

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

OGGETTO: Contributo tecnico relativo al monitoraggio della qualità dell'aria eseguito ad Asigliano Vercellese dal 15/11/2010 al 28/02/2011

(Servizio B5.16)

Redazione	Funzione: Coordinamento attività Qualità dell'aria Nome: Mario Fassi	Data:	Firma:
		Data:	Firma:
Verifica	Funzione: Responsabile Produzione Nome: Giancarlo Cuttica	Data:	Firma:
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Vercelli Nome: Giancarlo Cuttica	Data:	Firma:

ARPA Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017
Dipartimento Provinciale di Vercelli
Produzione

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

INDICE

	Pag.
1. Premessa	3
2. Benzene	10
3. Biossido di azoto	12
4. Biossido di zolfo	14
5. Monossido di carbonio	16
6. Ozono	18
7. Particolato PM ₁₀	21
8. Direzione e velocità del vento.	23
9. Dati riassuntivi	25
10. I.P.A.	27
11. Metalli	31
12. Correlazione misure effettuate con direzione e velocità del vento	36

1. Premessa

Per meglio inquadrare l'impatto ambientale associato all'impianto di termodistruzione di Rifiuti Solidi Urbani di Vercelli deve essere tenuta in considerazione anche la stima delle ricadute al suolo degli inquinanti originati.

I risultati di tale valutazione possono poi essere successivamente confrontati con le concentrazioni degli inquinanti monitorati presso le stazioni di misura della qualità dell'aria (monitoraggio regionale) presenti nella zona al fine di valutare l'incidenza della sorgente sull'inquinamento atmosferico dell'area nel medio-lungo termine.

Tale stima si ottiene mediante l'utilizzo di modelli e può essere poi "irrobustita" con dati ottenuti da campionamenti discontinui eseguiti tramite appositi strumenti posti in una zona di territorio ritenuta rappresentativa delle ricadute.

La rappresentatività del sito di campionamento è legata ai seguenti fattori:

- ◆ distanza dal punto di emissione;
- ◆ posizione interna al fascio di ricaduta stimato dal modello e sua continuità con l'asse principale di diffusione ottenuto;
- ◆ assenza o massima riduzione di fattori perturbativi (traffico, altri impianti industriali ...);
- ◆ sicurezza (area recintata o sorvegliata).

I risultati ottenuti da questi campionamenti possono essere quindi direttamente correlati con quelli ottenuti in contemporanea presso le stazioni di misura della qualità dell'aria.

La stima preliminare è stata eseguita utilizzando modelli diffusionali, che hanno tenuto conto di:

- ◆ analisi delle informazioni disponibili relative alla caratterizzazione meteorologica;
- ◆ analisi delle informazioni disponibili relative alla caratterizzazione emissiva necessarie alla simulazione di dispersione;
- ◆ studio della dispersione in atmosfera degli inquinanti considerati.

Rispetto alle sostanze prodotte dall'impianto di termovalorizzazione, la modellizzazione può essere fatta per i macroinquinanti:

- NO_x ossidi di azoto
- CO monossido di carbonio
- particolato (PM₁₀)*

e per i microinquinanti:

- PCDD policlorodibenzodiossine
- PCB policlorobifenili
- IPA idrocarburi policiclici aromatici

I parametri analoghi monitorati dalle centraline della rete regionale sono:

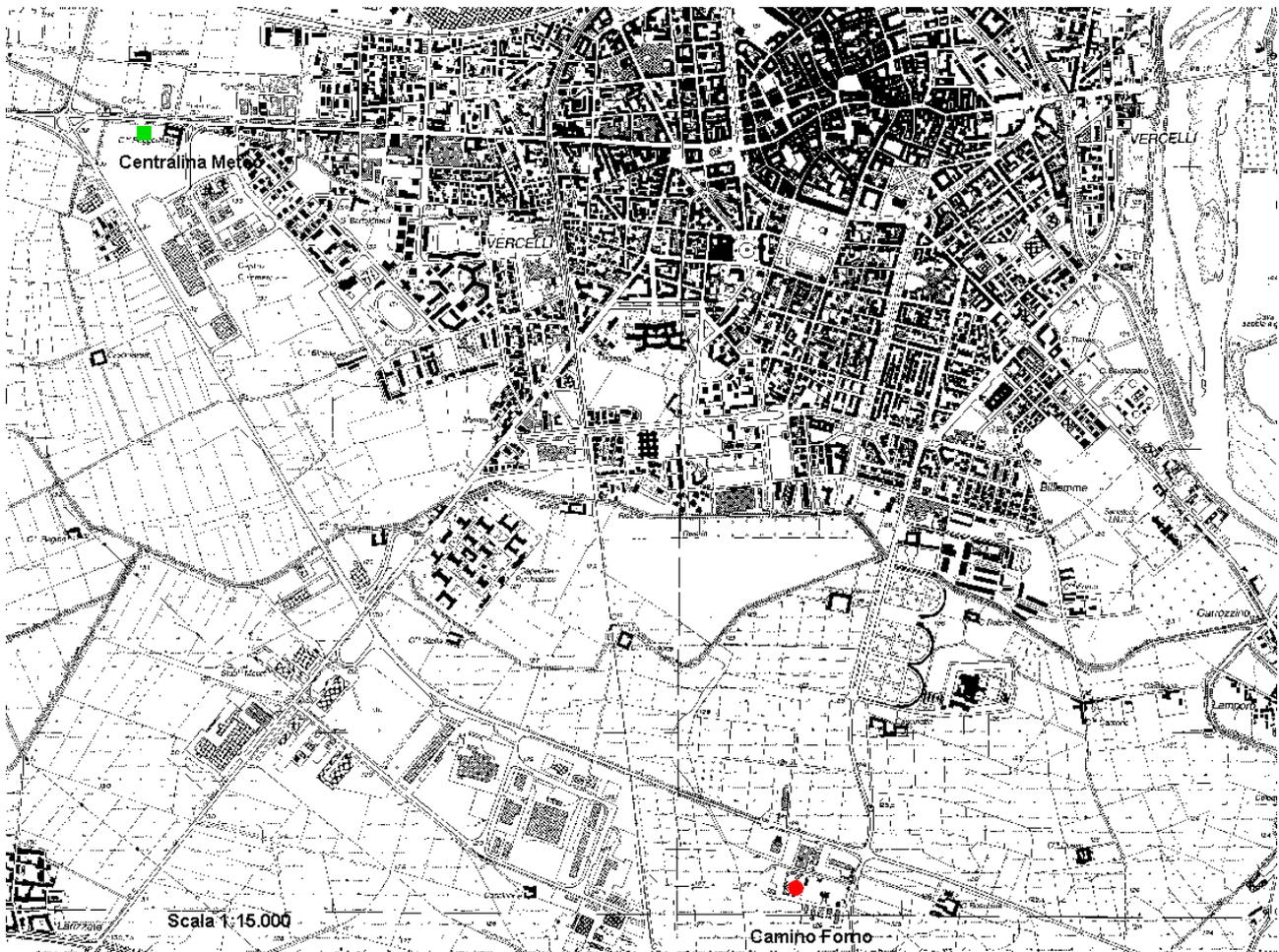
- NO_x ossidi di azoto
- CO monossido di carbonio
- particolato PM₁₀

*E' da precisare che le emissioni per l'impianto Veolia sono controllate come concentrazioni delle polveri intese come particolato totale. Dal punto di vista della normativa sulla qualità dell'aria l'interesse è invece

incentrato sulla frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (particolato PM₁₀); si ipotizza che tutto il particolato emesso sia rappresentato da tale frazione. Si ritiene di utilizzare questa ipotesi perché risulta cautelativa ed inoltre tende a compensare la trattazione relativa alla formazione del particolato secondario che il modello di dispersione in uso, prendendo in considerazione i soli inquinanti primari, non è in grado di effettuare.

Si ritiene quindi di iniziare la comparazione, campionando nel sito solo il particolato PM₁₀.

Quadro della situazione legata alla stima preliminare



La scelta della centralina regionale dei dati meteo è giustificata dalla vicinanza della stessa all'impianto di termovalorizzazione (i due siti distano l'uno dall'altro circa 4 km) posta a NO. Vengono registrati i dati di: velocità e direzione vento, temperatura, radiazione totale e precipitazioni.

Le centraline della rete di monitoraggio qualità dell'aria si trovano nel Campo Coni, posta a circa 3km a NO, ed in Corso Gastaldi a circa 3,5 km a N.

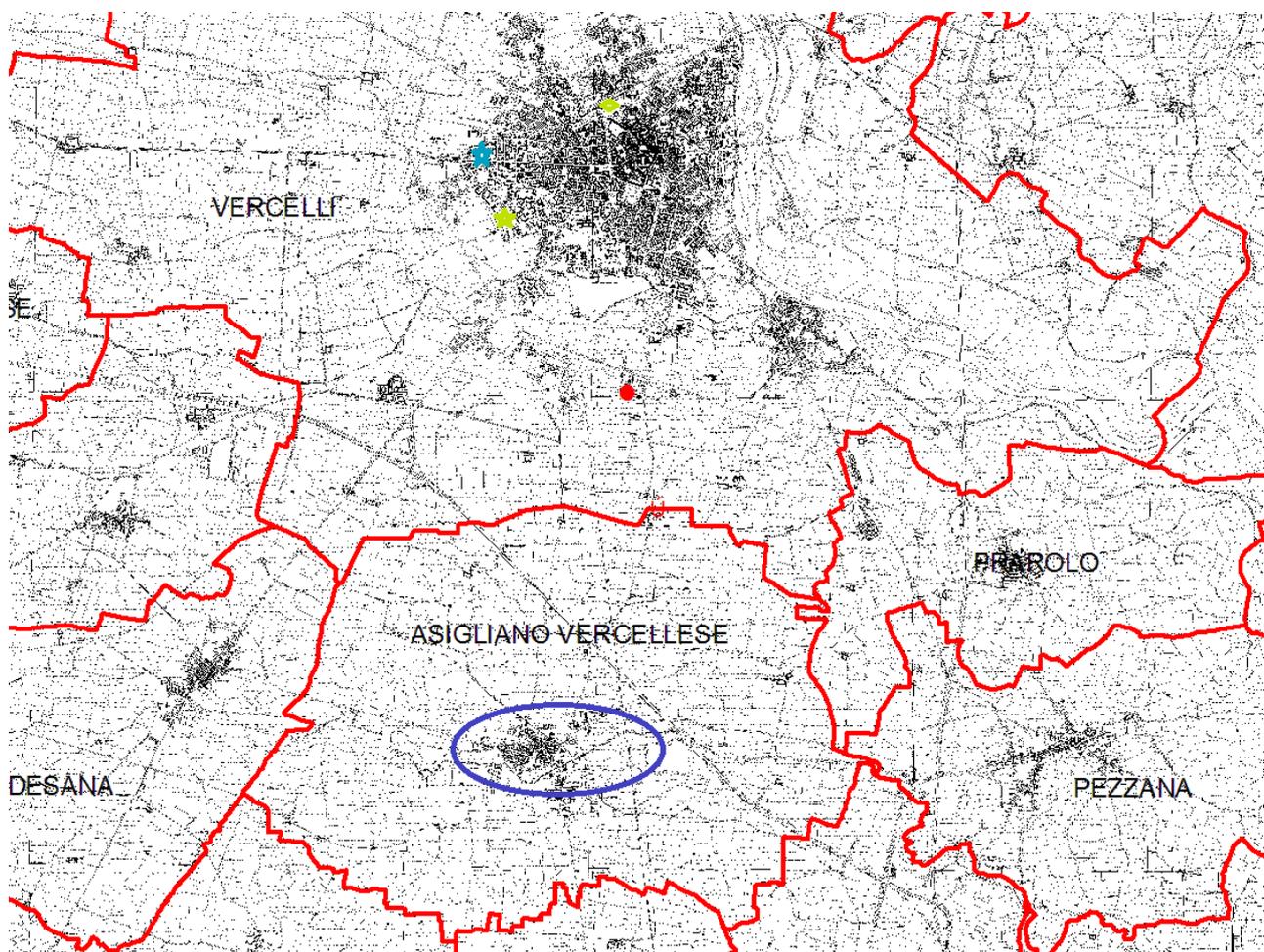
Considerate le rose dei venti riferite ad alcuni anni solari, si ha che le correnti prevalenti hanno una direzione da NNO e da NNE, per cui la zona più adatta per campionare le ricadute si trova nella zona a Sud dell'impianto.

Tenendo conto dell'orografia della zona (pianura), della destinazione d'uso (prevalentemente risaie), della tipologia climatica (inverni rigidi con estesi fenomeni di nebbia, estati calde con notevole tasso di umidità), si ritiene efficace un controllo del PM₁₀ con due periodi di campionamento di un mese ciascuno da eseguire nel tardo autunno ed in primavera.

In base a queste premesse si è individuato come ideale il Comune di Asigliano Vercellese, il cui abitato si trova in direzione S, SSO all'impianto e che dista dallo stesso 4-5km.

Il sito esatto sarà definito concordando con il Sindaco le modalità di posizionamento rispetto alla disponibilità di energia ed alla possibilità di sorveglianza sugli strumenti.

Quadro ottenuto dalla valutazione dei dati da modello e ubicazione preliminare sito di campionamento.



In azzurro - la centralina meteo

In verde - le centraline qualità aria

In rosso - il camino dell'impianto

Ovale blu - sito per il campionamento discontinuo delle ricadute.

Definizione dei metodi analitici da utilizzare per le diverse matrici ambientali considerate.

È stato progettato nell'ambito dello svolgimento dell'obiettivo uno studio delle immissioni (ricadute) dell'impianto che ha comportato il posizionamento del mezzo mobile, già utilizzato per lo studio della Qualità dell'Aria, in un'area del Comune di Asigliano Vercellese, comune confinante con l'impianto, per lo studio della ricaduta e dell'incidenza sulla qualità dell'aria delle emissioni provenienti dall'impianto di incenerimento.

Sono stati, quindi, stabiliti i metodi analitici per la definizione dell'efficacia dell'incenerimento verificata sull'incombusto presente nelle scorie pesanti già rappresentato nella relazione sul punto 2 ed i metodi analitici per la caratterizzazione chimica di PM10, idrocarburi policiclici aromatici e metalli nelle immissioni.

Per la misura della concentrazione del materiale particolato sospeso PM10 è stato considerato quanto stabilito all'art 3 "Misura delle concentrazioni della frazione delle particelle sospese PM10" del D.M. 25 novembre 1994 "Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinamenti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al decreto ministeriale 15 aprile 1994". Ai fini della individuazione delle sorgenti emissive e della valutazione della esposizione, la misura della concentrazione del materiale particolato sospeso PM10 è data dal valore della massa di particelle sospese in atmosfera con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron (10-6 m) per metro cubo di aria, rilevata nell'intervallo di 24 ore.

Ai fini della valutazione delle immissioni della frazione delle particelle sospese di PM10 sono state misurate per un periodo di due mesi, in modo continuativo, raccogliendo settimanalmente i filtri sui quali operare la valutazione gravimetrica.

Per la ricerca analitica degli idrocarburi policiclici aromatici e dei metalli (Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo) nelle immissioni si è deciso di applicare metodi utilizzati per la caratterizzazione delle stesse componenti nel particolato atmosferico raccolto su filtri per lo studio della qualità dell'aria.

I metalli nella frazione PM10 del particolato atmosferico vengono determinati in accordo alla norma UNI EN 14902:2005 (Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione) che prevede una mineralizzazione con tecnica delle microonde in ambiente acido ossidante per acido nitrico e perossido di idrogeno.

La determinazione dei metalli viene poi eseguita successivamente sulla frazione mineralizzata utilizzando tecniche spettroscopiche analisi dei metalli con elevata sensibilità analitica. A questo proposito presso il laboratorio di Vercelli le suddette determinazioni verranno condotte avvalendosi di un forno a microonde a vaso chiuso ed un sistema ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry).

In Arpa tale metodo è catalogato come:

U RP K166 [Determinazione di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo nel particolato atmosferico raccolto su filtri \(UNI EN 14902:2005\)](#)

Il metodo si applica alla determinazione di Arsenico, Cadmio, Nichel e Piombo su campioni di particolato atmosferico (PM10 e PM2.5) raccolti su filtri a membrana (nitrato di cellulosa o acetato di cellulosa) o in fibra di quarzo; le matrici interessate sono:

Classi Sottoclassi
D1.24 Particolato atmosferico

Analogamente il laboratorio utilizza il metodo di determinazione degli IPA sul particolato atmosferico raccolto su filtri come descritto da:

U RP M401 [Determinazione di idrocarburi policiclici aromatici \(IPA\) in aria - Decreto Ministeriale 25/11/94 All. VII](#)

e dal relativo protocollo applicativo:

U RP K165 [Determinazione di idrocarburi policiclici aromatici nel particolato atmosferico raccolto su filtri](#)

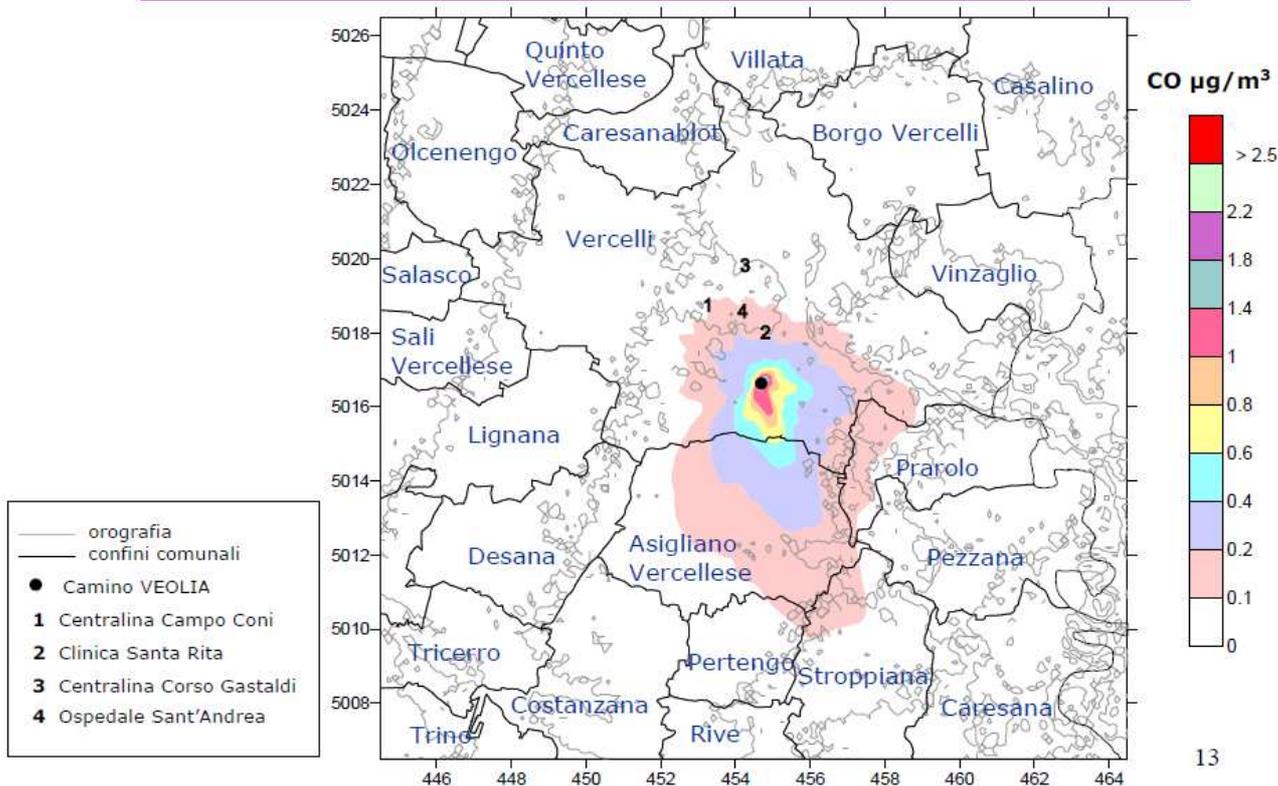
Il presente studio quindi è finalizzato alla valutazione delle possibili ricadute al suolo di inquinanti originati dall'impianto Veolia S.p.A. di Vercelli, presso il quale si svolgono attività di termodistruzione di Rifiuti Solidi Urbani. La scelta del sito di misura è stata fatta in ragione degli esiti della simulazione modellistica di dispersione in atmosfera degli inquinanti prodotti dall'impianto Veolia S.p.A., eseguita dalla S.S 05.06 "sistemi elaborativi e modellistica" di Grugliasco. Per maggior comprensione si allegano alcune tabelle tratte dallo studio eseguito dai colleghi di Grugliasco.

Figura 12 - Contributo dell' Impianto Termodistruzione RSU - VEOLIA
Concentrazioni di CO - medie annuali

Calme di vento portate a 1 m/s - anno 2007

Massima media annuale calcolata: **2.15** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel punto-->

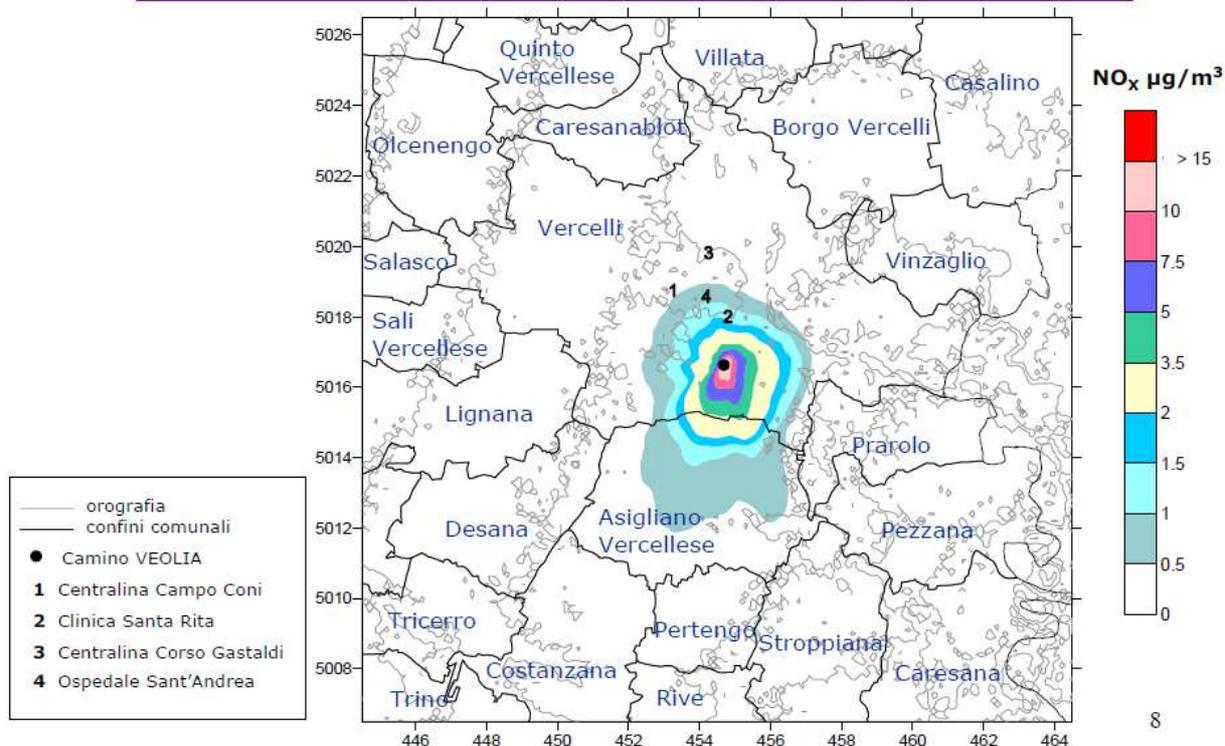
X: 454.800 Km Y: 5016.700 Km



13

Figura 7 - Contributo dell' Impianto Termodistruzione RSU - VEOLIA
Concentrazioni di NO_x - medie annuali

Attivazione del modulo calme di vento - anno 2008
 Massima media annuale calcolata: **16.1** µg/m³ nel punto-->
 X: 454.800 km Y: 5016.700 Km



Si evidenzia come il modello di dispersione degli inquinanti prodotti dal camino di Veolia, traccia le curve di isoconcentrazione in direzione del sito scelto per nostro studio. Si può altresì notare che il sito in cui si è effettuato lo studio, il comune di Asigliano Vercellese, appartenga allo stesso settore di concentrazione della centralina di campo CONI con cui è stato eseguito il confronto.

La campagna di monitoraggio presso il comune di Asigliano è stata effettuata per il periodo dal 15/11/2010 al 19/01/2011 con un campionatore trasportabile di PM10 posizionato nel cimitero comunale e dal 20/01/2011 al 28/02/2011 con il mezzo mobile presso Piazza Vittorio Veneto.

Nel primo periodo si potranno quindi valutare i dati delle polveri sottili PM10 i metalli e gli idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.), mentre dal giorno 20 gennaio 2011 al giorno 28 febbraio 2011 oltre a questi parametri valuteremo la presenza di:

- Benzene,
- Biossido di azoto,
- Biossido di zolfo,
- Monossido di carbonio,
- Ozono,

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;

L'analisi statistica dei grafici comprende i seguenti calcoli:

- Media:
 - Media giornaliera: effettua il calcolo delle medie giornaliere, solo se per ogni giornata è presente almeno il 90% dei dati.
 - Media per ora: calcola le medie per ogni ora di tutti i dati del periodo, nel caso di dati orari e le medie per tempo di registrazione, nel caso più generale di dati non orari.
 - I grafici del PM10 tengono conto del dato giornaliero.

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 correlabile al traffico veicolare. L'entità delle emissioni veicolari 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 nonché l'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 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

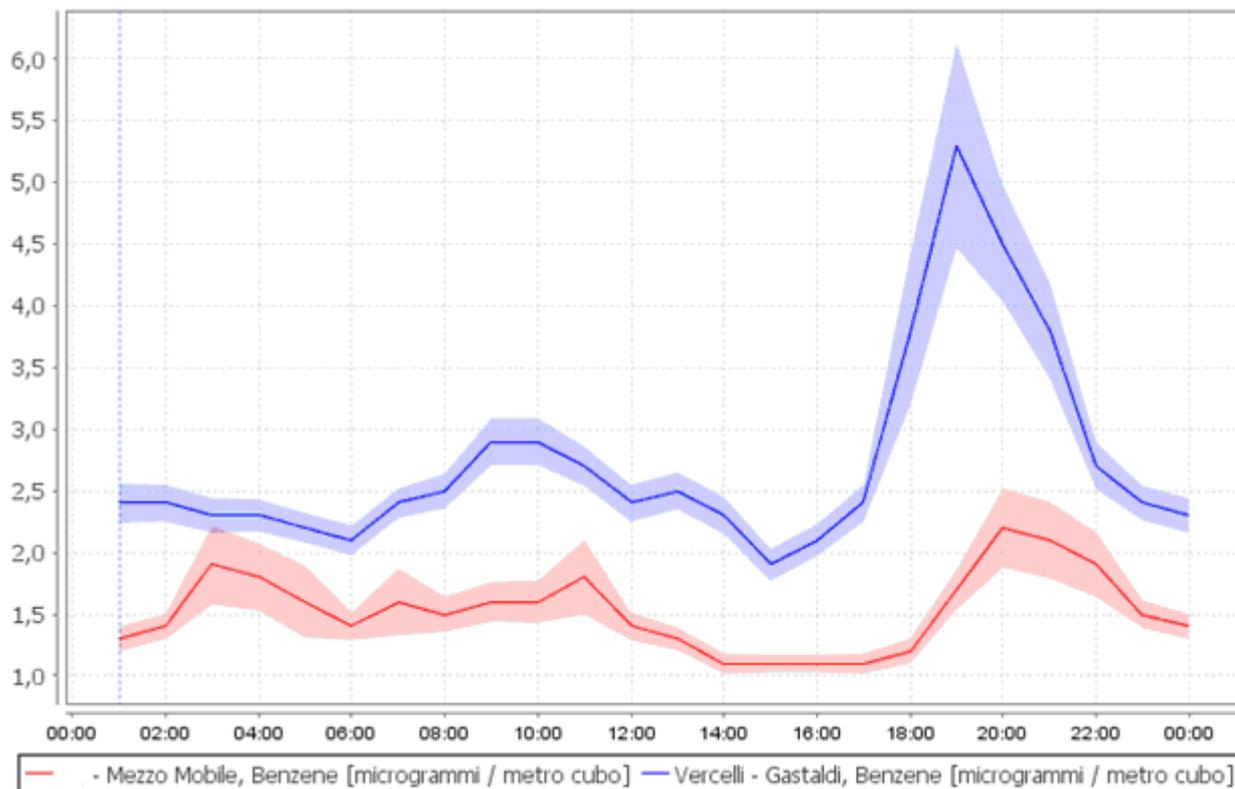
Misure

Parametro: Benzene (microgrammi / metro cubo)

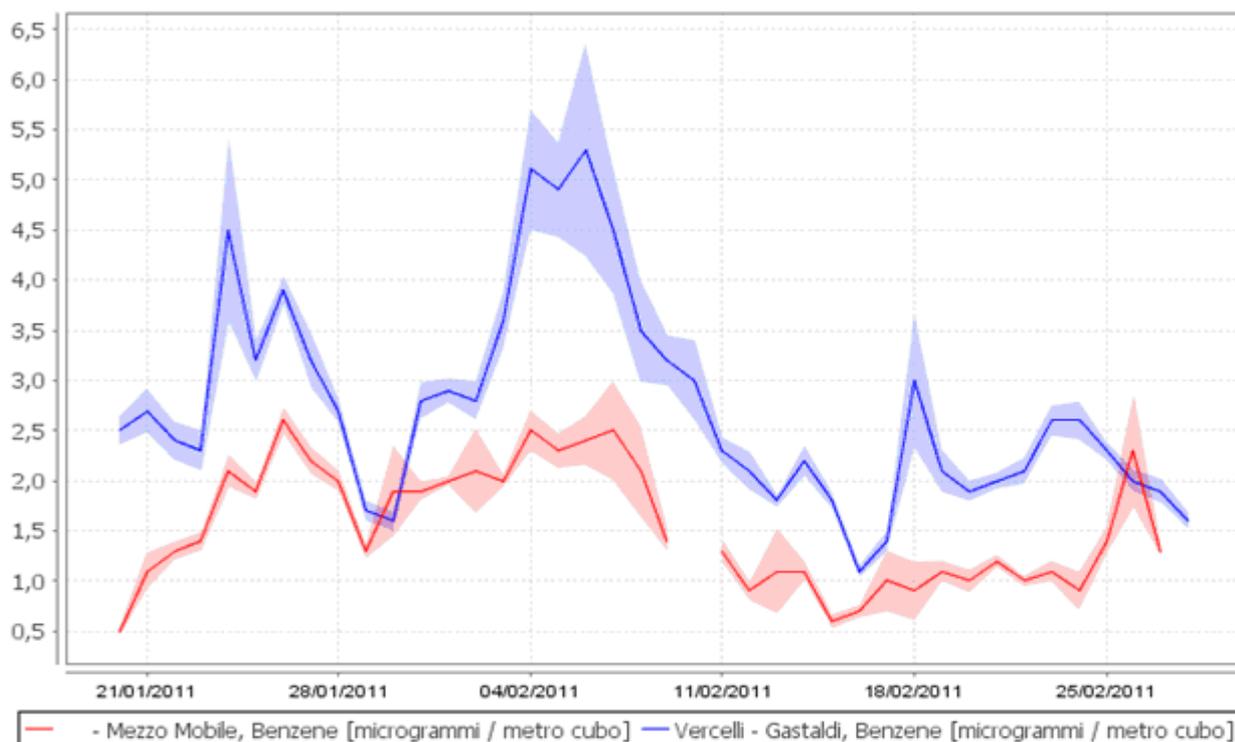
Minima media giornaliera	0.5
Massima media giornaliera	2.6
Media delle medie giornaliere	1.5
Giorni validi	39
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	1.5
Massima media oraria	12.3
Ore valide	931
Percentuale ore valide	99%

Nei grafici seguenti sono riportate le medie orarie e le medie giornaliere della concentrazione dell'inquinante rilevato dal Mezzo Mobile in confronto con i dati misurati nello stesso periodo, dalla centralina situata a Vercelli in Corso Gastaldi (centralina da traffico).

Media per ora



Media giornaliera



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 cui 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).

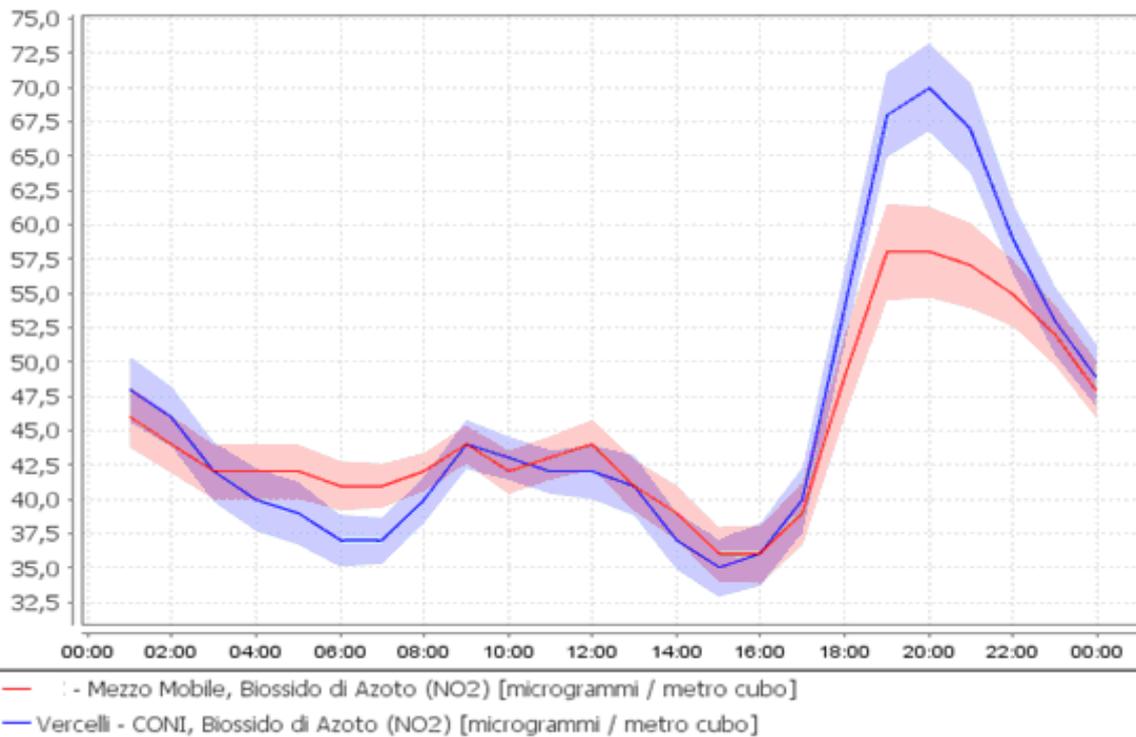
Misure

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

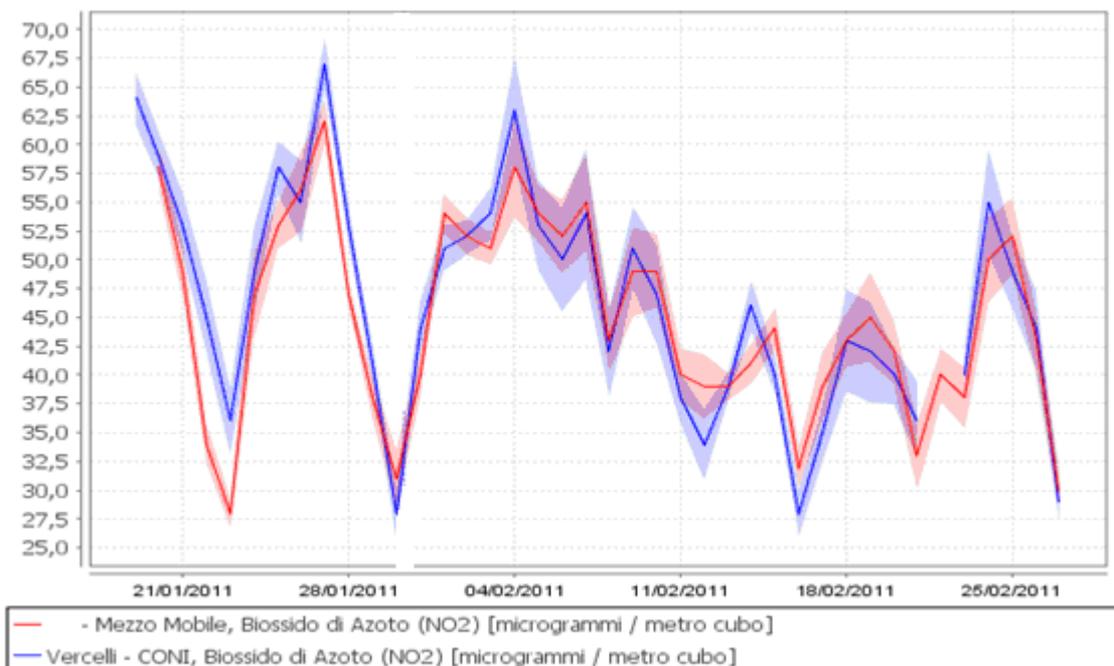
Minima media giornaliera	28
Massima media giornaliera	62
Media delle medie giornaliere	45
Giorni validi	39
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	45
Massima media oraria	111
Ore valide	935
Percentuale ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (400)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)</u>	0

Nei grafici seguenti sono riportate le medie orarie e le medie giornaliere della concentrazione dell’inquinante rilevato dal Mezzo Mobile in confronto con i dati misurati nello stesso periodo, dalla centralina situata a Vercelli nel Campo Coni.

Media per ora



Media giornaliera



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

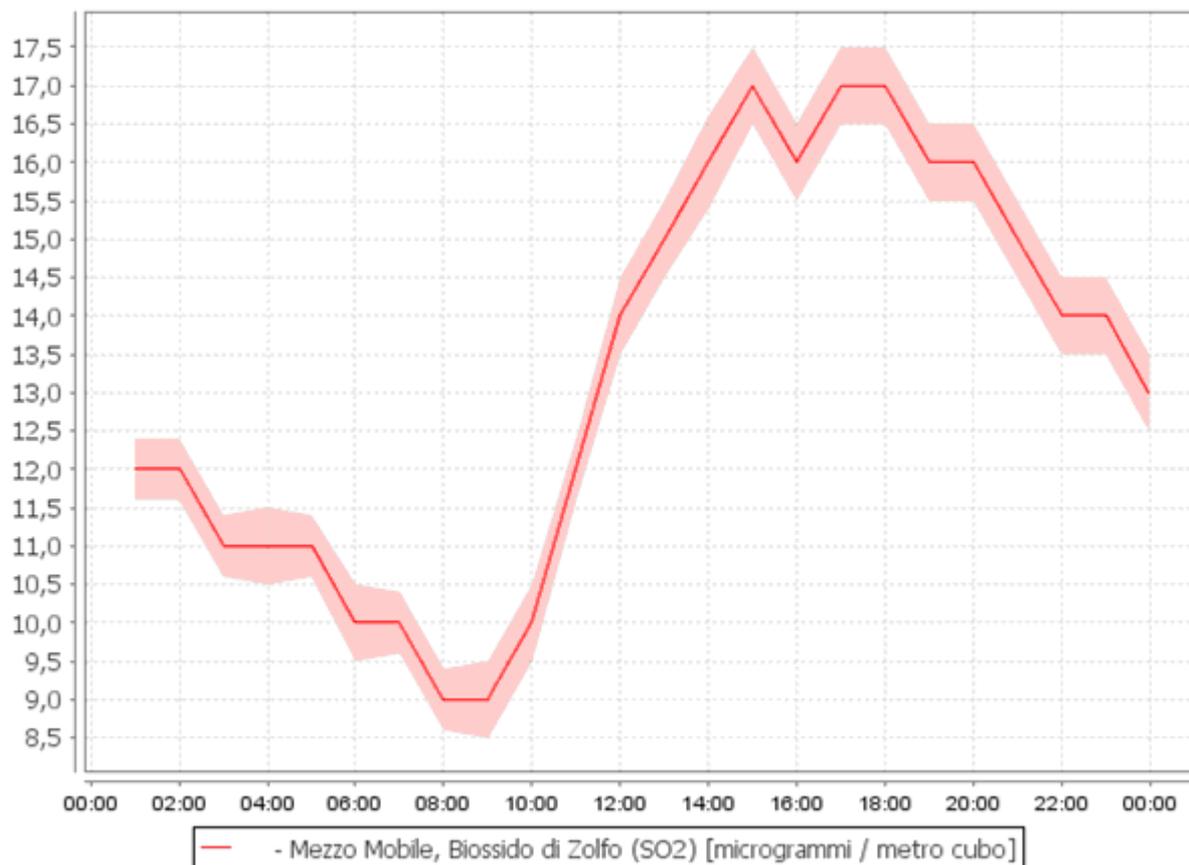
Parametro: Biossido di Zolfo (SO₂)

(microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	7.7
Massima media giornaliera	17.9
Media delle medie giornaliere	13.4
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	56%
Media dei valori orari	13.2
Massima media oraria	28.0
Ore valide	564
Percentuale ore valide	60%
<u>Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (500)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)</u>	0

Nel grafico seguente è riportato l'andamento medio orario della concentrazione dell'inquinante (giorno medio).

Media per ora



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 soltanto 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.

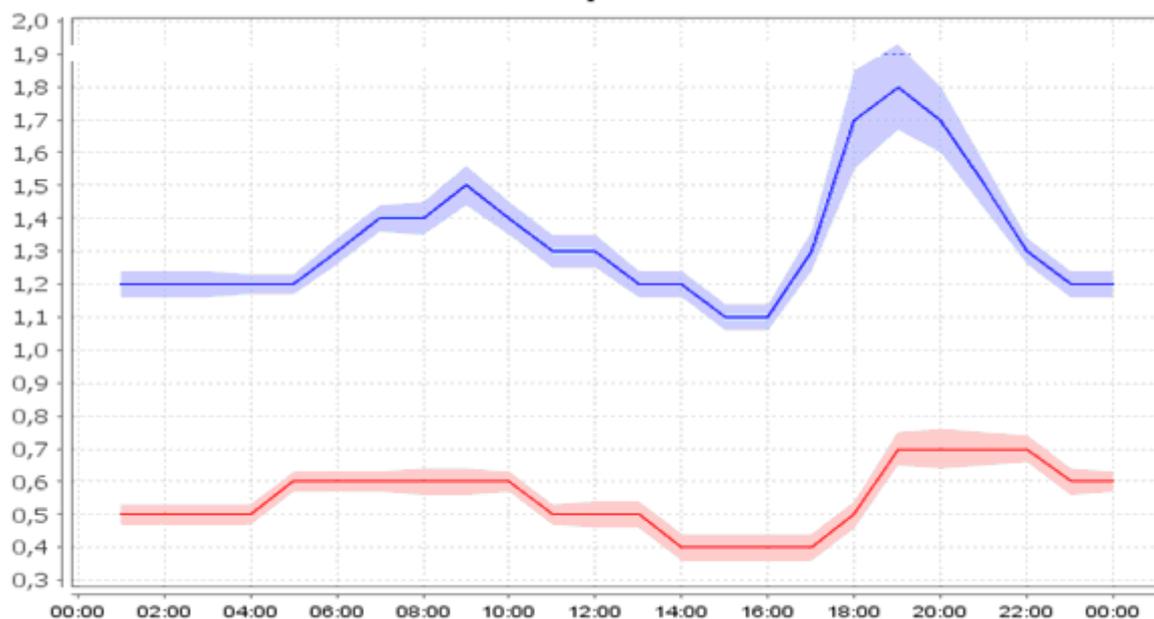
Misure

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

Minima media giornaliera	0.3
Massima media giornaliera	0.9
Media delle medie giornaliere	0.6
Giorni validi	39
Percentuale giorni validi	100%
Media dei valori orari	0.6
Massima media oraria	1.8
Ore valide	935
Percentuale ore valide	100%
Minimo delle medie 8 ore	0.2
Media delle medie 8 ore	0.6
Massimo delle medie 8 ore	1.3
Percentuale medie 8 ore valide	100%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obbiettivo a lungo term. per la prot. della salute umana (max media 8h > 10)</u>	0

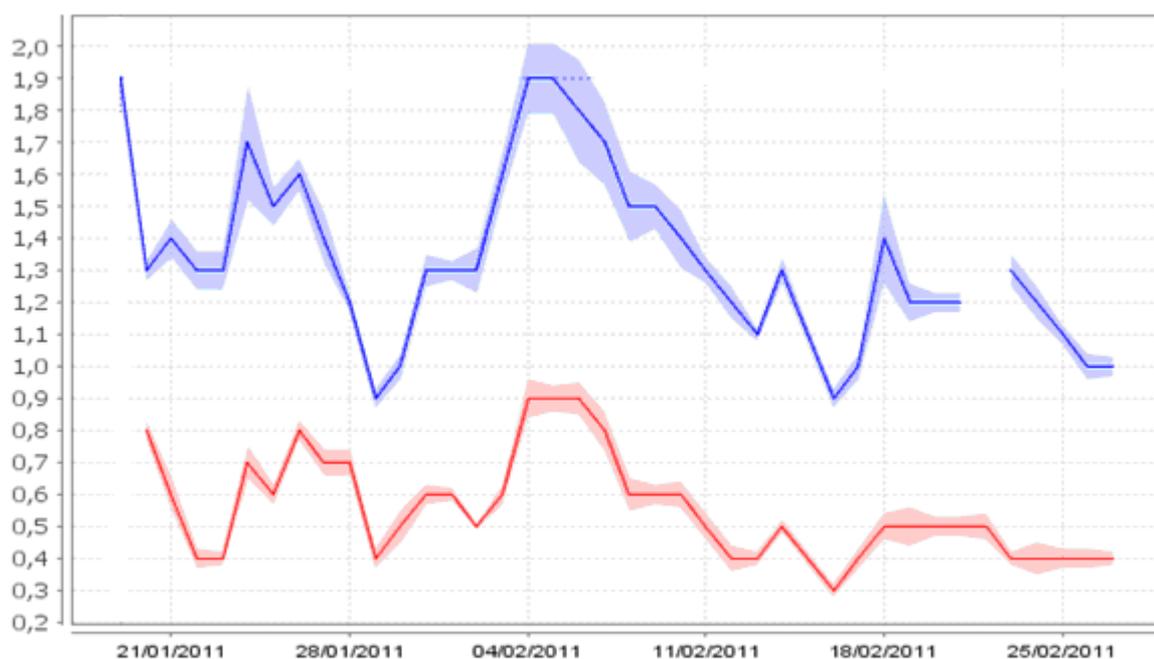
Nei grafici seguenti sono riportate le medie orarie e le medie giornaliere della concentrazione dell'inquinante rilevato dal Mezzo Mobile in confronto con i dati misurati nello stesso periodo, dalla centralina situata a Vercelli in Corso Gastaldi (centralina da traffico).

Media per ora



— - Mezzo Mobile, Monossido di Carbonio (CO) [milligrammi / metro cubo]
 — Vercelli - Gastaldi, Monossido di Carbonio (CO) [milligrammi / metro cubo]

Media giornaliera



— - Mezzo Mobile, Monossido di Carbonio (CO) [milligrammi / metro cubo]
 — Vercelli - Gastaldi, Monossido di Carbonio (CO) [milligrammi / metro cubo]

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 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

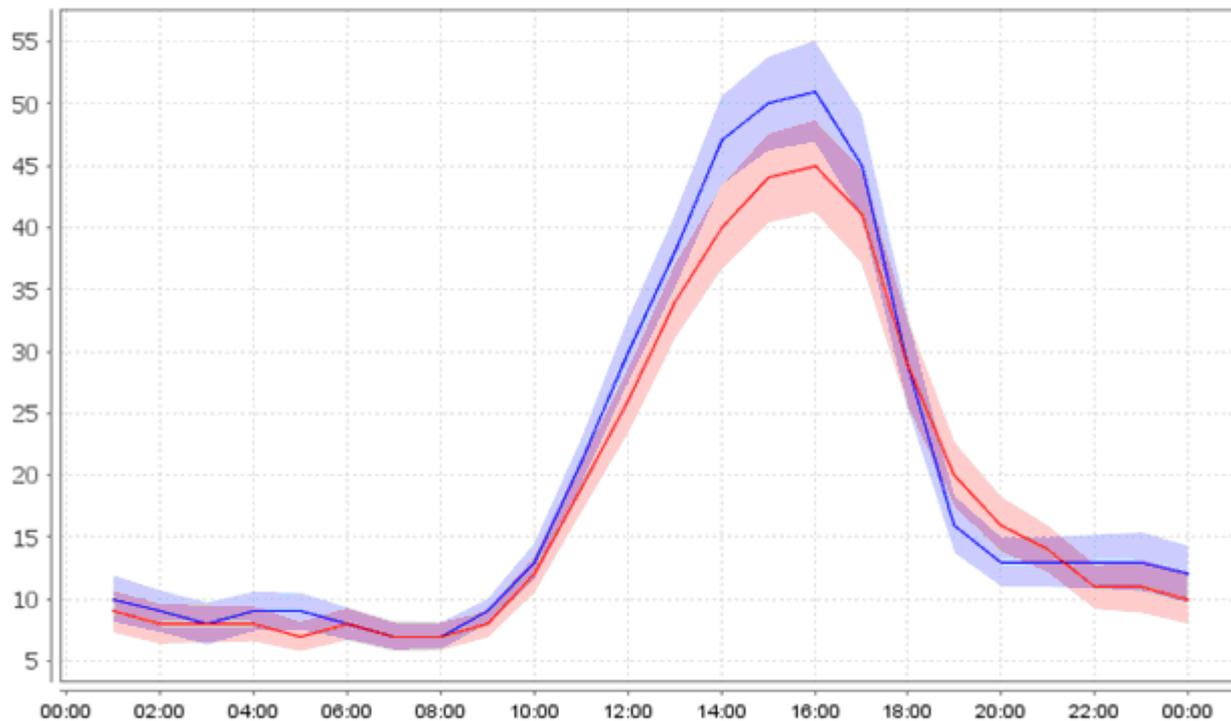
Parametro: Ozono (O3)

(microgrammi / metro cubo)

Minima media giornaliera	29
Massima media giornaliera	70
Media delle medie giornaliere	51
Giorni validi	24
Percentuale giorni validi	86%
Media dei valori orari	51
Massima media oraria	134
Ore valide	595
Percentuale ore valide	89%
Minimo delle medie 8 ore	6
Media delle medie 8 ore	51
Massimo delle medie 8 ore	113
Percentuale medie 8 ore valide	89%
<u>Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(120)</u>	0
<u>Numero di superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (max media 8h > 120)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un superamento livello informazione (180)</u>	0
<u>Numero di valori orari superiori al livello allarme (240)</u>	0
<u>Numero di superamenti livello allarme (240 per almeno 3 ore consecutive)</u>	0
<u>Numero di giorni con almeno un valore superiore al livello allarme (240)</u>	0

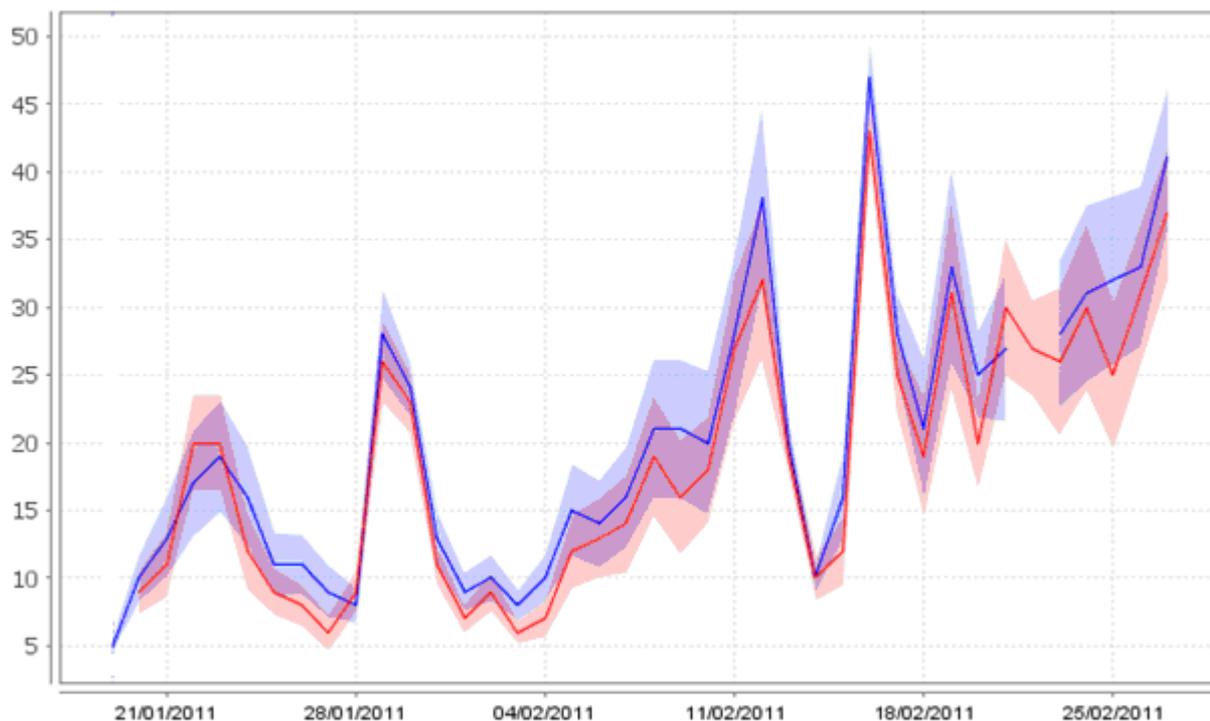
Nei grafici seguenti sono riportate le medie orarie e le medie giornaliere della concentrazione dell'inquinante rilevato dal Mezzo Mobile in confronto con i dati misurati nello stesso periodo, dalla centralina situata a Vercelli nel Campo Coni.

Media per ora



- Mezzo Mobile, Ozono (O3) [microgrammi / metro cubo]
 - Vercelli - CONI, Ozono (O3) [microgrammi / metro cubo]

Media giornaliera



- Mezzo Mobile, Ozono (O3) [microgrammi / metro cubo]
 - Vercelli - CONI, Ozono (O3) [microgrammi / metro cubo]

7. 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).

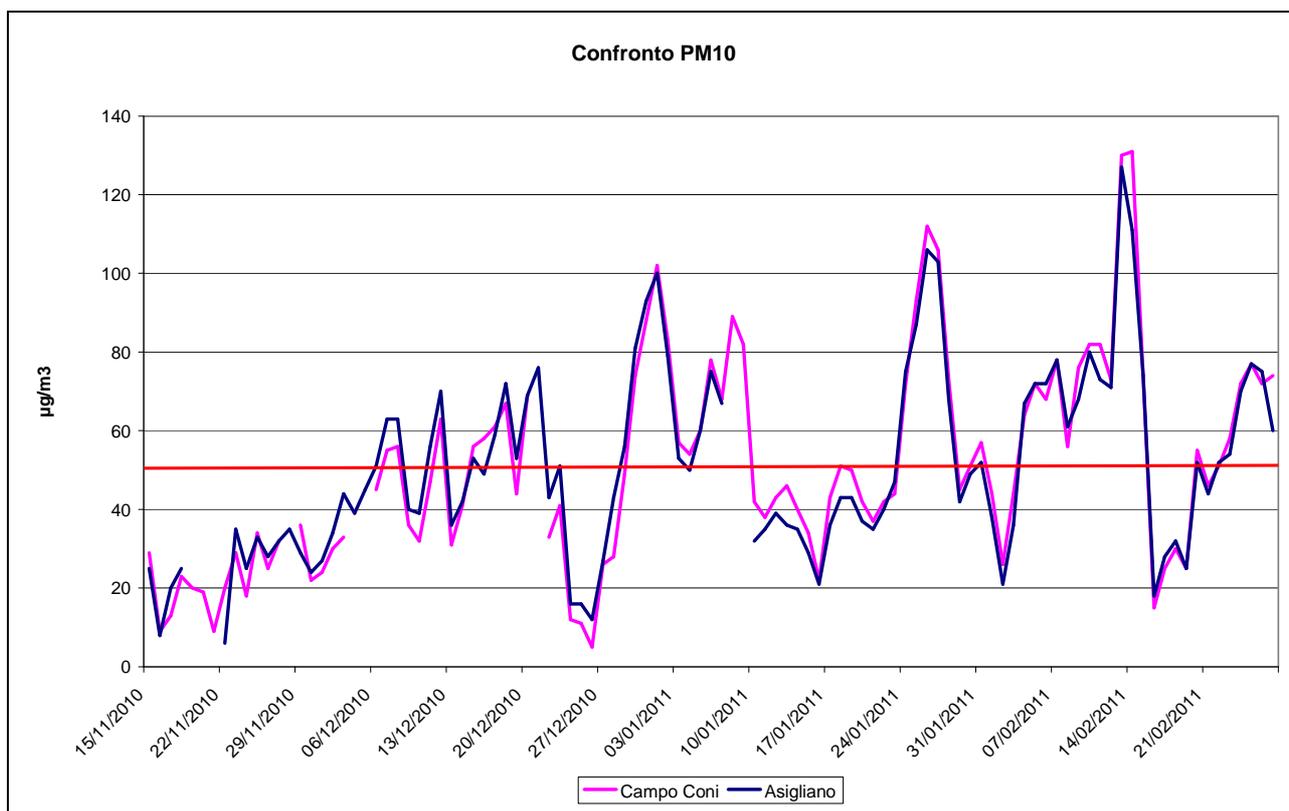
Il DM 60/2002, stabilisce i seguenti valori limite per la frazione PM₁₀:

- 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	8
Massima media giornaliera	127
Media delle medie giornaliere	51
Giorni validi	99
Percentuale giorni validi	94%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	46

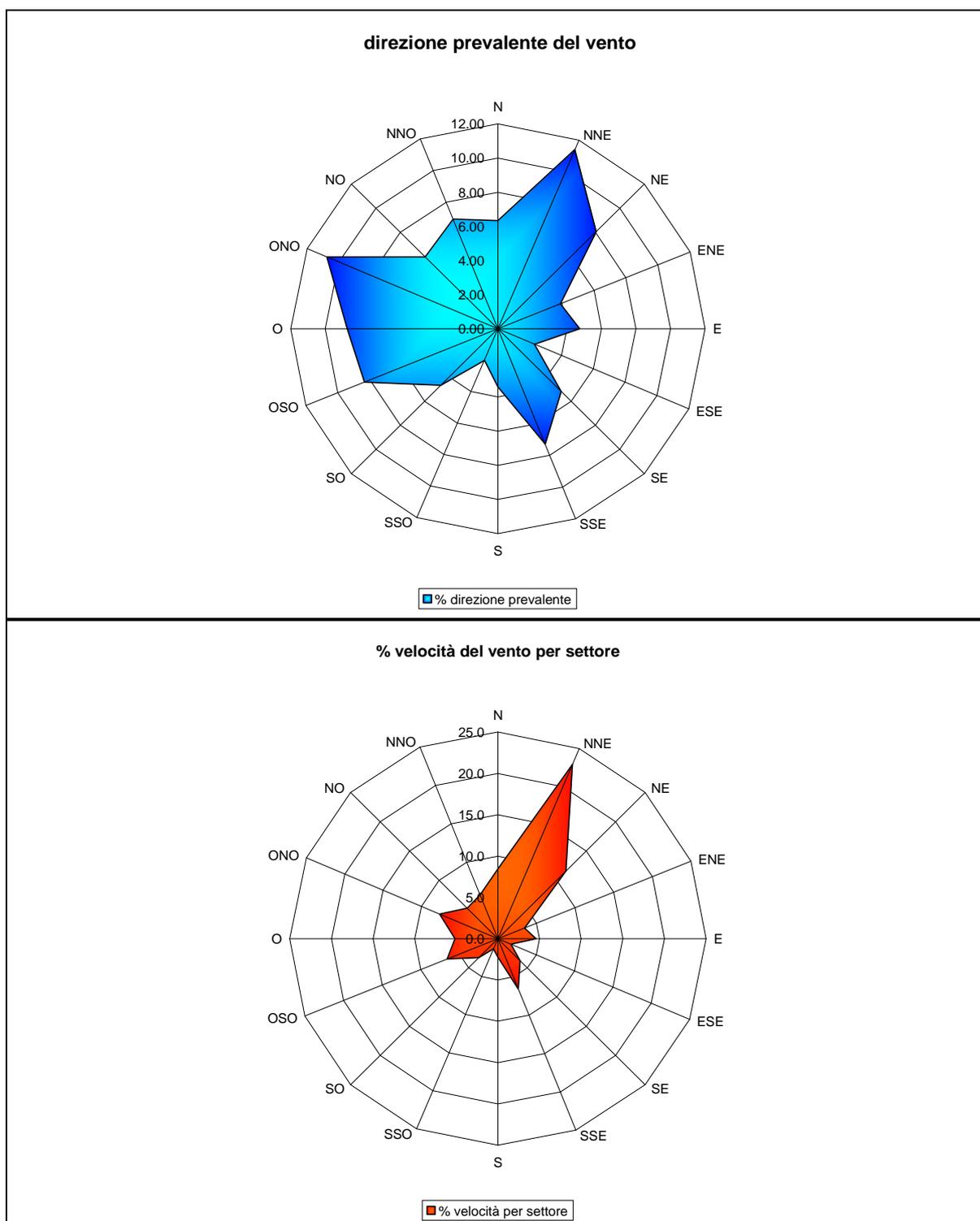


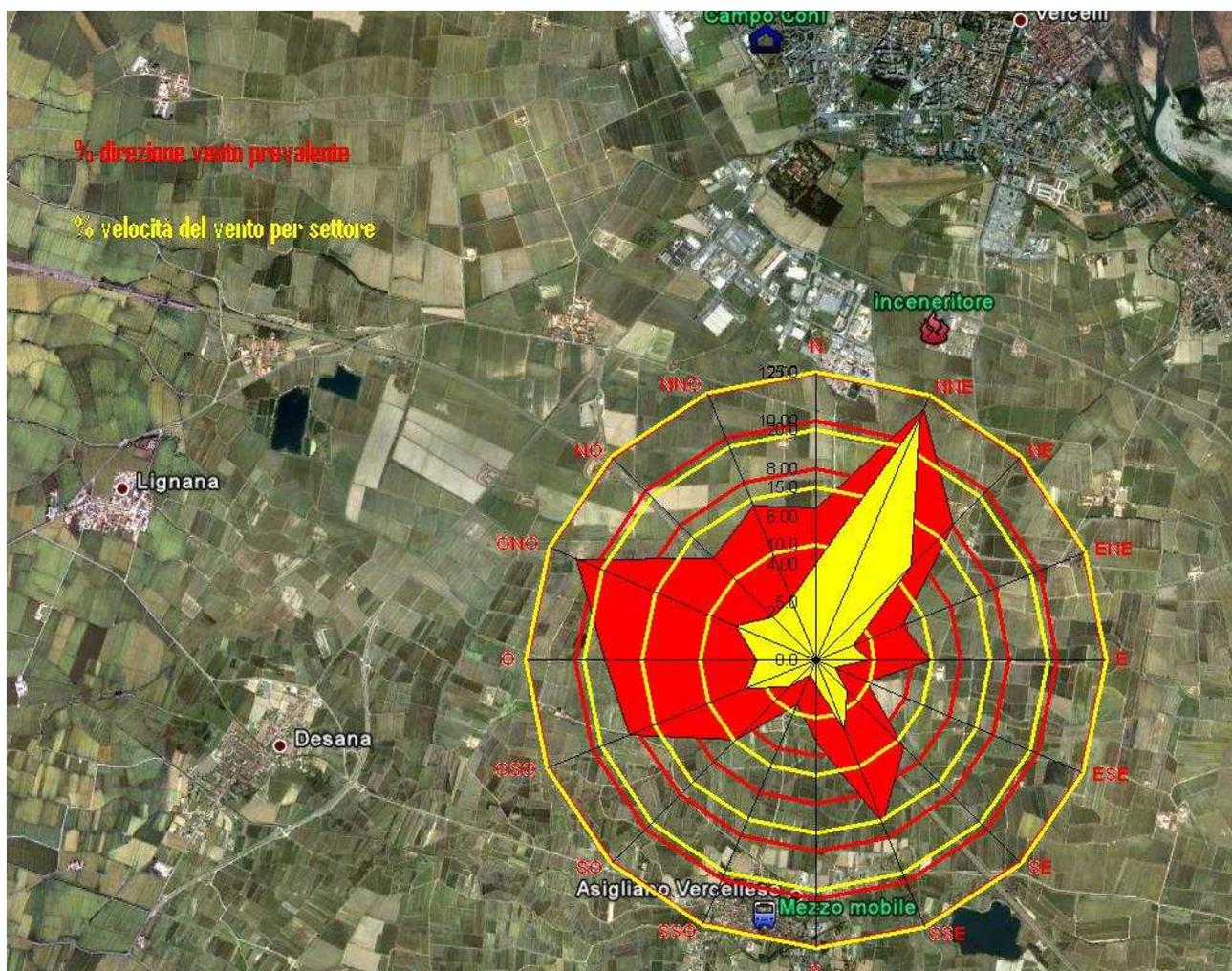
In questo grafico sono presenti i dati di PM10 misurati ad Asigliano presso il cimitero e quelli rilevati in piazza Vittorio Veneto, sono messi a confronto con i dati di PM10 rilevati nello stesso periodo dalla centralina di monitoraggio di Vercelli Coni.

8. Direzione e velocità del vento.

Il mezzo mobile è dotato di un tachoanemometro che rileva la direzione e velocità del vento ogni 10', tali dati sono stati elaborati e divisi per settore di provenienza.

I grafici risultanti da tale elaborazione ci mostrano le percentuali di direzione e velocità del vento proveniente da ciascun settore per l'intero periodo di misura del mezzo mobile.

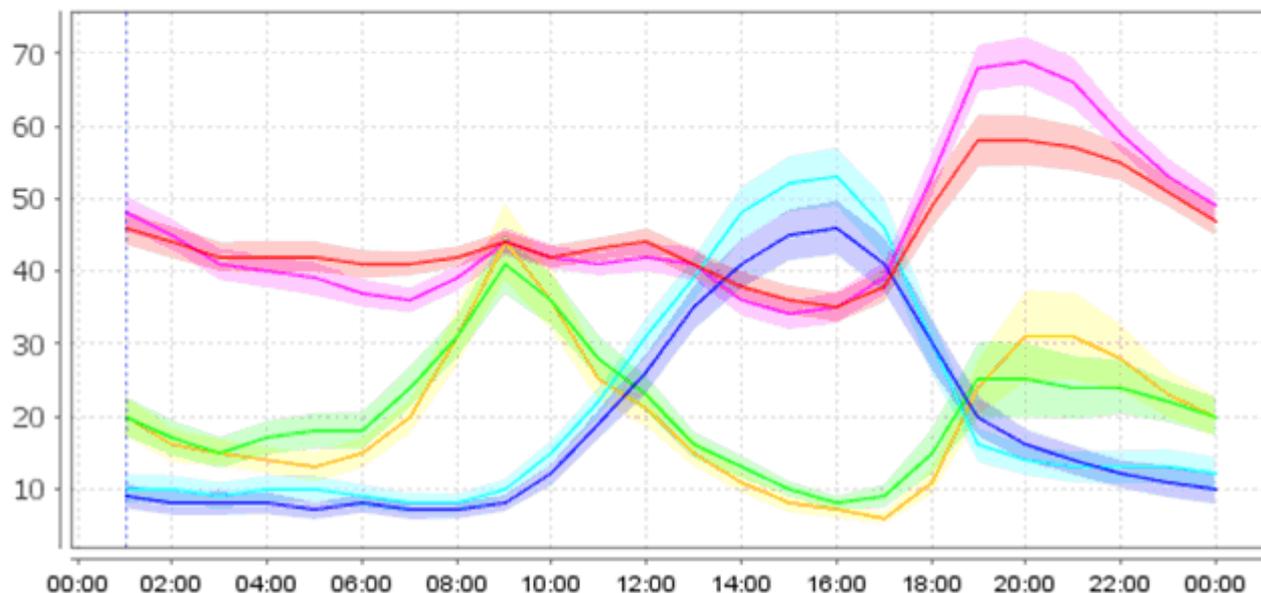




Nella figura sono rappresentati i grafici che ci mostrano le percentuali di direzione e velocità del vento proveniente da ciascun settore (medie per l'intero periodo di misura del mezzo mobile).

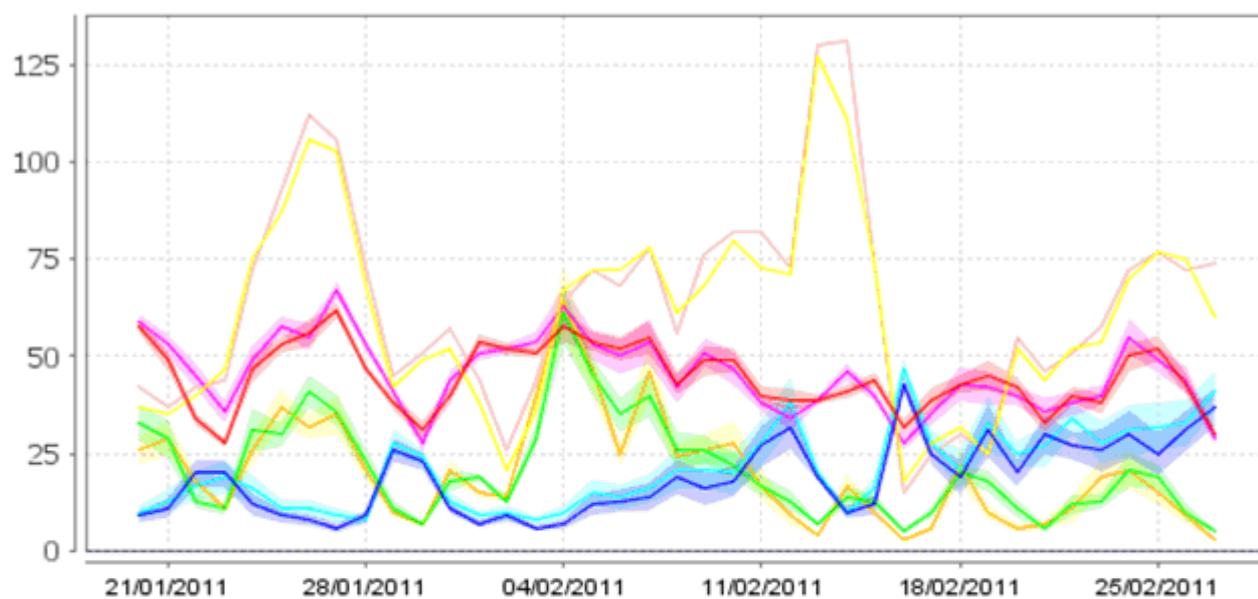
9. Dati riassuntivi

Media per ora



- Mezzo Mobile, Biossido di Azoto (NO₂) [microgrammi / metro cubo]
- Mezzo Mobile, Ozono (O₃) [microgrammi / metro cubo]
- Mezzo Mobile, Monossido di Azoto (NO) [microgrammi / metro cubo]
- Mezzo Mobile, Polveri PM₁₀ - Basso Volume [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Biossido di Azoto (NO₂) [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Ozono (O₃) [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Monossido di Azoto (NO) [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Polveri PM₁₀ - Basso Volume [microgrammi / metro cubo]

Media giornaliera



- Mezzo Mobile, Biossido di Azoto (NO₂) [microgrammi / metro cubo]
- Mezzo Mobile, Ozono (O₃) [microgrammi / metro cubo]
- Mezzo Mobile, Monossido di Azoto (NO) [microgrammi / metro cubo]
- Mezzo Mobile, Polveri PM10 - Basso Volume [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Biossido di Azoto (NO₂) [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Ozono (O₃) [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Monossido di Azoto (NO) [microgrammi / metro cubo]
- Vercelli - CONI, Polveri PM10 - Basso Volume [microgrammi / metro cubo]

10. Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)

Con il termine IPA si comprendono diversi composti organici con due o più anelli aromatici condensati tra loro. Anche se esistono oltre 100 prodotti policiclici, solo alcuni di questi possono essere dannosi per l'uomo e la fauna.

Origini

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono presenti ovunque in atmosfera, derivano dalla combustione incompleta di materiale organico e dall'uso di olio combustibile, gas, carbone e legno nella produzione di energia. La fonte più importante di origine antropica è rappresentata dalle emissioni veicolari seguita dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori. Gli idrocarburi volatili presenti in atmosfera provengono in larga misura dai gas di scarico delle autovetture a seguito di una incompleta combustione dei carburanti, ma anche per evaporazione dai serbatoi, e dalla rete di distribuzione. La quantità emessa dipende dalle condizioni di funzionamento, manutenzione e usura del motore.

A livello industriale gli IPA sono prodotti da numerose attività: lavorazione di metalli, raffinerie, cartiere, industrie chimiche e plastiche, inceneritori e depositi di sostanze tossiche.

Gli IPA possono essere riscontrati nei cibi in seguito alla cottura (esempio alla brace o affumicati) o su frutta e verdura per deposizione atmosferica in aree inquinate. Altre fonti possono essere l'asfalto stradale e, negli ambienti interni, i sistemi di riscaldamento che utilizzano legna e carbone. Anche le emissioni naturali dovute ad eruzioni vulcaniche e incendi possono essere rilevanti. Gli IPA sono presenti nell'atmosfera in quantità più contenute rispetto ad altri inquinanti e la loro concentrazione negli ultimi anni si sta riducendo grazie ai convertitori catalitici e alla riduzione di legno e carbone come fonti energetiche. Allo stesso tempo, a livello industriale, si è registrato un miglioramento delle tecnologie e dei controlli delle emissioni dei fumi.

Poiché è stato evidenziato che la relazione tra il Benzo(a)Pirene (BaP) e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

Effetti sulla salute e sull'ambiente

Gli IPA, sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. Presenti nell'aerosol urbano sono generalmente associati alle particelle con diametro aerodinamico minore di 2 micron e quindi in grado di raggiungere facilmente la regione alveolare del polmone e da qui il sangue e quindi i tessuti. Oltre ad essere degli irritanti di naso, gola ed occhi sono riconosciuti per le proprietà mutagene e cancerogene. Lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha inserito il Benzo(a)Pirene e altri IPA nelle classi 2A o 2B (possibili o probabili cancerogeni per l'uomo). A livello ambientale gli IPA contribuiscono al fenomeno dello "smog fotochimico".

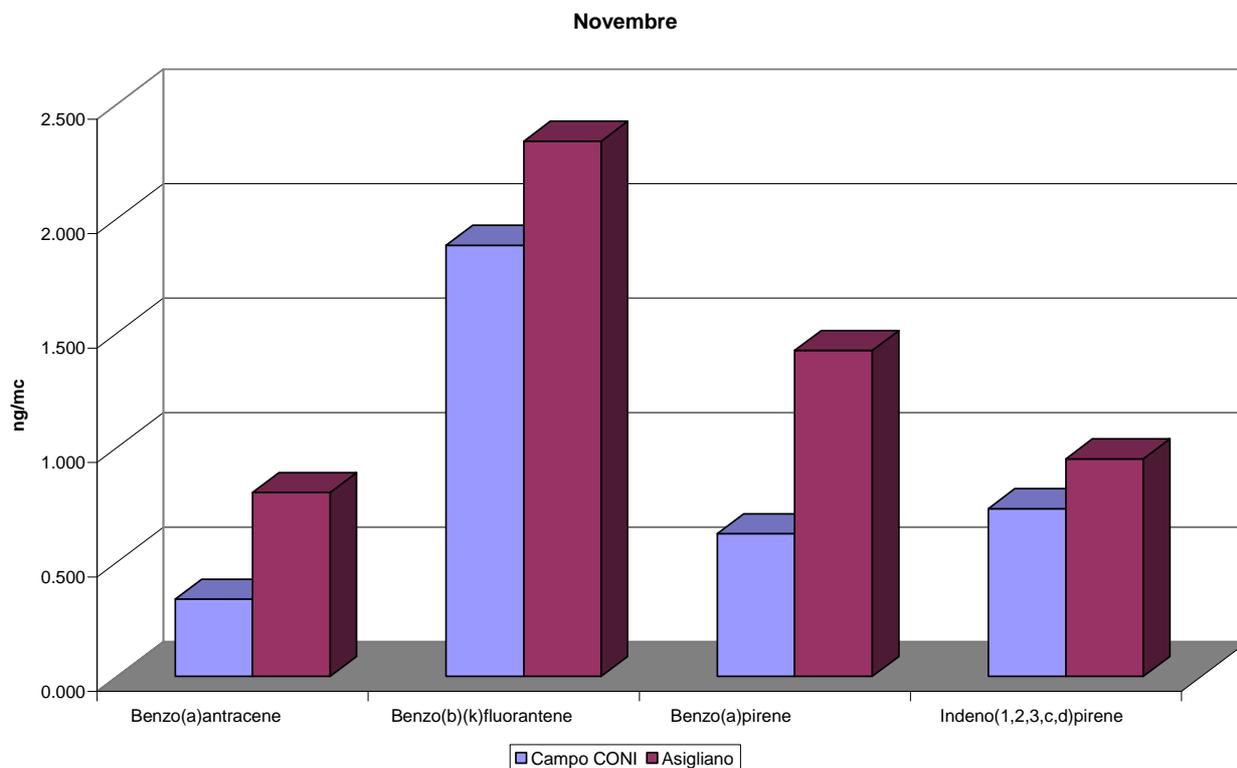
Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Valore obiettivo	Soglia val. sup.	Soglia val. inf.
Benzo(a)pyrene	salute umana	media annuale	ng/m ³	1,0	0,6	0,4

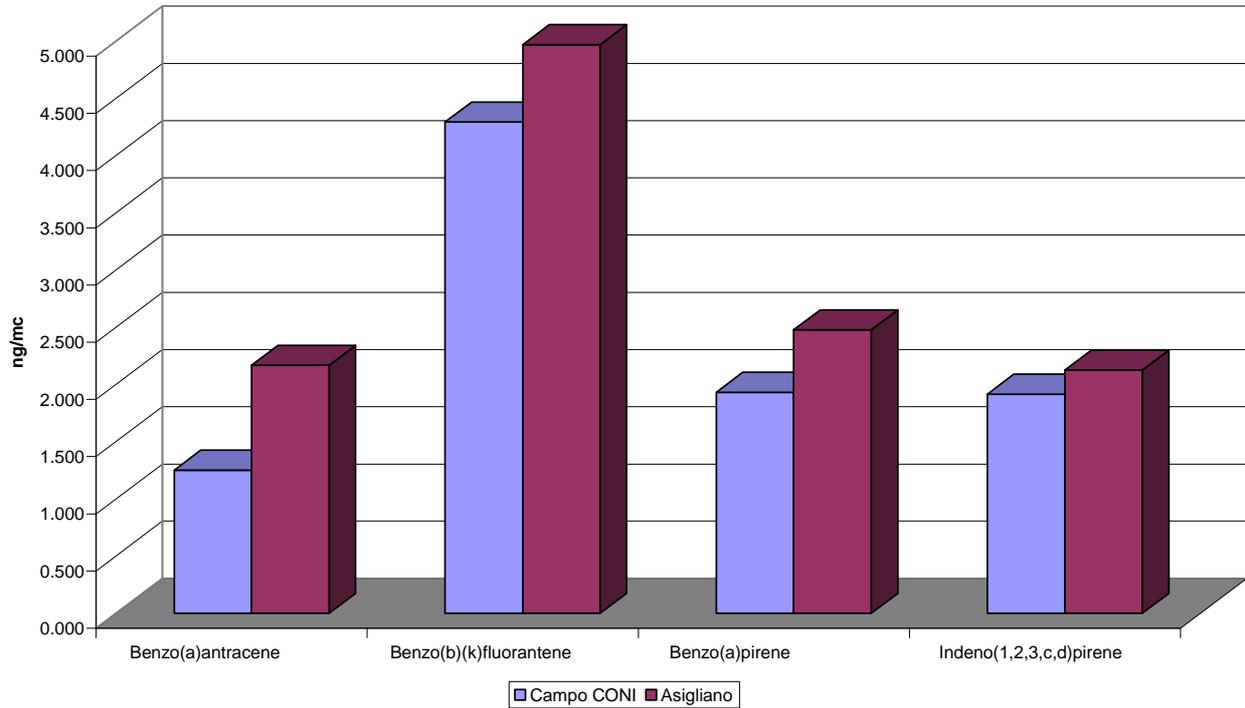
unita di misura ng/m³	novembre	dicembre	gennaio	febbraio
Naftalene	<0.15	0.408	<0.15	<0.15
Acenaftilene	0.365	0.169	<0.15	1.458
Acenaftene	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Fluorene	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Fenantrene	<0.15	0.352	0.293	0.259
Antracene	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Fluorantene	0.475	1.675	1.078	0.778
Pirene	0.512	1.802	1.124	0.875
Benzo(a)antracene	0.804	2.168	1.401	1.312
Crisene	0.512	2.492	1.971	1.572
Benzo(b)fluorantene	1.133	2.731	2.202	2.009
Benzo(k)fluorantene	1.206	2.239	1.817	1.782
Benzo(a)pirene	1.425	2.478	1.925	1.879
Indeno(1,2,3,c,d)pirene	0.950	2.126	1.817	1.685
Dibenzo(a,h)antracene	<0.15	0.225	0.154	<0.15
Benzo(g,h,l)perilene	0.658	2.351	1.894	1.734
Dibenzo(a,l)pirene	<0.15	0.465	0.493	0.356
Dibenzo(a,e)pirene	0.694	0.887	0.970	0.632
Dibenzo(a,l)pirene	1.023	0.451	<0.15	<0.15
Dibenzo(a,h)pirene	0.475	<0.15	<0.15	<0.15

Limite di rilevabilità 0.15 ng/m³

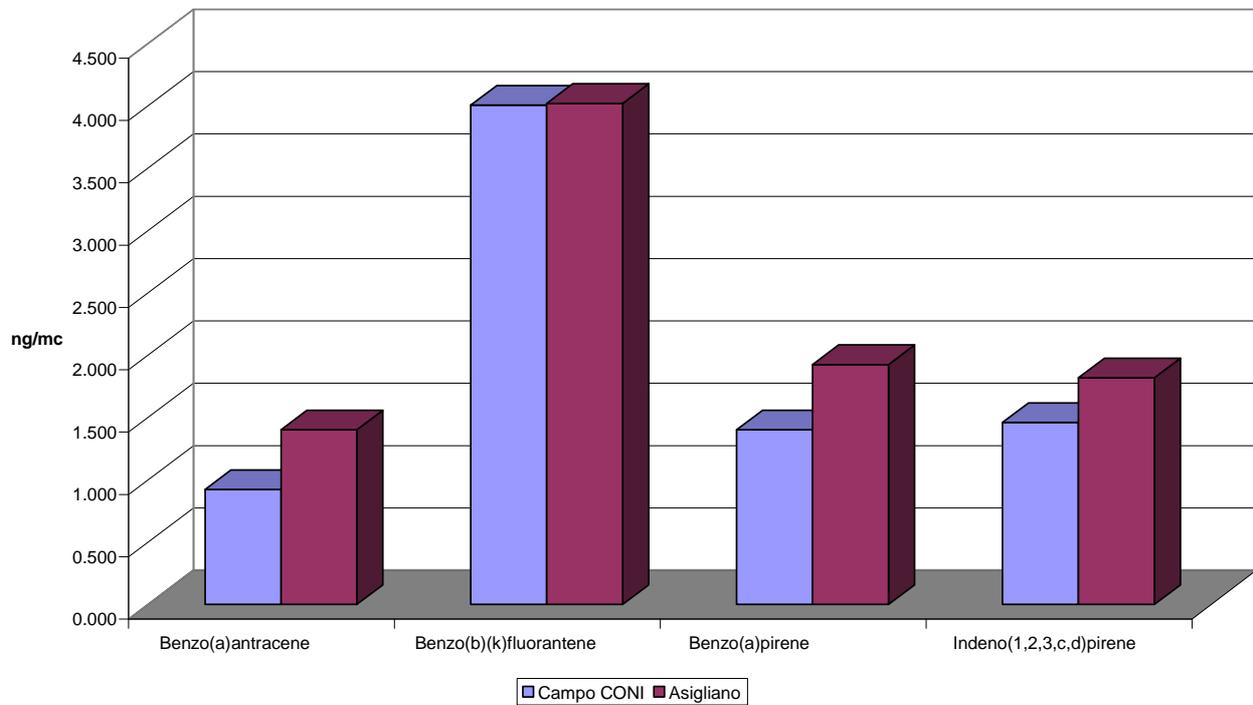
Grafici di confronto di alcuni idrocarburi policiclici aromatici rilevati ad Asigliano e nella centralina di Vercelli Campo CONI.

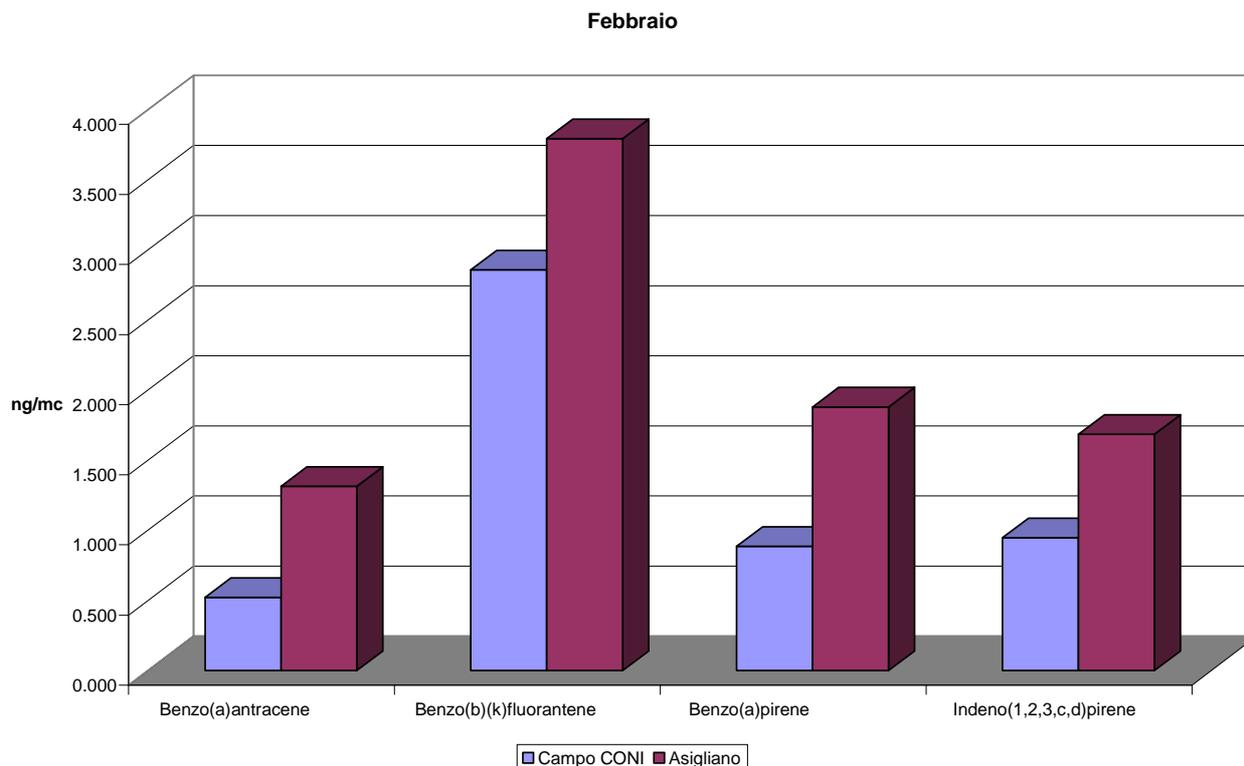


Dicembre



Gennaio





11. Metalli

Alla categoria dei metalli pesanti appartengono circa 70 elementi (con densità $>5 \text{ g/cm}^3$), anche se quelli rilevanti da un punto di vista ambientale sono solo una ventina. La normativa nazionale con il DLgs 1552/2010, che ha sostituito la normativa preesistente, ha stabilito gli obiettivi di miglioramento della qualità dell'aria per alcuni metalli: **Piombo (Pb) Arsenico (Ar) Cadmio (Cd) e Nichel (Ni)**.

Origine

In generale metalli pesanti sono presenti in atmosfera sotto forma di particolato aerotrasportato; le dimensioni delle particelle a cui sono associati e la loro composizione chimica dipende fortemente dalla tipologia della sorgente di emissione; per questo motivo vengono generalmente misurati nelle polveri sospese. Infatti, il valore obiettivo è riferito al tenore dell'inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato.

La principale fonte di inquinamento atmosferico è costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina super (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Con il definitivo abbandono della benzina "rossa" (dal 1° gennaio 2002 l'introduzione della benzina "verde" con un contenuto di 0.013 g/l di Pb), i livelli di piombo nell'aria urbano sono notevolmente diminuiti. Altre fonti antropiche derivano dalla combustione del carbone e dell'olio combustibile, dai processi di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti.

Gli altri metalli sottoposti a controllo (arsenico, cadmio e nichel), hanno come prevalenti fonti antropiche, responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli, l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

Il piombo è un metallo sottoposto a controllo già a partire dal DM 60/2002. È un elemento in traccia altamente tossico che provoca avvelenamento per gli esseri umani; assorbito attraverso l'epitelio polmonare entra nel circolo sanguigno e si distribuisce in quantità decrescenti nelle ossa, nel fegato, nei reni, nei muscoli e nel cervello. La conoscenza dell'azione tossica del piombo e del saturnismo come fenomeno più grave ed evidente, ha portato ad una drastica riduzione delle possibili fonti di intossicazione, sia nel campo industriale che civile. L'esposizione al piombo presente nelle atmosfere urbane e di provenienza autoveicolare, essendo un fenomeno quotidiano e protratto per l'intero corso della vita, può determinare a causa del suo accumulo all'interno dell'organismo, effetti registrabili come forma patologica.

I composti del Nichel e del Cadmio sono classificati dalla Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro come cancerogeni per l'uomo, l'esposizione ad arsenico inorganico può causare vari effetti sulla salute, quali irritazione dello stomaco e degli intestini, e irritazione dei polmoni.

Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155

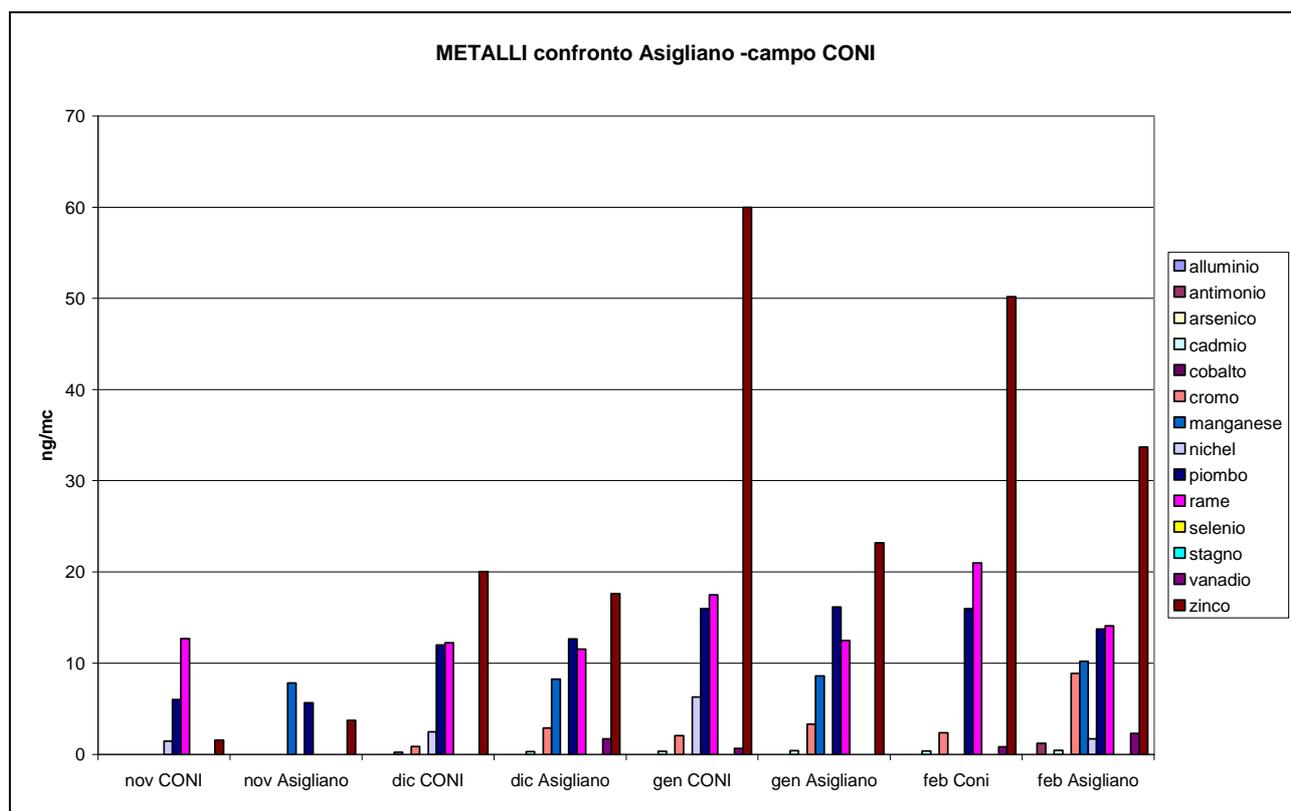
Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Valore obiettivo	Soglia val. sup.	Soglia val. inf.
Cadmio	salute umana	media annuale	ng/m ³	5,0	3	2
Arsenico	salute umana	media annuale	ng/m ³	6,0	3,6	2,4
Nichel	salute umana	media annuale	ng/m ³	20,0	14	10
Pb	salute umana	media annuale	µg/m ³	0,5	0,35	0,25

Valori rilevati ad Asigliano

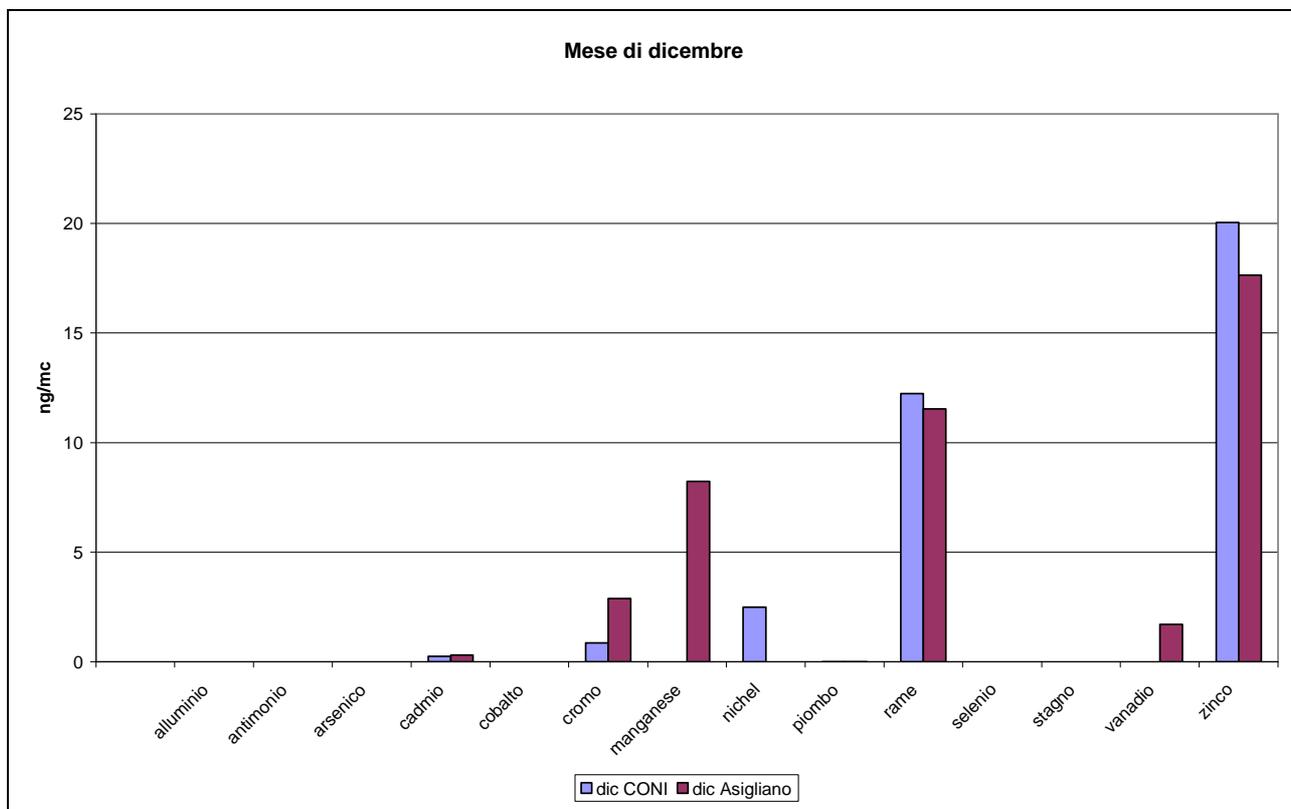
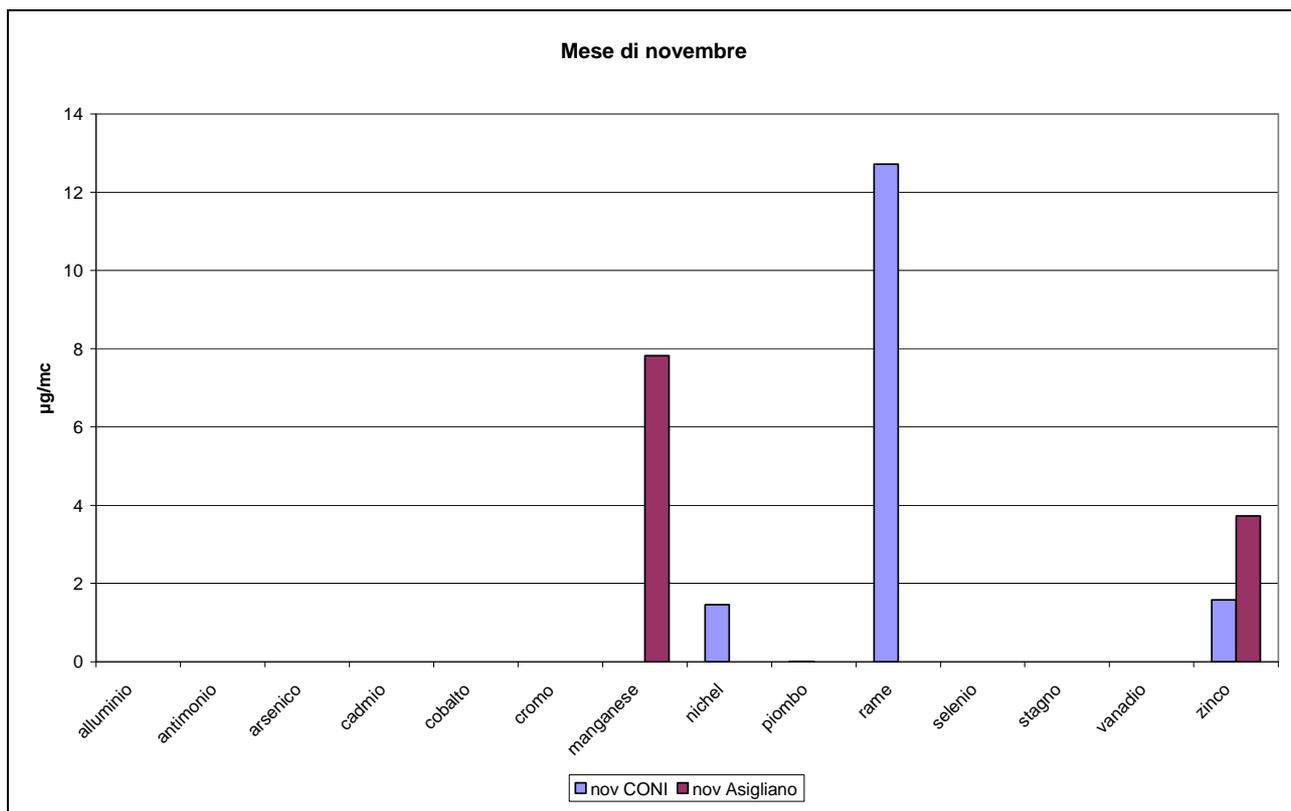
	Al	Sb	As	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Pb	Cu	Se	Sn	Va	Zn
NOVEMBRE	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	7.82	N.R.	0.005	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	3.73
DICEMBRE	N.R.	N.R.	N.R.	0.31	N.R.	2.89	8.24	N.R.	0.012	11.54	N.R.	N.R.	1.70	17.65
GENNAIO	N.R.	N.R.	N.R.	0.43	N.R.	3.30	8.59	N.R.	0.016	12.47	N.R.	N.R.	N.R.	23.21
FEBBRAIO	N.R.	1.21	N.R.	0.44	N.R.	8.88	10.22	1.73	0.014	14.11	N.R.	N.R.	2.30	33.69

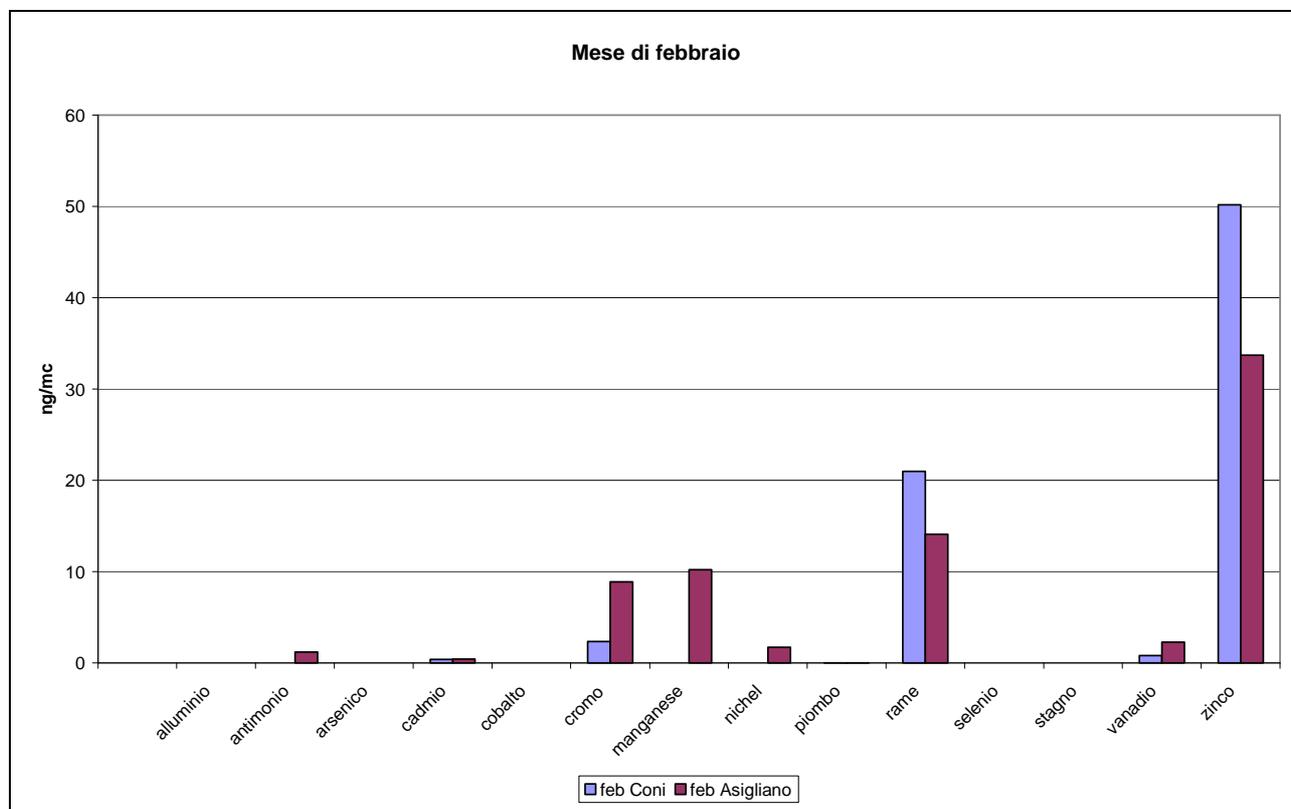
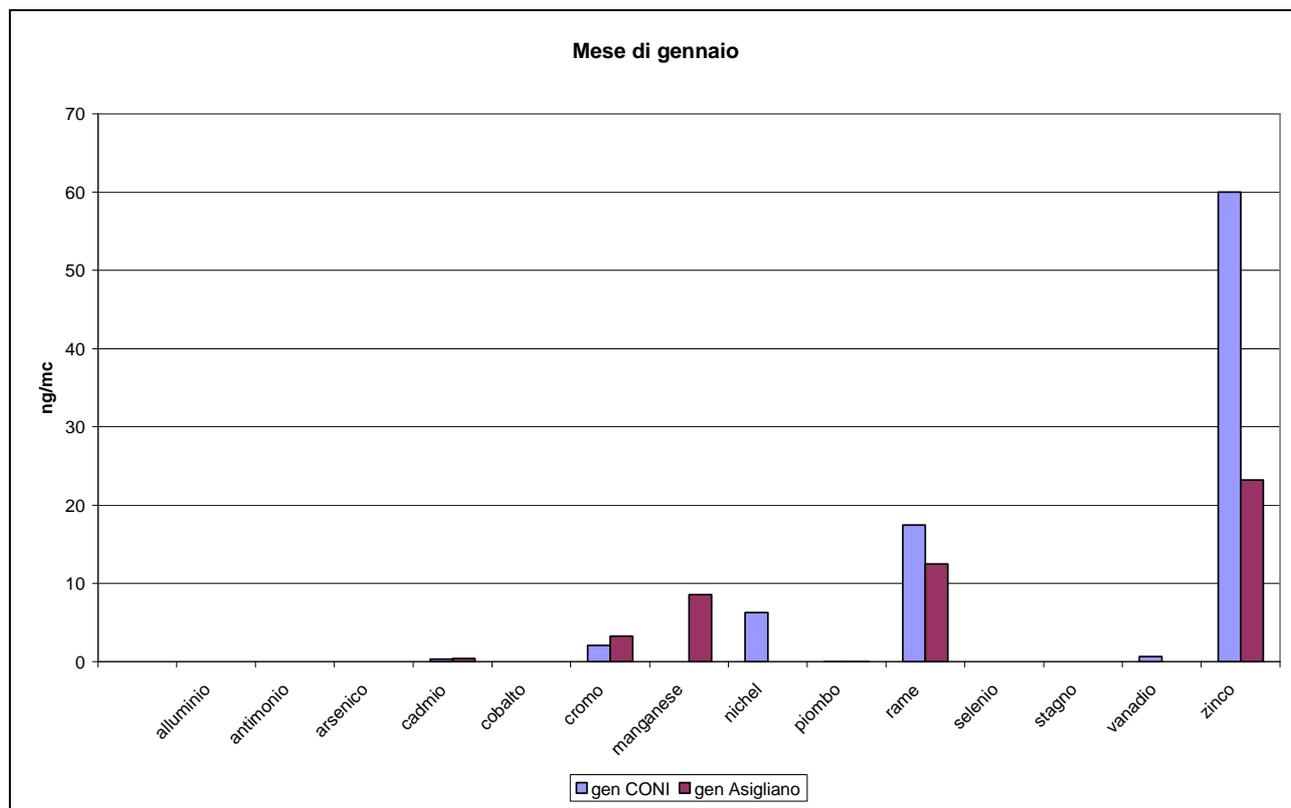
Il dato N.R. significa che l'elemento è al di sotto del limite di rilevabilità analitico

Tutti i dati sono espressi in ng/m³ (nanogrammi/metro cubo) ad eccezione del piombo che viene valutato in µg/m³ (microgrammi/metro cubo) per coerenza con i limiti stabiliti dal D.lgs. 155.

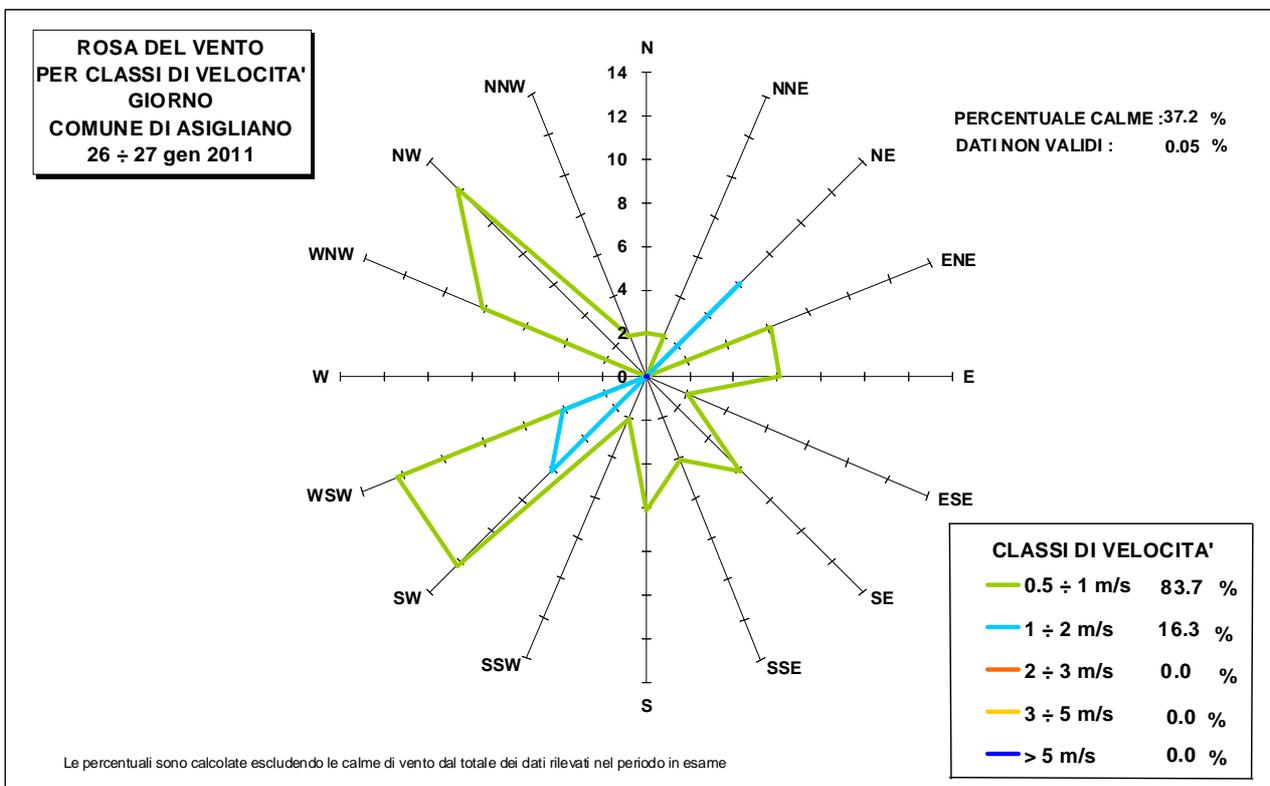
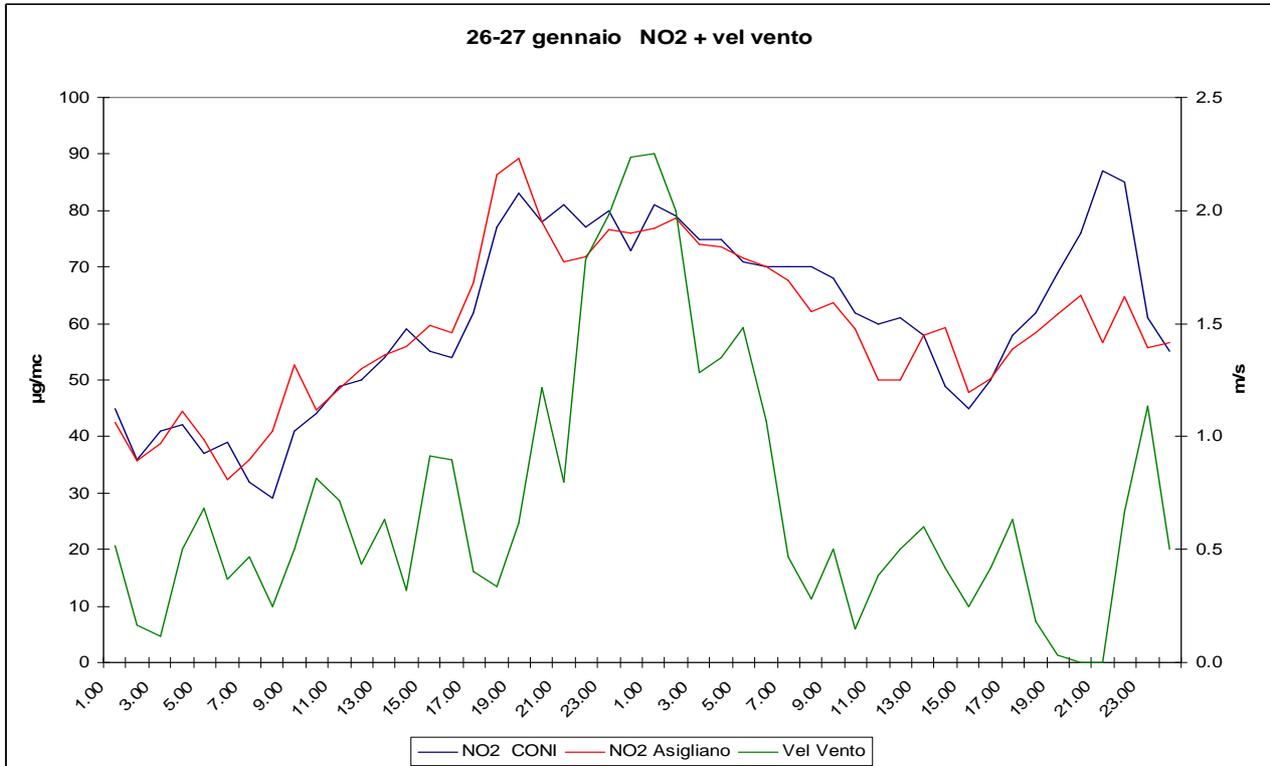


Grafici di confronto di metalli misurati ad Asigliano e alla centralina di Vercelli Campo CONI

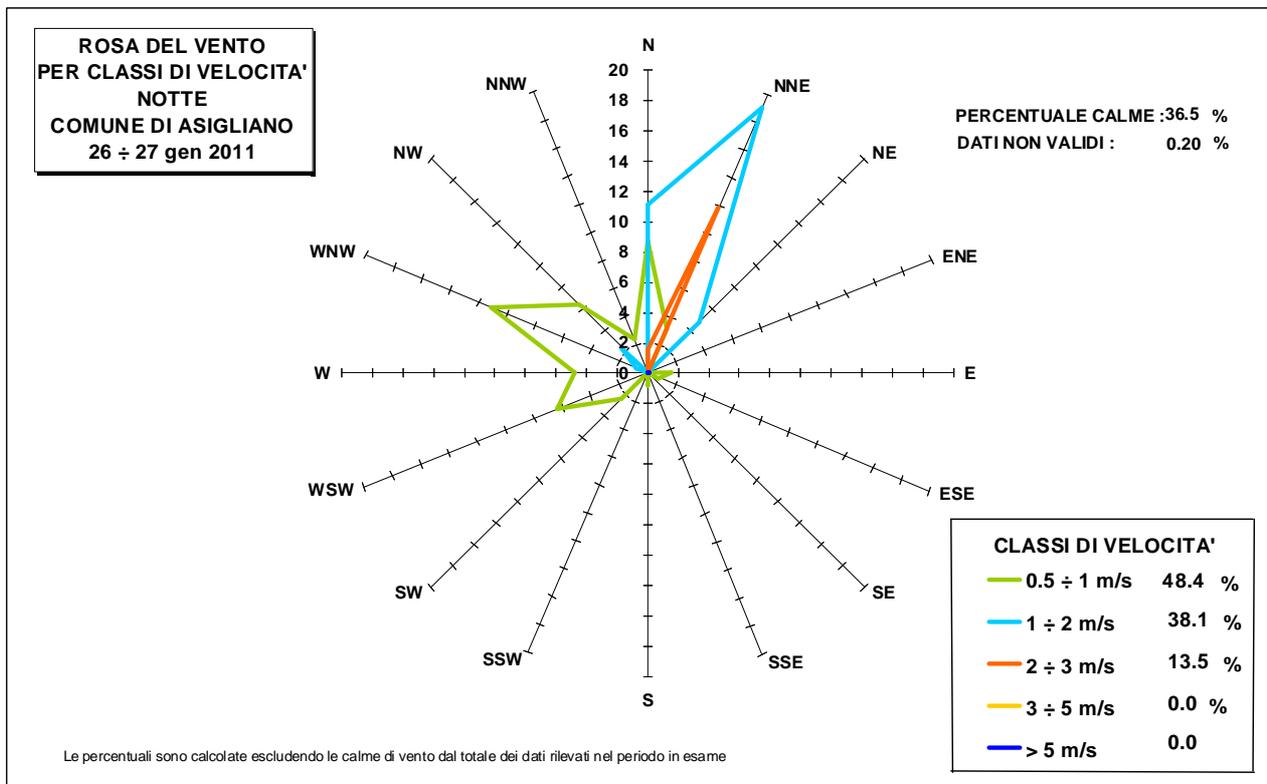




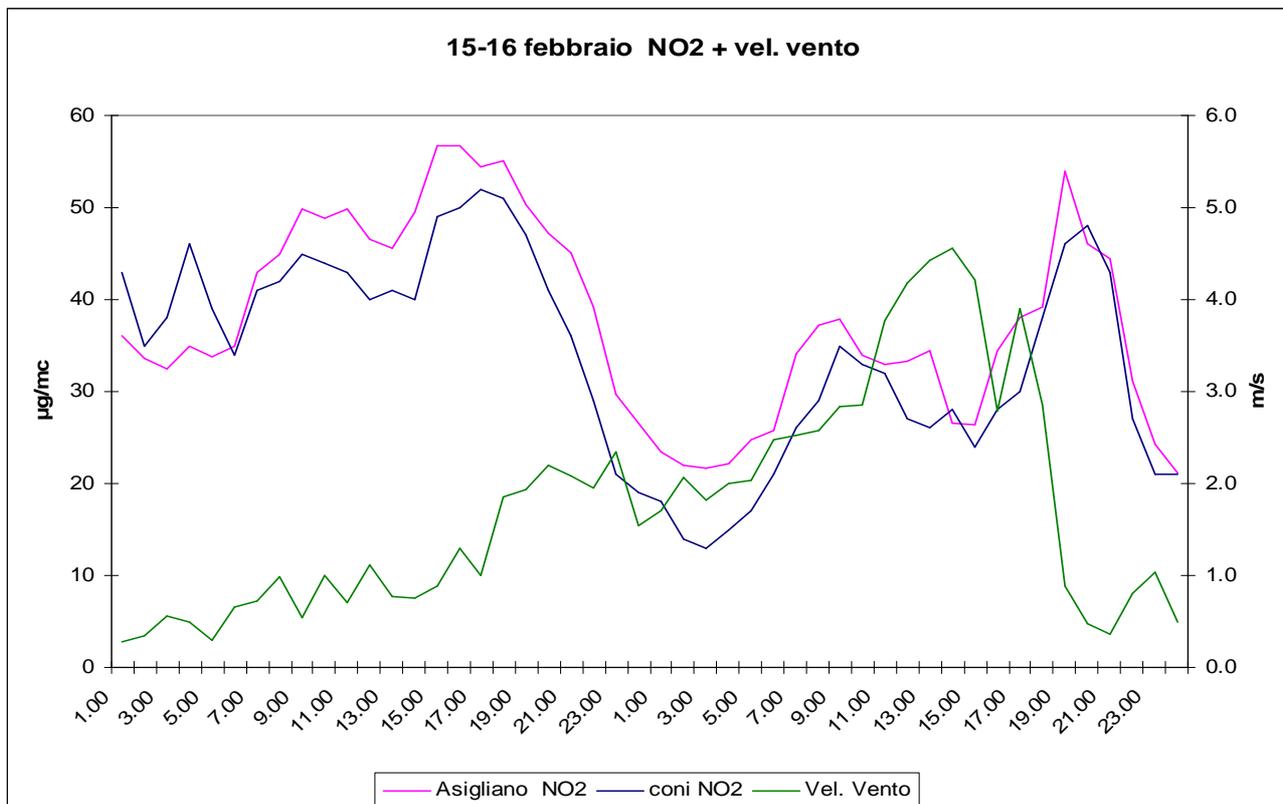
Correlazione misure effettuate con direzione e velocità del vento.

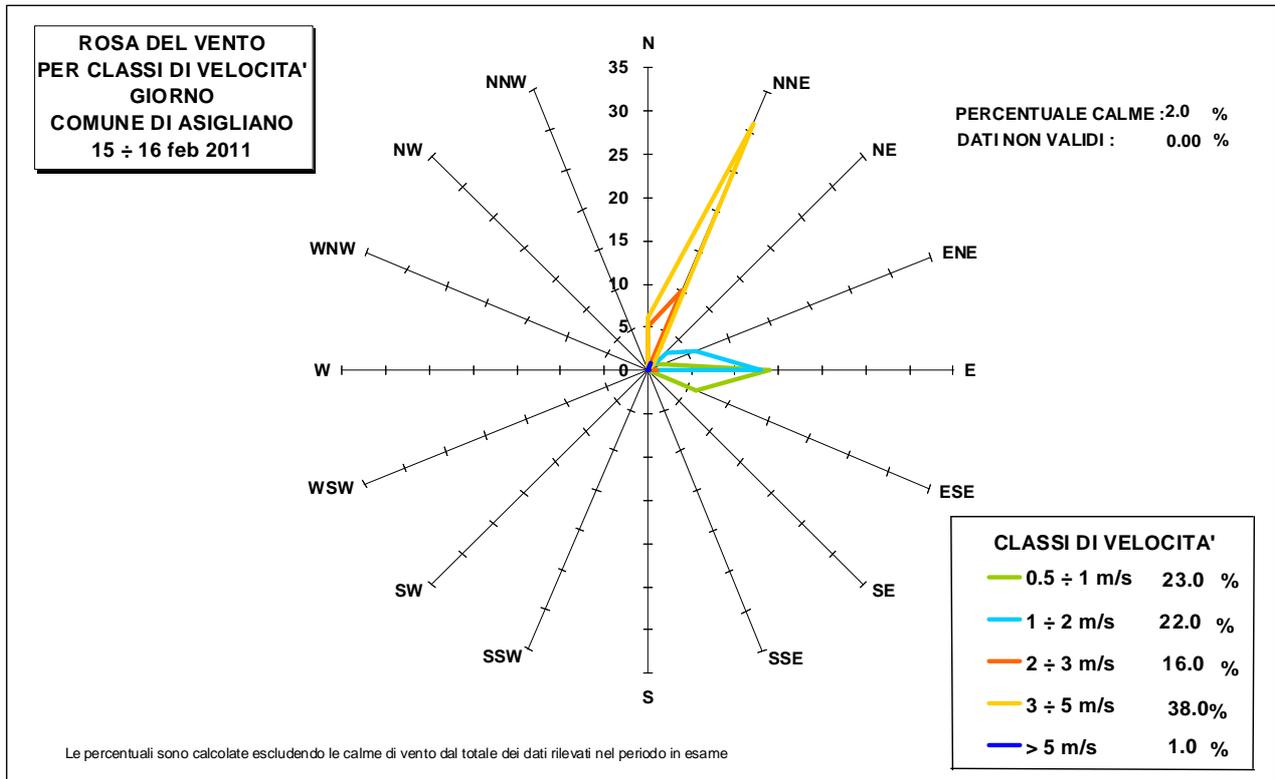


26 ÷ 27 gennaio 2011: rosa del vento diurna, suddivisa in classi di velocità

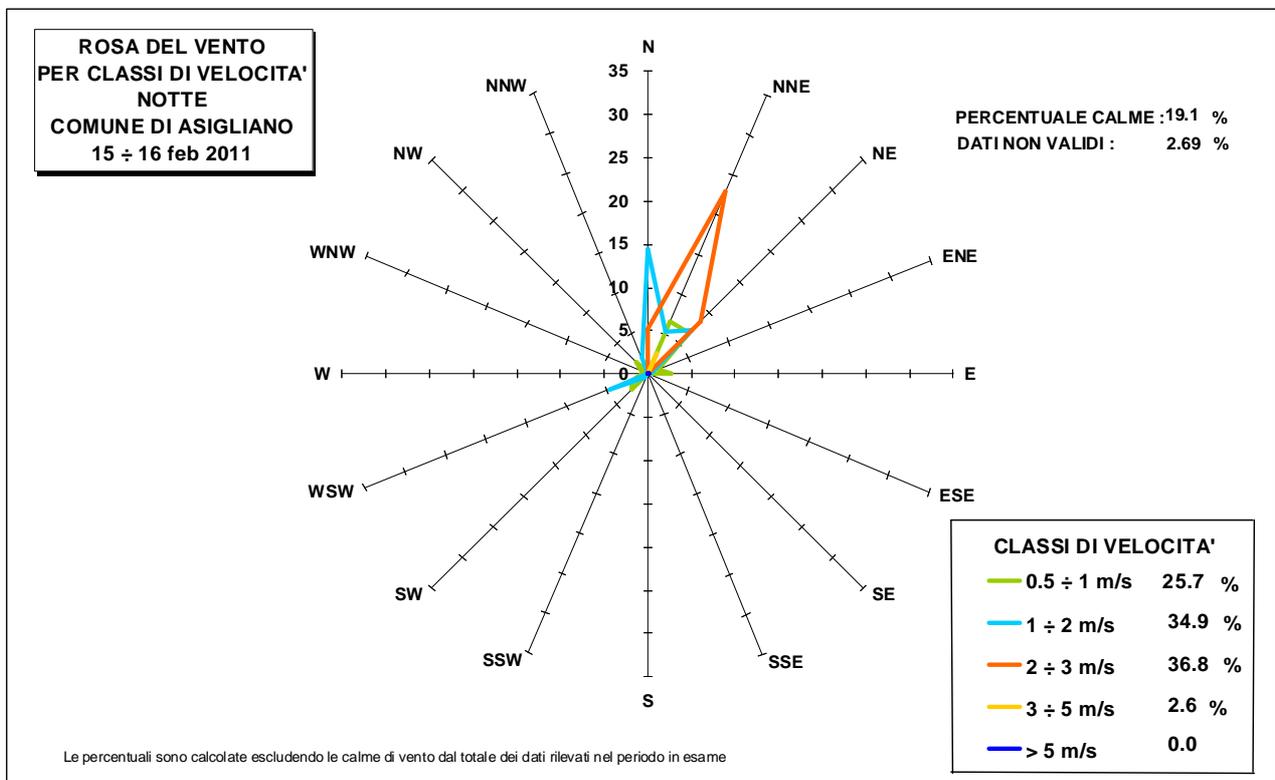


26 ÷ 27 gennaio 2011: rosa del vento notturna, suddivisa in classi di velocità

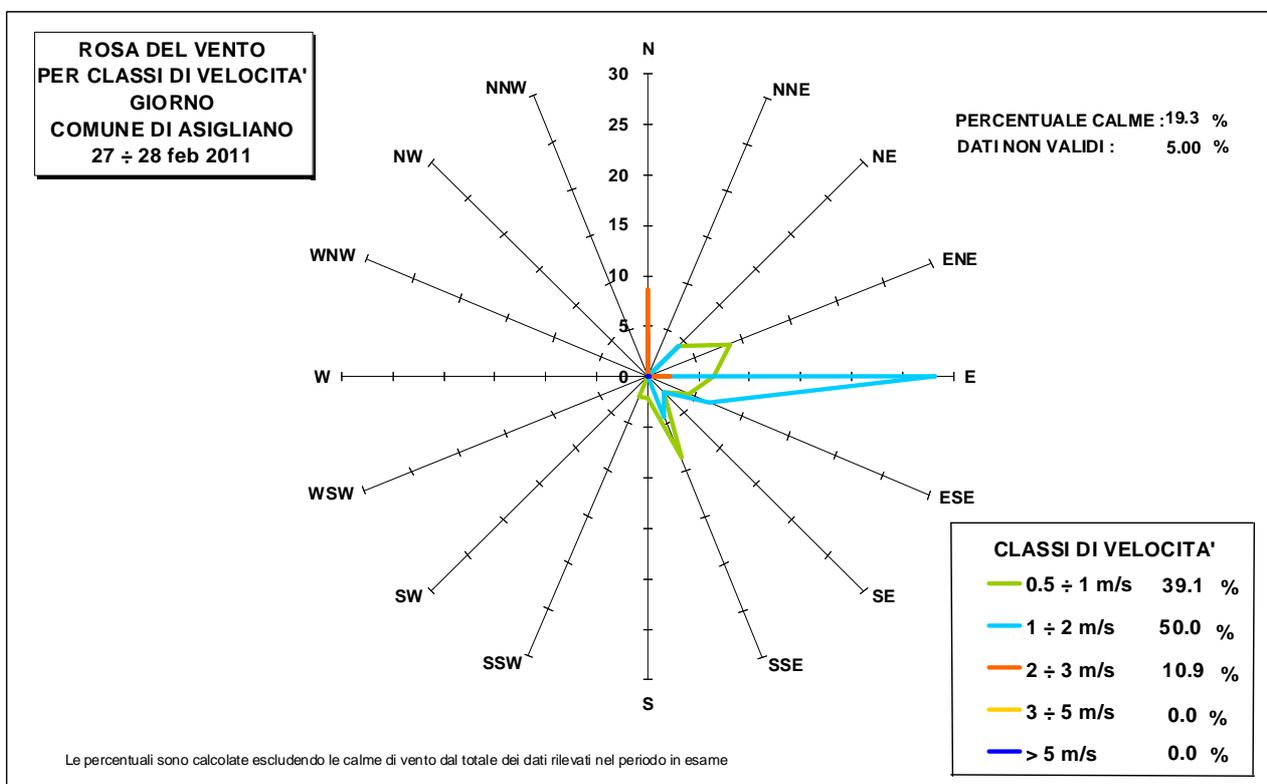
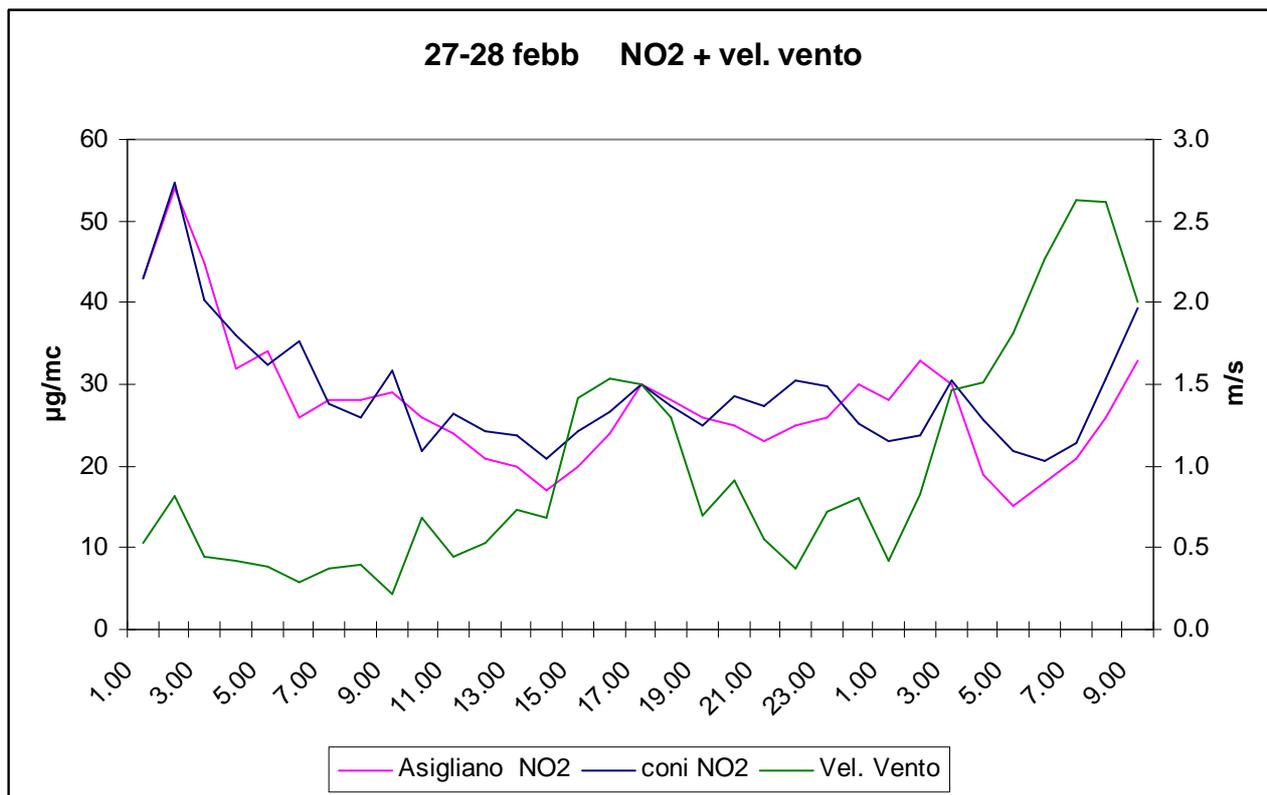




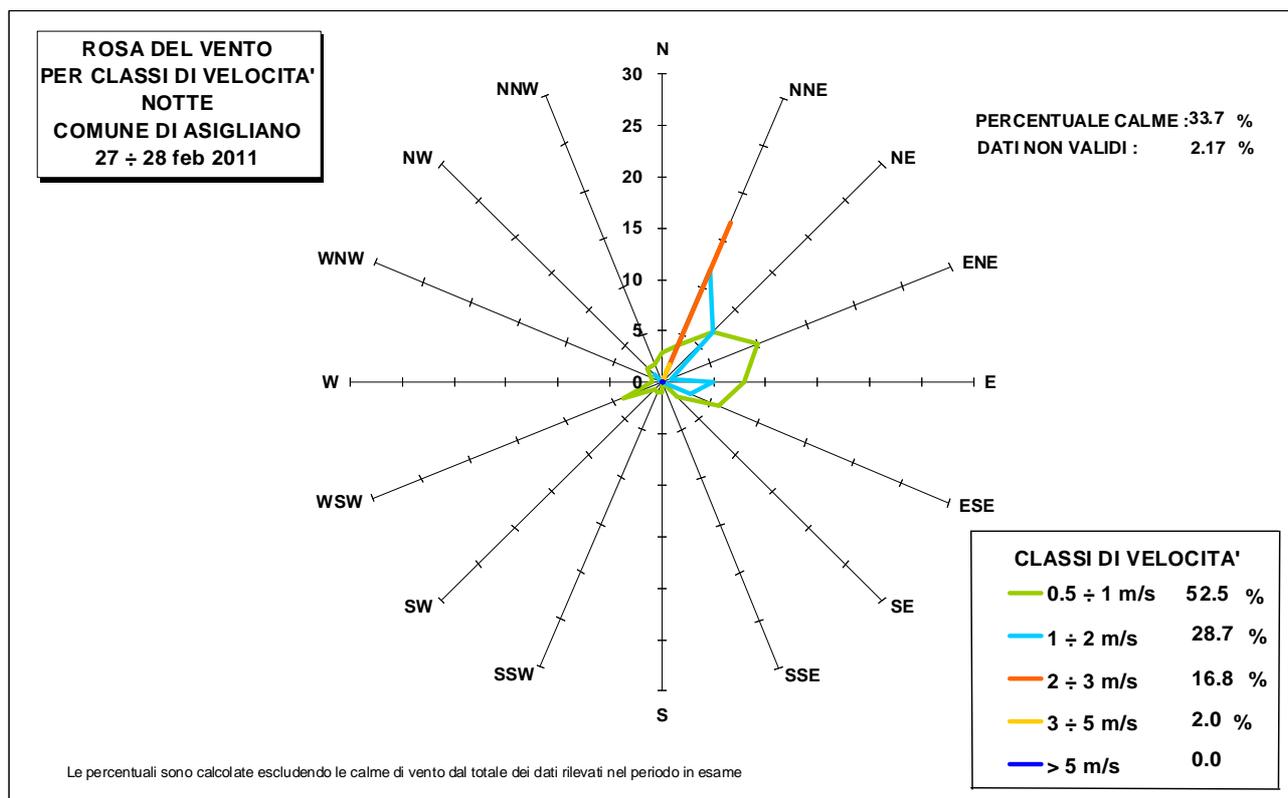
15 ÷ 16 febbraio 2011: rosa del vento diurna, suddivisa in classi di velocità



15 ÷ 16 febbraio 2011 : rosa del vento notturna, suddivisa in classi di velocità



27 ÷ 28 febbraio 2011: rosa del vento diurna, suddivisa in classi di velocità



27 ÷ 28 febbraio 2011: rosa del vento notturna, suddivisa in classi di velocità

Lo studio è stato effettuato sui dati al massimo livello di dettaglio (una misura ogni 10 minuti) in modo da permettere una valutazione delle rose del vento sulle singole giornate su un numero di dati più significativo e senza apportare ai dati acquisiti la variazione che si genera aggregando i dati su base oraria attraverso l'operazione di media vettoriale.

26 e 27 gennaio: in questo caso le intensità più elevate si collocano nelle ore notturne fra le due giornate. Le elaborazioni relative alle rose del vento diurna e notturna per le due giornate evidenziano che le intensità maggiori sono associate a venti notturni di provenienza Nord-NordEst.

15 e 16 febbraio: l'intensità del vento si mantiene su valori decisamente superiori alla media a partire dalla sera del 15 gennaio e per tutto il giorno seguente, diminuendo sensibilmente solo a fine del 16 febbraio. Anche in questo caso le rose del vento mostrano, per entrambi i periodi della giornata, che le direzioni associate a questi accadimenti sono da Nord-Est.

27 e 28 febbraio: le intensità del vento crescono soprattutto dalle prime ore del 28 febbraio. Le rose del vento evidenziano una distribuzione diurna differente dai casi precedentemente esaminati, con venti più intensi da nord e, in minor misura, da est, mentre quella notturna conferma l'andamento già visto.

Nei tre casi presi in esame si può notare come il livello degli inquinanti, nonostante le differenti situazioni meteorologiche, sia sovrapponibile e ciò ci permette di avanzare l'ipotesi che i valori

degli inquinanti misurati dal mezzo mobile ad Asigliano non abbiano una correlazione diretta con l'inquinamento prodotto dalla città , ma rispecchino l'andamento di una più vasta zona in cui, sia la stabilità atmosferica propria del periodo che l'orografia della pianura piemontese non ne favoriscono la dispersione .

Benzene

Per questo inquinante il limite di riferimento è su base annua; la media mensile misurata dal Mezzo Mobile è nettamente inferiore al limite annuo.

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.

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.

Ozono

I valori di media oraria misurati dal Mezzo Mobile sono significativamente inferiori al limite di riferimento e non si registrano superamenti né del valore bersaglio, né delle soglie di informazione e di allarme.

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 dal Mezzo Mobile sono sovrapponibili ai valori misurati nello stesso periodo dalla centralina di Campo CONI, nel periodo esaminato si registrano 46 giorni di superamento del limite su 99 giorni di misura.