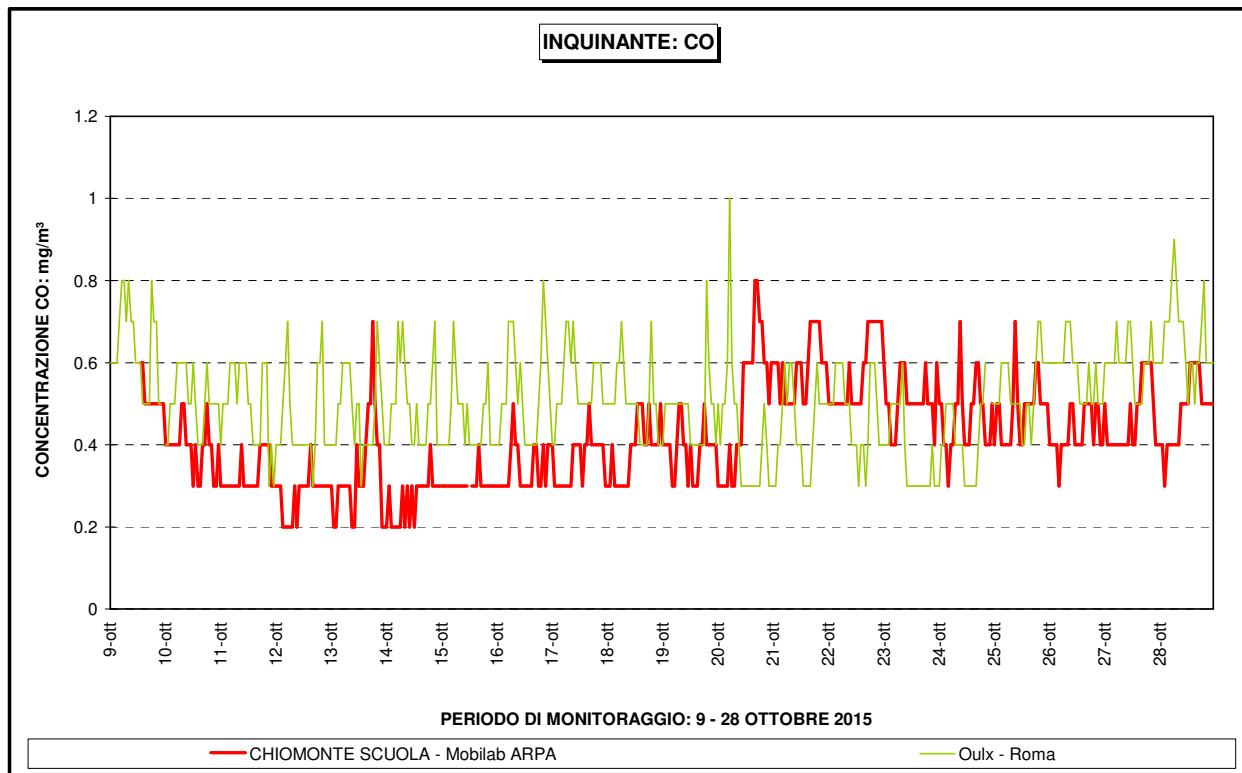
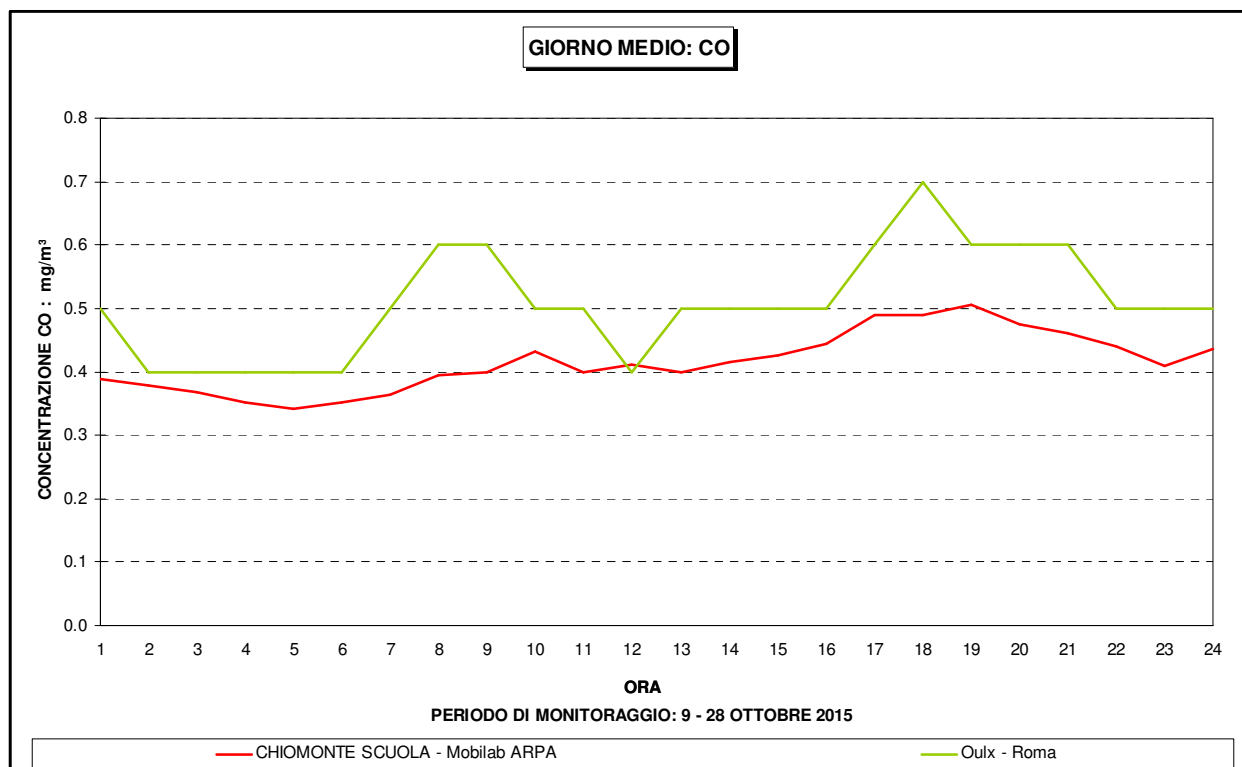


Figura 17– CO: giorno medio confronto con stazione di Oulx della rete fissa.



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	3	3
Massima media giornaliera	7	10
Media delle medie giornaliere (b):	4	5
Giorni validi	20	19
Percentuale giorni validi	100%	95%
Media dei valori orari	4	5
Massima media oraria	42	53
Ore valide	479	461
Percentuale ore valide	100%	96%

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 particolarmente basso e inferiore 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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabella 7). Nelle stazioni fisse di Susa e Oulx si osservano dei picchi più evidenti nelle ore di maggiore traffico che determinano il picco mattutino relativo a questi due siti nel grafico del giorno medio.

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

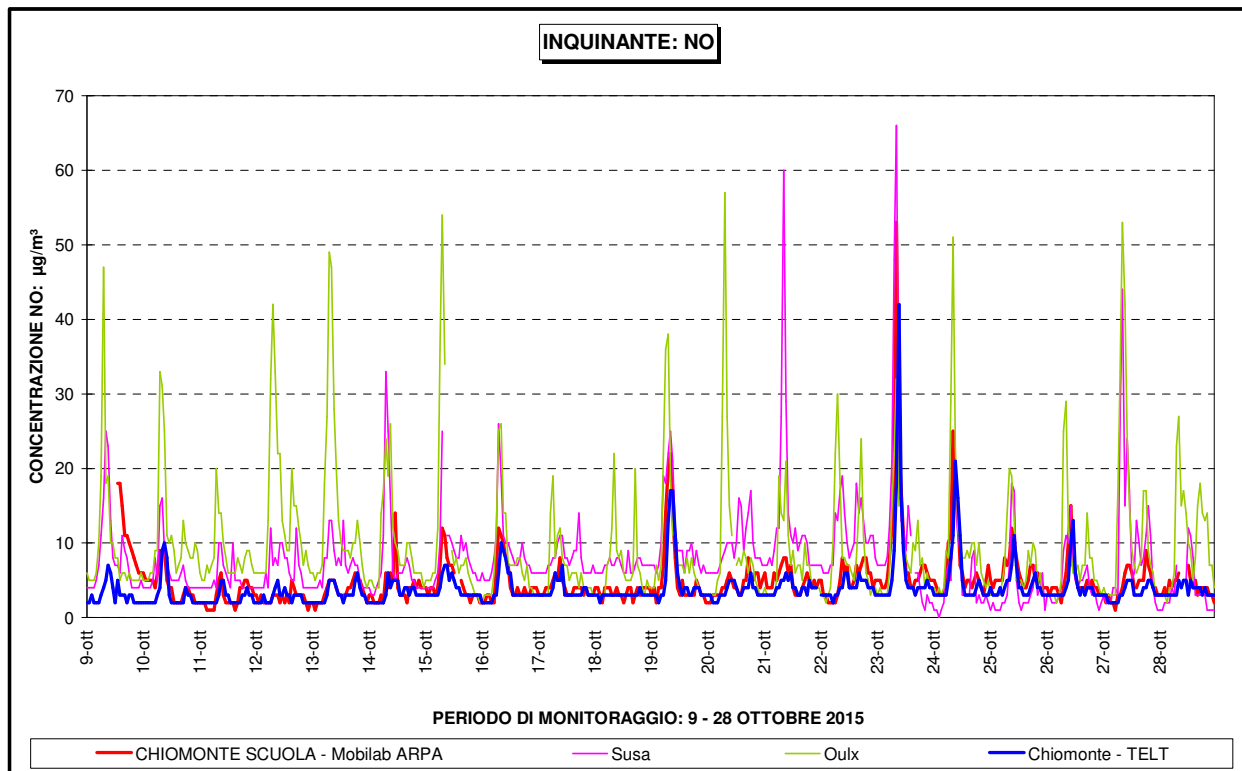
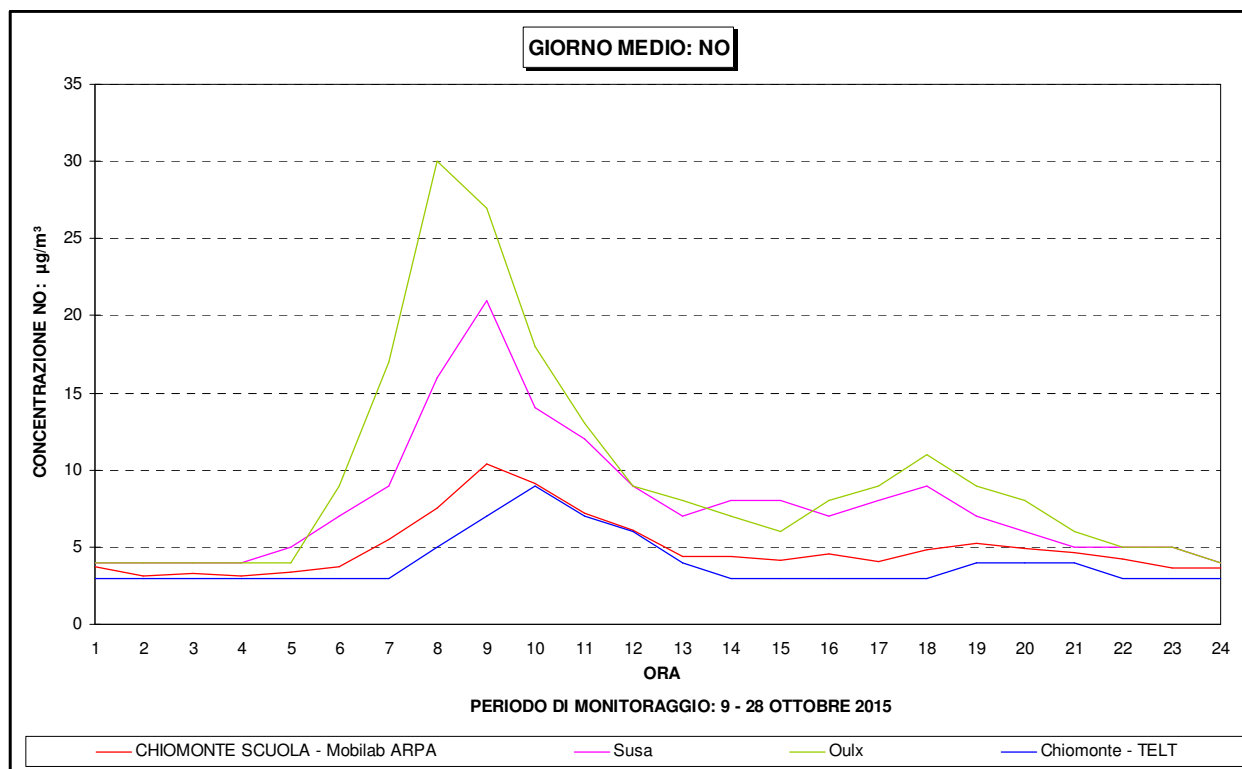


Figura 19– NO: andamento del giorno medio e confronto con altre stazioni di misura



Biossido di azoto

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

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	8	8
Massima media giornaliera	21	20
Media delle medie giornaliere	14	13
Giorni validi	20	19
Percentuale giorni validi	100%	95%
Media dei valori orari	14	13
Massima media oraria	45	45
Ore valide	479	462
Percentuale ore valide	100%	96%
<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** (NO₂) 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 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.

La campagna oggetto della presente relazione è stata condotta nel periodo autunnale, in cui i valori di questo inquinante iniziano ad aumentare. I profili orari registrati dai due laboratori mobile presso il sito di Chiomonte risultano pressoché sovrapposti e leggermente inferiori rispetto alle stazioni di Oulx e Susa (Figura 20). Non risultano anomalie né rispetto ai valori limite, né rispetto all’andamento dell’inquinante nelle altre stazioni. Per l’intero periodo di monitoraggio con la strumentazione di Arpa è stata registrata una concentrazione media pari a 13 µg/m³.

Dal grafico riportante il giorno medio (Figura 21) si nota che l’andamento dell’ NO₂ in tutte le stazioni a confronto, è caratterizzato da due campane una al mattino e una nelle ore serali.

Figura 20– NO₂ : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio

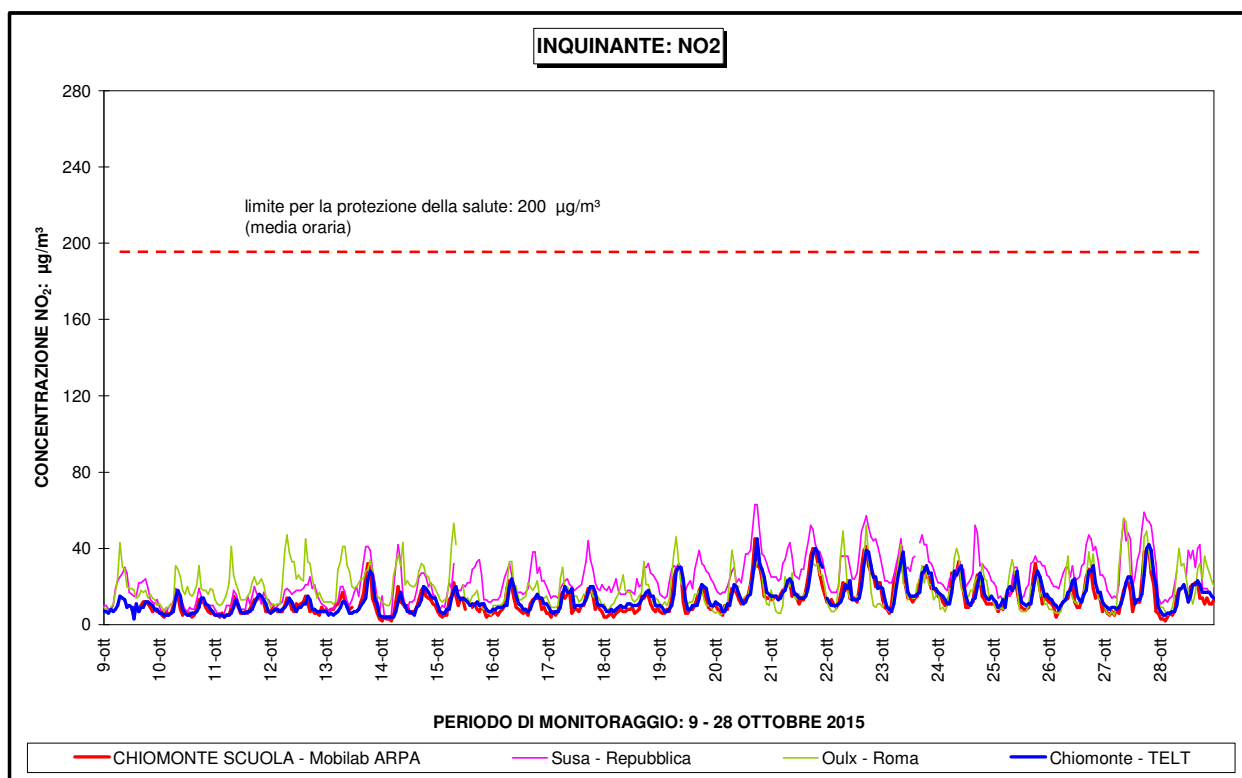
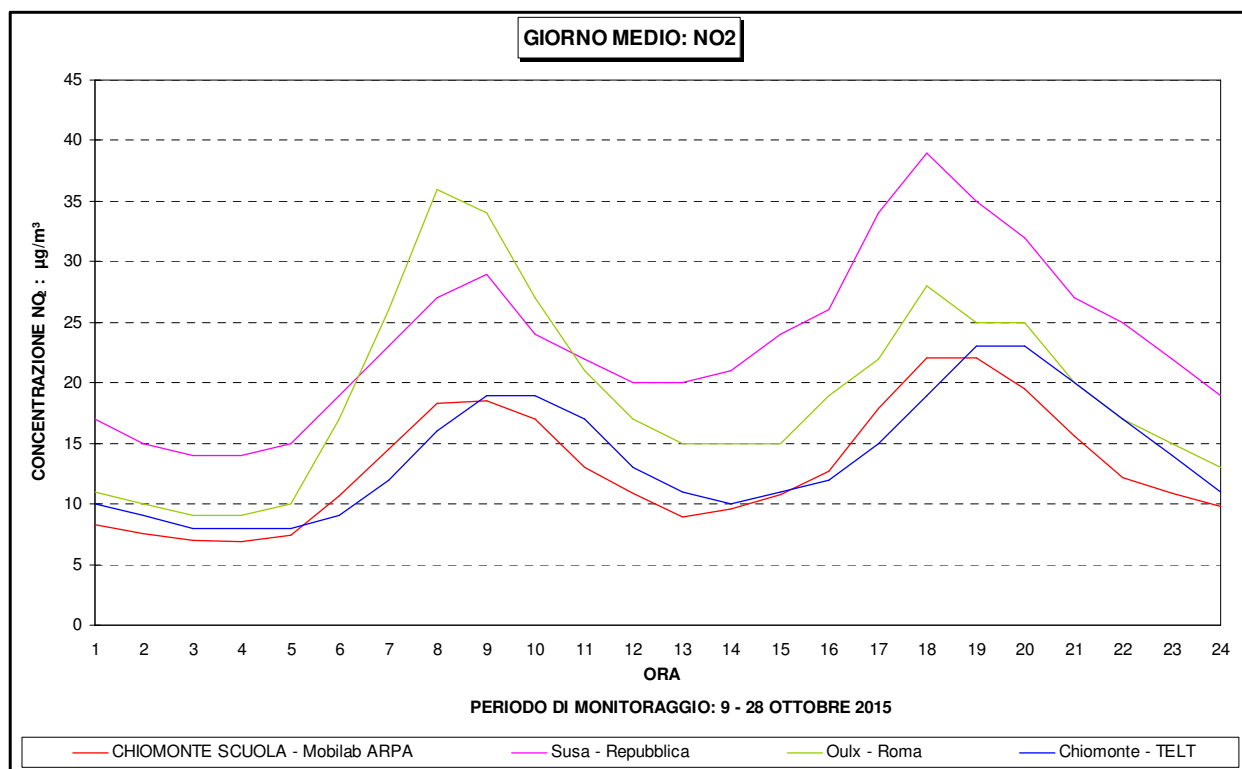


Figura 21– NO₂ : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



Benzene

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

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	0.50	1.1
Massima media giornaliera	2.10	1.9
Media delle medie giornaliere	1.19	1.4
Giorni validi	20	15
Percentuale giorni validi	100%	75%
Media dei valori orari		1.4
Massima media oraria		3.6
Ore valide		350
Percentuale ore valide		73%

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

Giorno	TELT	ARPA
09/10/15	1.3	—
10/10/15	1.2	—
11/10/15	1.2	—
12/10/15	0.9	—
13/10/15	1.3	—
14/10/15	0.8	1.1
15/10/15	1.0	1.2
16/10/15	1.4	1.4
17/10/15	1.5	1.5
18/10/15	1.5	1.7
19/10/15	0.5	1.6
20/10/15	0.5	1.4
21/10/15	2.0	1.9
22/10/15	0.5	1.6
23/10/15	1.3	1.4
24/10/15	2.1	1.6
25/10/15	1.6	1.5
26/10/15	1.2	1.1
27/10/15	1.3	1.2
28/10/15	0.5	1.1

La normativa vigente (D.Lgs 155 del 13/8/2010) prevede per il benzene un limite annuale pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da rispettare dal 2010 in avanti. 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 particolarmente bassi, anche se per questa campagna il monitoraggio ha interessato il periodo autunnale, in cui generalmente meno i valori di tale inquinante iniziano ad aumentare rispetto al periodo estivo. I valori registrati dai due laboratori in parallelo sono equivalenti, con una media del periodo è pari a circa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Figura 23 mostra che il livello rilevato a Chiomonte è inferiore a quello delle stazioni della cintura di Torino di Settimo T.se e Vinovo; generalmente in quest'ultima si registrano valori di benzene piuttosto bassi.

Figura 22– Benzene: andamento della concentrazione oraria

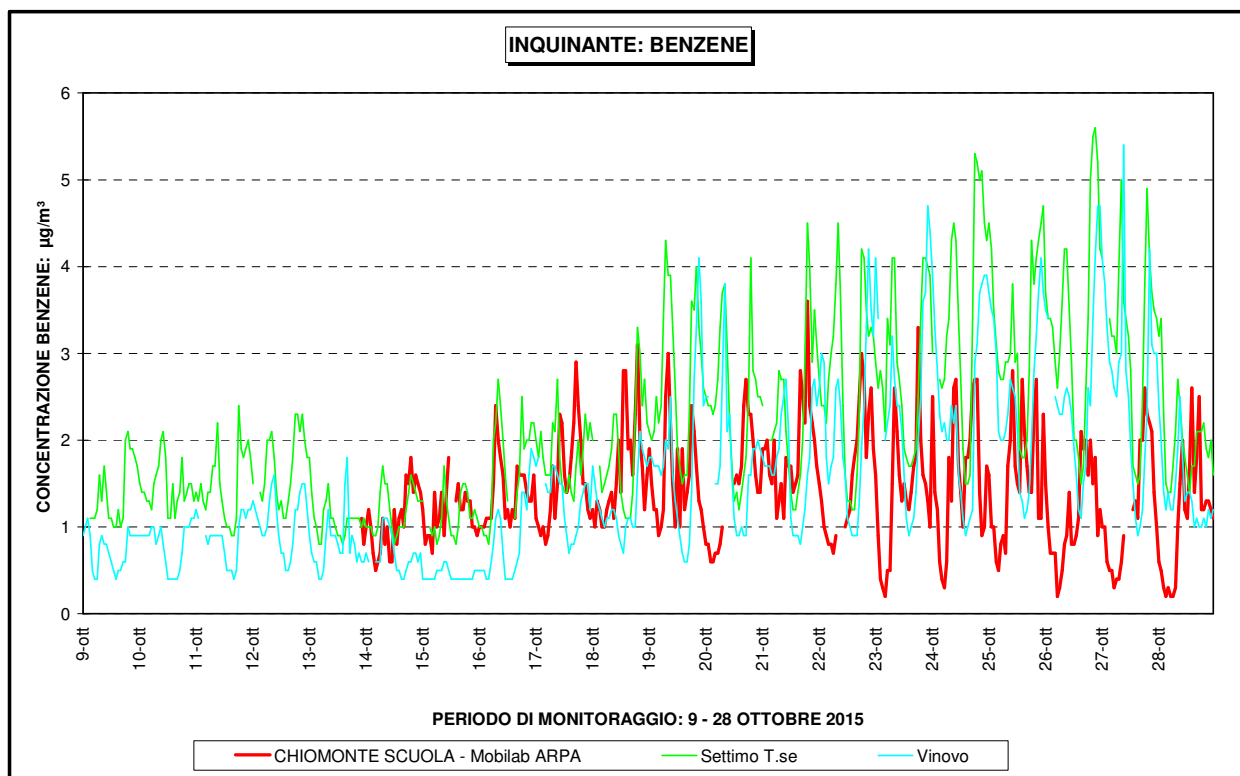
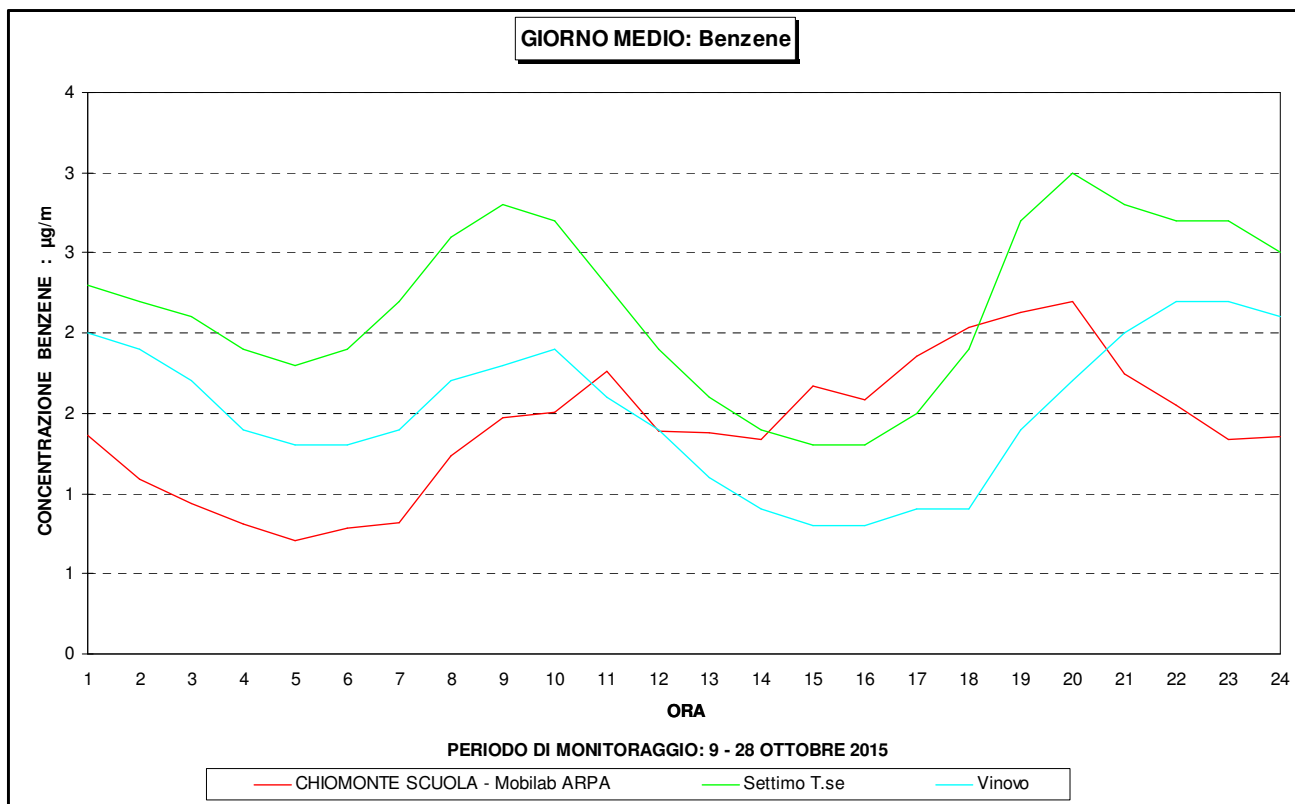


Figura 23 – Benzene: andamento del giorno medio



Particolato Sospeso (PM10)

Tabella 11 – Dati relativi al particolato sospeso PM₁₀ (µg/m³) presso il sito di monitoraggio

	TELT	ARPA
Minima media giornaliera	5	7
Massima media giornaliera	41	30
Media delle medie giornaliere	19	14
Giorni validi	20	20
Percentuale giorni validi	100%	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	0	0

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 D.Lgs 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.

Durante la campagna nel comune di Chiomonte con il laboratorio mobile di Arpa sono state eseguite misure di particolato fine PM₁₀, che hanno coperto 20 giorni di campionamento effettivo, dal 9 al 28 ottobre. Su 20 valori rilevati, non è stato registrato nessun superamento del limite giornaliero del PM₁₀ di 50 µg/m³ (la norma prevede che i superamenti non siano più di 35 volte per anno civile) (Tabella 11), nonostante il monitoraggio sia stato effettuato nel periodo autunnale, in cui a seconda delle condizioni meteorologiche sul territorio provinciale si possono osservare incrementi di PM₁₀. La media dei valori di particolato PM₁₀ registrato da Arpa è di 14 µg/m³ con valore massimo pari a 30 µg/m³.

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. Come nei campionamenti in parallelo fatti precedentemente si osserva che generalmente i valori di TELT sono superiori rispetto a quelli di Arpa, ma lo scostamento medio durante questo monitoraggio è stato di circa 5 microgrammi e quindi minore rispetto alle campagne precedenti.

Come evidenziato nel paragrafo riportante i dati meteorologici il periodo monitorato è stato caratterizzato da scarse precipitazioni; in Figura 25 si osserva che tali episodi tuttavia hanno contribuito a mantenere il PM₁₀ a livelli particolarmente bassi.

Figura 24– Particolato sospeso PM₁₀: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute

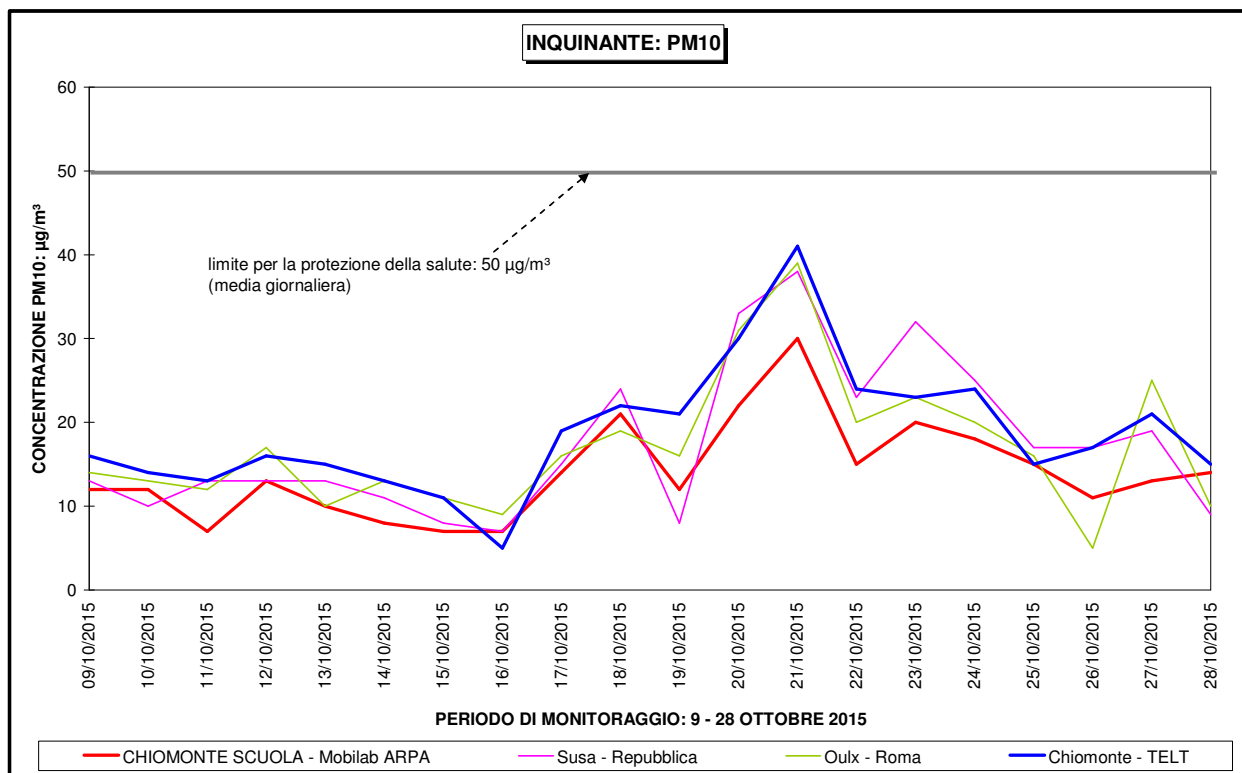
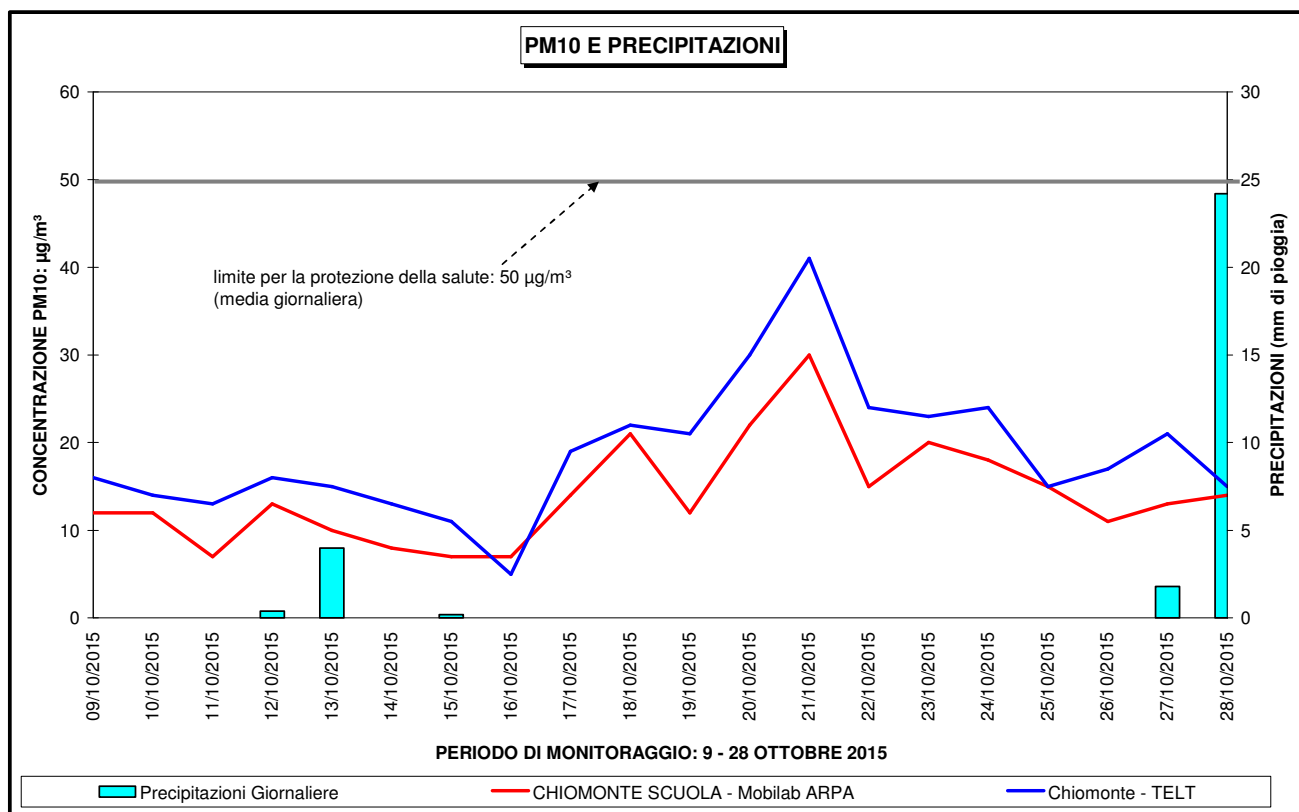


Figura 25 – Particolato sospeso PM₁₀ confronto con le precipitazioni



Particolato Sospeso (PM_{2,5})

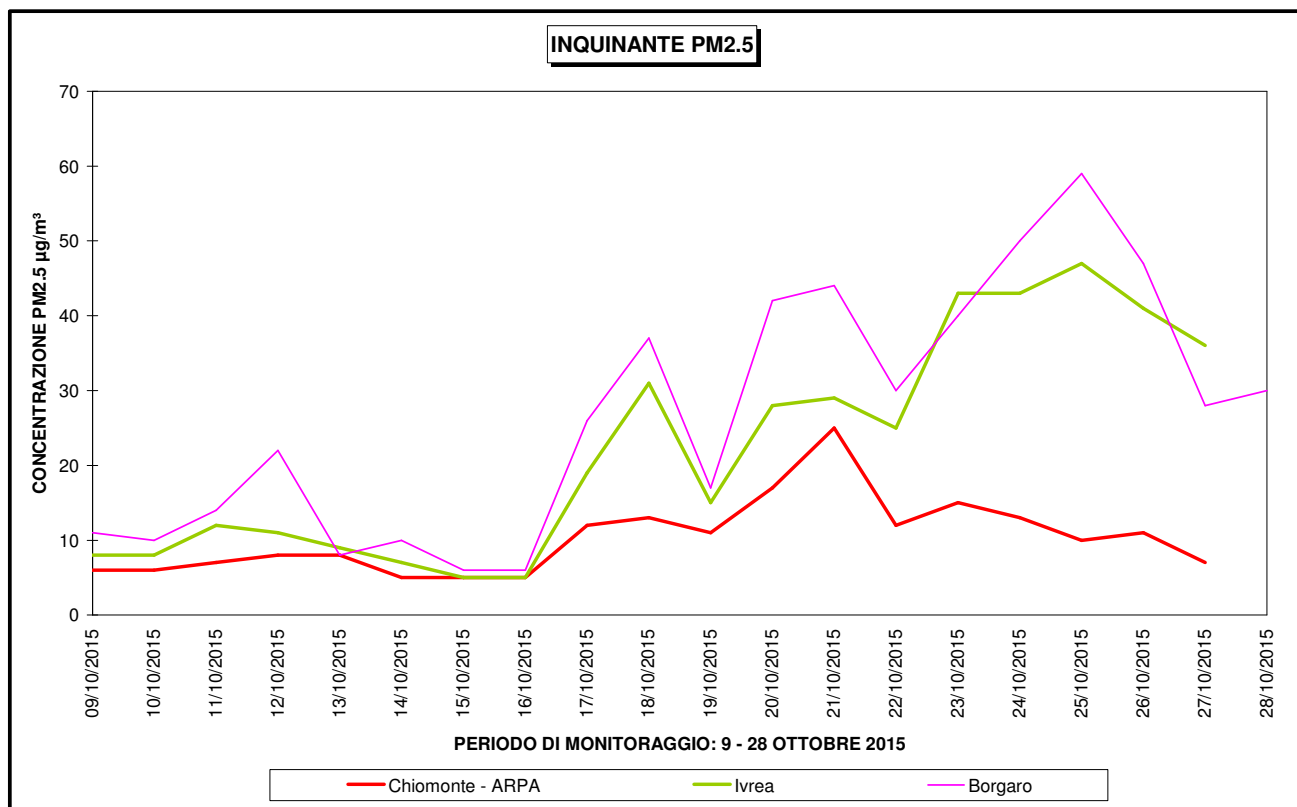
Tabella 12 – Dati relativi al particolato sospeso PM_{2,5} (µg/m³) presso il sito di monitoraggio

	ARPA
Minima media giornaliera	5
Massima media giornaliera	25
Media delle medie giornaliere	11
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	95%

Il D.Lgs 155/2010 ha introdotto un limite anche per il PM_{2,5} (diametro aerodinamico inferiore ai 2.5 µm) calcolato come media annuale di 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1 gennaio 2015. Disponendo di un periodo di osservazione molto limitato non è possibile un confronto diretto con i limiti di legge. Per questo parametro sono disponibili 19 dati validi, in quanto l'ultimo giorno di monitoraggio il campionamento è risultato anomalo e quindi il dato è stato invalidato.

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 della Provincia di Torino di Ivrea e Borgaro, con valori tuttavia molto inferiori. La media relativa al periodo monitorato è pari a 11 µg/m³ mentre il valore massimo giornaliero è stato pari a 25 µg/m³. Come per il PM₁₀ si osserva che gli episodi di pioggia, anche se scarsi nel periodo monitorato, hanno contribuito a mantenere particolarmente basso il livello di PM_{2.5}.

Figura 26– Particolato sospeso PM_{2,5}



Ozono

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

	ARPA
Minima media giornaliera	43
Massima media giornaliera	71
Media delle medie giornaliere (b):	53
Giorni validi	13
Percentuale giorni validi	65%
Media dei valori orari	53
Massima media oraria	102
Ore valide	350
Percentuale ore valide	73%
Minimo medie 8 ore	27
Media delle medie 8 ore	53
Massimo medie 8 ore	86
Percentuale medie 8 ore valide	71%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<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

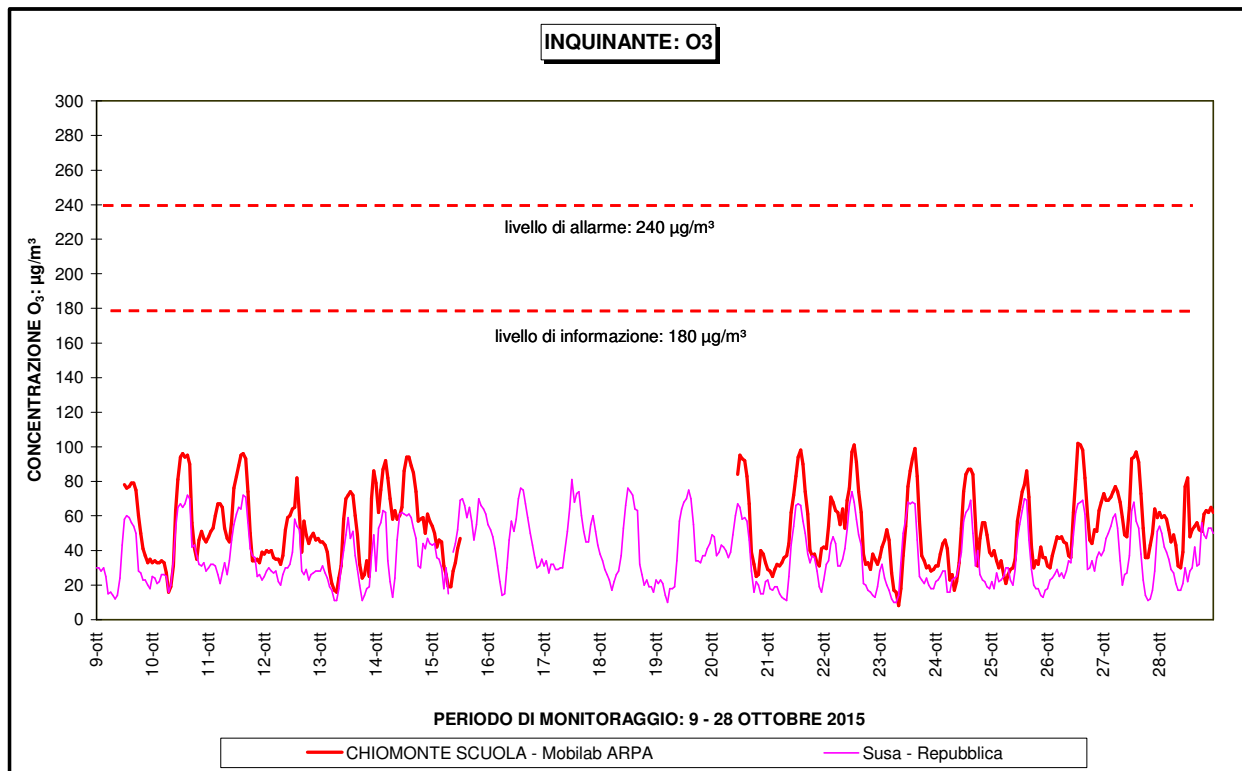
L'ozono presente nella troposfera, lo strato più basso dell'atmosfera, è un inquinante non direttamente emesso da fonti antropiche, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi 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.

La campagna nel comune di Chiomonte è stata condotta nel periodo autunnale in cui vi sono condizioni meteorologiche sfavorevoli alla formazione di questo inquinante. Durante il monitoraggio la media dei valori orari di ozono è stata di 53 µg/m³ registrata con la strumentazione Arpa. Dalla Figura 27 si osserva la buona corrispondenza tra i rilevamenti effettuati a Chiomonte e quelli della stazione fissa di Susa, con un livello leggermente superiore per il sito di Chiomonte.

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



Metalli e Benzo(a)Pirene

L'analisi dei metalli e BaP è stata condotta a partire dai filtri di PM10 su un unico campione composto, costituito da porzioni dei filtri raccolti durante i 20 giorni di monitoraggio, quindi per ogni inquinante vi è un valore di concentrazione relativo all'intero periodo del monitoraggio, sia per il monitoraggio condotto da Arpa, sia per quello di TELT.

Nella Tabella 14 sono riportati i dati trasmessi da TELT confrontati con quelli ottenuti da Arpa nello stesso sito per l'intero periodo della campagna e con i valori determinati presso le stazioni della rete pubblica gestita da Arpa nel mese equivalente.

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^3 , 20 ng/m^3 , $0,5 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ e 1 ng/m^3 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, Mercurio, 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:

- i valori di Arsenico, 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 da Arpa risultano inferiori a quelli rilevati nelle centraline della rete pubblica; il dato rilevato da TELT risulta leggermente inferiore alla rilevazione di Arpa.
- Berillio e Mercurio rilevati da TELT mostrano valori molto bassi, il mercurio risulta al di sotto del limite di quantificazione del metodo.
- 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 nel corso delle varie campagne ha mostrato particolare variabilità: i valori riportati da TELT nel corso di alcune campagne precedenti risultavano superiori ai valori rilevati da Arpa ed in linea con i dati dell'ante operam; nel corso di questa campagna invece TELT ha rilevato un livello simile a quello della stazione fissa di Susa, mentre Arpa risulta equivalente alle stazioni della città metropolitana;
- il Benzo(a)Pirene determinato da Arpa mostra concentrazioni equivalenti a quelle osservate nella stazione di Susa, mentre negli altri siti cittadini i livelli sono leggermente superiori. Il dato fornito da TELT è leggermente inferiore.

Tabella 14: Dati relativi a Metalli e Benzo(a)Pirene

	Parametri		Data rilievo										
	Dal	Al	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 (ng/m^3)	Nichel (ng/m^3)	Piombo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Benzo[a]pirene (ng/m^3)		
CHIOMONTE TELT (ex LTF) Scuole Elementari ANTE OPERAM	21/04/2012	11/05/2012	0.000035	0.00016	<0.00006	0.00014	0.045	0.288	3.98	0.0029	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	0.19	6.65	0.0028	< 0,003		
CHIOMONTE TELT Scuole Elementari CORSO D'OPERA	09/10/2015	28/10/2015	0.00001	0.00003	< LCL	0.0001	0.008	0.1	0.7	0.001	0.1		
CHIOMONTE ARPA Scuole Elementari (Mobilab)	10/10/2015	28/10/2015		0.00035		0.0007	0.015	0.7	2.9	0.003	0.3		
Centraline Rete Pubblica	Ottobre 2015	Susa						0.7	0.7	0.003	0.3		
		To_Lingotto		0.00036		0.0007	0.037	0.7	2.3	0.01	0.5		
		To_Rebaudengo		0.00035		0.0007	0.049	0.7	3.2	0.06	0.7		

Tabella 15 Linee guida per metalli non normati

Metallo	Linea guida O.M.S. (ng/m ³)	U.S. EPA RfC (ng/m ³)	ATSDR MRL (ng/m ³)	Valori tipici in aria ambiente secondo O.M.S. (ng/m ³)	Valori tipici in aria ambiente secondo ATSDR (***) (ng/m ³)
<i>Berillio</i>	-	200 ⁽¹⁾	-	-	0.03-0.2
<i>Cobalto</i>	-	-	100 (esposizione cronica)	1-2 in area urbana (*)	-
<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/m³ come media su 30 giorni

CONCLUSIONI

La quinta campagna di monitoraggio condotta presso il comune di Chiomonte con il Laboratorio mobile di Arpa in parallelo con quello gestito da Fenice S.p.A per conto di TELT S.A.S. nel periodo 9 - 28 ottobre 2015, 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.

Anche i parametri NO₂ e PM10, si sono mantenuti ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, nonostante sia stata condotta nel periodo autunnale in cui generalmente tali inquinanti si mostrano in aumento. Vi sono stati scarsi episodi di pioggia che comunque hanno contribuito a mantenere basse le concentrazioni.

Nel corso della campagna in parallelo per i parametri NO e NO₂ le rilevazioni di TELT ed Arpa mostrano un buon allineamento sia per andamento, sia per livello di concentrazione.

Per il parametro polveri PM10 il discostamento dei valori particolarmente evidente nelle campagne precedenti, risulta inferiore nella campagna di ottobre, mediamente le concentrazioni di TELT sono maggiori di circa 5 µg/m³, rispetto alle rilevazioni di Arpa. La situazione non evidenzia criticità in quanto i dati si mostrano sempre al di sotto del limite previsto dalla normativa.

Per metalli e Benzo(a)Pirene determinati sul PM10 si sono rilevati generalmente valori confrontabili tra i due laboratori e i livelli osservati nelle stazioni della rete pubblica. 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 SO₂ 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_x.

 - ✓ 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 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.

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

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

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