

**STRUTTURA COMPLESSA S.C. 13 “Dipartimento Provinciale di Vercelli
Struttura Semplice S.S.13.02 “Produzione”**

**OGGETTO: Contributo tecnico-scientifico relativo al Monitoraggio eseguito a Vercelli in Piazza
Cugnolio dal 11/08/2009 al 31/08/2009 Servizio B5.16**

Redazione	Funzione: Struttura Semplice 13.02 Nome: Mario Fassi	Data:	Firma:
Verifica	Funzione: Responsabile S.S. 13.02 Nome: Mauro Dovis	Data:	Firma:
Approvazione	Funzione: Responsabile S.C. 13 Nome: Mauro Dovis	Data:	Firma:

ARPA Piemonte – Ente di diritto pubblico

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Provinciale di Vercelli

Via Bruzza, 4 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269811 – fax 0161269830 – E-mail: sc13@arpa.piemonte.it

INDICE

	Pag.
1. Premessa	3
2. Benzene	4
3. Biossido di azoto	6
4. Biossido di zolfo	8
5. Monossido di carbonio	9
6. Ozono	11
7. Particolato PM ₁₀	14
8. Dati riassuntivi	16
9. Conclusioni	17

1. Premessa

Anche quest'anno è stata eseguita una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, posizionando il mezzo mobile attrezzato in dotazione al Dipartimento Arpa di Vercelli nel sito di Piazza Cugnolio dal 11 agosto al 31 agosto 2009.

I parametri rilevati sono stati:

- Benzene,
- Biossido di azoto,
- Biossido di zolfo,
- Monossido di carbonio,
- Ozono,
- Particolato PM₁₀.

Nei successivi capitoli della relazione vengono indicati, per ogni parametro:

- Le caratteristiche dell'inquinante considerato;
- I riferimenti normativi;
- I dati misurati;
- L'andamento espresso come concentrazione media oraria o come concentrazione media giornaliera;
- Il confronto con i valori misurati nello stesso punto dal 3 febbraio al 6 marzo 2009.

2. Benzene

Il benzene appartiene alla classe degli idrocarburi aromatici, i cui componenti più noti sono, oltre al benzene stesso, il toluene e gli xileni. La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è generalmente correlata al traffico veicolare. L'entità delle emissioni di benzene, tramite i gas di scarico, è funzione della composizione del combustibile, in particolare della frazione di benzene e di idrocarburi aromatici (rispettivamente circa l'1% ed il 30%), ed alla presenza ed efficienza dei dispositivi di depurazione dei gas di scarico installati sui veicoli.

Stime recenti indicano che le maggiori emissioni di benzene (in termini di t/anno) provengono dalle auto non catalizzate e dai ciclomotori, seguiti dalle auto dotate di catalizzatore. Scarso è il contributo derivante dai motori diesel.

Un'altra non trascurabile fonte di benzene è costituita dalle cosiddette emissioni evaporative (ad esempio, perdite dal serbatoio o durante i rifornimenti) che è stimabile attorno al 10% delle emissioni da combustione.

Gli effetti del benzene sulla salute umana sono ormai accertati: il benzene è stato classificato dal 1982, dalla IARC (International Agency for Research on Cancer), in Classe 1 (cancerogeno certo per l'uomo). Toluene e xileni sono composti di tossicità inferiore che non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il DM 60/2002 definisce per il benzene il valore limite per la protezione della salute pari ad una media annuale di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Misure

Parametro: Benzene (microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	0,5
Massima media giornaliera	0,8
Media delle medie giornaliere	0,7
Giorni validi	14
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	0,6
Massima media oraria	1,8
Ore valide	389
Percentuale ore valide	77%

Nei grafici di figura 1 e 2 sono riportati gli andamenti medi orari della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato nei due periodi. Al grafico di figura 1 è stato aggiunto il valore limite di protezione della salute (media annuale).

La media del periodo invernale ammonta a $1.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre quella rilevata nel periodo estivo ammonta a $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

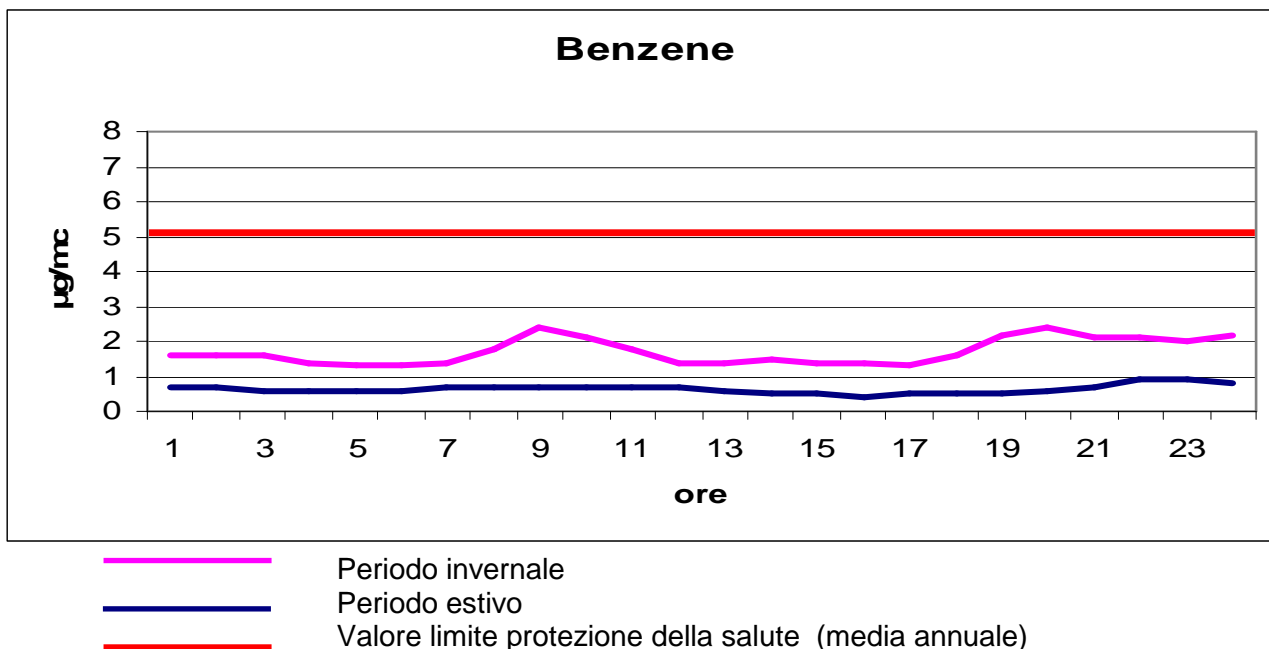


Figura 1: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

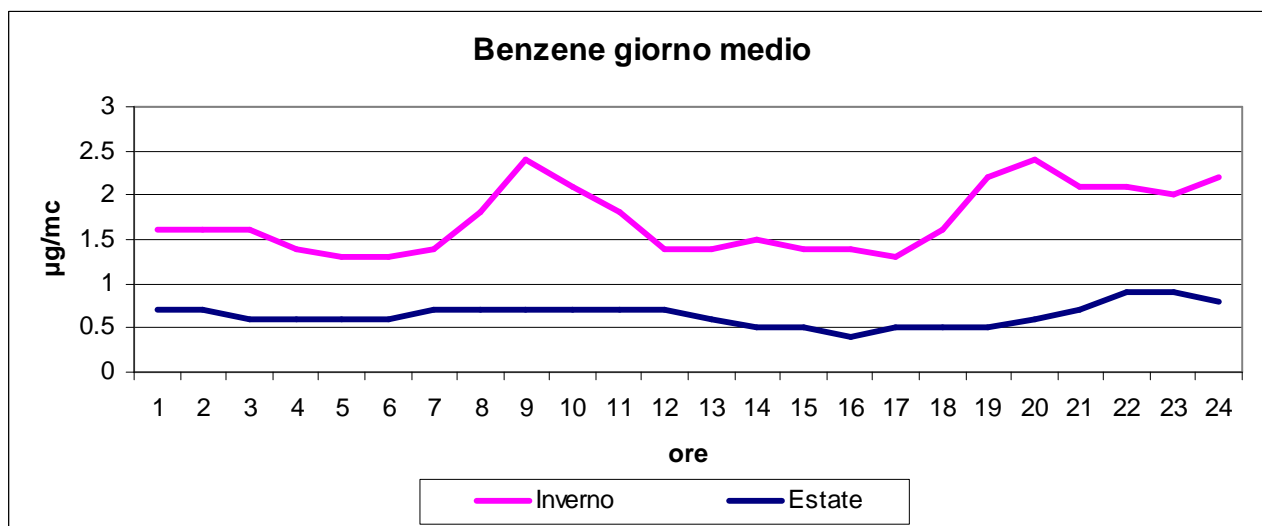


Figura 2: confronto andamento nei due periodi di misura

3. Biossido di azoto

Con il termine "ossidi di azoto" (NO_x) si intende la somma del monossido e del biossido, pur non essendo questi gli unici composti ossigenati dell'azoto presenti in atmosfera. Gli ossidi di azoto sono inquinanti prodotti in tutti i processi di combustione (veicoli, impianti termici, industrie). Il monossido è un composto di bassa tossicità per il quale non sono stati stabiliti specificamente valori limite di qualità dell'aria; la sua importanza risiede nel fatto di essere il precursore del biossido di azoto. E' infatti il monossido ad essere prodotto primariamente nelle combustioni. In presenza di ossigeno il monossido viene rapidamente convertito a biossido di azoto, che presenta una tossicità ben maggiore.

Gli ossidi di azoto contribuiscono alla formazione dello smog fotochimico, nonché all'incremento quantitativo del particolato atmosferico (PM₁₀) in modo particolare in condizioni di calma di vento e di alta insolazione.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di biossido di azoto è il microgrammo al metro cubo (µg/m³). Per la protezione della salute, il DM 60/2002 definisce per il biossido di azoto i seguenti valori:

- Valore limite orario per la protezione della salute umana: 200 µg/m³ (da non superare più di 18 volte all'anno);
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m³;
- Soglia di allarme: 400 µg/m³ (media oraria da non superare per più di tre ore consecutive).

Misure

Parametro: Biossido di Azoto (NO₂) (microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	10
Massima media giornaliera	19
Media delle medie giornaliere	14
Giorni validi	14
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	14
Massima media oraria	57
Ore valide	389
Percentuale ore valide	77%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0

Nei grafici di figura 3 e 4 sono riportati gli andamenti medi orari della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato nei due periodi. Al grafico di figura 3 sono stati aggiunti il livello di protezione della salute (200) e il livello di allarme (400)

La media del periodo invernale ammonta a 56.04 µg/m³, mentre quella rilevata nel periodo estivo ammonta a 13.83 µg/m³.

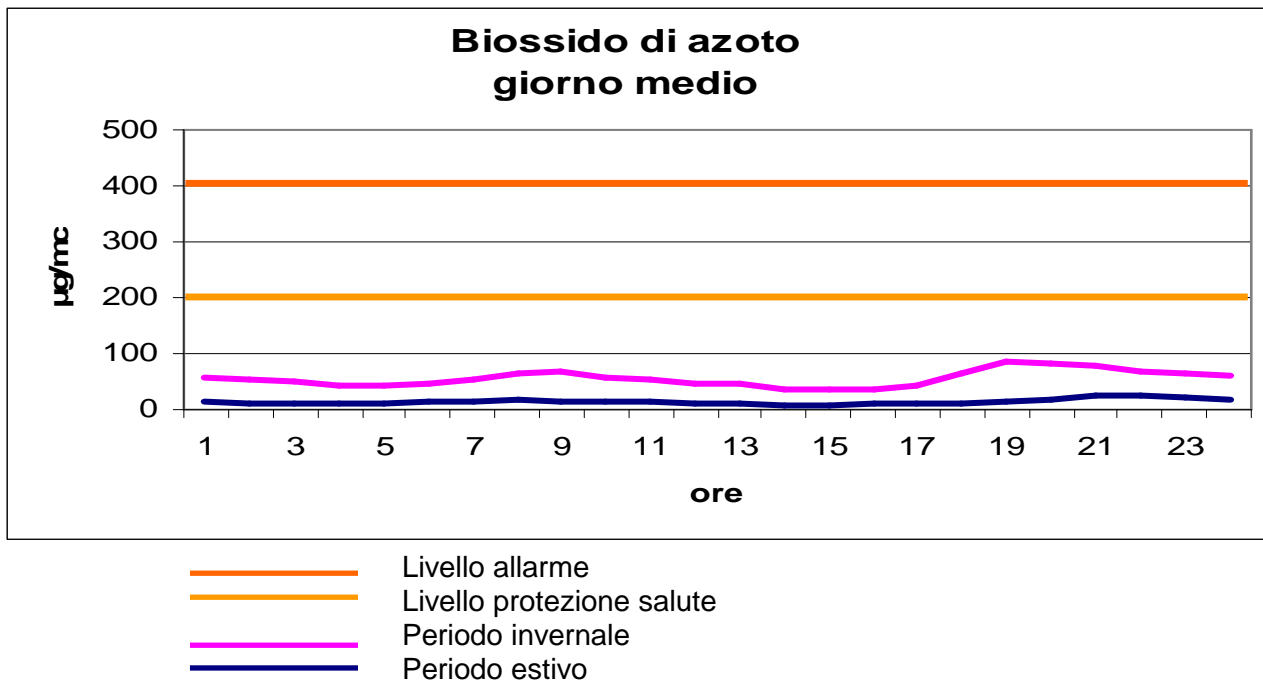


Figura 3: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

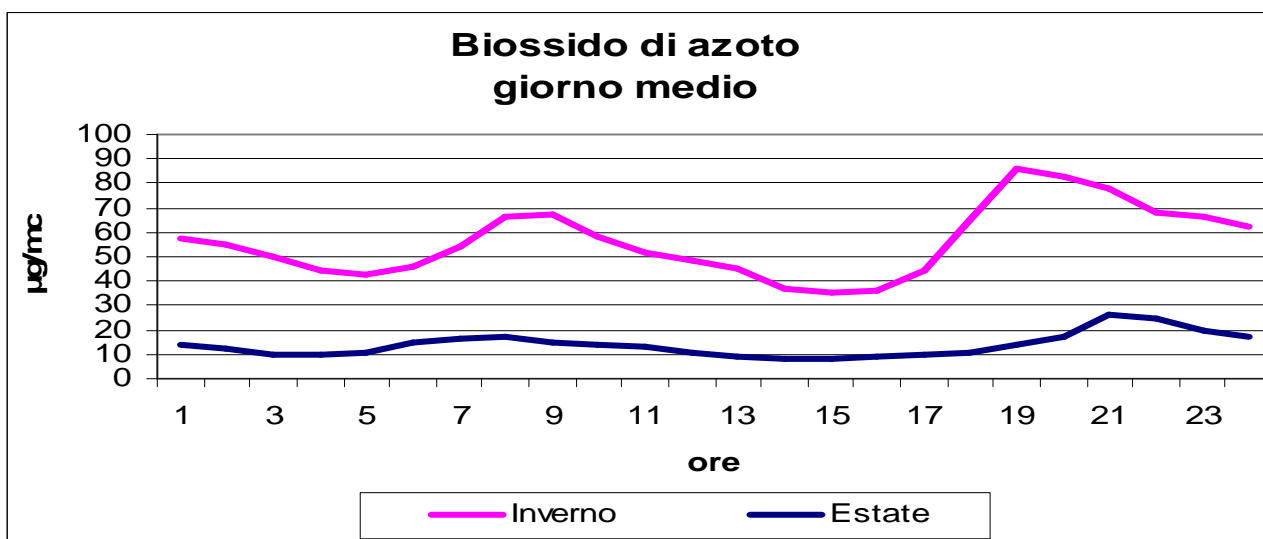


Figura 4: confronto andamento nei due periodi di misura

4. Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO₂) è il prodotto di ossidazione dello zolfo e dei composti che lo contengono in stato ridotto; è un gas incolore, di odore pungente.

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili fossili (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità, e dai processi metallurgici. Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici; tuttavia oggi il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili insieme al sempre più diffuso uso del metano hanno diminuito sensibilmente la presenza di SO₂ nell'aria.

Il biossido di zolfo è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie. In atmosfera attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni atmosferiche (piogge acide).

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo (µg/m³).

Per la protezione della salute, il DM 60/2002 definisce per il biossido di zolfo i seguenti valori:

- Valore limite orario per la protezione della salute umana: 350 µg/m³ (da non superare più di 24 volte all'anno);
- Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana: 125 µg/m³ (da non superare più di 3 volte all'anno);
- Soglia di allarme: 500 µg/m³ (media oraria da non superare per più di tre ore consecutive).

Misure

Parametro: Biossido di Zolfo (SO₂)

(microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	1
Massima media giornaliera	3
Media delle medie giornaliere	2
Giorni validi	14
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	2
Massima media oraria	5
Ore valide	390
Percentuale ore valide	77%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)	0
Numero di superamenti livello allarme (500)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0

Nel grafico di figura 5 sono riportati gli andamenti medi orari della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato nei due periodi di osservazione. La media del periodo invernale ammonta a 4.6 µg/m³ mentre quella del periodo estivo ammonta a 2.25 µg/m³

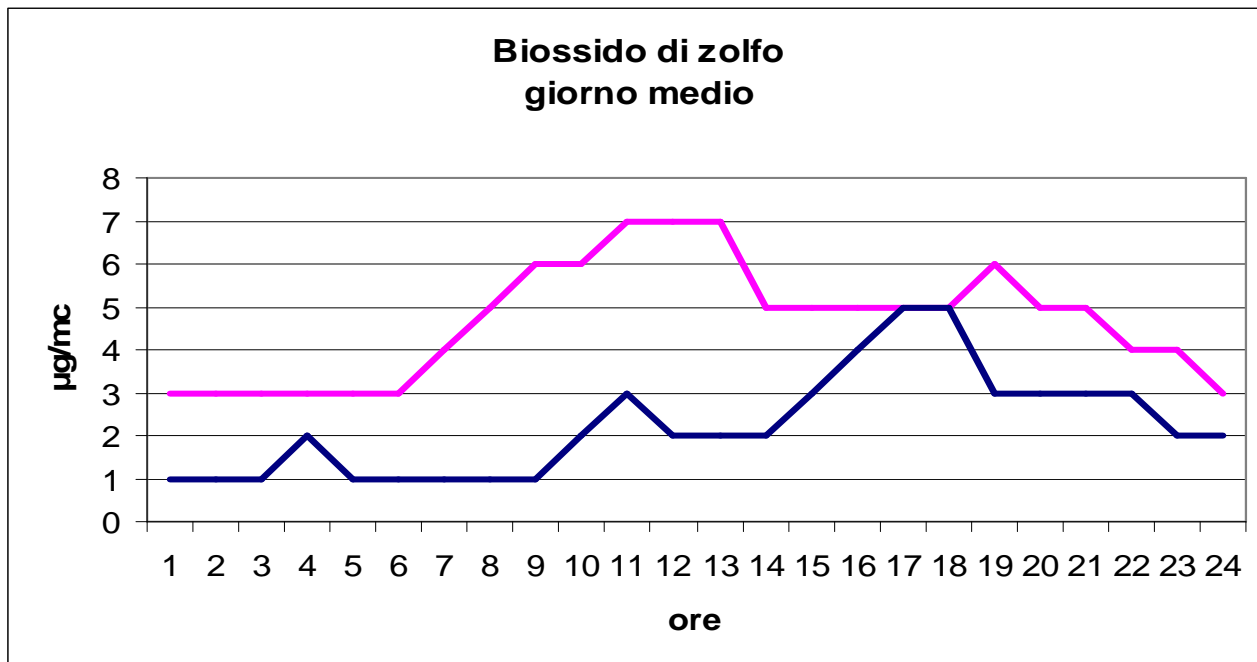


Figura 5: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio) nei due periodi di misura



5. Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è un gas tossico che si forma in tutti i processi di combustione che avvengono in difetto di ossigeno. La causa principale di inquinamento da monossido di carbonio è oggi indubbiamente costituita dal traffico veicolare. Si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90 % alle emissioni di CO di origine antropica. La quantità di CO prodotta dipende dal tipo di motorizzazione, dalla velocità di marcia e da altri fattori. Si verificano alte produzioni di questo inquinante in condizioni di traffico congestionato, con bassa velocità di scorrimento, che si realizzano tipicamente nei centri urbani.

Fonti di emissione di minore importanza sono le attività industriali in cui sono coinvolti processi termici e gli impianti di riscaldamento delle abitazioni.

Il monossido di carbonio ha la proprietà di fissarsi in modo reversibile all'emoglobina del sangue, entrando in competizione con l'ossigeno, il cui legame con l'emoglobina è di circa 200 volte più debole, portando così ad un'alterazione del meccanismo di trasporto dell'ossigeno stesso dai polmoni a tutti i distretti dell'organismo.

A concentrazioni molto elevate (che si rinvergono però in ambienti chiusi) il CO può portare a morte per asfissia; alle concentrazioni rilevabili nei centri urbani gli effetti tossici sono decisamente meno evidenti.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura del monossido di carbonio in atmosfera è il milligrammo al metro cubo (mg/m³).

Il DM 60/2002 definisce per il monossido di carbonio il valore limite per la protezione della salute pari ad una media massima giornaliera su 8 ore di 10 mg/m³.

Misure

Parametro: Monossido di Carbonio (CO)
 (milligrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	0,6
Massima media giornaliera	1
Media delle medie giornaliere	0,8
Giorni validi	14
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	0,8
Massima media oraria	1,3
Ore valide	390
Percentuale ore valide	77%
Minimo delle medie 8 ore	0,4
Media delle medie 8 ore	0,8
Massimo delle medie 8 ore	1,1
Percentuale medie 8 ore valide	75%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0
Numero di sup. dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 10)	0

Nei grafici di figura 6 e 7 sono riportati gli andamenti medi orari della concentrazione dell'inquinante (media mobile otto ore) rilevato nei due periodi. Al grafico di figura 6 è stato aggiunto il valore limite di protezione della salute (media mobile giornaliera su 8 ore).

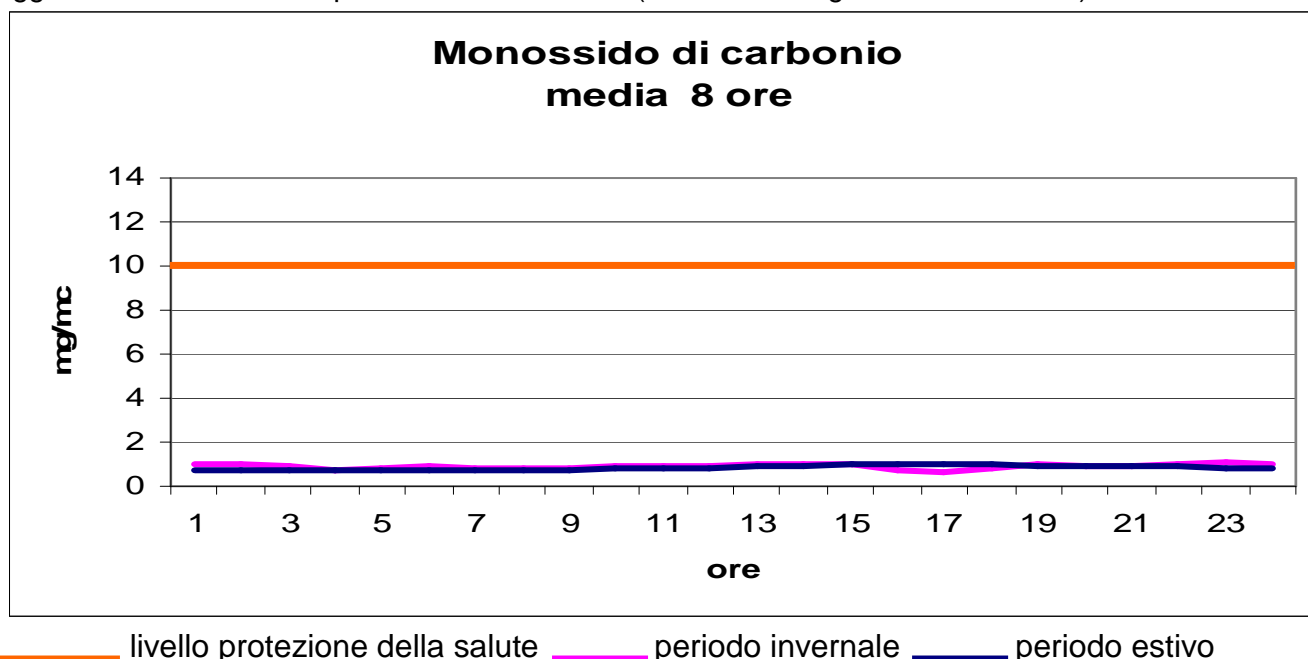


Figura 6: andamento giornaliero delle medie su 8 ore (giorno medio)

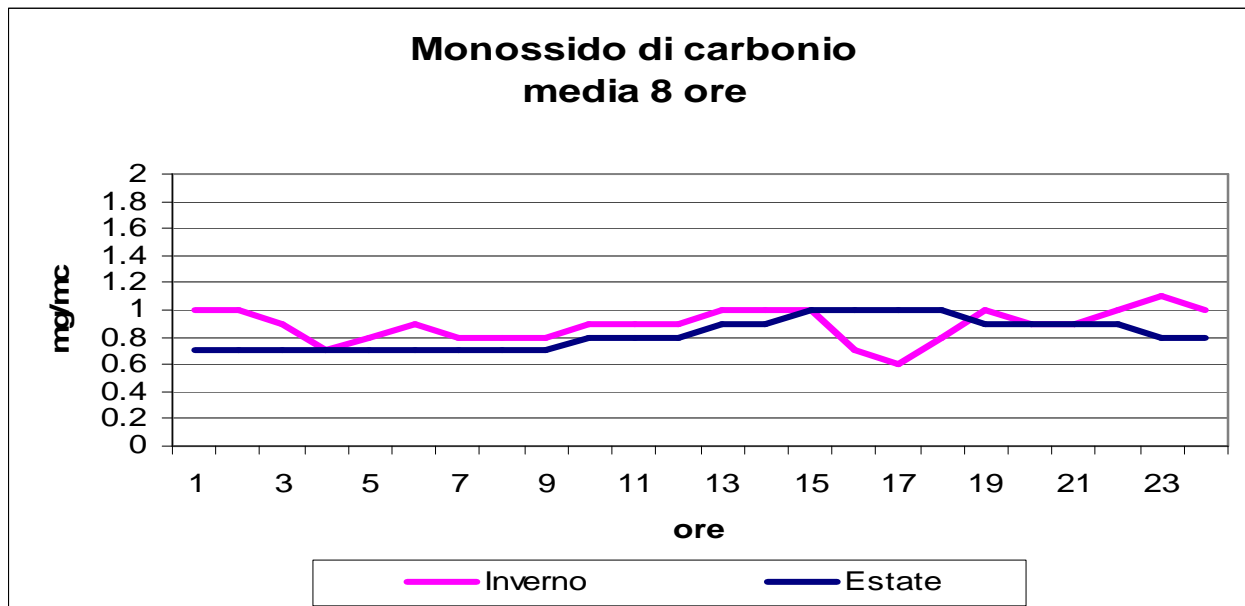
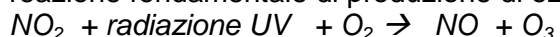


Figura 7: confronto andamento nei due periodi di misura

6. Ozono

Si tratta di una forma di ossigeno molecolare altamente reattivo che si forma come inquinante secondario in un ciclo di reazioni fotochimiche che vede coinvolti anche gli ossidi di azoto. La reazione fondamentale di produzione di ozono è costituita dalla fotolisi del biossido di azoto:



L'ozono considerato è quello troposferico, presente negli strati più bassi dell'atmosfera, a differenza di quello presente nella stratosfera e connesso con il problema del "buco dell'ozono".

La formazione dell'ozono troposferico è legata all'intensità della radiazione ultravioletta al suolo (l'andamento giornaliero presenta infatti una curva a campana che va di pari passo con i valori di radiazione solare incidente), tuttavia la sua concentrazione finale è determinata anche dalla presenza di altre sostanze dette perciò "precursori", quali gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili (idrocarburi, aldeidi, chetoni, ecc. emessi in gran quantità da sorgenti naturali ed antropiche).

La sua elevata capacità ossidante lo rende direttamente in grado di reagire con i tessuti viventi: è un riconosciuto bronco-irritante ed è in grado di alterare la funzionalità polmonare, nonché di causare disturbi agli occhi e alle mucose. Inoltre i vegetali sono sovente particolarmente sensibili alla sua presenza.

Riferimenti normativi:

L'unità di misura della concentrazione di ozono è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

In Italia il D. Lgs 183/04 definisce i seguenti valori:

- Valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (massima media su 8 ore, da non superare più di 25 volte all'anno);
- Soglia di informazione pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media oraria), definita come "livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure";
- Soglia di allarme pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media oraria), definita come "livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate specifiche misure".

Misure

Parametro: Ozono (O3) (microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	55
Massima media giornaliera	103
Media delle medie giornaliere	79
Giorni validi	14
Percentuale giorni validi	67%
Media dei valori orari	81
Massima media oraria	177
Ore valide	389
Percentuale ore valide	77%
Minimo delle medie 8 ore	21
Media delle medie 8 ore	81
Massimo delle medie 8 ore	163
Percentuale medie 8 ore valide	75%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)	35
Numero di sup.dell'obiettivo a lungo termine per la prot. della salute umana (max media 8h > 120)	5
Numero di superamenti livello informazione (180)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)	0
Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)	0
Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)	0
Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)	0

Nei grafici di figura 8 e 9 sono riportati gli andamenti medi orari della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato nei due periodi. Al grafico di figura 8 sono stati aggiunti il livello di informazione (180) e il livello di allarme (240)

La media del periodo invernale ammonta a $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre quella rilevata nel periodo estivo ammonta a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

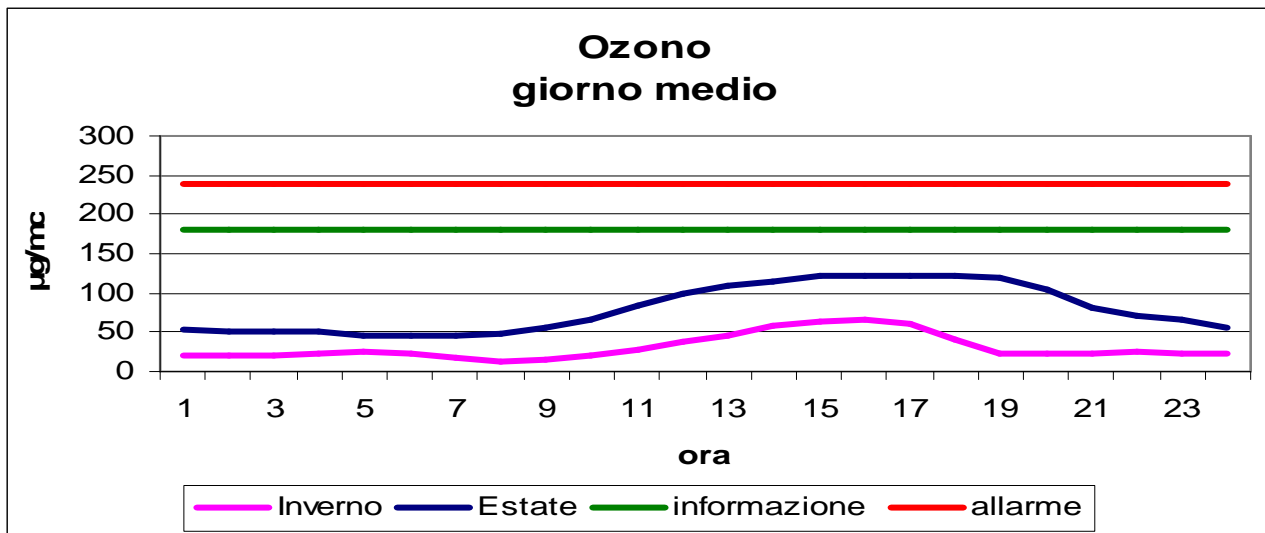


Figura 8: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

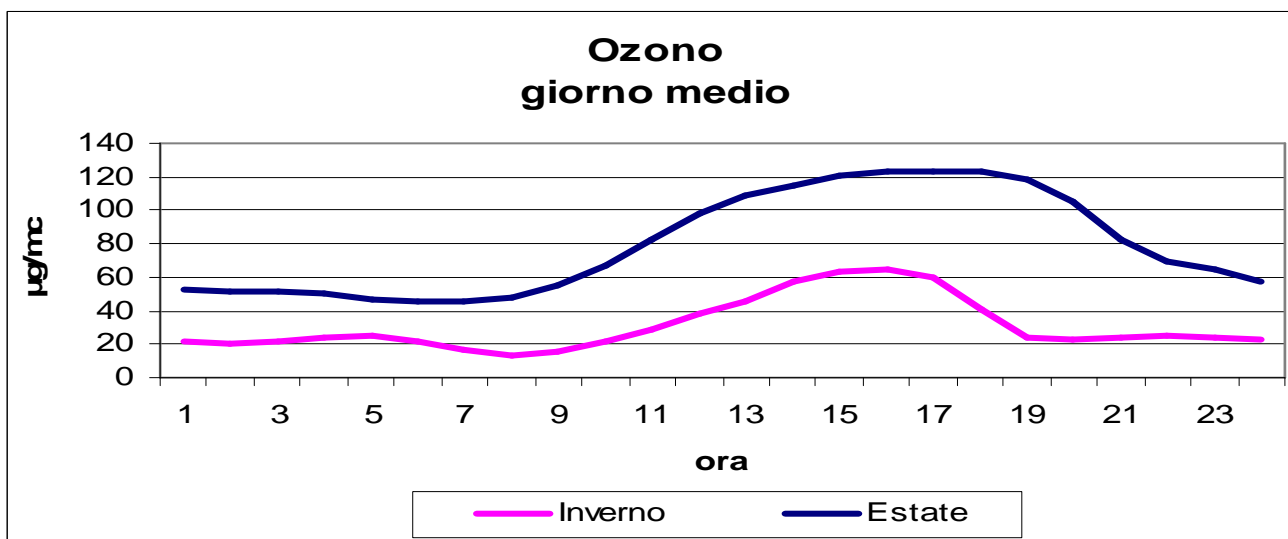


Figura 9: confronto andamento nei due periodi di misura

Particolato PM₁₀

Con il termine particolato si indica in generale una sospensione di particelle in aria, particelle che possono essere solidi aerodispersi oppure possono avere una struttura più complessa costituita da un nucleo solido circondato da una fase liquida in equilibrio con la fase gassosa circostante. Le particelle, soprattutto le più piccole (di diametro inferiore al micron) non costituiscono una fase eterogenea inerte rispetto al gas ma sono in una situazione di interazione chimico/fisica con esso, come è ad esempio nel caso dello smog fotochimico.

Il particolato costituisce perciò un sistema estremamente eterogeneo e complesso dal punto di vista dello stato fisico, delle proprietà aerodinamiche, della composizione chimica (organica ed inorganica), dell'origine (antropica, animale, vegetale, minerale) e della tossicità. Sicuramente i processi di combustione (veicolare, civile, industriale) ne sono una fonte significativa sia diretta che indiretta.

L'elemento comune che permette di classificare il particolato sono le sue dimensioni, espresse in termini di *diametro aerodinamico delle particelle*; in base alla distribuzione dimensionale di un campione di particolato se ne definisce la capacità di raggiungere più o meno in profondità le vie respiratorie (e di conseguenza la valenza sanitaria) ed altre proprietà quali il tempo di permanenza nell'atmosfera.

La frazione PM₁₀ è importante ai fini tossicologici perché rappresenta per convenzione la *frazione toracica delle polveri*, cioè la frazione che può superare la laringe e penetrare nei bronchi

La tossicità del particolato è legata soprattutto alla composizione chimica ed in particolare alla presenza sulla sua superficie di sostanze tossiche quali metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, ecc. che possono essere rilasciate, una volta inalate, sui tessuti delle vie respiratorie. Questo fenomeno di assorbimento/rilascio avviene in maniera differente in funzione delle dimensioni del particolato stesso con diametro inferiore a, rispettivamente, 10 µm, 2,5 µm, 1 µm (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁).

Riferimenti normativi:

L'unità di misura del particolato atmosferico è il microgrammo al metro cubo (µg/m³).

Il DM 60/2002, stabilisce i seguenti valori limite per la frazione PM₁₀:

- Valore limite su 24 ore per la protezione della salute umana: 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte l'anno).
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m³.

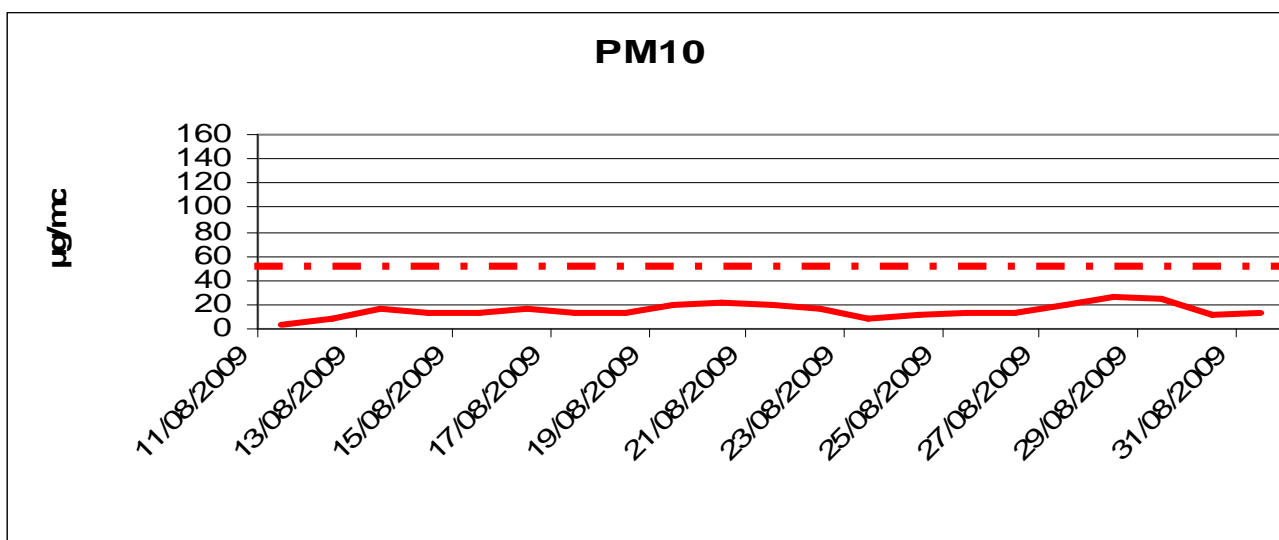
Misure

Parametro: Polveri PM10 - Basso Volume (microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	3
Massima media giornaliera	26
Media delle medie giornaliere	15
Giorni validi	21
Percentuale giorni validi	100%
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)</u>	0

Nel grafico di figura 10 è riportato l'andamento medio giornaliero della concentrazione dell'inquinante rilevato nel periodo estivo mentre nel grafico di figura 11 è rappresentato l'andamento del periodo invernale.

La media del periodo rilevata nel periodo estivo ammonta a $15.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quella rilevata nel periodo invernale ammonta a $50.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



- - - - - Livello giornaliero protezione salute
 ———— Dati misurati

Figura 10: andamento media giornaliera estate

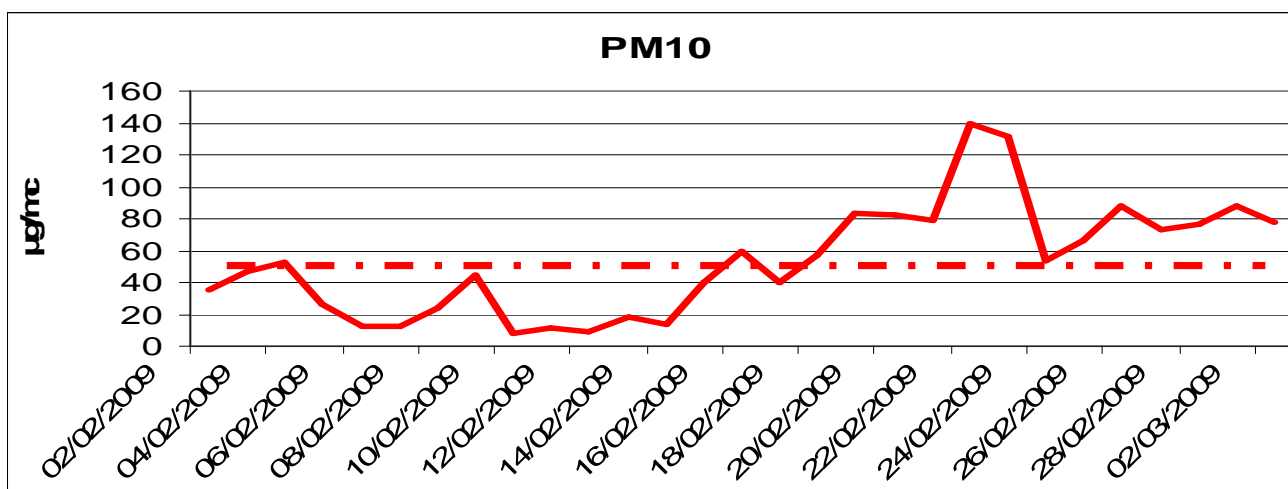


Figura 11: andamento media giornaliera inverno.

8. Dati riassuntivi

Benzene

Per questo inquinante il limite di riferimento è su base annua; le medie mensili misurate sia in inverno che in estate sono inferiori al limite annuo.

L'andamento giornaliero dei due periodi di misura ci mostra un livello di benzene che per il periodo invernale supera di molto il livello misurato in estate.

Biossido di azoto

Per questo inquinante esistono limiti di riferimento sia sul breve periodo (media oraria) sia sul lungo periodo (media annuale).

I valori di media oraria misurati sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti né del livello di protezione né del livello di allarme.

Anche per questo inquinante il confronto dei dati misurati nei differenti periodi ci mostra una maggior presenza dell'inquinante nel periodo invernale.

Biossido di zolfo

Per questo inquinante esistono limiti di riferimento sia sul breve periodo (media oraria) sia sul medio periodo (media giornaliera).

I valori misurati sono di due ordini di grandezza inferiori ai limiti di riferimento confermando l'andamento ormai consolidato su tutto il territorio regionale.

Anche in questo caso il confronto tra i periodi di misura presenta una lieve diminuzione dell'inquinante nel periodo estivo.

Monossido di carbonio

I valori misurati dal Mezzo Mobile sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti del livello di protezione.

L'andamento giornaliero è sovrapponibile a quello registrato in inverno.

Ozono

I valori di media oraria misurati dal Mezzo Mobile seguono esattamente i valori medi regionali del periodo di riferimento e non si registrano superamenti né del valore bersaglio, né delle soglie di informazione e di allarme.

L'andamento giornaliero in questo caso, data la peculiarità dell'inquinante è maggiore nel periodo estivo.

Particolato PM₁₀

Per questo inquinante esistono limiti di riferimento sia sul breve periodo (media giornaliera) sia sul lungo periodo (media annuale).

I valori di media giornaliera misurati non sono elevati e, nel periodo esaminato, non si registrano superamenti del limite.

Il confronto con i dati misurati a febbraio ci indica che questo inquinante, se nel periodo estivo non crea problemi, diversamente per le misure effettuate nel mese di febbraio si sono avuti 15 superamenti del livello giornaliero di protezione della salute.

9. Conclusioni

Dal confronto delle due campagne di misura effettuate rispettivamente dal 03/02/09 al 06/03/09 e dal 11/08/09 al 31/08/09, si evidenzia come il livello degli inquinanti, fatta eccezione per l'ozono, risulti maggiore nel periodo invernale. I fattori che determinano questa differenza sono legati sia al maggior apporto di inquinanti provenienti da impianti di riscaldamento che alla diversa situazione meteorologica; nel periodo invernale l'inversione termica non permette la dispersione verso l'alto con conseguente ristagno degli inquinanti. L'ozono ha un comportamento diverso essendo un inquinante che si forma da processi fotochimici, per il suo sviluppo necessita di luce e calore, quindi il massimo valore lo si raggiunge in estate.

I dati misurati sono paragonabili a quelli misurati nello stesso periodo su tutta la rete regionale.