



**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**  
**Comune di Monza**  
**Viale Libertà angolo via Tosi**

**23/03/2007 – 20/04/2007**



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

## Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

Comune di Monza

Viale Libertà angolo via Tosi

MONZA,

Rif.            /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**

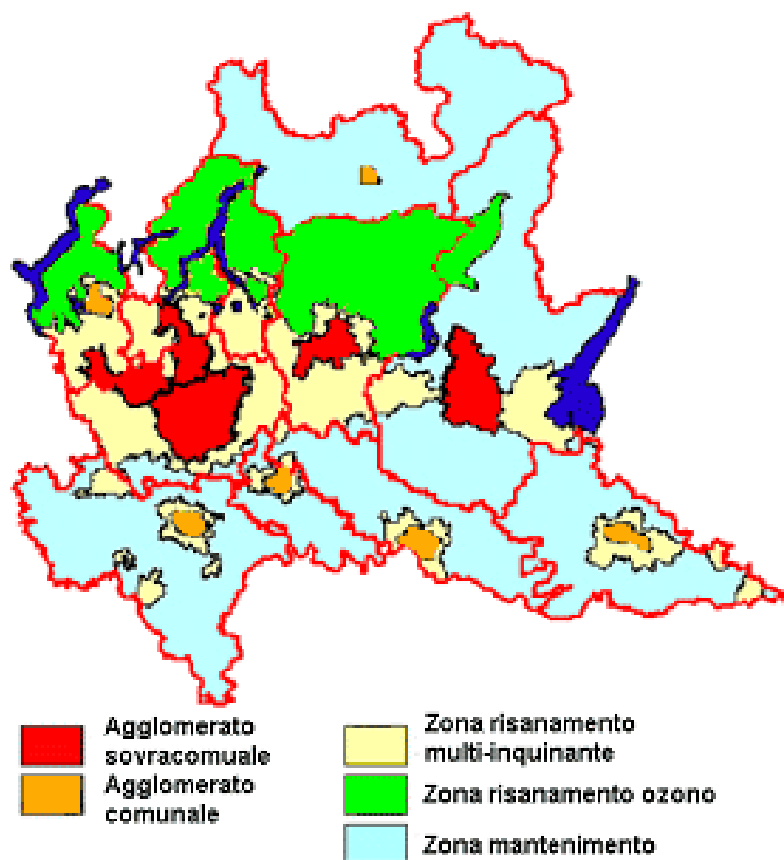
dott. geol. Madela Torretta

## 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 viale Libertà angolo via Tosi, 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<sub>x</sub>);
- Monossido di carbonio (CO);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- 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<sub>x</sub> e O<sub>3</sub> è posta a tra 1.5 e 4 m di quota;
- i sensori meteorologici sono posizionati all'altezza di circa 8 m dal suolo.

In una parte del periodo (dal 23.03 al 31.03) durante il quale è stata condotta la campagna di controllo della qualità dell'aria, 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 lunedì al venerdì (escluse eventuali giornate festive infrasettimanali) dalle ore 8.00 alle ore 12.00 e dalle ore 16.00 alle ore 20.00, è stato attuato il blocco delle auto non catalizzate nella Zona Critica Unica di Milano - Como - Sempione.

## 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 (+30)	1 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+6)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di allarme	400	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02

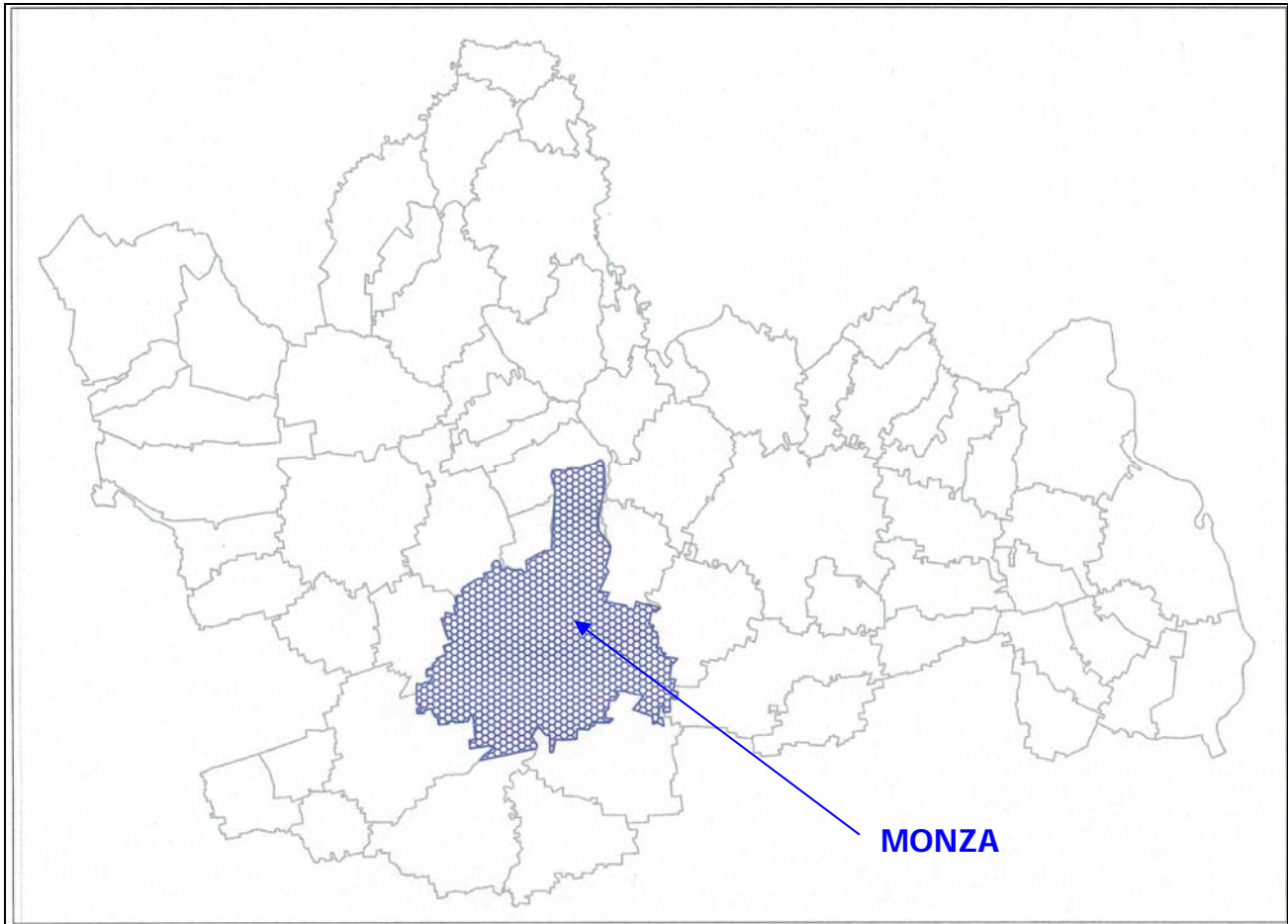
Ossidi di Azoto	Valore Limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione vegetazione	30	Anno civile	D.M. 2/4/02

Monossido di Carbonio	Valore Limite ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	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

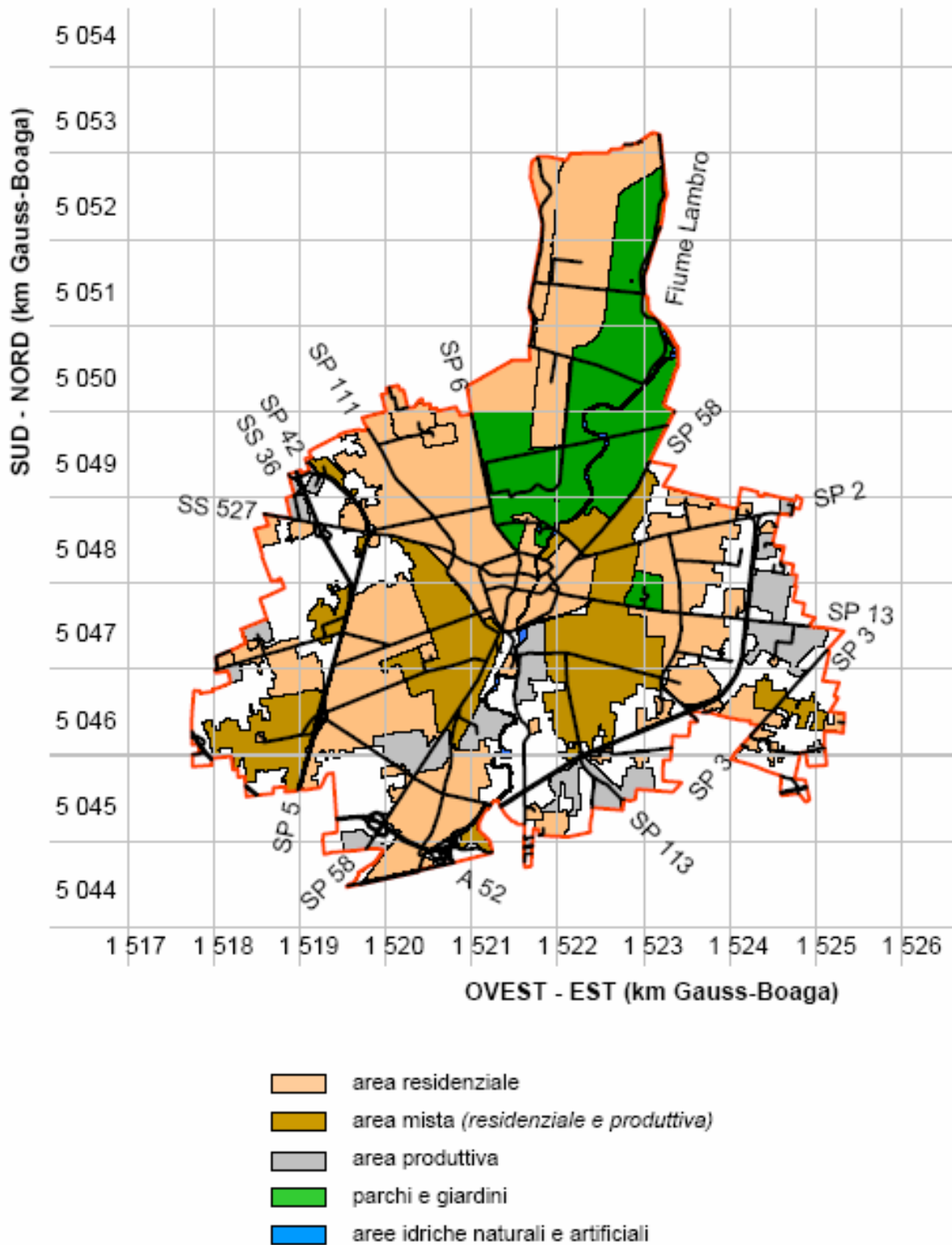
Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50		24 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40		Anno civile	D.M. 2/4/02

## Sito di Misura



<b>Periodo di misura</b>	23 marzo – 20 aprile 2007
<b>Sito di misura:</b>	Viale Libertà angolo via Tosi
<b>Assi stradali provinciali:</b>	S.S. 36 Valassina Monza – Lecco S.P. 5 (Viale Lombardia) Monza – Milano S.P. 2 (Viale Libertà) Monza - Trezzo S.P. 6 V.le Brianza
<b>Assi stradali comunali</b>	Via Marconi – Viale Fermi – Viale delle Industrie – Viale Stucchi Via Borgazzi Via Lecco Via Amati – Viale Sicilia
<b>Autostrade e tangenziali:</b>	A4 – Milano-Venezia Tangenziale Nord

### Mappa dei principali assi viari cittadini



## II Territorio Comunale di Monza

Monza è un centro abitato che conta circa **117.068** abitanti distribuiti su una superficie di circa **33 Km<sup>2</sup>** e dista circa 15 Km dal capoluogo in direzione Nord Est.

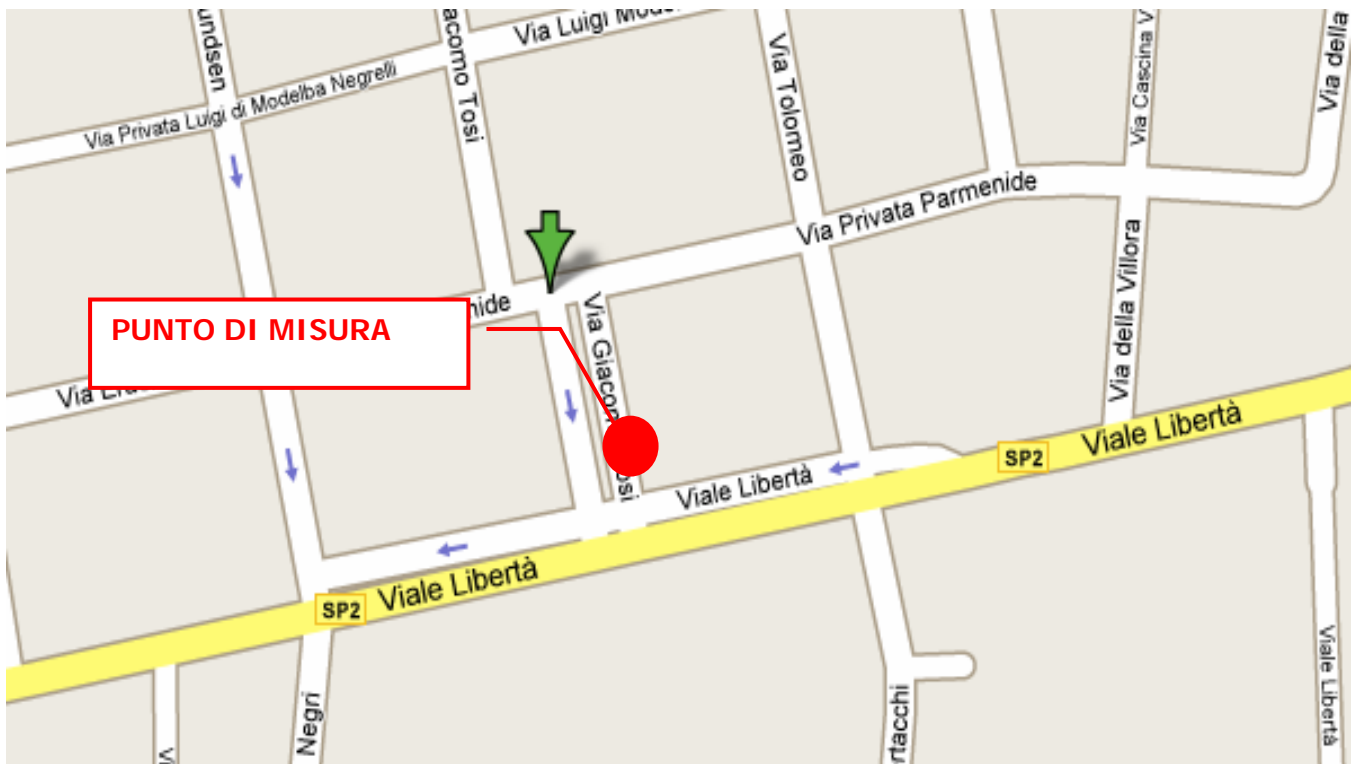
Monza confina a sud con Brugherio, Cinisello Balsamo e Sesto S.G., a est con Concorezzo e Villasanta a nord con Biassono, Veduggio, Lissone e ad ovest con Muggiò.

### Caratterizzazione del sito di misura

Lo scenario analizzato è illustrato in figura 1.

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura dell'inquinamento atmosferico condotta in periodo primaverile con Laboratorio mobile tra **il 22 marzo ed il 20 aprile 2007**, nel comune di Monza lungo viale Libertà angolo via Tosi.

Scopo della campagna di misura è la raccolta di una base di dati atta a caratterizzare la qualità dell'aria lungo tale tratto viario.



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

La postazione di misura si trova a ridosso di viale Libertà, uno dei principali tratti viari cittadini posto lungo la direttrice Nord - Est che, confluenndo nella SP2, permette il collegamento della città di Monza con i comuni a Est della regione.

Il punto di misura insiste su un tratto viario a due corsie (una per senso di marcia) interessato da volumi di traffico di tipo locale e di attraversamento, sia leggero che pesante.

A circa 200 m dalla postazione di misura lungo viale Libertà è presente un semaforo che, a causa del numeroso passaggio di autovetture, in particolare nella fascia mattutina e serale, genera traffico congestionato.

## Principali sorgenti emmissive

Per la stima delle principali sorgenti emmissive all'interno del territorio comunale di Monza 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 emmissive: 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<sub>x</sub>)
- 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 Monza.

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.

Dall'analisi degli allegati emerge che le principali fonti di inquinamento nel comune di Monza 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<sub>x</sub> e CO risultano significativi in tutto il territorio comunale, incidendo rispettivamente per il, 65% 63% 66% e 82%del totale.

La combustione non industriale incide in modo preponderante sulla qualità dell'aria, contribuendo con il 19% all'emissione in atmosfera di PM10, il 21% a quella di PM2.5 ed il 14% di CO; quanto riguarda le emissioni di NO<sub>x</sub> queste influiscono con il 17%.

Combustione non industriale								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
GPL	0.00	1.67	0.07	0.33	0.01	0.01	0.01	2.15
metano	2.04	204.18	20.42	102.09	0.82	0.82	0.82	280.92
gasolio	39.75	19.88	1.19	7.95	1.99	1.99	1.99	26.36
kerosene	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05
olio combust	2.17	2.17	0.15	0.23	0.48	0.58	0.39	2.82
legna e similari	0.95	5.39	84.78	401.16	17.02	17.76	16.39	135.82
<b>TOTALE</b>	<b>44.93</b>	<b>233.33</b>	<b>106.61</b>	<b>511.81</b>	<b>20.32</b>	<b>21.15</b>	<b>19.59</b>	<b>448.12</b>

Trasporto su strada								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
GPL	0.00	14.37	11.54	48.68	0.00	0.00	0.00	34.44
diesel	20.51	730.50	57.54	211.71	37.65	38.61	37.65	972.11
metano	0.00	0.81	0.59	3.68	0.00	0.00	0.00	1.98
senza comb.	0.00	0.00	0.00	0.00	22.72	34.22	12.25	0.00
benzina verde	6.75	164.91	836.34	2836.09	10.15	10.15	10.15	1349.96
<b>TOTALE</b>	<b>27.25</b>	<b>910.59</b>	<b>906.01</b>	<b>3100.17</b>	<b>70.53</b>	<b>82.98</b>	<b>60.06</b>	<b>2358.50</b>

Combustione nell'industria								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
metano	0.03	109.88	2.78	21.98	0.34	0.38	0.30	139.30
gasolio	4.02	33.60	2.26	8.99	3.58	3.77	3.40	44.25
senza comb.	0.00	1.94	6.46	2.45	0.00	0.00	0.00	9.09
olio combust	0.17	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.04
legna e similari	0.09	0.68	5.13	64.10	0.90	1.28	0.71	13.02
<b>TOTALE</b>	<b>4.31</b>	<b>146.13</b>	<b>16.63</b>	<b>97.53</b>	<b>4.82</b>	<b>5.44</b>	<b>4.42</b>	<b>205.68</b>

Processi produttivi								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.00	253.60	0.00	0.00	0.00	0.00	253.60
<b>TOTALE</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>253.60</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>253.60</b>

Estraz. e distribuz. combustibili								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.00	133.13	0.00	0.00	0.00	0.00	150.45
<b>TOTALE</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>133.13</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>150.45</b>

Uso di solventi								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.00	1572.11	0.00	2.83	3.33	1.00	1572.11
<b>TOTALE</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1572.11</b>	<b>0.00</b>	<b>2.83</b>	<b>3.33</b>	<b>1.00</b>	<b>1572.11</b>

Agricoltura								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
senza comb.	0.00	0.28	0.04	0.00	0.52	0.84	0.24	1.17
<b>TOTALE</b>	<b>0.00</b>	<b>0.28</b>	<b>0.04</b>	<b>0.00</b>	<b>0.52</b>	<b>0.84</b>	<b>0.24</b>	<b>1.17</b>

Altre sorgenti mobili								
COMBUSTIBILE	'SO2'	'NOx'	'COV'	'CO'	'PM10'	'PTS'	'PM2.5'	'PREC_OZ'
diesel	1.14	77.73	11.43	33.05	9.93	10.89	9.44	109.91
benzina verde	0.00	0.02	7.32	14.38	0.00	0.00	0.00	8.93
<b>TOTALE</b>	<b>1.14</b>	<b>77.75</b>	<b>18.76</b>	<b>47.43</b>	<b>9.93</b>	<b>10.89</b>	<b>9.44</b>	<b>118.83</b>

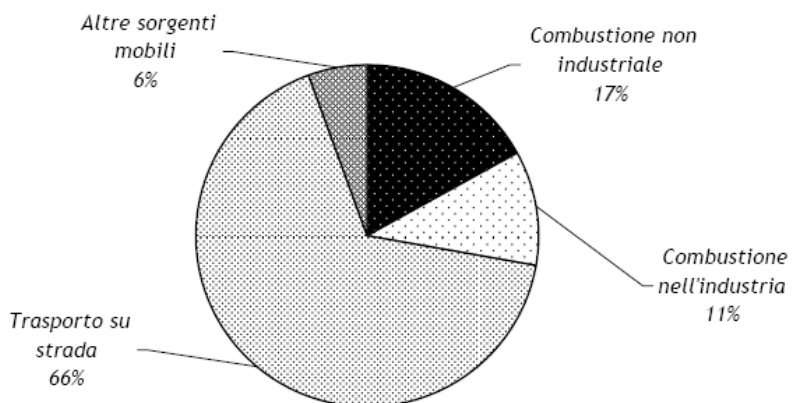
COMUNE DI MONZA

' 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	44.93	233.33	106.61	511.81	20.32	19.59	448.12
Combustione nell'industria	4.31	146.13	16.63	97.53	4.82	4.42	205.68
Processi produttivi	0.00	0.00	253.60	0.00	0.00	0.00	253.60
Trasporto su strada	27.25	910.59	906.01	3100.17	70.53	60.06	2358.50
Uso di solventi	0.00	0.00	1572.11	0.00	2.83	1.00	1572.11
Altre sorgenti mobili	1.14	77.75	18.76	47.43	9.93	9.44	118.83
<b>TOTALE</b>	<b>77.64</b>	<b>1367.80</b>	<b>2873.72</b>	<b>3756.94</b>	<b>108.43</b>	<b>94.50</b>	<b>4956.85</b>

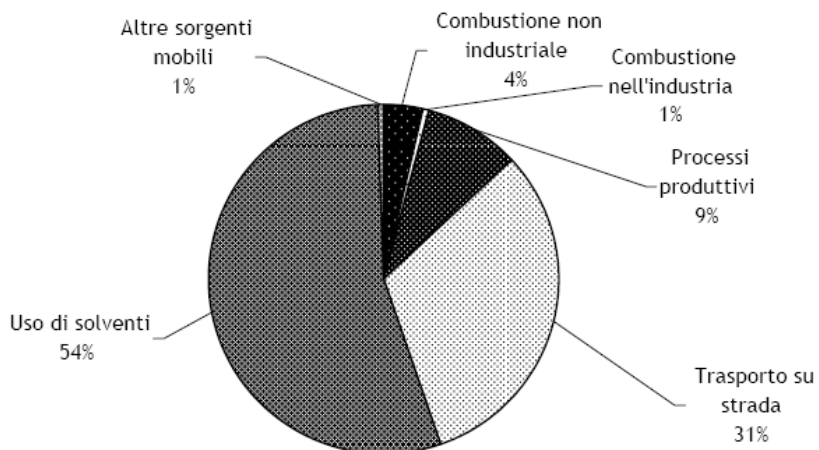
PROVINCIA DI MILANO

' 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
<b>TOTALE</b>	<b>5155.10</b>	<b>42068.27</b>	<b>96221.06</b>	<b>148834.70</b>	<b>4173.86</b>	<b>3519.29</b>	<b>163954.08</b>

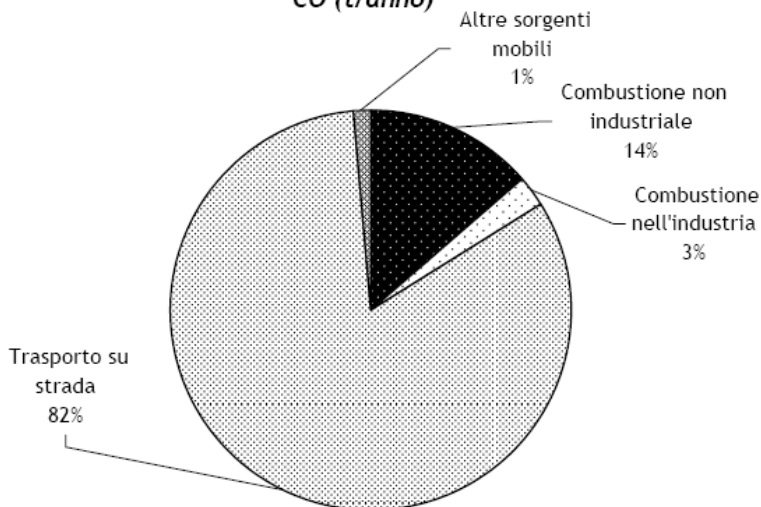
**NO<sub>x</sub> (t/anno)**

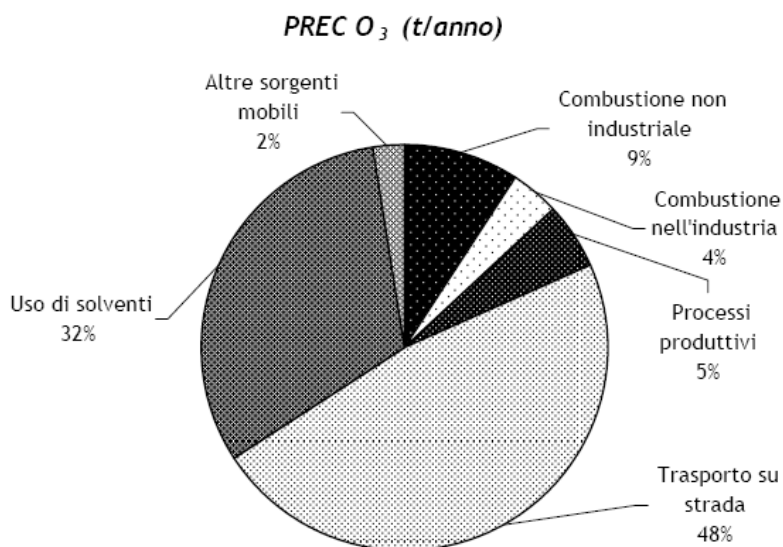
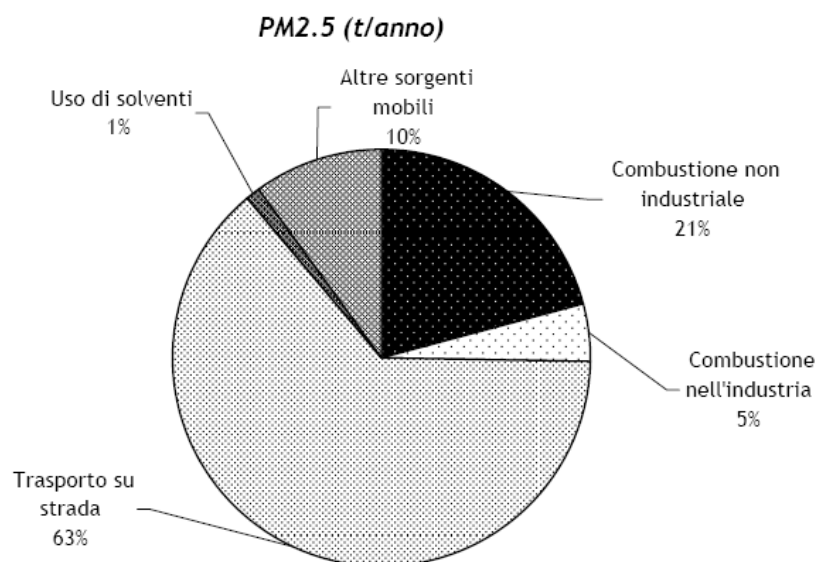
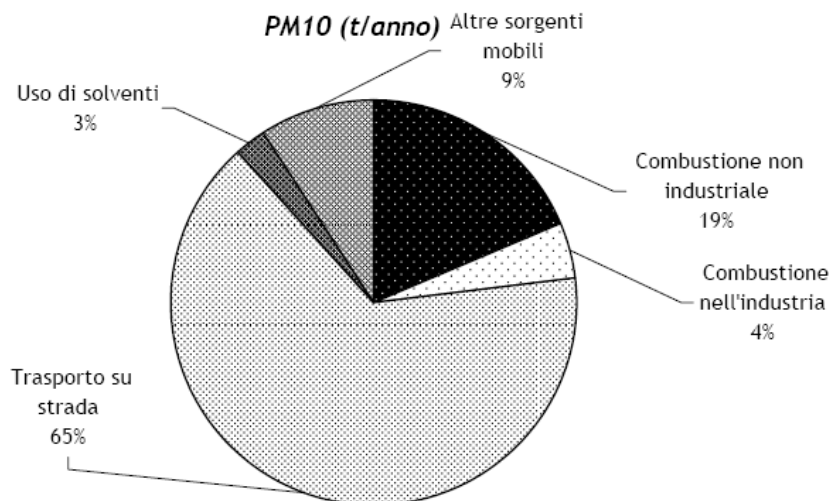


**COV (t/anno)**



**CO (t/anno)**





## 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.

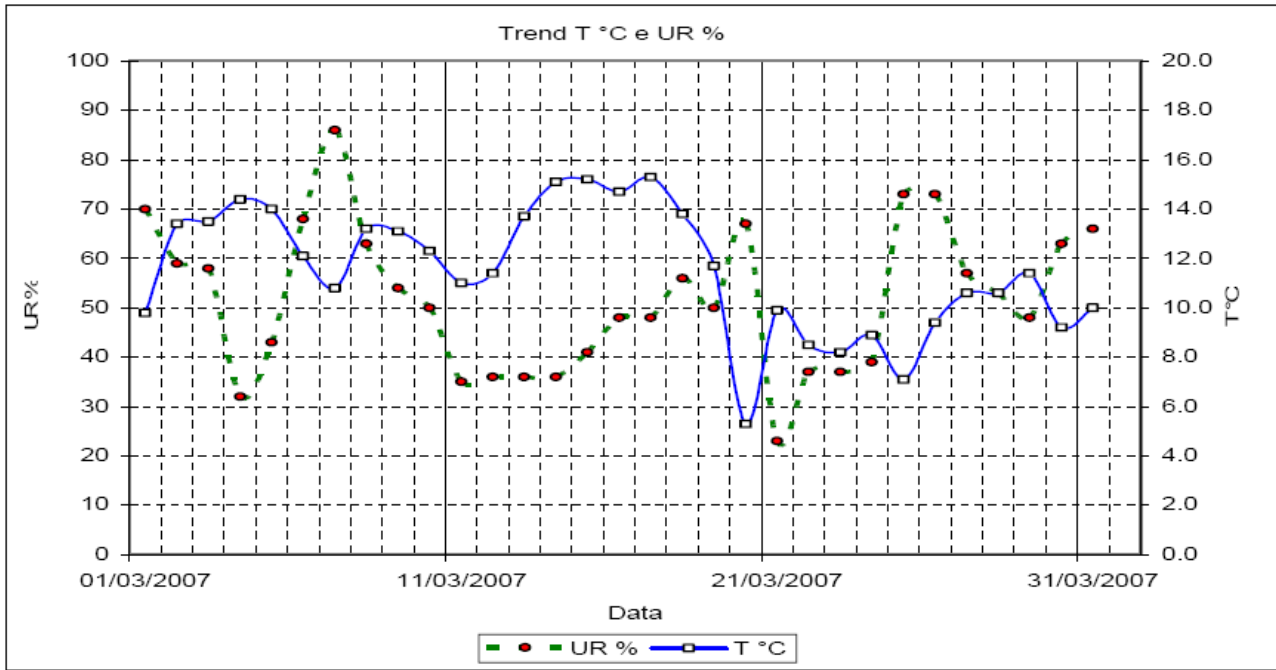
### Situazione meteorologica nel periodo di misura

La campagna di monitoraggio nel comune di Monza ha interessato l'ultima decade del mese di Marzo e la prima e la seconda decade del mese di Aprile

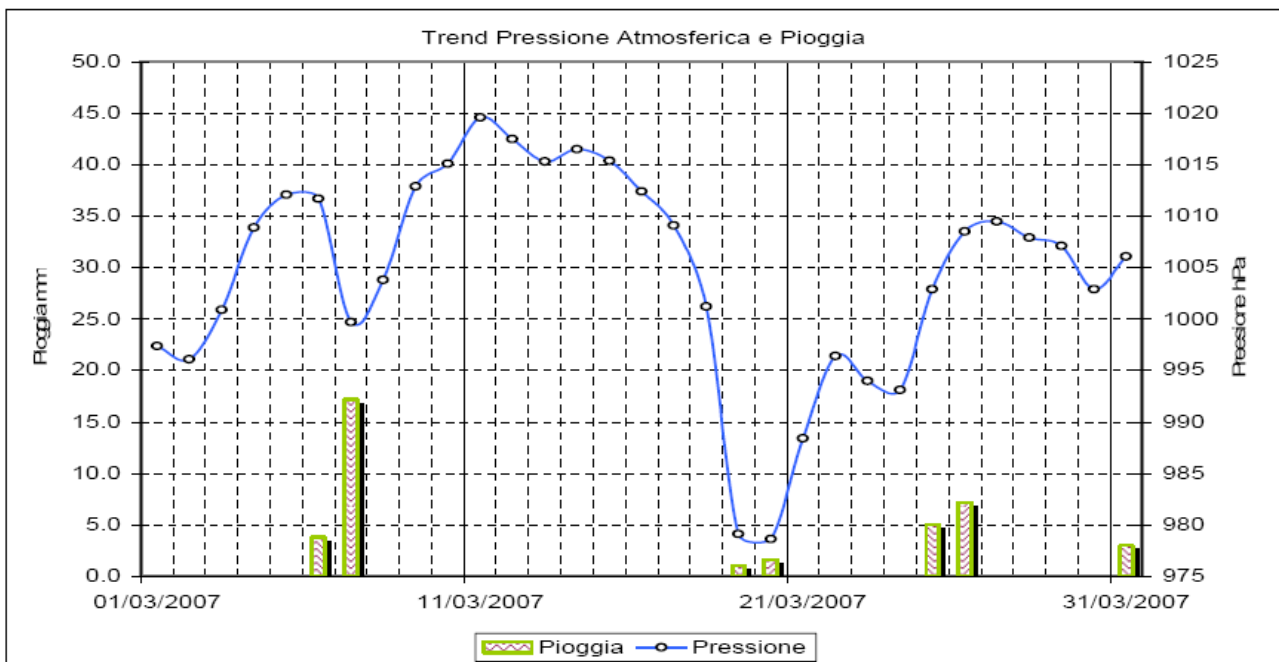
Si riportano di seguito i dati salienti della situazione meteorologica nella provincia di Milano relativa al periodo di misura.

L'inizio della terza decade del mese di **Marzo** è stato caratterizzato da un'invasione di aria artica, che ha fatto bruscamente abbassare le temperature, che hanno raggiunto valori al di sotto dello zero in aperta campagna. Nel complesso la temperatura media mensile di 11.5 °C è stata di 1.7 °C superiore al valore di 9.8 °C della media degli ultimi 50 anni.

L'umidità relativa, a causa del prevalere di masse d'aria continentali relativamente asciutte, con il valore del 52%, è stata inferiore alla media del 63%.



Le precipitazioni, con il valore di 39 mm, sono risultate circa la metà del valore di 68 mm della media degli ultimi 50 anni. Durante l'ultima decade del mese sono stati registrati 3 eventi piovosi il giorno 25, 26 e 31 marzo, di cui solo l'evento del 26 ha fatto registrare valori superiori, anche se di poco, a 5 mm caduti.



Dal punto di vista barico il mese è stato caratterizzato da una serie di ampie variazioni della pressione, con una variazione negativa, veramente eccezionale, di oltre 20 hPa nell'arco delle 24 ore, tra il giorno 18 ed il giorno 19, mentre i fenomeni di tempo perturbato e le fasi di bel tempo sono stati la conseguenza di un andamento barico con alternanza di saccature e di promontori che hanno favorito alternativamente la dispersione o l'accumulo degli inquinanti.

Per quanto riguarda l'attività anemologica, la velocità media mensile del vento a Juvara è stata di 1.6 m/s, e quindi di poco inferiore alla media di 1.7 m/s degli ultimi 20 anni.

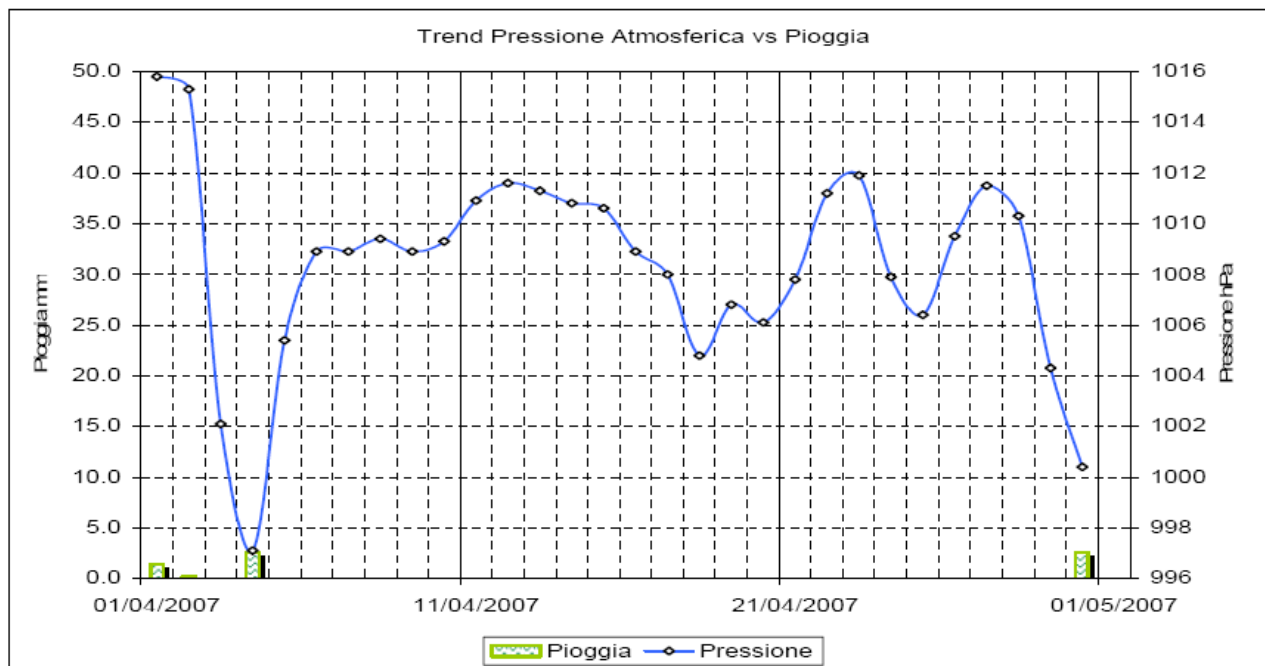
La radiazione solare ha fatto registrare un valore di 139 W/m<sup>2</sup>, decisamente allineato al valore di 141 W/m<sup>2</sup> della media degli ultimi 25 anni.

Il mese di **Aprile** di quest'anno è stato caratterizzato da una scarsità di precipitazioni e da temperature decisamente estive.

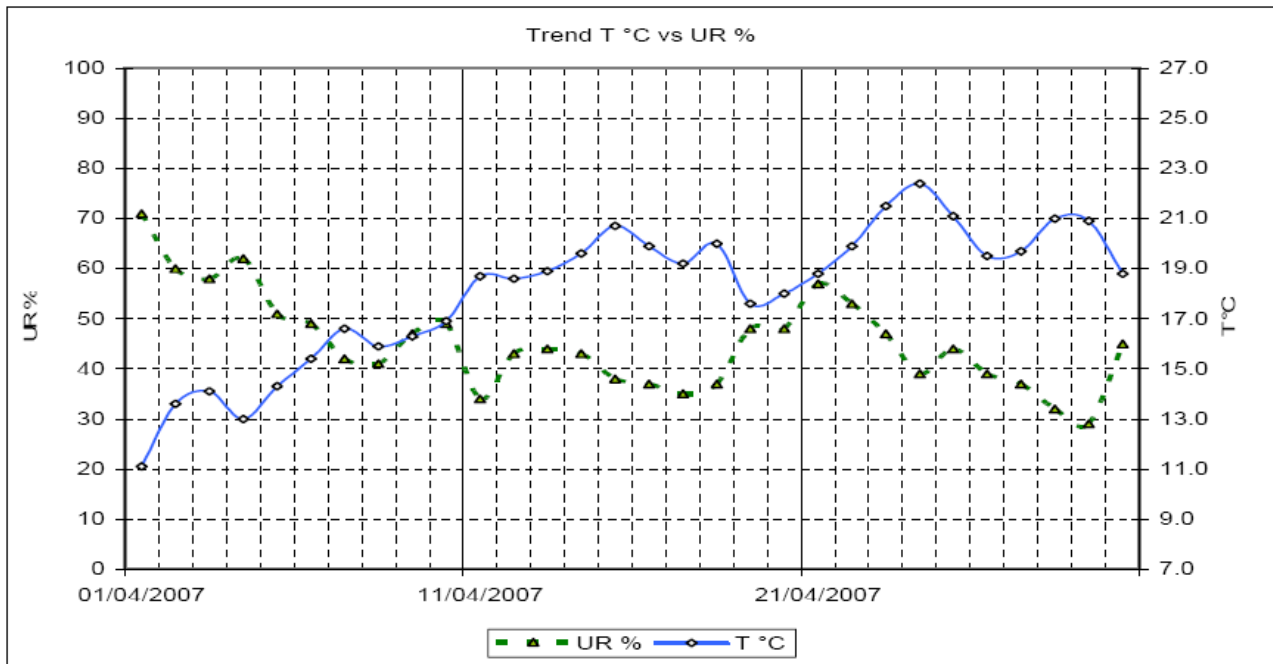
Infatti, dopo un inizio ancora fresco, con alternanza di giornate serene e di giornate con precipitazioni, per lo più deboli, dal giorno 5 l'influenza di un'area anticiclonica, a matrice africana, ha favorito una sequenza di giornate assolate, con temperatura in costante salita in particolare nella prima e seconda decade del mese.

In conseguenza di questa situazione anomala la temperatura media di 18.1 °C è risultata superiore di ben 4.7 °C a quella degli archivi storici (13.4 °C dal 1956 ad oggi).

Il mese è stato caratterizzato da una situazione anemologica poco vivace con una massima oraria che non ha mai superato i 4.1 m/s ed una media mensile pari a 1.7 m/s, conforme alla media di 1.7 m/s rilevata negli ultimi 20 anni. Vi sono state giornate con vento moderato, sia in seguito all'afflusso di aria continentale da est sia in seguito a deboli episodi di foehn ma prevalentemente a causa dell'insorgere di brezze di origine termica nelle ore più calde del pomeriggio.



Le precipitazioni sono state quasi totalmente assenti per 25 giorni consecutivi e, con soli 7 mm, rispetto ad una media di 90 mm, questo mese è risultato tra i più aridi degli ultimi 50 anni, preceduto solo dai 2 mm dell'aprile del 1980.



L'umidità relativa a causa della prevalenza di periodi caldi e asciutti, e della scarsità di precipitazioni, con il 45% è risultata decisamente inferiore al valore normale del 66%.

Poiché le giornate soleggiate sono state molte, mentre sono state scarse le giornate con cielo coperto, l'insolazione è stata di 221 W/m<sup>2</sup>, e quindi superiore alla media di 179 W/m<sup>2</sup> degli ultimi 27 anni.

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

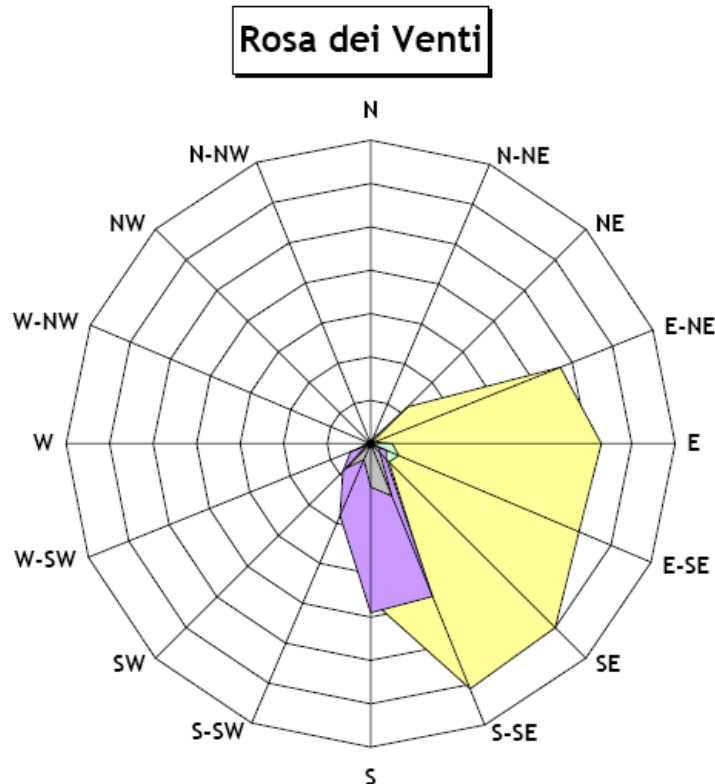
I livelli di concentrazione degli inquinanti osservati, sono stati valutati anche alla luce delle condizioni meteorologiche registrate nel periodo del monitoraggio dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile.

L'andamento anemologico registrato dalla stazione meteo del Laboratorio Mobile, mostra come i settori maggiormente interessati siano stati quelli a Est, in prevalenza in direzione E-SE (52% dei casi).

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 0.9 m/s.

In particolare i casi di calma di vento ( $0.2 < VV < 1.5$ ) sono stati registrati per più del 66% del periodo mentre i casi di brezza leggera ( $1.5 < VV < 3.3$ ) sono stati registrati il 24% del periodo.

Gli episodi anemologici più intensi sono stati registrati in due occasioni venerdì 30 marzo e martedì 03 aprile, facendo registrare una media giornaliera di 1.2 m/s in entrambe le giornate ed una massima oraria di 3.0 m/s e 3.1 (S) m/s (SE).



	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	1	0	0	0	0
NE	12	0	0	0	0
E-NE	47	1	0	0	0
E	53	5	0	0	0
E-SE	52	7	4	2	0
SE	60	6	5	3	1
S-SE	61	36	38	13	0
S	36	35	39	10	1
S-SW	14	10	18	4	0
SW	2	2	9	8	0
W-SW	3	1	5	1	0
W	1	0	0	0	0
W-NW	0	0	0	0	0
NW	0	0	0	0	0
N-NW	0	0	0	0	0

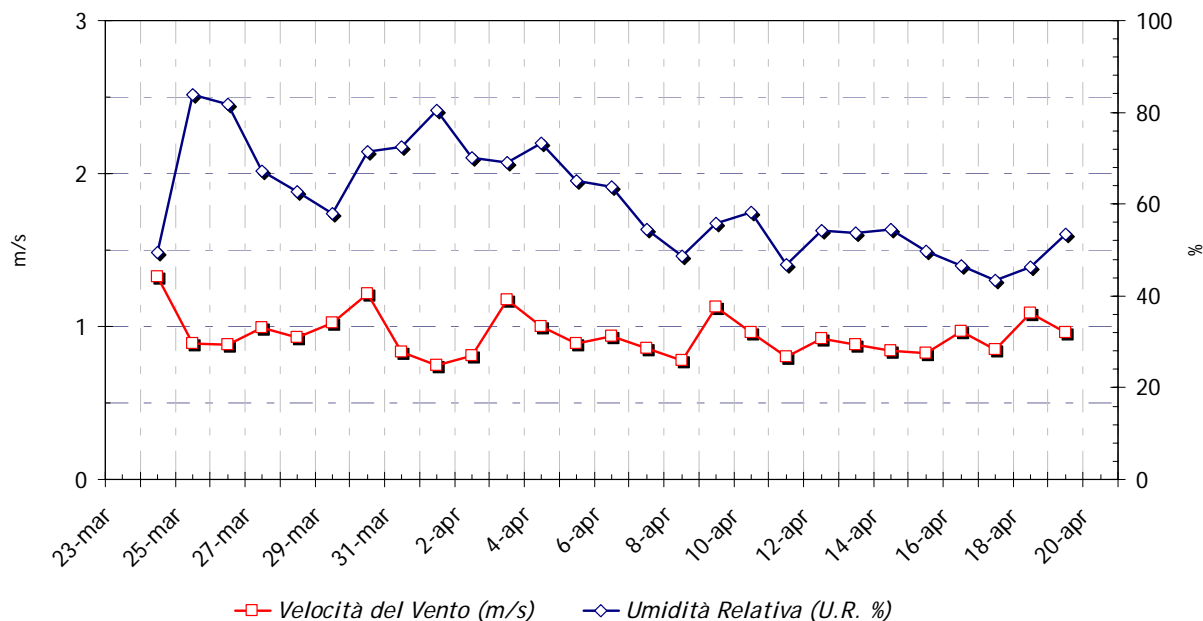
VV = Velocità del Vento (m/s)

Numero totale di casi    669  
Percentuale di casi di calma    9%

Sito di misura:                    Comune di Monza  
Periodo di misura:              Dal 23.03.2007 al 20.04.2007

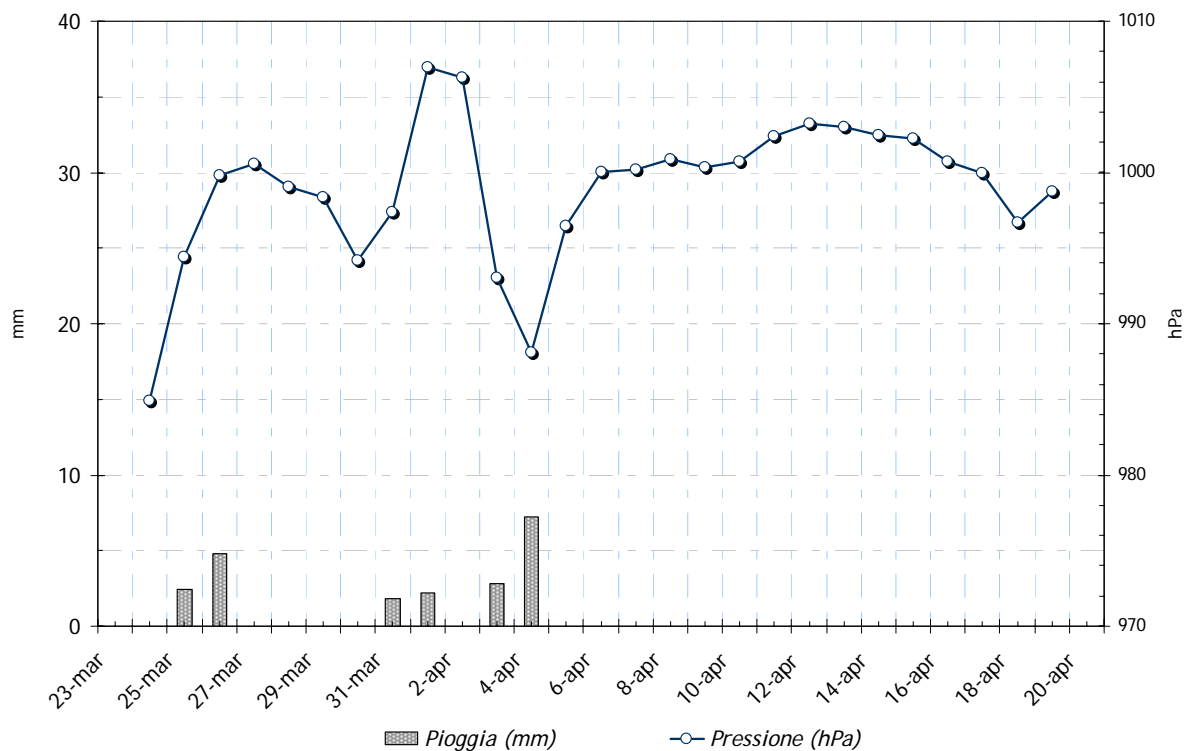
*L'umidità relativa* si è mantenuta su una media pari al 61% con un massimo dell'84% in occasione di uno dei fenomeni piovosi avvenuti il giorno 25 marzo.

### Velocità del Vento e Umidità Relativa



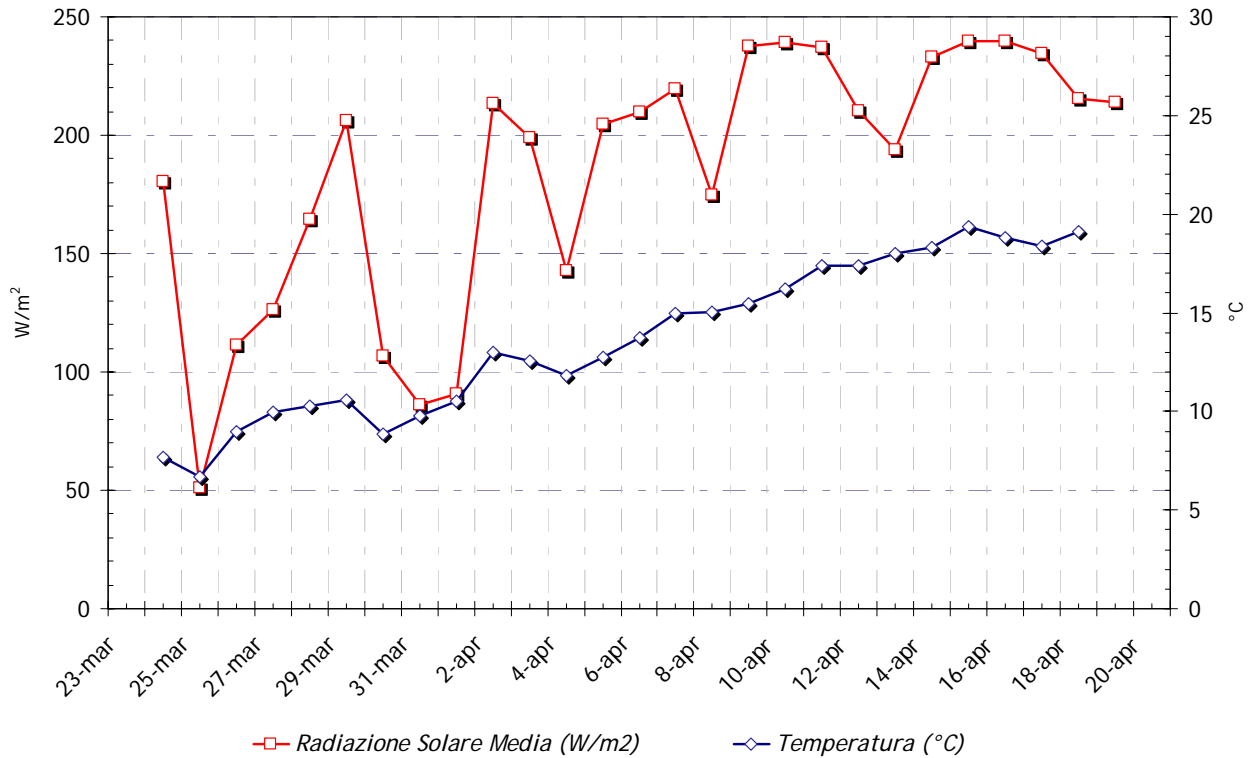
Per quanto riguarda le precipitazioni sono stati registrati 6 giorni piovosi su 29 giorni di campagna concentrati nella terza decade del mese di marzo e nei giorni iniziali della prima decade del mese di aprile. Il fenomeno di maggiore intensità è stato registrato venerdì 04 aprile con circa 7 mm di pioggia caduti durante la giornata e lunedì 26 marzo con quasi 5 mm caduti.

### Precipitazione e Pressione



L'andamento barico ha fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di 999 hPa per fenomeni di alta pressione nella seconda e nella terza parte del mese con un valore massimo di circa 10007 hPa domenica 01 aprile ed un minimo di 985 hPa sabato 24 marzo in occasione di due eventi piovosi.

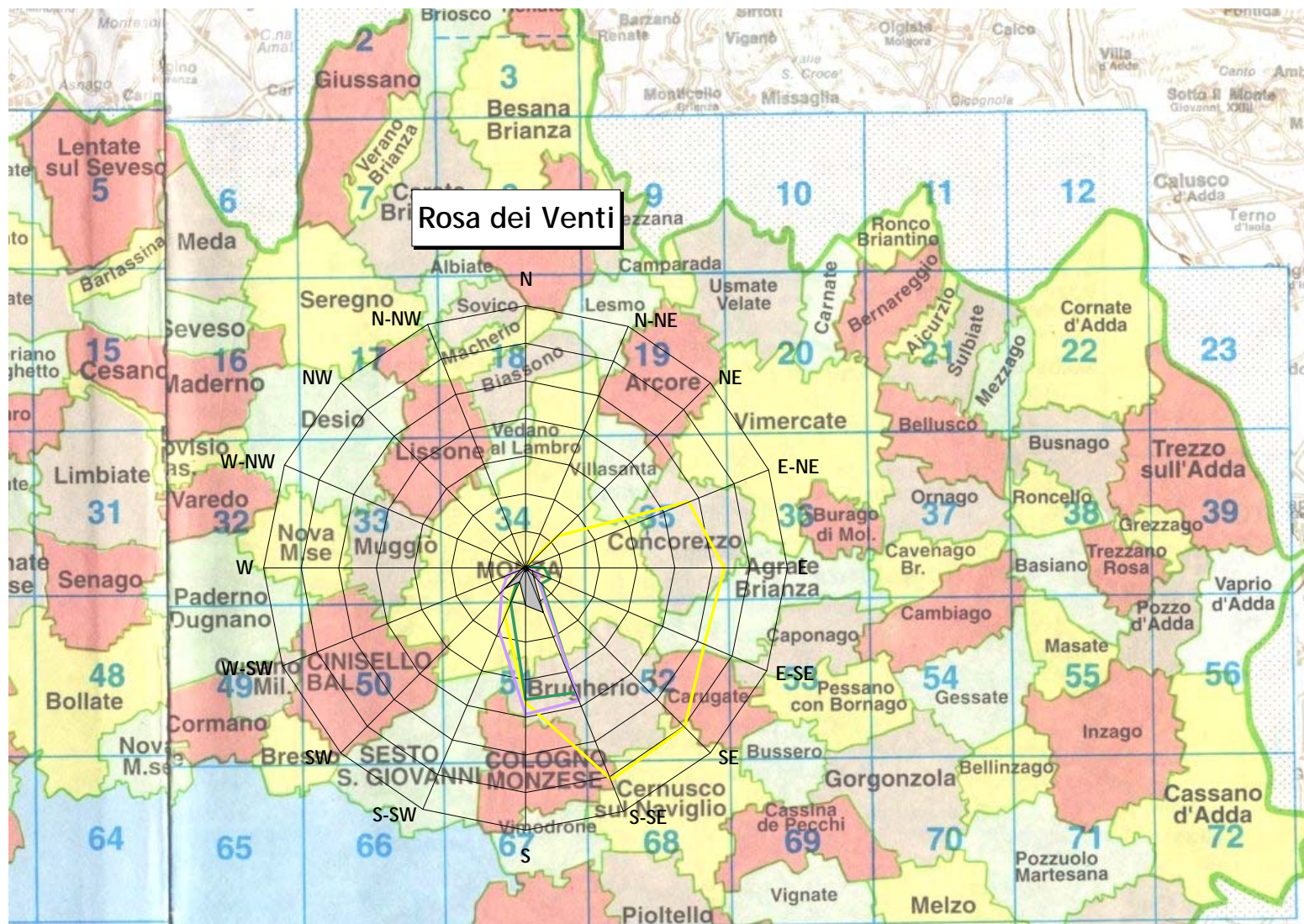
### Radiazione Solare Media e Temperatura



La temperatura media del periodo è stata di circa 14 °C con un massimo di 19.5 °C sabato 15 aprile ed un minimo di 6.7 °C domenica 25 marzo.

A causa delle numerose giornate serene che hanno caratterizzato il periodo di misura, la radiazione solare, con 184.0 W/m<sup>2</sup>, è stata di poco superiore alla media del periodo degli ultimi 27 anni pari a 179 W/m<sup>2</sup>.

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 NO<sub>2</sub>)** 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<sub>x</sub> 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/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di O<sub>3</sub> 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 (O<sub>3</sub>)** 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 sottovoento 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  $\text{O}^*$ , 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:  $\text{O}^* + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$

Una volta generato l'ozono reagisce con l'NO e rigenera NO<sub>2</sub>:  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

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<sub>2</sub> senza consumare O<sub>3</sub>, di fatto spostando l'equilibrio del ciclo visto sopra e consentendo l'accumulo di O<sub>3</sub>.

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 µm, 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<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) e polveri sottili (PM10).

La strumentazione presente sul Laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria degli inquinanti gassosi (NO, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>), 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 4 - 5), il D.M. 60 del 02.04.02 stabilisce, per NO<sub>2</sub>, 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**.

Il mese di Aprile del 2007, è stato caratterizzato da condizioni generalmente sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti e pertanto le concentrazioni di PM10 e dell'O<sub>3</sub> ne hanno risentito.

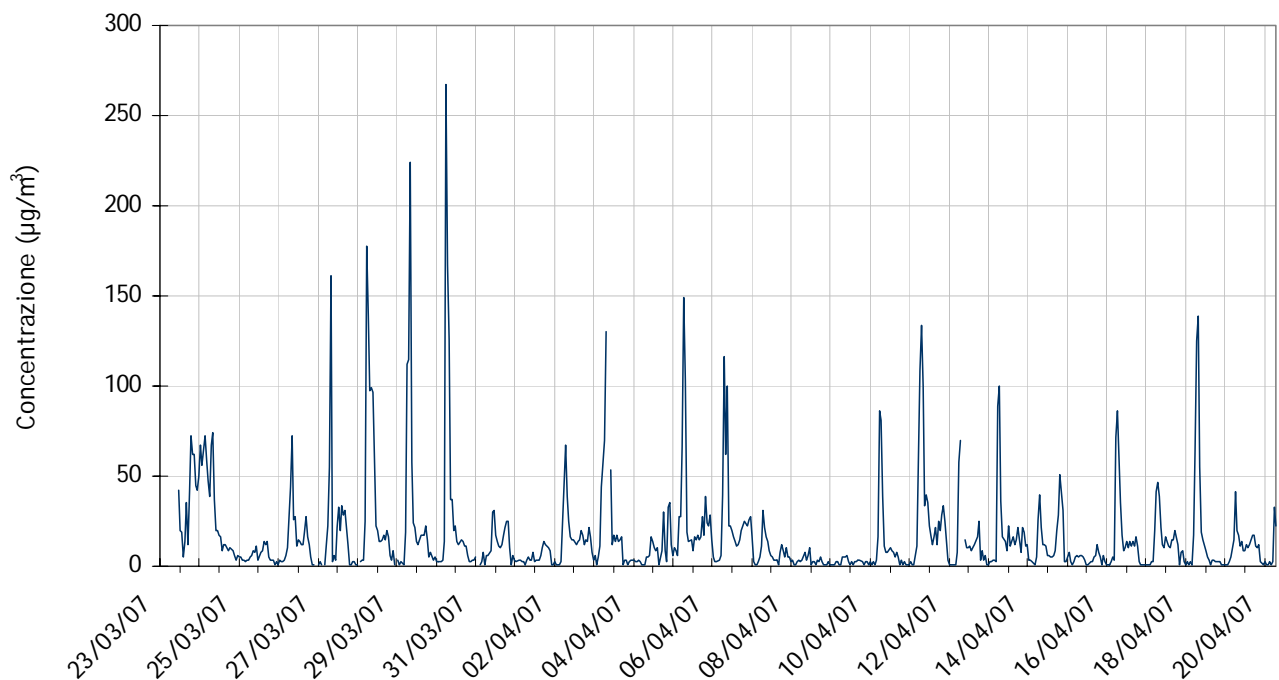
Analizzando infatti la situazione meteorologica nel periodo di misura si osserva come la presenza di una situazione anemologica scarsamente vivace (caratterizzata principalmente da episodi di calma, con sporadici eventi di brezza leggera, unitamente alle numerose giornate serene), abbia permesso solo 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 Vittoria<sup>1</sup>.

## NO

Relativamente al **monossido di azoto** i valori delle concentrazioni orarie hanno fatto registrare nel periodo di misura un valore medio di  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ed un valore massimo di concentrazione oraria pari a  $268 \mu\text{g}/\text{m}^3$  venerdì 23 e 30 marzo alle 08.00 e 07.00 del mattino rispettivamente.

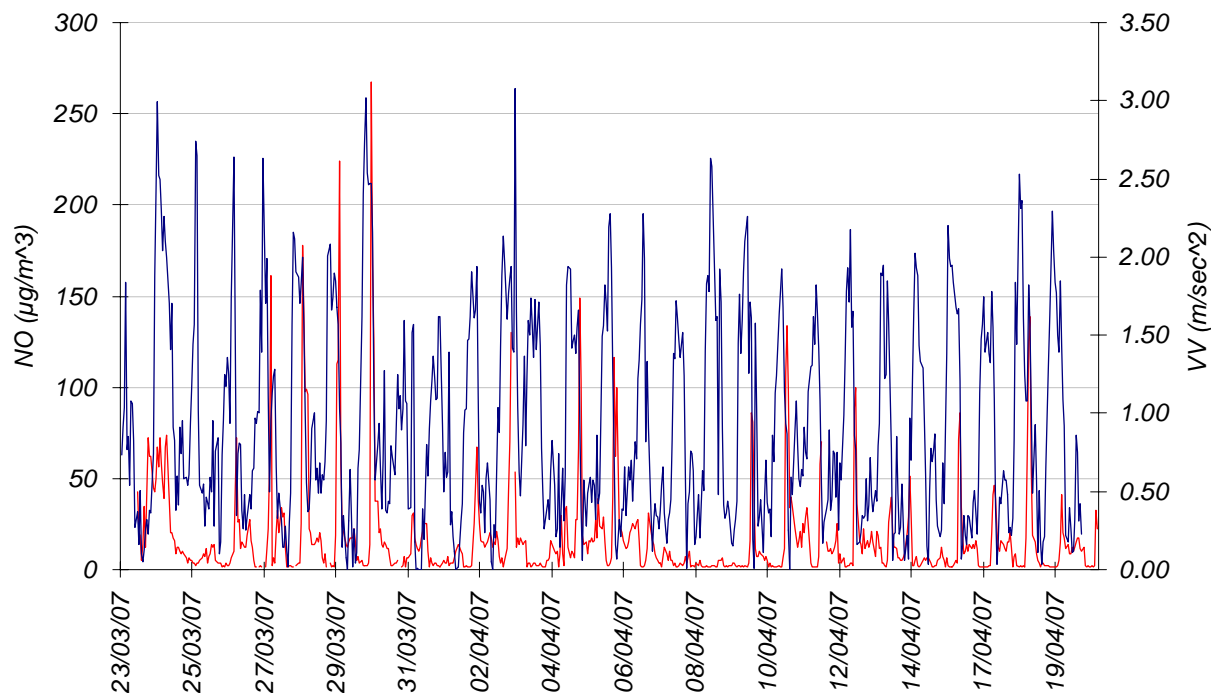
### NO - Medie Orarie



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.

<sup>1</sup> L'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

Confronto NO - Velocità del Vento



A conferma di questo è possibile osservare come i valori di NO rilevati con laboratorio mobile mostrino una buona correlazione<sup>2</sup> con quelli misurati dalla centralina urbana da traffico di Villasanta (R = 0.8), situata lungo la direttrice NE di Monza.

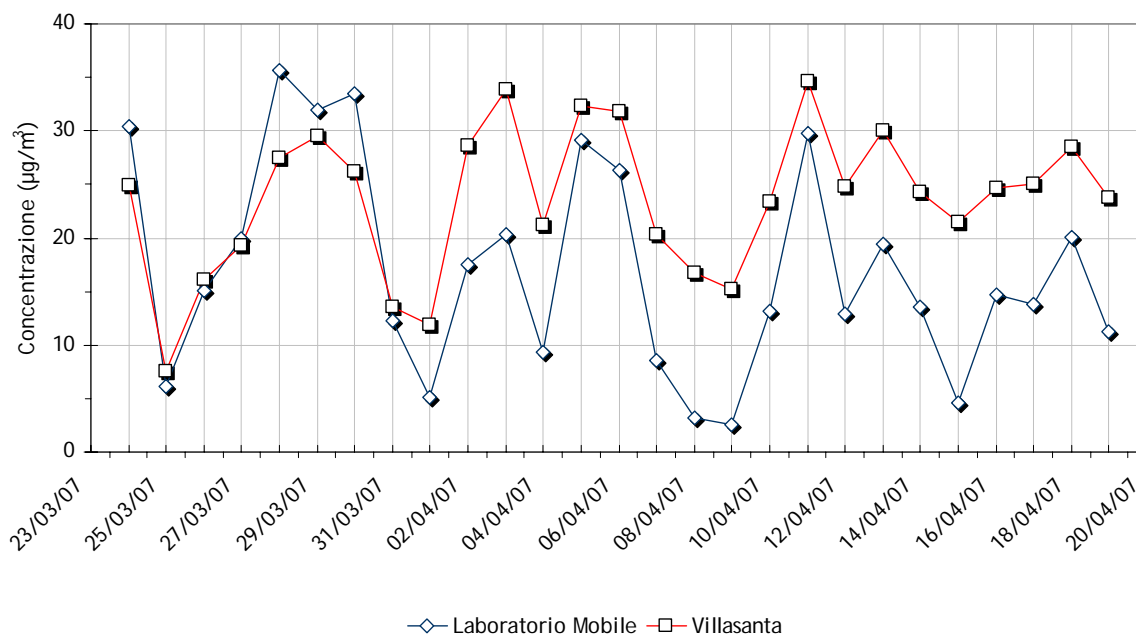
	LAB	MI JUVARA	MONZA	SESTO	CINISELLO	MEDA	VIMERCATE	VILLASANTA	CARATE
LAB	1.00								
MI JUVARA	0.65	1.00							
MONZA	0.13	0.07	1.00						
SESTO	0.72	0.86	0.08	1.00					
CINISELLO	0.74	0.73	0.06	0.85	1.00				
MEDA	0.78	0.69	0.12	0.74	0.72	1.00			
VIMERCATE	0.66	0.65	0.13	0.71	0.64	0.82	1.00		
VILLASANTA	<b>0.82</b>	0.70	-0.02	0.75	0.75	0.81	0.70	1.00	
CARATE	0.54	0.41	0.09	0.51	0.52	0.69	0.71	0.56	1.00

Analizzando i dati anemometrici risulta che, durante tutta la campagna, non si sono verificati fenomeni di vento lungo tale direzione (NE), tale analogia tra gli andamenti di NO nelle due postazioni sembrerebbe far supporre che la postazione fissa nel comune di Villasanta si trovi in un'area con caratteristiche simili a quelle del sito di misura.

<sup>2</sup> 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

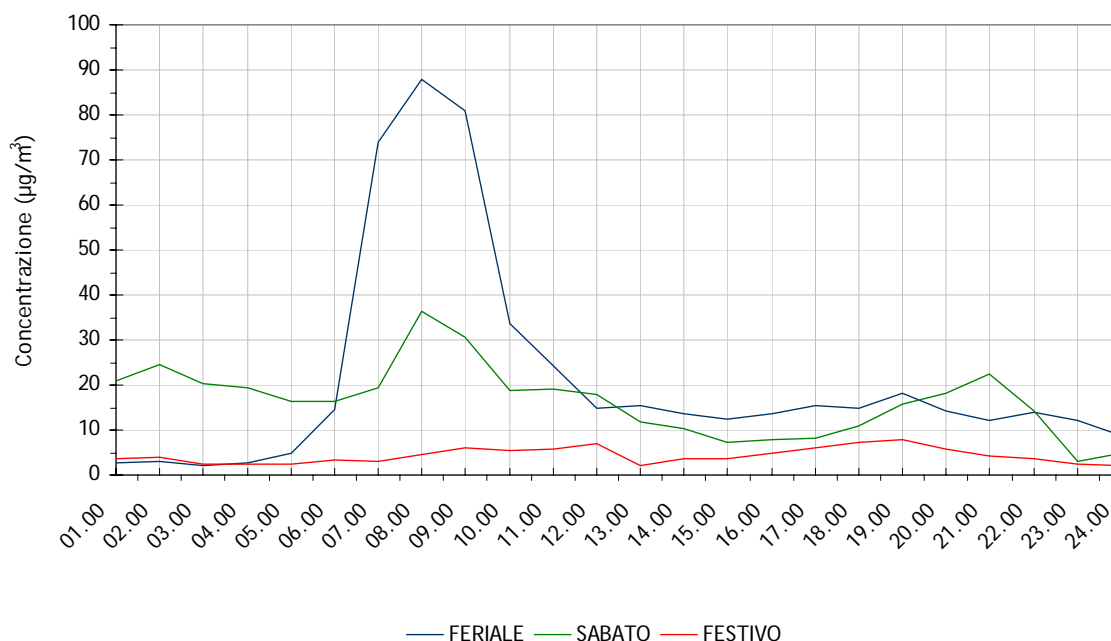


Come è possibile osservare dal soprastante grafico, la postazione fissa presenta valori di poco superiori rispetto alla postazione di viale Libertà per quasi tutto il periodo di misura.

Il grafico del giorno tipo permette di mettere in evidenza la tipologia del sito di misura.

Osservando gli andamenti del giorno tipo infatti è possibile acquisire una serie di conoscenze sui flussi di traffico caratteristici dell'area di indagine: i picchi di concentrazione si presentano in corrispondenza delle ore di punta mattutina mentre non si evidenzia un picco nelle ore di punta serali; in particolare per il giorno tipo feriale i valori più alti si presentano nella fascia oraria che va dalle ore 06.00 alle ore 10.00 del mattino e poi si ha un andamento pressoché costante per il resto della giornata.

### NO - Giorno Tipo



Il grafico del giorno pre-festivo presenta un andamento del tutto simile a quello del giorno tipo feriale con concentrazioni però mediamente inferiori durante la giornata ma con picchi marcati nella fascia notturna e nelle prime ore del mattino.

Tale andamento sembrerebbe essere legato al traffico del venerdì e del sabato sera generato dalla presenza di locali lungo viale Libertà e nei comuni limitrofi.

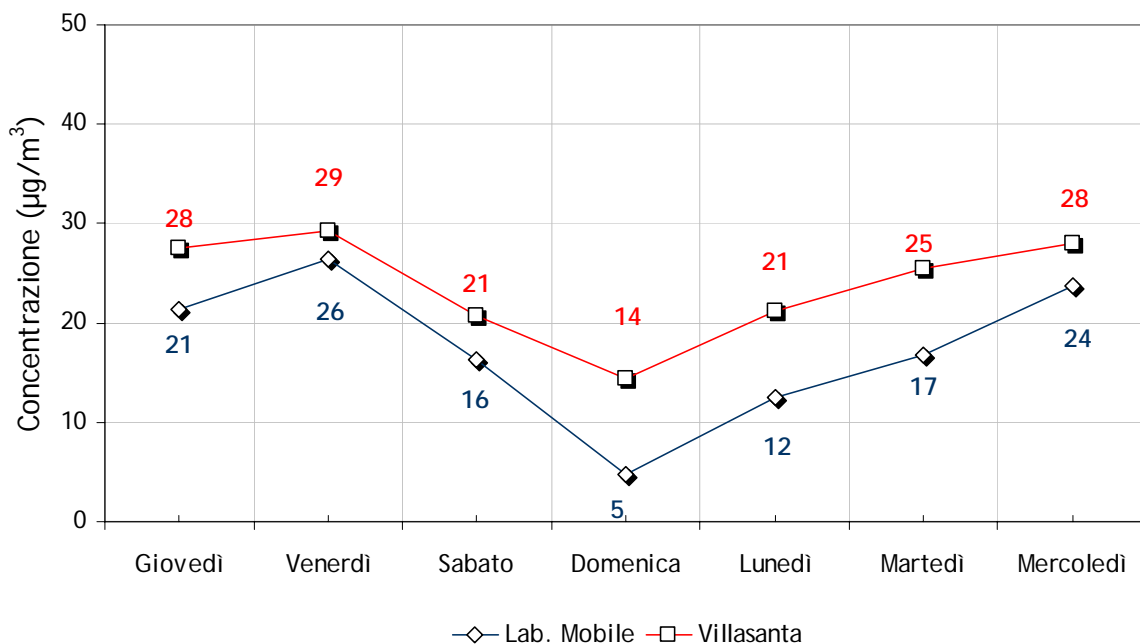
In appoggio a quanto sopra detto è possibile osservare l'analogia degli andamenti settimanali dell'NO misurati con laboratorio mobile con quelli della centralina di Villasanta.

Come evidenziato nel grafico di confronto i due andamenti sono simili ma le concentrazioni registrate con laboratorio mobile sono mediamente più basse del 27%.

Essendo 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 in entrambe le postazioni.

In particolare dall'andamento settimanale si evidenzia una diminuzione delle concentrazioni durante il fine settimana, nello specifico la domenica i valori di NO si riducono del 96%, indice di una diminuzione del traffico veicolare.

### NO - Media Settimanale

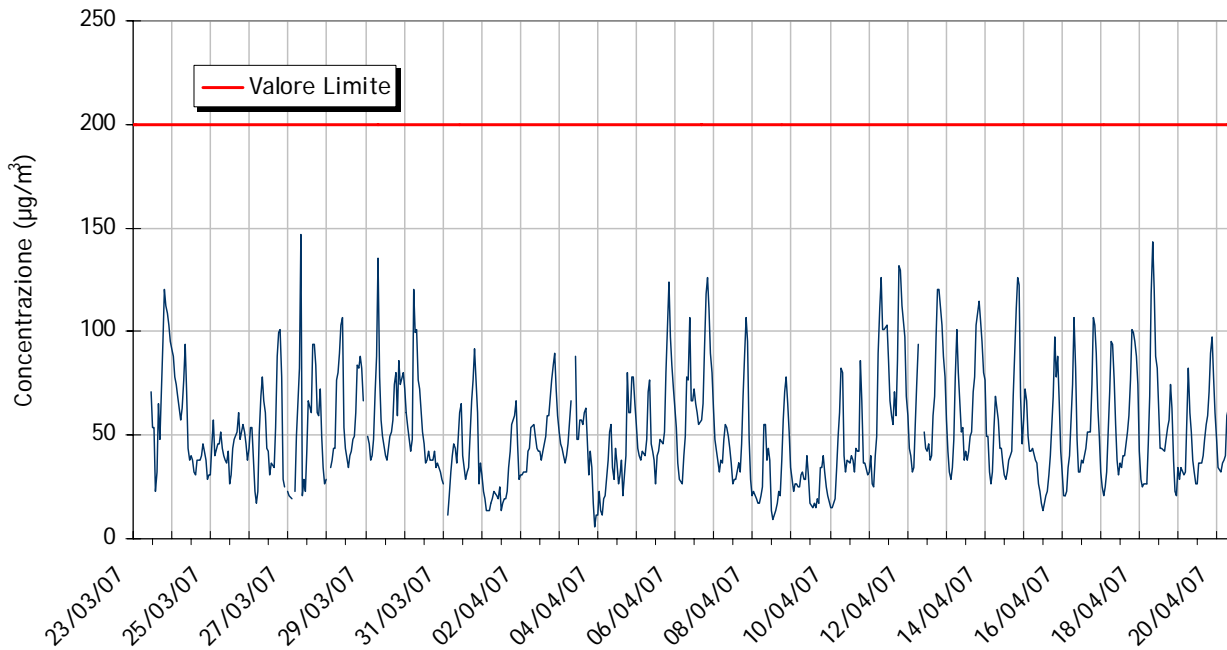


### NO<sub>2</sub>

La concentrazione in aria di NO<sub>2</sub>, oltre ad essere funzione della componente meteorologica, dipende dalla velocità di emissione di NO, dalla velocità di trasformazione di NO in NO<sub>2</sub> e dalla velocità di conversione di NO<sub>2</sub> in altre specie ossidate (nitrati).

Durante la campagna di misura la concentrazione media sul periodo del **biossido di azoto** si è attestata sui **52 µg/m<sup>3</sup>**; durante il periodo di misura **non sono stati rilevati superamenti orari del limite di attenzione**, fissato per questo inquinante a 200 µg/m<sup>3</sup>.

### NO<sub>2</sub> - Medie Orarie



Poiché l'NO<sub>2</sub> è un inquinante secondario che si forma dalla reazione dell'NO è interessante esaminare il grafico del giorno tipo anche di questo inquinante.

### NO<sub>2</sub> - Giorno Tipo



L'andamento del biossido di azoto è simile a quello dell'NO anche se presenta caratteristiche dispersive minori; è possibile osservare infatti nel soprastante grafico come vi siano picchi evidenti anche nella fascia oraria serale e come sia meno netta la diminuzione di questo inquinante in tarda serata. Infatti a differenza dell'NO, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse dalle sorgenti presenti nell'area, la formazione di NO<sub>2</sub> è più complessa, essendo un

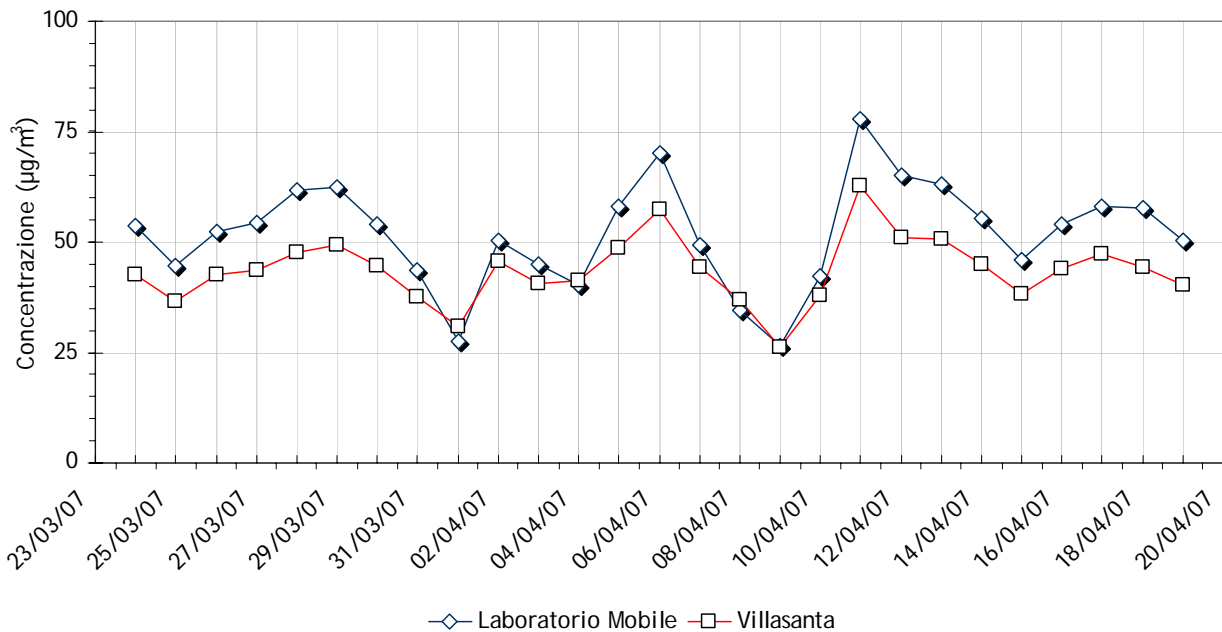
inquinante secondario non dipende direttamente dalla presenza della sorgente traffico ma, se sono presenti i suoi precursori esso continua a formarsi.

Dal calcolo dei coefficienti di Pearson si conferma la correlazione con la la vicina centralina da traffico di Villasanta (R=0.9), come è possibile osservare dal grafico delle concentrazioni medie giornaliere.

	LAB	MI JUVARA	MONZA	SESTO	CINISELLO	MEDA	VIMERCATE	VILLASANTA	CARATE
LAB	1.00								
MI JUVARA	0.71	1.00							
MONZA	0.86	0.82	1.00						
SESTO	0.69	0.86	0.84	1.00					
CINISELLO	0.81	0.81	0.83	0.81	1.00				
MEDA	0.80	0.58	0.74	0.58	0.69	1.00			
VIMERCATE	0.74	0.62	0.79	0.68	0.63	0.77	1.00		
VILLASANTA	<b>0.92</b>	0.68	0.83	0.64	0.77	0.80	0.73	1.00	
CARATE	0.78	0.58	0.75	0.59	0.68	0.83	0.75	0.78	1.00

Anche dal grafico delle concentrazioni medie giornaliere si evidenzia questa analogia.

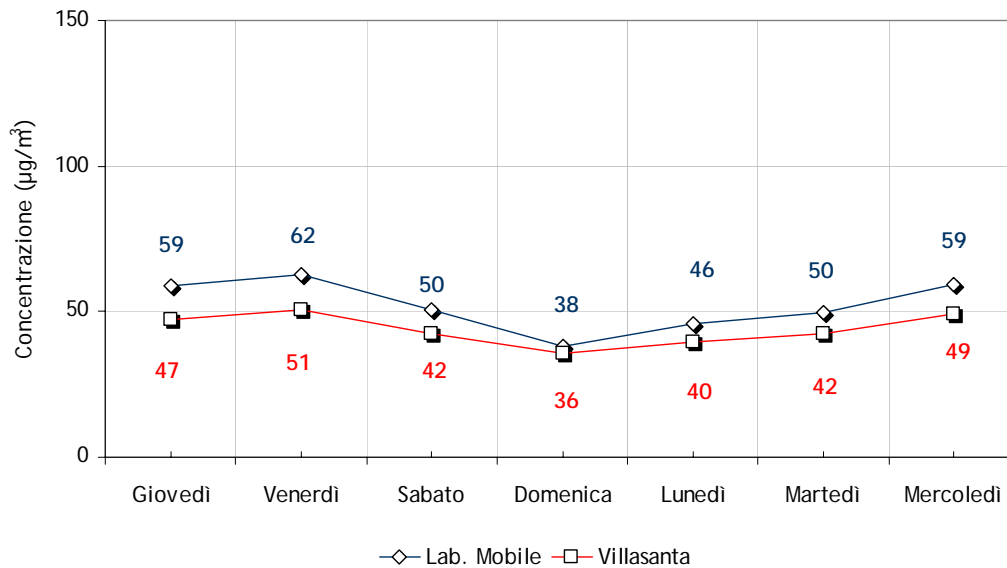
### NO<sub>2</sub> - Medie Giornaliere



Anche in questo caso come evidenziato nel grafico di confronto i due andamenti sono simili ma le concentrazioni registrate con laboratorio mobile sono mediamente più basse.

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

### NO<sub>2</sub> - Media Settimanale

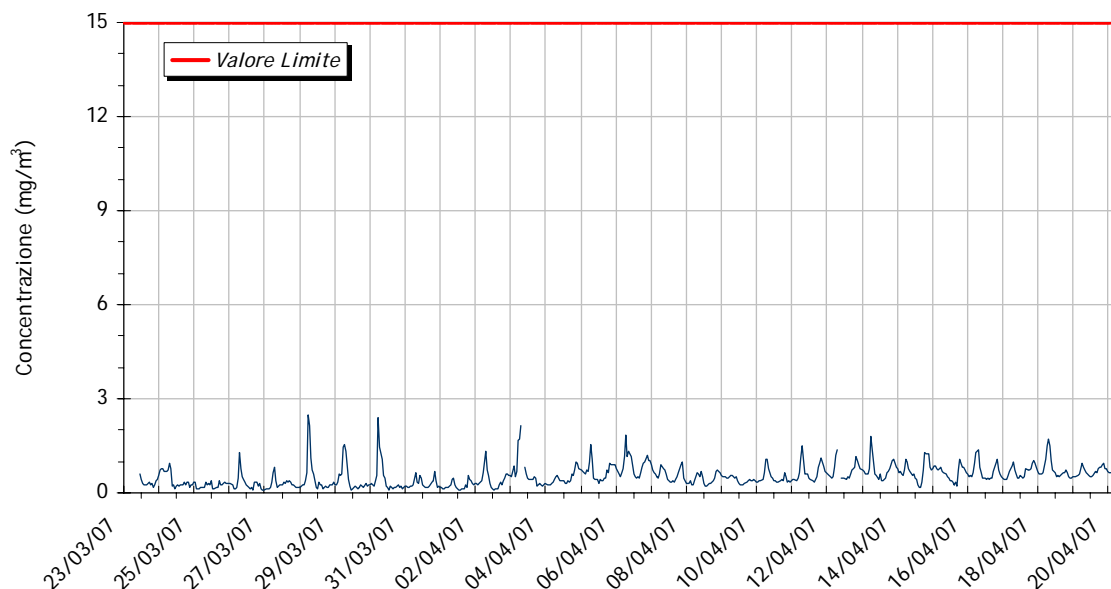


### CO

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

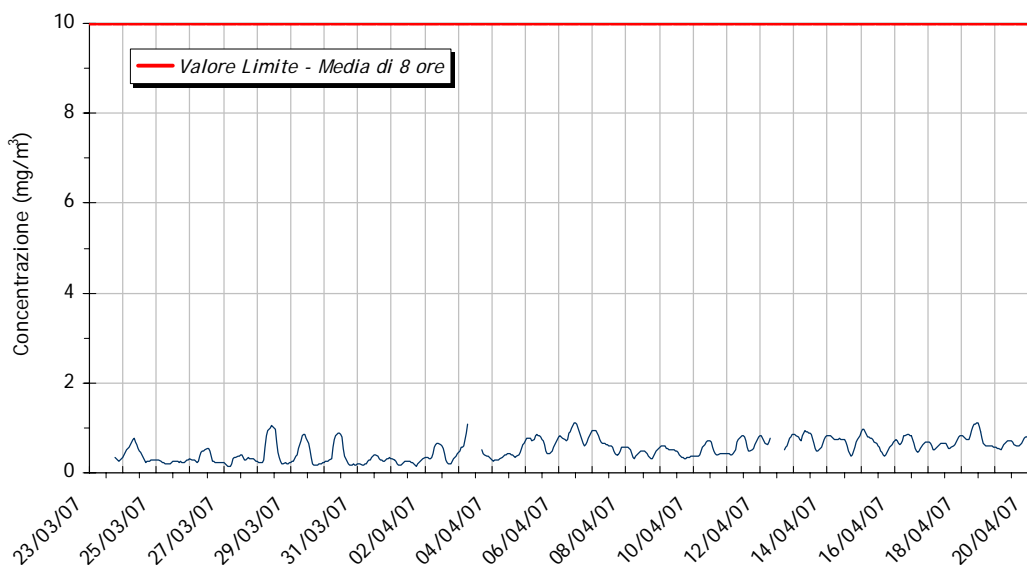
I valori di CO misurati durante la campagna di misura sono risultati abbondantemente inferiori ai limiti di legge sia per quanto riguarda la media oraria che per quella di 8 ore.

### CO - Medie Orarie



Il valore medio sul periodo è stato di 0.5 mg/m<sup>3</sup>, il valore massimo orario è stato di 2.5 mg/m<sup>3</sup> il giorno mercoledì 28 marzo alle ore 07.00 del mattino; il valore massimo mediato sulle 8 ore, pari a 1.1 mg/m<sup>3</sup>, è stato osservato i giorni 3 6 e 18 aprile.

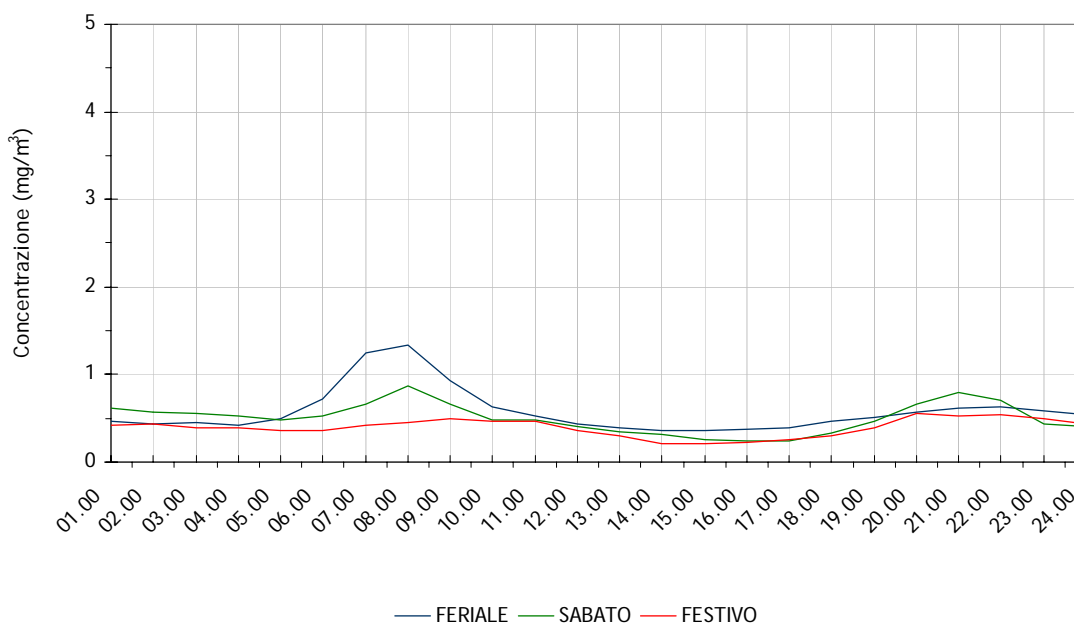
### CO - Medie di 8 Ore



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 delle ore di punta mattutina e serale.

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 10.00 del mattino, un calo nelle ore centrali della giornata ed un accrescimento anche se meno evidente nelle ore serali.

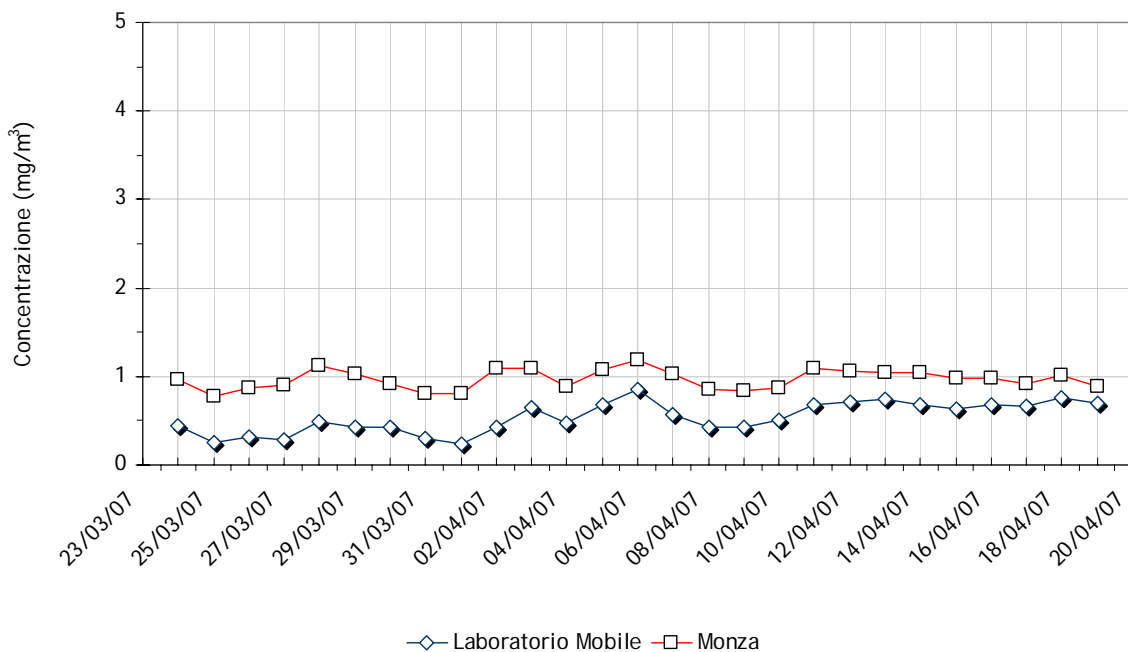
### CO - Giorno Tipo



Per il CO è stato possibile verificare una buona correlazione con le centraline urbana da fondo di Monza (R=0.8).

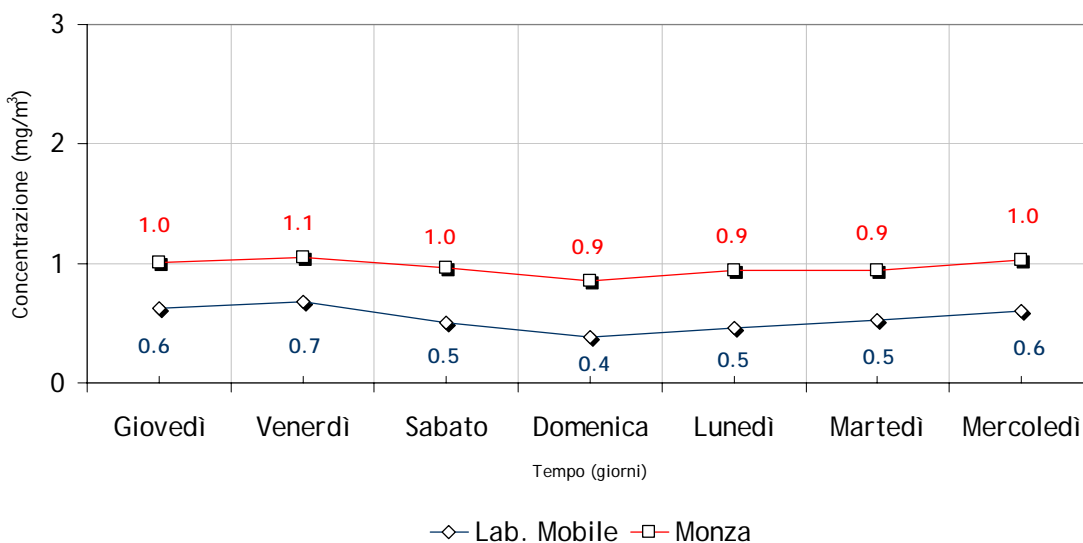
	LAB	MONZA	CINISELLO	MEDA	VIMERCATE	VILLASANTA	CARATE
LAB	1.00						
MONZA	<b>0.81</b>	1.00					
CINISELLO	0.35	0.57	1.00				
MEDA	0.76	0.76	0.36	1.00			
VIMERCATE	0.51	0.66	0.65	0.67	1.00		
VILLASANTA	0.77	0.84	0.55	0.82	0.75	1.00	
CARATE	0.43	0.49	0.27	0.57	0.47	0.51	1.00

CO - Medie Giornaliere



Anche gli andamenti settimanali delle due postazioni hanno trend analoghi con andamenti pressoché costanti tutta la settimana.

CO - Media Settimanale

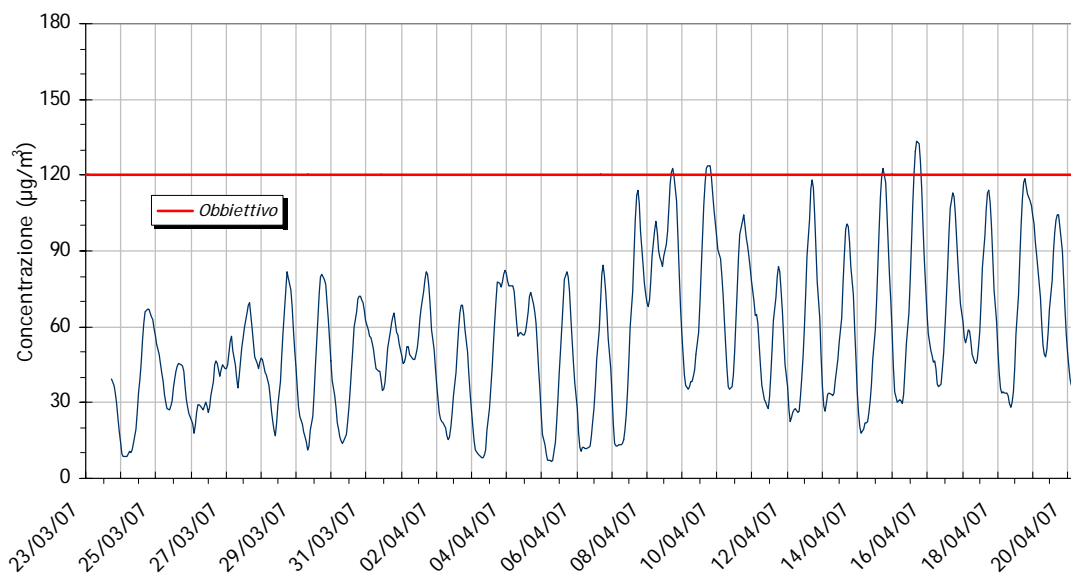


### O<sub>3</sub>

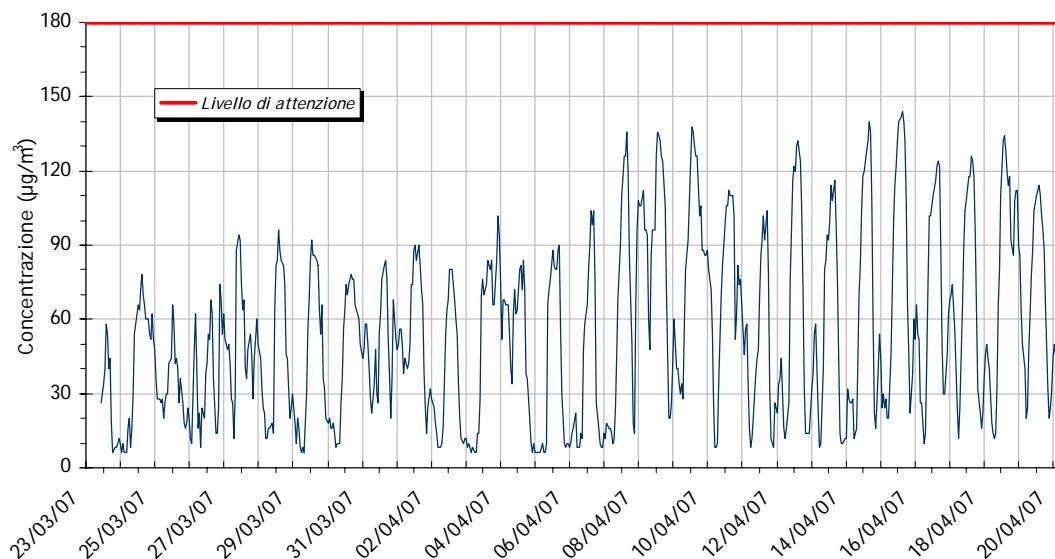
Per quanto riguarda l'ozono il periodo in cui è stato condotta la campagna è quello di inizio primavera, non particolarmente critico per questo inquinante di natura fotochimica.

Analizzando però 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 e favorendo in particolare la formazione e l'accumulo di O<sub>3</sub>, facendo registrare **11 superamenti della soglia di protezione della salute umana**, fissata a 120 µg/m<sup>3</sup> per la media mobile di 8 ore ma **non è mai stata superata la soglia di attenzione** fissata per questo inquinante a 180 µg/m<sup>3</sup> per la media oraria.

O<sub>3</sub> - Medie di 8 Ore



O<sub>3</sub> - Medie Orarie



DATA	ORA	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Soglia di protezione della salute umana (µg/m <sup>3</sup> )
08/04/2007	18.00	121.3	120
08/04/2007	19.00	122.5	120
09/04/2007	18.00	122.5	120
09/04/2007	19.00	123.8	120
09/04/2007	20.00	123.5	120
14/04/2007	19.00	122.8	120
15/04/2007	16.00	120.8	120
15/04/2007	17.00	129.3	120
15/04/2007	18.00	133.3	120
15/04/2007	19.00	132.5	120
15/04/2007	20.00	125.5	120

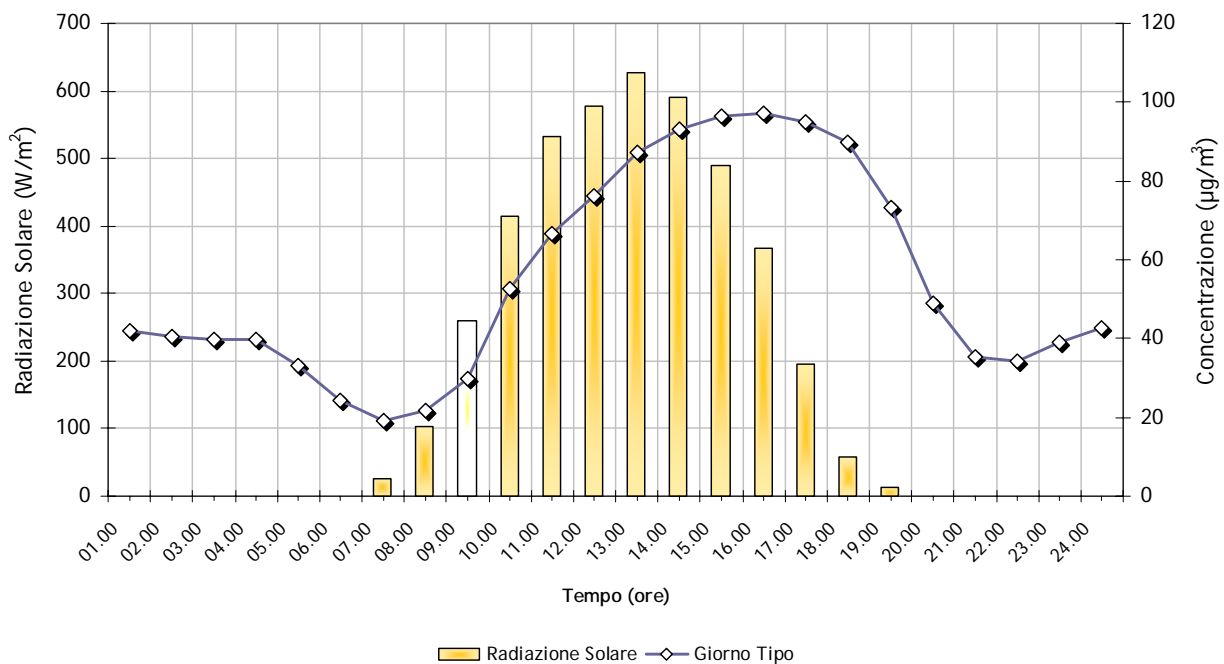
Il maggior numero di superamenti si è avuto il giorno 15 aprile dalle 16.00 alle 20.00, in corrispondenza della giornata in cui è stato registrato il valore più alto di radiazione solare e di temperatura, in accordo con la natura fotochimica di questo inquinante

Il valore medio del periodo, il valore massimo orario ed il valore massimo mediato sulle 8 ore sono risultati rispettivamente pari a **55 µg/m<sup>3</sup>**, **144 µg/m<sup>3</sup>** il giorno 15 aprile alle ore 16.00 e **133 µg/m<sup>3</sup>** il giorno 15 aprile alle 16.00 ed alle 17.00.

#### Giorno tipo e medie giornaliere

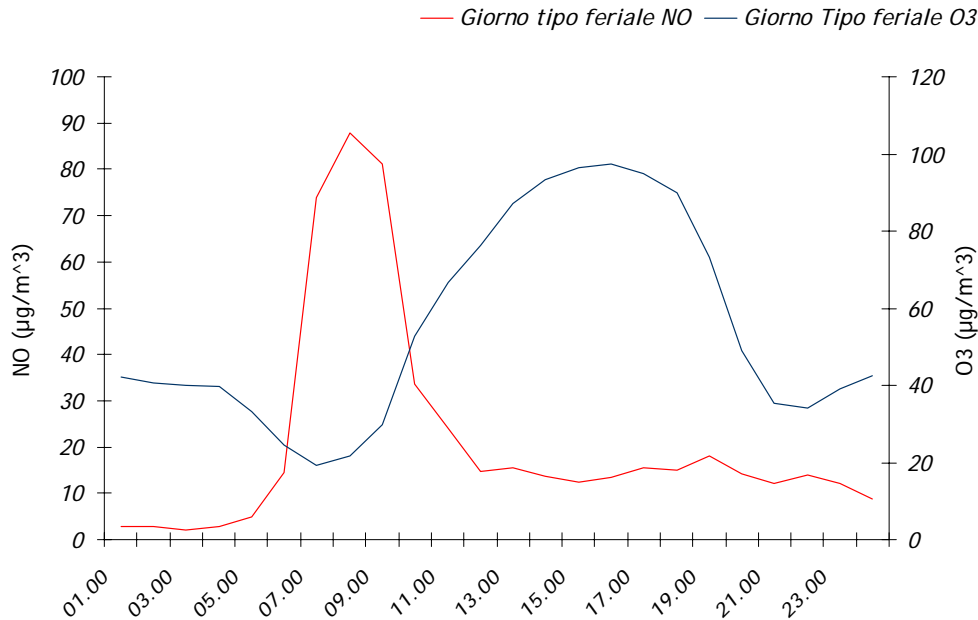
L'andamento di questo inquinante risulta differente da quello degli inquinanti primari, infatti l'ozono non ha sorgenti emissive dirette di rilievo e la sua formazione nella troposfera è correlata al ciclo diurno solare: il trend giornaliero dell'ozono è di tipo a campana con un massimo poco dopo il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

#### Giorno tipo - Confronto Radiazione Solare O<sub>3</sub>

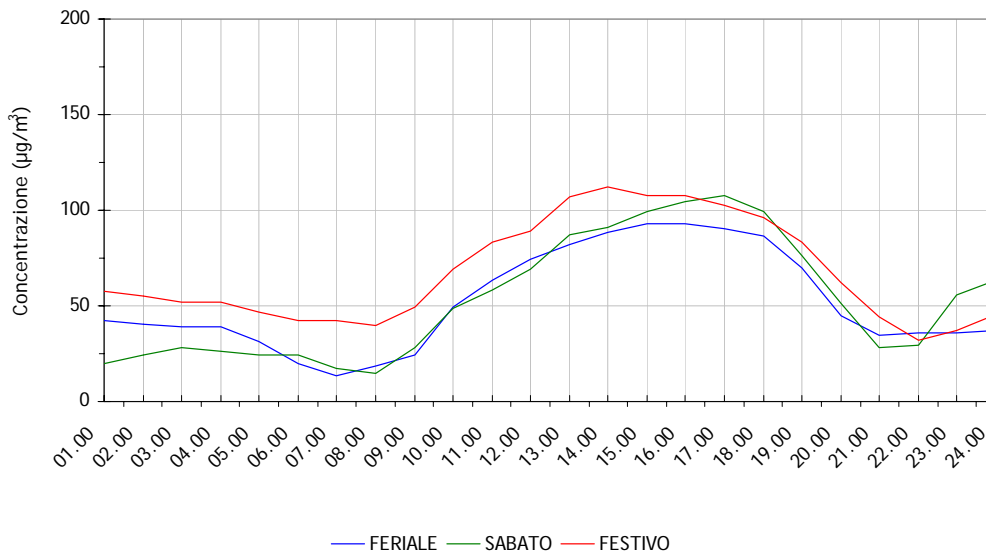


Le concentrazioni di ozono poi tendono a calare nelle vicinanze di sorgenti di emissione di NO questo perché l' NO tende a reagire con l'O<sub>3</sub> portando alla formazione di NO<sub>2</sub>.

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.



O<sub>3</sub> - Giorno Tipo

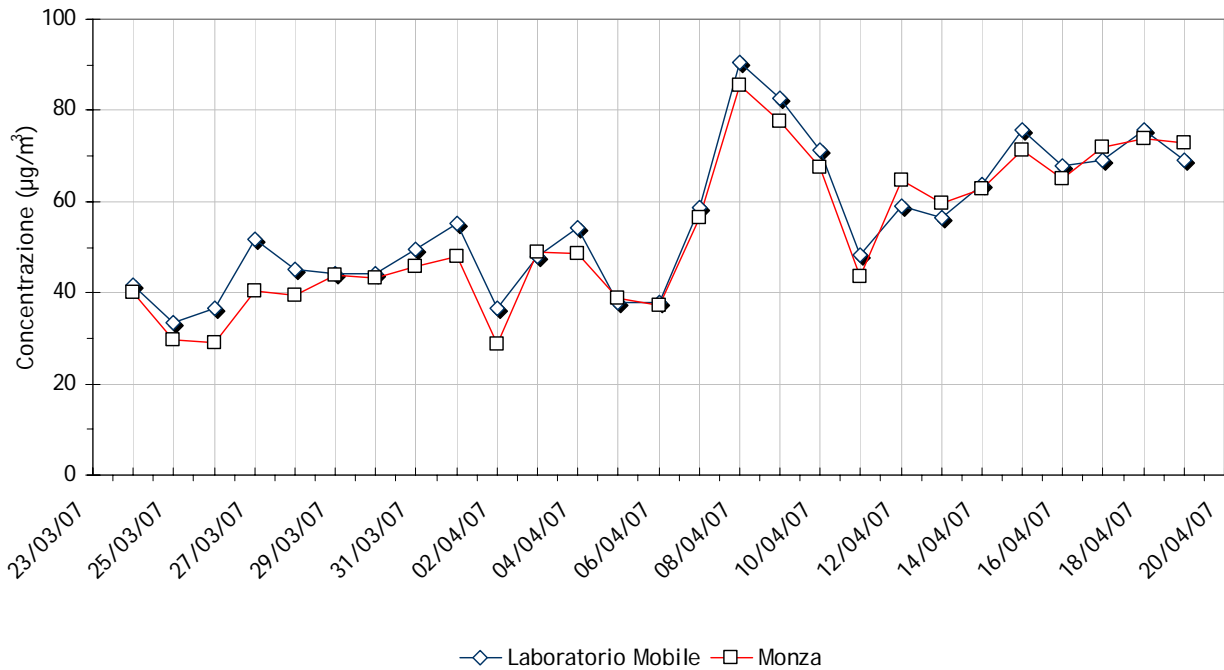


Le concentrazioni di ozono misurate dal Laboratorio Mobile risultano in linea con quelle registrate dalle centraline prese a riferimento, in accordo con la caratteristica di questo inquinante di essere di natura ubiquitaria; in particolare la migliore correlazione<sup>3</sup> si ha con la vicina stazione urbana da fondo di Monza (R = 1.0), con valori molto simili.

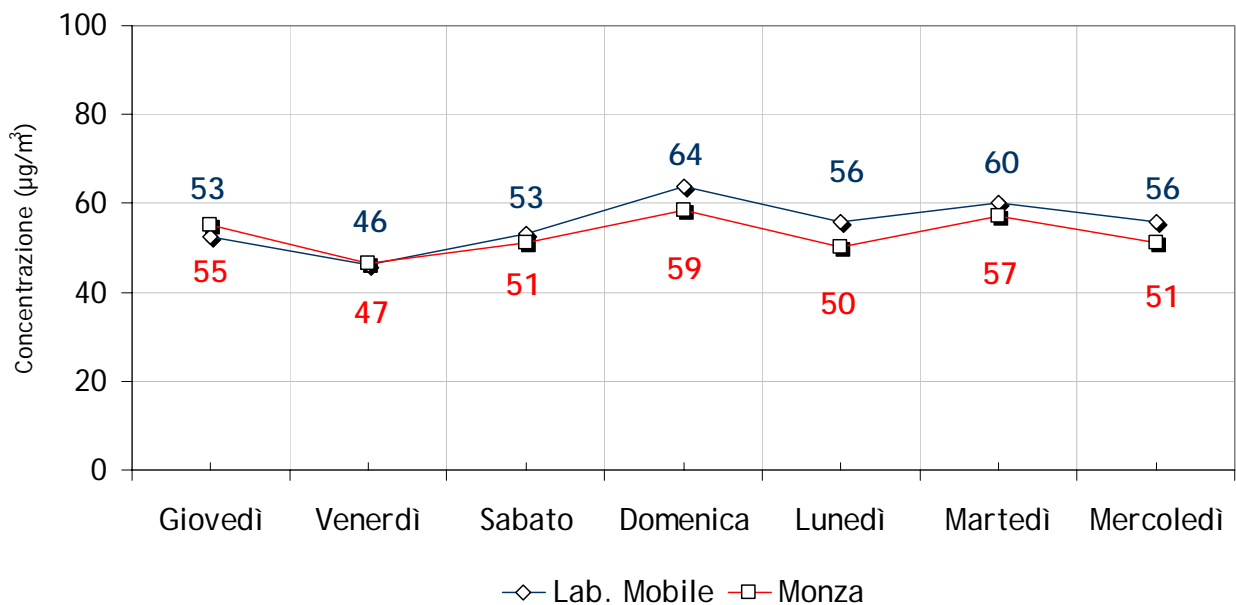
<sup>3</sup> Non è stato possibile verificare se vi sia una buona correlazione con la centralina di Villasanta in quanto la stazione non è dotata un analizzatore di ozono.

	LAB	MI JUVARA	MONZA	MEDA	CARATE
LAB	1.00				
MI JUVARA	0.90	1.00			
MONZA	<b>0.97</b>	0.90	1.00		
MEDA	0.89	0.80	0.88	1.00	
CARATE	0.90	0.80	0.91	0.91	1.00

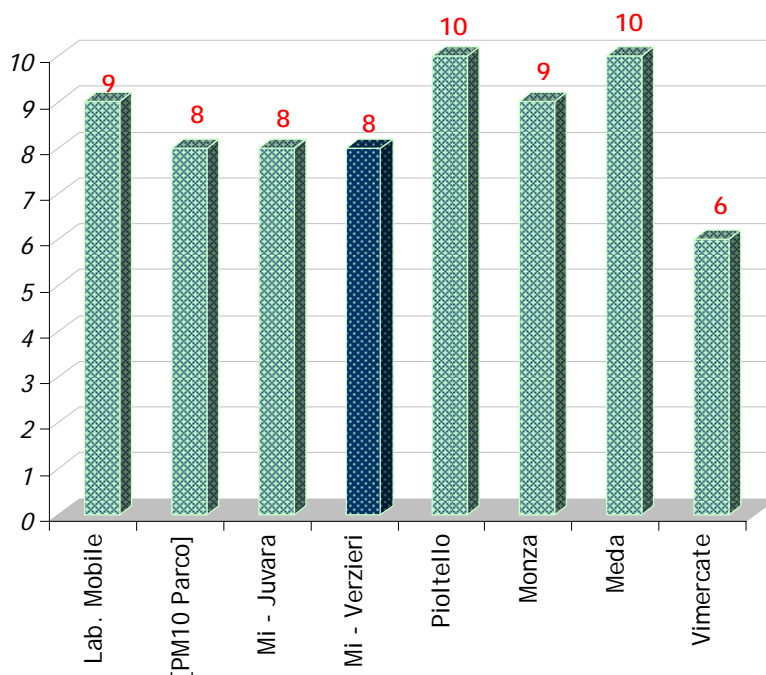
*O<sub>3</sub> - Medie Giornaliere*



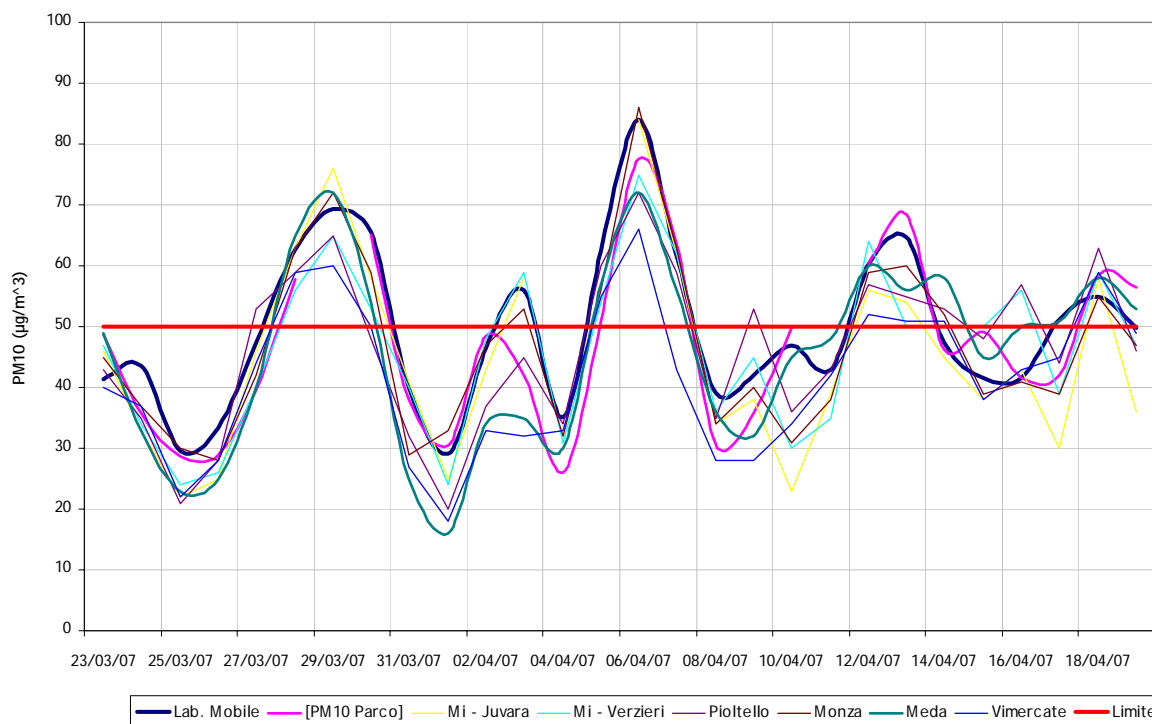
*O<sub>3</sub> - Media Settimanale*



Le concentrazioni di **PM10** misurate a Monza in via Tosi angolo via Libertà presentano andamenti analoghi a quelli delle centraline della rete di rilevamento provinciale prese a riferimento. Durante tutto il periodo di misura sono stati osservati **9 superamenti (su 29 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.



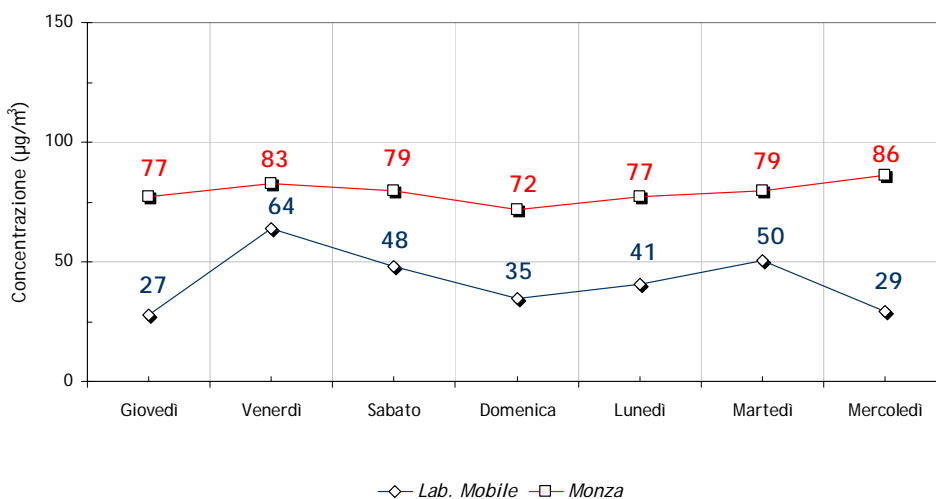
A conferma del carattere ubiquitario di questo tipo di inquinante, il grafico delle medie giornaliere delle concentrazioni di PM10 mostra come, durante il periodo in esame, vi siano andamenti di concentrazione comuni a diverse località del Bacino Padano.



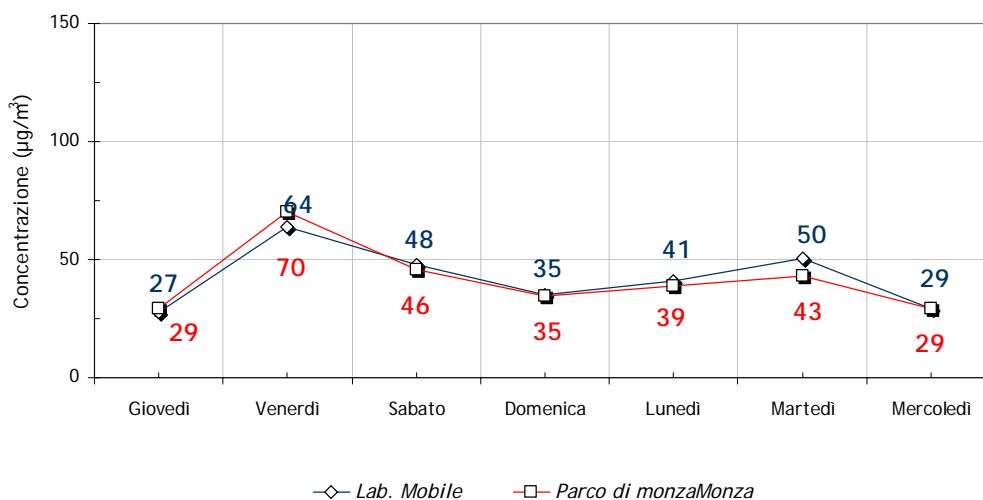
Per quanto riguarda le postazioni fisse prese a riferimento le concentrazioni misurate presentano un buon andamento temporale; in particolare la correlazione tra la centralina di Monza Machiavelli e il laboratorio mobile presenta un valore pari a 0.93<sup>4</sup>. anche la centralina sita nel parco di Monza presenta una buona correlazione con la postazione di via Tosi (R = 0.91).

	Lab. Mobile	[PM10 Parco]	Mi - Juvara	Mi - Verzieri	Pioltello	Monza	Meda	Vimercate
Lab. Mobile	1.00							
[PM10 Parco]	<b>0.91</b>	1.00						
Mi - Juvara	0.88	0.80	1.00					
Mi - Verzieri	0.82	0.80	0.92	1.00				
Pioltello	0.80	0.76	0.83	0.89	1.00			
Monza	<b>0.93</b>	0.88	0.94	0.88	0.82	1.00		
Meda	0.83	0.86	0.73	0.80	0.87	0.82	1.00	
Vimercate	0.83	0.84	0.76	0.77	0.87	0.82	0.95	1.00

PM10 - Media Settimanale



PM10 - Media Settimanale



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

Tabella: giorni di superamento del limite di 50 µg/m<sup>3</sup>.

DATA	Lab. Mobile	[PM10 Parco]	Mi - Juvara	Mi - Verzieri	Pioltello	Monza	Meda	Vimercate
28/03/07	63	58	63	56	59	63	65	59
29/03/07	69		76	65	65	72	72	60
30/03/07	66	65	58	53	48	59	54	50
03/04/07	56		58	59	45	53		
05/04/07	62	51		54	60	56	57	55
06/04/07	84	78	84	75	72	86	72	66
07/04/07	61	63	62	62	59	63	56	
12/04/07	60	60	56	64	57	59	60	52
13/04/07	65	68	54	50	55	60	56	51
17/04/07	51						51	
18/04/07	55	58	58	59	63	55	58	59
n. giorni di superamento	11	8	9	10	11	11	11	8

## Conclusioni

Il monitoraggio eseguito lungo via Tosi angolo viale Libertà nel comune di Monza, nonostante il breve periodo di misura, rappresentativo però di una situazione di primavera, ha consentito, sulla base dei dati raccolti, di qualificare il sito in esame come zona di traffico relativamente alla qualità dell'aria per quanto riguarda gli inquinanti caratteristici del sito di prelievo (NOx).

La postazione di misura si trova a ridosso di viale Libertà, uno dei principali tratti viari cittadini posto lungo la direttrice Nord - Est che, confluendo nella SP2, permette il collegamento della città di Monza con i comuni a Est della regione.

Le caratteristiche del sito di misura posto a ridosso di un tratto viario a due corsie (una per senso di marcia) interessato da volumi di traffico di tipo locale e di attraversamento (sia leggero che pesante) nonché le condizioni meteorologiche sono stati elementi essenziali per l'interpretazione dei dati.

A causa dell'influenza di un'area anticiclonica, a matrice africana in particolare nel mese di Aprile unitamente ad una situazione anemologica scarsamente vivace il periodo di misura è stato caratterizzato da condizioni generalmente sfavorevoli per la dispersione degli inquinanti e pertanto si sono verificati **9 giorni di superamento del valore limite di 50 µg/m<sup>3</sup> per il PM10** a causa poi del perdurare di giornate serene (6 eventi piovosi di modesta entità su 29 giorni di misura) sono stati registrati anche **11 superamenti della soglia di protezione della salute umana per quanto riguarda l'Ozono.**

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 bava di vento (66%), con sporadici eventi di brezza leggera (24%), unitamente alle numerose giornate serene (7 eventi piovosi su 29 giorni di misura nessuno superiore ai 7 mm), abbia permesso solo un parziale sblocco atmosferico favorendo l'accumulo degli inquinanti.

La caratterizzazione dei flussi di traffico poi, attraverso lo studio di inquinanti considerati dei marker del traffico, ha permesso di qualificare via Tosi angolo viale Libertà come un'importante arteria di collegamento intercomunale.

Questa evidenza è avvalorata dalla buona correlazione riscontrata nel data set raccolto lungo la postazione di misura con i valori misurati dalla centralina urbana da traffico di Villasanta, situata lungo la direttrice NE di Monza, in un'area con caratteristiche simili a quelle del sito di misura. In generale si è osservato come durante il periodo di misura le concentrazioni medie giornaliere e settimanali riscontrate siano comunque sempre inferiori per quanto riguarda l'NO e l'NO<sub>2</sub> rispetto a quelle misurate nella stazione di Villasanta.

Tale analisi ha anche permesso di acquisire una serie di conoscenze sui flussi di traffico caratteristici dell'area di indagine: i picchi di concentrazione si presentano in corrispondenza delle ore di punta mattutina e serale, caratteristica questa di importanti 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 10.00 del mattino e in quella serale compresa tra le 17.00 e le 22.00.

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

## CENTRALINE RETE PROVINCIALE DI RIFERIMENTO

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Dec. 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
<b>Villasanta Via della Vittoria</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO		02.12 – 29.12.2007
<b>Milano Juvara</b>	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
<b>Milano Verzieri</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	122	Centralina Fissa
<b>Pioltello</b>	PUB	URBANA	FONDO	122	Centralina Fissa
<b>Monza</b>	PUB	URBANA	FONDO	160	Centralina Fissa
<b>Trezzo sull'Adda</b>	PUB	SUBURBANA	FONDO	178	Centralina Fissa
<b>Vimercate</b>	PUB	URBANA	FONDO	206	Centralina Fissa
<b>Villasanta</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	182	Centralina Fissa
<b>Meda</b>	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

## Bibliografia

- Atkinson, R., Carter, W. P. L., Plum, C. N., Winer, A. M., Pitts, J. N.** 1984. Kinetics of gas-phase reactions of NO<sub>3</sub> 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.
- 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. Igs. 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.
- Gaudio, 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 PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> 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 NO<sub>3</sub>. *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. *C h e m . Res.*

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

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