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 03/02/2009 al 06/03/2009 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. 01612698211 – fax 01612698230 – E-mail: sc13@arpa.piemonte.it

INDICE

	Pag.
1. Premessa	3
2. Benzene	3
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	16

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 3 febbraio al 6 marzo 2009.

I parametri rilevati sono stati:
- Benzene,
- Biossido di azoto,
- Biossido di zolfo,
- Monossido di carbonio,
- Ozono,
- Particolato PM_{10}.

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 periodo nelle due centraline fisse che costituiscono la rete della Qualità dell'aria della città di Vercelli e nella centralina privata sita in via Mentana e gestita dalla ditta ATEL.

Nella seguente tabella è riportata la dotazione strumentale e la tipologia dei quattro punti di misura

	Stazione di C.so Gastaldi 25	Stazione di Via Donizzetti 15 (Campo CONI)	Mezzo Mobile	Stazione di Via Mentana (A.T.E.L.)
Tipologia	Urbana Traffico	Suburbana Background		Suburbana Background
Sensori				
Benzene	X		X	
Biossido di zolfo			X	
Monossido di carbonio	X	X	X	Il sensore è presente ma non funzionante
Ossidi di azoto	X	X	X	X
Ozono		X	X	X
Particolato PM10	X (TEOM)	X (Gravimetrico)	X (Gravimetrico)	X (radiazioni β)

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

Misure

Parametro: Benzene
(microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	0,5
Massima media giornaliera	4,1
Media delle medie giornaliere	1.7
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	80%
Media dei valori orari	1.7
Massima media oraria	6,4
Ore valide	591
Percentuale ore valide	82%

Nel grafico di figura 1 è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile mentre nel grafico di figura 2 tale andamento è confrontato con quello rilevato dalla Stazione di C.so Gastaldi.
La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 1.72 $\mu g/m^3$, mentre quella rilevata dalla stazione fissa di C.so Gastaldi ammonta a 1.80 $\mu g/m^3$.

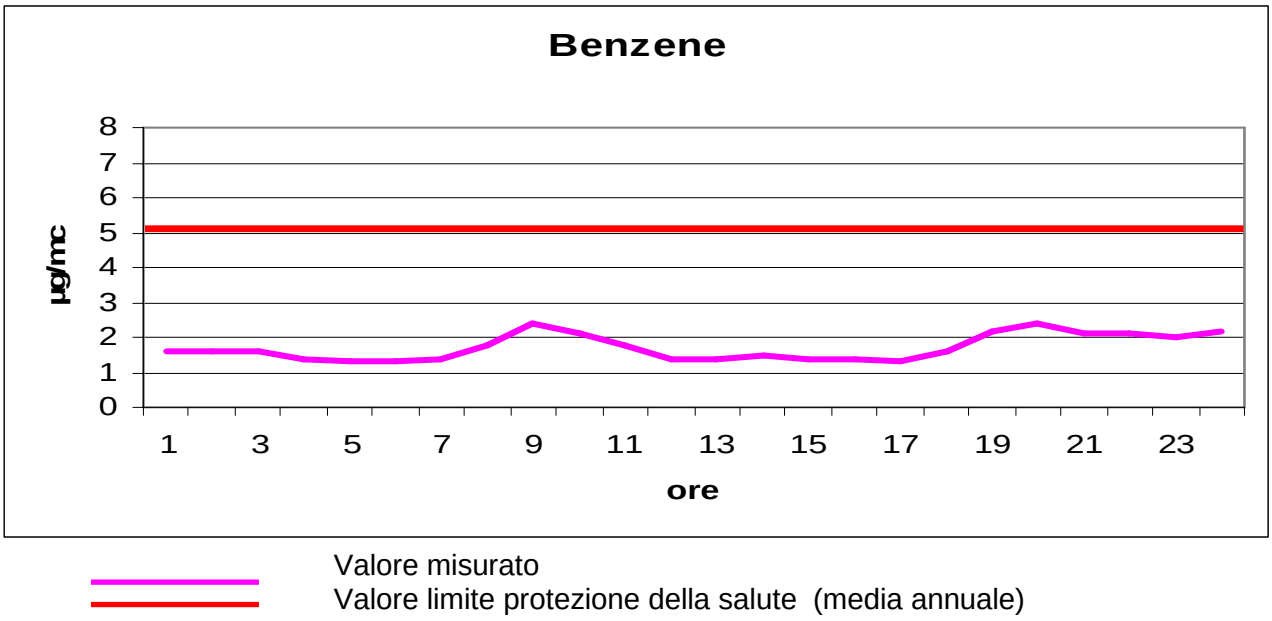

Figura 1: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

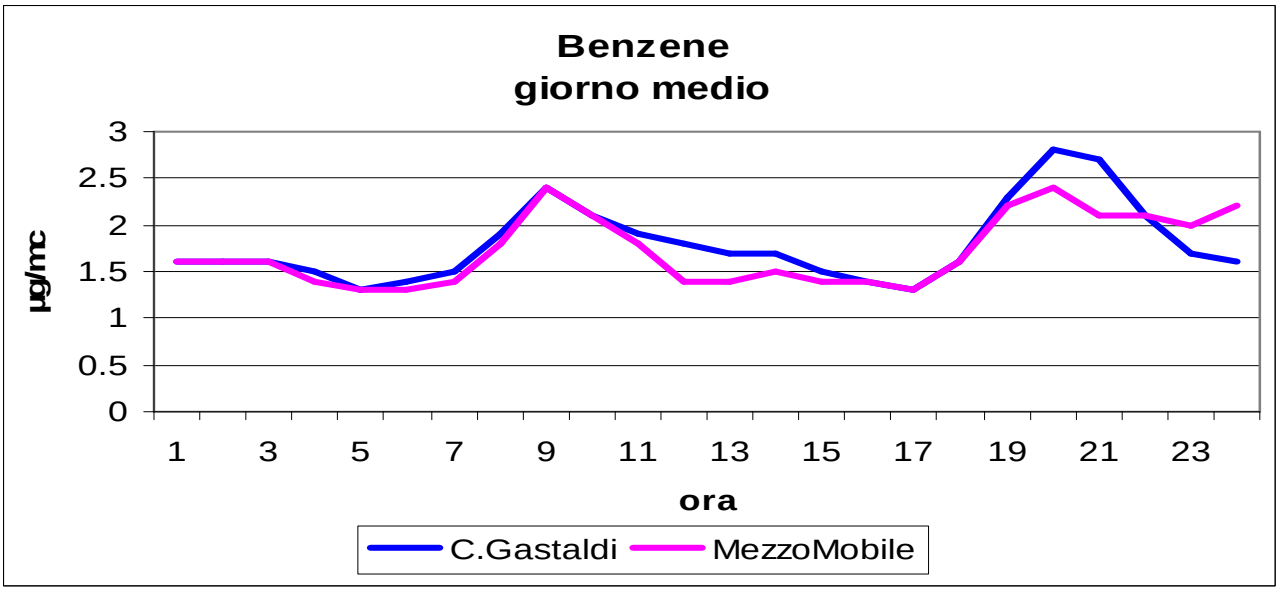

Figura 2: confronto andamento nei due punti di misura

3. Biossido di azoto

Con il termine "ossidi di azoto" (NOx) 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 (PM_{10}) 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 ($\mu g/m^3$).
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 $\mu g/m^3$ (da non superare più di 18 volte all'anno);
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 $\mu g/m^3$;
- Soglia di allarme: 400 $\mu g/m^3$ (media oraria da non superare per più di tre ore consecutive).

Misure

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

Minima media giornaliera	22
Massima media giornaliera	93
Media delle medie giornaliere	56
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	56
Massima media oraria	199
Ore valide	681
Percentuale ore valide	86%
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

Nel grafico di figura 3 è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile mentre nel grafico di figura 4 tale andamento è confrontato con quello rilevato dalle Stazioni di C.so Gastaldi, Campo CONI e ATEL.
La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 56 $\mu g/m^3$, quella rilevata dalla stazione fissa di C.so Gastaldi ammonta a 53 $\mu g/m^3$, quella rilevata a Campo CONI ammonta a 40.3 $\mu g/m^3$ e quella rilevata nella stazione ATEL di via Mentana ammonta a 41.5 $\mu g/m^3$.

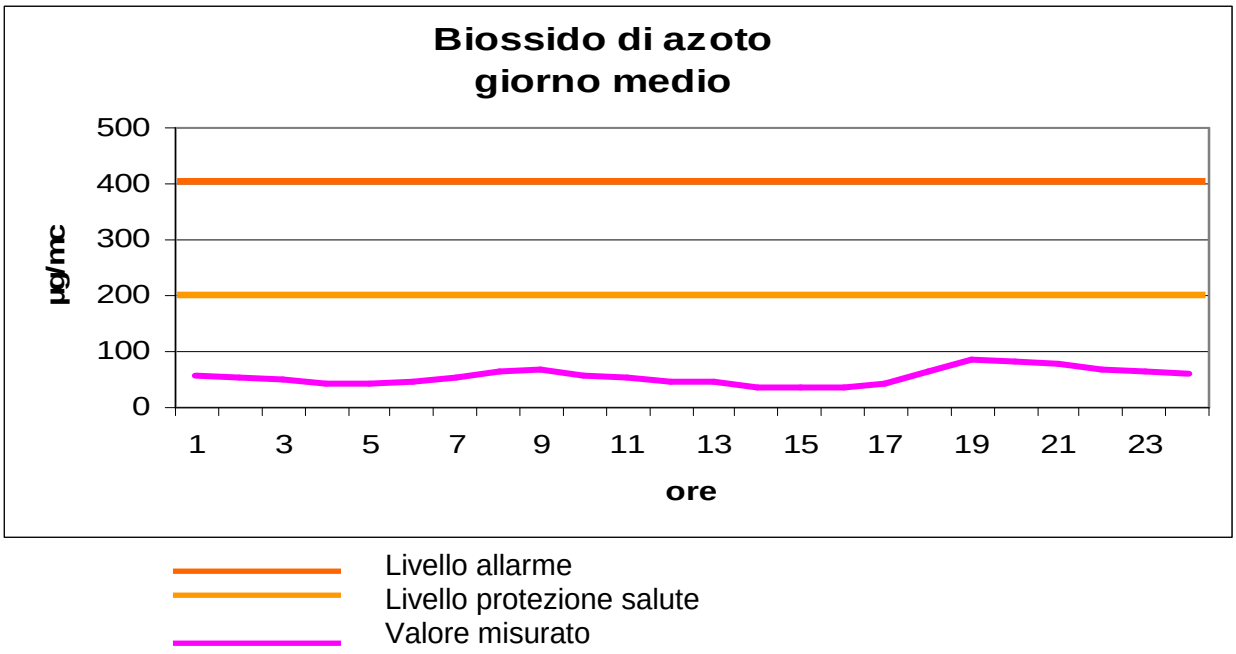

Figura 3: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

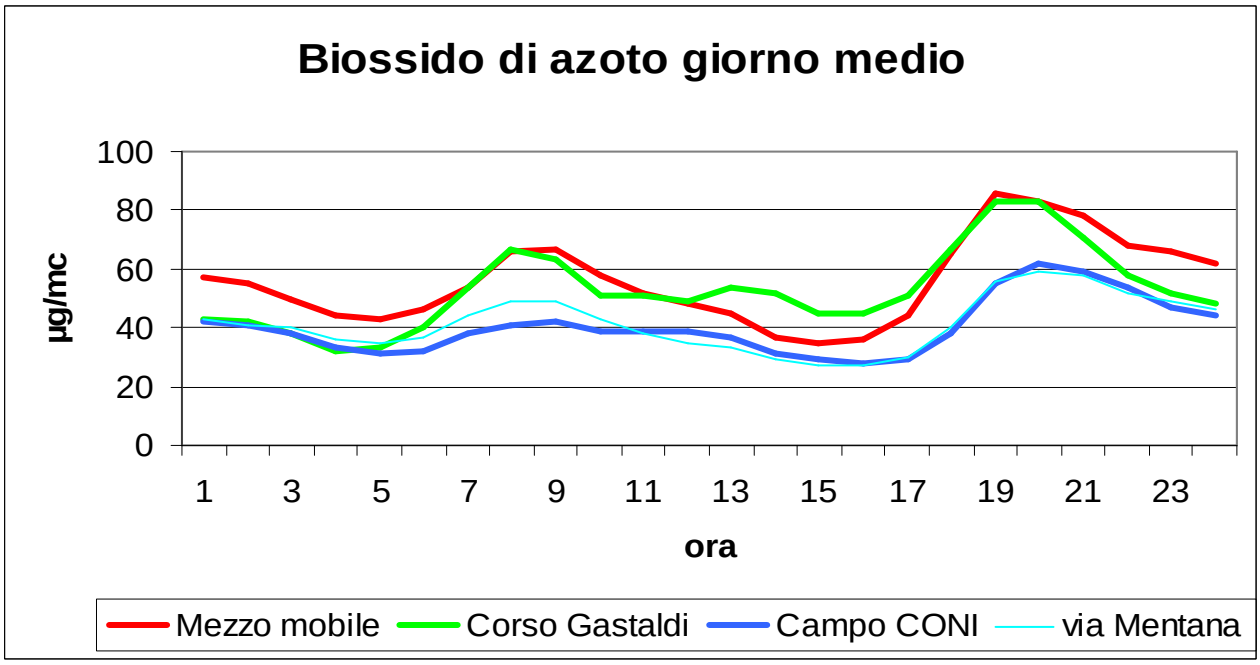

Figura 4: confronto andamento nei quattro punti di misura

4. Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo (SO_2) 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 SO_2 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 ($\mu g/m^3$).
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 $\mu g/m^3$ (da non superare più di 24 volte all'anno);
- Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana: 125 $\mu g/m^3$ (da non superare più di 3 volte all'anno);
- Soglia di allarme: 500 $\mu g/m^3$ (media oraria da non superare per più di tre ore consecutive).

Misure

Parametro: Biossido di Zolfo (SO2)
(microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	2
Massima media giornaliera	9
Media delle medie giornaliere	5
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	5
Massima media oraria	56
Ore valide	679
Percentuale ore valide	86%
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 è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio); la media del periodo ammonta a 4.6 $\mu g/m^3$.
Per questo inquinante non sono disponibili dati dalle stazioni fisse in quanto prive del relativo sensore.

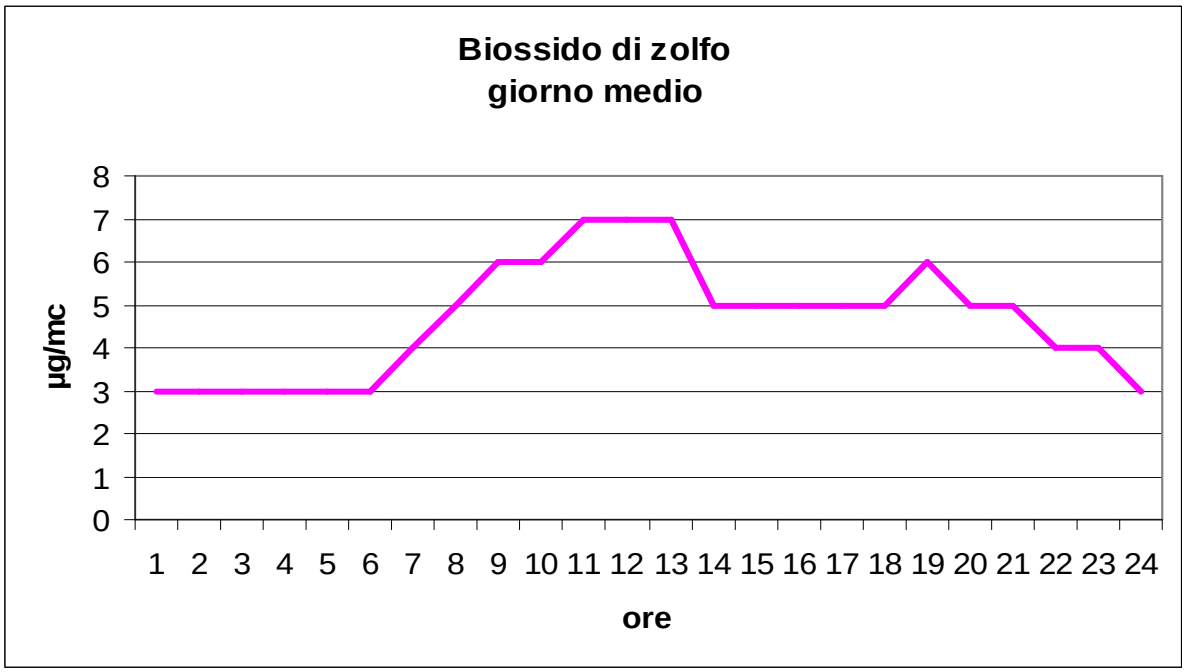

Figura 5: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

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 rinvengono 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/m^3).
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/m^3.

Misure

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

Minima media giornaliera	0,6
Massima media giornaliera	1
Media delle medie giornaliere	0,9
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0,9
Massima media oraria	1,5
Ore valide	688
Percentuale ore valide	99%
Minimo delle medie 8 ore	0,1
Media delle medie 8 ore	0,9
Massimo delle medie 8 ore	1,2
Percentuale medie 8 ore valide	98%
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

Nel grafico di figura 6 è riportato l'andamento medio orario (media mobile su otto ore) della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile mentre nel grafico di figura 7 tale andamento è confrontato con quello rilevato dalle Stazioni di C.so Gastaldi e di Campo CONI.
La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 1 mg/m^3, quella rilevata dalla stazione fissa di C.so Gastaldi ammonta a 0.97 mg/m^3. e quella rilevata a Campo CONI ammonta a 0.94 mg/m^3.

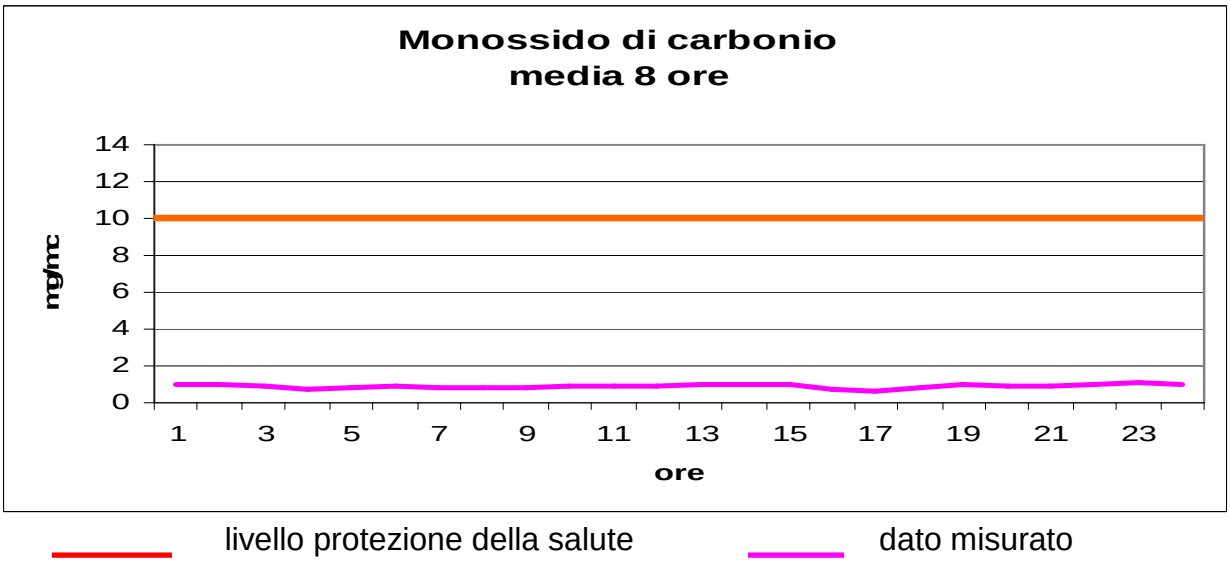

Figura 6: andamento giornaliero delle medie su 8 ore (giorno medio)

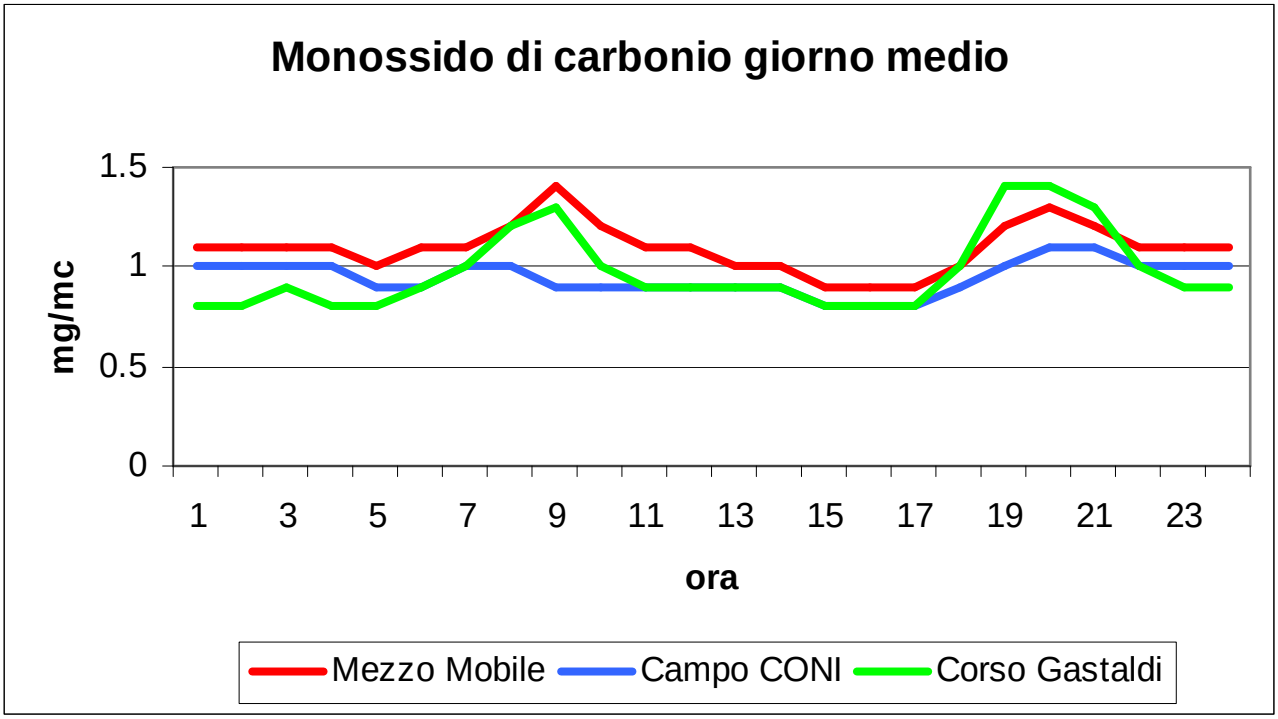

Figura 7: confronto andamento nei tre punti di misura

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:
NO_2 + *radiazione UV* + O_2 → NO + O_3
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 (µg/m^3).
In Italia il D. Lgs 183/04 definisce i seguenti valori:

- Valore bersaglio per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m^3 (massima media su 8 ore, da non superare più di 25 volte all'anno);
- Soglia di informazione pari a 180 µg/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 µg/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	8
Massima media giornaliera	58
Media delle medie giornaliere	32
Giorni validi	28
Percentuale giorni validi	85%
Media dei valori orari	31
Massima media oraria	103
Ore valide	681
Percentuale ore valide	86%
Minimo delle medie 8 ore	2
Media delle medie 8 ore	31
Massimo delle medie 8 ore	80
Percentuale medie 8 ore valide	86%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)	0
Numero di sup.dell'obiettivo a lungo termine per la prot. della salute umana (max media 8h > 120)	0
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

Nel grafico di figura 8 è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio) rilevato dal Mezzo Mobile mentre nel grafico di figura 9 tale andamento è confrontato con quello rilevato dalle Stazioni di Campo CONI e via Mentana.
La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 31 µg/m^3, quella rilevata dalla stazione fissa di Campo CONI ammonta a 30 µg/m^3 mentre quella misurata in via Mentana ammonta a 29 µg/m^3

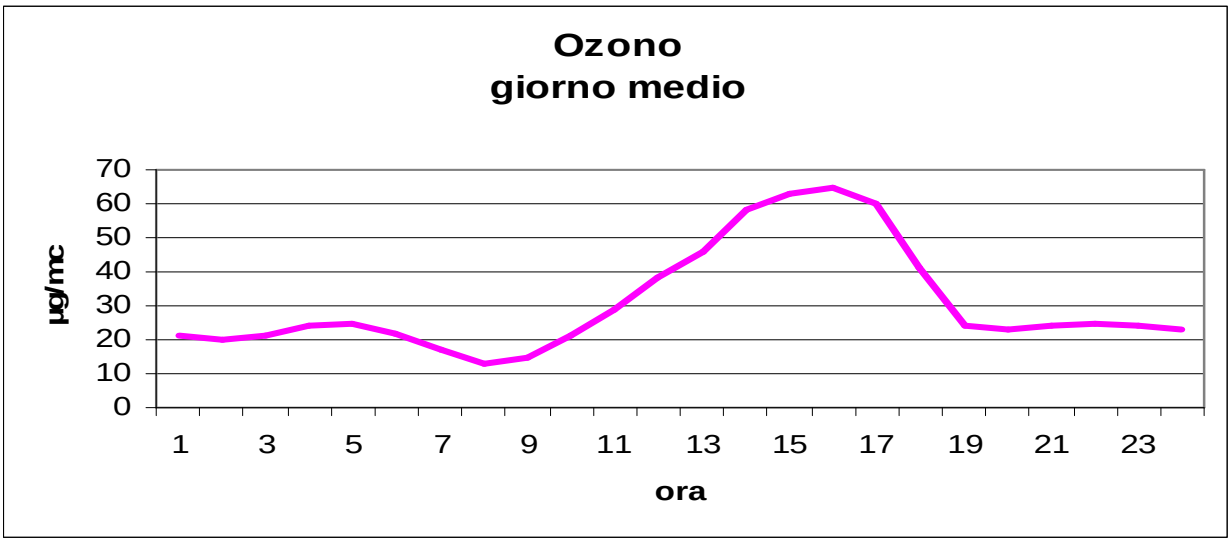

Figura 8: andamento giornaliero delle medie orarie (giorno medio)

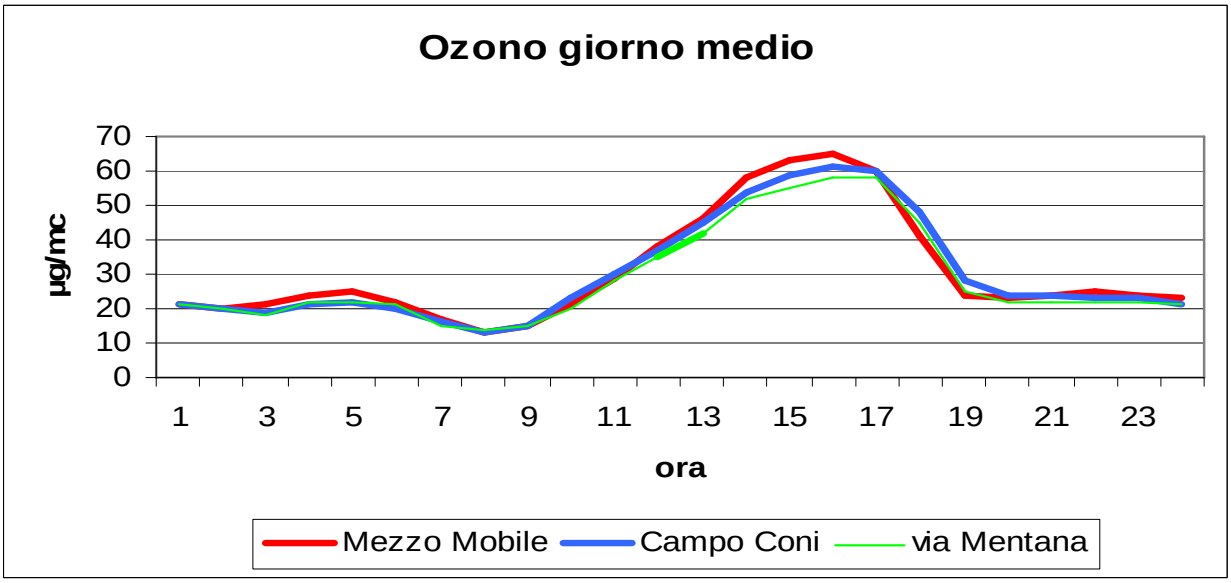

Figura 9: confronto andamento nei tre punti di misura

Particolato PM_{10}

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 costituta 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 PM_{10} 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 (PM_{10}, $PM_{2.5}$, PM_1).

Riferimenti normativi:

L'unità di misura del particolato atmosferico è il microgrammo al metro cubo ($\mu g/m^3$).

Il *DM 60/2002*, stabilisce i seguenti valori limite per la frazione PM_{10}:

- Valore limite su 24 ore per la protezione della salute umana: 50 $\mu g/m^3$ (da non superare più di 35 volte l'anno).
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana: 40 $\mu g/m^3$.

Misure

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

Minima media giornaliera	6
Massima media giornaliera	139
Media delle medie giornaliere	50
Giorni validi	32
Percentuale giorni validi	97%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	15

Nel grafico di figura 10 è riportato l'andamento medio giornaliero della concentrazione dell'inquinante rilevato dal Mezzo Mobile mentre nel grafico di figura 11 tale andamento è confrontato con quello rilevato dalle Stazioni di Campo CONI e via Mentana.
La media del periodo rilevata dal Mezzo Mobile ammonta a 50.2 µg/m^3, quella rilevata dalla stazione fissa di Campo CONI ammonta a 50 µg/m^3 e quella di via Mentana ammonta a 56 µg/m^3

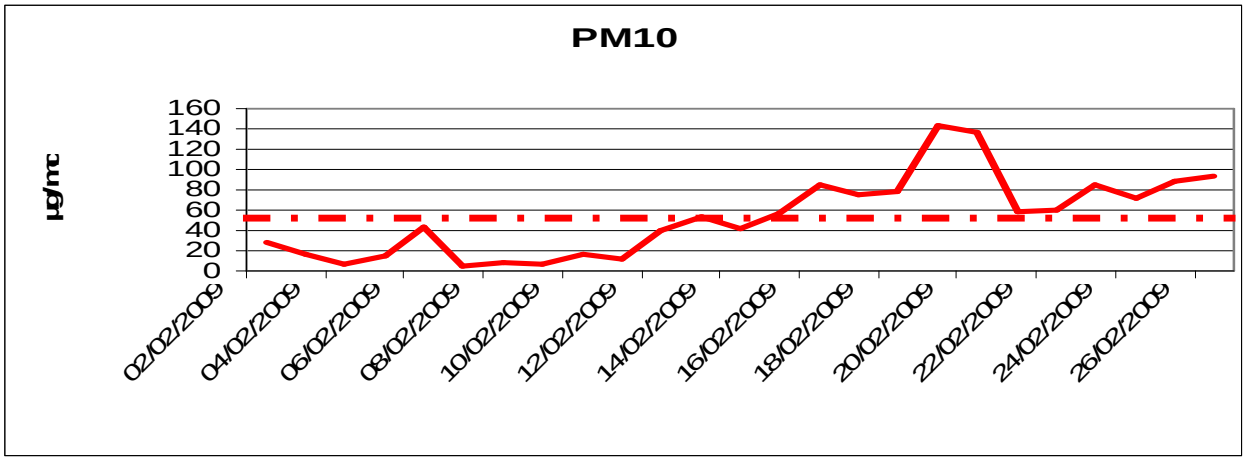

Figura 10: andamento media giornaliera

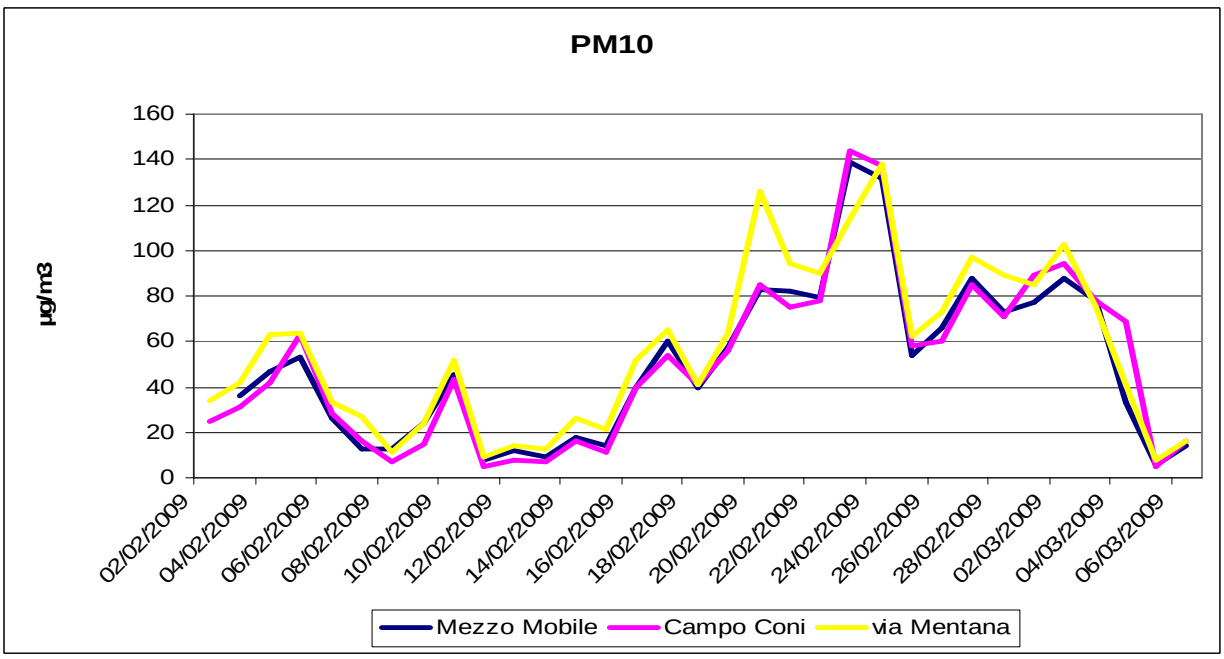

Figura 11: confronto andamento nei tre punti di misura

8. Dati riassuntivi

Benzene
Per questo inquinante il limite di riferimento è su base annua; le medie mensili misurate sia dal Mezzo Mobile sia dalla Stazione fissa di C.so Gastaldi sono confrontabili ed inferiori al limite annuo.
L'andamento giornaliero nei due siti di misura è sovrapponibile e i valori misurati dal Mezzo Mobile sono simili a quelli misurati in C.so Gastaldi.

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 dal Mezzo Mobile sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti né del livello di protezione né del livello di allarme.
L'andamento giornaliero è sovrapponibile a quello registrato negli altri tre siti di misura; i valori misurati dal Mezzo Mobile sono simili a quelli misurati dalla Stazione fissa di Corso Gastaldi mentre i valori misurati a campo Coni sono simili ai valori di via Mentana.
La media mensile misurata nei quattro punti è inferiore al limite annuo.

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.

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 negli altri due siti di misura.

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 nei tre siti di misura è sovrapponibile e così pure i valori misurati.

Particolato PM_{10}
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 dal Mezzo Mobile sono elevati e, nel periodo esaminato, si registrano 15 superamenti del limite.
L'andamento giornaliero e i valori assoluti misurati sono sovrapponibile a quelli registrati dalla Stazione di Campo CONI e alla stazione di via Mentana.

9. Conclusioni

I dati misurati con il Mezzo Mobile sono stati confrontati con i dati misurati nello stesso periodo dalle Stazioni fisse di tipo “fondo urbano” situate a Vercelli in via Donizzetti all’interno del campo CONI e in via Mentana e con i dati della Stazione fissa di tipo “traffico” situata a Vercelli in Corso Gastaldi (figura 12).

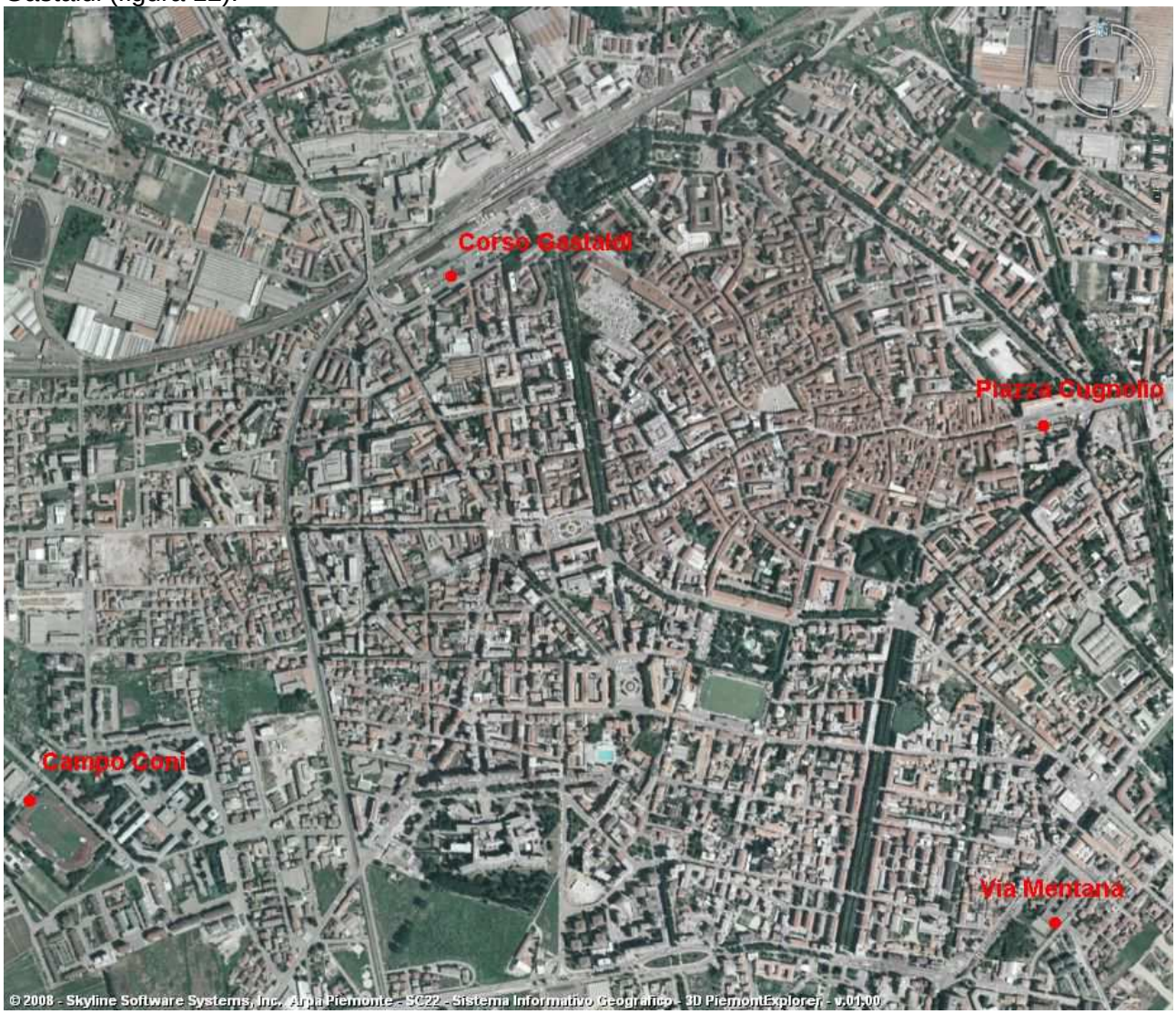

Figura 12: localizzazione dei punti di misura

Per tutti i parametri considerati si osserva un andamento giornaliero completamente sovrapponibile; i valori assoluti misurati in Piazza Cugnolio sono simili a quelli misurati in C.so Gastaldi , mentre i valori di campo Coni sono paragonabili a quelli di via Mentana.
Per quanto riguarda i confronti con i limiti, quando applicabili, si osserva che per tutti i parametri, escluso il PM10, sono inferiori a detti limiti e non si verificano quindi situazioni di criticità.
Per quanto riguarda il PM_{10}, i dati sono elevati a conferma della perdurante criticità di questo parametro nella realtà vercellese e più in generale regionale.