

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico
Comune di Villasanta
Via della Vittoria

01/12/2006 – 29/12/2006



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Villasanta

Via della Vittoria

MONZA, 29/01/2007

Rif. 294/07

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

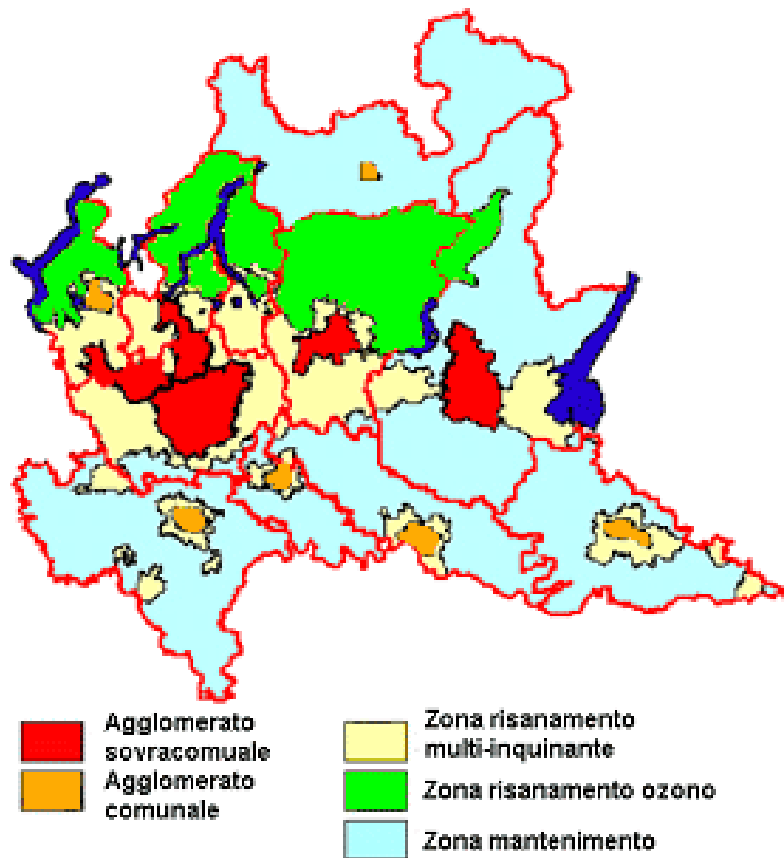
dott. geol. Madela Torretta

Premessa

La misura della qualità dell'aria è utile per garantire la tutela della salute della popolazione e la protezione degli ecosistemi.

La legislazione italiana, costruita sulla base della cosiddetta direttiva europea madre (Direttiva 96/62/CE recepita dal D.Lgs. 351/99), definisce che le Regioni sono l'autorità competente in questo campo, e prevede la suddivisione del territorio in zone e agglomerati sui quali valutare il rispetto dei valori obiettivo e dei valori limite.

La Regione Lombardia con provvedimenti successivi ha zonizzato il territorio in zone ed agglomerati:



Nelle zone e negli agglomerati la valutazione della qualità dell'aria deve essere condotta in modo integrato, mediante le stazioni fisse ma anche i mezzi mobili, le campagne con campionatori passivi, i modelli matematici di dispersione le stime obiettive, quali quelle fornite dall'inventario comunale delle emissioni INEMAR.

Introduzione

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato, in accordo con i tecnici dell'Amministrazione Comunale, in via della Vittoria, 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.

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 fornisce 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.

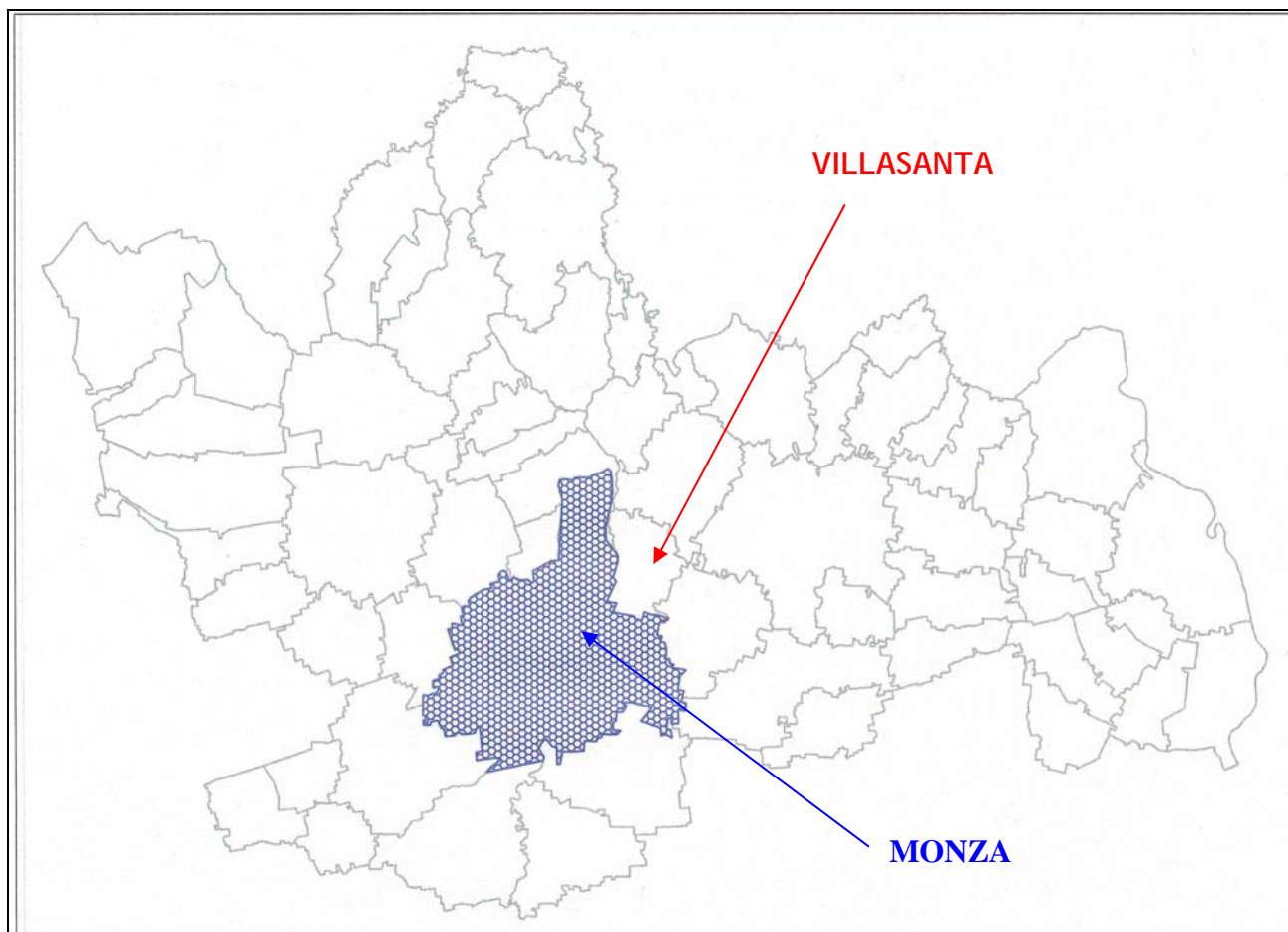
Va però precisato che tale Direttiva non è, allo stato attuale, ancora stata recepita dall'Italia.

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)

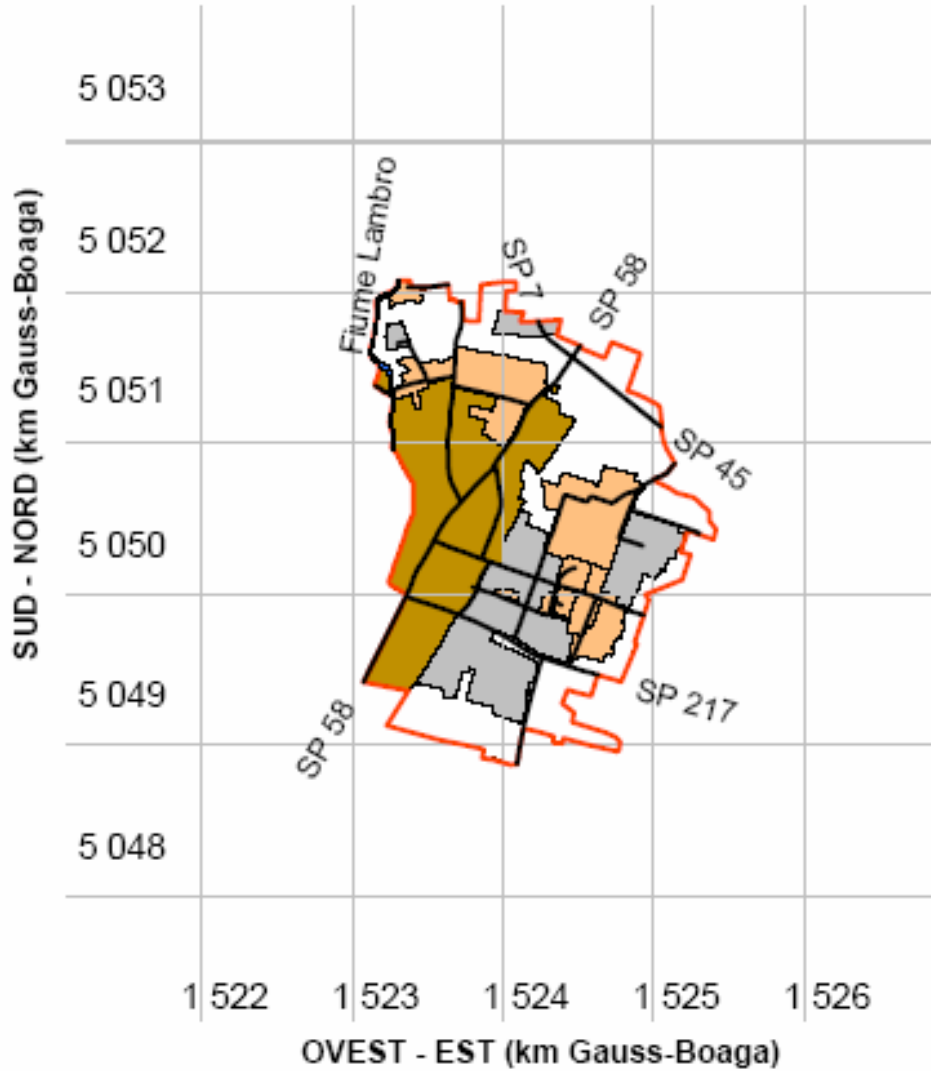
* Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono

Sito di Misura



Periodo di misura	01 dicembre – 29 dicembre 2006
Sito di misura:	Via della Vittoria
Assi stradali provinciali:	SP 7: via provinciale per Lesmo – direttrice Est-Ovest SP 45: strada provinciale Villasanta – Vimercate – direttrice Est-Ovest SP 58: strada provinciale Sesto S. G. – Usmate - – direttrice Nord-Sud SP 217: strada provinciale Villasanta – Concorezzo direttrice Nord-Sud
Assi stradali comunali	Via Volta

Mappa del territorio cittadino



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

II Territorio Comunale di Villasanta

Il Comune di Villasanta è un centro abitato della provincia di Milano che occupa una superficie di 4,15 Km² con una popolazione di 13.133 abitanti (21/10/2001 - ultimo censimento) pari a circa 1523 ab/Km².

Inserito nel Parco della Valle del Lambro, fa parte geograficamente della Brianza e amministrativamente della Provincia di Milano da cui dista circa 19 Km in direzione Est.

Il Comune confina a Nord con Arcore, a Est con Concorezzo, a Sud con Monza a Sud-Ovest con il Parco di Monza e a Nord-Ovest con Biassono.

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta in periodo invernale con Laboratorio mobile tra il 01 dicembre ed il 29 dicembre 2006, nel comune di Villasanta in via della Vittoria in prossimità del Centro Commerciale.

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

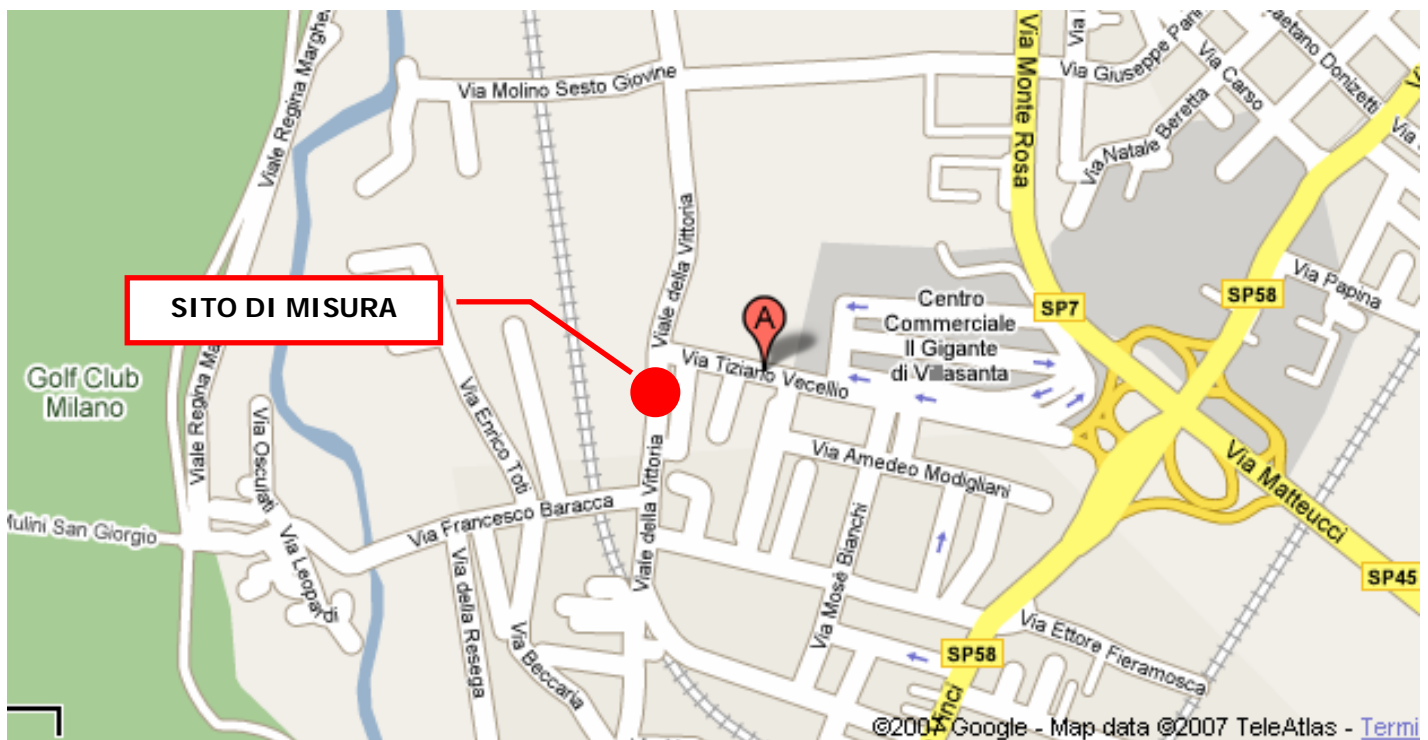


Figura 1: punto di posizionamento del Laboratorio mobile nel Comune di Villasanta

Caratterizzazione del sito di misura

Lo scenario analizzato è illustrato in figura 1.

La postazione di misura è caratteristica di una situazione di traffico urbano interessata da traffico di tipo locale ed extraurbano, si trova infatti in una zona residenziale del comune a ridosso del parcheggio del centro commerciale e della strada provinciale n. 7/47 che collega il territorio alla tangenziale Est con passaggio di traffico sia leggero che pesante. A circa 300 m dalla postazione di misura è presente poi un passaggio a livello ferroviario temporizzato che, a causa del passaggio di treni, in particolare treni pendolari nella fascia mattutina e serale, genera traffico congestionato lungo via della Vittoria.

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
- 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 (COV)
- Precursori dell'Ozono (prec_Oz)
- Monossido di carbonio (CO)
- Polveri totali sospese (PTS)
- polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM10) e inferiore a 2.5 (PM2.5)

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 Villasanta.

Come è possibile osservare in allegato 1 vengono forniti i contributi all'inquinamento atmosferico dei singoli combustibili per macrosettore; in allegato 2 invece vengono evidenziati i contributi delle singole sorgenti, riportando per un confronto anche i dati riferiti all'intera Provincia di Milano.

Come è possibile osservare dagli allegati le principali fonti di inquinamento nel comune di Villasanta sono dovute al traffico veicolare ed agli impianti di riscaldamento.

Data infatti l'alta densità abitativa e il passaggio di assi viari comunali ed intercomunali trafficati, i carichi emissivi di PM10, PM2.5, NO_x e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale, incidendo rispettivamente per il, 38% 35% 51% e 65% del totale.

La combustione non industriale incide in modo preponderante sulla qualità dell'aria, contribuendo con il 47% all'emissione in atmosfera di PM10, il 50% a quella di PM2.5 ed il 32% di CO; per quanto riguarda le emissioni di NO_x queste influiscono con il 19%.

Combustione non industriale								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
GPL	0.00	0.46	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00	0.59
metano	0.19	19.34	1.93	9.67	0.08	0.08	0.08	26.61
gasolio	4.10	2.05	0.12	0.82	0.21	0.21	0.21	2.72
kerosene	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
olio combust	0.22	0.22	0.01	0.02	0.05	0.06	0.04	0.29
legna e similari	0.49	2.62	45.42	184.92	8.67	9.04	8.39	69.12
TOTALE	5.00	24.69	47.51	195.53	9.01	9.38	8.71	99.33

Processi produttivi								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.00	27.45	0.00	0.00	0.00	0.00	27.45
TOTALE	0.00	0.00	27.45	0.00	0.00	0.00	0.00	27.45

Estrazione e distribuzione combustibili								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.00	34.61	0.00	0.00	0.00	0.00	36.43
TOTALE	0.00	0.00	34.61	0.00	0.00	0.00	0.00	36.43

Uso di solventi								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.00	271.13	0.00	0.00	0.00	0.00	271.13
TOTALE	0.00	0.00	271.13	0.00	0.00	0.00	0.00	271.13

Agricoltura								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.15	0.05	0.09
TOTALE	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.15	0.05	0.09

Combustione nell'industria								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
metano	0.01	17.16	0.44	3.43	0.06	0.06	0.05	21.76
gasolio	2.92	7.67	0.42	1.77	0.71	0.75	0.68	9.98
olio combust	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
legna e similari	0.01	0.10	0.74	9.30	0.13	0.19	0.10	1.89
TOTALE	2.97	24.94	1.60	14.50	0.90	1.00	0.83	33.63

Trasporto su strada								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
GPL	0.00	1.39	1.02	3.88	0.00	0.00	0.00	3.14
diesel	1.88	47.01	7.75	25.22	4.18	4.28	4.18	67.88
metano	0.00	0.10	0.06	0.34	0.00	0.00	0.00	0.23
senza comb.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45	3.63	1.31	0.00
benzina verde	0.80	19.71	59.11	371.62	0.73	0.73	0.73	124.07
TOTALE	2.69	68.21	67.94	401.06	7.36	8.64	6.22	195.32

Altre sorgenti mobili								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
diesel	0.23	15.47	2.20	6.22	1.96	2.13	1.74	21.76
benzina verde	0.00	0.00	0.78	1.52	0.00	0.00	0.00	0.95
TOTALE	0.23	15.47	2.98	7.74	1.96	2.13	1.74	22.70

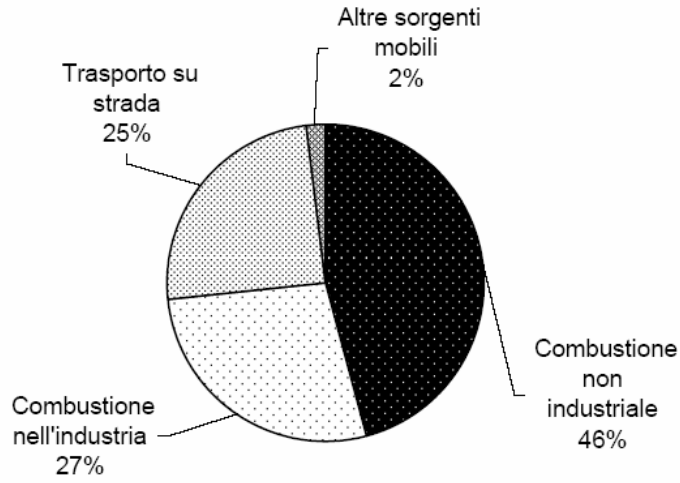
COMUNE DI VILLASANTA

' DESCRIZIONE MACROSETTORE'	'SO2' t/anno	'NOx' t/anno	'COV' t/anno	'CO' t/anno	'PM10' t/anno	'PM2.5' t/anno	'PREC_OZ' t/anno
Combustione non industriale	5.00	24.69	47.51	195.53	9.01	8.71	99.33
Combustione nell'industria	2.97	24.94	1.60	14.50	0.90	0.83	33.63
Processi produttivi	0.00	0.00	27.45	0.00	0.00	0.00	27.45
Trasporto su strada	2.69	68.21	67.94	401.06	7.36	6.22	195.32
Uso di solventi	0.00	0.00	271.13	0.00	0.00	0.00	271.13
Altre sorgenti mobili	0.23	15.47	2.98	7.74	1.96	1.74	22.70
Agricoltura	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.05	0.09
TOTALE	10.89	133.36	418.61	618.83	19.32	17.55	649.66

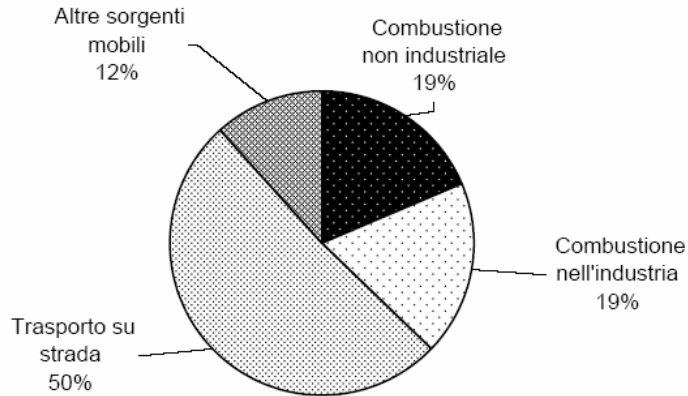
PROVINCIA DI MILANO

' DESCRIZIONE MACROSETTORE'	'SO2' t/anno	'NOx' t/anno	'COV' t/anno	'CO' t/anno	'PM10' t/anno	'PM2.5' t/anno	'PREC_OZ' t/anno
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
Trasporto su strada	1100.85	26272.35	18955.14	124900.38	3008.97	2595.55	64758.76
Uso di solventi	0.29	0.12	65555.33	0.74	178.31	62.93	65555.56
Altre sorgenti mobili	199.92	1571.88	527.21	1209.15	140.06	127.97	2577.97
Agricoltura	0.00	210.15	168.29	3311.92	191.95	151.92	1000.22
TOTALE	5155.10	42278.42	96389.35	152146.62	4365.82	3671.22	164954.30

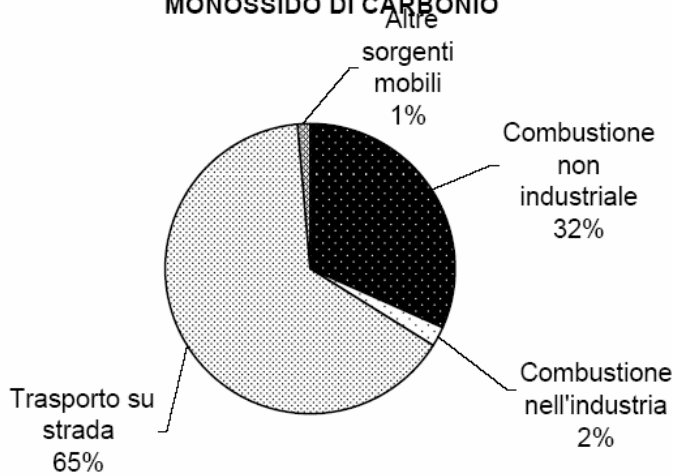
BIOSSIDO DI ZOLFO



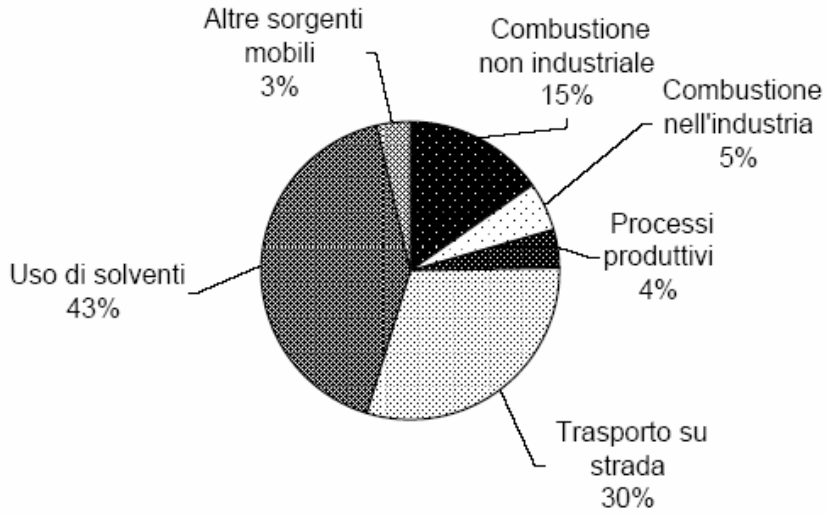
OSSIDI DI AZOTO



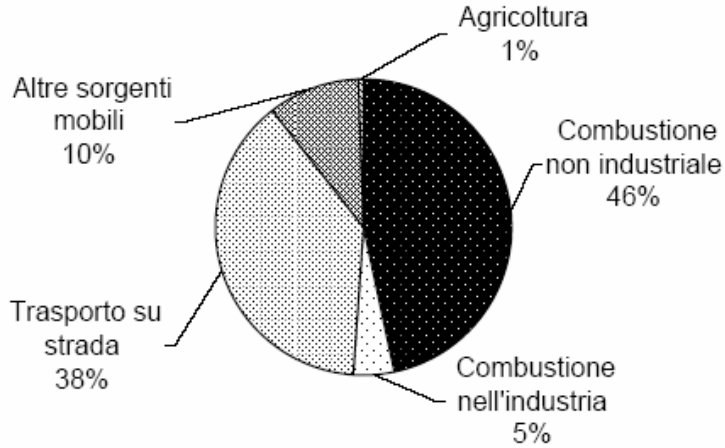
MONOSSIDO DI CARBONIO



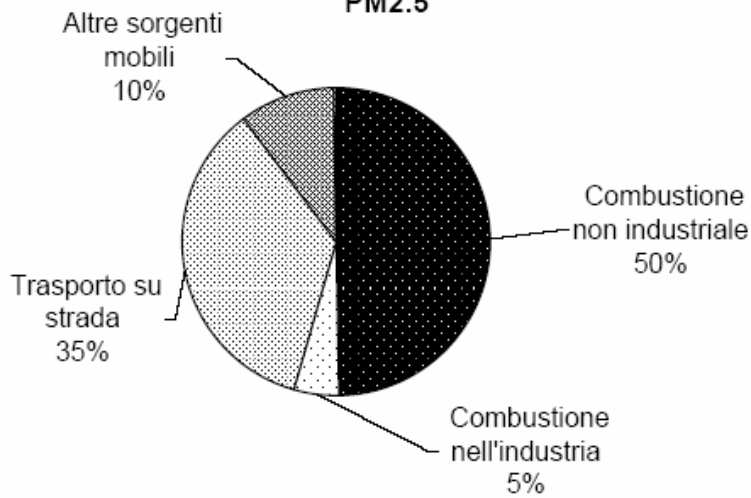
PRECURSORI DELL'OZONO



PM10



PM2.5



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

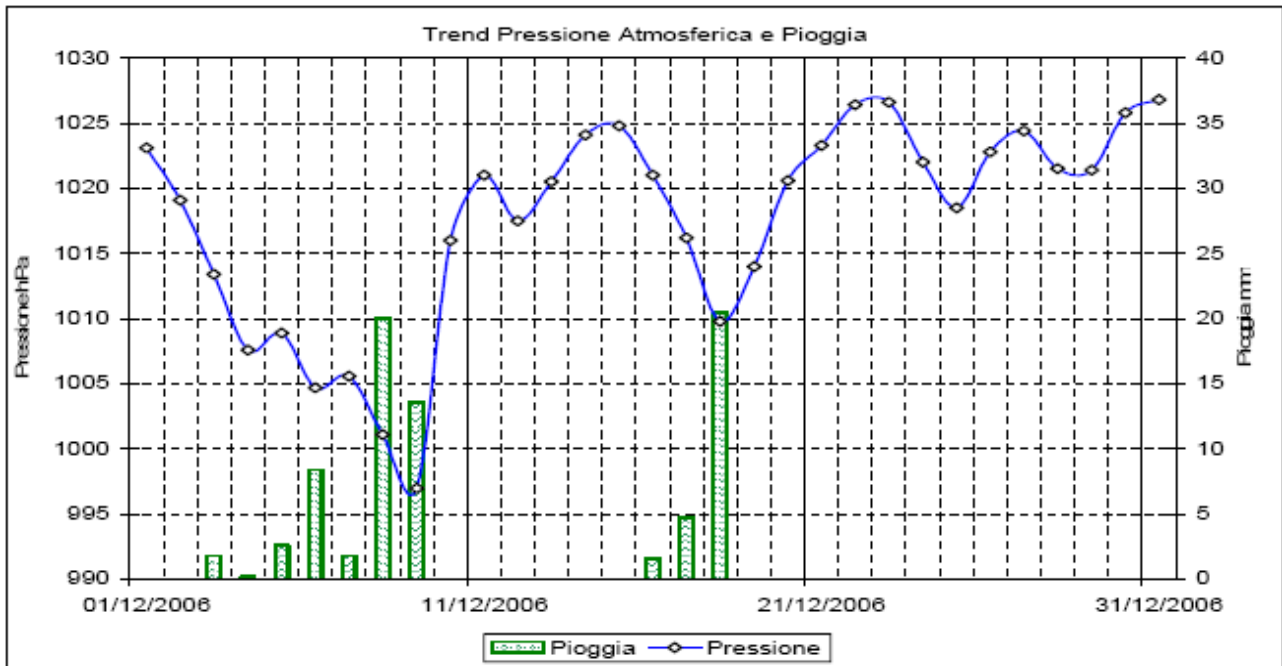
Lo strato di rimescolamento è influenzato da processi sinottici e alla mesoscala che producono moti verticali e avvezioni orizzontali ove si diffondono tutti gli inquinanti e particolarmente le polveri che possono essere viste come un buon indicatore dello stato di inquinamento.

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.

La radiazione solare, con 42 W/m², è stata solo leggermente inferiore alla media storica di 44 W/m².



A causa della persistenza di condizioni anticicloniche favorevoli all'accumulo, vi sono stati 24 giorni di superamento del valore limite di 50 µg/m³ per il PM₁₀, mentre, durante i periodi di alta pressione che hanno caratterizzato gran parte del mese, vi sono stati 9 giorni con superamento della soglia di attenzione per l'NO₂, ma senza mai arrivare allo stato di attenzione.

In applicazione della d.G.R. n. VIII/3024 del 27/07/2006 e della d.G.R. n. VIII/3398 del 27/10/2006, dal 1° al 31 Dicembre 2006, nei giorni feriali, dalle 8 alle 12 e dalle 16 alle 20, è stato attuato il blocco delle auto non catalizzate nella Zona Critica Unica di Milano - Como - Sempione.

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

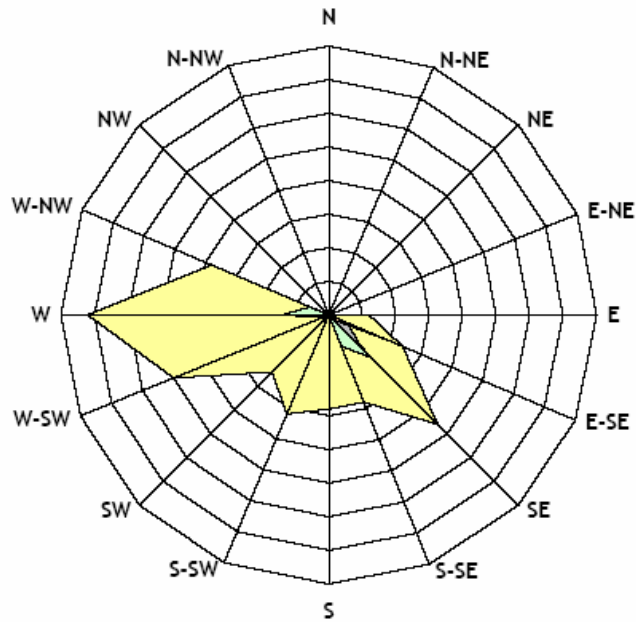
I livelli di concentrazione degli inquinanti osservati, sono stati valutati anche alla luce delle condizioni meteorologiche registrate nel periodo del monitoraggio dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile.

L'andamento anemologico registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile, mostra come i settori maggiormente interessati siano stati quelli a Sud, tra le direzioni ovest ed est.

Per quanto riguarda la velocità del vento i valori misurati mostrano uno scarso dinamismo anemologico, che ha comunque interessato tutta la regione, con venti quasi sempre deboli che hanno fatto registrare una velocità media del periodo pari a 0.3 m/s, ad eccezione dei giorni 8 e 9 dove a causa di una forte saccatura sono stati registrati i valori massimi.

Gli episodi anemologici più intensi si sono verificati venerdì 08 e sabato 09 dicembre, facendo registrare una media giornaliera di 2.2 m/s e 1.4 m/s rispettivamente ed una massima oraria di 4.7 m/s e 4.5 m/s (E-SE).

Rosa dei Venti



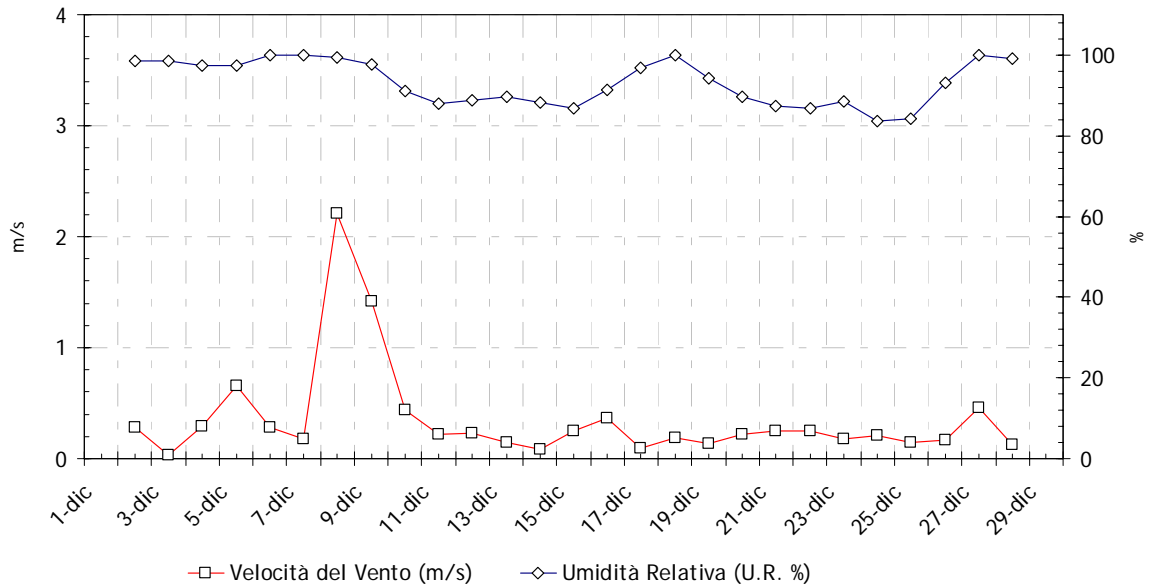
	0.2 <VV<1	1 <VV<1.5	1.5 <VV<2	2 <VV<3	VV > 3
N	0	0	0	0	0
N-NE	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0
E-NE	0	0	0	0	0
E	6	0	1	0	0
E-SE	12	1	1	3	10
SE	23	9	3	7	1
S-SE	14	5	0	0	0
S	14	0	0	1	0
S-SW	16	1	1	0	0
SW	12	1	0	0	0
W-SW	25	1	0	0	0
W	36	7	0	0	0
W-NW	19	3	0	0	0
NW	0	0	0	0	0
N-NW	0	0	0	0	0

VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi 666
 Percentuale di casi di calma 65%

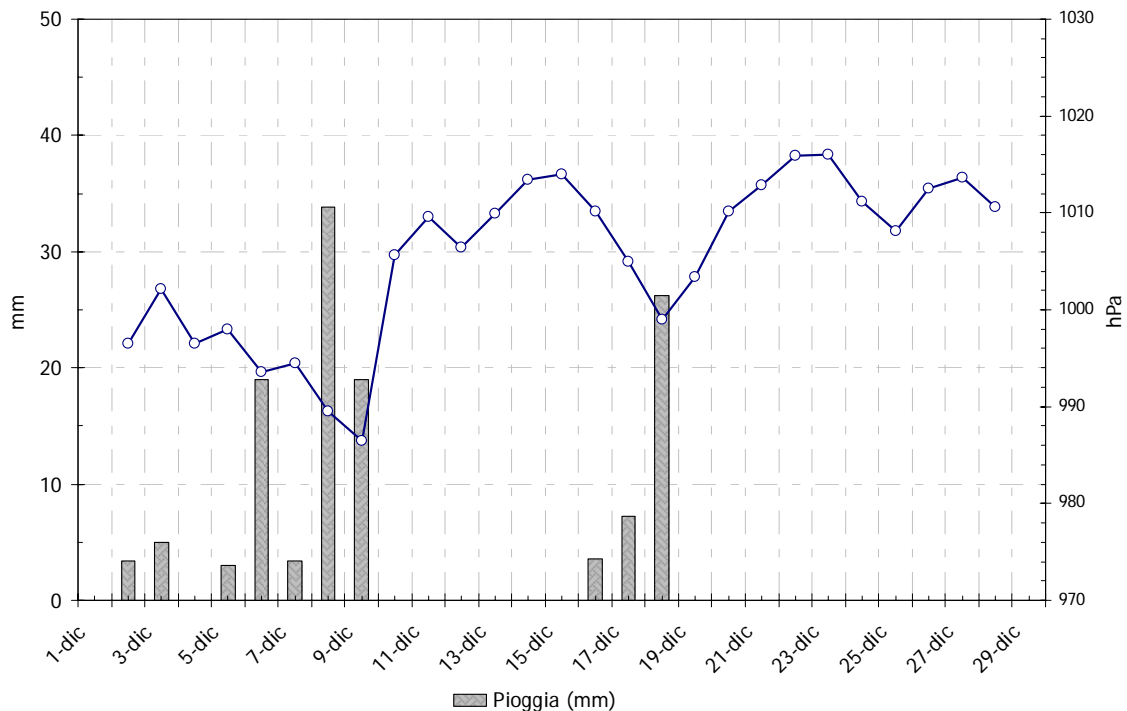
L'umidità relativa si è mantenuta su una media pari al 93% con un massimo dell'99.5% in occasione del fenomeno piovoso di maggiore intensità del giorno 08 dicembre.

Velocità del Vento e Umidità Relativa



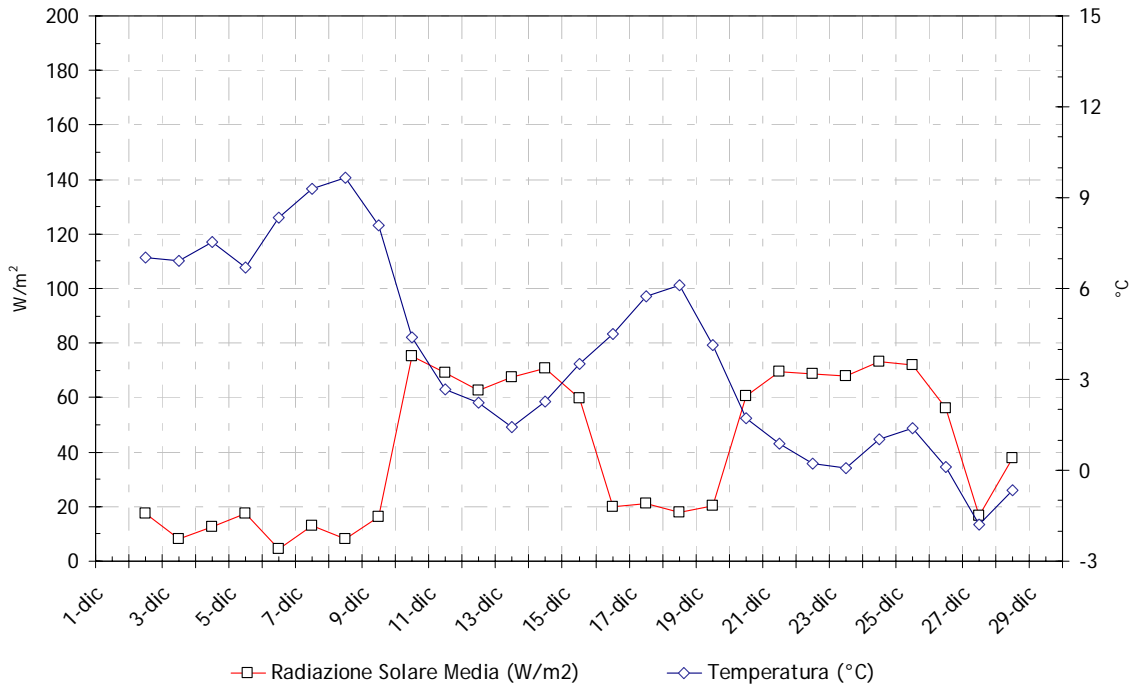
Per quanto riguarda *le precipitazioni* sono stati registrati 10 giorni piovosi su 28 giorni di campagna concentrati nella prima e nella seconda decade del mese. I fenomeni di maggiore intensità si sono verificati venerdì 08 dicembre con quasi 34 mm di pioggia caduti durante la giornata e lunedì 18 dicembre con quasi 27 mm caduti. Tali fenomeni temporaleschi si sono verificati a causa del passaggio di due profonde saccature che hanno dato luogo a violente sciroccate nei giorni 8 e 18.

Precipitazione e Pressione



L'andamento barico ha fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 1005.4 hPa per fenomeni di alta pressione nella seconda e nella terza parte del mese con un valore massimo di circa 1010.6 hPa sabato 23 dicembre ed un minimo di 987 hPa sabato 09 dicembre in occasione dell'evento piovoso di maggiore intensità.

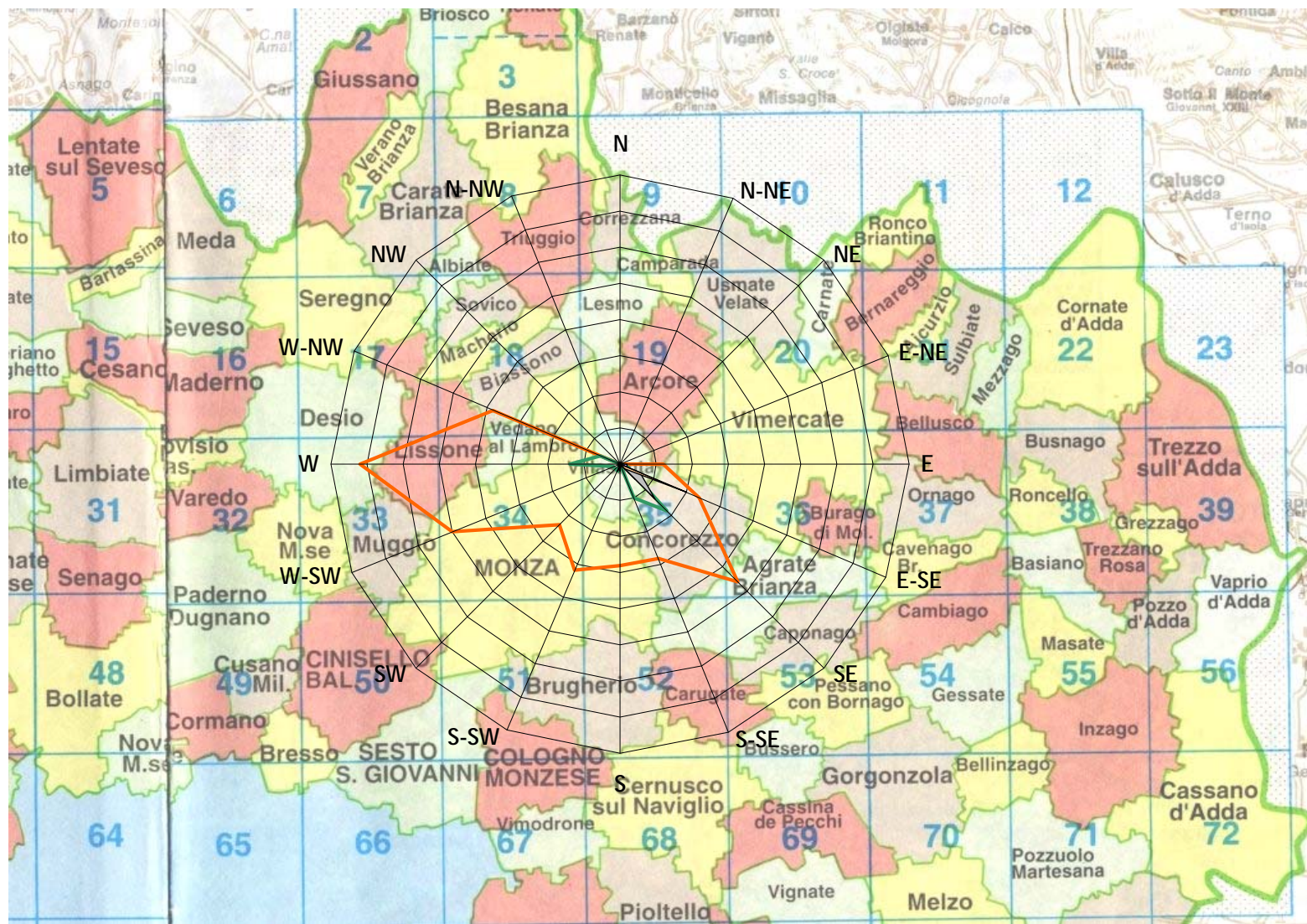
Radiazione Solare Media e Temperatura



La temperatura media del periodo è stata di circa 4 °C con un massimo di 10 °C venerdì 08 dicembre ed un minimo di -2 °C mercoledì 27 dicembre.

A causa delle numerose giornate serene che hanno caratterizzato il periodo di misura, la radiazione solare, con 41.0 W/m², è stata di poco inferiore alla media del periodo pari a 44 W/m².

Figura 2



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 inquinati 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.

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, NO_2), ozono (O_3) e polveri sottili (PM10).

La strumentazione presente sul Laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi (NO, NO_2 , CO, O_3), 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 NO_2 , 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 anticicloniche favorevoli all'accumulo e accompagnato da periodi di alta pressione, che hanno caratterizzato gran parte del mese, vi sono stati numerosi giorni di superamento del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10, mentre durante i periodi di alta pressione che hanno caratterizzato gran parte del mese, vi sono stati 3 giorni con superamento della soglia di attenzione per l'NO₂.

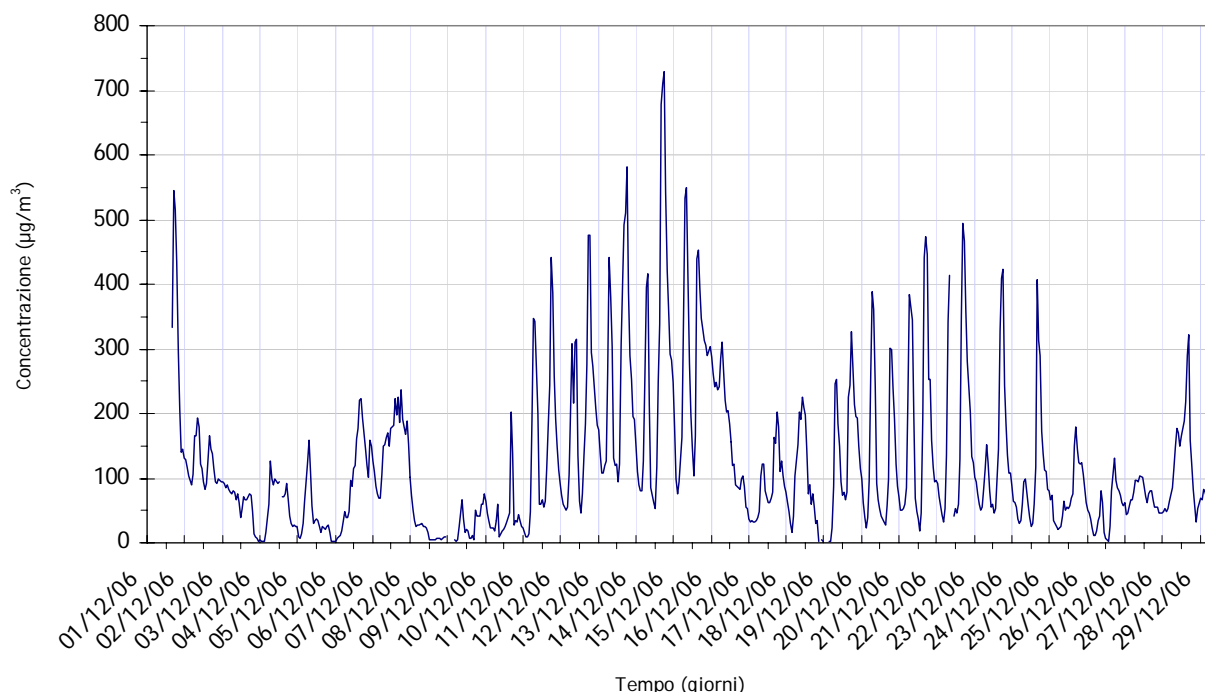
Analizzando infatti la situazione meteorologica nel periodo di misura si osserva come la presenza di una situazione anemologica scarsamente vivace (caratterizzata principalmente da episodi di calma, con sporadici eventi di brezza leggera, unitamente alle numerose giornate serene), abbia permesso solo un parziale sblocco atmosferico favorendo l'accumulo degli inquinanti.

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 della Vittoria¹.

NO

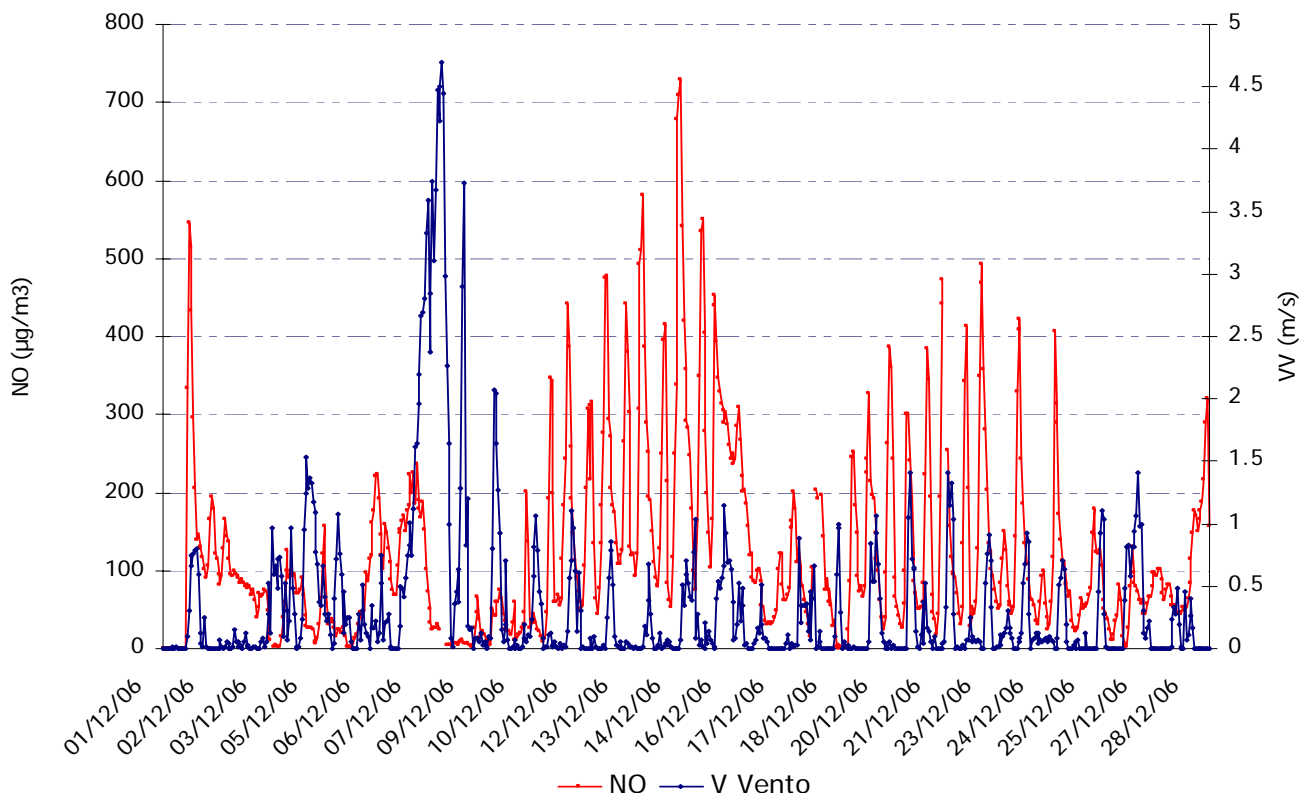
Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un valore massimo di concentrazione oraria pari a $729 \mu\text{g}/\text{m}^3$ giovedì 14 dicembre alle 19.00.

NO - Medie 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.

¹ L'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.



A conferma di questo è possibile osservare come i valori di NO rilevati con laboratorio mobile mostrino una buona correlazione² con quelli misurati dalla centralina urbana da fondo di Vimercate (R=0.8), situata lungo la direttrice E-NE di Villasanta.

	Lab. Mobile	Milano Juvara	Monza	Villasanta	Vimercate	Meda	Agrate Brianza
Lab. Mobile	1.00						
Milano Juvara	0.44	1.00					
Monza	0.73	0.71	1.00				
Villasanta	0.84	0.57	0.85	1.00			
Vimercate	0.81	0.44	0.76	0.86	1.00		
Meda	0.78	0.40	0.66	0.81	0.84	1.00	
Agrate Brianza	0.78	0.57	0.88	0.89	0.85	0.74	1.00

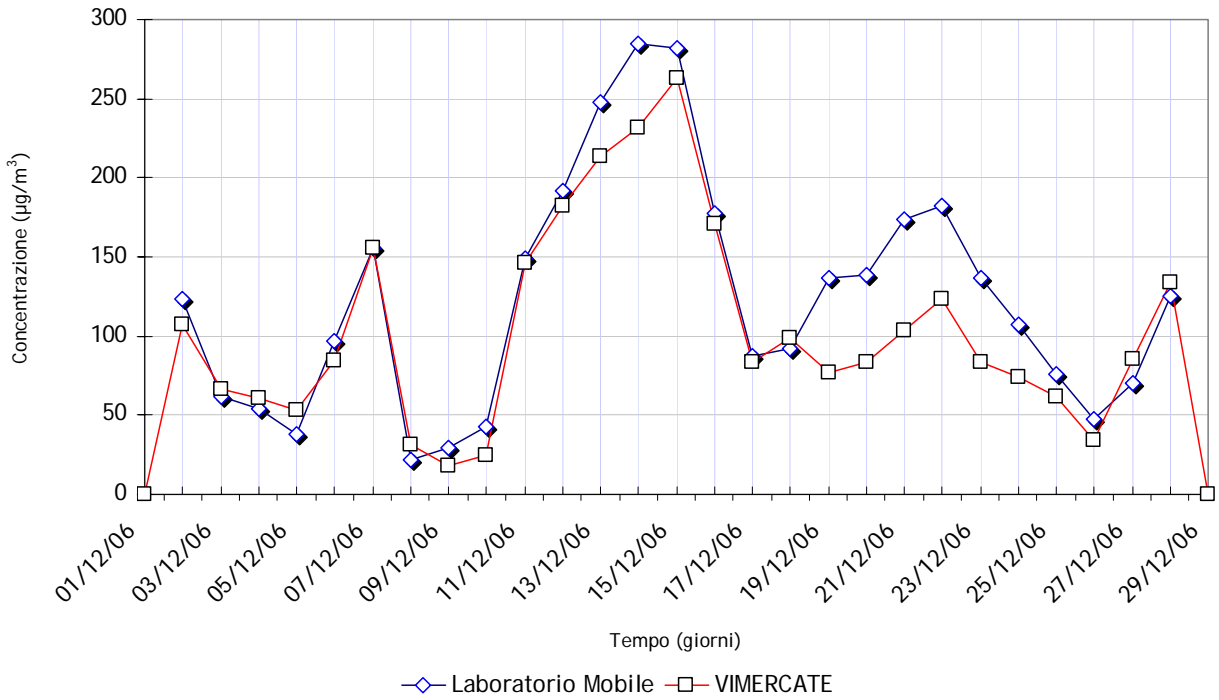
Poiché, analizzando i dati anemometrici, risulta che, durante tutta la campagna, non si sono verificati fenomeni di vento lungo tale direzione, tale analogia tra gli andamenti di NO nelle due postazioni, sembrerebbe far supporre che la presenza della SP 47, che interessa entrambi i comuni, influenzi la qualità dell'aria del territorio comunale di Villasanta, contribuendo in maniera non trascurabile alla formazione di questo inquinante.

Un'altra buona correlazione si ha con la vicina centralina da traffico di Villasanta (R=0.84) sita in via Volta all'altezza del civico 45.

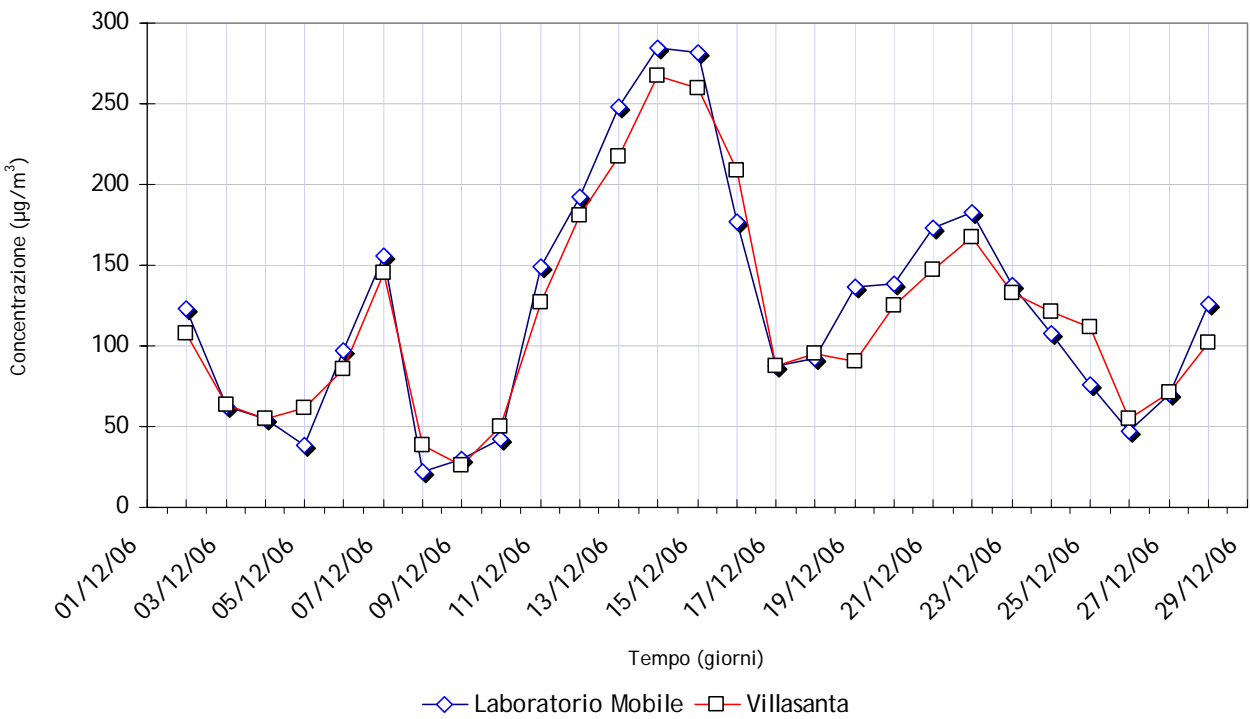
² Il coefficiente di correlazione di Pearson (R) misura il grado di correlazione lineare tra due variabili x e y calcolando il rapporto tra la loro covarianza ed il prodotto delle rispettive deviazioni standard (0<R<1, più R si avvicina a 1 più i valori sono correlati):

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

NO - Medie Giornaliere



NO - Medie Giornaliere

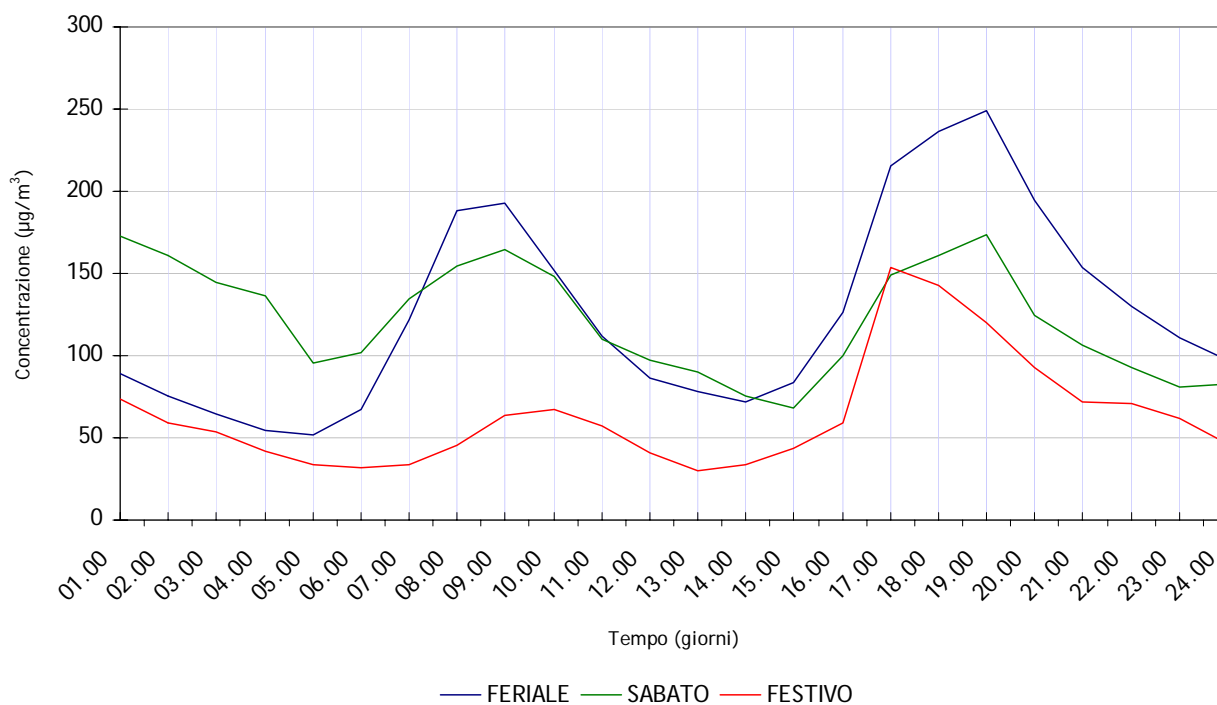


Il grafico del giorno tipo sembrerebbe rafforzare l'idea di un'influenza della SP 47 sulle concentrazioni di NO misurate con laboratorio mobile nel sito di via Venezia; infatti i picchi di concentrazione si presentano in corrispondenza delle ore di punta mattutina e serale caratteristiche di grandi arterie di collegamento; in particolare per il giorno tipo feriale i valori più alti si presentano nella fascia oraria che va dalle ore 06.00 alle ore 12.00 del mattino e in quella serale compresa tra le 17.00 e le 22.00.

I grafici del giorno pre-festivo e festivo presentano un andamento del tutto simile a quello del giorno tipo feriale con concentrazioni elevate e con marcati picchi sia mattutini che serali.

Tale andamento sembrerebbe essere dovuto alla vicinanza del centro commerciale al sito di misura; infatti durante il week-end si ha una diminuzione del traffico lungo le arterie di collegamento, che dovrebbe corrispondere ad una riduzione delle emissioni di NO durante il fine settimana.

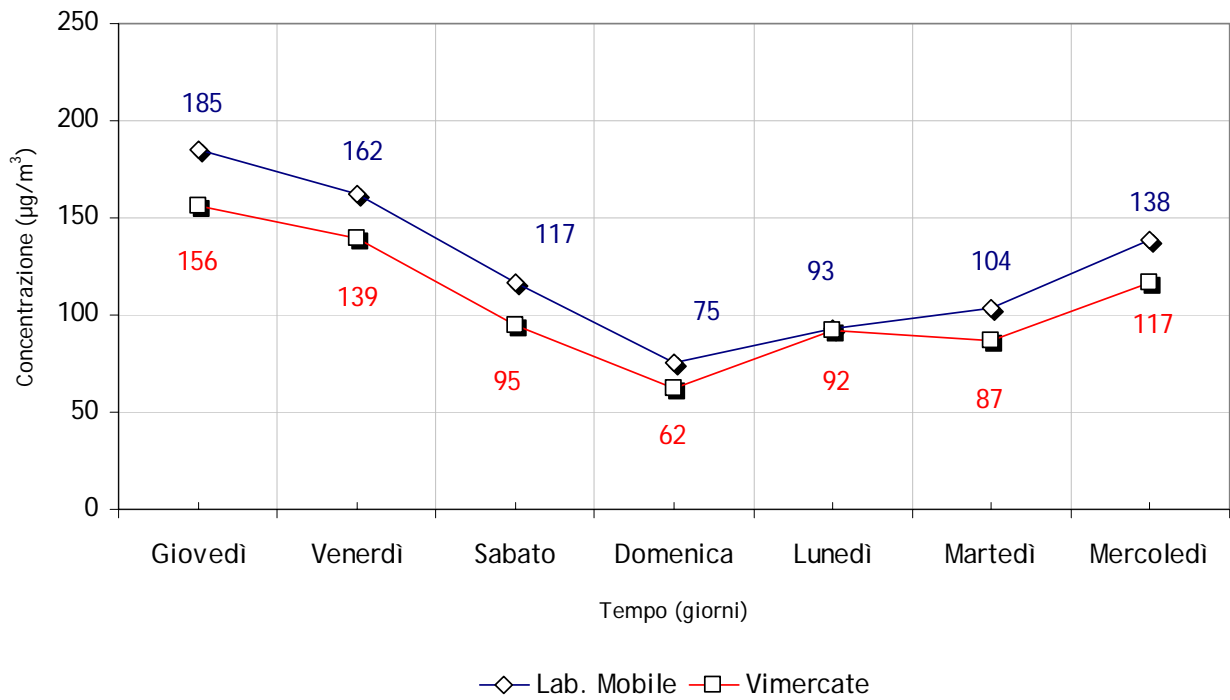
NO - Giorno Tipo



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 Vimercate. 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.

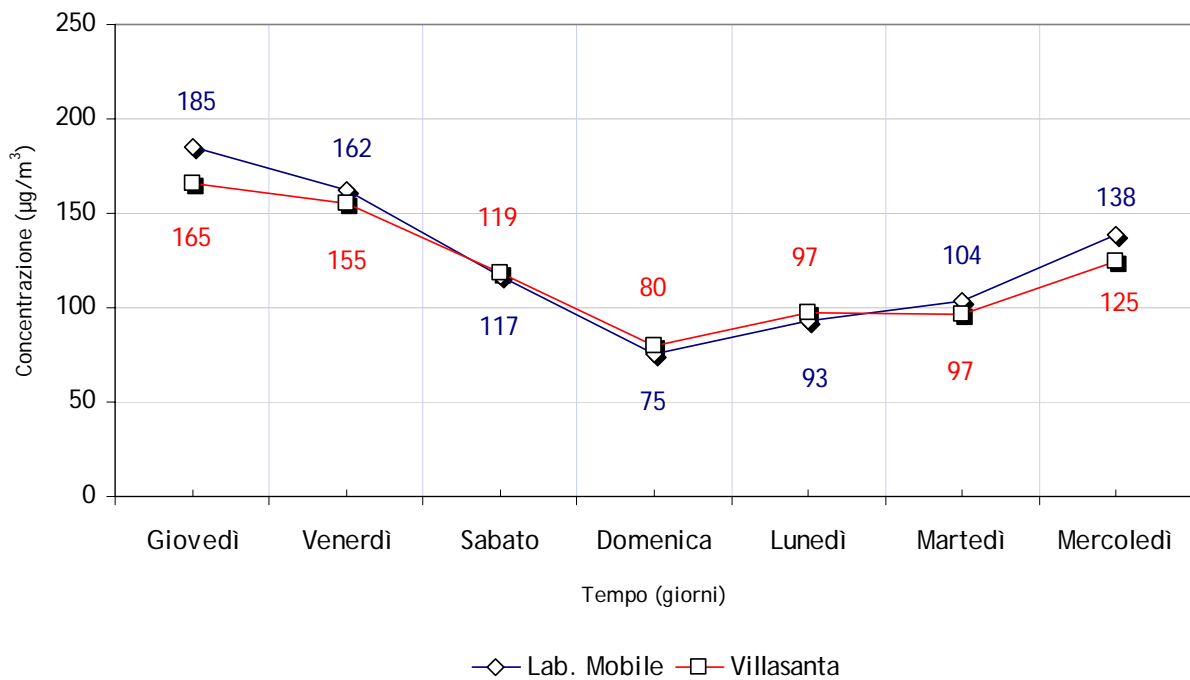
Come evidenziato nel grafico di confronto i due andamenti sono simili ma le concentrazioni registrate con laboratorio mobile sono mediamente più alte anche durante il week-end.

NO - Media Settimanale



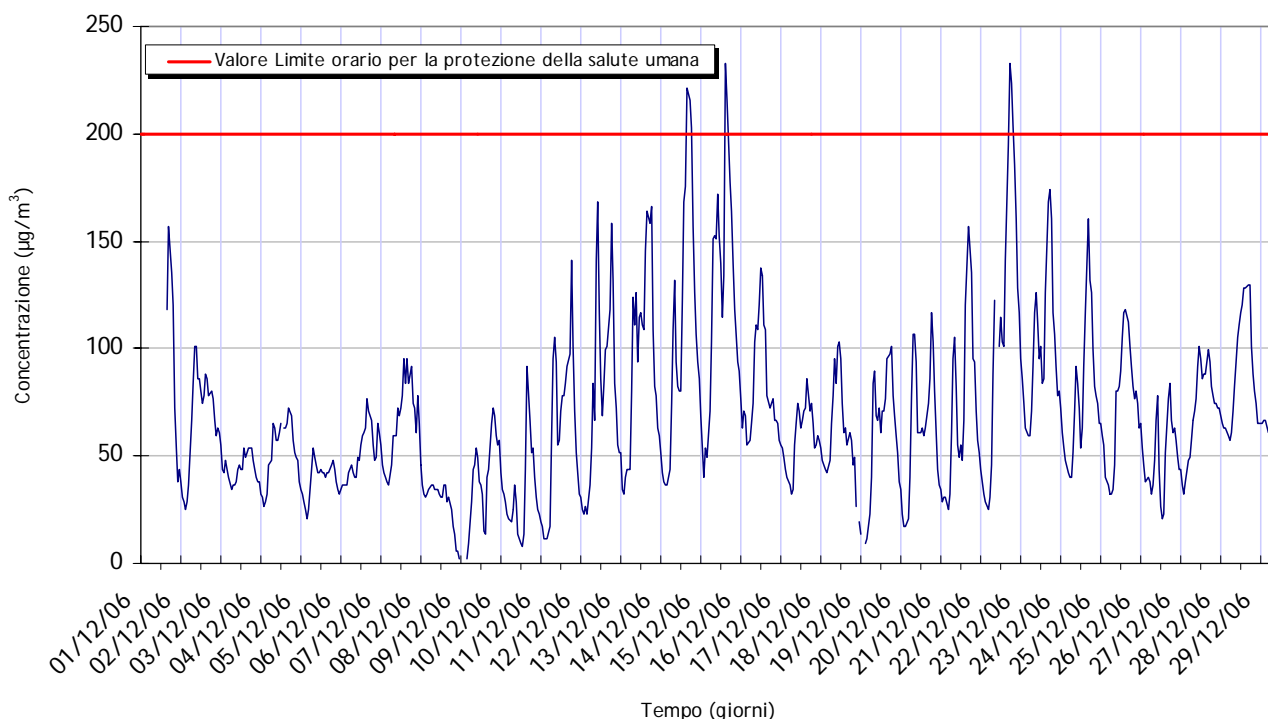
Dal confronto invece degli andamenti settimanali dell'NO registrati con laboratorio mobile con quelli registrati dalla vicina stazione di via Volta si evidenziano valori quasi coincidenti.

NO - Media Settimanale



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 (nitrati).

Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo del biossido di azoto si è attestata sui 69 µg/m³; durante il periodo di misura sono stati rilevati otto superamenti orari del limite di attenzione, fissato per questo inquinante a 200 µg/m³.

 NO₂ - Medie Orarie

DATI ORARI

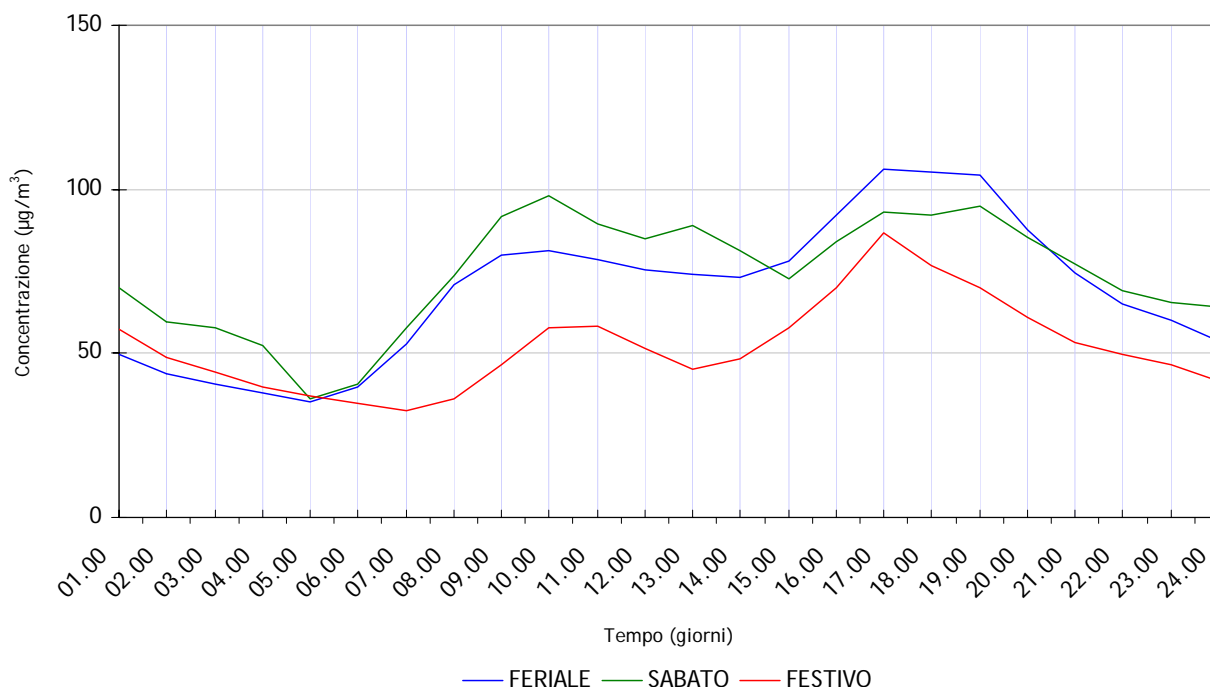
DATA	ORA	[NO ₂] (µg/m ³)	Livello di Attenzione (µg/m ³)	Velocità del Vento (m/s)	Pressione (hPa)
14/12/06	17.00	222	200	0.0	1013.0
14/12/06	18.00	216	200	0.0	1013.3
14/12/06	19.00	202	200	0.0	1014.0
15/12/06	16.00	233	200	0.4	1013.0
15/12/06	17.00	216	200	0.4	1013.1
22/12/06	18.00	233	200	0.0	1015.8
22/12/06	19.00	223	200	0.0	1016.4
22/12/06	20.00	204	200	0.0	1016.7

Tali valori di picco nella presente campagna sono dovuti principalmente alla situazione meteorologica del periodo di misura caratterizzata da una situazione di alta pressione per quasi tutto il mese di dicembre e da una situazione anemologica poco vivace che hanno causato una difficoltà dispersiva in atmosfera con conseguenti fenomeni di stagnazione. In particolare le giornate del 14 15 e 22 dicembre sono stata interessate da una situazione di alta pressione e calma di vento.

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.

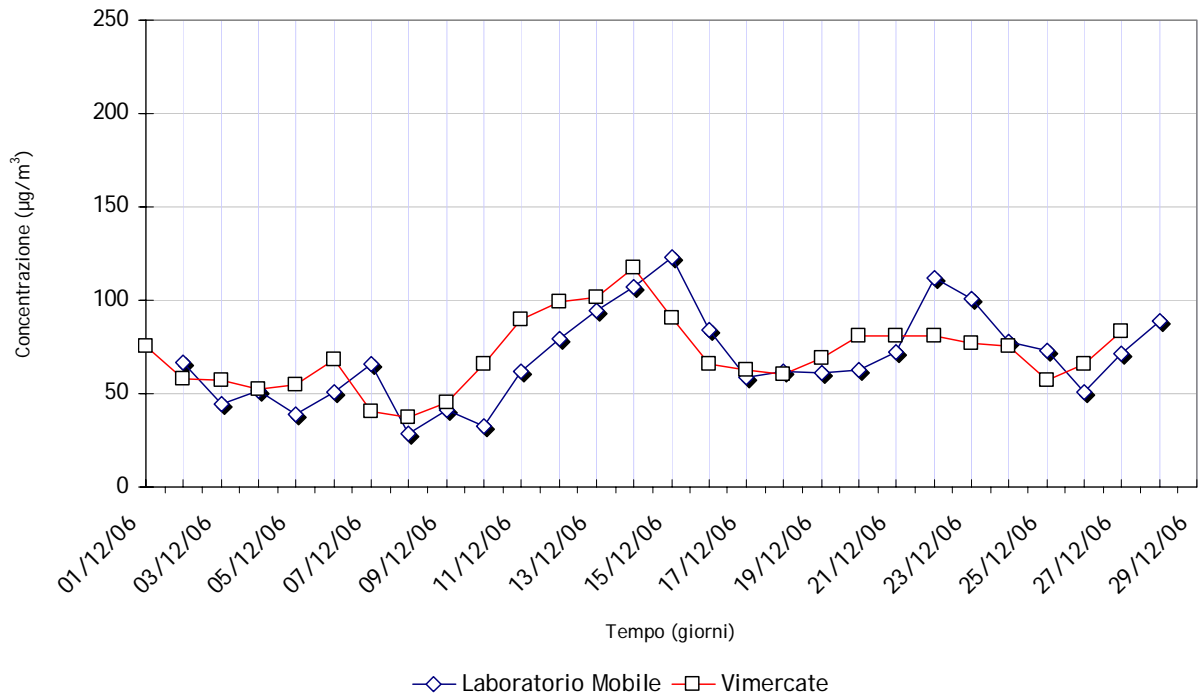
NO₂ - Giorno Tipo



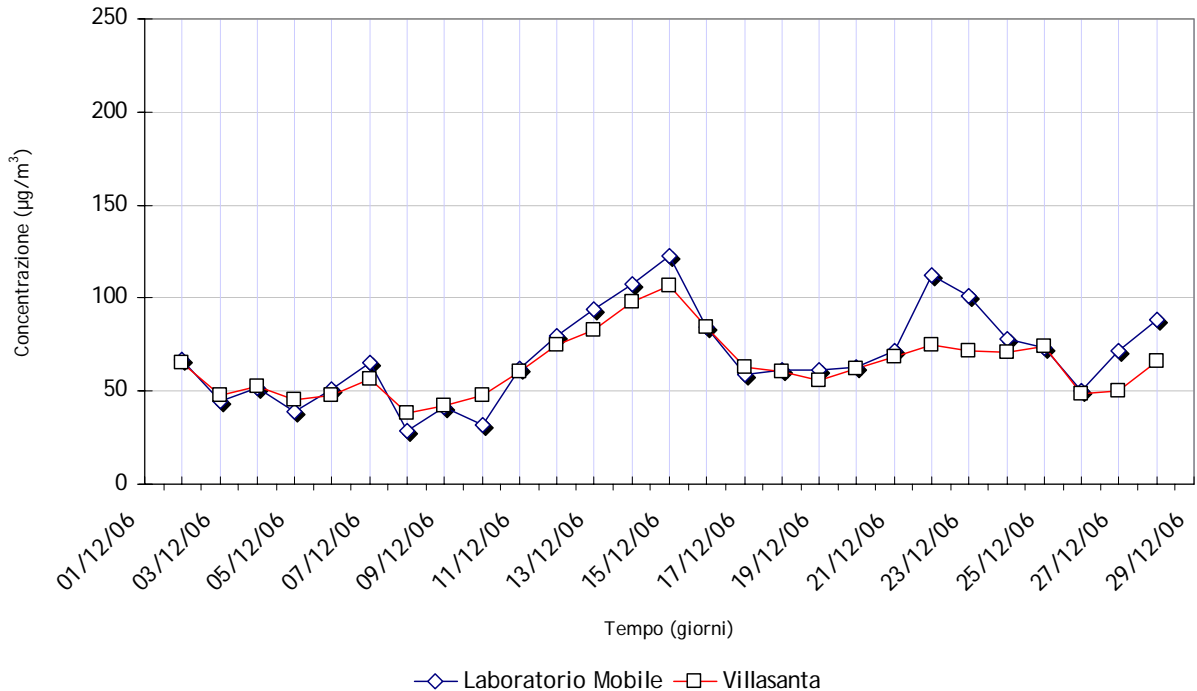
Dal calcolo dei coefficienti di Pearson si conferma la correlazione con la centralina urbana da fondo di Vimercate (R=0.8) e con la vicina centralina da traffico di Villasanta (R=0.85), come è possibile osservare dal grafico delle concentrazioni medie giornaliere.

	Lab. Mobile	Milano Juvara	Monza	Villasanta	Vimercate	Meda	Agrate Brianza
Lab. Mobile	1.00						
Milano Juvara	0.46	1.00					
Monza	0.71	0.77	1.00				
Villasanta	0.84	0.60	0.85	1.00			
Vimercate	0.81	0.58	0.83	0.91	1.00		
Meda	0.72	0.43	0.61	0.76	0.75	1.00	
Agrate Brianza	0.75	0.65	0.91	0.89	0.90	0.65	1.00

NO₂ - Medie Giornaliere

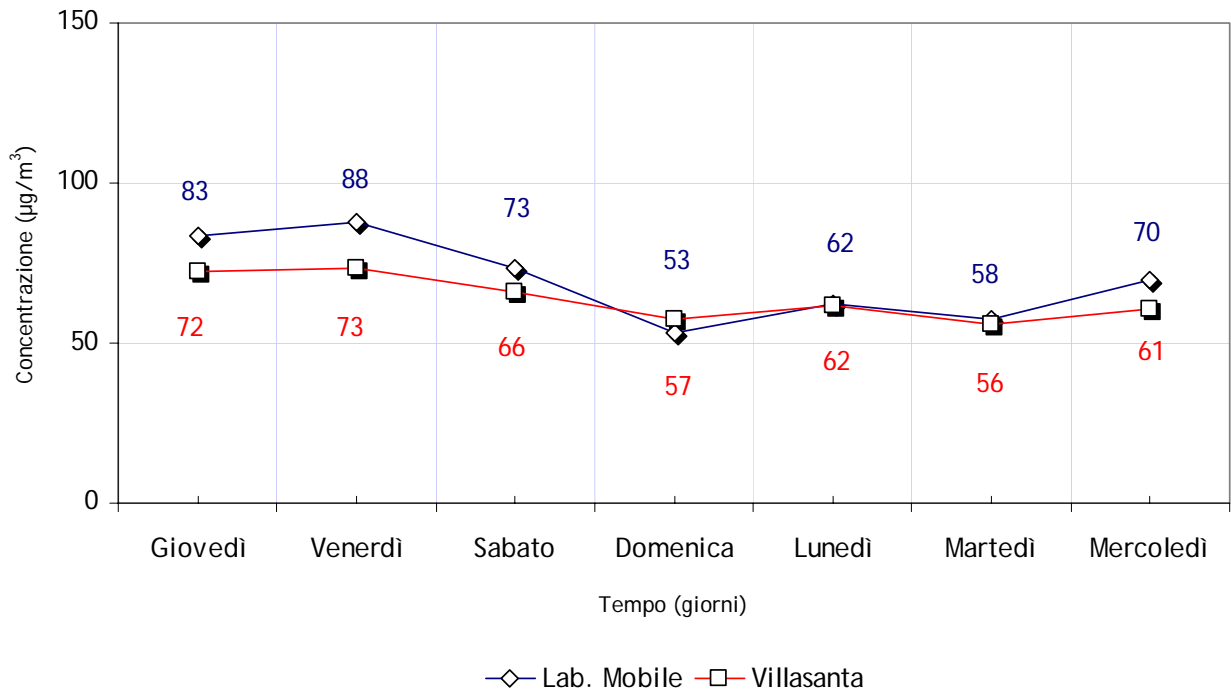


NO₂ - Medie Giornaliere

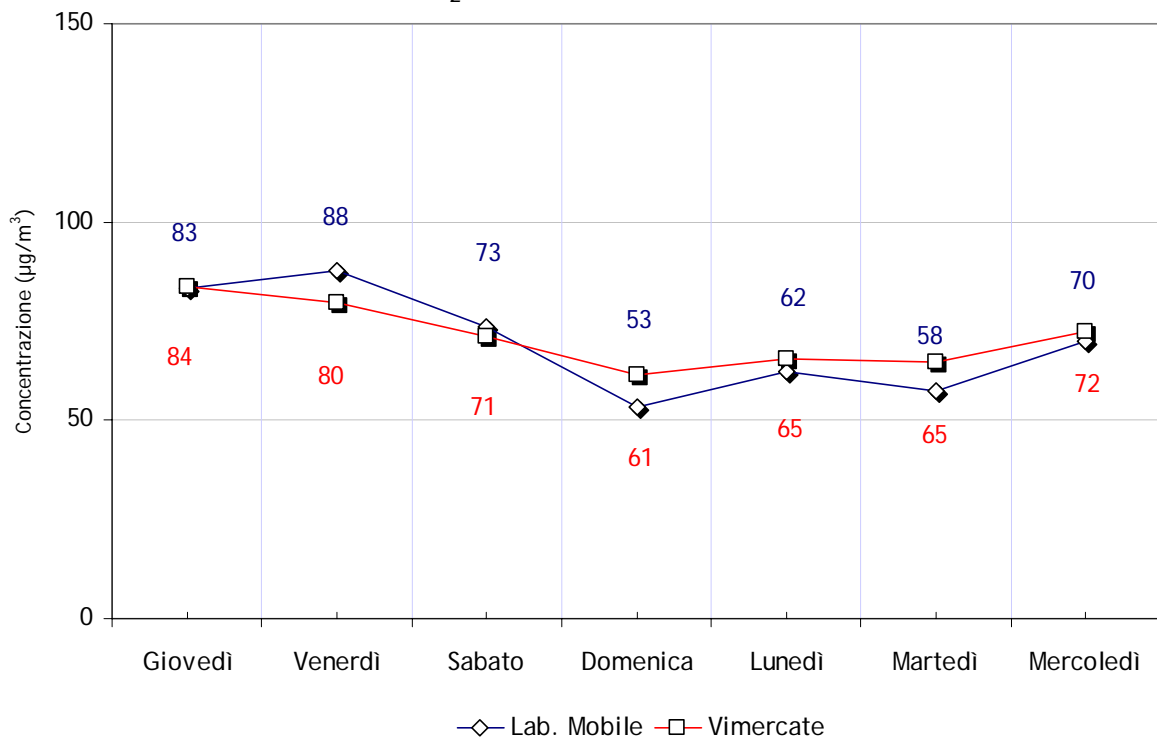


Anche in questo caso si evidenzia l'analogia degli andamenti settimanali tra la postazione di misura e la centralina di Vimercate e Villasanta, con una diminuzione delle concentrazioni (e quindi del traffico) nel fine settimana.

NO₂ - Media Settimanale

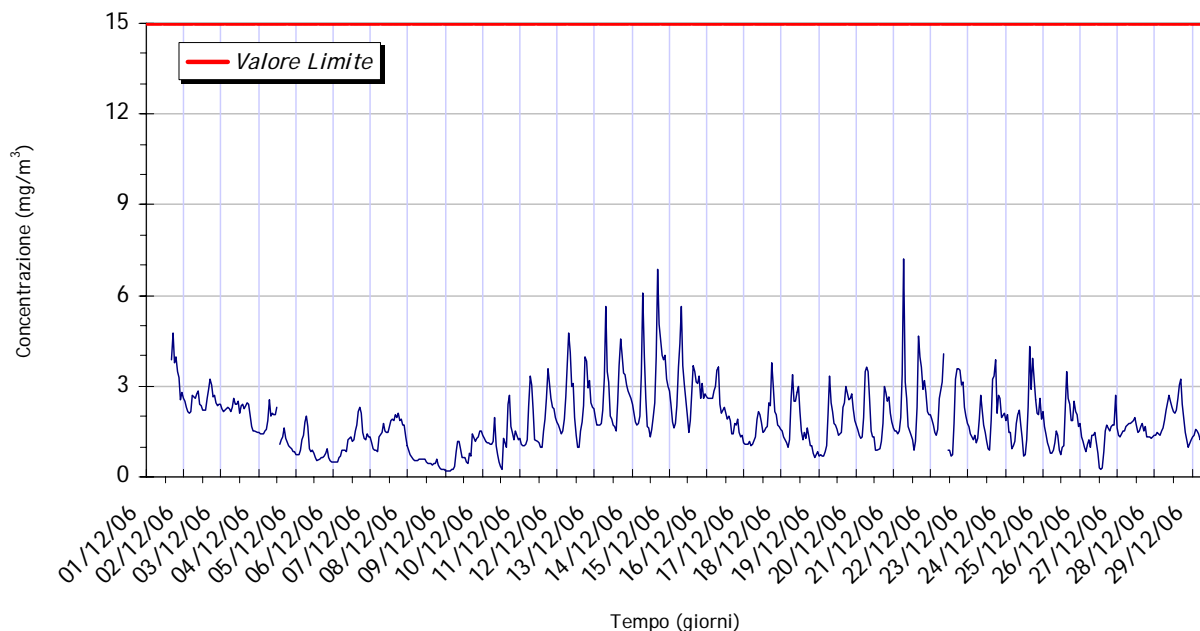


NO₂ - Media Settimanale

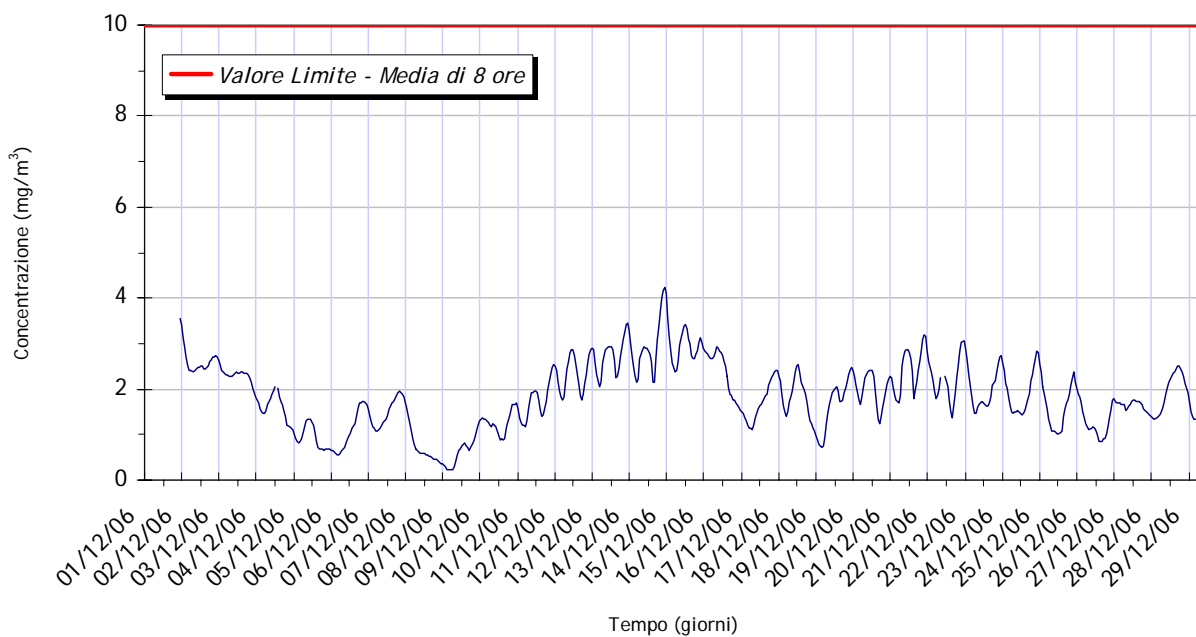


L'accumulo di **monossido di carbonio** è favorito soprattutto nelle aree urbane, quando i veicoli sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato.

CO - Medie Orarie



CO - Medie di 8 Ore



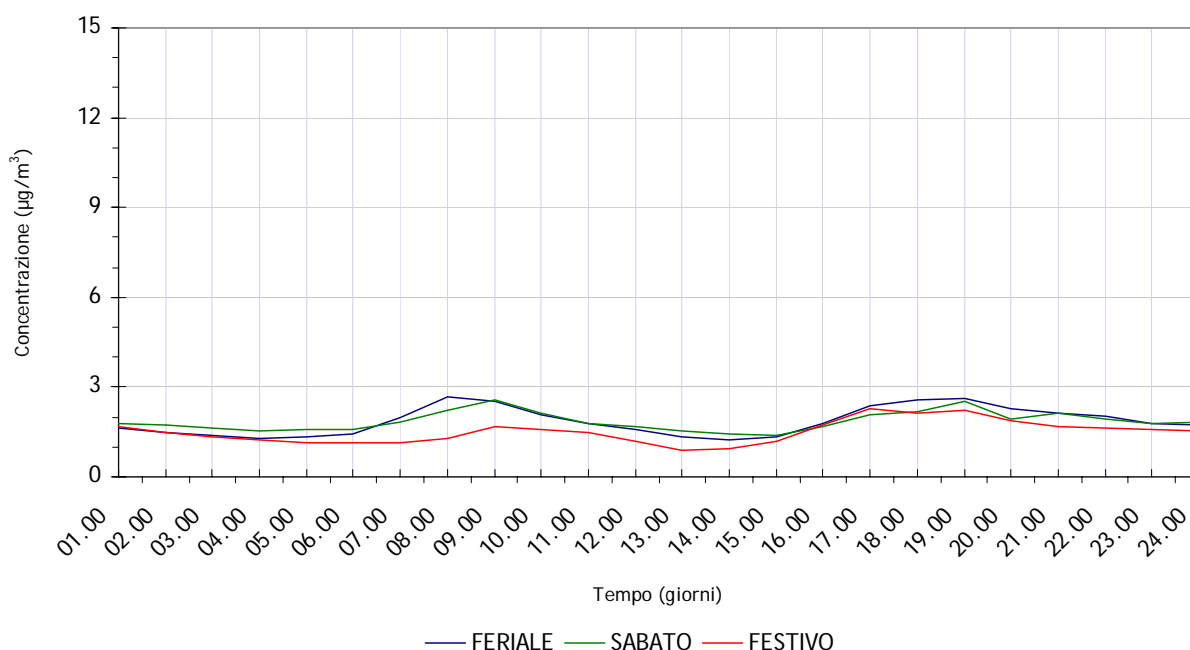
I valori di CO misurati durante la campagna di misura sono risultati abbondantemente inferiori ai limiti di legge sia per quanto riguarda la media oraria che per quella di 8 ore.

Il valore medio sul periodo è stato di 2.0 mg/m³, il valore massimo orario è stato di 7.2 mg/m³ il giorno giovedì 21 dicembre alle ore 08.00 del mattino; il valore massimo mediato sulle 8 ore, pari a 4.2 mg/m³, è stato osservato il giorno giovedì 14 dicembre tra le ore 23.00 e le ore 24.00.

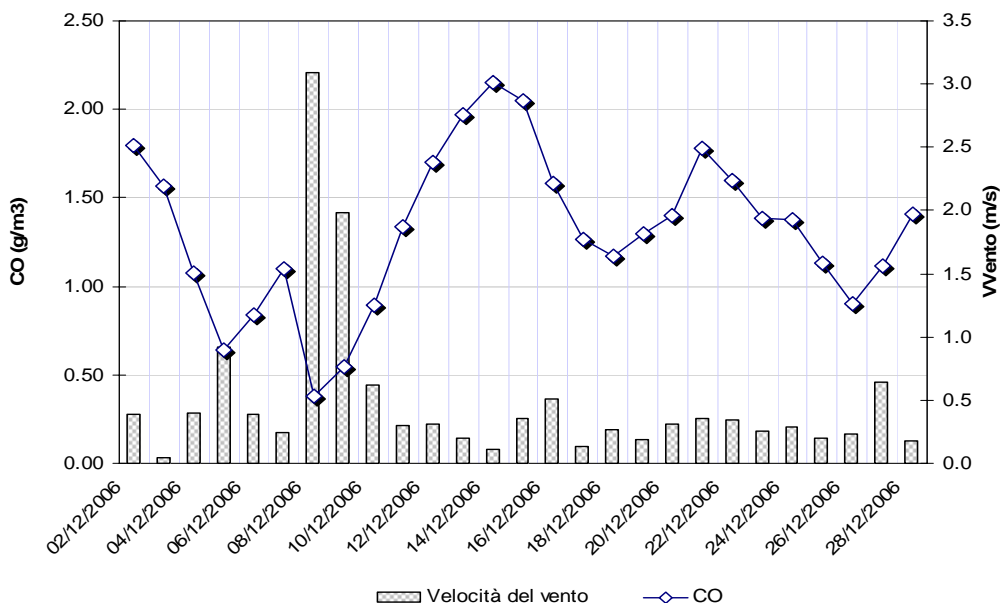
Dall'analisi dei dati è possibile dunque osservare come le concentrazioni di questo inquinante appaiano decisamente basse e comunque di molto inferiori a quelle solitamente riscontrate in aree cittadine; ciò è giustificato dal fatto che via della Vittoria è una via abbastanza scorrevole durante la giornata ad eccezione dei periodi di chiusura del passaggio a livello in alcune fasce orarie, in cui si formano file di veicoli.

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 con un lieve aumento delle concentrazioni tra le ore 06.00 e le 12.00 del mattino, un calo nelle ore centrali della giornata ed un accrescimento nelle ore serali. Questo trend rispecchia infatti sia flussi di traffico presenti sugli assi viari intercomunali di collegamento e, relativamente al giorno tipo prefestivo e festivo, è in parte giustificato dalla presenza del centro commerciale, sia possibili fermi del traffico per la chiusura del passaggio a livello in particolare nelle fasce orarie con passaggio di treni pendolari.

CO - Giorno Tipo



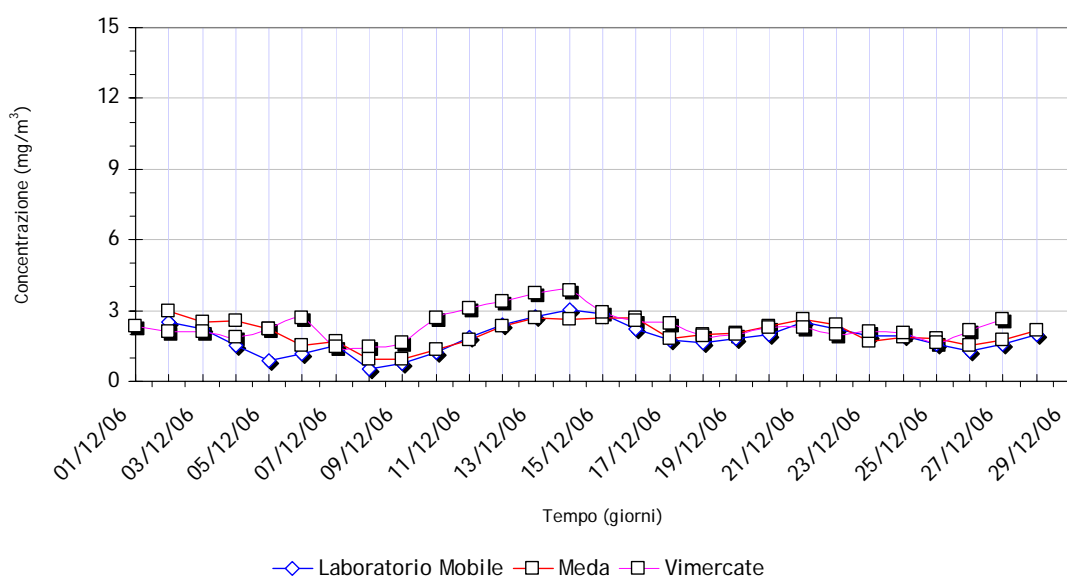
Il grafico delle medie giornaliere mostra come vi sia un aumento delle concentrazioni a partire dalla metà del mese, questo a causa del verificarsi di condizioni di scarsa ventosità nella seconda e terza decade del mese che hanno favorito un ristagno atmosferico, mantenendo la maggior parte degli inquinanti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



Anche per il CO è stato possibile verificare una buona correlazione con le centraline di Villasanta (R=0.68) e Vimercate (R=0.64).

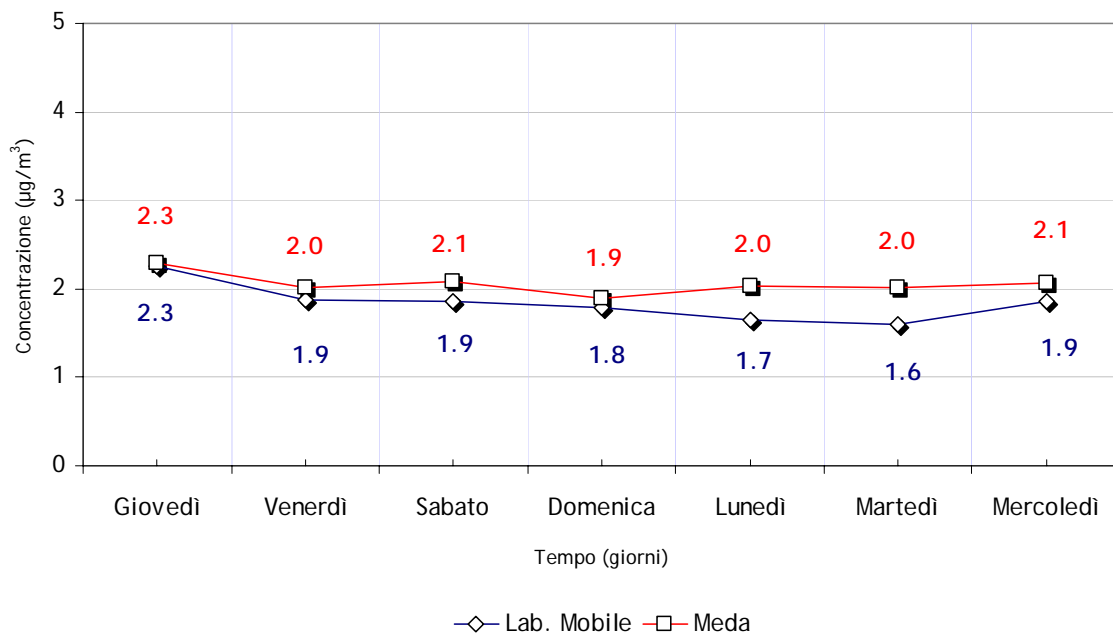
	Lab. Mobile	Monza	Villasanta	Vimercate	Meda
Lab. Mobile	1.00				
Monza	0.58	1.00			
Villasanta	0.28	0.40	1.00		
Vimercate	0.64	0.53	0.27	1.00	
Meda	0.68	0.51	0.28	0.63	1.00

CO - Medie Giornaliere

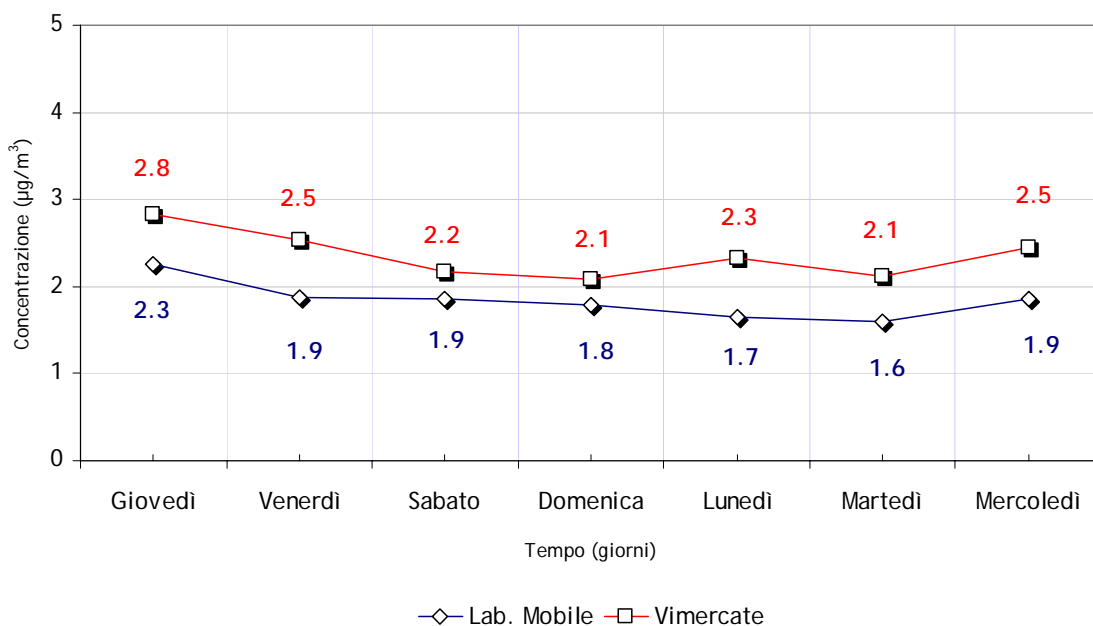


Anche in questo caso si evidenzia l'analogia degli andamenti settimanali tra la postazione di misura e la centralina di Vimercate e Villasanta, con un andamento pressoché costante tutta la settimana.

CO - Media Settimanale

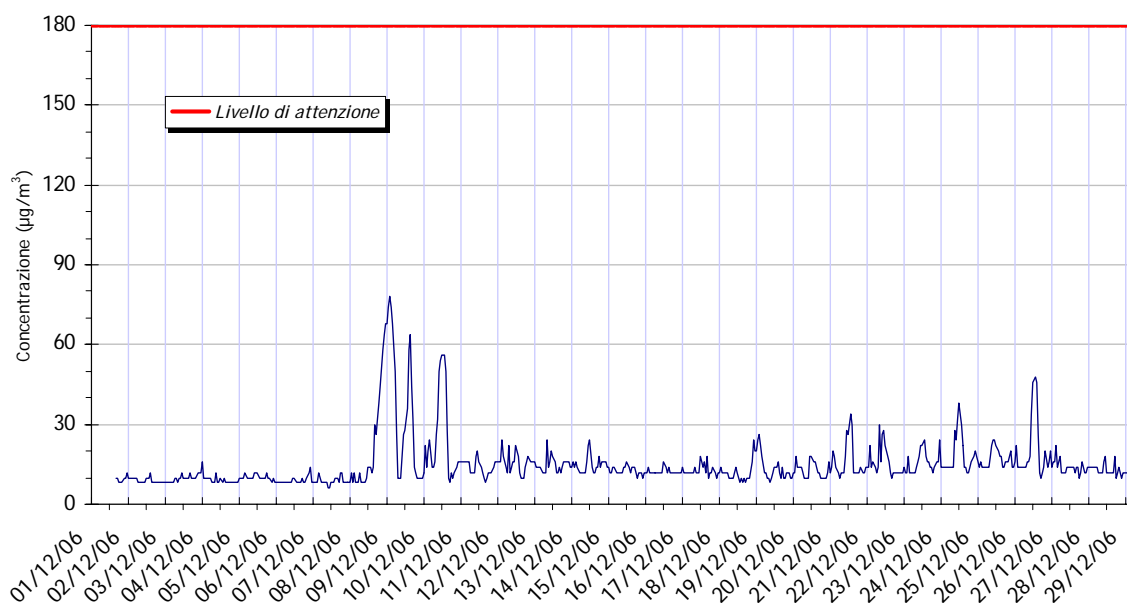
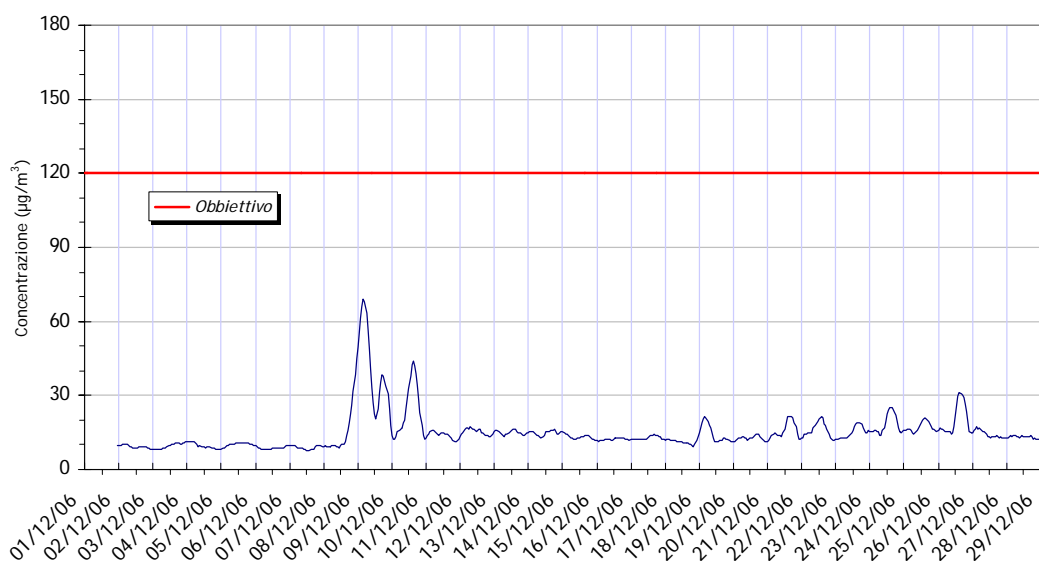


CO - Media Settimanale



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

La situazione meteorologica che ha caratterizzato il periodo di misura, non ha particolarmente favorito la formazione di questo inquinante, che **si è mantenuto per tutto il tempo di misura al disotto dei limiti** sia per quanto riguarda la soglia di protezione della salute umana, fissata a 120 µg/m³ per la media mobile di 8 ore, sia per quanto riguarda la soglia di attenzione, fissata per questo inquinante a 180 µg/m³ per la media oraria.

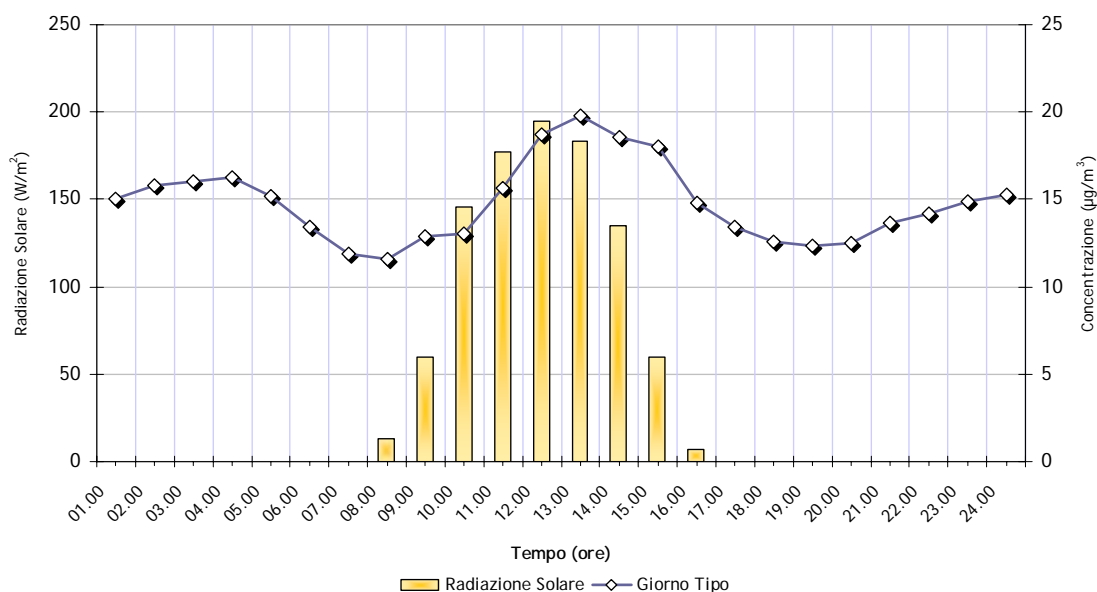
 O₃ - Medie Orarie

 O₃ - Medie di 8 Ore


Il valore medio del periodo, il valore massimo orario ed il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente pari a **15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , **69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** e **78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Giorno tipo e medie giornaliere

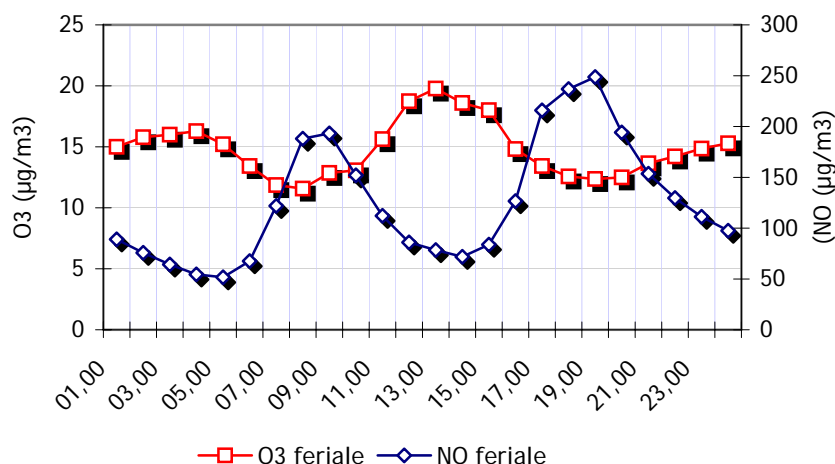
L'andamento di questo inquinante risulta differente da quello degli inquinanti primari, infatti l'ozono non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero dell'ozono è di tipo a campana con un massimo poco dopo il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

Giorno tipo - Confronto Radiazione Solare O_3



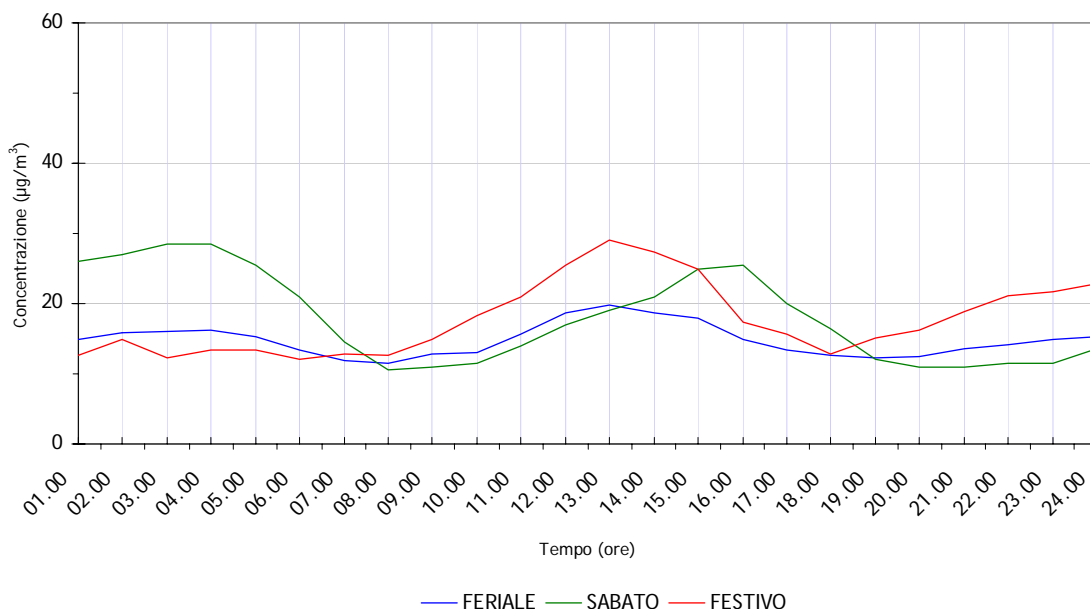
Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO questo perché l' NO tende a reagire con l' O_3 portando alla formazione di NO_2 .

Giorno tipo O_3 - NO



Tale comportamento è possibile verificarlo nel grafico qui sopra 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.

O3 - Giorno Tipo

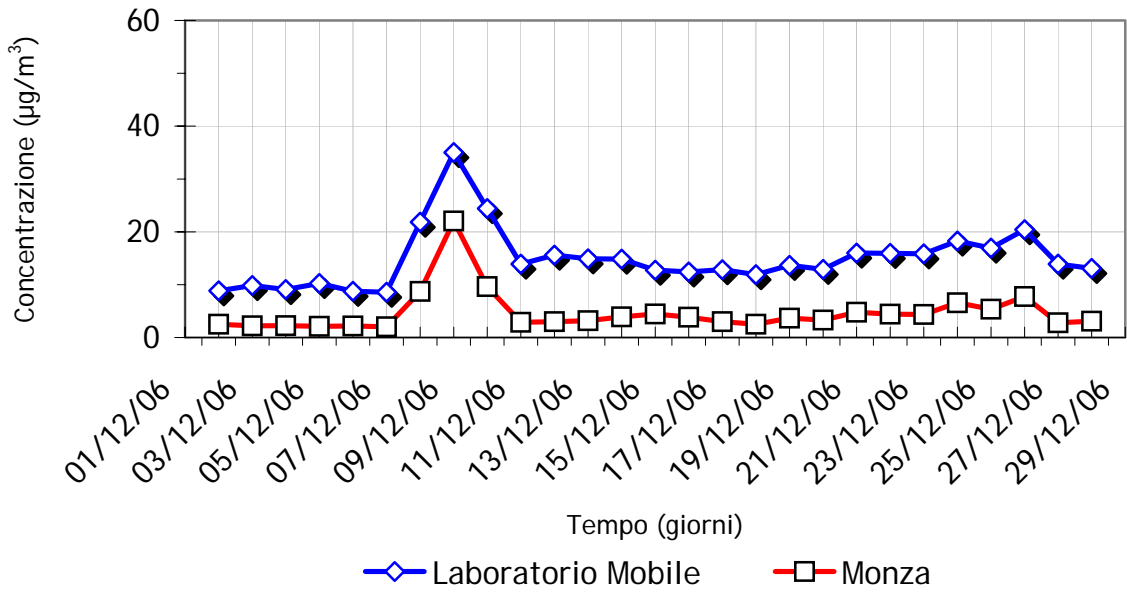


Non è stato possibile confrontare i valori di ozono misurati con laboratorio mobile con le centraline di Vimercate e Villasanta in quanto queste ultime non montano analizzatori per la misura di questo inquinante

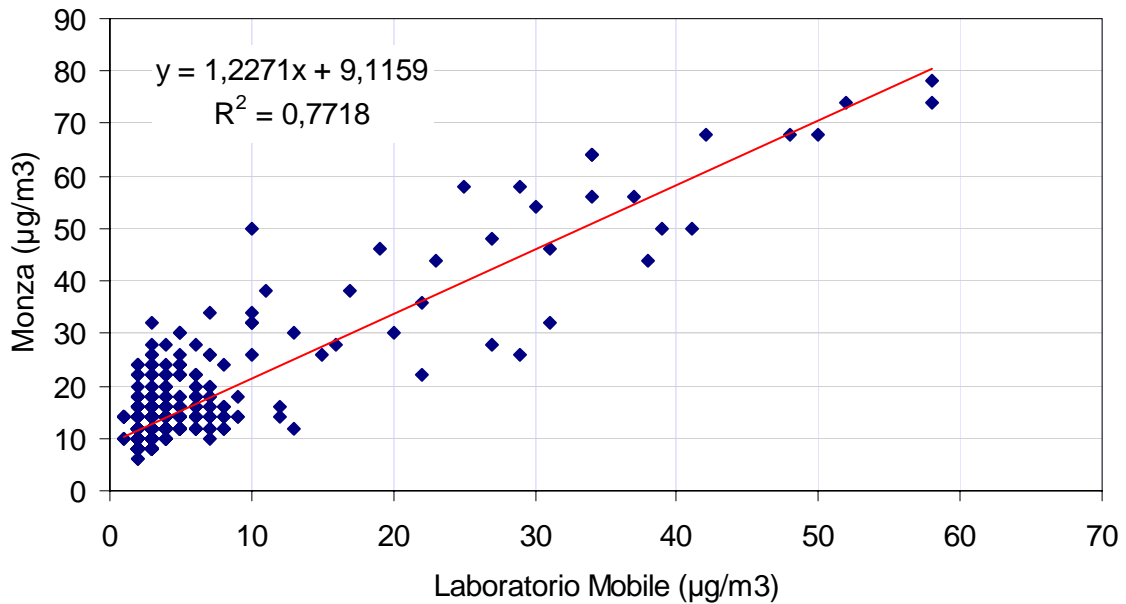
Le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalle centraline prese a riferimento, in accordo con la caratteristica di questo inquinante di essere di natura ubiquitaria; in particolare le migliori correlazioni si hanno con le vicine stazioni da fondo di Monza ($R = 0.9$) e Agrate ($R=0.8$), con valori molto simili ma costantemente superiori.

	Lab. Mobile	Milano Juvara	Monza	Meda	Agrate Brianza
Lab. Mobile	1,00				
Milano Juvara	0,78	1,00			
Monza	0,88	0,85	1,00		
Meda	0,61	0,59	0,66	1,00	
Agrate	0,84	0,80	0,94	0,66	1,00

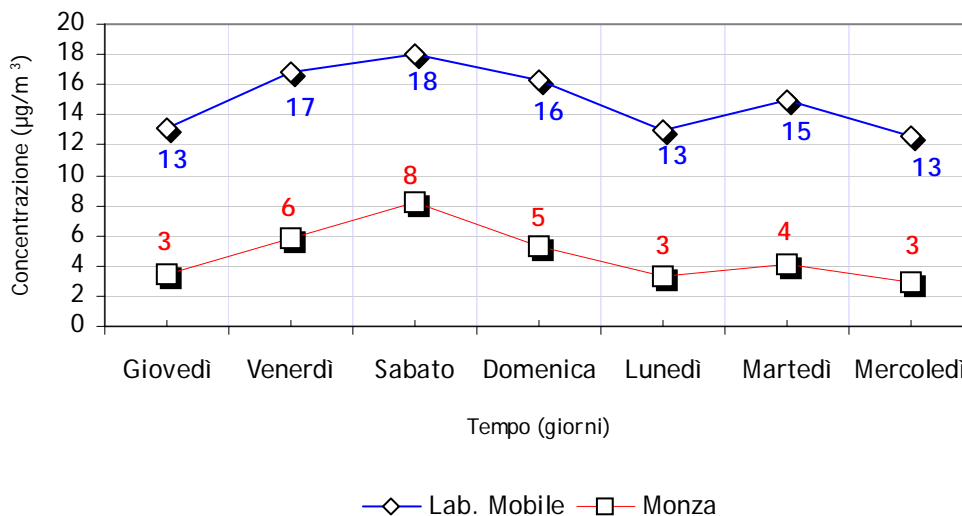
O₃ - Medie Giornaliere



Dispersione dei dati O₃

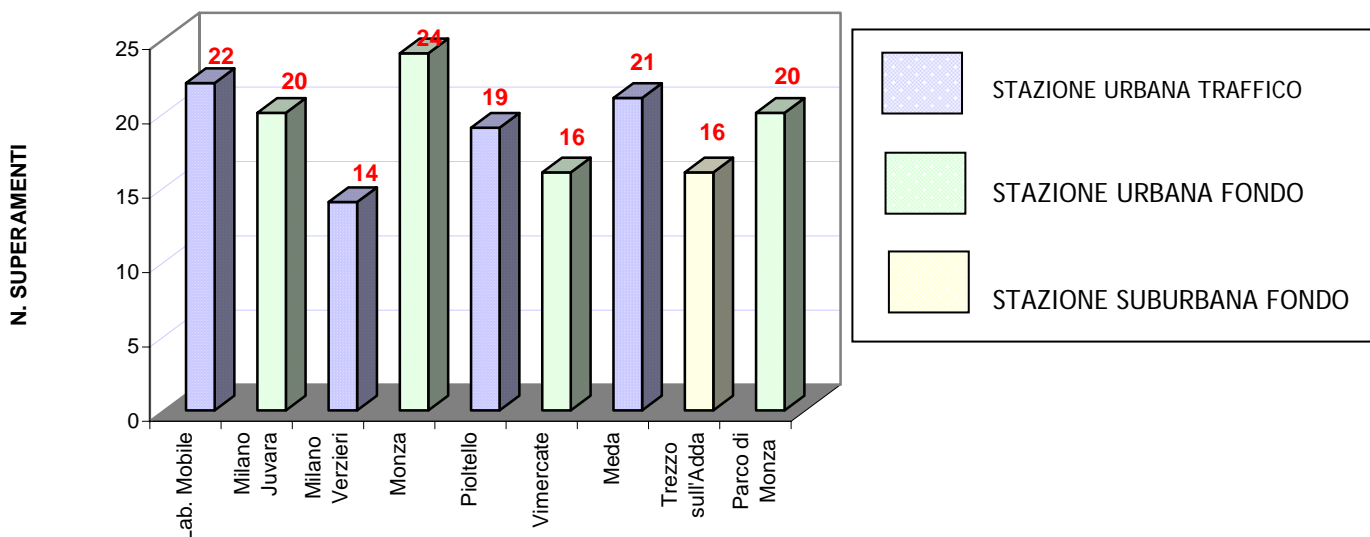


◆ Dispersione dei dati - O₃ — Lineare (Dispersione dei dati - O₃)

O₃ - Media Settimanale


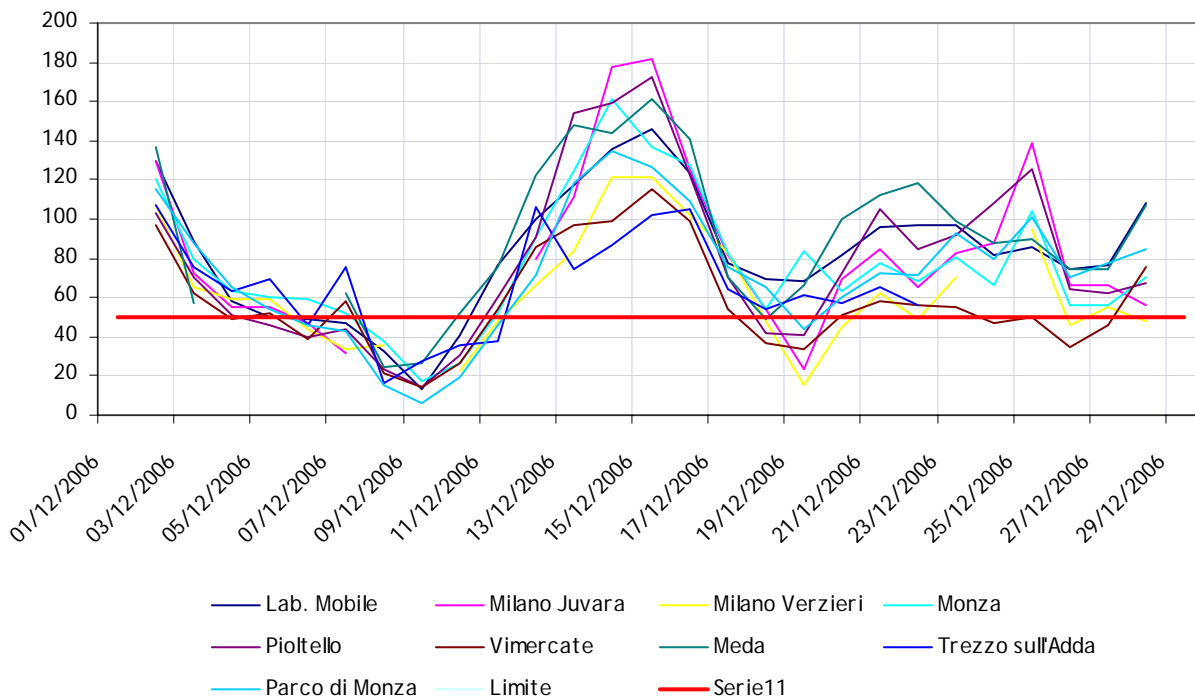
PM10

Le concentrazioni di **PM10** misurate a Villasanta in via della Vittoria presentano andamenti analoghi a quelli delle centraline della rete di rilevamento provinciale prese a riferimento. Durante tutto il periodo di misura sono stati osservati **22 superamenti (su 28 giorni di campagna) del livello di attenzione**, fissato per questo inquinante a 50 µg/m³, 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.

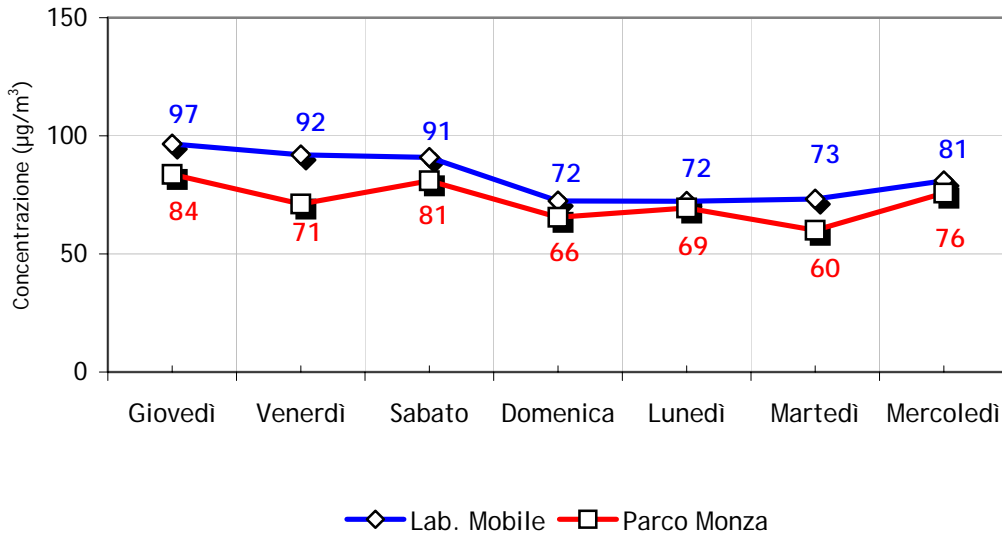
PM10



Per quanto riguarda le postazioni fisse prese a riferimento le concentrazioni misurate presentano un buon andamento temporale; in particolare la correlazione tra laboratorio mobile e le centraline di Milano Juvara e del Parco di Monza mostra una ottima correlazione ($R=0.9$).

	Lab. Mobile	Milano Juvara	Milano Verzieri	Monza	Pioltello	Vimercate	Meda	Trezzo sull'Adda	Parco di Monza
Lab. Mobile	1,00								
Milano Juvara	0,94	1,00							
Milano Verzieri	0,89	0,96	1,00						
Monza	0,90	0,90	0,87	1,00					
Pioltello	0,92	0,92	0,85	0,88	1,00				
Vimercate	0,89	0,89	0,88	0,87	0,89	1,00			
Meda	0,90	0,82	0,74	0,80	0,91	0,87	1,00		
Trezzo sull'Adda	0,68	0,65	0,70	0,68	0,56	0,85	0,63	1,00	
Parco di Monza	0,93	0,95	0,94	0,91	0,90	0,88	0,78	0,62	1,00

PM10 - Media Settimanale



Conclusioni

Il monitoraggio eseguito lungo via della Vittoria nel comune di Villasanta, nonostante il breve periodo di misura, rappresentativo però di una situazione invernale, ha consentito, sulla base dei dati raccolti, di qualificare il sito in esame come zona di traffico urbano relativamente alla qualità dell'aria.

In particolare è stato possibile osservare un'influenza sul territorio comunale della strada provinciale 47. Tale tesi è avvalorata dalle buone correlazioni con la centralina urbana da fondo di Vimercate, il cui territorio comunale presenta caratteristiche del tutto simili a quelle del comune di Villasanta.

In appoggio a quanto sopra detto vi è l'analogia degli andamenti settimanali degli inquinanti monitorati con laboratorio mobile con quelli della centralina di Vimercate e della vicina postazione di Villasanta. 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 migliori si hanno con le centraline della rete fissa poste in direzione S-SW, in accordo con la direzione del vento che ha interessato principalmente questi settori (0.2÷1).

Durante il periodo di misura **sono stati rilevati otto superamenti orari del limite di attenzione dell'NO₂**, fissato per questo inquinante a 200 µg/m³ **nei giorni 14, 15 e 21 dicembre**. Tali valori di picco nella presente campagna sono dovuti principalmente ad un fenomeno di stagnazione che ha causato, una difficoltà dispersiva in atmosfera. In particolare le giornate del 14, 15 e 21 dicembre sono state interessate da una situazione di calma di vento che ha fatto registrare per quei giorni il minimo del periodo, con una media giornaliera della velocità del vento di 0.1 m/s.

Per quanto riguarda il superamento dei limiti di legge degli altri inquinanti, lo studio ha evidenziato delle **criticità ambientali per quanto riguarda il PM10 per cui si sono verificati 22 episodi di superamento dei limiti su 28 giorni di misura**.

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 il PM10 per i quali sono stati registrati superamenti.

Si può concludere che il monitoraggio ha consentito una caratterizzazione della qualità dell'aria del comune di Villasanta 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.

Allegato

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Dec. 2001/752/CE		
Villasanta Via della Vittoria	PUB	URBANA	TRAFFICO		02.12 – 29.12.2007
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
Trezzo sull'Adda	PUB	SUBURBANA	FONDO	178	Centralina Fissa
Vimercate	PUB	URBANA	FONDO	206	Centralina Fissa
Villasanta	PUB	URBANA	TRAFFICO	182	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

- Atkinson, R., Carter, W. P. L., Plum, C. N., Winer, A. M., Pitts, J. N.** 1984. Kinetics of gas-phase reactions of NO₃ radicals with a series of aromatics at 296±2K, *Int. J. Chem. Kinetics*, 16, 886.
- Becker, K-H., Cox, A., LeBras, G., Lesclaux, R., Moortgat, K., Sidebottom, W., Zellner, R.** 1992. Reaction of OH radical. EUROTRAC, Annual Report, 9.
- Bierbaum, U. M., Filley, J., DePuy, C. H.** 1994. Kinetic Isotope Effect in Gas-Phase induced elimination reactions. *American Chemical Society*, 107, 2818.
- Cassoni F., Bocchi C. ARPA Emilia Romagna.** "Monitoraggio della mutagenicità del particolato atmosferico urbano: Rete Regionale dell'Emilia Romagna – Aggiornamento anno 2004.
- Cecinato, A., Ciccio, P., Brancaloni, E., Frattoni, M.** 1993. Ruolo dei VOC nella formazione di ozono. Atti della giornata di studio inquinamento chimico e fotochimico in aree della Lombardia, Saronno 14 ottobre 1993.
- CEN/TC 264/WG 14.** Air quality - Reference method for the measurement of Pb/Cd/As/Ni in ambient air for the implementation of EC air quality directives. (Working document no. 609, 12.11.2002).
- CISE** 1996. Disaggregazione spaziale, temporale e dei composti organici volatili del censimento delle emissioni CORINAIR 1990. Applicazione alla Regione Lombardia.
- Chow JC.** Measurement methods to determine compliance with ambient air quality standards for suspended particles. *J Air Waste Manage Assoc* 1995;45:320-82.
- D. lgs. Minambiente e Minsalute n. 25 novembre 1994.**
- DM n° 60 del 2/4/2002** "Recepimento della Direttiva 99/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della Direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene e il monossido di carbonio.
- Elias, G., Siniscalco, F.** 1972. L'inquinamento dell'aria: sorgenti, effetti e difese. Peg. **ENEA** 1995. CORINAIR project; air pollution emission inventory in Italy for the year 1990. Final report. ENEA, Dip. Ambiente, Roma.
- Fan, Z., Chen D., Birla, P., Kamens, R. M.** 1995. Modeling of nitro-polycyclic aromatic hydrocarbon formation and decay in the atmosphere. *Atm. Env.*, 29, 1171-1181.
- Gaudioso, et al.**, 1991. Le emissioni di composti organici volatili in Italia. *IA Ingegneria Ambientale*, vol. XX, n. 5, 244-251.
- Gualdi R., Lanzani G. e Cazzuli O. (2003)** – "Razionalizzazione del monitoraggio della qualità dell'aria". ARPA Lombardia.
- Harrison, R. M., Smith, D. J. T., Luhana, L.** 1996. Source apportionment of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons collected from an urban location in Birmingham, UK. *Env. Sci. Tec.*, 30, 825-832.
- Marconi A, Menichini E, Ziemacki G, Cattani G, Stacchini G.** Misure di materiale particolato PM10 e PM2,5 nell'atmosfera di Roma. *Ann Ist Super Sanità* 2000;36(3):285-9.

Meylan, W. M., Howard, P. H. 1993. Computer estimation of the atmospheric gas-phase reaction rate of organic compounds with hydroxyl radicals and ozone. *Chemosphere*, 26, n. 12, 2293.

Mitchell, D. N., Wayne, R. P., Allen, P. J., Harrison, R. P., Twin, R. J. 1980. Kinetics and photochemistry of NO₃. *J.C.S. Faraday II*, 785.

Norma ISO 9359 (edizione 1989) "Air qualità. Stratified sampling method for assessment of ambient air qualità".

Norma UNI EN ISO 9001 (2000) "Sistemi di gestione della qualità - Requisiti".

Norma UNI EN ISO 14001 (1996) "Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso".

Penning, T. M., Ohnishi, S. T., Harvey R. G. 1996; Generation of reactive oxygen species during the enzymatic oxidation of PAH trans-dihydrodiols catalyzed by dihydrodiol dehydrogenase. *Chem. Res.*

Progetto SINA – Area di Epidemiologia Ambientale ARPA Emilia Romagna. "Analisi statistiche a supporto del monitoraggio della qualità dell'aria in Emilia Romagna".

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