

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>**  
**COMUNE DI GALBIATE**

17/06/2003 – 15/07/2003



---

Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

**Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>**  
COMUNE DI GALBIATE

**Gestione e Manutenzione Tecnica dello strumento gravimetrico**

P.I. Luca Vergani

**Relazione** *redatta*

Dr.ssa Anna De Martini

**Dirigente U.O. Aria**  
**Dip. di Lecco**  
Dott. Maurizio Maierna

**Direttore Dipartimento Lecco**  
Ing. Franco Olivieri

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con uno strumento gravimetrico tra il 17 giugno e il 15 luglio 2003 nel Comune di Galbiate.

---

## Campagna di Misura di PM<sub>10</sub> COMUNE DI GALBIATE

Introduzione	
<b>Strumento per la misura di PM<sub>10</sub></b> .....	pag. 4
<b>Definizione di PM<sub>10</sub></b> .....	pag. 5
<b>Normativa</b> .....	pag. 5
Campagna di Misura	
<b>Sito di Misura</b> .....	pag. 6
<b>Principali Sorgenti Emissive</b> .....	pag. 8
<b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura</b> .....	pag. 11
<b>Andamento PM<sub>10</sub> nel periodo di misura</b> .....	pag. 13
<b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse</b> .....	pag. 15
<b>Conclusioni</b> .....	pag. 17
<b>Ringraziamenti</b> .....	Pag. 17
<b><i>Allegato Dati Giornalieri</i></b>	

# Introduzione

## Strumento per la misura di PM<sub>10</sub>

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Lecco, è stato utilizzato uno strumento gravimetrico per la misura di PM<sub>10</sub> o particolato fine.

Lo strumento sequenziale impiegato è il modello Skypost-PM prodotto dalla TCR Tecora, dotato di testata di prelievo EPA in configurazione PM<sub>10</sub> che richiede un flusso di campionamento di 1 m<sup>3</sup>/h. La testa di prelievo del campionatore corrisponde al modello SA246b dell'EPA e la versione software di gestione dell'apparecchio è dell'ottobre 2000.

Le caratteristiche principali sono:

- flusso nominale impostato a 1 m<sup>3</sup>/h;
- controllo elettronico ed automatico del flusso nominalmente entro il 2%; il sistema, se non è in grado di mantenere il flusso entro tale limite, è programmato per la continuazione del campionamento sul filtro successivo;
- sensori di temperatura dell'aria in ambiente T<sub>a</sub>, al contatore volumetrico (gas-meter) T<sub>g</sub> e del filtro T<sub>f</sub>;
- sensori di pressione atmosferica P<sub>a</sub> e di pressione a valle del filtro P<sub>f</sub>;
- caduta massima di pressione ΔP impostata nominalmente a 50 kPa; il sistema, se non è in grado di mantenere la caduta di pressione entro tale limite, è programmato per la continuazione del campionamento sul filtro successivo;
- sistema di caricamento pneumatico con capacità fino a 16 filtri; i filtri sono montati su cassette individuali in teflon a loro volta contenute in un caricatore cilindrico.

Il volume effettivo V<sub>eff</sub> (a T<sub>a</sub> e P<sub>a</sub>) e il volume a condizioni standard V<sub>st</sub> (a 25°C e 101.3 Pa), non sono misure dirette, ma sono calcolati normalizzando il volume V<sub>g</sub> (a T<sub>g</sub> e P<sub>a</sub>) misurato dal contatore volumetrico per pressione e temperatura medie. La pressione al gas-meter viene assunta pari a P<sub>a</sub> (a meno del 0.2%).

I flussi medi, effettivo e normalizzato, sono calcolati a partire dai rispettivi volumi.

Sulla stampante del sistema, al termine del campionamento di ciascun filtro, vengono riportati:

- inizio, fine e tempo effettivo di campionamento;
- eventuali allarmi di flusso, o altre anomalie;
- flussi medi e deviazione percentuale;
- volumi V<sub>g</sub>, V<sub>s</sub> e V<sub>eff</sub>;
- temperature T<sub>g</sub> media, e T<sub>a</sub> minima, media e massima;
- pressioni P<sub>a</sub> media e ΔP massima.

Nella campagna di misura il sistema ha campionato su filtri in borosilicato.

## Definizione di PM<sub>10</sub>

Inquinanti	Principali sorgenti
Particolato Fine*/** PM10	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione se primario, prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche se secondario

- \* = Inquinante Primario = Inquinante generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche;
- \*\* = Inquinante Secondario = Inquinante prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche

## Normativa

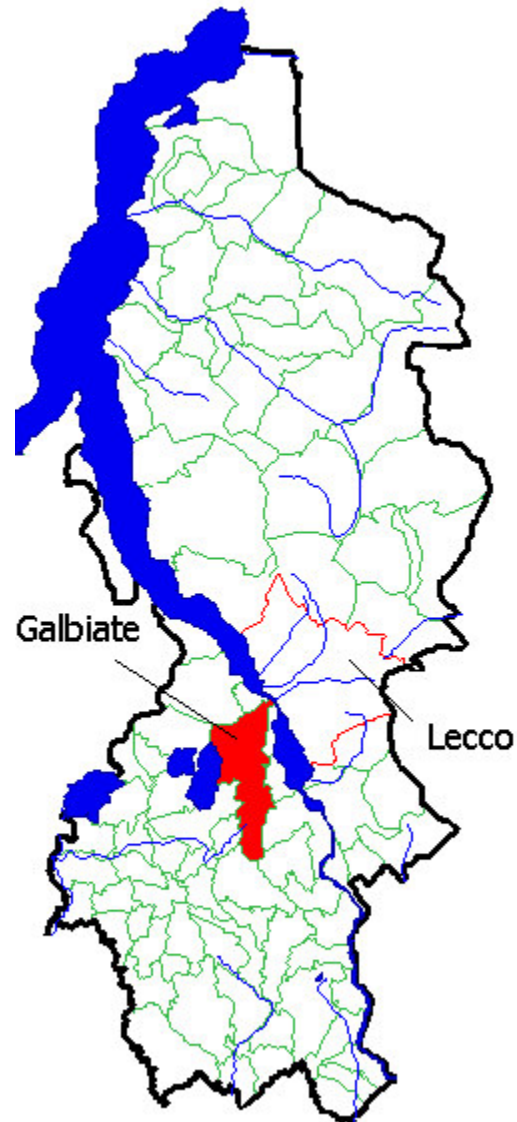
Per i principali inquinanti atmosferici, ed in particolare le polveri fini, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana (D.M. 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto viene invece utilizzata la soglia di attenzione (D.G.R. 28/10/02).

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2003.

Particolato Fine PM10	Valore Obiettivo (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	<b>50</b> (+10)	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana	<b>40</b> (+3,2)	Anno civile	D.M. 2/4/02
	Soglia di attenzione	<b>50</b>	24 h	D.G.R. 28/10/02

## Campagna di Misura

### Sito di Misura



**Periodo di Misura:** 17 giugno – 15 luglio 2003

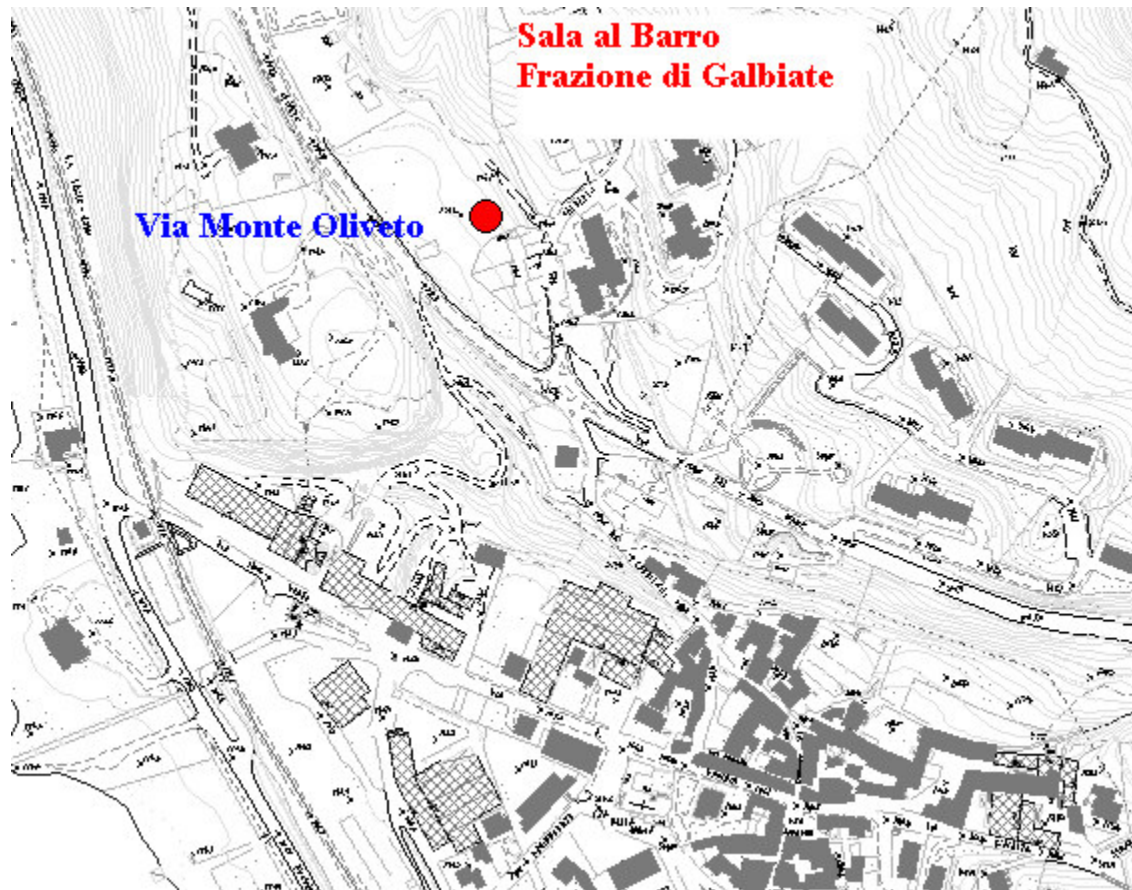
**Sito di misura:** **Comune di Galbiate**

Assi Stradali: strada urbane: via Monte Oliveto.

Area Residenziale.

Area industriale: produzione di calcestruzzo e calce, falegnameria, verniciature

Lo strumento gravimetrico è stato posizionato nel campo vicino al campo sportivo a Sala al Barro, frazione di Galbiate. Si tratta di un'area sufficientemente aperta, in prossimità della via Monte Oliveto, percorsa in entrambi i sensi di marcia da traffico locale non intenso.



## Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Galbiate è stato utilizzato l'inventario regionale, denominato INEMAR (Inventario Emissioni Aria). 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 per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

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

- Biossido di Zolfo ( $\text{SO}_2$ )
- Ossidi di Azoto ( $\text{NO}_x$ )
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano ( $\text{CH}_4$ )
- Monossido di Carbonio ( $\text{CO}$ )
- Biossido di Carbonio ( $\text{CO}_2$ )
- Ammoniaca ( $\text{NH}_3$ )
- Protossido di Azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ )

I dati sono stati elaborati al fine di definire i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico. Per i principali inquinanti sono state valutate le loro principali fonti emissive all'interno del Comune di Galbiate.

Le emissioni di **biossido di zolfo** (21 t/anno) derivano principalmente dai processi legati alla combustione industriale (48%); un contributo inferiore lo si ritrova legato anche alla combustione non-industriale (32%), dovuta per lo più agli impianti di riscaldamento civile e al trasporto su strada (9%).

Gli **ossidi di azoto** e il **monossido di carbonio** sono considerati inquinanti, la cui origine è da ricondursi quasi esclusivamente al trasporto su strada. Per le emissioni di monossido di carbonio è stata stimata una cifra pari a circa 823 t/anno, dovuta per lo più al traffico autoveicolare (52%). Le emissioni di ossidi azoto (103 t/anno) sono invece da ricondursi non soltanto alle autovetture, ma anche ai mezzi pesanti. Il contributo del traffico è stimato essere del 58%.

Per quanto riguarda il **particolato fine ( $\text{PM}_{10}$ )** e i **composti organici volatili (COV)** le principali sorgenti all'interno del Comune di Galbiate sono rispettivamente il trasporto su strada (49.5%) e la combustione non-industriale (45.1%) per  $\text{PM}_{10}$  e le attività che fanno uso di solventi (44%) e il traffico (31%) per COV.

Si riportano in tabelle (valori assoluti), le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Galbiate ed in grafico le stime (valori percentuali) relative al PM<sub>10</sub>. Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera provincia di Lecco.

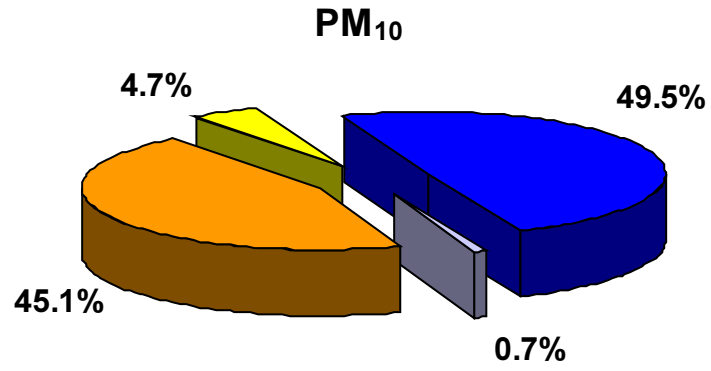
Si fa presente inoltre che l'inventario utilizzato si basa su dati riferiti al 1997.

#### Comune di Galbiate

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	PM <sub>10</sub>
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	7	15	10	98	3
Combustione nell'industria	10	13	1	3	0.3
Processi produttivi	-	-	16	-	-
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	14	-	-
Uso di solventi	-	-	156	-	-
Trasporto su strada	2	60	108	429	3
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.1	5	1	1	0.1
Agricoltura	-	-	0.02	-	-
Altre sorgenti e assorbimenti	2	10	48	292	-

#### Provincia di Lecco

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	CO	PM <sub>10</sub>
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	-	-	-
Combustione non industriale	178	486	456	5033	141
Combustione nell'industria	792	2402	180	2544	55
Processi produttivi	13	50	708	1529	26
Estrazione e distrib.di combustibili fossili	-	-	305	-	-
Uso di solventi	-	7	7155	-	11
Trasporto su strada	91	3213	4254	17930	166
Altre sorgenti mobili e macchinari	8	128	17	37	8
Trattamento e smaltimento rifiuti	13	103	38	3	4
Agricoltura	-	0	1	-	-
Altre sorgenti e assorbimenti	111	487	2360	14003	-



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

## Situazione meteorologica nel periodo di misura

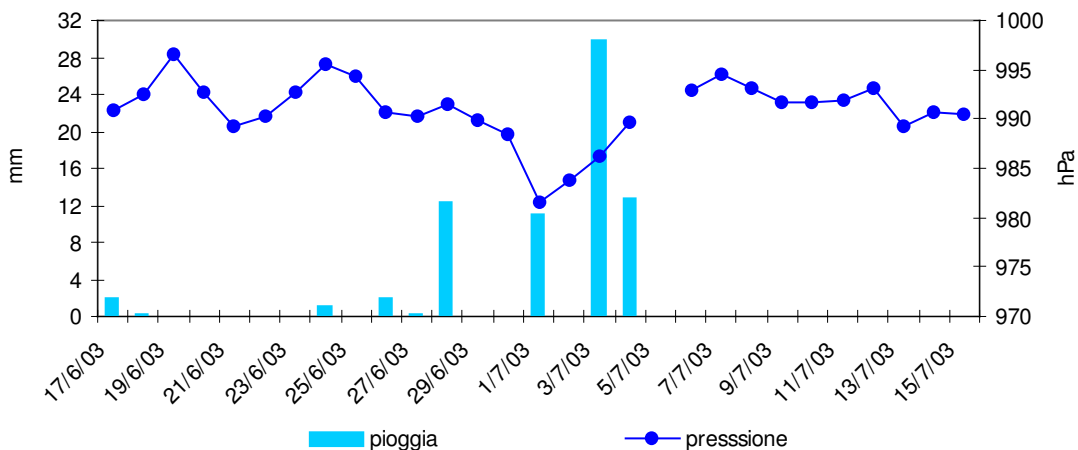
La campagna di  $PM_{10}$  è stata condotta tra il 17 giugno e il 15 luglio 2003.

Il periodo di misura è stato caratterizzato prevalentemente da un campo barico di alta pressione. Dal 17 al 18 giugno una perturbazione proveniente dalla Francia ha dato luogo a precipitazioni a carattere temporalesco, mantenendo le concentrazioni di  $PM_{10}$  al di sotto del limite di attenzione. Dal 19 al 24 giugno si è instaurata una situazione anticiclonica con venti deboli a regime di brezza, con tempo soleggiato e caldo, con possibilità di rovesci in prossimità di Prealpi e Alpi, che hanno favorito la dispersione delle polveri sottili. Nella giornata del 25 giugno, il tempo di tipo tropicale, con elevata umidità e venti a regime di brezza ha agevolato l'accumulo di  $PM_{10}$  nell'atmosfera. Dal 26 al 28 giugno, correnti occidentali, più temperate con aria umida atlantica hanno dato luogo a cielo irregolarmente nuvoloso con precipitazioni a carattere temporalesco che hanno favorito la diminuzione delle concentrazioni di  $PM_{10}$ . Dopo un breve miglioramento del tempo nelle giornate del 29 e 30 giugno, accompagnato da un aumento della temperatura, l'arrivo di correnti occidentali più temperate, che hanno dato luogo ad un tempo instabile e ventilato con precipitazione nelle giornate del 1, 3 e 4 luglio, hanno permesso una diminuzione delle temperature e di mantenere bassi i livelli di  $PM_{10}$  fino al 7 luglio. Dal 8 al 13 luglio, si è instaurata una situazione anticiclonica, che ha dato luogo a tempo stabile con brezze deboli, con scarso rimescolamento atmosferico, che hanno permesso un aumento delle concentrazioni di polveri sottili nella giornata del 13 luglio, pur rimanendo al di sotto del limite di attenzione. Infiltrazioni di aria fresca dai Balcani, con rinforzi di vento da est, hanno dato luogo il 14 e 15 luglio a cielo prevalentemente coperto e hanno favorito un abbassamento delle concentrazioni di  $PM_{10}$ .

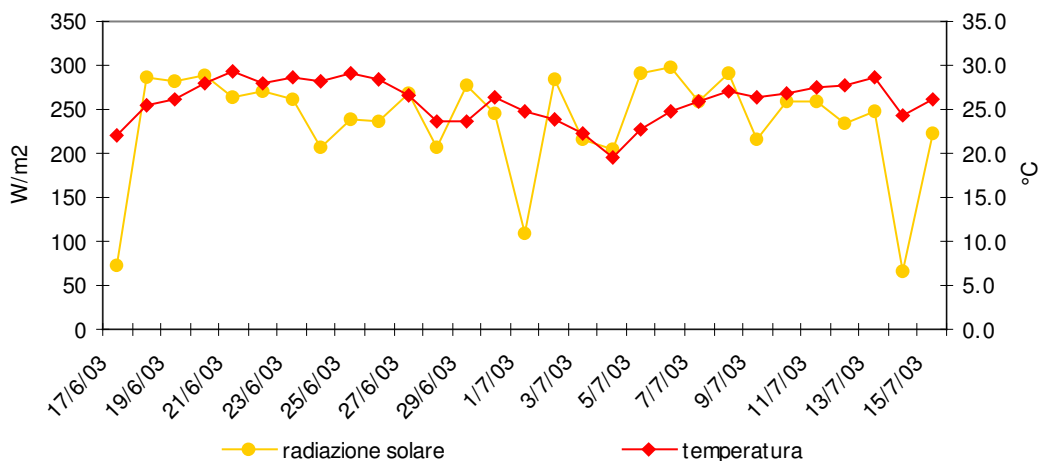
Si riportano in grafico gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso la stazione di Lecco e di Colico (solo pressione) nel periodo di misura delle polveri fini:

- precipitazioni (cumulata giornaliera) e pressione (media giornaliera)
- radiazione solare (media giornaliera) e temperatura (media giornaliera)
- velocità del vento (media giornaliera) e umidità relativa (media giornaliera)

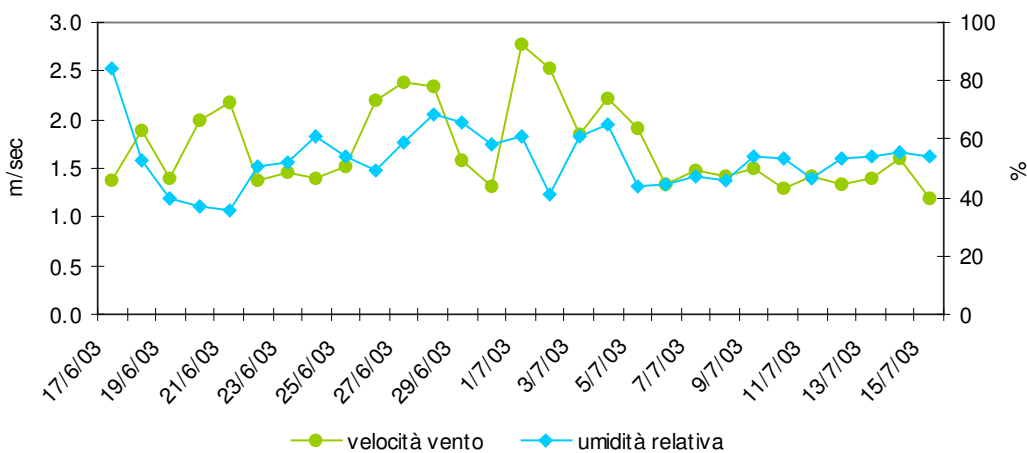
### Precipitazioni e Pressione



### Radiazione Solare Media e Temperatura



### Velocità del Vento e Umidità relativa



## Andamento PM<sub>10</sub> nel periodo di misura

Dal 17 giugno al 15 luglio 2003 è stata realizzata nel Comune di Galbiate, frazione Sala al Barro, una campagna di monitoraggio del PM<sub>10</sub>. Lo strumento gravimetrico è stato posizionato nel campo vicino al campo sportivo comunale presso la via Monte Oliveto.

Il **Particolato Fine (PM<sub>10</sub>)** è considerato uno dei “nuovi inquinanti”, la sua misura è stata introdotta a partire dal 2000. Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi nuovamente al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia. Durante la permanenza in atmosfera le particelle subiscono diverse trasformazioni, che alterano le loro caratteristiche chimiche e morfologiche. Il Particolato Totale Sospeso è costituito da particelle con dimensioni differenti: si possono misurare particelle con diametro aerodinamico dell'ordine di alcune frazioni di micron fino a particelle grandi con diametro attorno alle decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle fini e come tali presentano caratteristiche tali da penetrare nelle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a 10 µm.

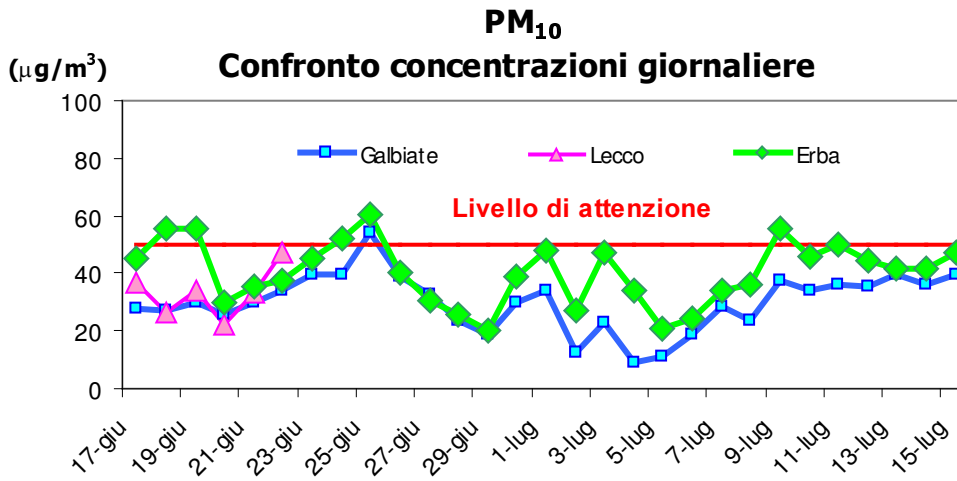
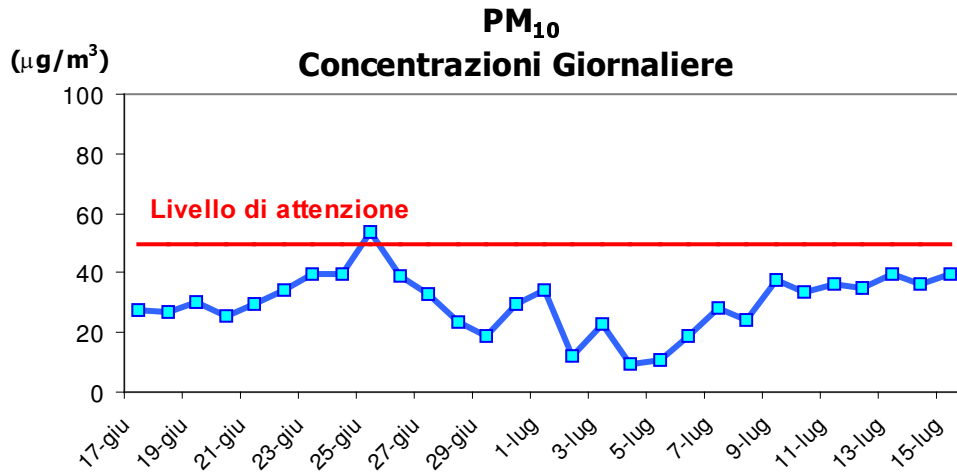
Durante il periodo di misura, le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> non sono state particolarmente elevate, poiché i venti a regime di brezza e le occasionali instabilità hanno favorito la dispersione delle polveri. Solamente nella giornata del 25 giugno, particolarmente calda e umida, con debole rimescolamento dell'atmosfera, si ha avuto il superamento del livello di attenzione (50 µg/m<sup>3</sup>).

---

L'evoluzione temporale del PM<sub>10</sub> è rappresentata con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- confronto dell'evoluzione temporale delle concentrazioni giornaliere rilevate nel sito Galbiate-Sala al Barro da un gravimetrico con quelle di Lecco-via Amendola e di Erba da uno strumento in continuo.

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.



## Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

I dati di PM<sub>10</sub> rilevati dallo strumento gravimetrico sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nella centralina di Erba, centralina appartenente alla rete fissa della qualità dell'aria dell'Arpa Lombardia. La scelta di confrontare i dati di Sala al Barro con quelli della stazione fissa di Erba, è stata dettata dal guasto dello strumento presente nella centralina di Lecco, che non ha permesso di rilevare le concentrazioni di PM<sub>10</sub> per l'intero periodo in cui è stata effettuata la campagna di misura.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
<b>Galbiate</b>	PUB	URBANA	FONDO	371	17 giugno -15 luglio
<b>Erba</b>	PUB	URBANA	FONDO	323	Stazione Fissa
<b>Lecco</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	Stazione 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

Nella seguente tabella si riporta alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a PM<sub>10</sub> relativi al periodo della campagna di misura:

- % rendimento
- media delle concentrazioni medie orarie;
- numero e giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione

## Tabella

### PM<sub>10</sub>

	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	N° giorni superamento Liv.Attenzione
<b>Galbiate</b>	100	30	<b>1</b> 25 giugno
<b>Erba</b>	100	40	<b>5</b> 18-19-24-25 giugno 9 luglio
<b>Lecco</b>	21	33	<b>0</b>

Le concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate nei siti di Galbiate e Erba sono confrontabili. Le concentrazioni a Galbiate risultano essere solamente leggermente inferiori rispetto a quelle di Erba. Questo potrebbe essere legato al fatto che il punto di prelievo della centralina di Erba è situato presso una strada urbana, con sicuramente maggior traffico della via Monte Oliveto a Sala al Barro.

## **Conclusioni**

Durante la campagna di misura del  $PM_{10}$  presso Galbiate, frazione Sala al Barro, le concentrazioni si sono mantenute al di sotto del livello di attenzione, superandone il limite solamente una volta, a causa della situazione meteorologica caratterizzata da scarso rimescolamento.

Le concentrazioni di  $PM_{10}$  sono state confrontate con quelle misurate presso la centralina di Erba appartenente alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria dell'Arpa.

La campagna di rilevamento di  $PM_{10}$  effettuata nel comune di Galbiate non ha rilevato delle criticità particolari legate alla situazione locale.

## **Ringraziamenti**

Si ringrazia l'Amministrazione Comunale per l'insostituibile collaborazione apportata durante la campagna di monitoraggio.

## Allegato Dati Giornalieri

	Media Giornaliera		
	Galbiate-Sala al Barro	Media Giornaliera Lecco	Media Giornaliera Erba
17/6/03	28	37	45
18/6/03	27	27	55
19/6/03	30	34	55
20/6/03	25	23	30
21/6/03	30	33	36
22/6/03	34	47	37
23/6/03	40		45
24/6/03	40		52
25/6/03	54		60
26/6/03	39		41
27/6/03	33		30
28/6/03	23		26
29/6/03	19		20
30/6/03	30		39
1/7/03	34		48
2/7/03	12		27
3/7/03	23		47
4/7/03	9		34
5/7/03	11		21
6/7/03	19		24
7/7/03	28		34
8/7/03	24		36
9/7/03	38		55
10/7/03	34		46
11/7/03	36		50
12/7/03	35		44
13/7/03	40		41
14/7/03	36		41
15/7/03	39		47

Unità di misura:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$