

**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 VENARIA**

**RELAZIONE CAMPAGNA dal 11/04/2014 al 07/05/2014**



|                                |                                                                                                                   |                 |       |  |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------|--|
| <b>Redazione</b>               | Funzione: Collaboratore Tecn. Professionale<br>Nome: Roberto Sergi                                                | Data: 26/3/2014 | Firma |  |
| <b>Verifica e approvazione</b> | Funzione: Dirigente con incarico professionale presso la S.S. di Produzione<br>Nome: Dott. Francesco Lollobrigida | Data: 26/3/2014 | 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 Venaria per la collaborazione prestata.

|                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....</b> | <b>5</b>  |
| <i>L'aria e i suoi inquinanti .....</i>                                    | <i>6</i>  |
| <i>Il Laboratorio Mobile .....</i>                                         | <i>8</i>  |
| <i>Il quadro normativo .....</i>                                           | <i>8</i>  |
| <b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>                                   | <b>13</b> |
| <i>Obiettivi della campagna di monitoraggio .....</i>                      | <i>14</i> |
| <i>Elaborazione dei dati meteorologici .....</i>                           | <i>17</i> |
| <i>Elaborazione dei dati relativi agli inquinanti atmosferici .....</i>    | <i>22</i> |
| Biossido di zolfo .....                                                    | 23        |
| Monossido di carbonio .....                                                | 25        |
| Ossidi d'azoto .....                                                       | 28        |
| Benzene e toluene .....                                                    | 33        |
| Particolato sospeso (PM <sub>10</sub> ) e (PM <sub>2.5</sub> ) .....       | 35        |
| Ozono .....                                                                | 40        |
| <b>CONCLUSIONI .....</b>                                                   | <b>43</b> |
| <b>APPENDICE – SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI .....</b>            | <b>44</b> |



## ***CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO***

## ***L'ARIA E I SUOI INQUINANTI***

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

Oggigiorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metro cubo (ng/m<sup>3</sup>) al microgrammo per metro cubo (µg/m<sup>3</sup>).

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 2013", elaborata congiuntamente dalla Provincia di Torino e da Arpa Piemonte, e disponibile presso ARPA Piemonte e Provincia di Torino.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

**Tabella 1** – Fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici

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

 = fonti primarie  
 = fonti secondarie

## ***IL LABORATORIO MOBILE***

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

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

Il laboratorio mobile della Provincia di Torino è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, benzene, toluene e di due campionatori di particolato atmosferico PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> la cui concentrazione è determinata in laboratorio per via gravimetrica.

## ***IL QUADRO NORMATIVO***

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

La norma quadro in materia di controllo dell'inquinamento atmosferico è rappresentata dal **Decreto Legislativo n. 155/2010** che ha abrogato il precedente Decreto Legislativo n. 351/99 e i rispettivi decreti attuativi (il DM 60/02, il Decreto Legislativo n.183/2004 e il D.Lgs. 152/2007, come modificato dal D.Lgs. 120/2008). Il Decreto Legislativo n.155/2010 riprende le definizioni di valore limite, valore obiettivo, soglia di informazione e di allarme, livelli critici, obiettivi a lungo termine e valori obiettivo già introdotte nelle precedenti normative.

In particolare vengono definite le seguenti tipologie di limite normativo:

- **valore limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), materiale particolato PM<sub>10</sub>, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo;
- **valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM<sub>10</sub>, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento;
- **soglie di allarme** per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e l'ozono, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme o comunque assumere tutti i provvedimenti del caso che devono comprendere sempre l'informazione ai cittadini.

Il D.Lgs 155/2010 inserisce indicatori normativi 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>.

Sempre per il PM<sub>2,5</sub> il decreto prevede 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. 155/2010). 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 2013".

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

| INQUINANTE                                         | LIMITE                                                        | PARAMETRO                                                         | VALORE DI RIFERIMENTO                                          | SUPERAMENTI CONCESSI                           |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| OZONO (O <sub>3</sub> )<br>(D.Lgs. 21/05/04 n.183) | 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<br>(D.Lgs. 03/08/07, n. 152)        | OBIETTIVO DI QUALITÀ                                          | media mobile valori giornalieri <sup>(3)</sup>                    | 1 ng/m <sup>3</sup> <sup>(4)</sup>                             | -                                              |

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

(2) Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> e il valore di 80 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00.

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

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

**Tabella 3** – Valori limite per alcuni inquinanti atmosferici

| INQUINANTE                                                                | LIMITE                                                         | PERIODO DI MEDIAZIONE              | VALORE DI RIFERIMENTO                    | SUPERAMENTI CONCESSI |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| 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 4** – Valori obiettivo per arsenico, cadmio e nichel (come definito dal D.Lgs. 120/2008 abrogato dal D.Lgs. n. 155/2010 )

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

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



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

## **OBIETTIVI DELLA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO**

La campagna di monitoraggio condotta nel comune di Venaria, finalizzata al controllo della qualità dell'aria, è stata effettuata a seguito della nota inoltrata dal Servizio Infrastrutture Mobilità e Suolo Pubblico della Città di Venaria Reale, prot. n. 30330 del 18/12/2013, con la quale veniva richiesto un monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale ed in particolare lungo l'Asse di via Garibaldi e nella Zona al confine con Torino in prossimità dello Juventus Stadium, in quanto aree molto congestionate in considerazione della presenza di importanti attrattori di traffico.

Il sito di posizionamento del mezzo mobile per l'esecuzione della campagna di monitoraggio è stato individuato nel parcheggio del cimitero Altessano, posto tra c.so Giuseppe Garibaldi e lo svincolo per la tangenziale, nel Comune di Venaria Reale, a seguito del sopralluogo effettuato congiuntamente tra i tecnici Arpa ed i tecnici del Comune di Venaria.

Nelle figure 1 e 2 viene meglio rappresentato il sito nel quale è stato posizionato il laboratorio mobile.

Le campagne di misura vengono in generale calendarizzate in modo da acquisire informazioni ambientali in differenti condizioni meteo-climatiche. Nello specifico sono state previste due campagne di misura: una prima campagna nel periodo primaverile (oggetto della presente relazione) ed una seconda campagna nel periodo invernale ancora da pianificarsi.

La campagna di monitoraggio è iniziata il 11/04/2014 e finita il 07/05/2014.

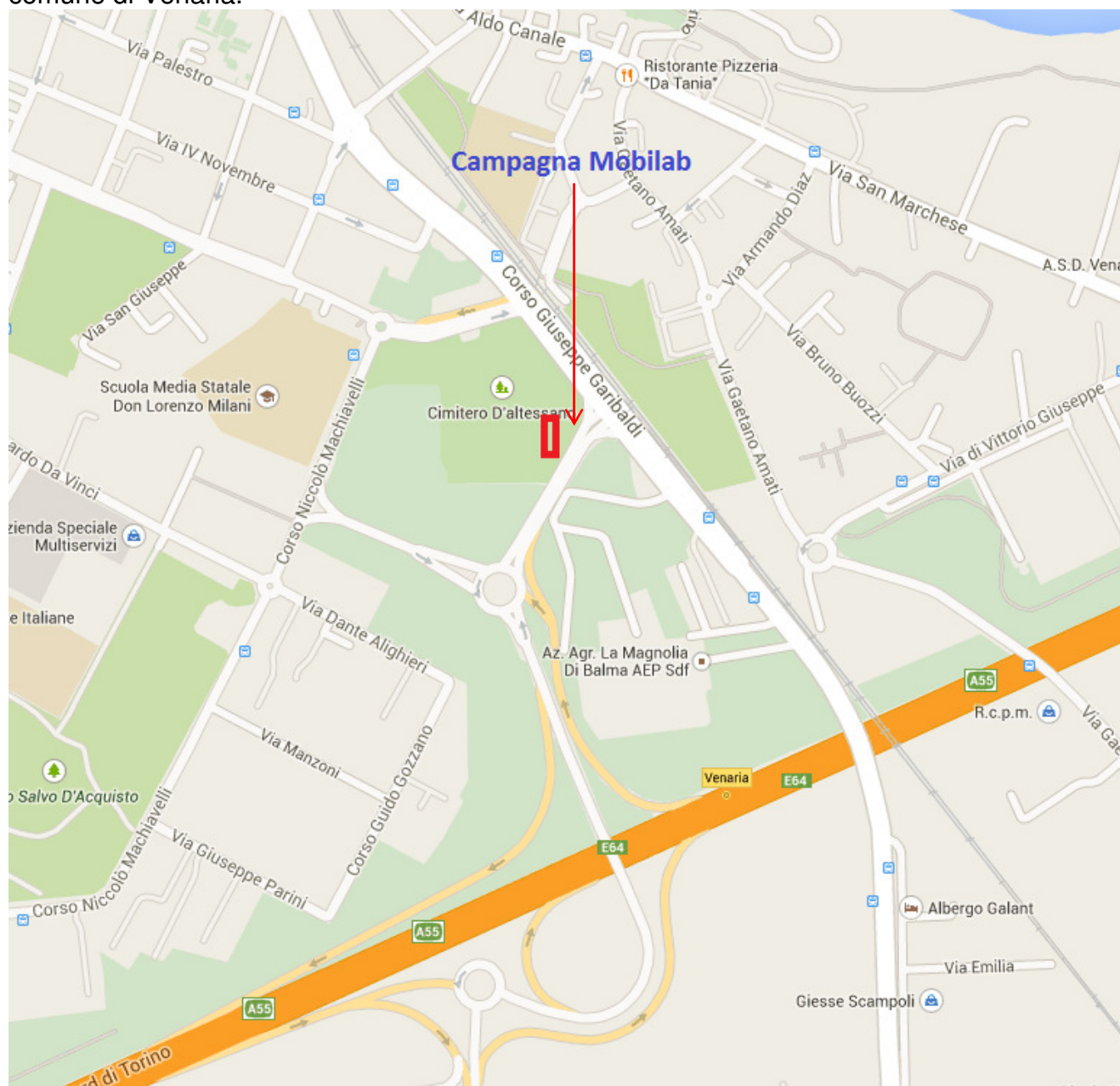
Si noti che per ragioni tecniche le elaborazioni sono state effettuate considerando esclusivamente i giorni di campionamento completi e pertanto non vi è corrispondenza con le date di posizionamento e spostamento del laboratorio mobile. I dati utili per l'effettuazione delle elaborazioni vanno dal 12/04/2014 al 06/05/2014, per un totale di 25 giorni.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso della campagna condotta con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro, seppure limitato dal punto di vista temporale, della situazione di inquinamento atmosferico relativa ai siti in esame.

Una trattazione completa, secondo quanto previsto dalla normativa vigente (allegato I del D.Lgs. 155/2010), dovrebbe prevedere, infatti, campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno il 14% annuo di misurazioni (una misurazione in un giorno, 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).

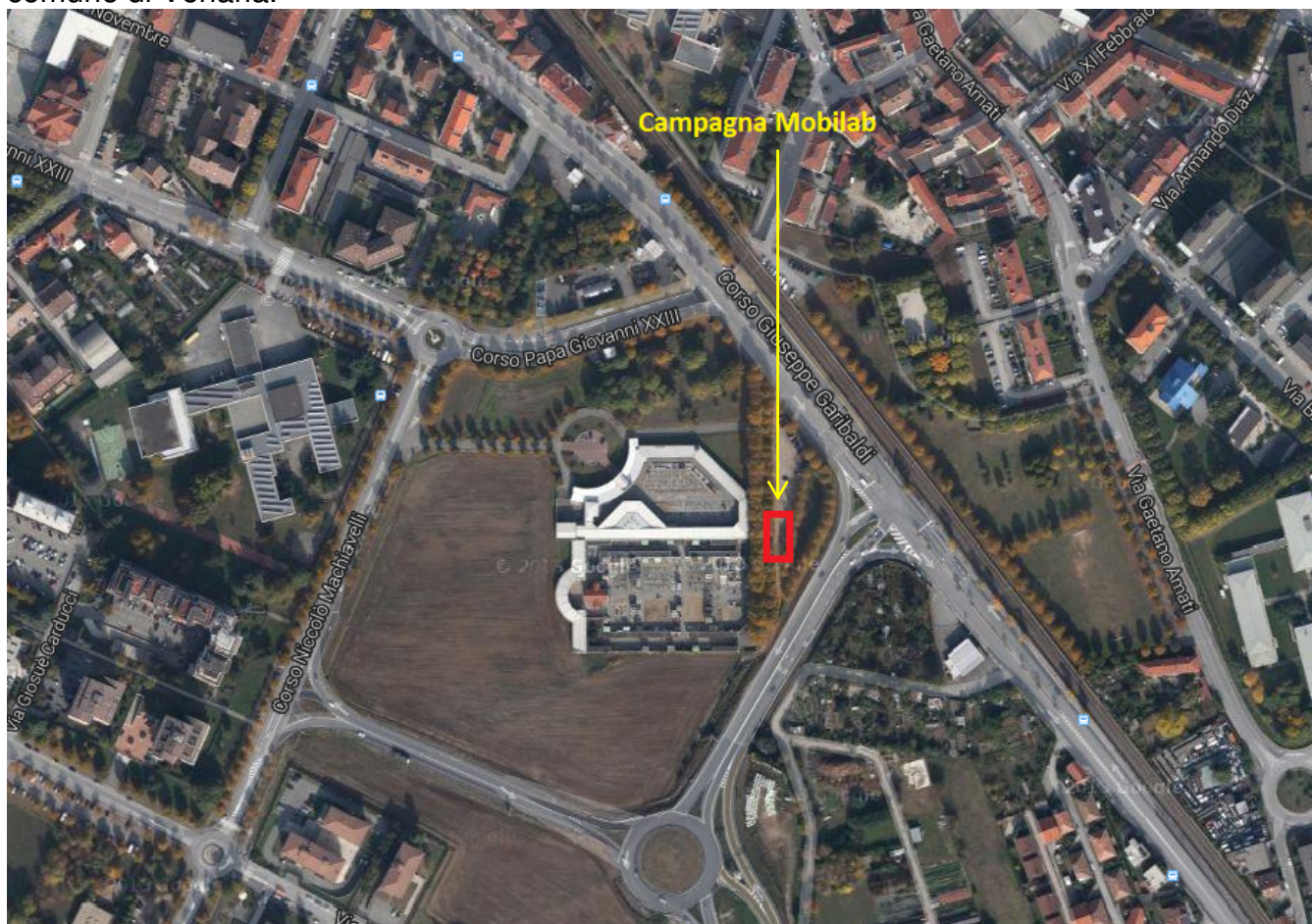
I dati presentati forniscono quindi, unicamente un quadro generale della situazione di inquinamento atmosferico del sito in esame; il confronto con i dati rilevati nello stesso periodo della campagna dalle stazioni fisse della rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria permette, inoltre, di effettuare considerazioni di tipo comparativo.

**Figura 1** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Venaria.





**Figura 2** - Ubicazione del Laboratorio Mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria nel comune di Venaria.





## ***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 che evidenzia i valori minimo, massimo e medio delle medie orarie, oltre alla percentuale dei dati validi. I parametri meteo-climatici determinati sono elencati di seguito, unitamente alle rispettive abbreviazioni ed unità di misura:

|        |                           |                     |
|--------|---------------------------|---------------------|
| P      | pressione atmosferica     | mbar                |
| D.V.   | direzione vento           | gradi sessagesimali |
| V.V.   | velocità vento            | m/s                 |
| T      | temperatura               | °C                  |
| U.R.   | umidità relativa          | %                   |
| R.S.G. | radiazione solare globale | W/m <sup>2</sup>    |

**Tabella 5** – Radiazione solare globale ( $W/m^2$ )

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Minima media giornaliera      | 8.0   |
| Massima media giornaliera     | 138.5 |
| Media delle medie giornaliere | 88.6  |
| Giorni validi                 | 25    |
| Percentuale giorni validi     | 100%  |
| Media dei valori orari        | 88.6  |
| Massima media oraria          | 742.0 |
| Ore valide                    | 600   |
| Percentuale ore valide        | 100%  |

**Tabella 6** – Temperatura ( $^{\circ}C$ )

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera      | 7.4  |
| Massima media giornaliera     | 17.6 |
| Media delle medie giornaliere | 13.8 |
| Giorni validi                 | 25   |
| Percentuale giorni validi     | 100% |
| Media dei valori orari        | 13.8 |
| Massima media oraria          | 25.5 |
| Ore valide                    | 600  |
| Percentuale ore valide        | 100% |

**Tabella 7** – Umidità relativa (%)

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera      | 41.0 |
| Massima media giornaliera     | 98.9 |
| Media delle medie giornaliere | 72.9 |
| Giorni validi                 | 25   |
| Percentuale giorni validi     | 100% |
| Media dei valori orari        | 72.9 |
| Massima media oraria          | 99.0 |
| Ore valide                    | 600  |
| Percentuale ore valide        | 100% |

**Tabella 8** – Pressione atmosferica (mbar)

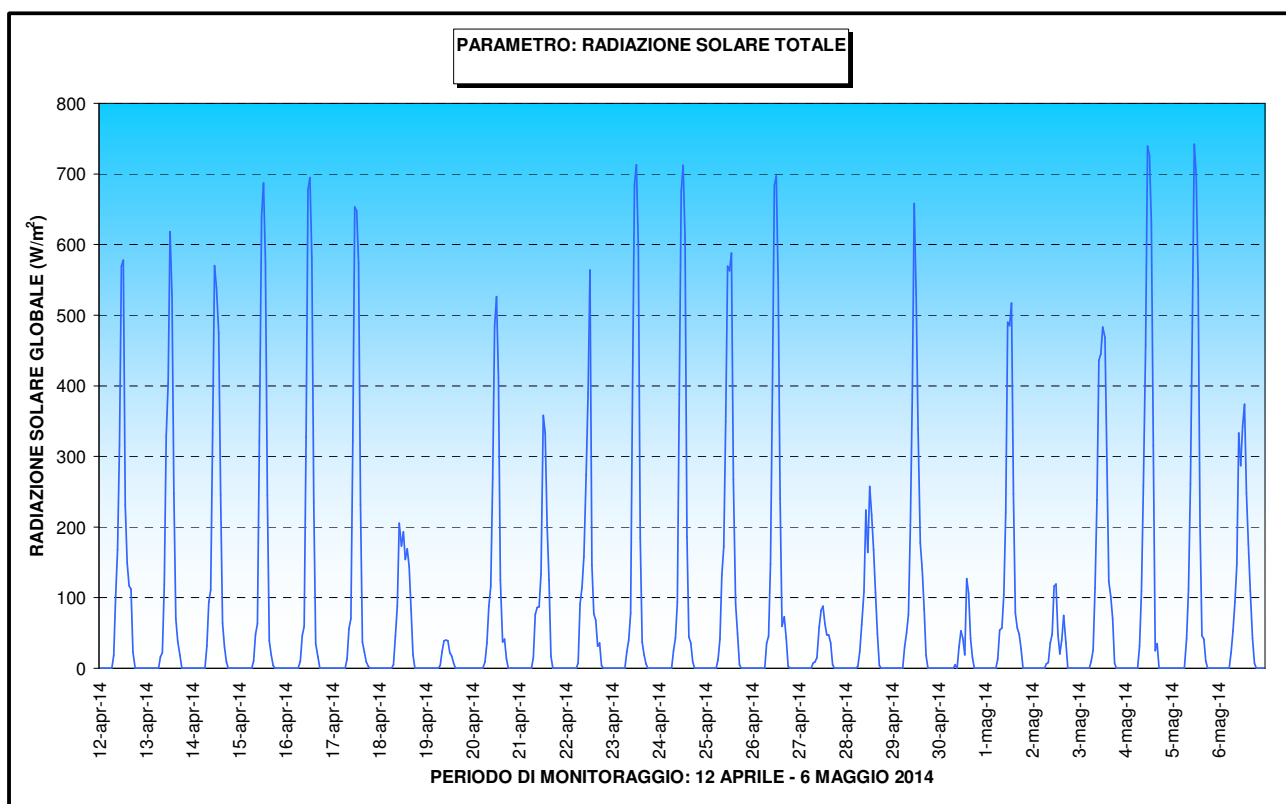
|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Minima media giornaliera      | 975.9 |
| Massima media giornaliera     | 990.2 |
| Media delle medie giornaliere | 981.4 |
| Giorni validi                 | 23    |
| Percentuale giorni validi     | 92%   |
| Media dei valori orari        | 981.4 |
| Massima media oraria          | 992.0 |
| Ore valide                    | 551   |
| Percentuale ore valide        | 92%   |

Per motivi logistici il laboratorio mobile è stato posizionato in un'area dove gli alberi circostanti sono alti più di dieci metri, ostacolando quindi la libera circolazione dell'aria. Di conseguenza le misure di velocità e direzione del vento non sono attendibili e pertanto sono state omesse nella trattazione che segue.

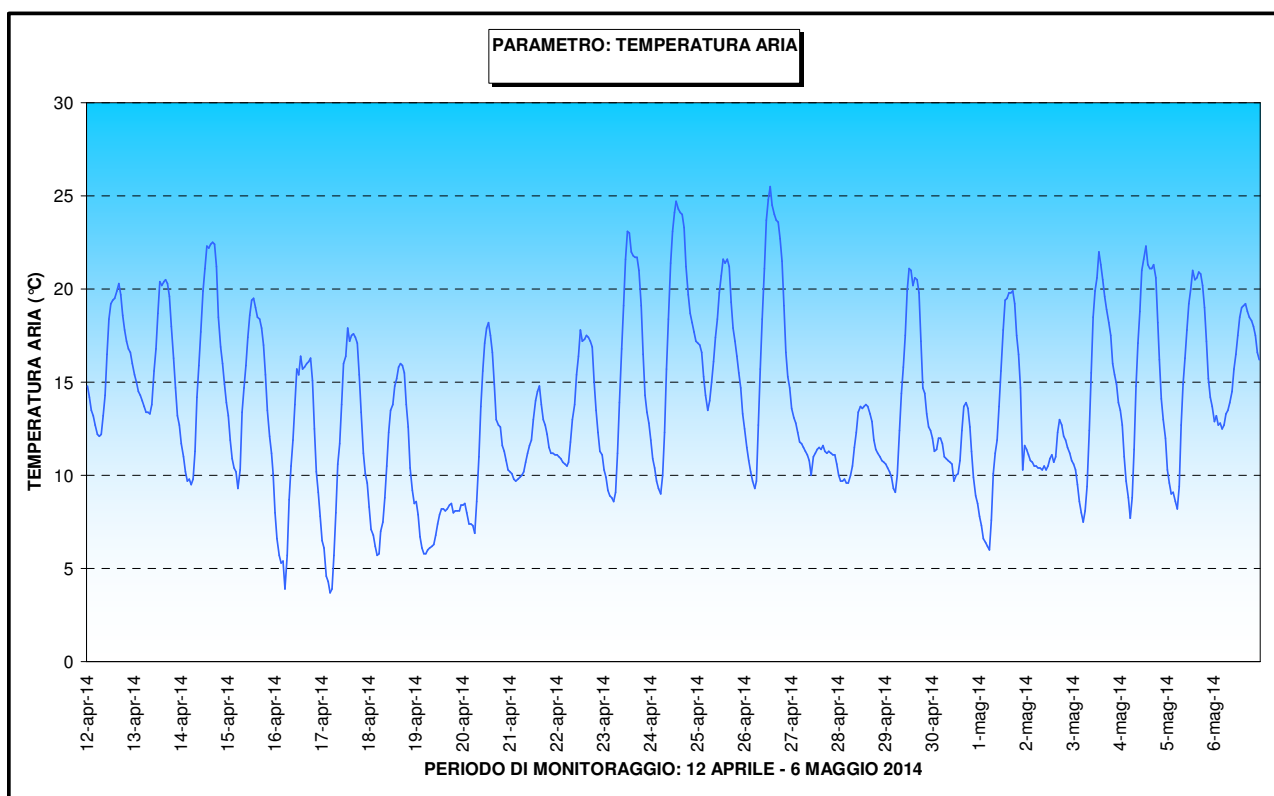
La Figura 3 mostra l'andamento della radiazione solare globale (R.S.G.) nel corso della campagna di monitoraggio. La durata e l'intensità dell'irraggiamento nelle giornate di tempo asciutto, risultano quelle tipiche per il periodo inizio primaverile, con valori massimi intorno ai  $700 W/m^2$ . Nelle giornate nelle quali ha piovuto i valori massimi raggiunti sono stati generalmente prossimi ai  $100 W/m^2$ . Il valore di picco giornaliero più basso è stato misurato il 19 aprile con un valore pari a  $40 W/m^2$  in corrispondenza di una delle giornate più piovose del periodo.

La temperatura media di tutto il periodo di monitoraggio (Figura 4) è stata di  $13.8^{\circ}C$ . Il valore massimo pari a circa  $25.5^{\circ}C$  è stato registrato il 26 aprile.

**Figura 3** – Andamento della radiazione solare globale nel corso della campagna di monitoraggio



**Figura 4** – Andamento della temperatura nel corso della campagna di monitoraggio

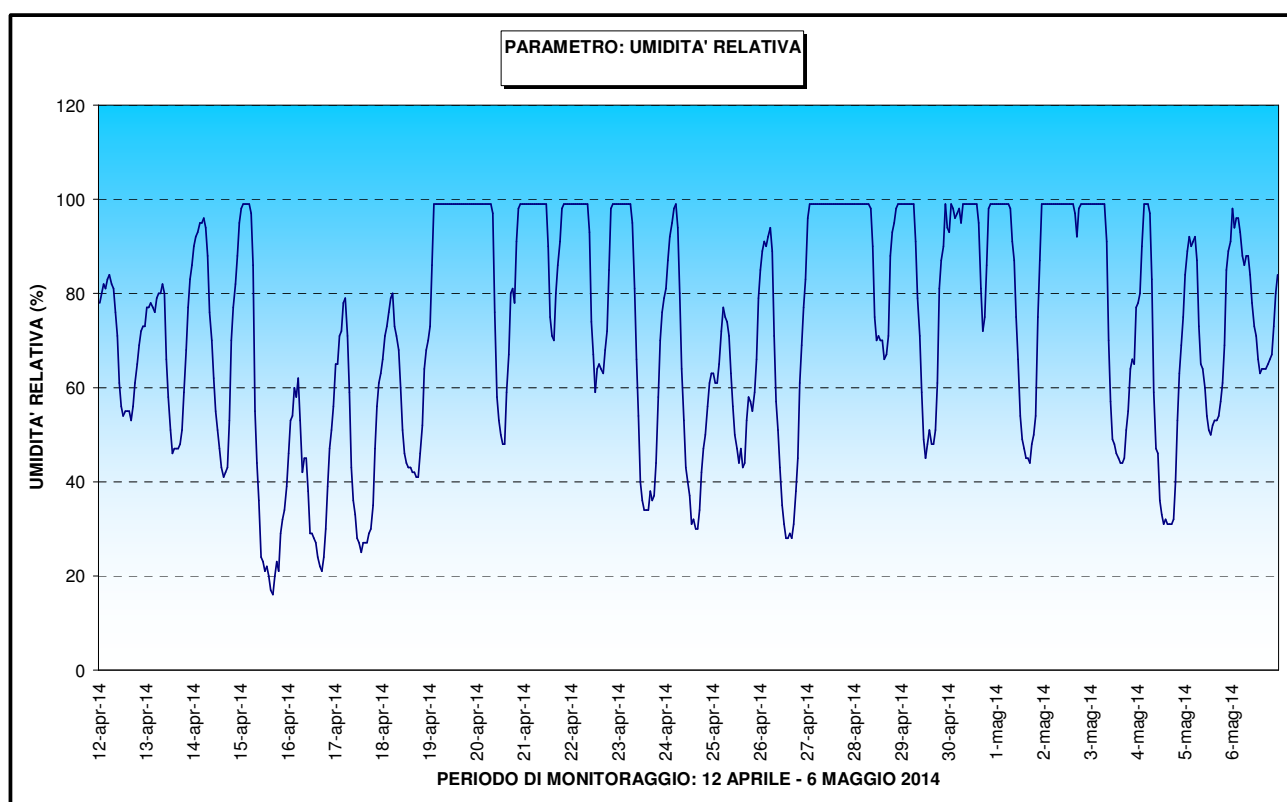


Per quanto riguarda l'umidità relativa (Figura 5) i valori massimi si sono ovviamente raggiunti durante le giornate di pioggia.

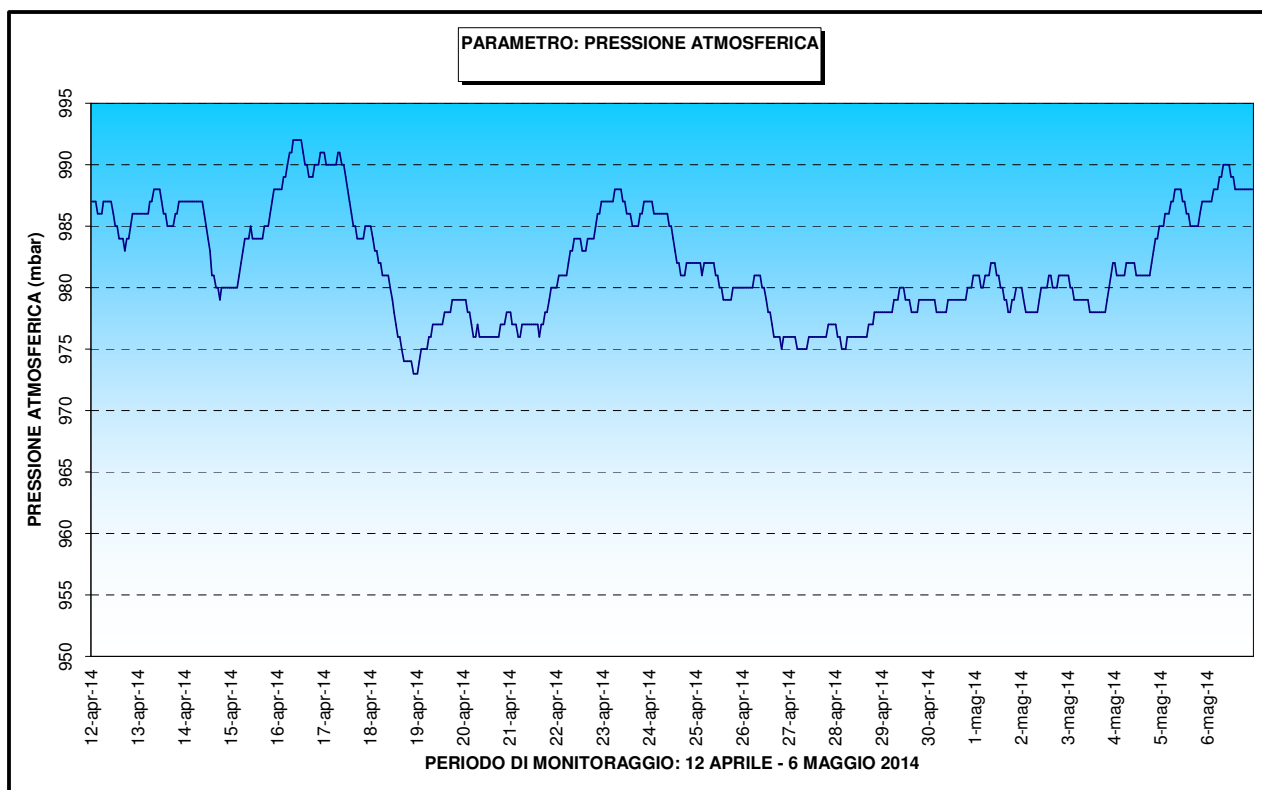
Durante la campagna il campo pressorio si è attestato tra 975 e 990 mbar (Figura 6), con picco minimo il 1° maggio con 970 mbar e picco massimo il 16 aprile con 992 mbar.

I dati pluviometrici (Figura 7) indicano dieci giornate di pioggia, di cui quattro caratterizzate da un livello di pioggia debole, due di pioggia moderata e quattro giornate contraddistinte da fenomeni di pioggia forte; in modo particolare si evidenziano i giorni 19 e 27 aprile nei quali si sono registrati rispettivamente 25.4 e 27.8 millimetri di pioggia.

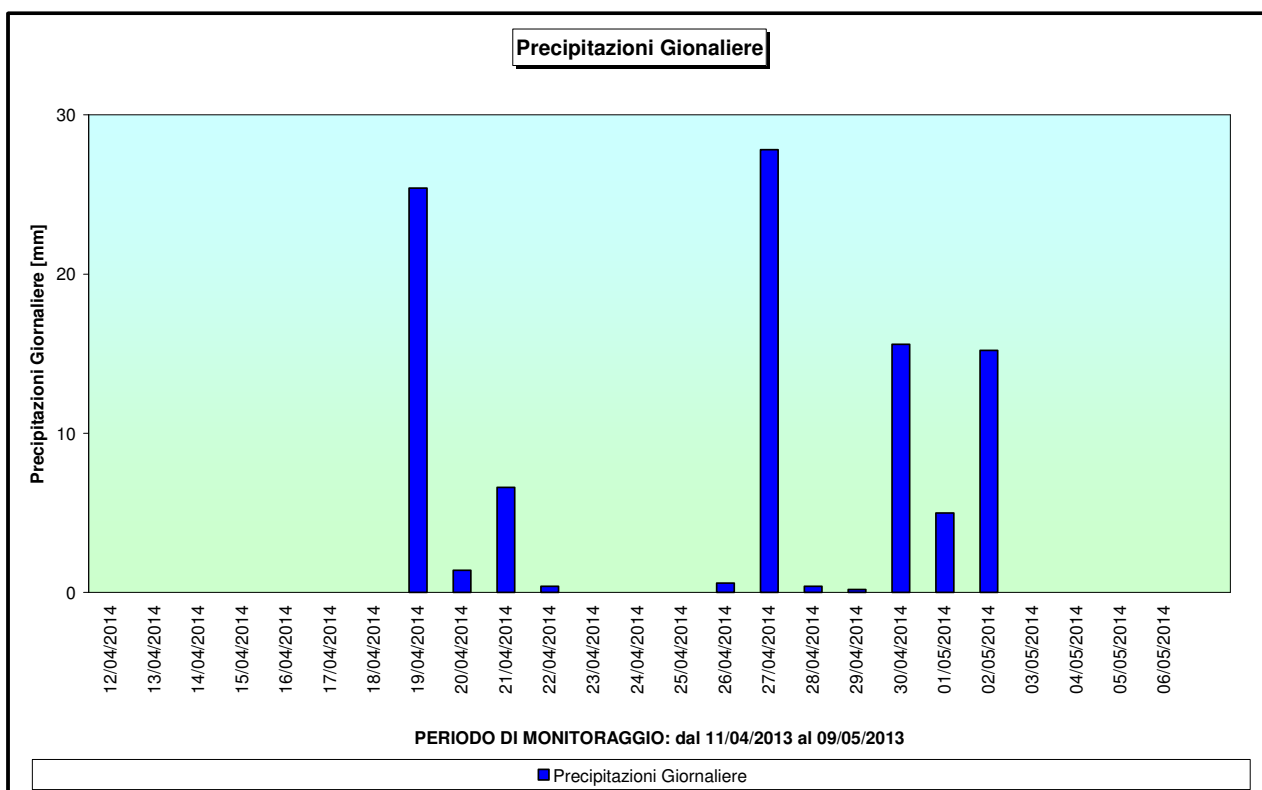
**Figura 5** – Andamento dell'umidità relativa nel corso della campagna di monitoraggio



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



**Figura 7** – Precipitazioni cumulate nel corso della campagna di monitoraggio



## **ELABORAZIONE DEI DATI RELATIVI AGLI INQUINANTI ATMOSFERICI**

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

|              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| $C_6H_6$     | BENZENE                       |
| $NO_2$       | BIOSSIDO DI AZOTO             |
| $SO_2$       | BIOSSIDO DI ZOLFO             |
| $NO$         | MONOSSIDO DI AZOTO            |
| $CO$         | MONOSSIDO DI CARBONIO         |
| $O_3$        | OZONO                         |
| $PM_{10}$    | PARTICOLATO SOSPESO $PM_{10}$ |
| $C_6H_5CH_3$ | TOLUENE                       |

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Attività Istituzionali di Produzione) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo: <http://extranet.regione.piemonte.it/ambiente/aria/servizi/ariaweb.htm>, a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, in un diagramma concentrazione-tempo, l'andamento registrato durante il periodo di monitoraggio. La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti. Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio e può essere inviata su richiesta specifica.

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è possibile calcolare il giorno medio: questo si ottiene determinando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. Ad esempio il valore dell'ora 2:00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 2:00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

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

Ai fini di una corretta interpretazione degli obiettivi della campagna si ricorda che le misure che sono state effettuate permettono di verificare se nell'area di indagine la concentrazione degli inquinanti oggetto di misura è significativamente diversa da quella di altre zone del territorio provinciale, ma non di quantificare il contributo di una determinata fonte rispetto alle altre sorgenti di inquinanti atmosferici presenti. Le strumentazioni di misura utilizzate nel monitoraggio della qualità dell'aria infatti rilevano per loro natura la concentrazione complessiva di un determinato inquinante, vale a dire la somma dei singoli contributi delle sorgenti inquinanti (traffico veicolare, impianti di riscaldamento civile, impianti industriali ecc.).

## **Biossido di zolfo**

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO<sub>2</sub> derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (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, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

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

Per cause di natura tecnica, durante la campagna di monitoraggio la percentuale di dati validi è stato soltanto del 55%. Nonostante questa bassa percentuale, i dati validati risultano rappresentativi del periodo indagato in considerazione della buona comparabilità con i dati di altre stazioni fisse di monitoraggio. È pertanto possibile esprimere a riguardo le seguenti considerazioni.

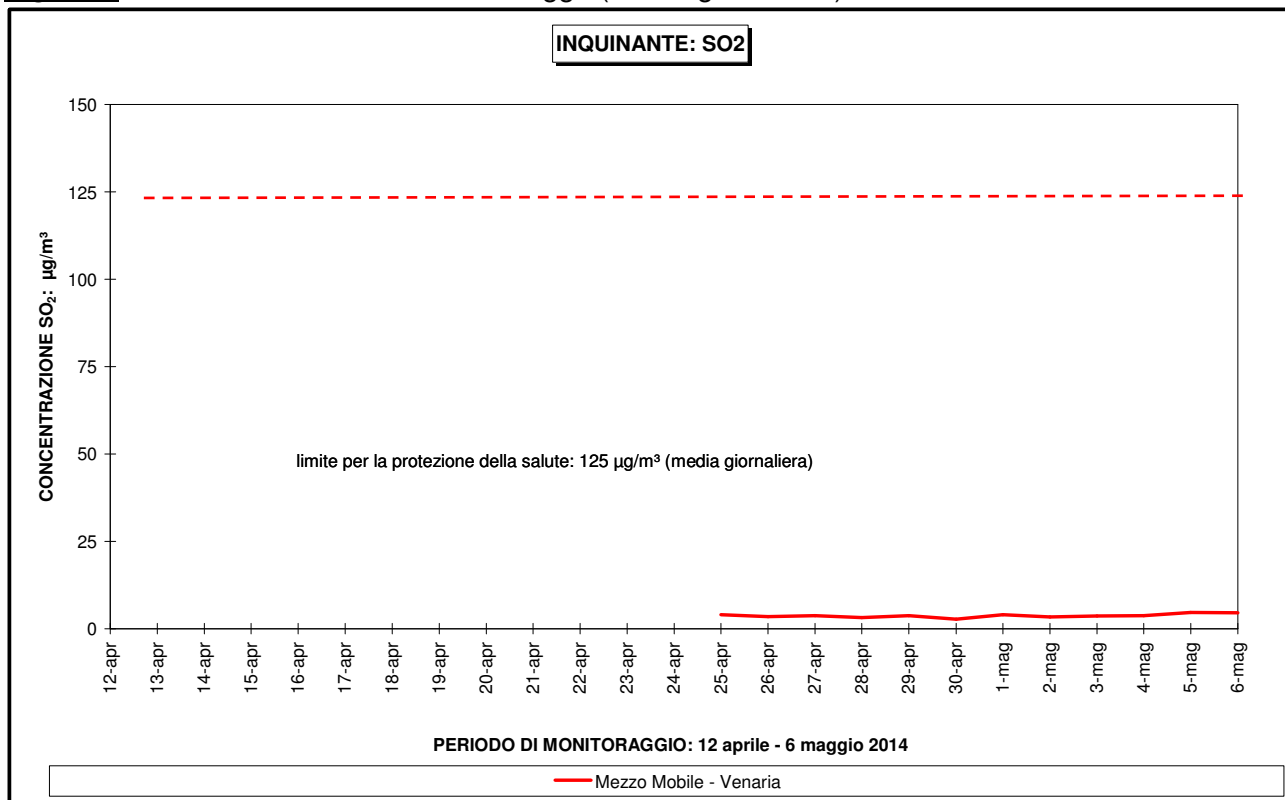
I dati inerenti la concentrazione di biossido di zolfo misurati nel Comune di Venaria mostrano come i livelli, sia giornalieri che orari, sono ampiamente al di sotto dei limiti (Tabella 9 – Figura 8 e Figura 9). Il massimo valore giornaliero, calcolato come media giornaliera sulle 24 ore, è pari a 5 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 circa 6 µg/m<sup>3</sup>, quindi è ampiamente rispettato anche il livello orario per la protezione della salute fissato pari a 350 µg/m<sup>3</sup> dal D.M. 60/2002 prima e riconfermato con il D.Lgs. 155/2010. In Figura 9 si evidenzia come i valori misurati a Venaria siano, in generale, confrontabili con quelli rilevati nella stazione fissa torinese di Consolata (definita come stazione urbana di traffico). E' utile ricordare che, in generale, questo parametro non mostra alcuna criticità poiché le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili e l'utilizzo del metano per gli impianti di riscaldamento hanno dato i risultati attesi, e le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono sempre ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

**Tabella 9** – Dati relativi al monossido di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

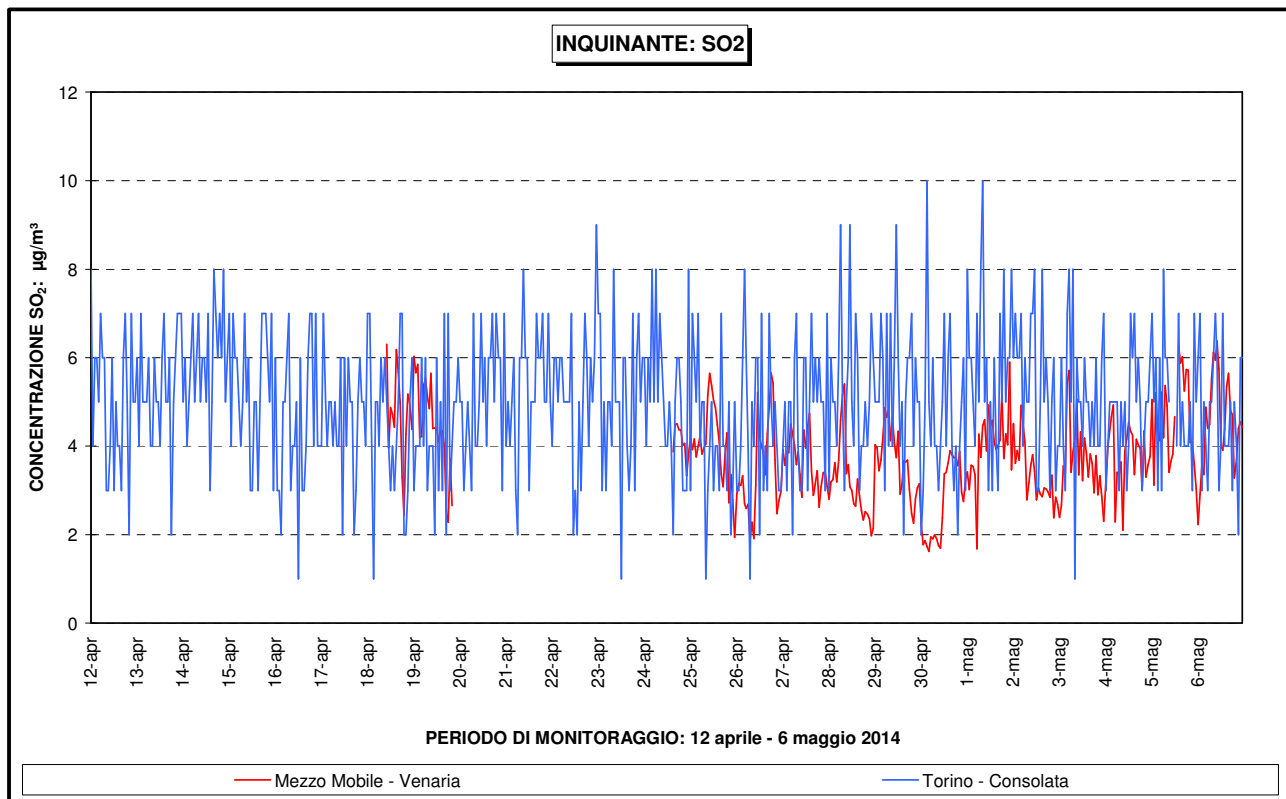
|                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Minima media giornaliera                                                                       | 3        |
| Massima media giornaliera                                                                      | 5        |
| Media delle medie giornaliere:                                                                 | 4        |
| Giorni validi                                                                                  | 13       |
| Percentuale giorni validi                                                                      | 52%      |
| Media dei valori orari                                                                         | 4        |
| Massima media oraria                                                                           | 6        |
| Ore valide                                                                                     | 332      |
| Percentuale ore valide                                                                         | 55%      |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>                      | <b>0</b> |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u> | <b>0</b> |
| <u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>                 | <b>0</b> |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>                                             | <b>0</b> |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>                        | <b>0</b> |



**Figura 8** - SO<sub>2</sub> confronto con il limite di legge (media giornaliera)



**Figura 9** - SO<sub>2</sub> andamento della concentrazione oraria e confronto con la stazione fissa di Consolata



## Monossido di Carbonio

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

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

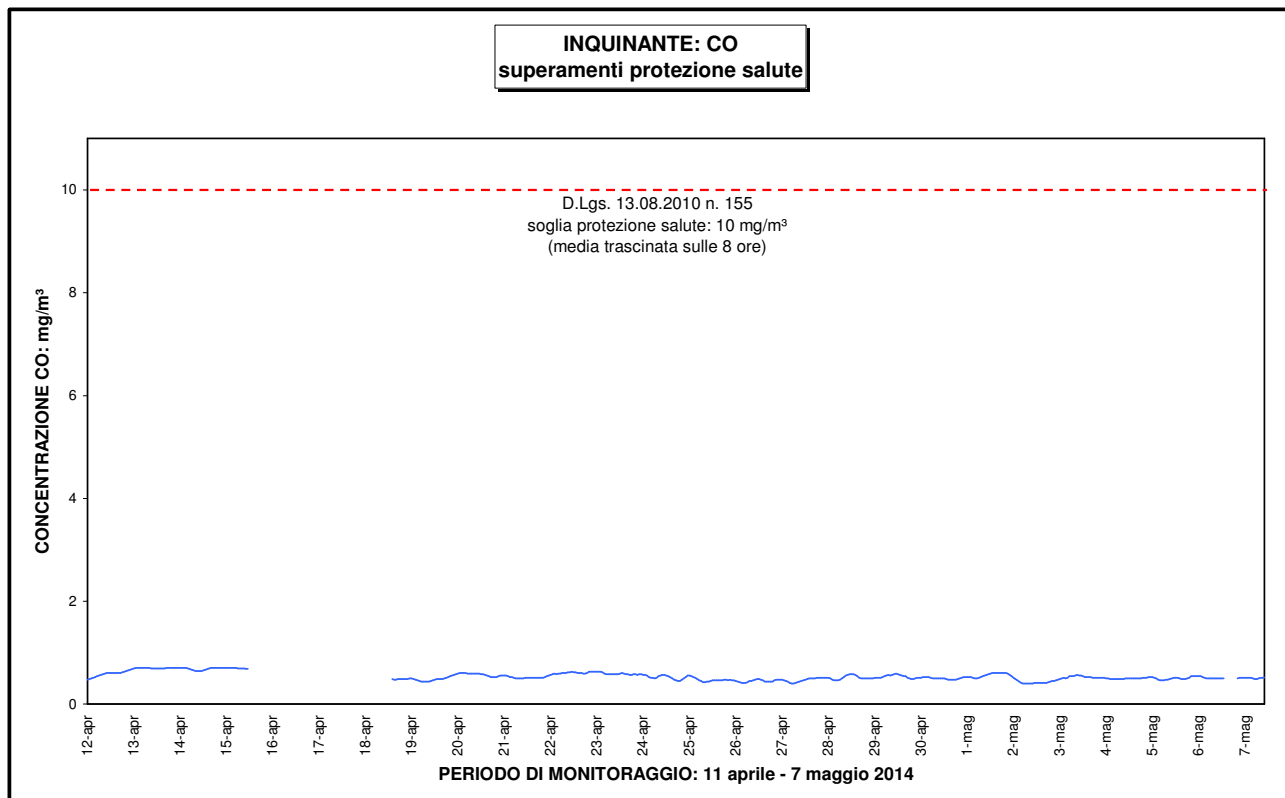
Nell'ultimo ventennio, con l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel, si è osservata una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli ed i valori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

**Tabella 10** – Dati relativi al monossido di Carbonio ( $\text{CO}$ ) ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), della campagna di monitoraggio

|                                                                                                                         |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Minima media giornaliera                                                                                                | 0.4      |
| Massima media giornaliera                                                                                               | 0.7      |
| Media delle medie giornaliere (b):                                                                                      | 0.5      |
| Giorni validi                                                                                                           | 21       |
| Percentuale giorni validi                                                                                               | 84%      |
| Media dei valori orari                                                                                                  | 0.5      |
| Massima media oraria                                                                                                    | 0.7      |
| Ore valide                                                                                                              | 526      |
| Percentuale ore valide                                                                                                  | 88%      |
| Minimo medie 8 ore                                                                                                      | 0.4      |
| Media delle medie 8 ore                                                                                                 | 0.5      |
| Massimo medie 8 ore                                                                                                     | 0.7      |
| Percentuale medie 8 ore valide                                                                                          | 87%      |
| <u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (10)</u>                                        | <b>0</b> |
| <u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 10)</u> | <b>0</b> |

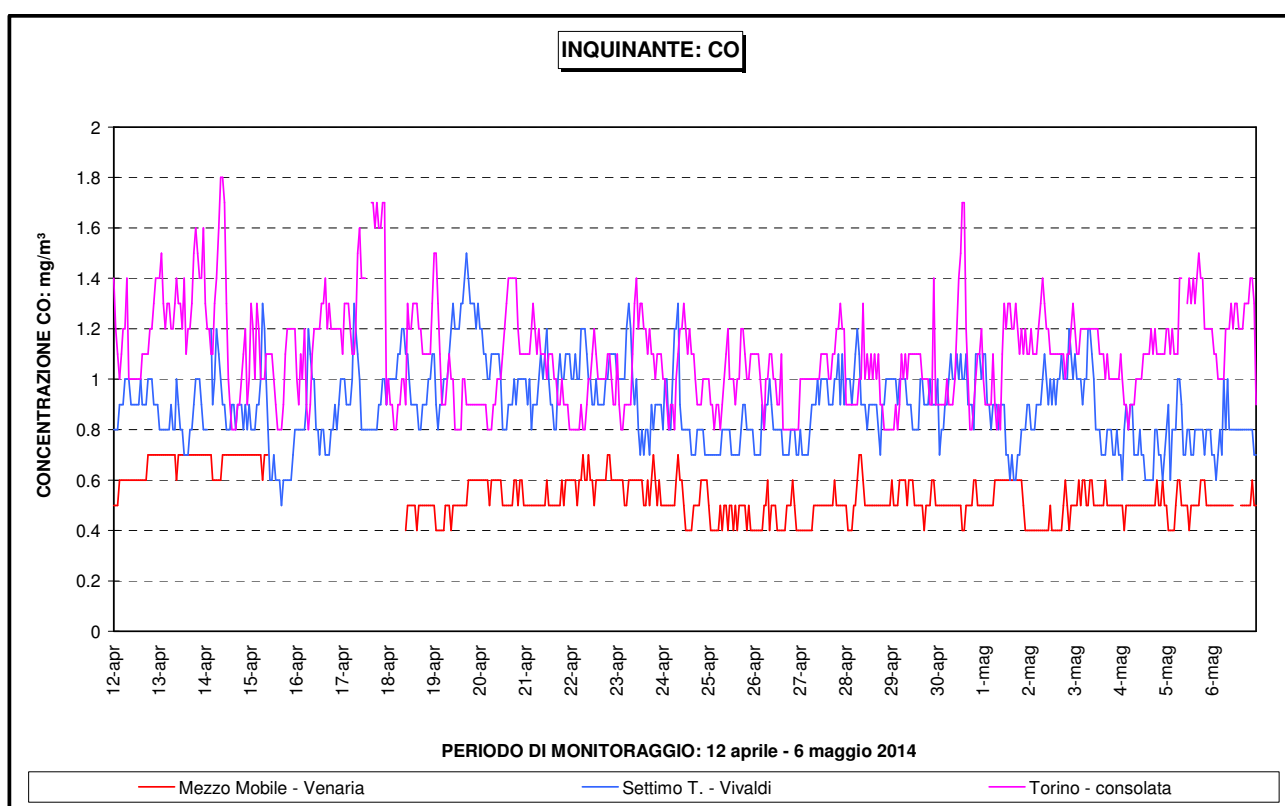
I dati misurati durante la campagna nel Comune di Venaria confermano quanto osservato su scala regionale in merito al rispetto dei limiti normativi. Infatti il DLgs 155 del 13/08/2010 prevede un limite di  $10 \text{ mg/m}^3$ , calcolato come media su otto ore consecutive, il quale è ampiamente rispettato visto che il valore massimo su otto ore registrato è pari a  $0,7 \text{ mg/m}^3$  (Tabella 10); tale limite non è raggiunto neppure su base oraria, il massimo valore orario è pari a  $0,7 \text{ mg/m}^3$ , (Figura 10). Va sottolineato che, in generale, il monossido di carbonio presenta i valori massimi nella stagione invernale quindi ci aspettiamo valori ancor più bassi nei periodi estivi.

**Figura 10** - CO confronto con il limite di legge (media trascinata sulle 8ore).



Nel grafico successivo (Figura 11) viene riportato il confronto con le stazioni fisse urbane di Settimo Torinese e Torino-Consolata, entrambe classificate come stazioni di traffico urbano. Nel periodo indagato nessuna stazione ha raggiunto su base oraria il valore di  $10 \text{ mg/m}^3$ , inoltre i valori rilevati a Venaria sono al di sotto dei valori della stazione di Torino-Consolata.

**Figura 11** - CO andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con le stazione fisse Settimo T. e Torino Consolata



## Ossidi di Azoto

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

Per il **monossido di azoto** la normativa non prevede valori limite ma questo inquinante viene comunque misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono; per tale inquinante la normativa non prevede dei limiti di concentrazione nell'aria per la protezione della salute umana.

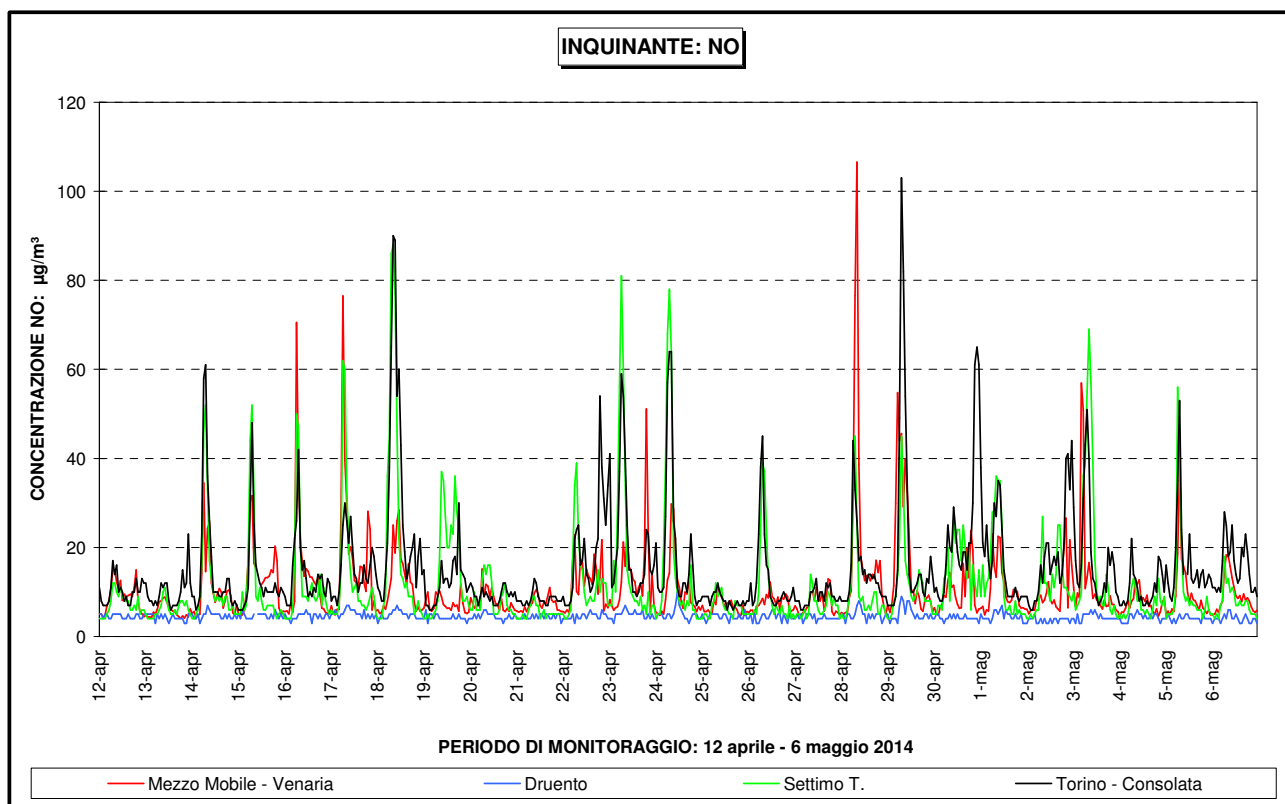
I livelli di NO nel corso della campagna di monitoraggio nel comune di Venaria (Tabella 11) sono risultati generalmente inferiori a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tranne che in tre giornate 23 e 29 aprile e 3 maggio in cui sono stati superati i  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; nei giorni 16 e 17 aprile sono stati superati come media oraria i  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre il giorno che ha registrato il dato più alto di media oraria è stato il 28 aprile con  $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La media dei valori orari risulta pari a  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La Figura 12 evidenzia come sia l'andamento, sia i livelli di fondo di monossido di azoto presso il sito di monitoraggio nel comune di Venaria, sono in generale confrontabili con quelli delle stazioni di monitoraggio fissa ubicate a Torino-Consolata e Settimo T.se, classificate di traffico urbano. L'andamento orario presenta una notevole escursione tra i valori massimi e minimi orari. I massimi orari sono dello stesso ordine di grandezza dei massimi di TO-Consolata, mentre i valori minimi si sovrappongono ai livelli della stazione di Druento (ubicata all'interno del Parco regionale della Mandria), classificata di fondo rurale. La situazione che presenta maggiore analogia di valori massimi e minimi risulta quella della stazione di Settimo T.se.

**Tabella 11** – Dati relativi al monossido di azoto (NO) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                                |      |
|--------------------------------|------|
| Minima media giornaliera       | 6    |
| Massima media giornaliera      | 20   |
| Media delle medie giornaliere: | 11   |
| Giorni validi                  | 25   |
| Percentuale giorni validi      | 100% |
| Media dei valori orari         | 11   |
| Massima media oraria           | 106  |
| Ore valide                     | 598  |
| Percentuale ore valide         | 100% |

**Figura 12** – NO: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



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

La formazione di  $\text{NO}_2$  è piuttosto complessa, in quanto si tratta di un inquinante di origine mista, vale a dire in parte originato direttamente dai fenomeni di combustione e indirettamente dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto ( $\text{NO}$ ) all'interno di un insieme complesso di reazioni fotochimiche.

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. A titolo di esempio da una stima dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, (*“Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000”*, APAT 2003), risulta che nell'anno 2000 il fattore di emissione medio di  $\text{NO}_x$  (vale a dire la somma di monossido e biossido di azoto) su percorso urbano stimato per le autovetture ammontava a 1,070 g/veic\*km, per i veicoli commerciali leggeri è 2,338 g/veic\*km, mentre per i veicoli commerciali pesanti (>3,5 t) e i bus il fattore di emissione è pari a 12,014 g/veic\*km.

Per quello che riguarda  $\text{NO}_2$  (Tabella 12), durante la campagna di monitoraggio nel sito di Venaria non si sono registrati superamenti del limite orario di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  né tantomeno del livello di allarme di 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , essendo la massima media oraria misurata nel sito di monitoraggio di 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le Figure 13 e 14 permettono di confrontare i dati della campagna condotta con il mezzo mobile con quelli provenienti da alcune stazioni della rete fissa di monitoraggio: dal confronto è evidente che le medie orarie di Venaria presentano concentrazioni relativamente elevate. In particolare il confronto del giorno medio mostra che i valori di Venaria nelle ore iniziali della giornata sono simili a quelli di Settimo T.se (stazione di traffico), superiori a Druento- La Mandria (stazione di fondo rurale) e inferiori a Torino Consolata, sito da intenso traffico veicolare; dalle ore 6 sino alle 9 le concentrazioni di  $\text{NO}_2$  aumentano; dalle ore 10 i valori di Venaria superano quelli di Settimo avvicinandosi a quelli di Torino Consolata. Alle 20 l'ora media del periodo raggiunge la concentrazione più alta con un picco molto evidente di 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , che supera in quell'ora anche Consolata. Dalle 21 i valori si abbassano sensibilmente riportandosi alle medie della stazione di Settimo.

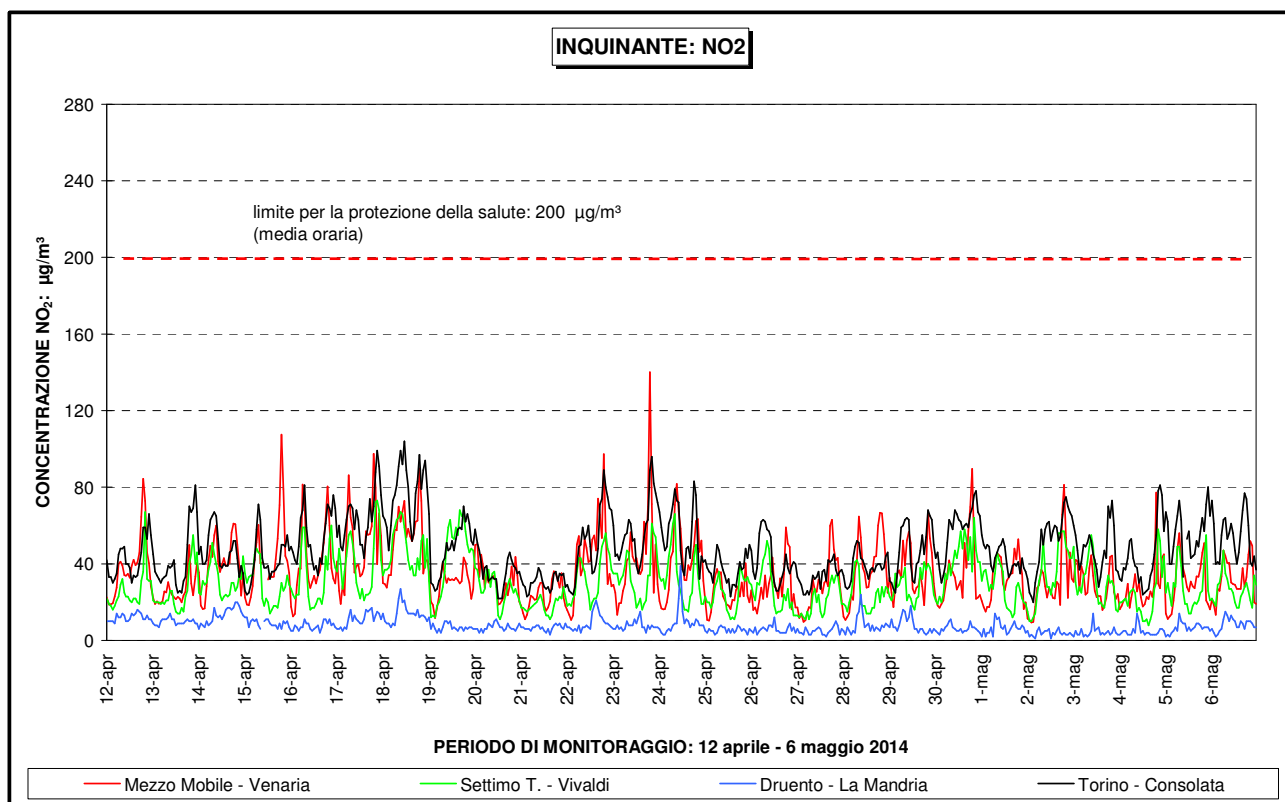
La presumibile correlazione di questi andamenti con i flussi veicolari potrà essere verificata nella seconda campagna valutando con l'Amministrazione comunale la possibilità di installare nei pressi del sito di monitoraggio il contatraffico in dotazione al Dipartimento scrivente.

**Tabella 12** – Dati relativi al biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

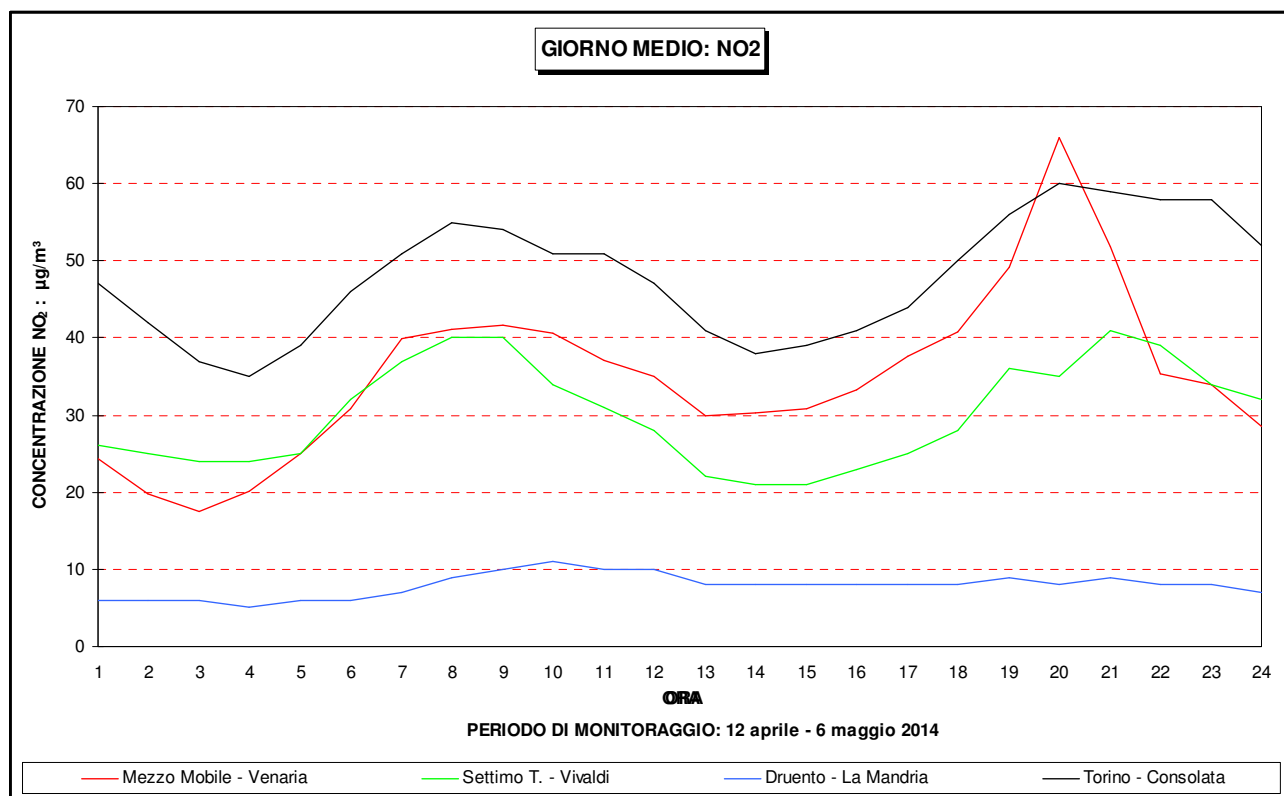
|                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Minima media giornaliera                                                                       | 23       |
| Massima media giornaliera                                                                      | 53       |
| Media delle medie giornaliere (b):                                                             | 35       |
| Giorni validi                                                                                  | 25       |
| Percentuale giorni validi                                                                      | 100%     |
| Media dei valori orari                                                                         | 35       |
| Massima media oraria                                                                           | 140      |
| Ore valide                                                                                     | 598      |
| Percentuale ore valide                                                                         | 100%     |
| <u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>                      | <b>0</b> |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u> | <b>0</b> |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>                                             | <b>0</b> |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>                        | <b>0</b> |



**Figura 13** – NO<sub>2</sub> : confronto con i limiti di legge e con i dati di altre stazioni di monitoraggio



**Figura 14** – NO<sub>2</sub> : andamento giorno medio - confronto con i dati di altre stazioni di monitoraggio



## Benzene e Toluene

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

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

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

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

Il benzene è una sostanza classificata:

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

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

La normativa vigente (DLgs 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 la campagna di monitoraggio nel Comune di Venaria è stata determinata una concentrazione media pari a  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabella 13) ed in generale i valori sono ricompresi tra  $0,5$  e  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . E' importante sottolineare che il periodo più critico per tale inquinante è l'inverno, mentre si registrano valori decisamente più bassi nel periodo primaverile-estivo, e che il limite imposto dalla normativa è calcolato su base annuale. Per confronto il valore medio rilevato presso la stazione di Torino Consolata, calcolato nel medesimo periodo della campagna a Venaria, è pari a  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre la media annuale della medesima stazione, per l'anno 2013, è pari a  $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , al di sotto del limite normativo. Valutazioni sulla concentrazione media annuale – e quindi il confronto con il valore limite di legge – saranno effettuate al termine della seconda campagna.

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

Per il toluene la massima media giornaliera è risultata essere di  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e la massima media oraria di  $19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabella 14), entrambe ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

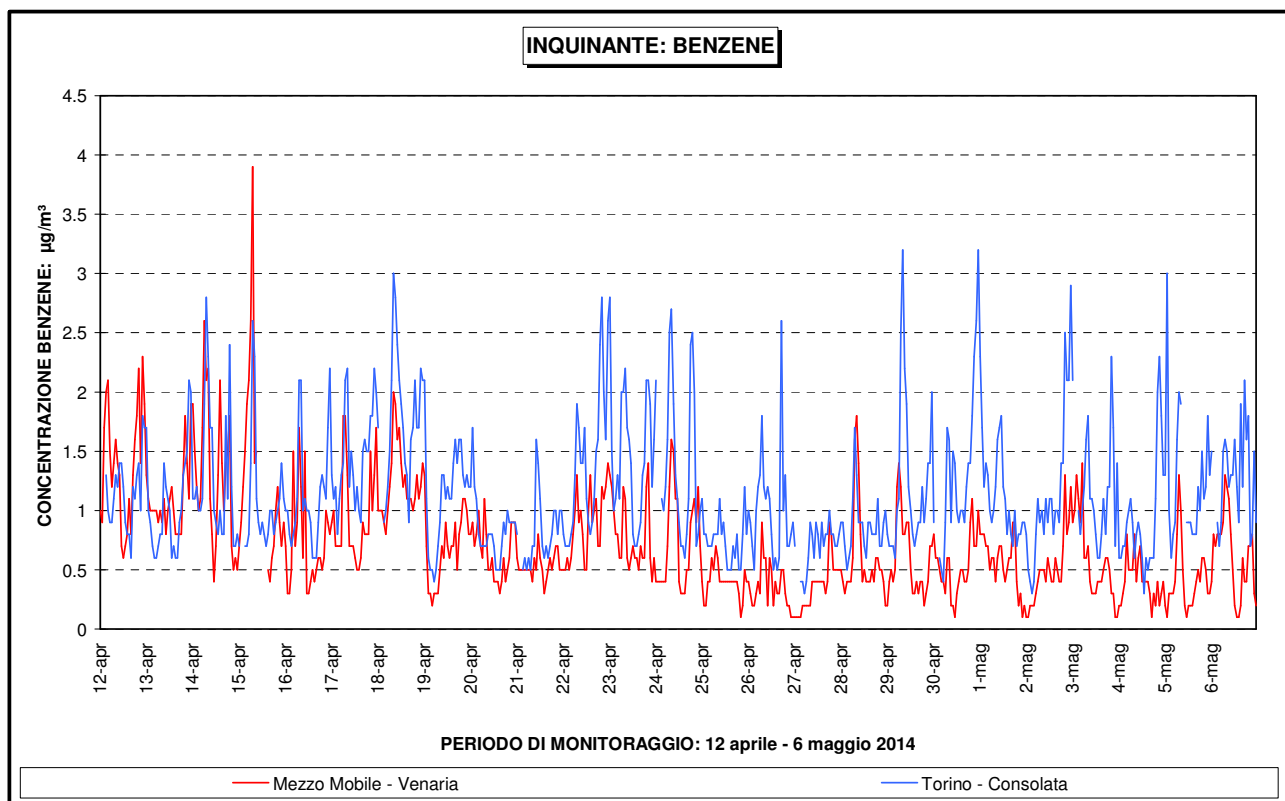
**Tabella 13** – Dati relativi al benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Minima media giornaliera      | 0.4 |
| Massima media giornaliera     | 1.4 |
| Media delle medie giornaliere | 0.7 |
| Giorni validi                 | 24  |
| Percentuale giorni validi     | 96% |
| Media dei valori orari        | 0.7 |
| Massima media oraria          | 3.9 |
| Ore valide                    | 571 |
| Percentuale ore valide        | 95% |

**Tabella 14** – Dati relativi al toluene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| Minima media giornaliera      | 0.9  |
| Massima media giornaliera     | 6.0  |
| Media delle medie giornaliere | 2.1  |
| Giorni validi                 | 25   |
| Percentuale giorni validi     | 100% |
| Media dei valori orari        | 2.1  |
| Massima media oraria          | 20   |
| Ore valide                    | 595  |
| Percentuale ore valide        | 99%  |

**Figura 15** – Benzene: andamento della concentrazione oraria nel corso della campagna di monitoraggio e confronto con la stazioni di Torino Consolata



## Particolato Sospeso (PM<sub>10</sub>) e (PM<sub>2.5</sub>)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali, ecc... Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel. Il particolato è costituito anche da una componente secondaria, che si forma in atmosfera a seguito di complessi fenomeni chimico-fisici a carico di precursori originariamente emessi in forma gassosa.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazione 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 esclusivamente per il particolato PM<sub>10</sub>, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm, più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi ed inoltre gli inquinanti adsorbiti sulla polvere possono venire a contatto con gli alveoli polmonari.

Inoltre il DLgs 155/2010 introduce un limite anche per il PM<sub>2.5</sub> (diametro aerodinamico inferiore ai 2,5 µm) calcolati come media annuale pari a 25 µg/m<sup>3</sup> da raggiungere entro il 1 gennaio 2015.

Nella campagna di monitoraggio la media dei valori di concentrazione di particolato PM<sub>10</sub> è stata pari a 17 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 15), con un valore massimo giornaliero di 43 µg/m<sup>3</sup>. Il limite giornaliero del PM<sub>10</sub> pari a 50 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 35 volte per anno civile) non è mai stato superato.

In (Tabella 16) sono riportati i dati relativi al PM<sub>2.5</sub>: la media delle concentrazioni giornaliere è stata, durante il periodo monitorato, di 11 µg/m<sup>3</sup>, con una concentrazione massima di 26 µg/m<sup>3</sup> raggiunta il giorno 26 aprile.

Osservando la Figura 16, dove vengono riportati gli andamenti dei due inquinanti, si nota che gli andamenti di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, risultano in generale bene accoppiati.

In Figura 18 si nota come gli andamenti del PM<sub>2.5</sub> di Venaria e delle stazioni di Settimo e Chieri siano anch'essi confrontabili. Tale situazione indica che, in generale, buona parte della frazione che costituisce il particolato atmosferico è di origine secondaria, e, in quanto tale, può aver avuto origine anche da emissioni di precursori in zone lontane rispetto al punto di campionamento. Ciò fa sì che punti di misura anche relativamente lontani presentino valori confrontabili.

Nella Figura 16 viene inoltre data evidenza dei fenomeni piovosi occorsi nel periodo, mostrando chiaramente l'influenza della pioggia rispetto all'abbattimento delle concentrazioni di particolato sospeso. Questo fenomeno è particolarmente visibile nella giornata del 19 aprile durante la quale sono caduti 25,4 mm di pioggia e la concentrazione di PM<sub>10</sub> è scesa dai 43 µg/m<sup>3</sup> del giorno precedente a 26; ancora più evidente è stato l'abbattimento del PM<sub>2.5</sub> la cui concentrazione è passata da 26 a 9 µg/m<sup>3</sup>, diluendosi di quasi tre volte. Il giorno successivo il PM<sub>10</sub> si è ulteriormente dimezzato, mentre la diminuzione del particolato più fine è stata meno marcata.

Il 22 aprile si è assistito ad un leggero aumento delle concentrazioni, passate rispettivamente a 17 e 12 µg/m<sup>3</sup>. Nel periodo successivo fino al 26 aprile le concentrazioni di PM<sub>10</sub> si sono attestate su valori compresi tra 10 e 12 µg/m<sup>3</sup>; si evidenzia come in questi giorni si sia registrato un aumento della pressione atmosferica, causa di stabilità atmosferica, e quindi ingenerale condizioni sfavorevoli alla dispersione e diluizione degli inquinanti atmosferici. Malgrado ciò le concentrazioni rilevate sono relativamente basse in quanto nel periodo primaverile, caratterizzato da un irraggiamento solare

molto più intenso che nei mesi freddi, le condizioni di stabilità non sono tali da comportare un intenso accumulo di inquinanti in prossimità del suolo.

Altri eventi di pioggia forte si sono verificati il 27 aprile con 27,8 mm, il 30 aprile con 15,6 ed il 2 maggio con 15,2 mm. In queste giornate le concentrazioni di particolato sono scese a  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore nell'intorno del limite di rilevabilità del metodo utilizzato per la determinazione. Si precisa inoltre che la diminuzione delle concentrazioni risultano in questi casi meno evidenti rispetto a quelle verificatesi nei giorni 19 e 20 aprile, in quanto i valori iniziali erano decisamente più bassi.

In Figura 17 vengono confrontati i valori di  $\text{PM}_{10}$  registrati a Venaria con quelli misurati nelle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Torino Consolata, Settimo T.se e Druento: in generale si osserva un andamento confrontabile con quello delle altre stazioni.

Per quanto riguarda i valori limite annuali di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$ , valutazioni sulla concentrazione media annuale – e quindi il confronto con tale valore limite – saranno effettuati al termine della seconda campagna.

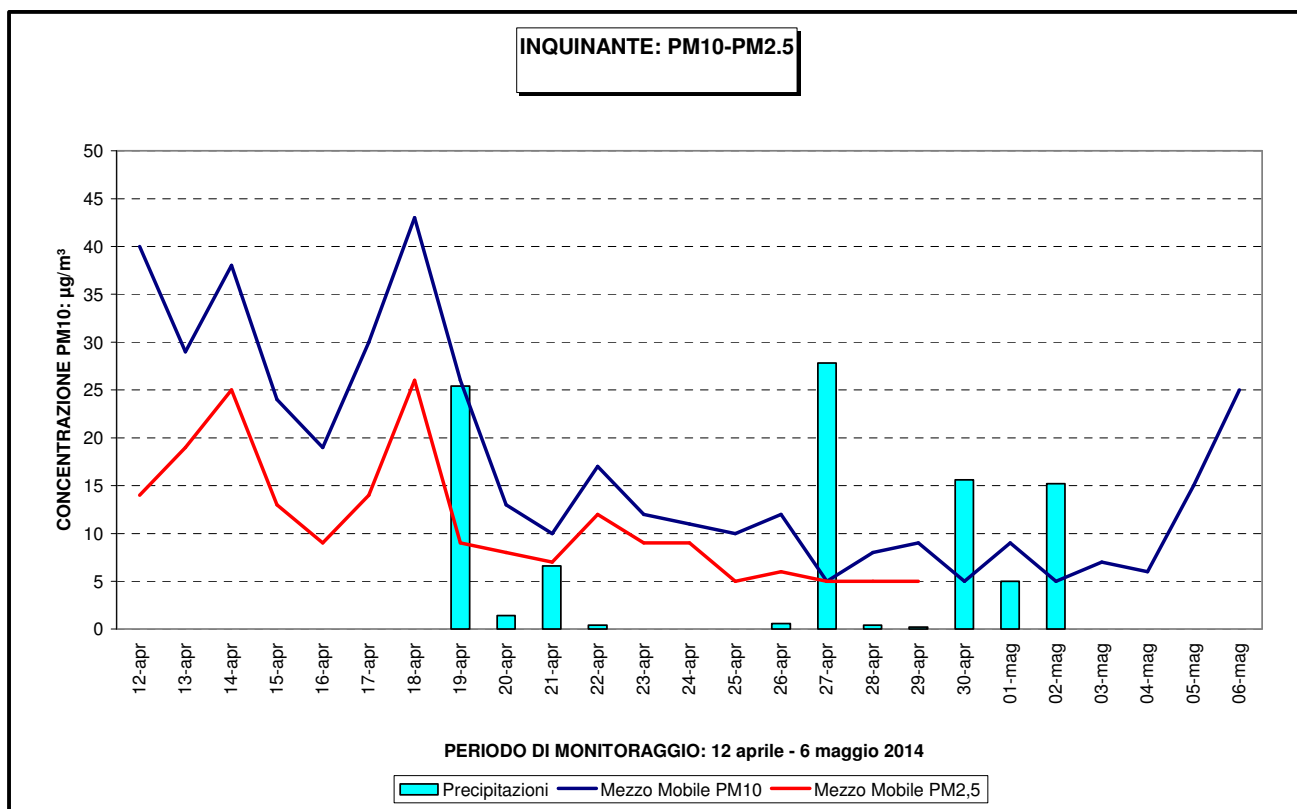
**Tabella 15** – Dati relativi al particolato sospeso  $\text{PM}_{10}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                                                                               |          |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Minima media giornaliera                                                      | 5        |
| Massima media giornaliera                                                     | 43       |
| Media delle medie giornaliere                                                 | 17       |
| Giorni validi                                                                 | 25       |
| Percentuale giorni validi                                                     | 100%     |
| <u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u> | <b>0</b> |

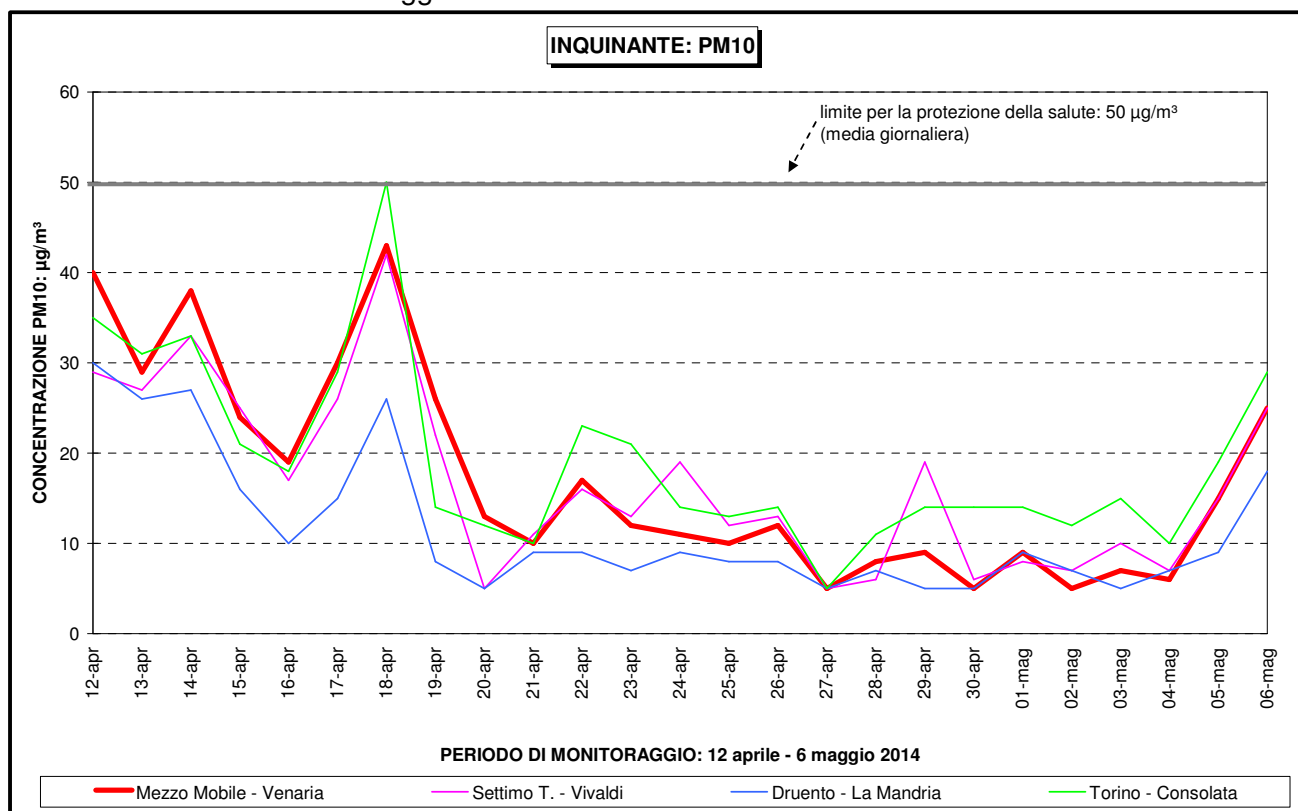
**Tabella 16** – Dati relativi al particolato sospeso  $\text{PM}_{2.5}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Minima media giornaliera      | 5   |
| Massima media giornaliera     | 26  |
| Media delle medie giornaliere | 11  |
| Giorni validi                 | 18  |
| Percentuale giorni validi     | 72% |

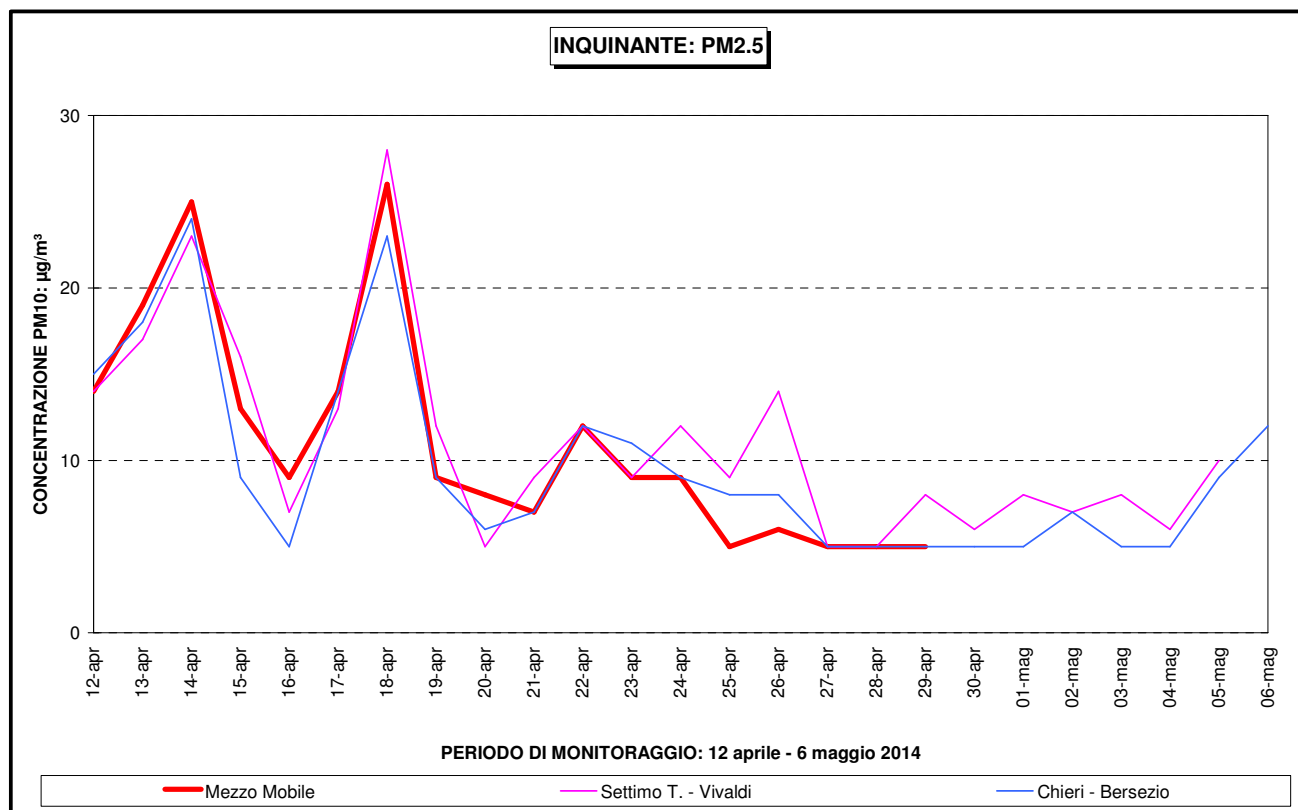
**Figura 16** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>; somma giornaliera delle precipitazioni



**Figura 17** – Particolato sospeso PM<sub>10</sub>: confronto con il limite giornaliero per la protezione della salute e con altre stazioni di monitoraggio



**Figura 18** – Particolato sospeso PM<sub>2.5</sub>: confronto con altre stazioni di monitoraggio



**Tabella 17** – Media giornaliera del particolato sospeso PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

| DATA                                                                                             | Venaria – Laboratorio<br>Mobile<br>PM10 | Venaria – Laboratorio<br>Mobile<br>PM2.5 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 12-apr                                                                                           | 40                                      | 14                                       |
| 13-apr                                                                                           | 29                                      | 19                                       |
| 14-apr                                                                                           | 38                                      | 25                                       |
| 15-apr                                                                                           | 24                                      | 13                                       |
| 16-apr                                                                                           | 19                                      | 9                                        |
| 17-apr                                                                                           | 30                                      | 14                                       |
| 18-apr                                                                                           | 43                                      | 26                                       |
| 19-apr                                                                                           | 26                                      | 9                                        |
| 20-apr                                                                                           | 13                                      | 8                                        |
| 21-apr                                                                                           | 10                                      | 7                                        |
| 22-apr                                                                                           | 17                                      | 12                                       |
| 23-apr                                                                                           | 12                                      | 9                                        |
| 24-apr                                                                                           | 11                                      | 9                                        |
| 25-apr                                                                                           | 10                                      | 5                                        |
| 26-apr                                                                                           | 12                                      | 6                                        |
| 27-apr                                                                                           | 5                                       | 5                                        |
| 28-apr                                                                                           | 8                                       | 5                                        |
| 29-apr                                                                                           | 9                                       | 5                                        |
| 30-apr                                                                                           | 5                                       |                                          |
| 01-mag                                                                                           | 9                                       |                                          |
| 02-mag                                                                                           | 5                                       |                                          |
| 03-mag                                                                                           | 7                                       |                                          |
| 04-mag                                                                                           | 6                                       |                                          |
| 05-mag                                                                                           | 15                                      |                                          |
| 06-mag                                                                                           | 25                                      |                                          |
|                                                                                                  |                                         |                                          |
| <b>media</b>                                                                                     | <b>17</b>                               | <b>11</b>                                |
| massimo                                                                                          | 43                                      | 26                                       |
| minimo                                                                                           | 5                                       | 5                                        |
| n° di superamenti livello<br>giornaliero protezione della<br>salute PM10 (50 µg/m <sup>3</sup> ) | 0                                       | -                                        |

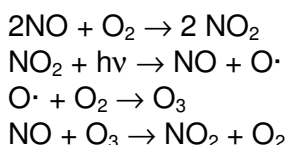


## Ozono

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, che si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e i composti organici volatili (VOC).

I valori più alti di tale inquinante 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).

Durante la campagna i livelli sono generalmente risultati inferiori a 140 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 18). Si osservano diversi dati orari che superano la soglia dei 120 µg/m<sup>3</sup> contribuendo al superamento del limite per la protezione della salute. Riassumendo si sono registrati 3 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute (120 µg/m<sup>3</sup> calcolata come massima media trascinata sulle 8 ore), e nessun superamento del livello d'informazione (pari a 180 µg/m<sup>3</sup> come media oraria); inoltre non è mai stato superato il livello di allarme (pari a 240 µg/m<sup>3</sup> per almeno tre ore consecutive). La media dell'intero periodo è pari a 69,5 µg/m<sup>3</sup>, con un valore massimo di media oraria di 139 raggiunto il 5 maggio.

Va in ogni caso sottolineato che il sito in questione non è ottimale per la misura dell'ozono, in quanto la vicinanza agli assi stradali porta in generale a una sottostima di questo inquinante. La reazione con il monossido di azoto (prodotto in quantità relativamente elevate dagli autoveicoli, in particolare sui tratti stradali in cui le velocità sono medio alte) è infatti uno dei principali meccanismi che portano alla distruzione dell'ozono.<sup>1</sup>

In Figura 19 viene riportato l'andamento orario della concentrazione di ozono confrontato con le stazioni fisse di Druento e Borgaro, che risulta, in generale, confrontabile con entrambe le stazioni.

Il superamento del limite per la protezione della salute (120 µg/m<sup>3</sup> calcolata come massima media giornaliera trascinata sulle 8 ore), è strettamente legato alle condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato la campagna di misura (Figura 20). Se da un lato le alte temperature e la radiazione solare hanno contribuito alla formazione dell'inquinante, dall'altro va osservato che la presenza di giornate caratterizzate da eventi pluviometrici significativi, ha inciso fortemente sulla riduzione dei livelli di ozono in atmosfera (che in assenza di questi fattori avrebbero potuto essere più elevati e determinare così un numero maggiore di superamenti del limite).

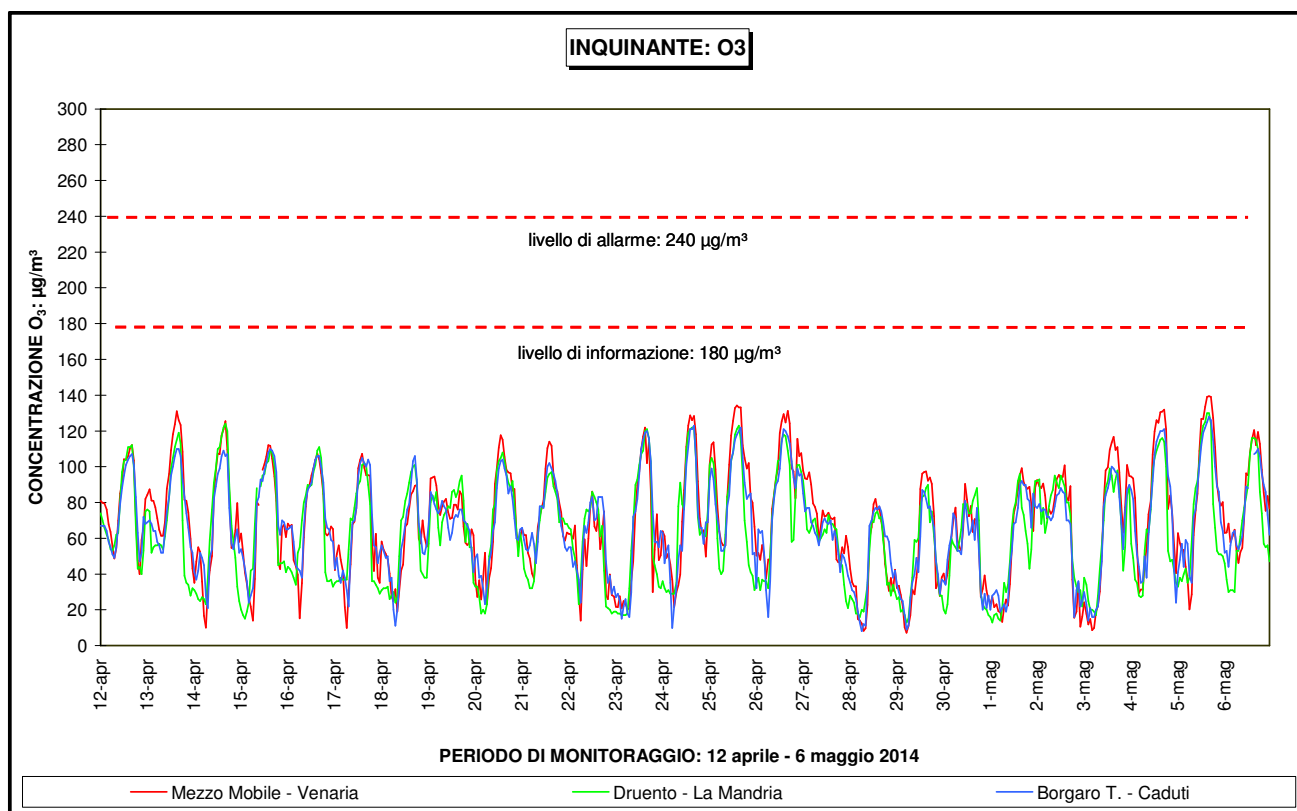
---

<sup>1</sup> A tale proposito la normativa specifica che le stazioni fisse di monitoraggio dell'ozono devono essere posizionate a più di 10 metri dalla strada più vicina e tanto più lontano quanto maggiore è l'intensità del traffico

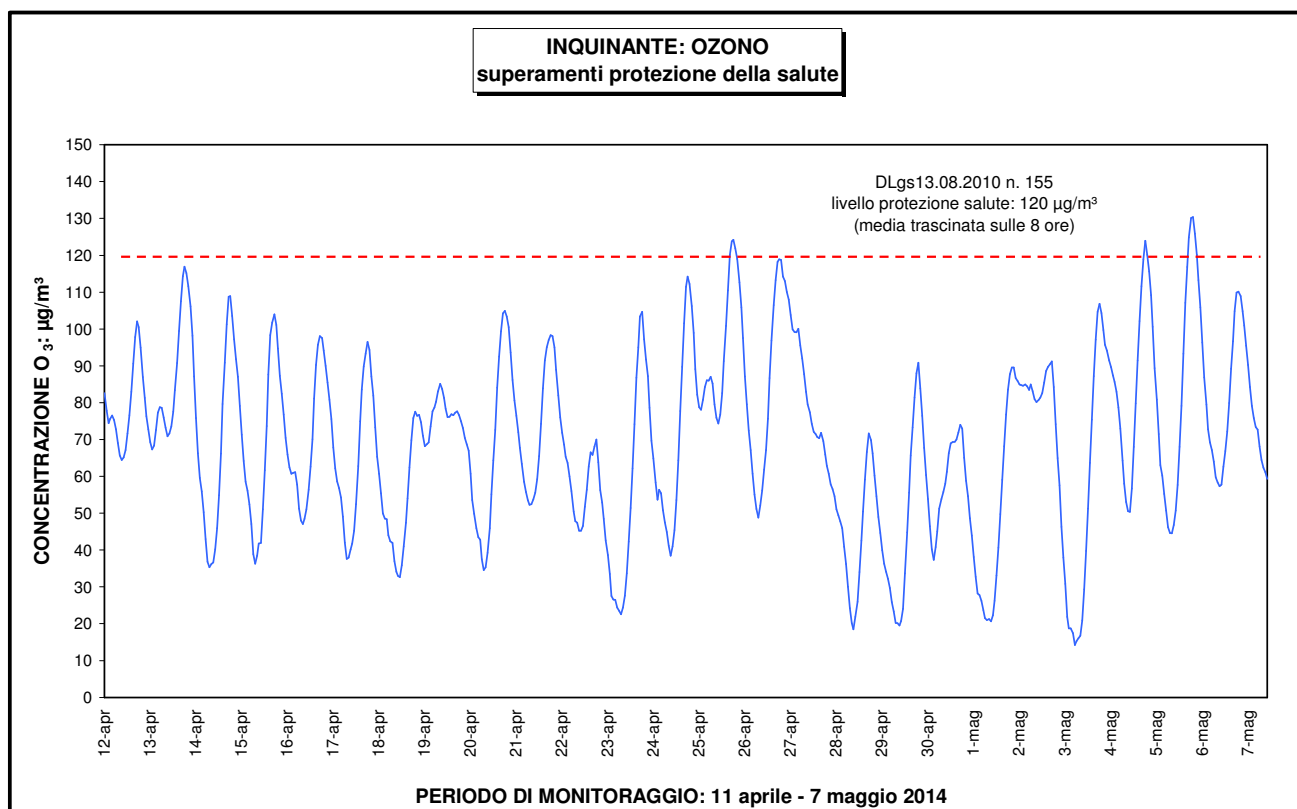
**Tabella 18** – Dati relativi all'ozono (O<sub>3</sub>) (µg/m<sup>3</sup>)

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Minima media giornaliera                                                                                                 | 43        |
| Massima media giornaliera                                                                                                | 98        |
| Media delle medie giornaliere (b):                                                                                       | 70        |
| Giorni validi                                                                                                            | 25        |
| Percentuale giorni validi                                                                                                | 100%      |
| Media dei valori orari                                                                                                   | 70        |
| Massima media oraria                                                                                                     | 139       |
| Ore valide                                                                                                               | 599       |
| Percentuale ore valide                                                                                                   | 100%      |
| Minimo medie 8 ore                                                                                                       | 14        |
| Media delle medie 8 ore                                                                                                  | 69        |
| Massimo medie 8 ore                                                                                                      | 130       |
| Percentuale medie 8 ore valide                                                                                           | 100%      |
| <u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore (120)</u>                                        | <b>11</b> |
| <u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h &gt; 120)</u> | <b>3</b>  |
| <u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>                                                                  | <b>0</b>  |
| <u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>                                             | <b>0</b>  |
| <u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>                                                         | <b>0</b>  |
| <u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>                                          | <b>0</b>  |
| <u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>                                          | <b>0</b>  |

**Figura 19** – O<sub>3</sub>: andamento della concentrazione oraria e confronto con i limiti di legge



**Figura 20** – O<sub>3</sub>: confronto con i limiti di legge (media trascinata sulle 8 ore)



## **CONCLUSIONI**

Lo stato della qualità dell'aria emerso per il comune di Venaria a seguito della campagna di monitoraggio condotta con l'utilizzo del Laboratorio Mobile rispecchia quanto osservato in siti simili della provincia di Torino.

Le soglie di allarme non sono mai state superate per gli inquinanti per i quali la normativa prevede tale tipo di limite (biossido di zolfo, biossido di azoto e ozono); sono inoltre stati rispettati i valori limite per la protezione della salute umana su base oraria e giornaliera per biossido di zolfo, monossido di carbonio, biossido di azoto e particolato atmosferico PM<sub>10</sub>, ovvero tutti gli inquinanti per i quali sono previsti dalla normativa specifici valori di riferimento sul breve periodo, ad eccezione dell'ozono. Infatti per quest'ultimo sono stati registrati 3 superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> calcolata come massima media trascinata sulle otto ore).

Per quanto riguarda il benzene – per il quale la normativa prevede un valore limite su base annuale – si rimanda per una valutazione approfondita alla relazione finale che sarà prodotta al termine della seconda campagna. Considerazioni analoghe valgono per i valori limite annuali previsti dalla normativa per PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e biossido di azoto.

I dati disponibili evidenziano in ogni caso che la frazione che compone il PM<sub>10</sub> è costituita per una percentuale significativa da particolato secondario, come è peraltro caratteristico dell'area urbana torinese.

Nel loro insieme i dati presentati mostrano, per il periodo monitorato, una situazione con criticità relativamente ridotte, con l'eccezione dell'ozono. Tale situazione trae in parte la sua origine dall'elevata piovosità registrata nel periodo di monitoraggio, a conferma della notevole influenza dei meccanismi di rimozione ad opera dei fenomeni meteorologici nel determinare i livelli degli inquinanti atmosferici.

Per quanto concerne l'ozono va sottolineato che si tratta di un fenomeno di inquinamento atmosferico che nei mesi estivi interessa tutto il territorio provinciale e regionale e quindi non caratteristico del sito in esame; trattandosi di un inquinante secondario, non emesso direttamente da fonti antropiche e che può avere origine anche in zone lontane rispetto al sito di misura, la sua gestione, e la conseguente riduzione, deve essere attuata attraverso politiche ad ampia scala territoriale.

Considerazioni più approfondite sugli inquinanti che sul territorio provinciale presentano una criticità nei mesi freddi dell'anno – in particolare PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e biossido di azoto, saranno effettuate al termine della seconda campagna.

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

- **Biossido di zolfo**

**API 100 E**

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

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

- **Ossidi di azoto**

**MONITOR EUROPE ML 9841B**

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

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

- **Ozono**

**MONITOR EUROPE ML 9810B**

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

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

- **Monossido di carbonio**

**API 300 A**

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

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

- **Particolato sospeso PM10**

**TECORA CHARLIE AIR GUARD PM**

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di quarzo MILLIPORE di diametro 47 mm.

- **Stazione meteorologica**

**LSI LASTEM**

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

- **Benzene, Toluene, Xileni**

**SINTECH SPECTRAS CG 855 serie 600**

Gasromatografo con doppia colonna, rivelatore PID (fotoionizzazione)

- ✓ Campo di misura benzene: 0 ÷ 324 µg/m<sup>3</sup>
- ✓ Campo di misura toluene: 0 ÷ 766 µg/m<sup>3</sup>
- ✓ Campo di misura xileni : 0 ÷ 442 µg/m<sup>3</sup>