



Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
Comune di Grezzago
Via Venezia

29/08/2006 – 28/09/2006



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Grezzago

Via Venezia

MONZA,

Rif. /ALM

Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile

p.i. Davide Paladini

p.i. Valter Meda

Il Responsabile del Procedimento

dott. Raffaella Marigo

Il Responsabile dell'U. O. Sistemi Ambientali

dott. geol. Madela Torretta

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Grezzago

Via Venezia

Premessa

Il Comune di Grezzago è un centro abitato della provincia di Milano che conta circa **2414** abitanti distribuiti su una superficie di circa **2.5 Km²**, con una densità abitativa di **965 ab/Km²** e dista circa 30 Km dal capoluogo in direzione Est.

Il Comune confina a Nord con Trezzo d'Adda a Nord Ovest con Busnago a Sud con Trezzano Rosa e Pozzo d'Adda e a Est con Vaprio d'Adda.

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta in periodo estivo con Laboratorio mobile tra il *29 agosto* ed il *28 settembre 2006*, nel comune di Grezzago in via Venezia in prossimità del parco giochi comunale.

Scopo della campagna di misura è la caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio comunale di Grezzago, misurando la qualità dell'aria in un sito di fondo urbano.



Introduzione

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato, in accordo con i tecnici dell'Amministrazione Comunale, in via Venezia, rispettando i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento (Allegato VIII del D.M. 60/02).

La strumentazione montata sul furgone permette il rilevamento dei seguenti inquinanti:

- Ossidi di azoto (NO_x);
- Monossido di carbonio (CO);
- Ozono (O_3);
- Particolato fine (PM10);

Tale strumentazione è del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria permettendo così un confronto diretto delle misure rilevate nel sito di misura con i dati raccolti dalle centraline della rete fissa di monitoraggio.

L'apparecchiatura in dotazione risponde alle caratteristiche previste dalla normativa vigente (D.P.C.M. 28/3/83, D.P.R. 24/5/88, D.M. 60/02).

Anche per le altezze delle sonde di prelievo sono fornite indicazioni nazionali e regionali:

- il monossido di carbonio viene prelevato a 1.6 m dal suolo (altezza uomo) e a non più di 5 metri dal ciglio della strada;
- la sonda per il prelievo di NO_x e O_3 è posta a tra 1.5 e 4 m di quota;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 m dal suolo.

E' stata valutata la distribuzione di 5 metalli di interesse igienico-sanitario (Pb, Cd, Ni, As, Hg) nelle frazioni fine del materiale particolare aerodisperso (PM10), raccolto durante la campagna di misura.

Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi.

Per quanto riguarda i limiti a lungo termine, viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 24/5/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 16/5/96 – D.M. 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche; per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie di attenzione e allarme (D.M. 16/5/69 – D.M. 2/4/02 - D.L. 21/5/04).

E' importante sottolineare che il D.M. 60 del 2/4/02 ha introdotto, oltre ad una serie di valori limite, anche le date alle quali tali valori devono essere raggiunti; esso prevede inoltre un percorso nel tempo che porta ad un graduale raggiungimento dei limiti, stabilendo un margine di tolleranza che si riduce negli anni. Nella tabella seguente tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2006.

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2006.

Biossido di Zolfo	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione ecosistemi	20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D.M. 2/4/02
Soglia di allarme	500	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02

Biossido di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)	200	1 h	D.P.R. 24/5/88
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 (+40)	1 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+8)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di allarme	400	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02

Ossidi di Azoto	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione vegetazione	30	Anno civile	D.M. 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di mediazione	Legislazione
Standard di qualità	40	1 h	D.P.C.M. 28/3/83
Standard di qualità	10	8 h	D.P.C.M. 28/3/83
Valore limite protezione salute umana	10	8 h	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	10	8 h	D.G.R. 28/10/02

Ozono	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	120	8 h	D.L. 21/5/04
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	18000	AOT40 (mag – lug) su 5 anni	D.L. 21/5/04
Soglia di informazione	180	1 h	D.L. 21/5/04
Soglia di allarme	240	1 h	D.L. 21/5/04

Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D.M. 2/4/02

Piombo	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Data entro la quale il limite deve essere raggiunto	Legislazione
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	0.5	Anno civile	01/01/2005	D.M. 60/2002

E' inoltre uscita la Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 dicembre 2004 che regola i valori limite, oltre che per gli IPA, anche per i metalli: Cadmio, Arsenico, Mercurio e Nichel.

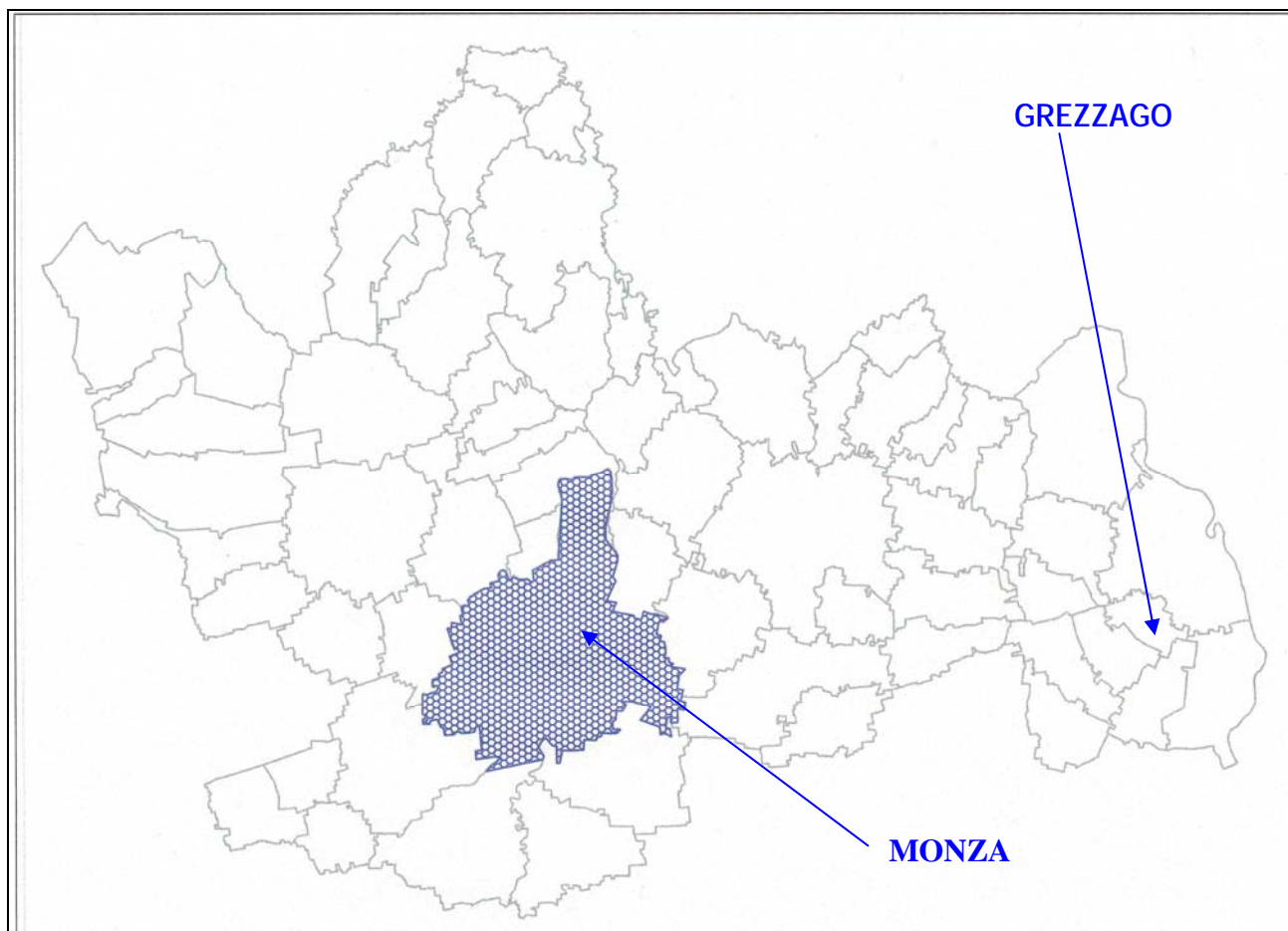
Va però precisato che tale Direttiva non è, allo stato attuale, ancora stata recepita dall'Italia.

Idrocarburi non metanici	Valore Obiettivo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di mediazione	Legislazione
Totali	Valore obiettivo 200	3 h consecutive*	D.P.C.M. 28/3/83
Benzene	Valore obiettivo 5 (+2)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo 0.001	Anno civile	D.M. 25/11/94

Gli obiettivi di qualità su base annua delle concentrazioni di IPA fanno riferimento alle concentrazioni di benzo(a)pirene (D.M. 25/11/94)

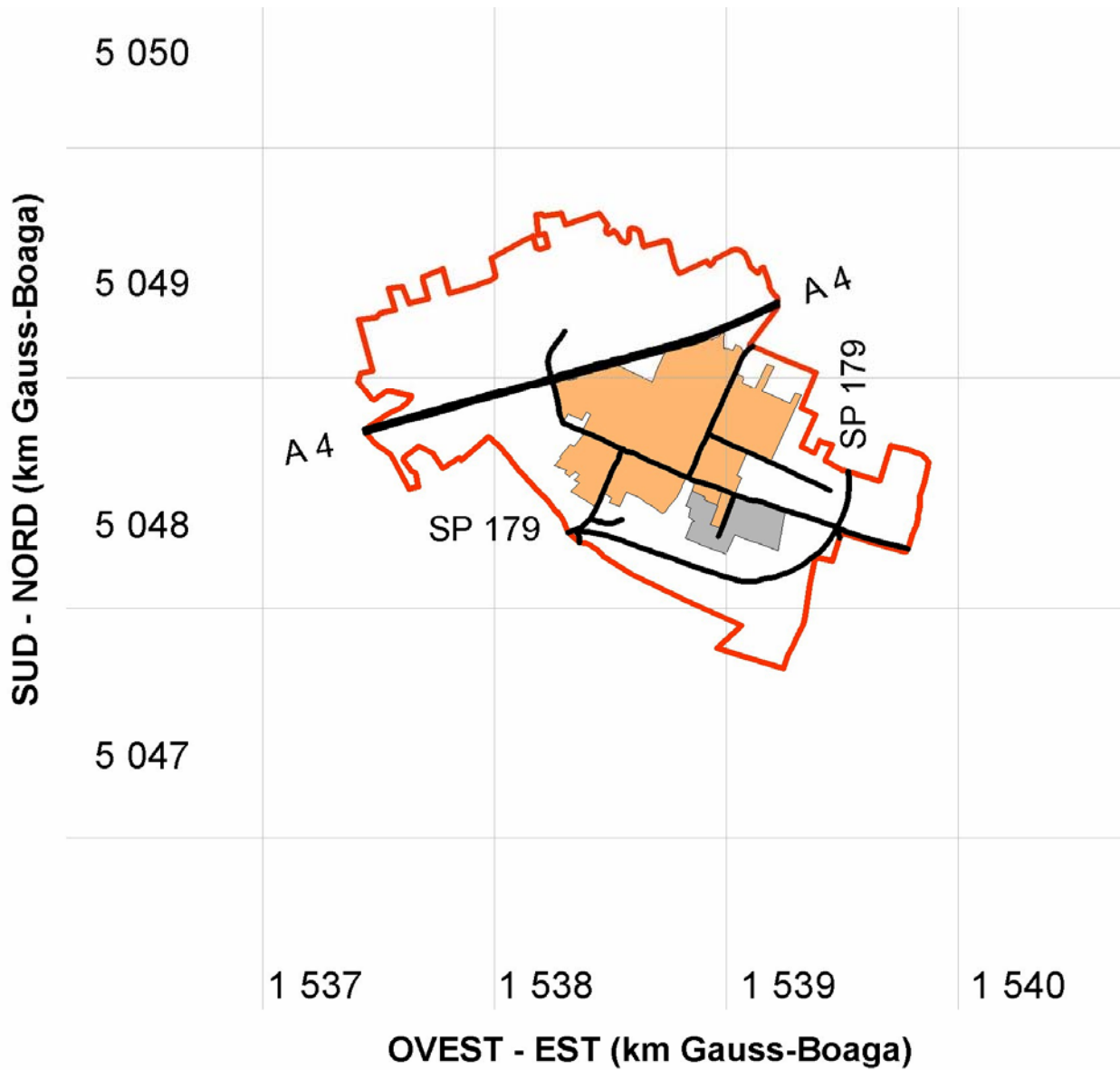
* Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono






Sito di Misura



Periodo di misura	29 agosto –28 settembre 2006
Sito di misura:	Via Venezia c/o Parco giochi comunale
Assi stradali provinciali:	A4 Milano – Venezia S.P. 179 Villa Fornaci – Trezzo sull'Adda
Assi stradali comunali	Viale Europa Via Lazio – Via Venezia Via Roma – Via Firenze

MAPPA DEL TERRITORIO CITTADINO



-  area residenziale
-  area mista (*residenziale e produttiva*)
-  area produttiva
-  parchi e giardini
-  aree idriche naturali e artificiali

Caratterizzazione del sito di misura

Lo scenario analizzato è illustrato in figura 1.

La postazione di misura è caratteristica di una *situazione di fondo urbano* interessata solo da traffico di tipo locale, si trova infatti in una zona residenziale del comune a ridosso di un'area a verde pubblico.

Il sito di misura è comunque vicino ad importanti assi stradali comunali come via Roma che collega il territorio alla S.P. 179 e l'autostrada A4 Milano Venezia, interessate da traffico veicolare soprattutto nelle ore di punta.

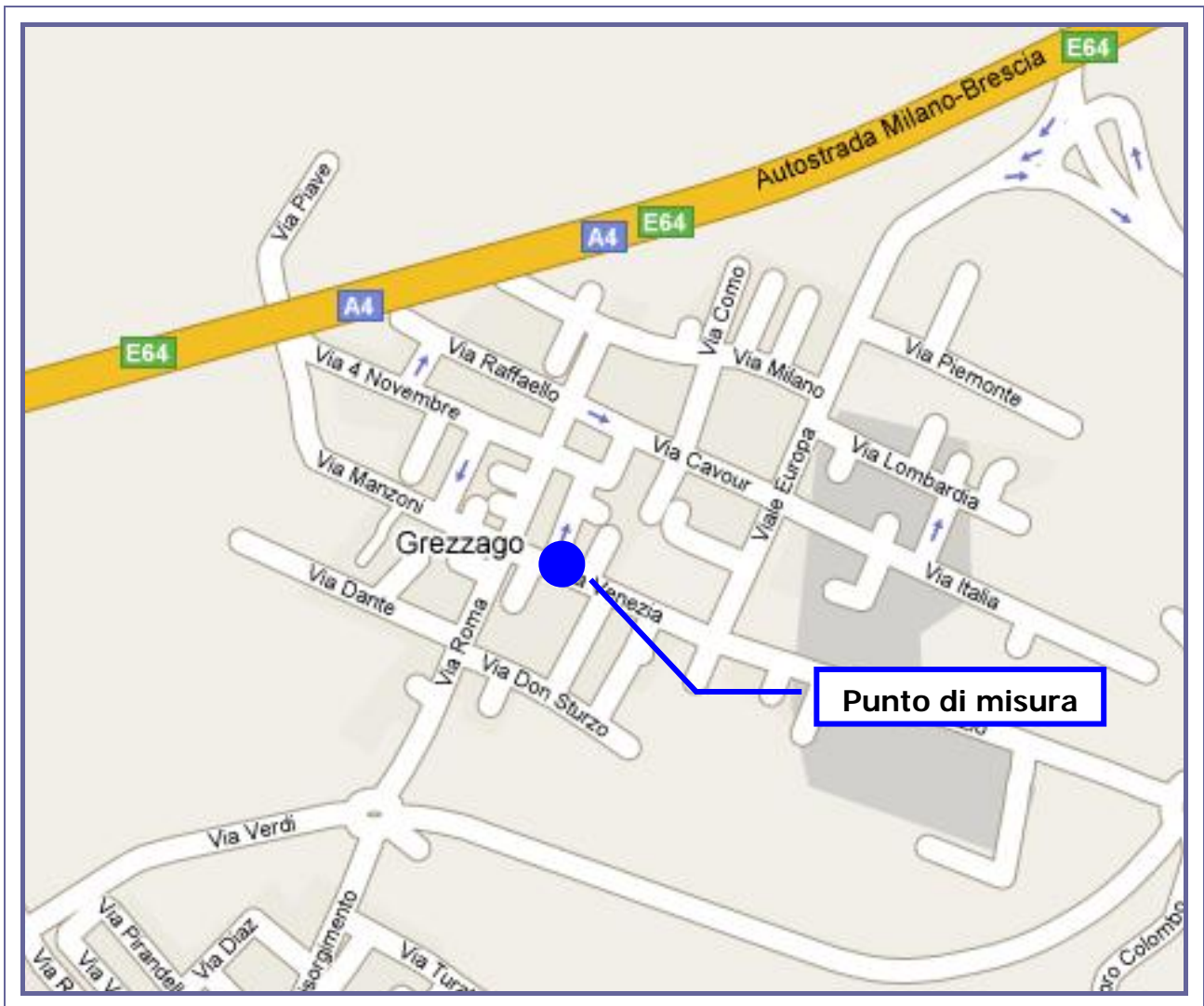


Figura 1: punto di posizionamento del Laboratorio mobile nel Comune di Grezzago

Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Grezzago è stato utilizzato l'inventario regionale INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, **riferita all'anno 2003**.

Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (Cordination Information Air).

- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Ossidi di azoto (NO_x)
- Composti organici volatili non metanici (NMCOV)
- Metano (CH₄)
- Monossido di carbonio (CO)
- Biossido di carbonio (CO₂)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di azoto (N₂O)
- Polveri totali sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10)

Maggiori informazioni e una descrizione più dettagliata in merito all'inventario regionale sono disponibili sul sito web: <http://www.ambiente.regione.lombardia.it/inemar/inemarhome.htm>.

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico all'interno del Comune di Grezzago.

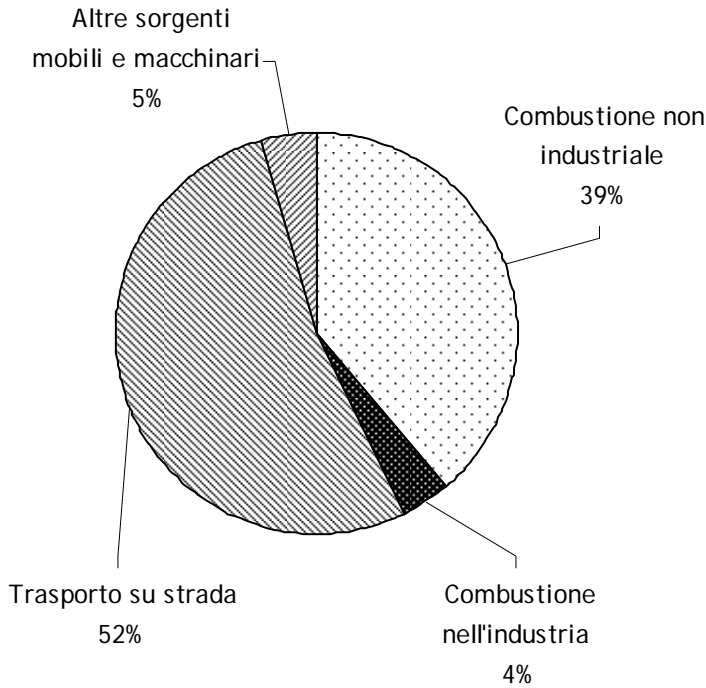
Come è possibile osservare in allegato 1 la principale fonte di inquinamento è dovuta al traffico veicolare.

Data infatti l'alta densità abitativa e il passaggio di assi viari comunali ed intercomunali trafficati, i carichi emissivi di PM10, NO_x e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale, incidendo rispettivamente per il 36%, 64% e 47% del totale.

La combustione non industriale incide in modo preponderante sulla qualità dell'aria, contribuendo con l' 50% all'emissione in atmosfera di PM10 ed il 51% di CO; quanto riguarda le emissioni di NO_x queste influiscono con il 14%.

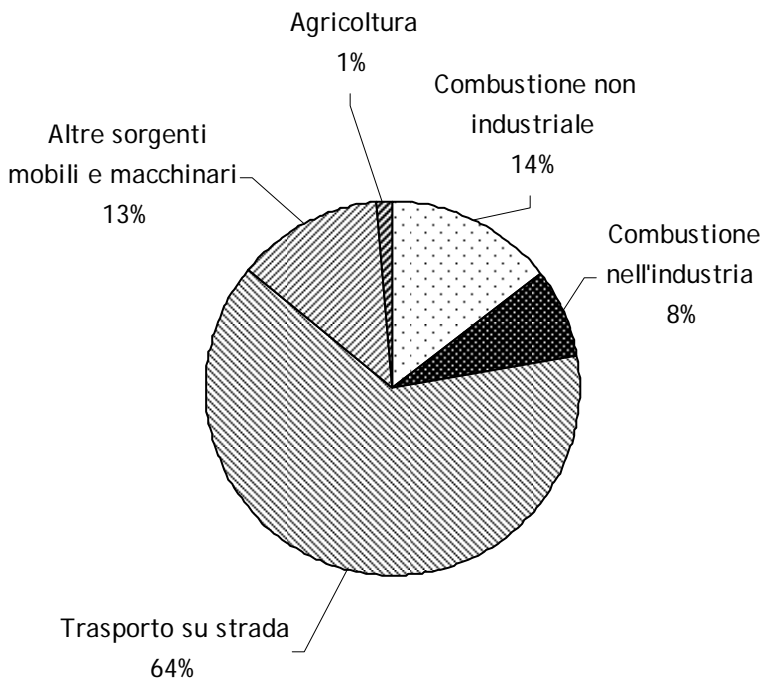
Si riportano in tabelle (valori assoluti) e grafici (valori percentuali) le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del comune di Grezzago. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di Milano.

BIOSSIDO DI ZOLFO

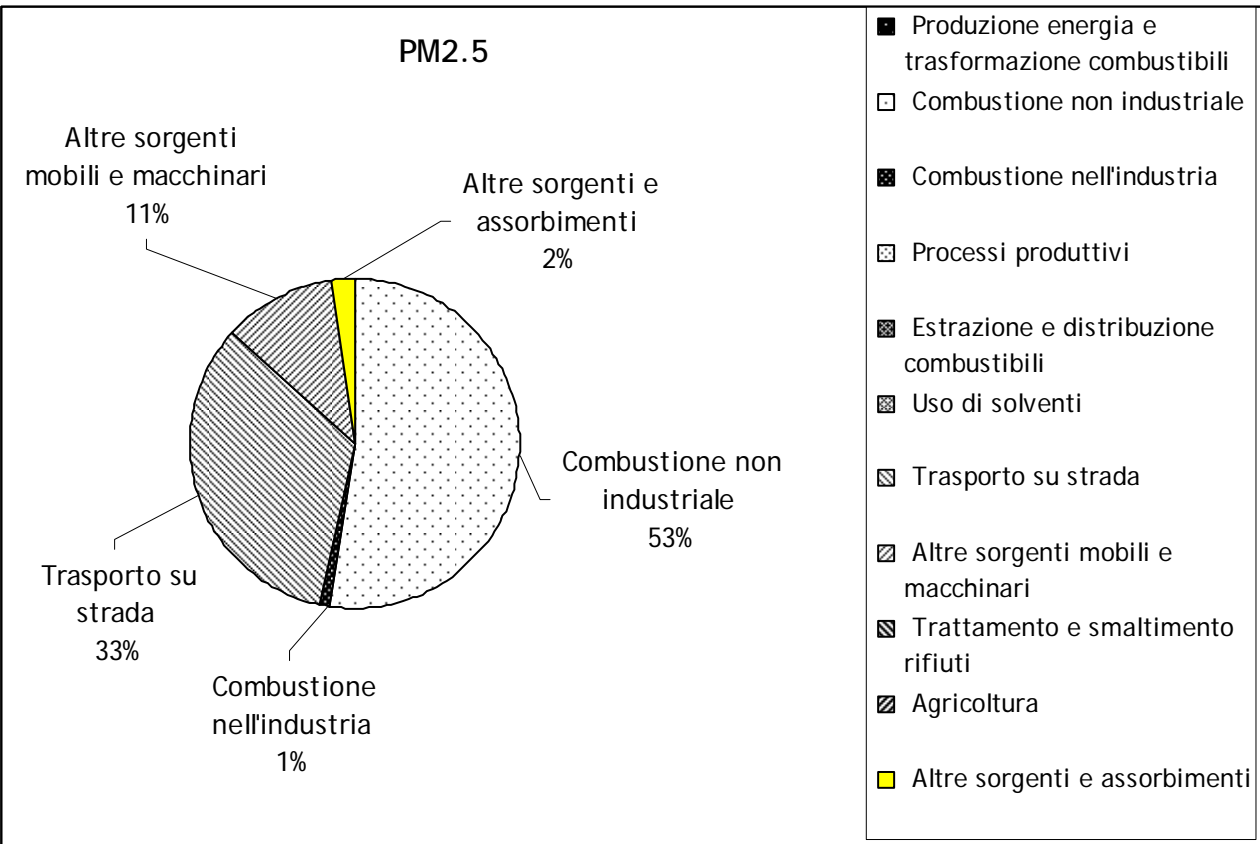
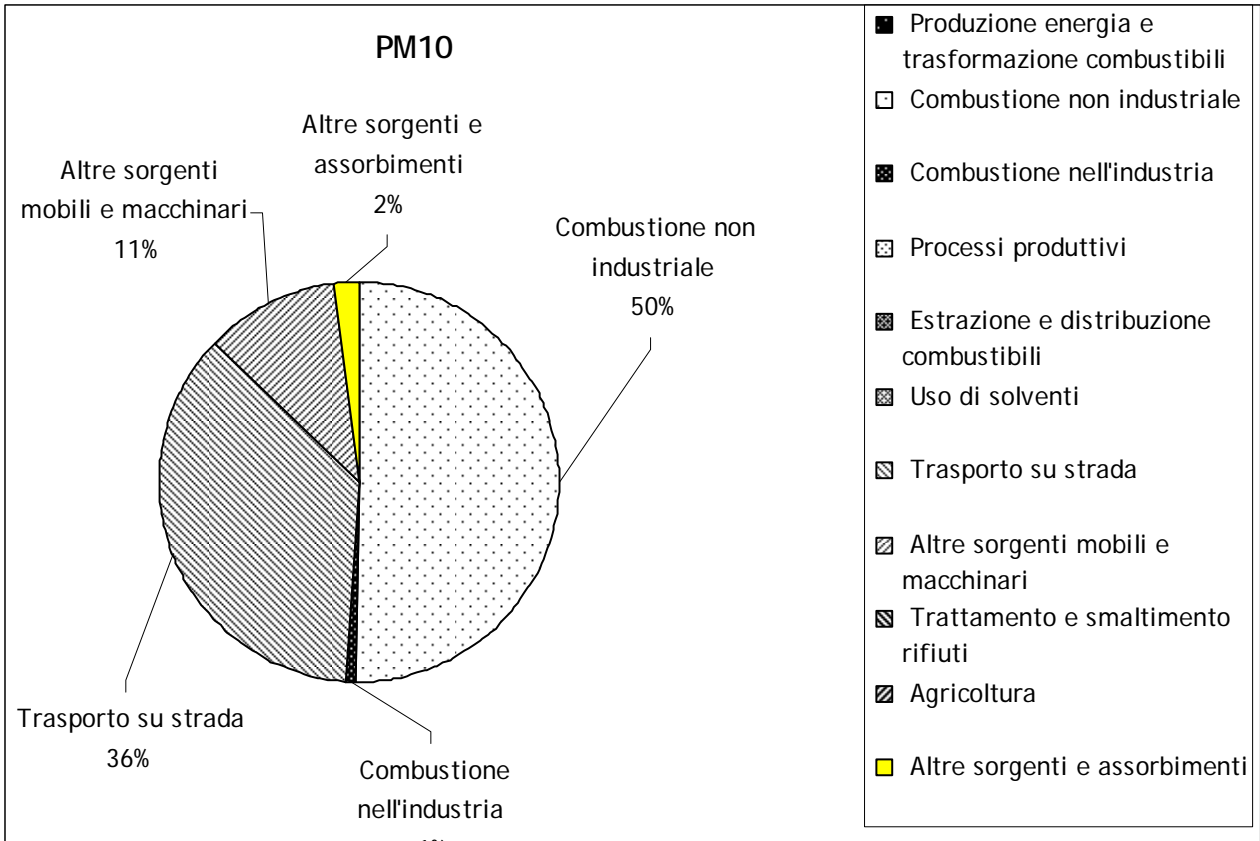


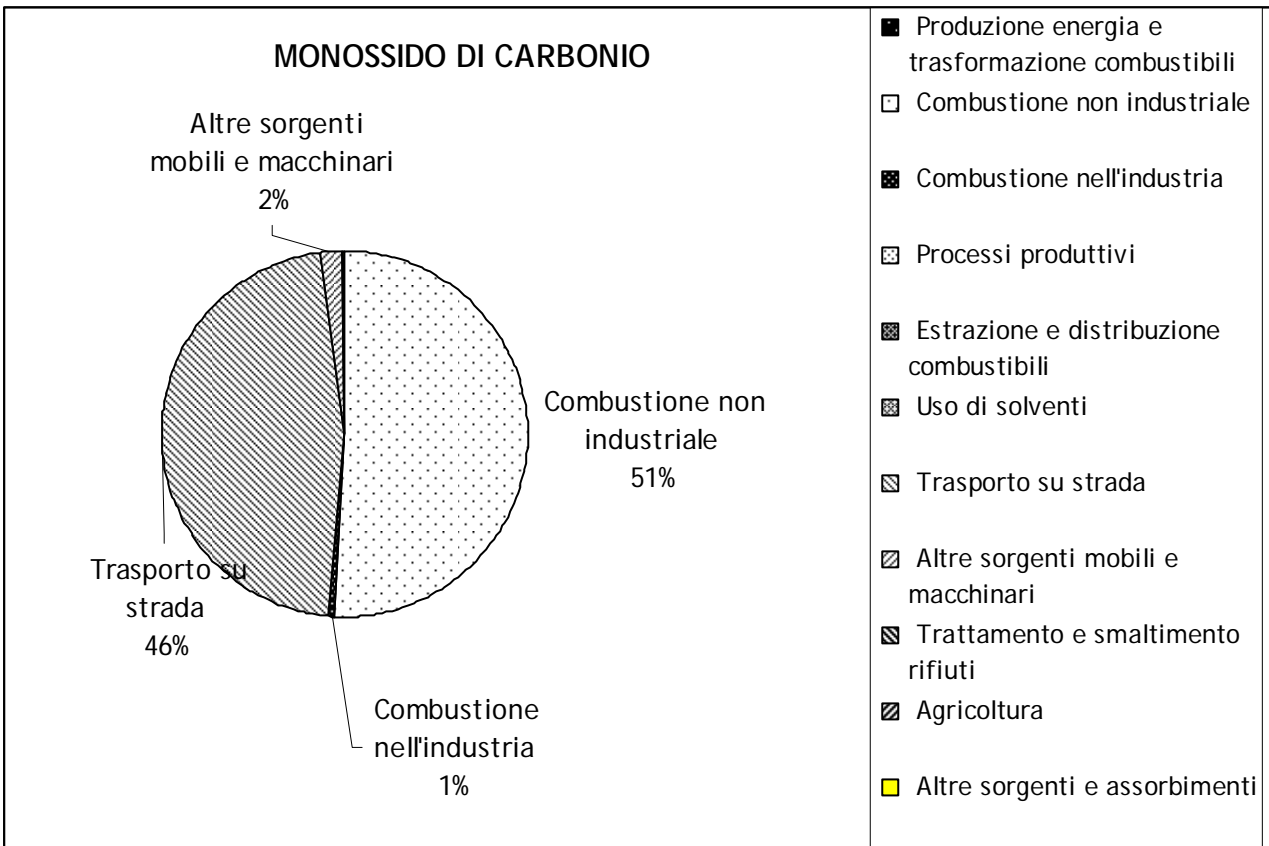
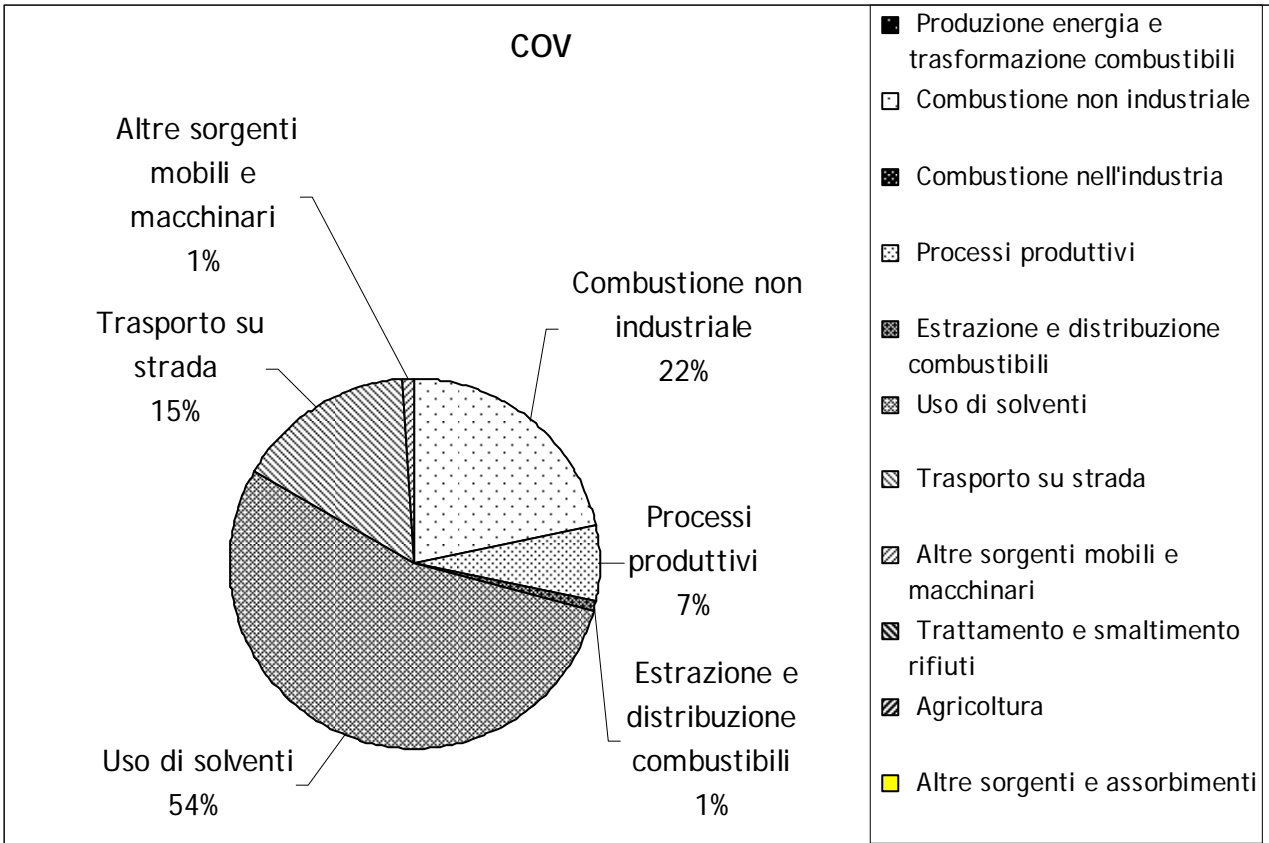
- Produzione energia e trasformazione combustibili
- Combustione non industriale
- ▣ Combustione nell'industria
- ▤ Processi produttivi
- ▥ Estrazione e distribuzione combustibili
- ▦ Uso di solventi
- ▧ Trasporto su strada
- ▨ Altre sorgenti mobili e macchinari
- ▩ Trattamento e smaltimento rifiuti
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

OSSIDI DI AZOTO



- Produzione energia e trasformazione combustibili
- Combustione non industriale
- ▣ Combustione nell'industria
- ▤ Processi produttivi
- ▥ Estrazione e distribuzione combustibili
- ▦ Uso di solventi
- ▧ Trasporto su strada
- ▨ Altre sorgenti mobili e macchinari
- ▩ Trattamento e smaltimento rifiuti
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti





COMUNE DI GREZZAGO

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM10 t/anno	PM2.5 t/anno	PRECURSORI OZONO t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	--	--	--	--	--	--	--
Combustione non industriale	0.48	4.52	14.53	58.36	2.72	2.63	26.52
Combustione nell'industria	0.05	2.50	0.09	0.72	0.05	0.05	3.22
Processi produttivi	--	--	4.39	--	--	--	4.39
Estrazione e distribuzione combustibili	--	--	0.67	--	--	--	0.96
Uso di solventi	--	--	36.35	--	--	--	36.35
Trasporto su strada	0.66	19.97	10.42	53.37	1.96	1.68	40.67
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.06	3.98	0.79	2.22	0.58	0.56	5.88
Trattamento e smaltimento rifiuti	--	--	--	--	--	--	--
Agricoltura	--	0.44	--	--	--	--	0.55
Altre sorgenti e assorbimenti	--	--	--	0.19	0.11	0.11	0.02
TOTALE	1.25	31.41	67.23	114.87	5.42	5.02	118.56

PROVINCIA DI MILANO

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂ t/anno	NO _x t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM10 t/anno	PM2.5 t/anno	PRECURSORI OZONO t/anno
Produzione energia e trasformazione combustibili	3363.27	5317.15	209.60	1775.69	--	--	6894.79
Combustione non industriale	2220.81	6483.66	1715.80	17195.03	507.72	477.44	11532.11
Combustione nell'industria	1633.22	7680.65	1239.70	5272.55	294.46	248.75	11200.81
Processi produttivi	0.02	59.62	8227.88	256.85	44.34	6.65	8328.87
Estrazione e distribuzione combustibili	--	--	4462.62	--	--	--	4949.90
Uso di solventi	0.29	0.12	65555.33	0.74	178.31	62.93	65555.56
Trasporto su strada	1100.85	26272.35	18955.14	124900.38	3008.97	2595.55	64758.76
Altre sorgenti mobili e macchinari	199.92	1571.88	527.21	1209.15	140.06	127.97	2577.97
Trattamento e smaltimento rifiuti	38.66	822.65	12.80	59.25	0.78	0.78	1325.21
Agricoltura	0.00	210.15	168.29	3311.92	191.95	151.92	1000.22
Altre sorgenti e assorbimenti	1.44	6.35	634.83	516.98	206.21	205.53	699.53
TOTALE	8558.48	48424.57	101709.20	154498.54	4572.81	3877.53	178823.73

Fattori meteorologici

I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono, come è evidente, dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma la situazione meteorologica influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa.

E' pertanto importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio.

Le caratteristiche diffusive dell'atmosfera fanno sì che le polveri e gli inquinanti in generale risentono fortemente della meteorologia del momento. I maggiori processi atmosferici che condizionano l'inquinamento sono:

- ✓ sistemi sinottici: tipi di masse d'aria, passaggi frontali, presenza di strutture cicloniche o anticicloniche che favoriscono il ricambio o la stagnazione dell'aria alla mesoscala (300 Km);
- ✓ l'intensità e la direzione del vento che determinano trasporto e diffusione degli inquinanti;
- ✓ precipitazioni e nebbie che agiscono sul dilavamento degli inquinanti, le prime, e sulla rimozione umida, le seconde;
- ✓ l'altezza dello strato di rimescolamento che indica l'altezza del "contenitore" aria nel quale vengono dispersi i vari inquinanti emessi dalla superficie;
- ✓ la temperatura che è un indicatore dei processi turbolenti in prossimità della superficie.

Vedremo di seguito in dettaglio come tali elementi siano correlati con l'andamento dell'inquinamento atmosferico nel sito di misura.

Andamento stagionale e caratteristiche dello strato rimescolato

Lo strato di rimescolamento è influenzato da processi sinottici e alla mesoscala che producono moti verticali e avvezioni orizzontali ove si diffondono tutti gli inquinanti e particolarmente le polveri che possono essere viste come un buon indicatore dello stato di inquinamento.

I processi che influenzano il rimescolamento sono: la turbolenza meccanica determinata dal vento negli strati più vicini alla superficie e la turbolenza termica risultato del trasferimento di calore dalla superficie o del raffreddamento radiativo di strati d'aria più elevati dell'atmosfera.

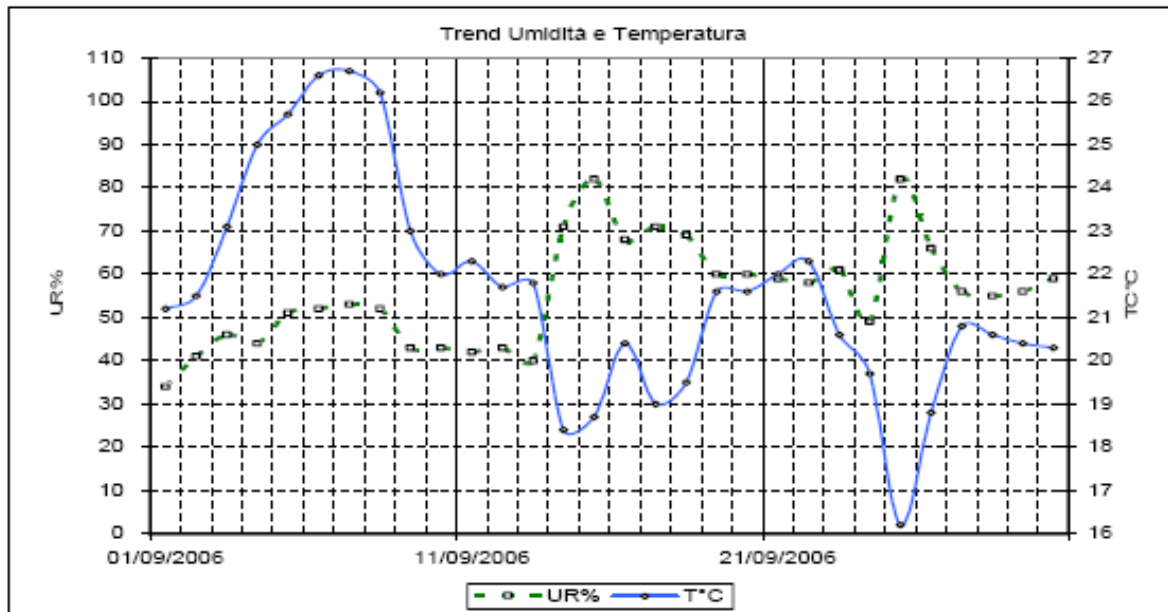
L'altezza di rimescolamento o mixing height risente della struttura verticale dell'atmosfera che presenta variazioni nelle 24 ore (ciclo giorno-notte) e stagionali (stagione calda-fredda).

Tale altezza agisce come parete mobile di un contenitore: in corrispondenza di basse altezze del mixing layer, polveri ed altri inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la loro dispersione e ciò favorisce di conseguenza un aumento della loro concentrazione.

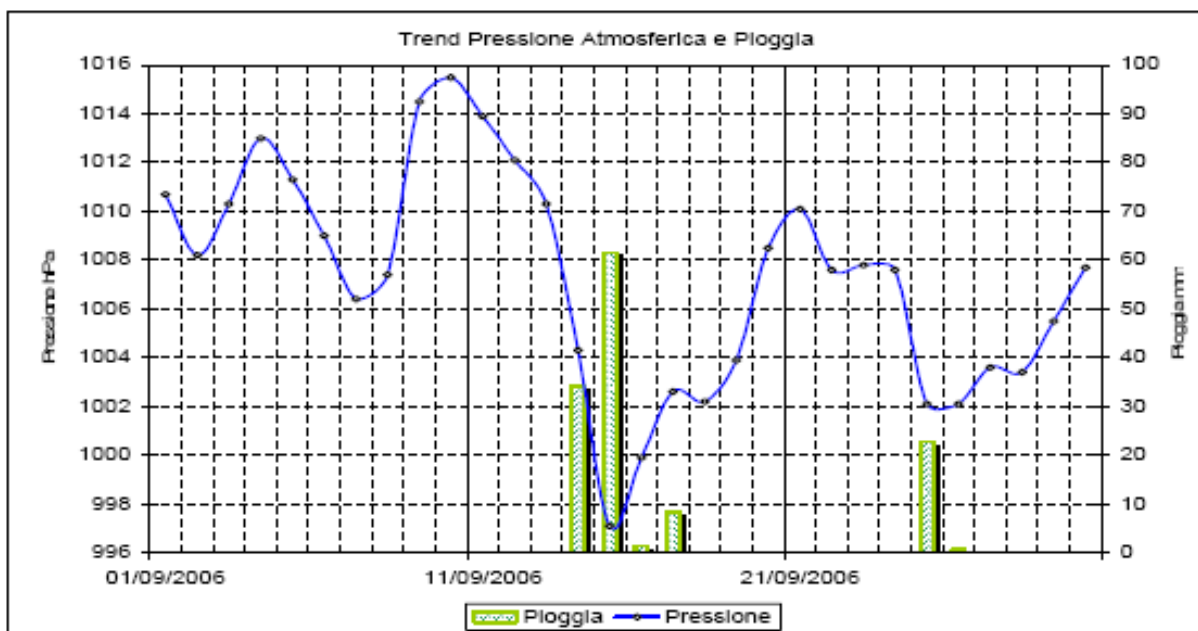
Situazione meteorologica nel periodo di misura

Si riportano di seguito i dati salienti della situazione meteorologiche del periodo di misura.

Il mese di **Settembre** è stato caratterizzato, nella prima e nella terza decade, da una situazione meteorologica relativamente calda con temperature massime localmente superiori ai 32 °C per la presenza di fenomeni di alta pressione, prevalentemente di matrice africana.



La seconda decade del mese è stata caratterizzata invece da una situazione tipicamente autunnale, con piogge intense, anche a carattere di forte rovescio a causa del transito di saccature di origine atlantica che hanno dato luogo ad abbondanti precipitazioni per un totale di 129 mm di pioggia caduti (48% in più della media storica di 87 mm), distribuiti in 2 eventi, rispettivamente di 4 e di 2 giorni, il primo, di 105 mm, tra il 14 ed 17 settembre, ed il secondo, di 23 mm, il 25 ed il 26 settembre.



La velocità del vento è stata di 1.1 m/s, e quindi inferiore alla norma, essendo la media storica di 1.3 m/s, a causa della prevalenza di giornate con vento molto debole; gli unici rinforzi del vento si sono avuti in occasione degli episodi di tempo perturbato, per l'intensificarsi delle correnti sciroccali, come nei giorni 14, 15 e 25 settembre, che hanno fatto registrare una media giornaliera di circa 2.0, m/s, con massima oraria compresa tra 3.5 e 3.8 m/s.

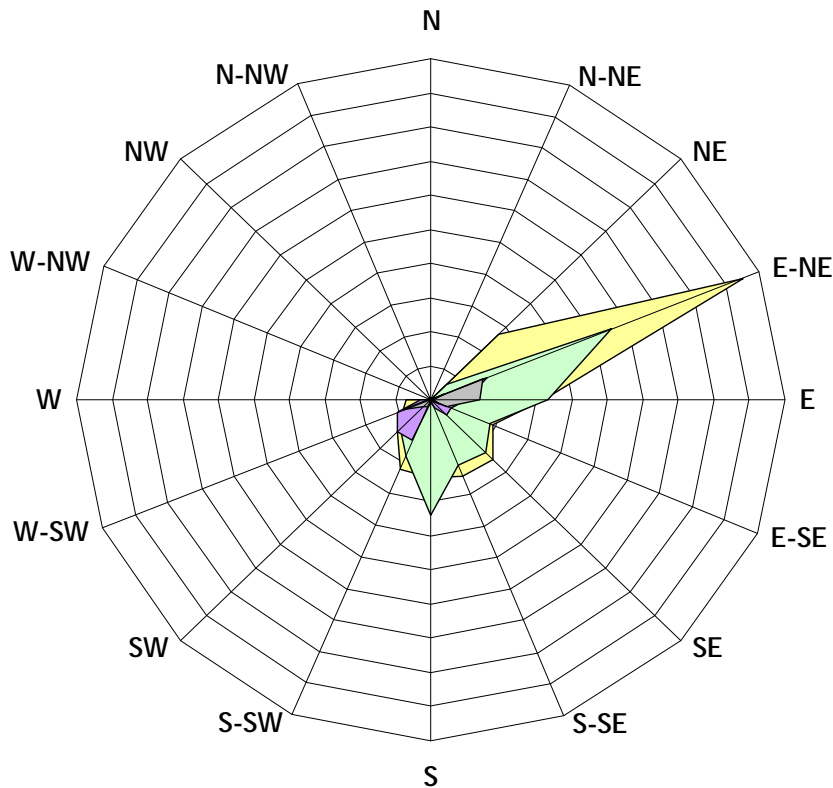
Grazie all'abbondanza di giornate soleggiate, *la radiazione solare*, con 175 W/m², è stata superiore alla media di 160 W/m².

Situazione meteorologica nel periodo di misura rilevata dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile

I livelli di concentrazione degli inquinanti osservati, sono stati valutati anche alla luce delle condizioni meteorologiche registrate nel periodo del monitoraggio dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile.

L'andamento anemologico registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile, mostra come la direzione del vento abbia interessato principalmente le zone E-NE (0.2÷1) ed in minor misura, anche se con fenomeni di maggiore intensità le zone S-SE (1÷1.5 m/s) del territorio della provincia di Milano (fig. 2).

Rosa dei Venti

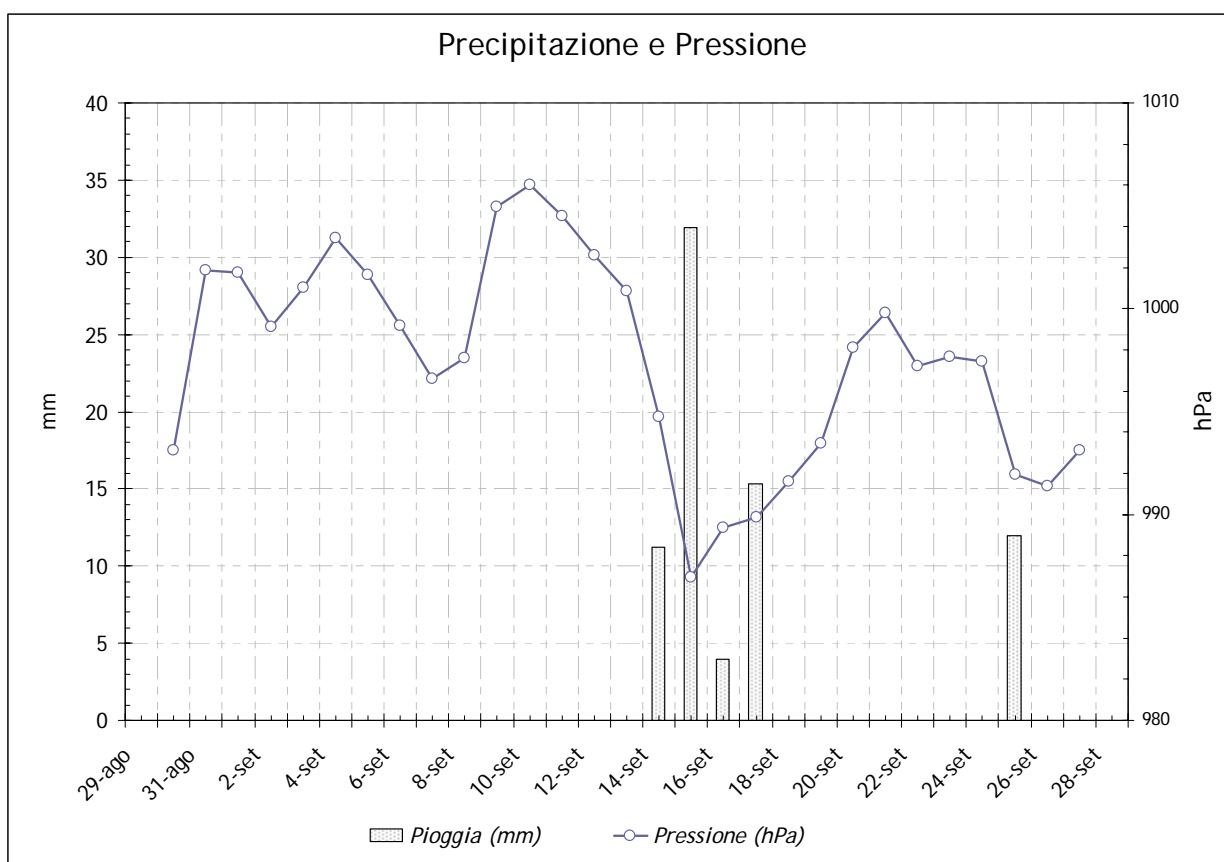


	0.2 <VV<1	1 <VV<1.5	1.5 <VV<2	2 <VV<3	VV > 3
N	0	0	0	0	0
N-NE	0	0	0	0	0
NE	27	6	0	0	0
E-NE	95	55	17	16	4
E	32	33	10	14	1
E-SE	19	18	6	5	3
SE	25	22	6	1	0
S-SE	24	21	3	0	0
S	23	34	1	1	0
S-SW	22	18	13	2	0
SW	13	12	13	3	0
W-SW	8	8	10	8	0
W	7	1	3	1	0
W-NW	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	0	0
N-NW	0	0	0	0	0

VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi 718
 Percentuale di casi di calma 8%

Gli episodi anemologici più intensi si sono verificati sabato 09 settembre facendo registrare una media giornaliera di 1.9 m/s ed una massima oraria di 3.0 m/s (E).



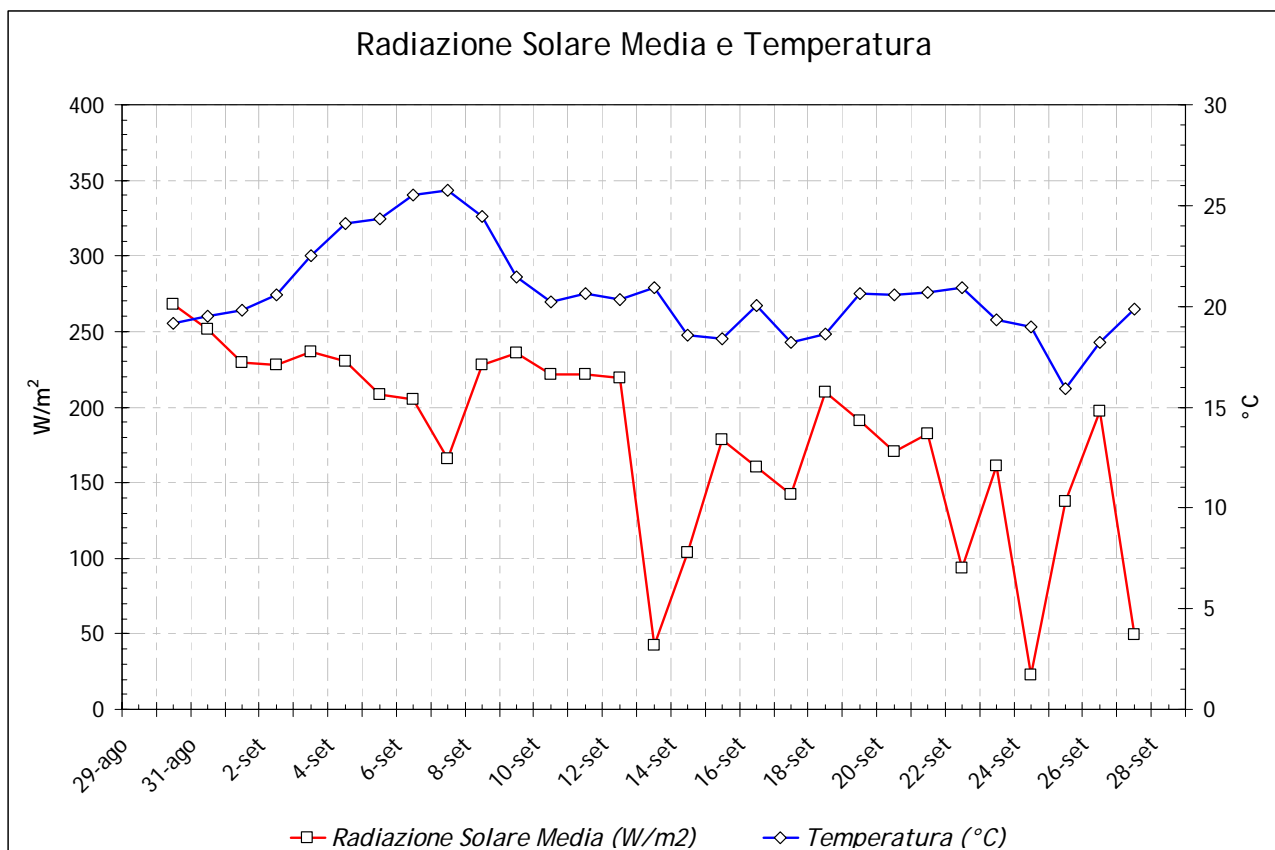
Rinforzi del vento si sono avuti poi in occasione degli episodi di tempo perturbato, per l'intensificarsi delle correnti sciroccali, come nei giorni 14, 15 e 25 settembre in cui si sono registrati valori medi giornalieri superiori a 1.4 m/s.

Per quanto riguarda le precipitazioni sono stati registrati 5 giorni piovosi su 30 giorni di campagna. Il fenomeno di maggiore intensità si è verificato venerdì 15 settembre con quasi 32 mm di pioggia caduti durante la giornata.

L'andamento barico ha fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 998 hPa per fenomeni di alta pressione nella prima e nella terza parte del mese con un valore massimo di circa 1006 hPa domenica 10 settembre ed un minimo di 987 hPa venerdì 15 settembre in occasione dell'evento piovoso di maggiore intensità.

La temperatura media del periodo è stata di 21 °C con un massimo di 26 °C giovedì 7 settembre ed un minimo di 16 °C lunedì 25 settembre.

A causa delle numerose giornate serene che hanno caratterizzato il periodo di misura, la radiazione solare, con 179.0 W/m², è stata superiore alla media del periodo pari a 160 W/m².



L'umidità relativa si è mantenuta su una media pari al 62% con un massimo dell'86% in occasione dei fenomeni piovosi di maggiore intensità dei giorni 15 e 25 settembre.

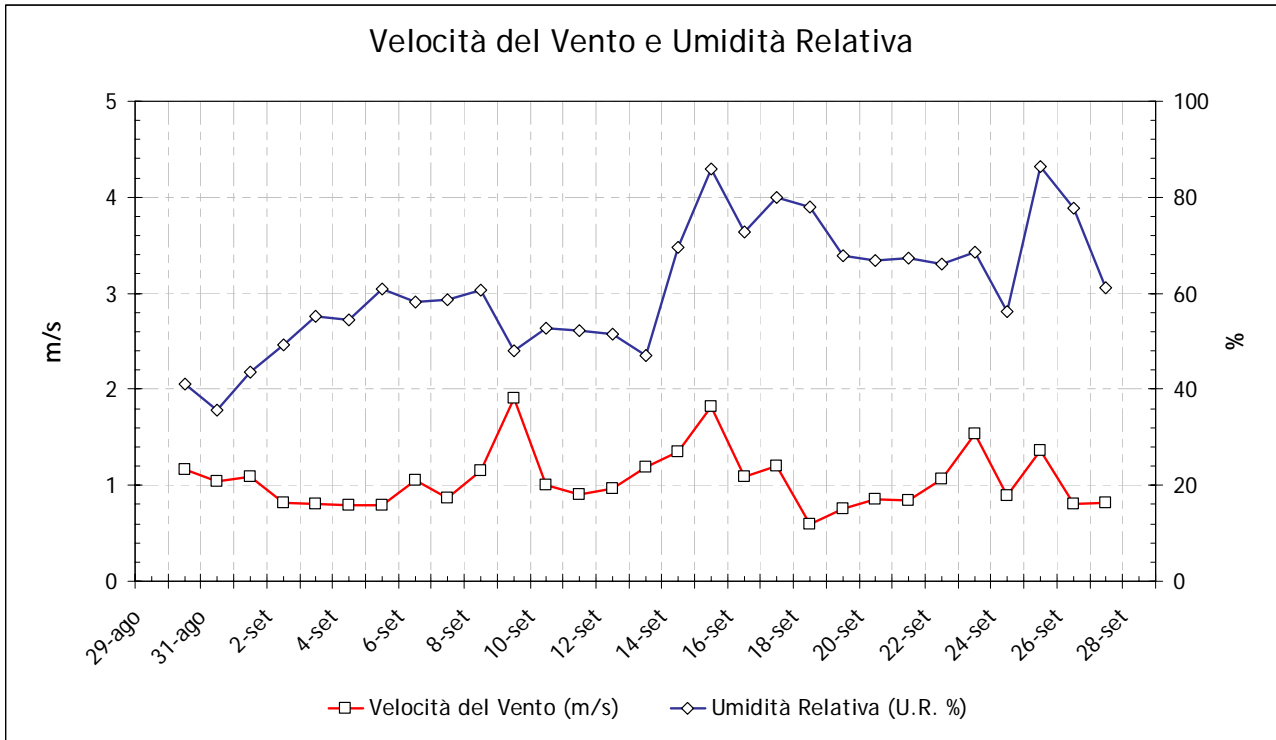
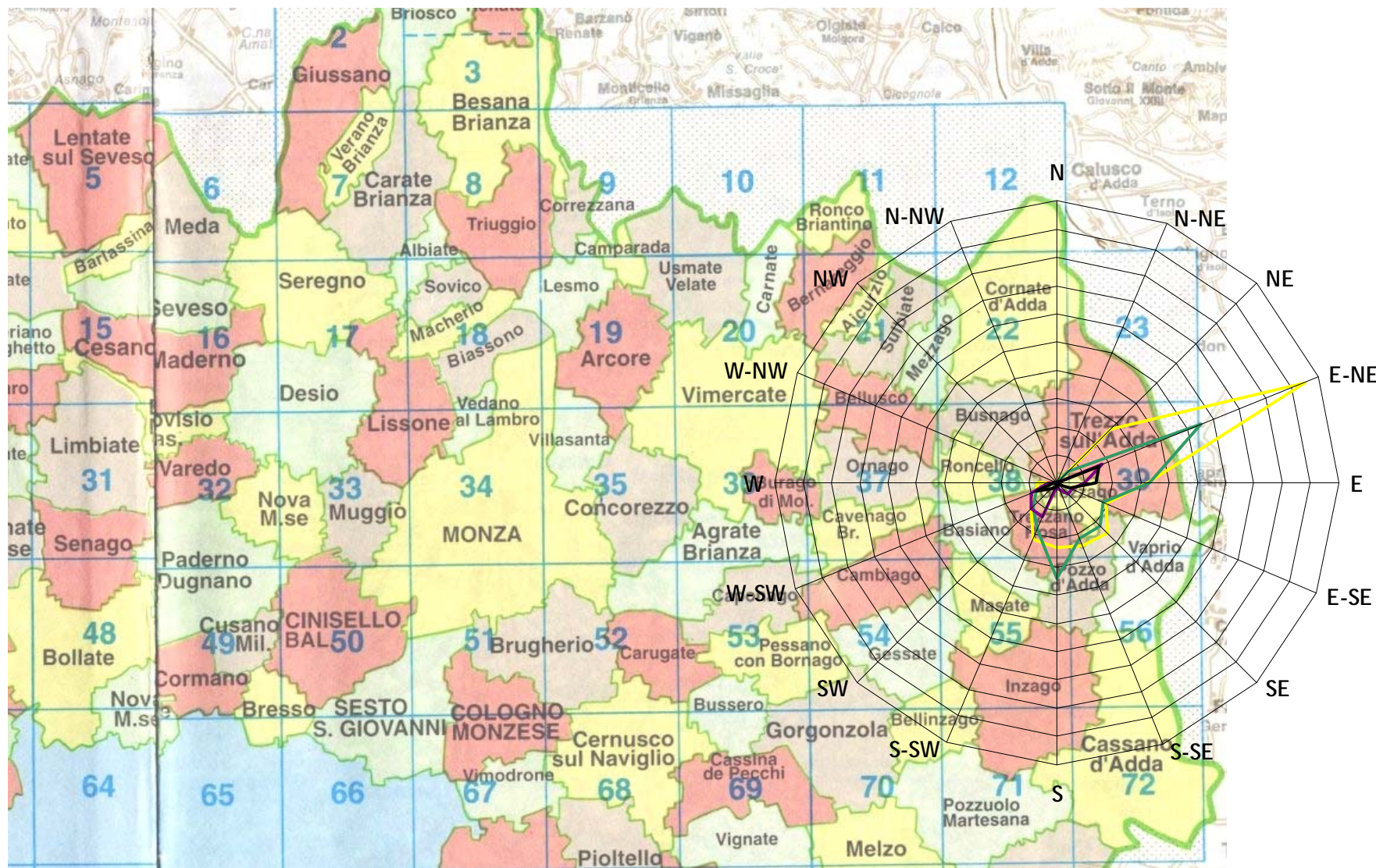


Figura 2



Campagna di controllo della qualità dell'aria - Comune di Grezzano via Venezia

Inquinanti atmosferici monitorati con laboratorio mobile

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi schematicamente in due gruppi: *inquinanti primari* ed *inquinanti secondari*. I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO₂)** vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

Al momento dell'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO₂ decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO₂ nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente. Se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO₂ e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O₃ troposferico.

Il **monossido di carbonio (CO)** ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. E' un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina, in particolare quando sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni pertanto sono strettamente legate ai flussi di traffico in prossimità della zona in cui avviene il prelievo e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono poi a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

L'**ozono (O₃)** è un inquinante secondario, che non ha sorgenti emissive dirette di rilievo. La sua formazione avviene in seguito a reazioni chimiche in atmosfera tra i suoi precursori (soprattutto ossidi di azoto e composti organici volatili), reazioni che avvengono in presenza di alte temperature e forte irraggiamento solare e che causano la formazione di un insieme di diversi composti, tra i quali, oltre all'ozono, si trovano nitrati e solfati (costituenti del particolato fine), perossiacetilnitrato (PAN), acido nitrico e altro ancora, che nell'insieme costituiscono il tipico inquinamento estivo detto smog fotochimica. A differenza degli inquinanti primari, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse delle sorgenti presenti nell'area, la formazione di ozono è quindi più complessa. Le concentrazioni di ozono raggiungono i valori più elevati nelle ore pomeridiane delle giornate estive soleggiate. Inoltre, dato che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane, le concentrazioni più alte si osservano soprattutto nelle zone extraurbane sottovovente rispetto ai centri urbani principali.

La chimica dell'ozono ha come punto di partenza la presenza di ossidi di azoto, che vengono emessi in grande quantità nelle aree urbane. Sotto l'effetto della radiazione solare (rappresentata di seguito con $h\nu$), la formazione di ozono avviene in conseguenza della fotolisi del biossido di azoto: $\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{NO} + \text{O}^*$

L'ossigeno atomico O^* , reagisce rapidamente con l'ossigeno molecolare dell'aria, in presenza di una terza molecola che non entra nella relazione vera e propria ma assorbe l'eccesso di energia vibrazionale e pertanto stabilizza la molecola di ozono che si è formata: $O^* + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$

Una volta generato l'ozono reagisce con l'NO e rigenera NO_2 : $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$

Le tre reazioni descritte formano un ciclo chiuso che da solo non sarebbe sufficiente a causare gli alti livelli di ozono che possono essere misurati in condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico. La presenza di altri inquinanti, quali ad esempio gli idrocarburi, fornisce una diversa via di ossidazione del monossido di azoto, che provoca una produzione di NO_2 senza consumare O_3 , di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo di O_3 .

Il **particolato fine (PM10)** è considerato uno dei "nuovi inquinanti", la cui misura è stata introdotta a partire dal 1998; esso è costituito da particelle con diametro aerodinamico inferiore a $10 \mu m$, in grado quindi di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe). Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente umana. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia.

I **metalli pesanti** sono elementi chimici metallici che hanno una densità relativamente alta e sono tossici in basse concentrazioni.

Esempi di metalli pesanti includono il mercurio (Hg), il cadmio (Cd), l'arsenico (As), il cromo (Cr), il nichel (Ni) ed il piombo (Pb).

I metalli e i loro composti si ritrovano essenzialmente distribuiti nella massa delle varie frazioni dimensionali del materiale particellare nell'atmosfera.

Essi sono associati in misura variabile, in funzione del tipo e della sorgente, alla frazione PM10, in cui si presentano generalmente sotto forma di composti chimici diversi, e in diversi stati di ossidazione. In base all'evidenza scientifica esistente¹, molti metalli (spesso proprio in dipendenza dello stato di ossidazione in cui si trovano) possono avere un ruolo attivo diretto o indiretto nei meccanismi di azione biologica.

Tuttavia diversi fattori chimico-fisici, quali l'idrosolubilità, la distribuzione dimensionale e l'arricchimento superficiale o l'inglobamento nelle particelle di aerosol, possono influenzare la loro biodisponibilità.

Attualmente sono molto limitate le informazioni disponibili sui livelli di concentrazione atmosferica, sulle caratteristiche chimiche, e sulle proprietà chimico-fisiche delle diverse specie metalliche presenti nell'atmosfera. I dati di qualità dell'aria esistenti, oltre ad essere incompleti, si riferiscono quasi esclusivamente al contenuto totale di metalli presenti nel materiale particellare o nelle polveri sedimentate.

Ad esempio per i livelli ambientali di cadmio e nichel vengono riportati, rispettivamente, valori tra 0,1-0,4 ng/m³ e 0,4-2 ng/m³ in aree rurali, mentre in siti urbani e influenzati dal traffico i valori sono 0,2-2,5 ng/m³ per il cadmio e 1,4-13 ng/m³ per il nichel. Nelle aree industriali i livelli di concentrazione del cadmio raggiungono 20 ng/m³ e 50 ng/m³ nel caso del nichel. In generale tra siti urbani e industriali è stato riscontrato un gradiente pari ad un ordine di grandezza.

¹ World Health Organization. *Air quality guidelines for Europe*. 2nd ed. Copenhagen: Regional Office for Europe. (WHO Regional Publications, European Series, no. 91; 2000).

Andamento inquinanti nel periodo di misura

Esaminando gli indicatori proposti dalla normativa, appare subito evidente che la scala temporale adeguata per una valutazione della qualità dell'aria è generalmente quella annuale. Una campagna di misura condotta per un periodo più breve può essere utile in un'ottica di approccio preliminare alla caratterizzazione dei livelli di immissione nel luogo soggetto all'indagine, in rapporto alle informazioni provenienti dal resto della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria.

Gli inquinanti considerati nello studio sono quelli usualmente monitorati nelle aree urbane: monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO, NO₂), ozono (O₃) e polveri sottili (PM₁₀).

La strumentazione presente sul Laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi (NO, NO₂, CO, O₃), per quanto riguarda il PM₁₀, la misura ha permesso di avere un valore medio giornaliero.

I dati sono stati raccolti alla migliore risoluzione temporale permessa dagli strumenti. Ove i dati fossero disponibili su base oraria, si è provveduto a calcolare le medie giornaliere a condizione che fosse presente almeno il 75% dei dati per ogni giorno.

Come descritto nel capitolo Normativa (vedi Tab. pagg 5 - 6), il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per NO₂, CO e PM₁₀ i valori limite per la protezione della salute umana e i margini di tolleranza che si riducono progressivamente negli anni. Per gli inquinanti monitorati tale margine di tolleranza è attualmente nullo ad eccezione di quello relativo al biossido di azoto.

I livelli di concentrazione degli inquinanti elencati sono stati pertanto di seguito confrontati con i rispettivi limiti a "regime", cioè con margini di tolleranza zero, anche per quanto riguarda il biossido di azoto, adottando così le condizioni più cautelative anche per questo inquinante.

Per "giorno tipo" o "giorno medio" si intende l'andamento delle concentrazioni medie orarie mediate su tutti i giorni feriali (o su tutti i giorni pre-festivi o festivi) del periodo in questione.

I giorni feriali, pre-festivi e festivi sono stati considerati separatamente nel calcolo del giorno tipo per mettere in evidenza le eventuali diverse caratteristiche emissive, legate al traffico o alle attività produttive.

Le caratteristiche del sito di misura poi e le condizioni meteorologiche sono elementi essenziali per l'interpretazione dei dati. La **concentrazione degli inquinanti in atmosfera**, soprattutto in ambiente urbano, è infatti **influenzata da diversi fattori legati alla meteorologia**.

A causa del progressivo attenuarsi del rimescolamento verticale dell'atmosfera, favorito dalla persistenza di condizioni stabili, favorevoli all'accumulo, le condizioni climatologiche sono state solo parzialmente favorevoli al mantenimento di una qualità dell'aria accettabile.

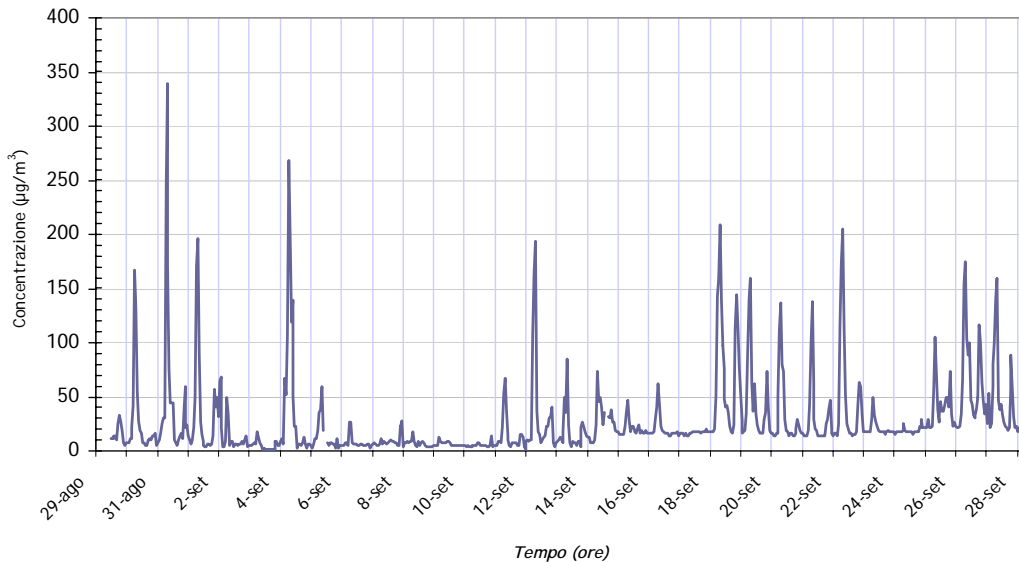
Analizzando infatti la situazione meteorologica nel periodo di misura si osserva come la presenza di una situazione anemologica scarsamente vivace (caratterizzata principalmente da episodi di calma, con sporadici eventi di brezza leggera, unitamente alle numerose giornate serene), abbia permesso solo un parziale sblocco atmosferico favorendo l'accumulo di alcuni inquinanti come l'O₃ ed il PM₁₀ per i quali sono stati registrati superamenti.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i risultati dell'analisi degli andamenti temporali degli inquinanti ricavati da un mese di osservazioni presso la postazione di via Venezia².

² L'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

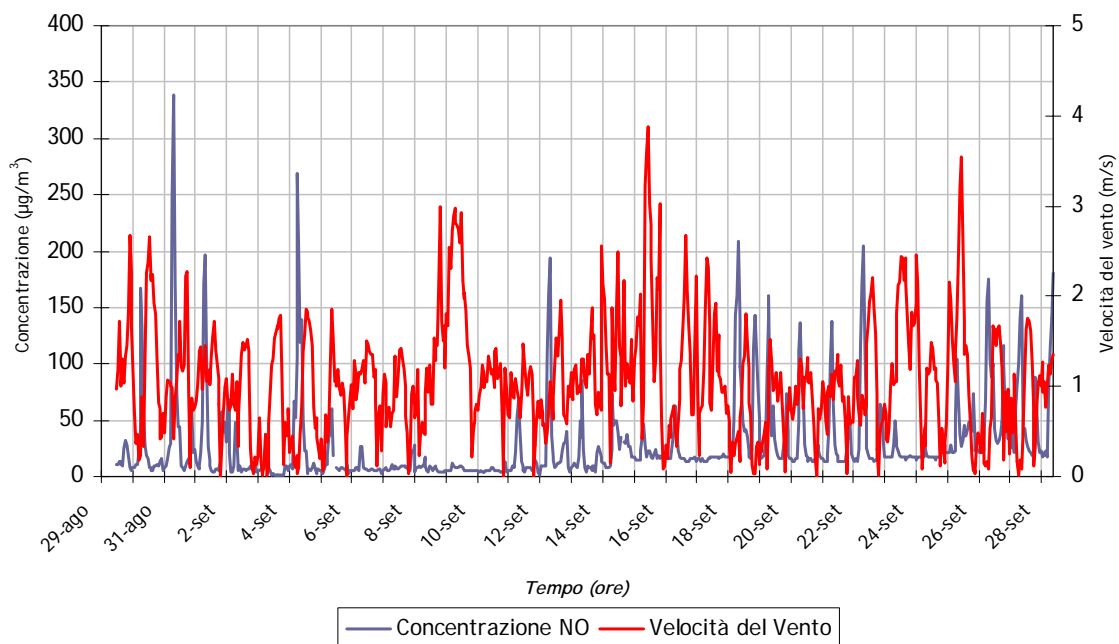
Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un valore massimo di concentrazione oraria pari a $339 \mu\text{g}/\text{m}^3$ giovedì 31 agosto alle 08.00.

NO - Concentrazioni orarie



Dal confronto tra monossido di azoto e velocità del vento è possibile osservare come valori minimi di concentrazione di NO si trovino in corrispondenza di picchi di vento a conferma del fatto che la presenza di questo inquinante nel sito è dovuta principalmente a fenomeni di tipo locale e non di trasporto.

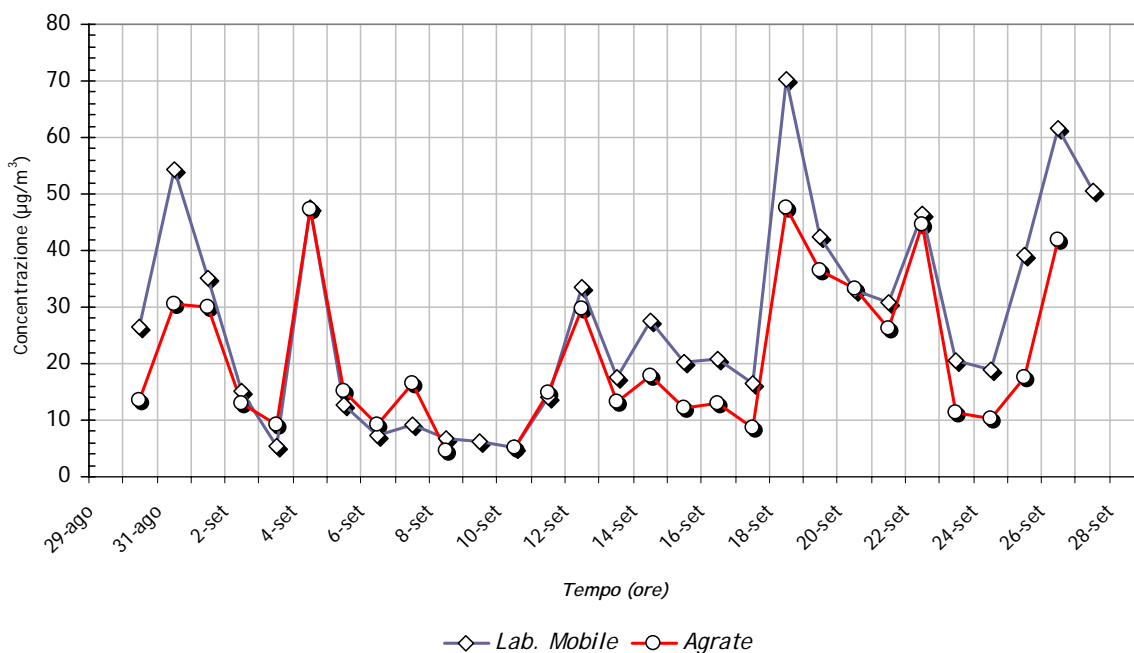
Media Oraria - Confronto NO e Velocità del Vento



A conferma di questo è possibile osservare come i valori di NO rilevati con laboratorio mobile mostrino una buona correlazione³ con quelli misurati dalla centralina urbana da fondo di Agrate Brianza (R=0.7), situata lungo la direttrice W-SW di Grezzago. Analizzando i dati anemometrici risulta che i fenomeni di vento lungo tale direzione sono stati esigui durante tutta la campagna.

Tale analogia tra gli andamenti di NO nelle due postazioni, sembrerebbe quindi far supporre che la presenza dell'autostrada A4, che interessa entrambi i comuni, influenzi la qualità dell'aria del territorio comunale di Grezzago, contribuendo in maniera non trascurabile alla formazione di questo inquinante.

NO - Medie giornaliere



Il grafico del giorno tipo sembrerebbe rafforzare l'idea di un'influenza dell'A4 sulle concentrazioni di NO misurate con laboratorio mobile nel sito di via Venezia; infatti i picchi di concentrazione si presentano in corrispondenza delle ore di punta mattutina e serale caratteristiche di grandi arterie di collegamento; in particolare per il giorno tipo feriale i valori più alti si presentano nella fascia oraria che va dalle ore 05.00 alle ore 10.00 del mattino e in quella serale compresa tra le 18.00 e le 22.00.

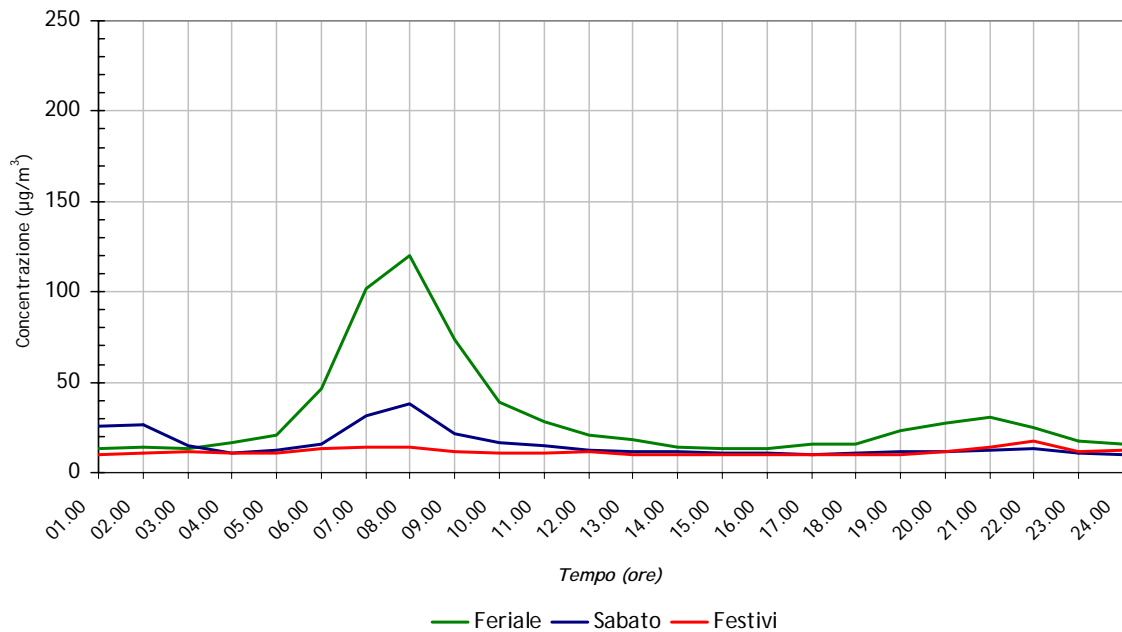
Il grafico del giorno pre-feriale presenta un picco nello stesso intervallo temporale del giorno tipo feriale ma con valori mediamente più bassi, in linea con la diminuzione del traffico durante il week-end; non sono riscontrabili invece picchi nella fascia serale.

L'andamento festivo non presenta invece picchi evidenti ed i livelli di concentrazioni risultano pressoché trascurabili, in accordo con la diminuzione lungo l'autostrada del traffico in particolare di quello pesante.

³ Il coefficiente di correlazione di Pearson (R) misura il grado di correlazione lineare tra due variabili x e y calcolando il rapporto tra la loro covarianza ed il prodotto delle rispettive deviazioni standard (0<R<1, più R si avvicina a 1 più i valori sono correlati):

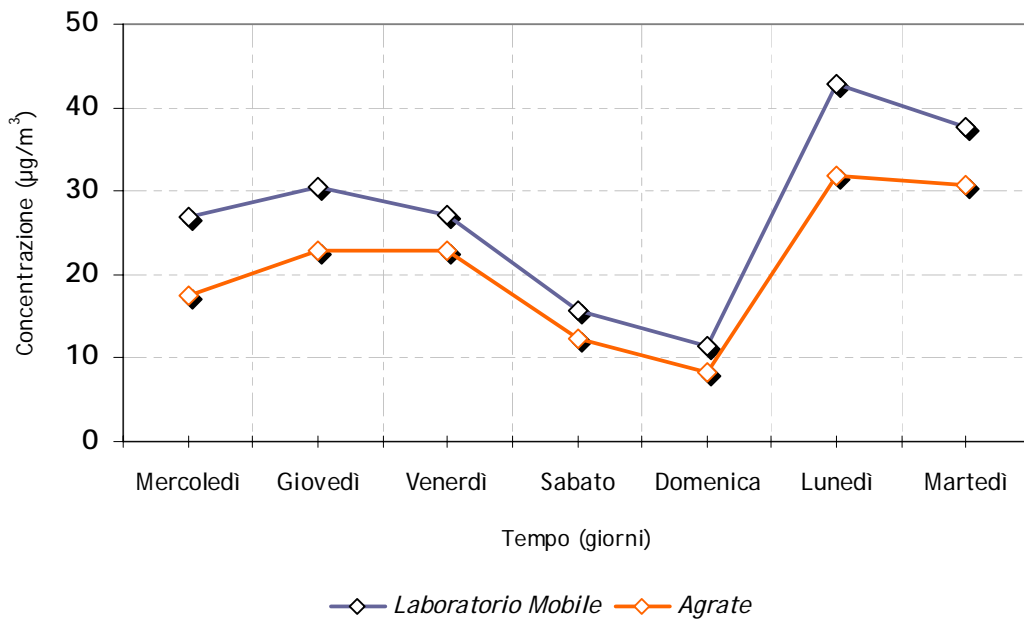
$$R = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \times \text{var}(y)}}$$

NO - Giorno Tipo



In appoggio a quanto sopra detto è possibile osservare l'analogia degli andamenti settimanali dell'NO misurati con laboratorio mobile con quelli della centralina di Agrate. Essendo infatti la scala settimanale l'unica scala temporale dove l'effetto della meteorologia (altro principale determinante delle concentrazioni) non ha alcuna influenza, con tale ulteriore rappresentazione è possibile evidenziare la stretta dipendenza tra traffico veicolare ed inquinamento atmosferico.

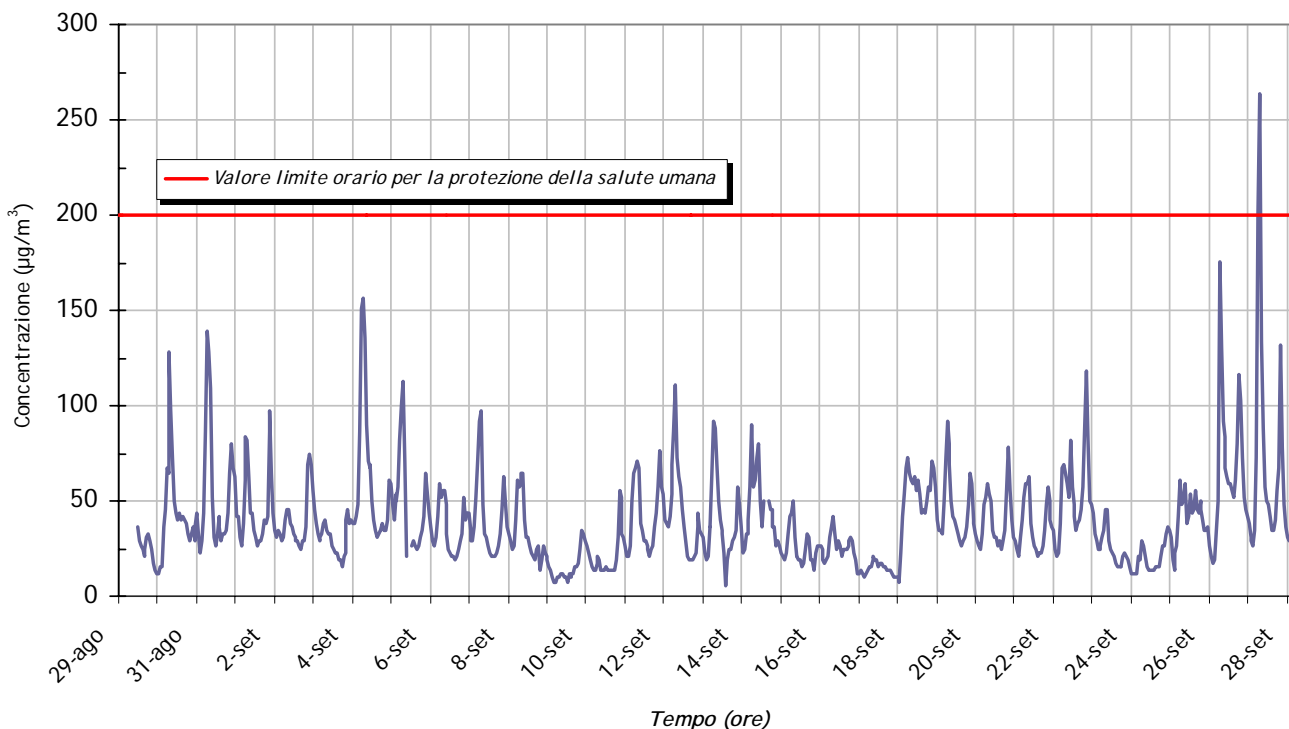
Andamento settimanale - NO



La concentrazione in aria di NO₂, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO₂ e dalla velocità di conversione di NO₂ in altre specie ossidate (nitriti).

Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo del **biossido di azoto** si è attestata sui **40 µg/m³**; durante il periodo di misura **sono stati rilevati due superamenti orari del limite di attenzione**, fissato per questo inquinante a 200 µg/m³.

Concentrazioni orarie - NO₂



DATI ORARI

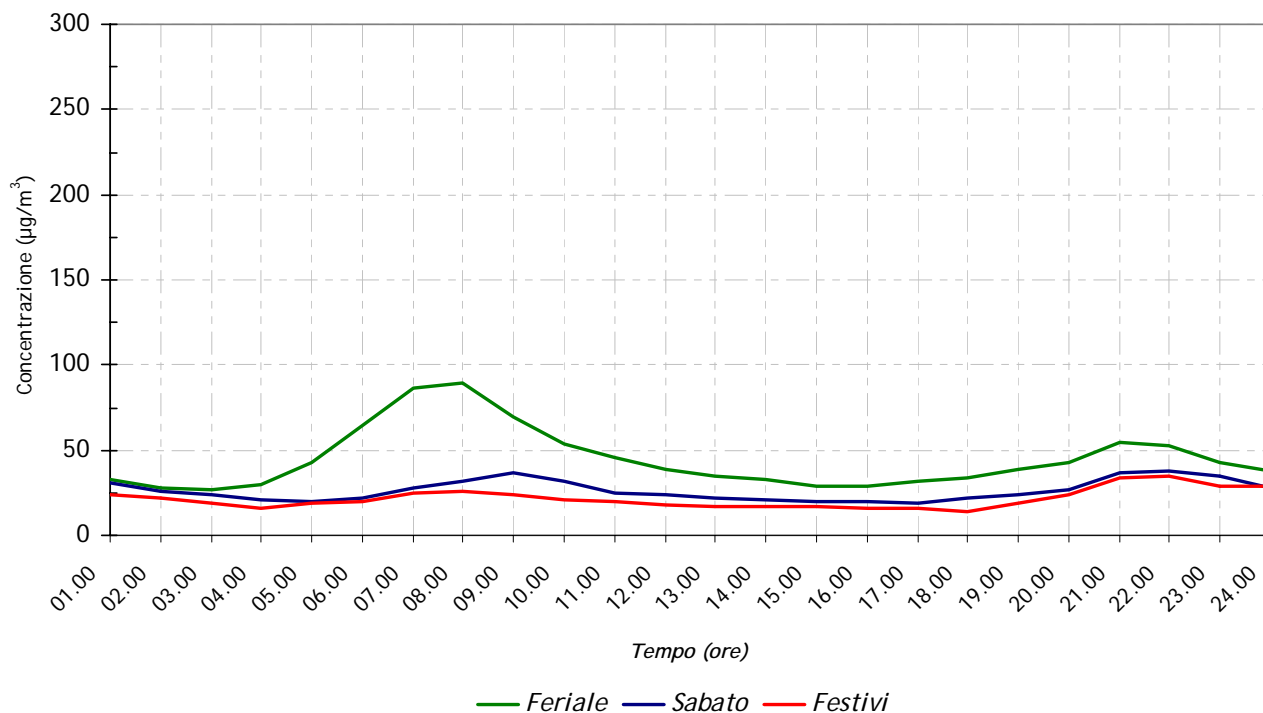
DATA	ORA	[NO ₂] µg/m ³	Livello di Attenzione	Velocità del Vento (m/s)
27-set-2006	07.00	201	200	0
27-set-2006	08.00	264	200	0.2

Tale valore di picco nella presente campagna è dovuto principalmente ad un fenomeno di stagnazione che ha causato, una difficoltà dispersiva in atmosfera. In particolare la giornata del 27 settembre è stata interessata da una situazione di calma di vento che ha fatto registrare per quel giorno il minimo del periodo, con una media giornaliera della velocità del vento di 0.8 m/s.

Poiché l'NO₂ è un inquinante secondario che si forma dalla reazione dell'NO è interessante esaminare il grafico del giorno tipo anche di questo inquinante.

L'andamento del biossido di azoto è simile a quello dell'NO anche se presenta caratteristiche dispersive minori; è possibile osservare infatti nel sottostante grafico come i picchi siano meno evidenti. Infatti essendo un inquinante secondario, se sono presenti i suoi precursori esso continua a formarsi.

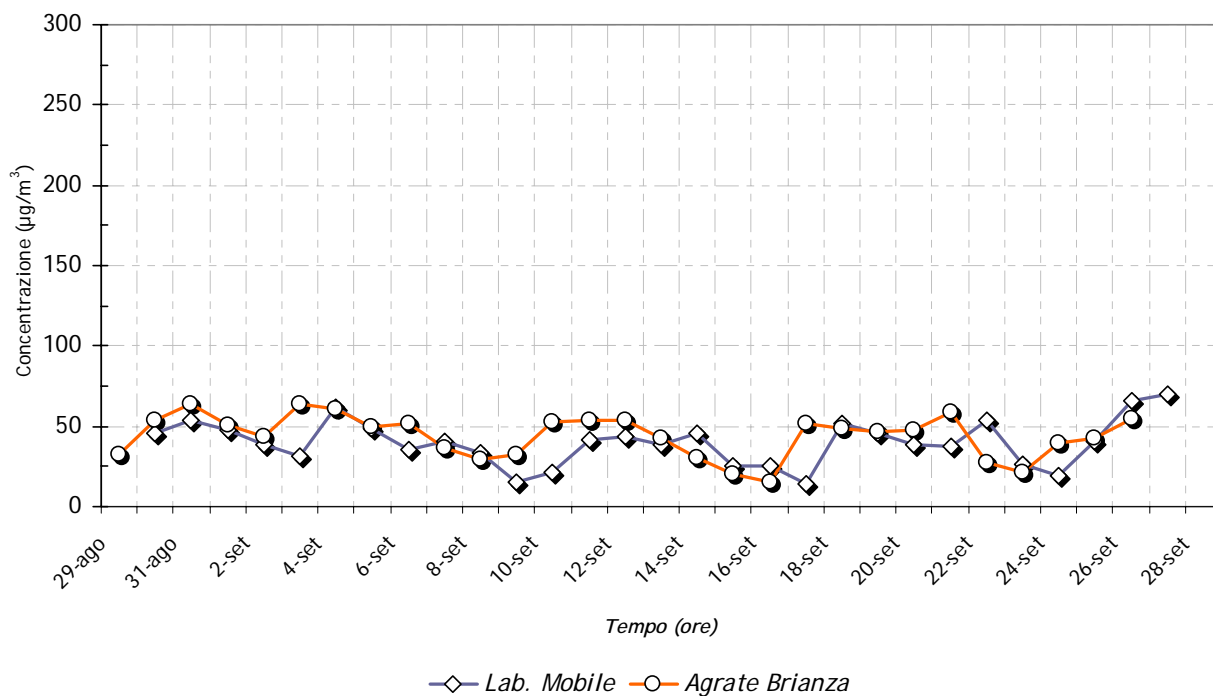
Giorno Tipo - NO₂



Dal calcolo dei coefficienti di Pearson si conferma la correlazione con la centralina urbana da fondo di Agrate Brianza (R=0.5), come è possibile osservare dal grafico delle concentrazioni medie giornaliere.

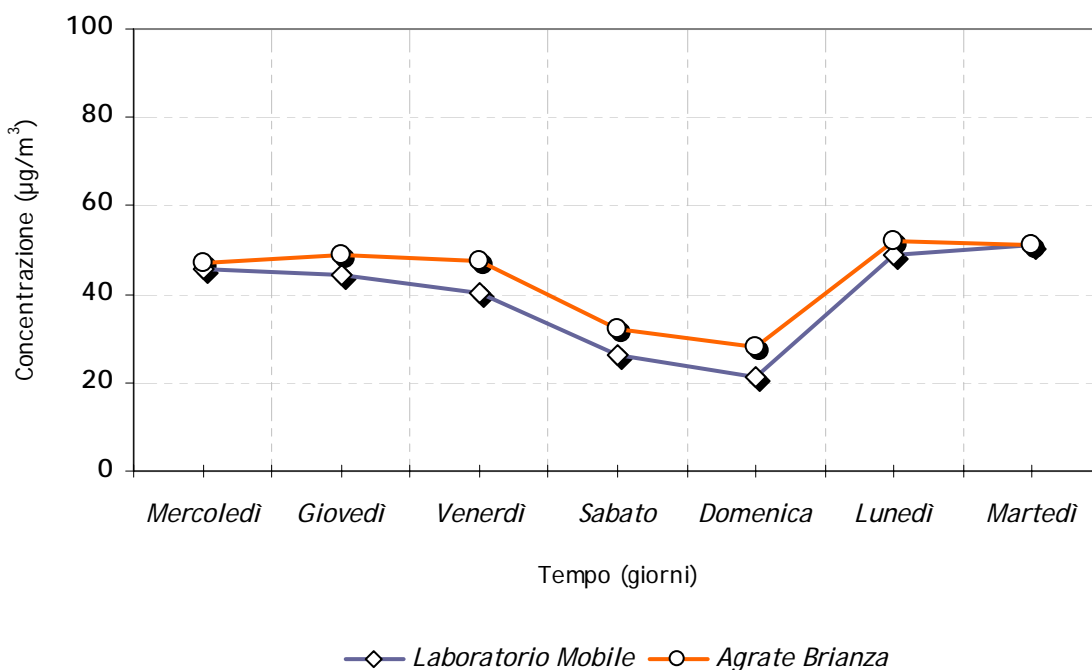
	LAB MOBILE	JUVARA	MONZA	TREZZO	VIMERCATE	AGRATE	CASSANO
LAB MOBILE	1.00						
JUVARA	0.35	1.00					
MONZA	0.47	0.85	1.00				
TREZZO	0.49	0.62	0.72	1.00			
VIMERCATE	0.47	0.70	0.86	0.82	1.00		
AGRATE	0.50	0.69	0.82	0.74	0.83	1.00	
CASSANO	0.51	0.72	0.76	0.68	0.71	0.72	1.00

Medie giornaliere - NO₂



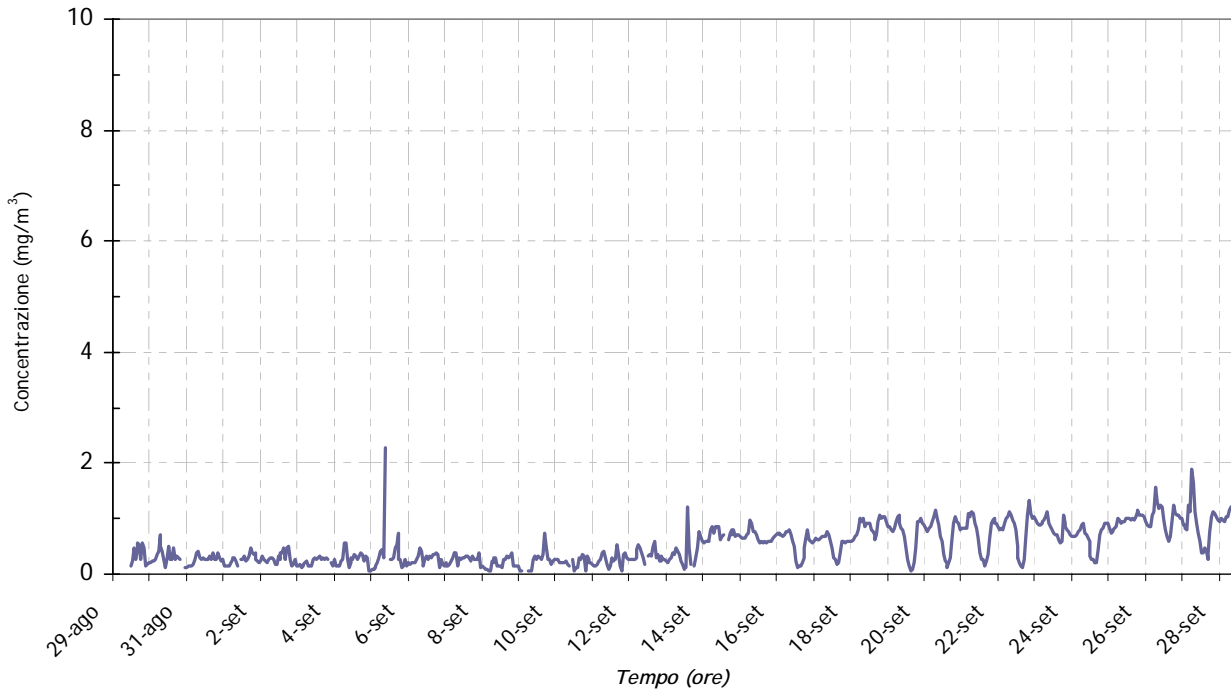
Anche in questo caso si evidenzia l'analogia degli andamenti settimanali tra la postazione di misura e la centralina di Agrate, con una diminuzione delle concentrazioni (e quindi del traffico) nel fine settimana.

Frequenza settimanale - NO₂

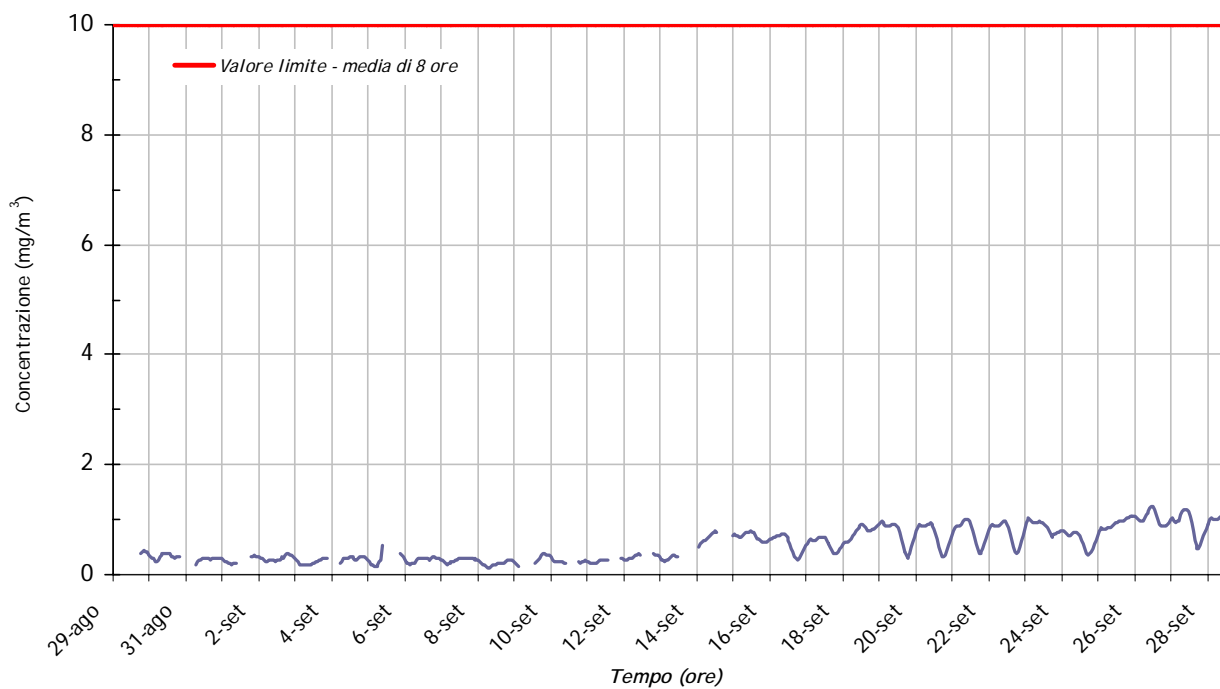


L'accumulo di **monossido di carbonio** è favorito soprattutto nelle aree urbane, quando i veicoli sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato.

Monossido di Carbonio - Concentrazioni orarie



Monossido di Carbonio - Concentrazioni medie di 8 ore



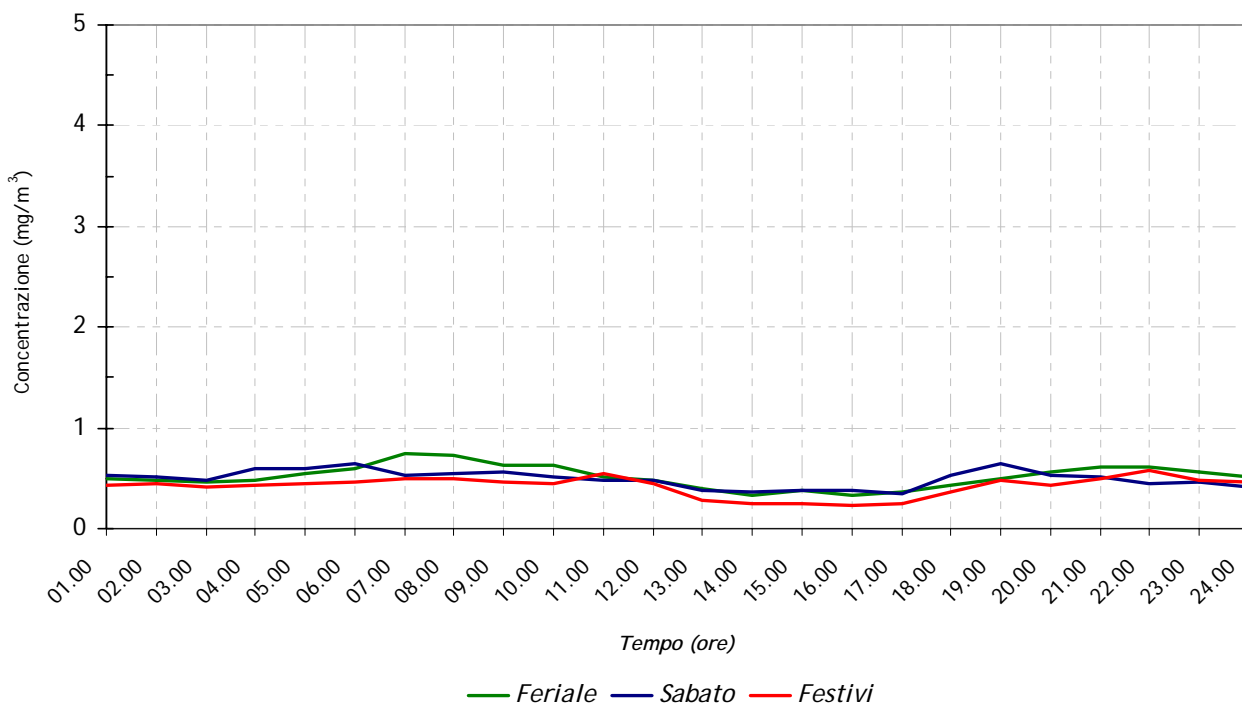
I valori di CO misurati durante la campagna di misura sono risultati abbondantemente inferiori ai limiti di legge sia per quanto riguarda la media oraria che per quella di 8 ore.

Il valore medio sul periodo è stato di 0.5 mg/m^3 , il valore massimo orario è stato di 2.3 mg/m^3 il giorno martedì 05 settembre alle ore 10.00; il valore massimo mediato sulle 8 ore, pari a 1.2 mg/m^3 , è stato osservato il giorno martedì 26 dalle 10.00 alle 14.00 ed il giorno 27 dalle 08.00 alle 12.00.

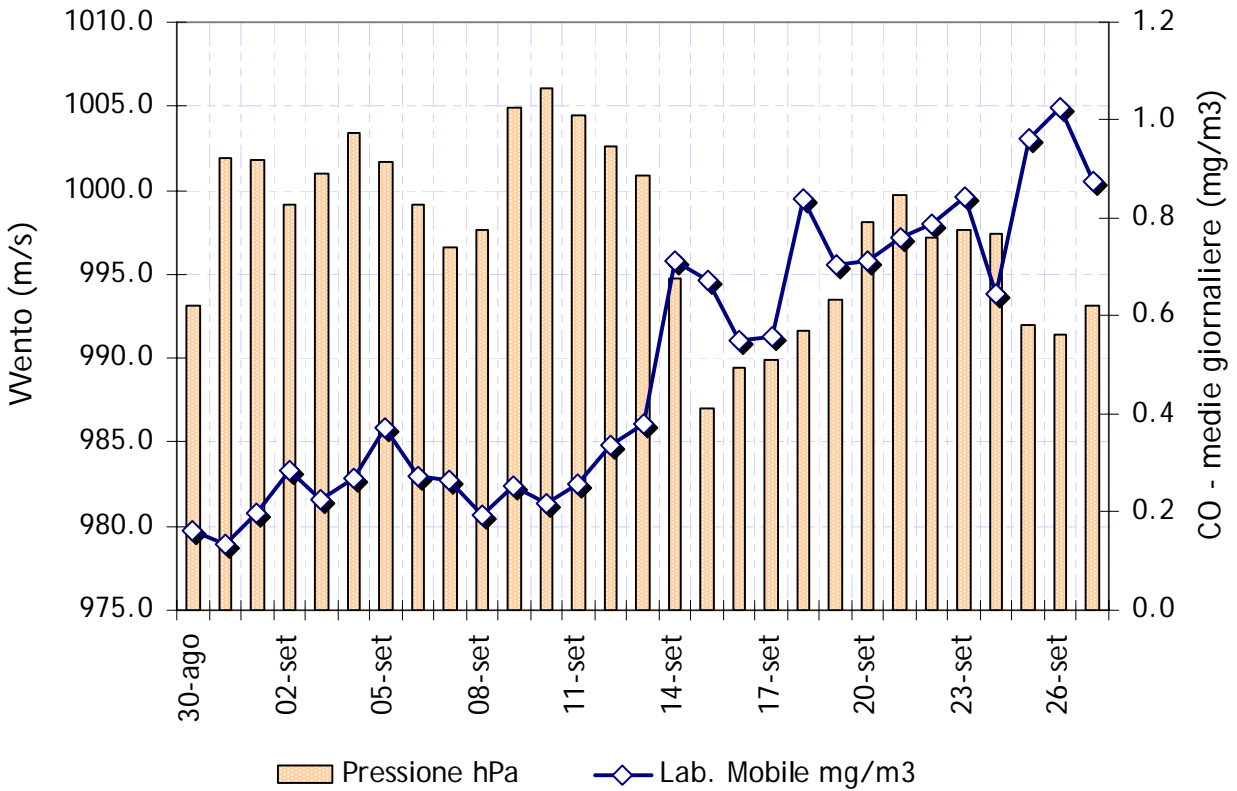
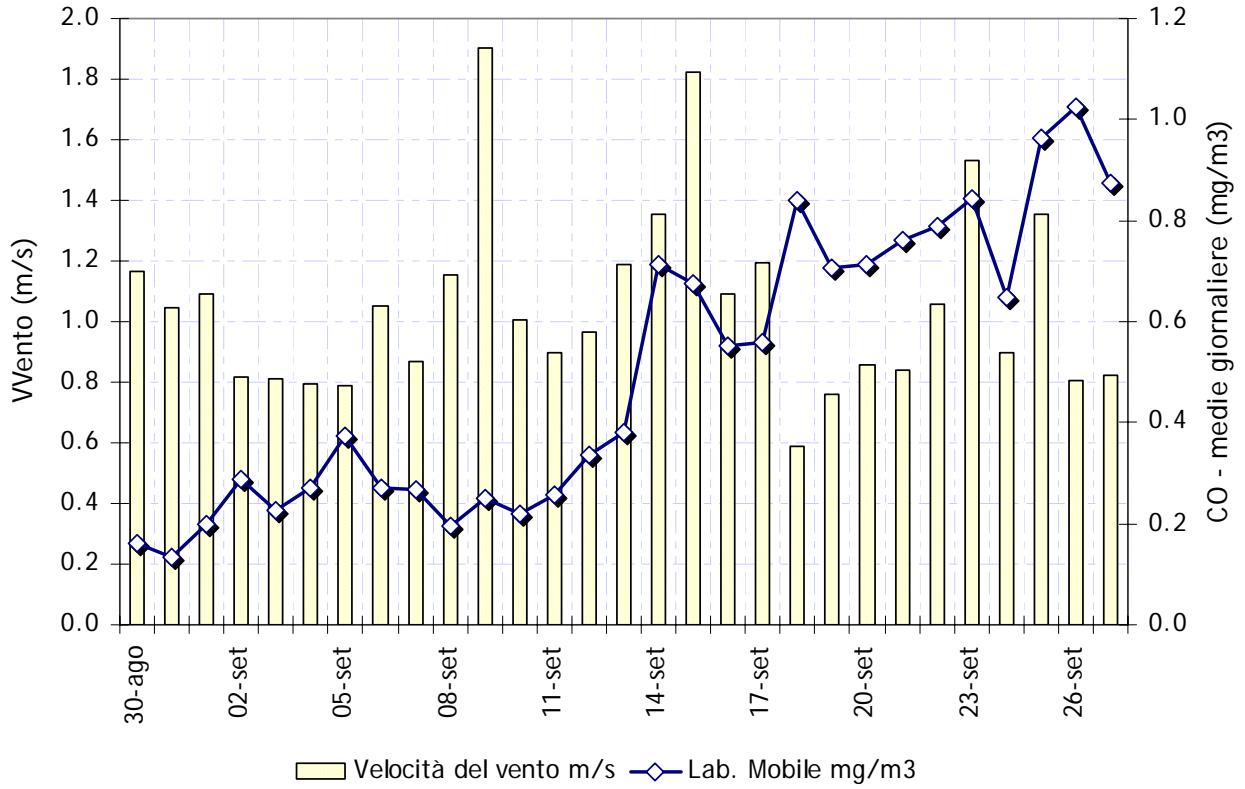
Dall'analisi dei dati è possibile dunque osservare come le concentrazioni di questo inquinante appaiano decisamente basse e comunque di molto inferiori a quelle solitamente riscontrate in aree cittadine; ciò è giustificato dal fatto che via Venezia non è una strada di intenso passaggio e pertanto non è interessata da elevati volumi di traffico. Difficilmente poi possono crearsi situazioni di traffico congestionato che possano favorire la formazione di questo inquinante, in quanto è presente un unico semaforo alla fine della strada.

A riprova di questo nel grafico del giorno tipo si può osservare come le concentrazioni di questo inquinante siano sostanzialmente costanti durante l'intera giornata senza evidenti picchi, caratteristici delle ore di punta mattutini e serali.

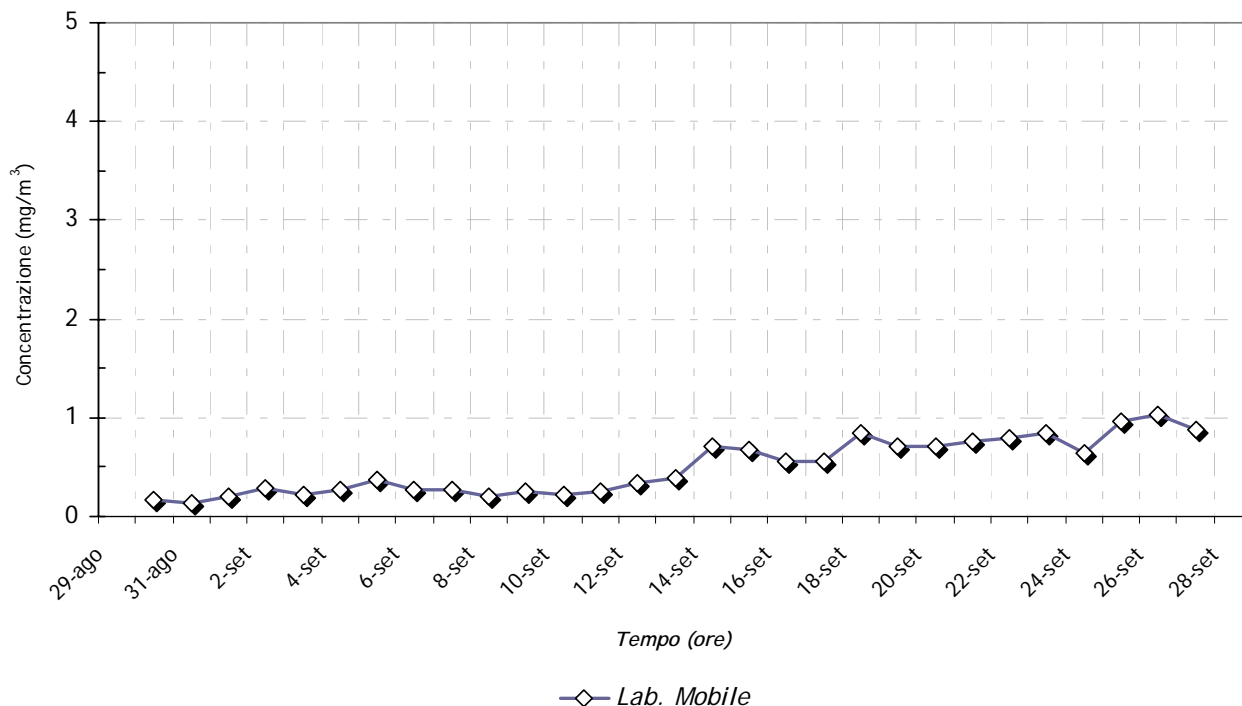
Monossido di Carbonio - Giorno Tipo



Il grafico delle medie giornaliere mostra come vi sia stato un leggero aumento delle concentrazioni a partire dalla metà del mese, questo a causa del verificarsi di condizioni di bassa pressione e di scarsa ventosità nella seconda e terza decade del mese che hanno favorito un ristagno atmosferico, mantenendo la maggior parte degli inquinanti negli strati bassi vicino al suolo.



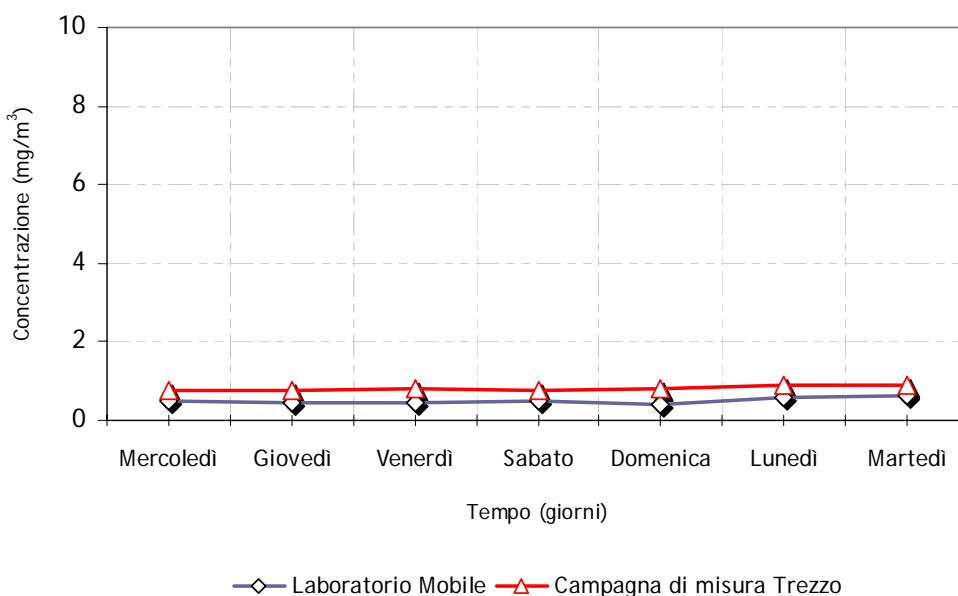
Monossido di Carbonio - Medie giornaliere



Non è stato possibile verificare per questo inquinante un'eventuale correlazione con la centralina di Agrate in quanto in tale stazione non è presente un analizzatore di CO.

Al fine di poter evidenziare delle analogie con postazioni prossime all'autostrada A4 si è preso a riferimento l'andamento settimanale del CO monitorato con laboratorio mobile in prossimità dell'A4 nel comune di Trezzo sull'Adda nel periodo 16.03 - 14.04.2006.

Frequenza settimanale - CO



Le correlazioni con la postazione di Trezzo sembrerebbero confermare che nel sito oggetto di studio non sia favorita la formazione di questo inquinante.

Essendo infatti il traffico di tipo autostradale solitamente scorrevole e caratterizzato da veicoli che procedono a velocità sostenuta, l'efficienza di combustione dei motori è elevata e ciò comporta una bassa emissione dagli scarichi dei veicoli.

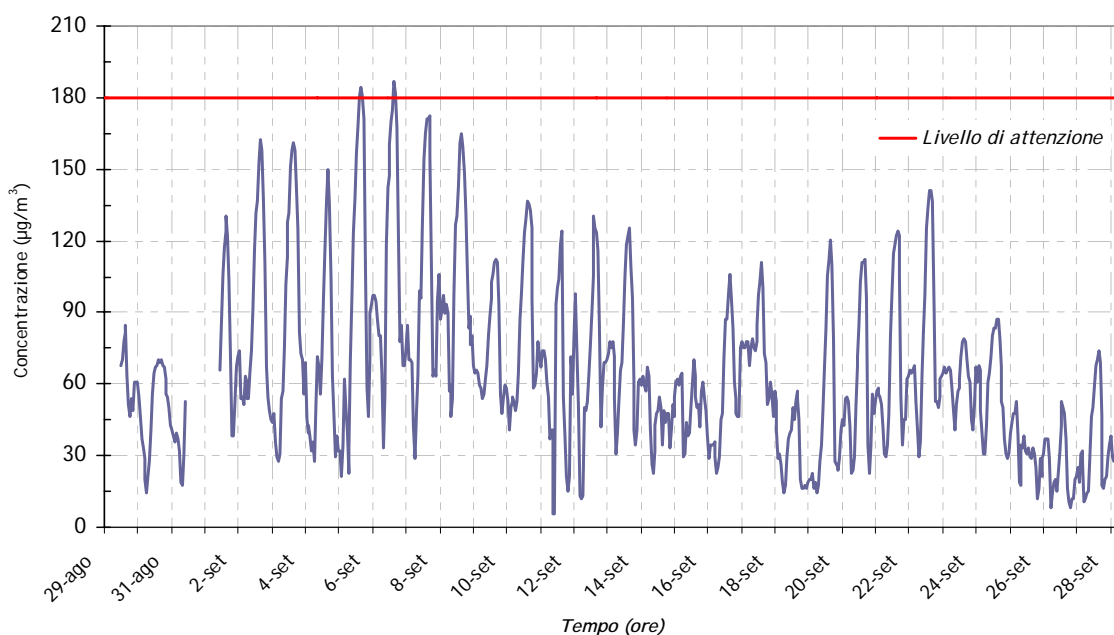
O₃

Per quanto riguarda l'ozono il periodo in cui è stato condotta la campagna è quello autunnale, non particolarmente critico per questo inquinante di natura fotochimica.

A causa della situazione meteorologica che ha caratterizzato il periodo di misura, con temperature superiori alla media stagionale e numerose giornate soleggiate, è stata favorita la produzione d'Ozono, facendo registrare numerosi superamenti sia della soglia di protezione della salute umana (43), fissata a 120 µg/m³ per la media mobile di 8 ore, sia superamenti della soglia di attenzione (5), fissata per questo inquinante a 180 µg/m³ per la media oraria.

Il valore medio del periodo, il valore massimo orario ed il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente pari a **65 µg/m³**, **187 µg/m³** e **166 µg/m³**.

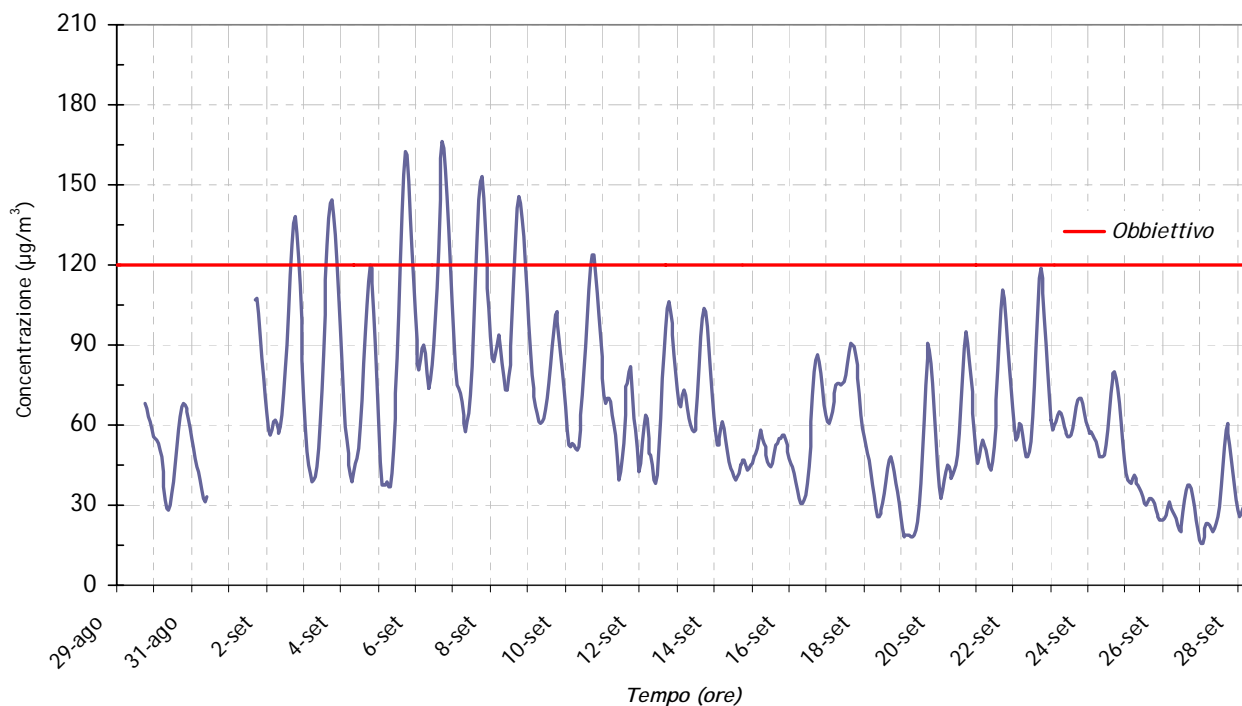
Concentrazioni orarie - O₃



Si riportano in tabella i superamenti della media oraria, registrati durante la campagna di misura:

DATA	ORA	[O ₃] µg/m ³	Livello di attenzione
05-set-2006	15.00	181	180
05-set-2006	16.00	184	180
05-set-2006	17.00	181	180
06-set-2006	16.00	187	180
06-set-2006	17.00	182	180

Concentrazioni orarie - O₃



Si riportano in tabella i superamenti della media su 8h, registrati durante la campagna di misura:

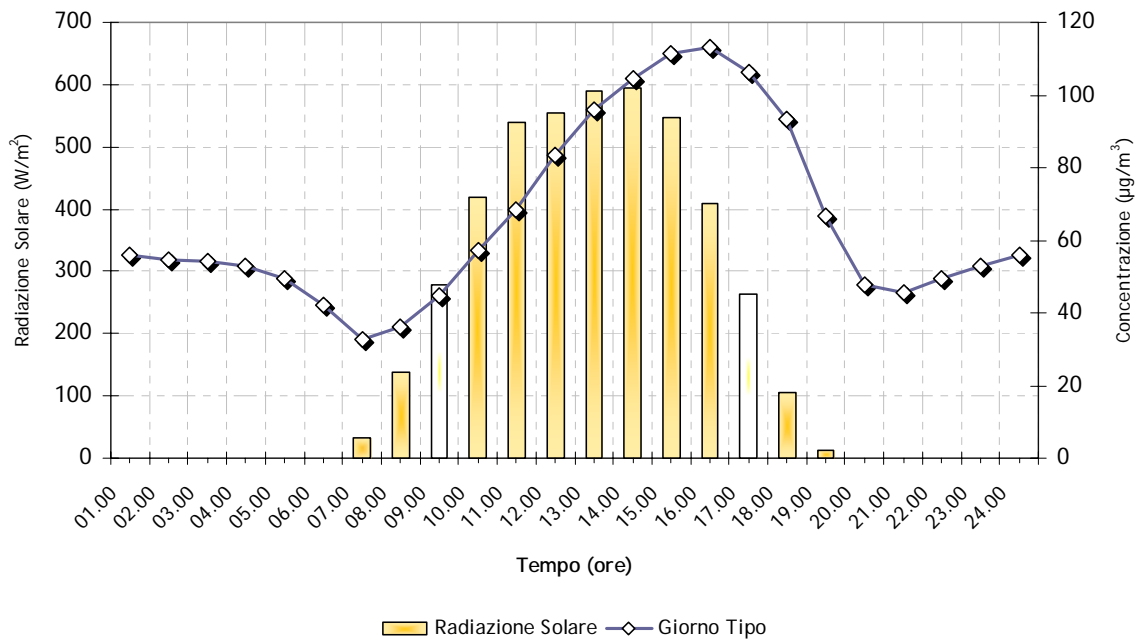
DATA	ORA	[O ₃] Media 8 ore µg/m ³	Obiettivo
02-set-2006	17.00	128	120
02-set-2006	18.00	136	120
02-set-2006	19.00	138	120
02-set-2006	20.00	132	120
02-set-2006	21.00	122	120
03-set-2006	16.00	127	120
03-set-2006	17.00	138	120
03-set-2006	18.00	143	120
03-set-2006	19.00	144	120
03-set-2006	20.00	139	120
03-set-2006	21.00	131	120
03-set-2006	22.00	121	120
05-set-2006	15.00	121	120
05-set-2006	16.00	140	120
05-set-2006	17.00	153	120
05-set-2006	18.00	163	120
05-set-2006	19.00	161	120

DATA	ORA	[O ₃] Media 8 ore µg/m ³	Obiettivo
05-set-2006	20.00	151	120
05-set-2006	21.00	138	120
05-set-2006	22.00	125	120
06-set-2006	15.00	125	120
06-set-2006	16.00	144	120
06-set-2006	17.00	160	120
06-set-2006	18.00	166	120
06-set-2006	19.00	164	120
06-set-2006	20.00	155	120
06-set-2006	21.00	146	120
06-set-2006	22.00	133	120
07-set-2006	16.00	131	120
07-set-2006	17.00	144	120
07-set-2006	18.00	151	120
07-set-2006	19.00	153	120
07-set-2006	20.00	145	120
07-set-2006	21.00	134	120
07-set-2006	22.00	121	120
08-set-2006	17.00	129	120
08-set-2006	18.00	141	120
08-set-2006	19.00	146	120
08-set-2006	20.00	143	120
08-set-2006	21.00	137	120
08-set-2006	22.00	130	120
10-set-2006	18.00	124	120
10-set-2006	19.00	124	120

Giorno tipo e medie giornaliere

L'andamento di questo inquinante risulta differente da quello degli inquinanti primari, infatti l'ozono non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero dell'ozono è di tipo a campana con un massimo poco dopo il periodo di maggior insolazione (generalmente tra le 14.00 e le 17.00).

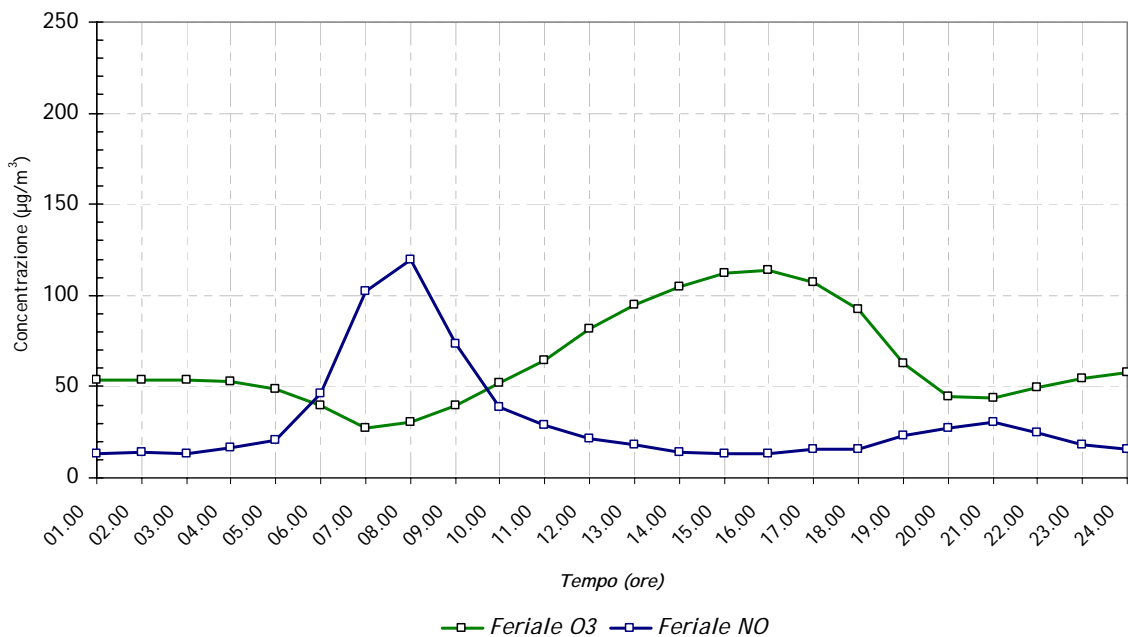
Giorno tipo - Confronto Radiazione Solare O_3



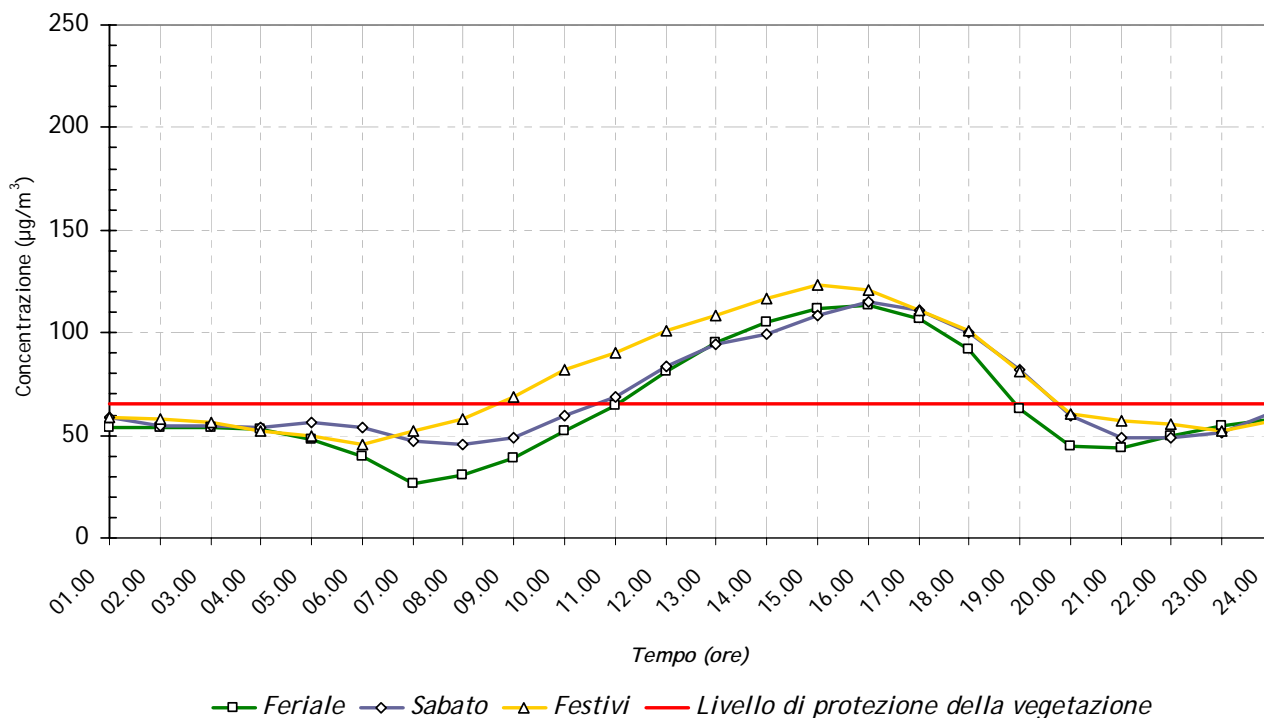
Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO questo perché l' NO tende a reagire con l' O_3 portando alla formazione di NO_2 .

Tale comportamento è possibile verificarlo nel grafico di seguito riportato in cui si sono confrontate le concentrazioni medie giornaliere di ozono e ossido di azoto nel periodo oggetto dell'indagine; le concentrazioni minime di ozono si presentano in corrispondenza delle concentrazioni massime di NO e viceversa.

Confronto giorno tipo NO - O_3



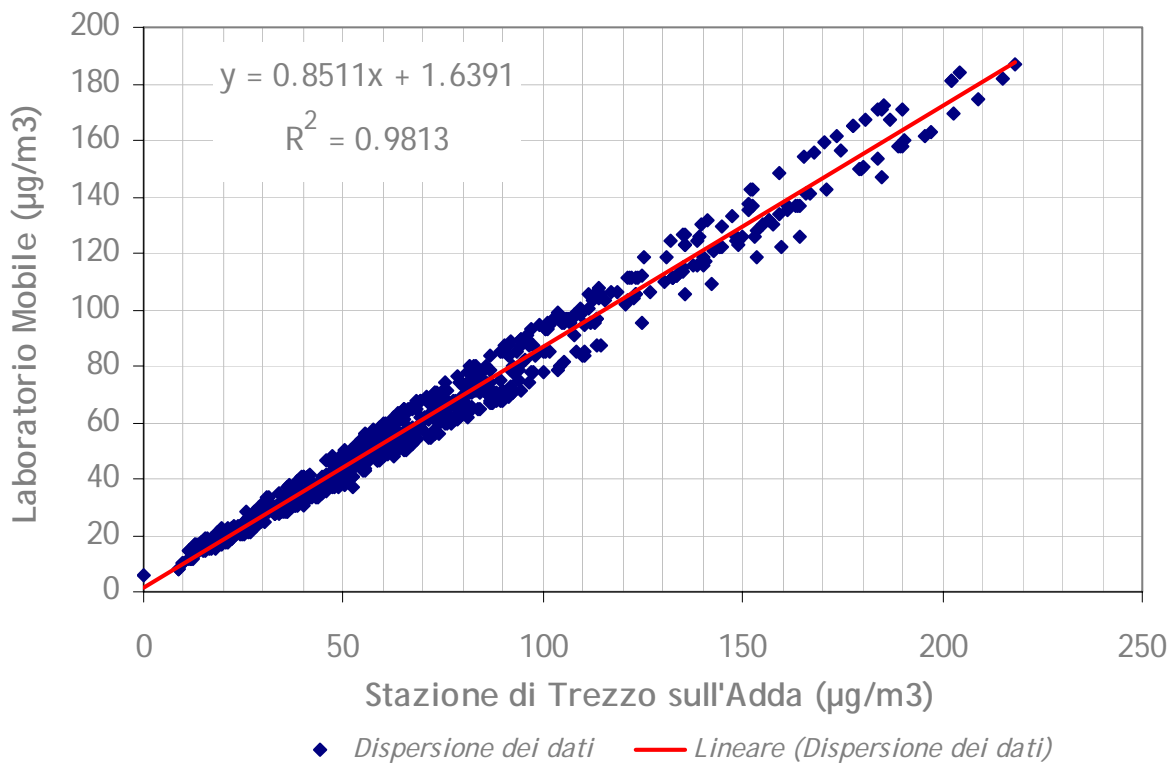
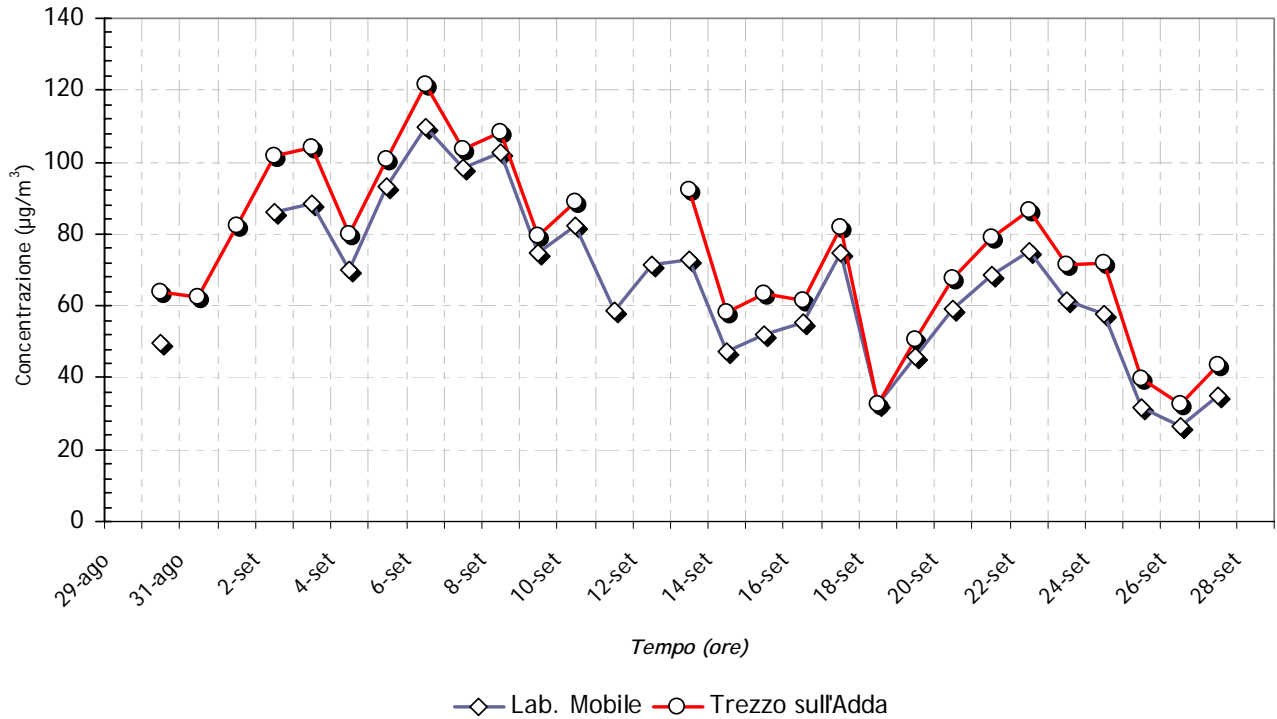
Giorno Tipo - O₃



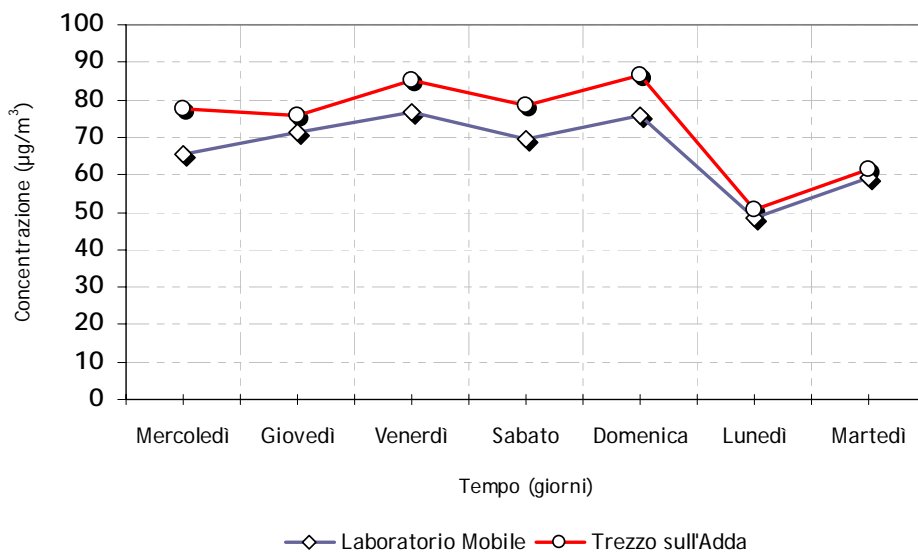
Le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalle centraline prese a riferimento, in accordo con la caratteristica di questo inquinante di essere di natura ubiquitaria; in particolare la migliore correlazione si ha con la vicina stazione suburbana da fondo di Trezzo sull'Adda (R = 1.0), con valori molto simili ma costantemente inferiori.

	LAB	JUVARA	MONZA	TREZZO	INZAGO	VIMERCATE	AGRATE	CASSANO
LAB	1.00							
JUVARA	0.74	1.00						
MONZA	0.89	0.85	1.00					
TREZZO	0.99	0.76	0.91	1.00				
INZAGO	0.88	0.83	0.92	0.90	1.00			
VIMERCATE	0.93	0.82	0.94	0.93	0.90	1.00		
AGRATE	0.92	0.82	0.96	0.93	0.93	0.95	1.00	
CASSANO	0.89	0.84	0.91	0.90	0.94	0.91	0.91	1.00

Medie giornaliere - O₃

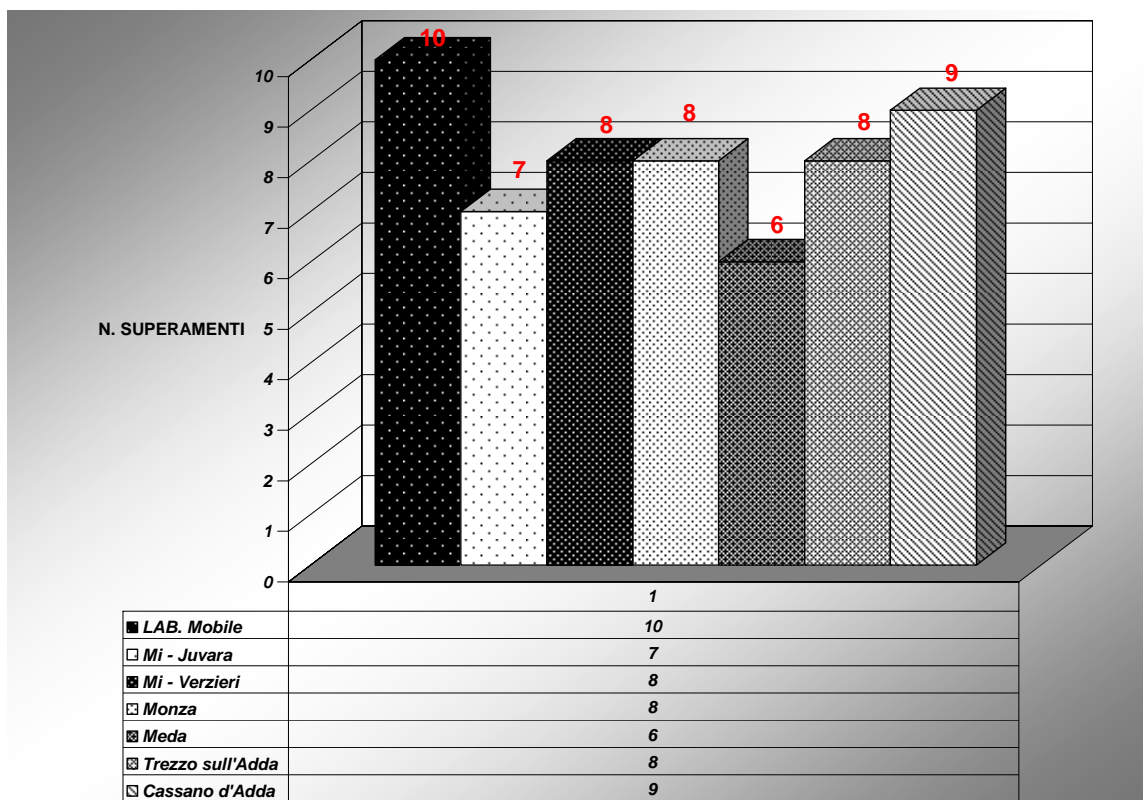


Frequenza settimanale - 03



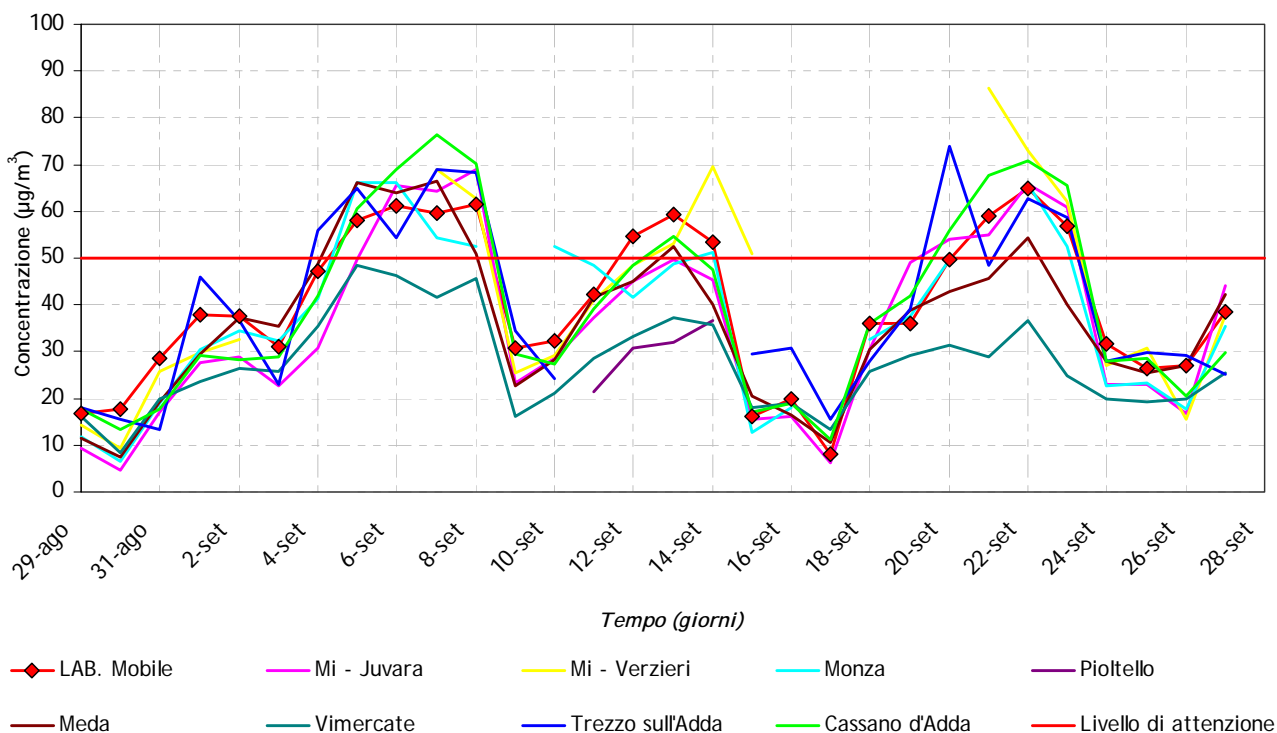
PM10

Le concentrazioni di **PM10** misurate a Grezzago in via Venezia presentano andamenti analoghi a quelli delle centraline della rete di rilevamento provinciale prese a riferimento. Durante tutto il periodo di misura sono stati osservati **10 superamenti (su 30 giorni di campagna) del livello di attenzione**, fissato per questo inquinante a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in linea con quanto osservato nelle centraline fisse prese a riferimento.



A conferma del carattere ubiquitario di questo tipo di inquinante, il grafico delle medie giornaliere delle concentrazioni di PM10 mostra come, durante il periodo in esame, vi siano andamenti di concentrazione comuni a diverse località del Bacino Padano.

PM10 - Medie Giornaliere

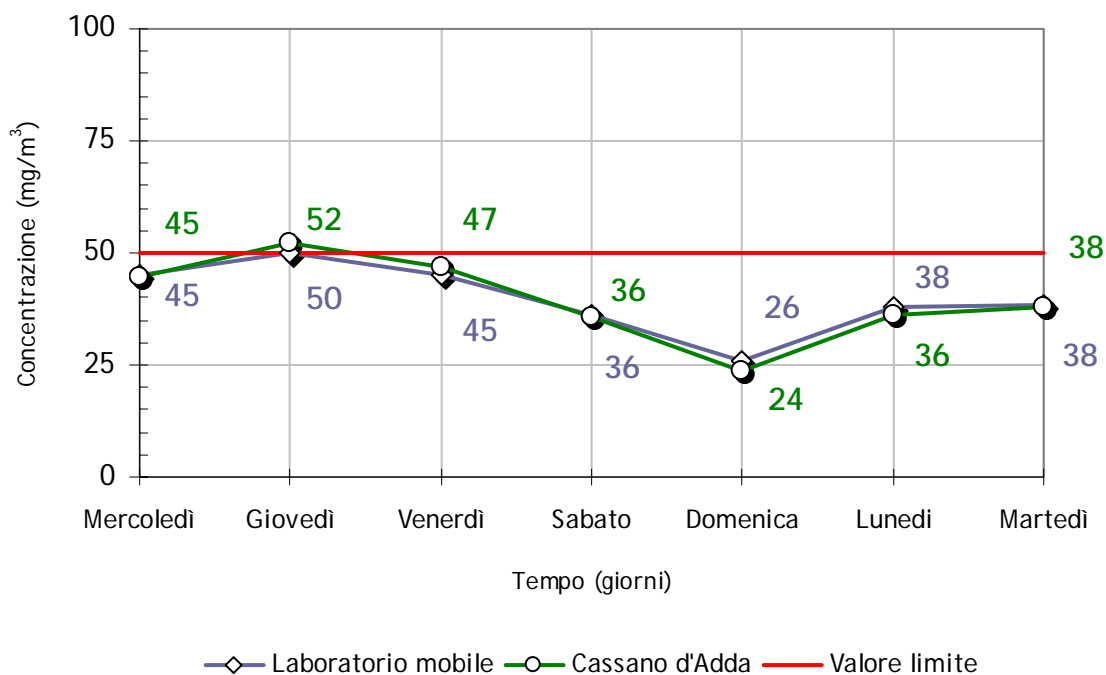


Per quanto riguarda le postazioni fisse prese a riferimento le concentrazioni misurate presentano un buon andamento temporale; in particolare la correlazione tra la centralina di Cassano d'Adda e il laboratorio mobile presenta un valore pari a 0.96⁴.

	LAB. Mobile	Mi - Juvara	Mi - Verzieri	Monza	Meda	Vimercate	Trezzo sull'Adda	Cassano d'Adda
LAB. Mobile	1.00							
Mi - Juvara	0.97	1.00						
Mi - Verzieri	0.84	0.90	1.00					
Monza	0.92	0.91	0.80	1.00				
Meda	0.92	0.93	0.85	0.86	1.00			
Vimercate	0.90	0.91	0.82	0.81	0.93	1.00		
Trezzo sull'Adda	0.91	0.90	0.87	0.80	0.87	0.88	1.00	
Cassano d'Adda	0.96	0.96	0.89	0.87	0.90	0.88	0.95	1.00

⁴ Sono state calcolate le correlazioni anche se i dati erano insufficienti per una statistica corretta.

Frequenza settimanale - PM10



Metalli

Il campionamento per la misura dei metalli in atmosfera è stato eseguito secondo quanto previsto dal D.M. 60/2002 con prelievi giornalieri di particolato: la metodica analitica per la determinazione dei vari metalli nei campioni prelevati è stata standardizzata dall'U.O. Laboratorio nel 2005.

La normativa sopra indicata prevede un obiettivo di qualità dell'aria pari a 50 ng/m³ su base annua delle concentrazioni di metalli facendo riferimento alla concentrazioni del solo piombo.

L'Unione Europea (UE) ha in corso di preparazione una proposta di direttiva mirata a stabilire valori limite e obiettivi a lungo termine per arsenico, cadmio, mercurio e nichel nel PM10, in quanto tali elementi compaiono nella lista dell'allegato I della direttiva quadro per la qualità dell'aria⁵.

Per diverse specie metalliche la World Health Organization (WHO) ha indicato valori guida, o valori di rischio unitario, per orientare le valutazioni di qualità dell'aria. I primi, espressi in termini di concentrazioni, si riferiscono a sostanze potenzialmente non cancerogene; i secondi valgono per le sostanze di riconosciuta attività cancerogena ed esprimono il rischio individuale di persone esposte dalla nascita, e per la durata della vita, alla concentrazione di 1 µg/m³ dell'agente di rischio.

In tabella 1 vengono mostrati i valori guida, i valori di rischio unitario e i valori limite indicati dalla WHO, nella proposta di direttiva e nel decreto n. 60 per diversi metalli.

⁵ Unione Europea. Direttiva del Consiglio 96/62/EC del 27 settembre 1996 sulla valutazione e gestione della qualità dell'aria. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee* L 296, 21 novembre 1996 p. 55-63.

Tabella 1. - Valori guida e valori di rischio unitario (UR) della WHO e valori limite indicati nella proposta di Direttiva europea

Metallo	Valori guida/ rischio unitario della WHO	Valori limite europei ^(a)
Cadmio	5 ng/m ³	5 ^(b) ng/m ³
Cromo (VI)	4 x 10 ⁻² UR	-
Manganese	0,15 µg/m ³	-
Nichel	3,8 x 10 ⁻⁴ UR	20 ^(b) ng/m ³
Piombo	0,5 µg/m ³	0,5 µg/m ³
Vanadio ^(c)	1 µg/m ³	-

(a) media annuale delle medie di 24 h rilevate; (b) valori indicati nella proposta di direttiva europea; (c) il valore guida è riferito alla media di 24 h.

Le attività umane responsabili della dispersione di metalli pesanti in atmosfera sono molto numerose e comprendono:

- attività minerarie
- fonderie e raffinerie
- produzione energetica
- attività industriale
- incenerimento dei rifiuti
- attività agricole
- traffico veicolare

Le industrie che utilizzano il processo dell'elettrolisi sono tra le maggiori fonti di emissione di Cu, Ni, Zn, Pb, Cr, Cd, e Hg.

Nel caso delle industrie siderurgiche le emissioni, pur variando molto a seconda della tecnologia adottata, contengono sempre elevate quantità di Cr, Mn, Pb e Zn.

Le centrali termoelettriche a combustione di carbone producono in concertazione decrescente Fe, Zn, Pb, V, Mn, Cr, Cu, Ni, As, Co, Cd, e Hg.

Le centrali che utilizzano olio combustibile emettono in concertazione decrescente V, Fe, Zn, Pb, Cu, As, Co, Cr, Mn e Sb.

Gli inceneritori di rifiuti solidi urbani in alcuni casi possono essere considerati come la principale fonte di aerosol metallico; i metalli emessi variano a seconda del tipo di alimentazione, ma quelli presenti maggiormente sono Zn, Fe, Hg, e Pb.

L'uso di autoveicoli è una sorgente di diversi elementi in tracce: Cd dal gasolio, Zn e Cd dai pneumatici, Ni, Cr, V, W e Mo dal logoramento dell'acciaio.

Il Pb è stato a lungo un tracciante del traffico veicolare per il suo contenuto nelle benzine ed è stato provato che le emissioni veicolari hanno avuto un ruolo dominante nell'inquinamento da questo metallo nelle aree urbane e nei suoli prossimi a vie ad alta densità di traffico.

Nella sottostante tabella è riportato il contenuto dei principali metalli legati al traffico veicolare, secondo alcuni dati svedesi:

Tabella 2: contenuto (mg/Kg) di alcuni metalli legati al traffico veicolare

	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Cd
Freno anteriore nuovo	119000	28800	9050	137	141	-
Freno posteriore nuovo	92200	16500	18700	73.4	69.6	-
Freno anteriore vecchio	72000	17700	13700	92	182	-
Freno posteriore vecchio	52100	7200	9110	151	122	-
Pneumatico	1.8	10000	6.3	?	?	2.6
Asfalto	13	52	24	4	0.5	0.09
Gasolio	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Olio	<1	800-1400	<1	<1	<1	<1

Si riportano in tabella 3 i principali effetti degli elementi in tracce su piante ed animali:

Tabella 3

	Essenziale o benefico		Tossico		Note
	Piante	Animali	Piante	Animali	
Ag	No	No	-	Si	Interagisce con Cu e Se
As	No	Si	-	Si	Importante la speciazione
B	Si	No	Si	-	Stretto margine di tolleranza
Ba	No	Possibile	-	-	Insolubile, poco tossico
Be	No	No	Si	Si	Importante la speciazione
Bi	No	No	Si	Si	Relativamente poco tossico
Cd	No	No	Si	Si	Stretto margine di tolleranza, cancerogeno, bioaccumulabile
Co	Si	Si	Si	Si	Poco tossico, bioaccumulabile
Cr	No	Si	Si	Si	Importante la speciazione, cancerogeno
Cu	Si	Si	Si	Si	Stretto margine di tolleranza
Fe	Si	Si	Si	-	Tossicità cumulativa per piante e animali
Hg	No	No	-	Si	Stretto margine di tolleranza, bioaccumulabile, volatile
Mn	Si	Si	pH<5	-	Ampio margine di tolleranza, tossico nei suoli acidi
Mo	Si	Si	-	Si	Bioaccumulabile, fortemente tossico per gli animali
Ni	No	Si	Si	Si	Relativamente poco tossico, cancerogeno
Pb	No	No	Si	Si	Bioaccumulabile, fortemente tossico per gli animali
Sb	No	No	-	Si	Insolubile, poco tossico
Se	No	No	-	Si	Bioaccumulabile, fortemente tossico per gli animali
Sn	No	Si	-	Si	Poco tossico, non bioaccumulabile
Ti	No	Possibile	-	-	Poco tossico, insolubile
Tl	No	No	-	Si	Traslocato nelle porzioni epigee dei vegetali
V	Si	Si	-	Si	Stretto margine di tolleranza, bioaccumulabile, cancerogeno
W	No	No	-	-	Insolubile, molto mobile nei vegetali
Zn	Si	Si	-	-	Ampio margine di tolleranza, fortemente complessato nel suolo

Dai dati in tabella si evince che i metalli pesanti di maggiore interesse igienico-sanitario, per via della loro tossicità ambientale sono cadmio piombo e mercurio.

Principio del metodo di estrazione dei metalli

Una porzione dei filtri relativi ai vari stadi di campionamento delle polveri sono stati trattati nel mineralizzatore a microonde con acido nitrico e acqua ossigenata, per la distruzione della matrice e la solubilizzazione dei metalli. L'analisi, eseguita mediante assorbimento atomico con fornetto di grafite, ha permesso di determinare le quantità di 5 metalli, espresse in ng/m^3 , presenti in sette campioni di PM10.

Risultati delle misure

L'obiettivo del presente studio è stato determinare le concentrazioni di diversi metalli di interesse igienico-sanitario (Cd, As, Hg, Ni e Pb), nella frazione PM10 del materiale particolato aerodisperso raccolto nel sito di via Venezia. In particolare si voleva verificare se vi fosse una presenza importante di mercurio nel materiale particolato emesso in atmosfera dal vicino termovalorizzatore sito nel comune di Trezzo sull'Adda.

Esaminando l'indicatore proposto dalla normativa, appare subito evidente che la scala temporale adeguata per una valutazione è generalmente quella annuale. Una campagna di misura condotta per un periodo più breve può essere utile in un'ottica di approccio preliminare alla caratterizzazione dei livelli di immissione nel luogo soggetto all'indagine.

La concentrazione di metalli nell'ambiente dipende da fattori come il tipo di sorgente e la sua vicinanza, le condizioni meteorologiche come direzione e velocità del vento temperatura e precipitazioni ed è pertanto a questi parametri che si è fatto riferimento per l'analisi di questi inquinanti.

La Tabella 2 presenta i risultati delle determinazioni analitiche dei metalli sui singoli campioni giornalieri (7 campioni) di PM10.

Tabella 2: andamento settimanale metalli (ng/m^3)

DATA	Giorno	Arsenico	Cadmio	Piombo	Nichel	Mercurio
08/09/2006	Venerdì	1.0	<1.0	24.0	11.0	< 5.0
09/09/2006	Sabato	<1.0	<1.0	19.0	<10.0	< 5.0
10/09/2006	Domenica	1.1	<1.0	28.0	<10.0	< 5.0
11/09/2006	Lunedì	<1.0	<1.0	20.0	<10.0	< 5.0
12/09/2006	Martedì	1.1	<1.0	26.0	<10.0	< 5.0
13/09/2006	Mercoledì	1.1	<1.0	26.0	11.0	< 5.0
14/09/2006	Giovedì	1.1	1.5	53.0	14.0	< 5.0
Media		0.8 ^{*)}	0.6 ^{*)}	28.0	10.9	2.5 ^{*)}
val max		1.1	1.5	53.0	14.0	--
val min		1.0	1.5	19.0	10.0	--
limite di rilevabilità		1.0	1.0	15.0	10.0	5.0

^{*)} = i valori "< limite di rilevabilità" sono calcolati convenzionalmente, ai fini delle medie, come metà del limite di rilevabilità

Nichel

Il nichel è un elemento ubiquitario rilevato in diversi comparti della biosfera. Le sue principali fonti naturali sono rappresentate dagli aerosol continuamente prodotti dalla superficie oceanica, dalle polveri del terreno trasportate dal vento, dalle ceneri vulcaniche e in quantità minore dagli incendi di foreste. Le fonti principali di emissioni nell'ambiente sono l'uso di carbone e di olii

combustibili per la produzione di calore ed energia elettrica, l'incenerimento dei rifiuti, la produzione di leghe resistenti alla corrosione; molti residui vengono dispersi nelle acque.

Il trasporto e la distribuzione del nichel in forma particellare dipendono strettamente dalle dimensioni delle particelle stesse e dalle condizioni atmosferiche.

Le dimensioni delle particelle dipendono principalmente, invece, dalle fonti di emissione: in genere quelle emesse da fonti antropogeniche risultano più piccole⁶.

Le concentrazioni medie rilevate nel sito di misura **sono risultate inferiori di circa il 50% rispetto al limite proposto dalla direttiva Europea** di prossima emanazione (20 ng/m³).

Cadmio

Il cadmio non si trova libero in natura e non esistono minerali in cui sia conglobato allo stato metallico e da cui si possa estrarre.

Le sorgenti antropogeniche di inquinamento sono: gli stabilizzanti, i pigmenti, l'uso di leghe e miscele, i fanghi, le batterie.

Le operazioni di rifusione degli acciai e l'incenerimento di fanghi e di rifiuti solidi urbani sono, inoltre, tra i maggiori responsabili della presenza di cadmio nell'aria⁷.

I valori medi rilevati sono tutti al disotto della soglia di rilevabilità del metodo ad eccezione del dato relativo alla giornata del 14 settembre il quale risulta **inferiore di circa il 30%** rispetto al valore guida della WHO (5 ng/m³).

Piombo

Il contributo di piombo proveniente da fonti naturali nell'ambiente è piuttosto limitato; riferendosi all'esposizione umana, queste fonti sono trascurabili [26].

Le principali sorgenti antropogeniche del piombo nell'ambiente derivano dal suo uso nel settore industriale e tecnologico, ma la fonte principale di inquinamento, circa 80-90%, è stata per anni la combustione delle benzine contenenti additivi al Pb-alchile. L'introduzione della marmitta catalitica e la progressiva diminuzione del consumo della benzina contenenti additivi al Pb-alchile a favore della benzina senza piombo ha ridotto, in maniera progressiva, la concentrazione di piombo nell'aria urbana.

Il trasporto e la distribuzione del piombo da fonti stazionarie o mobili avviene principalmente attraverso l'aria. Sebbene grandi quantità vengano rilasciate anche nel terreno, da cui possono essere risospese nell'atmosfera a causa delle consuete attività urbane, e nell'acqua, il metallo tende a localizzarsi nelle vicinanze dei punti di tale rilascio. Il piombo che viene immesso nell'aria delle zone di traffico intenso, precipita prevalentemente nella zona metropolitana più vicina e la frazione che rimane in aria (20% circa) è ampiamente dispersa⁸.

In generale si rileva che i massimi di concentrazione sono sempre presenti nei mesi freddi dove, probabilmente, c'è un maggior impiego dell'autovettura privata associato all'utilizzo degli

⁶ Ziemacki G, Viviano G, Merli F. Heavy metals: sources and environmental presence. *Ann Ist Super Sanità* 1989;25(3): 531-6.

International Programme on Chemical Safety. *Cadmium*. Geneva: IPCS, WHO; 1992. (Env. Health Criteria n. 135).

International Programme on Chemical Safety. *Chromium*. Geneva: IPCS, WHO; 1988. (Env. Health Criteria n. 61).

LAY JC, Zeman KL, Ghio AJ, Bennet WD. Effects of inhaled iron oxide particles on alveolar epithelias permeability in normal subjects. *Inhalation Toxicology* 2001;13:1065-78.

International Programme on Chemical Safety. Geneva: IPCS, WHO; 1981. *Manganese*. (Env. Health Criteria n. 17).

International Programme on Chemical Safety. *Nickel*. Geneva: IPCS, WHO; 1991. (Environmental Health Criteria)

⁷ Vedi nota 5.

⁸ Vedi nota 5

impianti domestici di riscaldamento e alle condizioni climatiche che determinano situazioni di ristagno dell'aria urbana.

La **figura 1** presenta l'andamento del piombo relativamente al periodo di misura.

Anche se non è stato possibile ricavare la media annua per la scarsità di dati è possibile osservare che su 7 giorni di monitoraggio non si è verificato **nessun giorno di superamento del limite di legge**, fissato per questo inquinante a 500 ng/m^3 (inteso come media annuale).

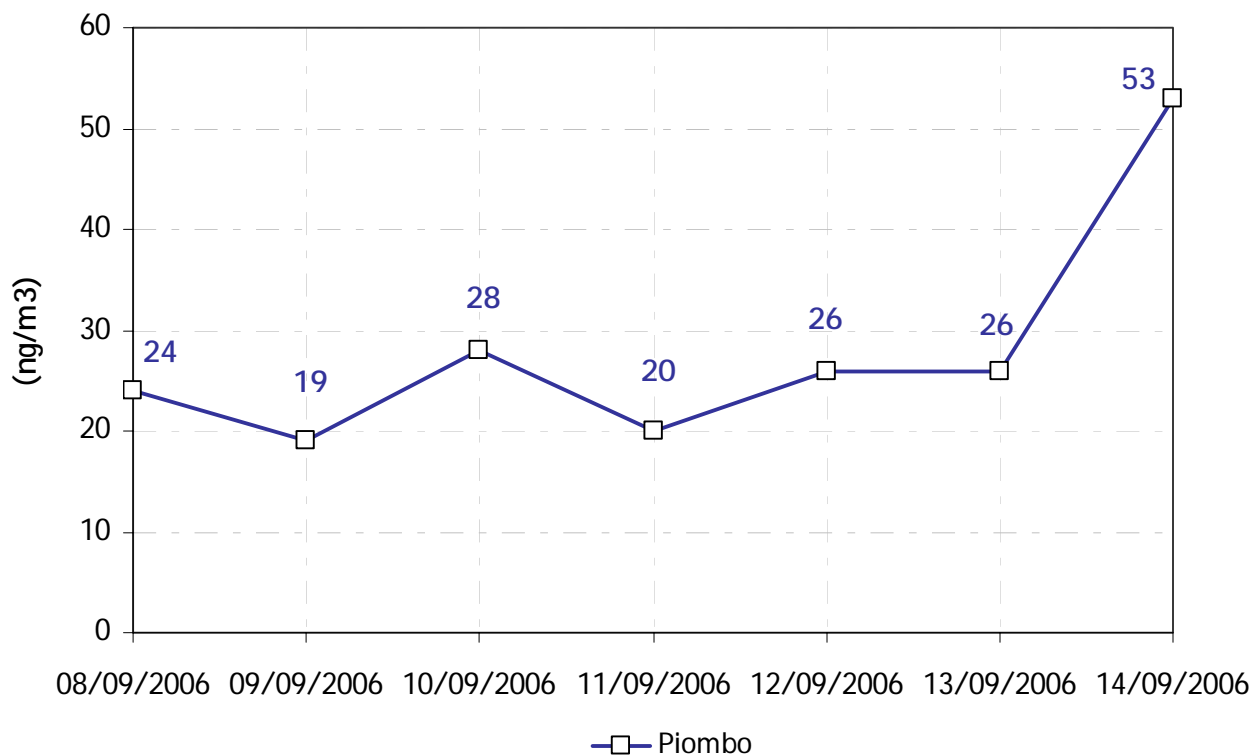


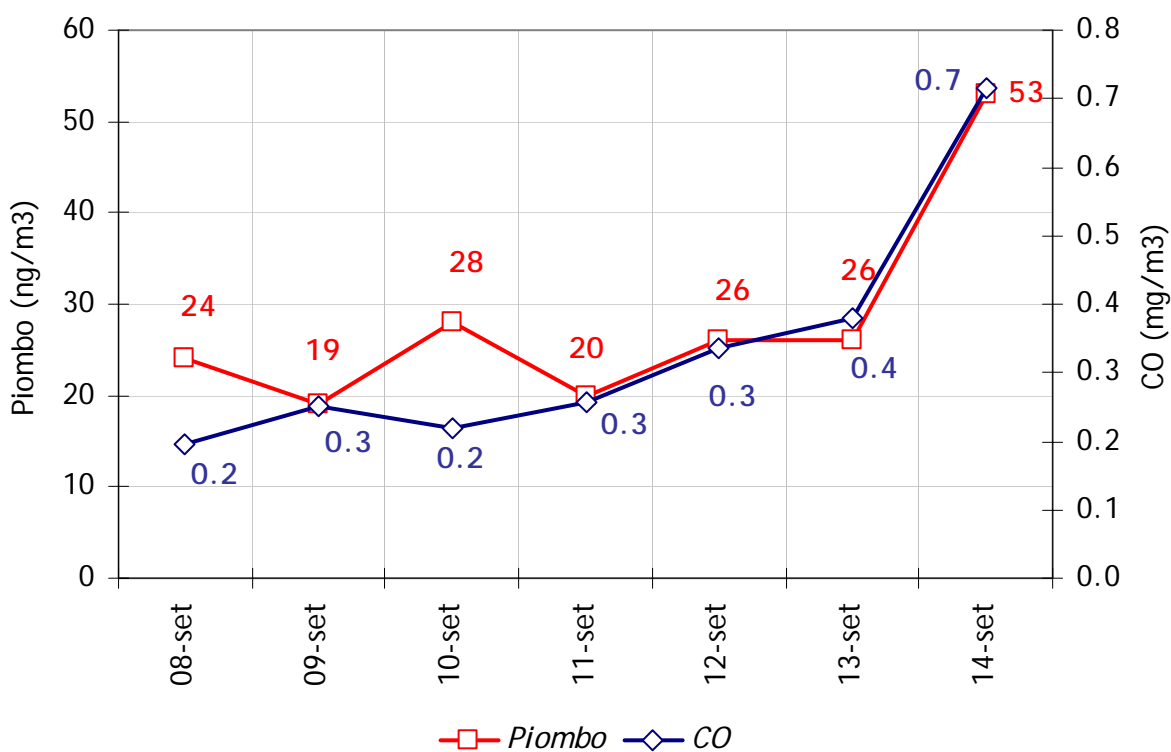
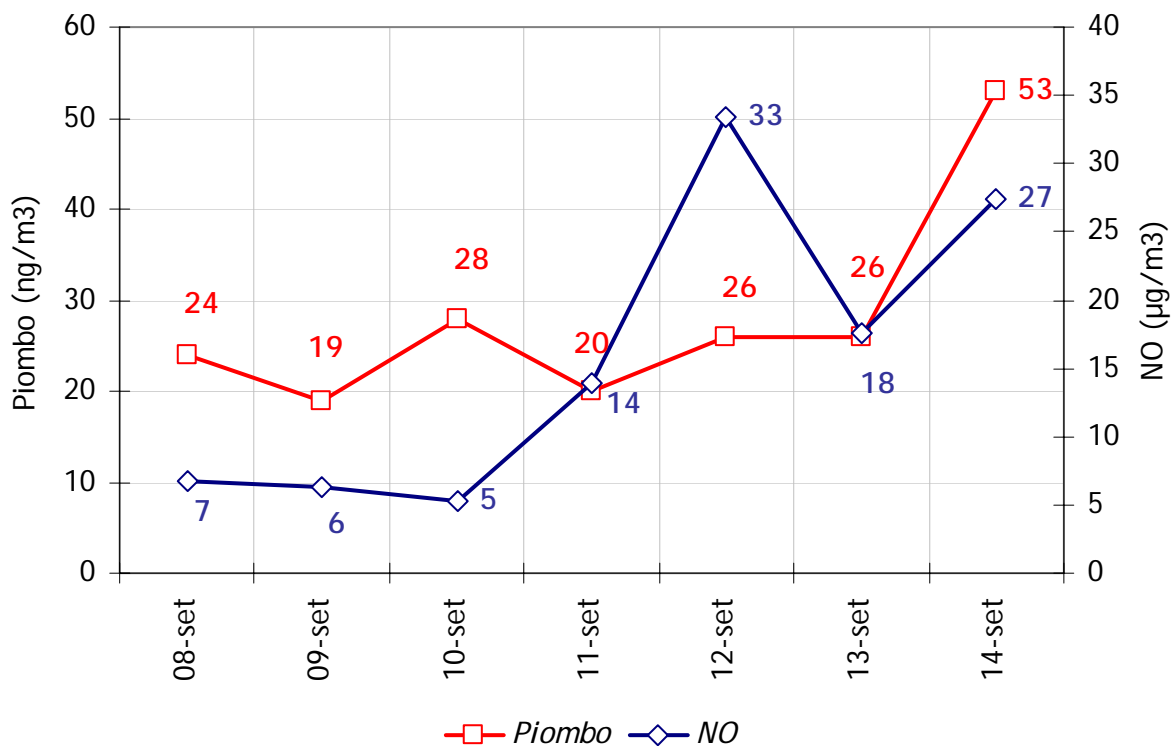
Figura 1

I valori medi rilevati risultano di circa un ordine di grandezza inferiori rispetto al limite normativo ed al valore guida proposto dalla WHO (500 ng/m^3).

Il fatto che le concentrazioni di piombo siano presenti in area urbana, a differenza di quanto osservato per tutti gli altri metalli, sottolinea da una parte l'importanza del traffico autoveicolare come sorgente primaria di tale inquinante e dall'altra il fatto che sebbene diminuito nel tempo, il piombo aerodisperso originato dal traffico autoveicolare rappresenta ancora, in un ambiente urbano privo di importanti sorgenti industriali, la principale fonte di inquinamento da metalli.

Per una migliore caratterizzazione dell'andamento del Pb, al fine di verificare l'effettiva dipendenza di questo metallo dal traffico veicolare nel sito di misura è stato confrontato l'andamento medio del Pb con quello dell'No e del CO relativamente alla settimana di interesse.

Infatti questi gas, pur non essendo una causa diretta della formazione del particolato, sono, in generale, dei buoni indicatori di inquinamento antropico da traffico e per questo motivo, in alcuni casi, possono essere considerati buoni descrittori dell'andamento del particolato atmosferico per un determinato sito.



Gli andamenti sembrerebbero confermare la stretta dipendenza tra concentrazioni di Pb e traffico veicolare.

Arsenico

L'arsenico può essere trovato naturalmente sulla terra in piccole concentrazioni. Si presenta nel terreno e in minerali e può entrare nell'aria, nell'acqua e nella terra attraverso polvere trasportata dal vento e scorrimento superficiale. L'arsenico nell'atmosfera proviene da varie fonti: i vulcani liberano circa 3000 tonnellate all'anno ed i microorganismi liberano metilarsine volatili nella misura di 20.000 tonnellate all'anno, ma l'attività umana è responsabile di molto di più: 80.000 tonnellate di arsenico all'anno sono liberate dalla combustione dei combustibili fossili.

Malgrado la relativa notorietà come veleno mortale, l'arsenico è un oligoelemento essenziale per alcuni animali ed in parte anche per gli esseri umani, anche se la dose può essere solo 0,01 mg/giorno.

La **figura 2** presenta l'andamento dell'arsenico relativamente al periodo di misura.

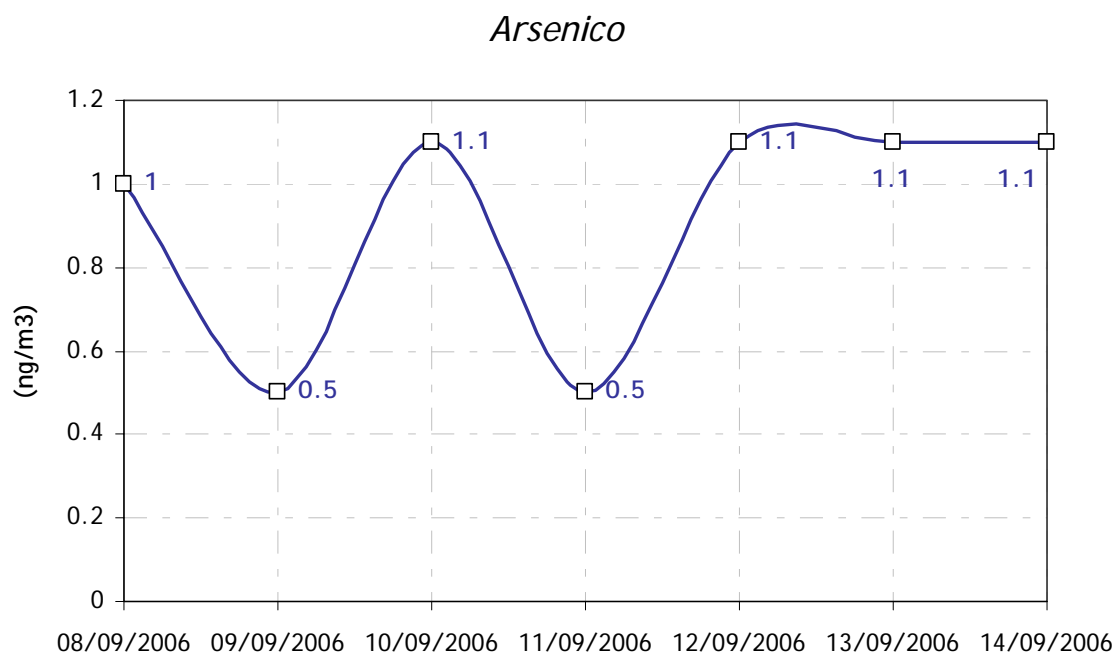


Figura 2

Mercurio

Il mercurio elementare, liquido a temperatura ambiente, è il più volatile di tutti i metalli, il suo vapore è altamente tossico e la pressione del vapore saturo corrisponde ad una concentrazione 100 volte superiore all'esposizione raccomandata.

Grandi quantità di vapore di mercurio sono emesse in atmosfera dalla combustione del carbone, in cui è contenuto come contaminante fino a concentrazioni di centinaia di ppm, dall'incremento di rifiuti contenenti Hg come le batterie e dal processo di produzione di cloro e soda a partire dall'acqua salata.

Queste sorgenti di mercurio sono aumentate notevolmente negli ultimi decenni.

In atmosfera il mercurio è allo stato di vapore e in piccola quantità è adsorbito sul particolato, per questo motivo può essere trasportato per lunghe distanze prima di essere depositato al suolo.

Il mercurio è un elemento tossico. Il contenuto corporeo di Hg è andato aumentando nel corso dei secoli con il maggiore utilizzo di questo metallo.

Oggi il contenuto corporeo medio è di 10-15 mg ed è trattenuto principalmente dai reni (50%), dal sangue, dalle ossa, dal fegato, dalla milza e dal cervello.

Il mercurio è poco assorbito nel tratto gastrointestinale – circa il 5-10% - mentre quello inalato passa direttamente al sangue, perché essendo solubile, non è trattenuto dai polmoni.

I valori medi rilevati sono risultati tutti al disotto della soglia di rilevabilità del metodo.

Conclusioni

Il monitoraggio eseguito lungo via Venezia nel comune di Grezzago, nonostante il breve periodo di misura, rappresentativo però di una situazione di inizio autunno, ha consentito, sulla base dei dati raccolti, di qualificare il sito in esame come zona di fondo urbano relativamente alla qualità dell'aria.

In particolare è stato possibile osservare un'influenza sul territorio comunale dell'autostrada A4. Tale tesi è avvalorata dalle buone correlazioni con la centralina urbana da fondo di Agrate, il cui territorio comunale presenta caratteristiche del tutto simili a quelle del comune di Grezzago.

In appoggio a quanto sopra detto vi è l'analogia degli andamenti settimanali degli inquinanti monitorati con laboratorio mobile con quelli della centralina di Agrate. Essendo infatti la scala settimanale l'unica scala temporale dove l'effetto della meteorologia (altro principale determinante delle concentrazioni) non ha alcuna influenza, con tale ulteriore rappresentazione è possibile evidenziare la stretta dipendenza tra traffico veicolare ed inquinamento atmosferico.

Per quanto riguarda invece l'ozono ed il PM10 considerati due inquinanti ubiquitari e per questo maggiormente soggetti a fenomeni di trasporto, le correlazioni maggiori si hanno con le centraline della rete fissa poste in direzione E-NE, in accordo con la direzione del vento che ha interessato principalmente questi settori (0.2÷1).

Per quanto riguarda il superamento dei limiti di legge lo studio ha evidenziato delle **criticità ambientali per quanto riguarda l'ozono** (2 gg per quanto riguarda la media oraria e 7gg di superamenti per quanto riguarda la media di 8h su 30 giorni di misura) **ed il PM10** (10 superamenti su 30 giorni di misura) **per cui si sono verificati episodi di superamento dei limiti**.

Tali criticità hanno in ogni caso riguardato tutto il bacino padano che a causa dell'orografia del suo territorio (chiuso nelle tre direzioni Nord, Ovest, Sud dai rilievi alpini ed appenninici) risente maggiormente di fenomeni di stagnazione anche in condizioni meteorologiche favorevoli alla dispersione. In particolare la zona di Milano, caratterizzata da un clima continentale, subisce questo blocco atmosferico soprattutto in inverno.

Analizzando infatti la situazione meteorologica nel periodo di misura si osserva come la presenza di una situazione anemologica scarsamente vivace (caratterizzata principalmente da episodi di calma, con sporadici eventi di brezza leggera, unitamente alle numerose giornate serene), abbia permesso solo un parziale sblocco atmosferico favorendo l'accumulo di alcuni inquinanti come l'O₃ ed il PM10 per i quali sono stati registrati superamenti.

Per quanto riguarda infine l'analisi dei metalli, l'obiettivo del presente studio è stato determinare le concentrazioni di alcuni di essi di interesse igienico-sanitario (Cd, As, Hg, Ni e Pb), nella frazione PM10 del materiale particolato aerodisperso raccolto nel sito di via Venezia. In particolare si voleva verificare se vi fosse una presenza importante di mercurio nel materiale particolato emesso in atmosfera dal vicino termovalorizzatore sito nel comune di Trezzo sull'Adda.

I risultati ottenuti sembrerebbero escludere una presenza significativa di mercurio in quanto i campioni analizzati hanno dato concentrazioni al di sotto del livello di rilevabilità del metodo.

Per quanto riguarda gli altri metalli analizzati è stato possibile avvalorare l'ipotesi di un'influenza dell'autostrada A4 sulla qualità dell'aria del comune. Confrontando infatti le concentrazioni di Cadmio e Nichel rilevati in via Venezia con i dati di letteratura (in cui ad esempio per i livelli ambientali di cadmio e nichel vengono riportati, rispettivamente, valori tra 0,1-0,4 ng/m³ e 0,4-2 ng/m³ in aree rurali, mentre in siti urbani e influenzati dal traffico i valori sono 0,2-2,5 ng/m³ per il cadmio e 1,4-13 ng/m³ per il nichel) è possibile evidenziare l'influenza del traffico veicolare.

Un'ulteriore conferma viene data dal Pb che presenta un andamento del tutto analogo a quello di NO e CO considerati marker del traffico veicolare.

Si può concludere che il monitoraggio ha consentito una caratterizzazione della qualità dell'aria del comune di Grezzago, attraverso la valutazione dei livelli ambientali dell'inquinamento atmosferico raccolti, permettendo di ottenere una base di dati che potrà essere utilizzata per successive indagini ambientali, al fine di ottenere informazioni più mirate sulla qualità dell'aria del territorio di comunale.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Dec. 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Grezzago Via Venezia	PUB	URBANA	FONDO		29.09 – 28.09 2006
Milano Juvara	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
Milano Verzieri	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
Pioltello	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
Monza	PUB	URBANA	FONDO	160	Centralina Fissa
Vimercate	PUB	URBANA	FONDO	206	Centralina Fissa
Trezzo sull'Adda	PUB	SUBURBANA	FONDO	178	Centralina Fissa
Inzago	PRIV	SUBURBANA	INDUSTRIALE	138	Centralina Fissa
Agrate Brianza	PUB	URBANA	FONDO	162	Centralina Fissa
Cassano d'Adda	PRIV	URBANA	TRAFFICO	133	Centralina Fissa
Meda	PUB	URBANA	FONDO	243	Centralina fissa

rete: PUB = pubblica, PRIV = privata

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti
- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale
- **NON NOTA:** sconosciuta o altro

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale
- **NON NOTA:** sconosciuta o altro

Biossido di azoto

	% Trend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Grezzago Via Venezia	99.4	40	25	264	1 27.09.2006
Milano Juvara	100	62	32	204	1 22.09.2006
Monza	89.4	39	28	162	0
Trezzo sull'Adda	96.9	30	16	86	0
Vimercate	100	45	23	145	0
Agrate Brianza	99.9	44	26	165	0
Cassano d'Adda	100	59	26	175	0

Monossido di carbonio

	% Rend.	Media (mg/m ³)	Dev St	Max Media 1 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento livello attenzione	Max Media 8 h (mg/m ³)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Grezzago Via Venezia	97.6	0.5	0.3	2.3	0	1.2	0
Monza	99.7	1.2	0.3	3.2	0	1.9	0
Trezzo sull'Adda	96.9	0.6	0.1	1.5	0	0.8	0
Vimercate	84.0	1.0	0.4	3.1	0	1.8	0

Ozono

	%Trend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media 1 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione	Max Media 8h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione per la Salute
Grezzago Via Venezia	96.7	65	37	187	2 05 – 06.09.2006	166	7 02 – 03.09.2006 05 – 08.09.2006 10.09.2006
Milano Juvara	100	36	25	132	0	109	0
Monza	100	47	39	173	0	148	5 02 – 03.09.2006 05 – 07.09.2006
Trezzo sull'Adda	96.9	75	43	218	5 02 -03.09.2006 05 – 07.09.2006	194	12 01 – 08.09.2006 10.09.2006 13.09.2006 21 – 22.09.2006
Inzago	99.9	53	42	189	1 02.09.2006	163	10 01 – 07.09.2006 10.09.2006 12- 13.08.2006
Vimercate	100	51	32	174	0	140	5 02 – 03.09.2006 05 – 07.09.2006
Agrate Brianza	90.1	48	41	189	1 06.09.2006	163	6 02 – 03.09.2006 05 – 08.09.2006
Cassano d'Adda	100	50	40	175	0	151	5 02 – 04.09.2006 06 – 07.09.2006

PM10

	% Trend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev St	Max Media giornaliera ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento livello attenzione
Grezzago Via Venezia	100	40	16	65	10 05 – 08.09.2006 12 – 14.09.2006 21 – 23.06.2006
Milano Juvara	100	36	19	69	7 06 – 08.09.2006 20 – 23.09.2006
Milano Verzieri	70	43	22	86	8 07 – 08.09.2006 13- 15.09.2006 21 – 23.09.2006
Vimercate	100	27	10	49	0
Meda	100	36	16	66	6 05 – 08.09.2006 13.09.2006 22.09.2006
Trezzo sull'Adda	86.7	39	19	74	8 04 – 08.09.2006 20.09.2006 22 – 23.09.2006
Monza	90	38	17	69	8 05 - 08.09.2006 10.09.2006 14.09.2006 22 – 23.09.2006