

Laboratorio Mobile
Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI LECCO

3/04/2003 – 1/05/2003



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI LECCO

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

Premessa

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misura condotta con uno strumento gravimetrico tra il 3 aprile e il 1 maggio 2003 nel Comune di Lecco.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI **LECCO**

Introduzione	
Strumento per la misura di PM₁₀	pag. 4
Definizione di PM₁₀	pag. 5
Normativa	pag. 5
Campagna di Misura	
Sito di Misura	pag. 6
Principali Sorgenti Emissive	pag. 8
Situazione Meteorologica nel periodo di misura	pag. 11
Andamento PM₁₀ nel periodo di misura	pag. 13
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse	pag. 15
Conclusioni	pag. 17
Ringraziamenti	Pag. 17
<i>Allegato Dati Giornalieri</i>	

Introduzione

Strumento per la misura di PM₁₀

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Lecco, è stato utilizzato uno strumento gravimetrico per la misura di PM₁₀ o particolato fine.

Lo strumento sequenziale impiegato è il modello Skypost-PM prodotto dalla TCR Tecora, dotato di testata di prelievo EPA in configurazione PM₁₀ che richiede un flusso di campionamento di 1 m³/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 m³/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_a, al contatore volumetrico (gas-meter) T_g e del filtro T_f;
- sensori di pressione atmosferica P_a e di pressione a valle del filtro P_f;
- 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_{eff} (a T_a e P_a) e il volume a condizioni standard V_{st} (a 25°C e 101.3 Pa), non sono misure dirette, ma sono calcolati normalizzando il volume V_g (a T_g e P_a) misurato dal contatore volumetrico per pressione e temperatura medie. La pressione al gas-meter viene assunta pari a P_a (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_g, V_s e V_{eff};
- temperature T_g media, e T_a minima, media e massima;
- pressioni P_a media e ΔP massima.

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

Definizione di PM₁₀

Inquinanti	Principali sorgenti
Particolato Fine* / ** PM10	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione

* = 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

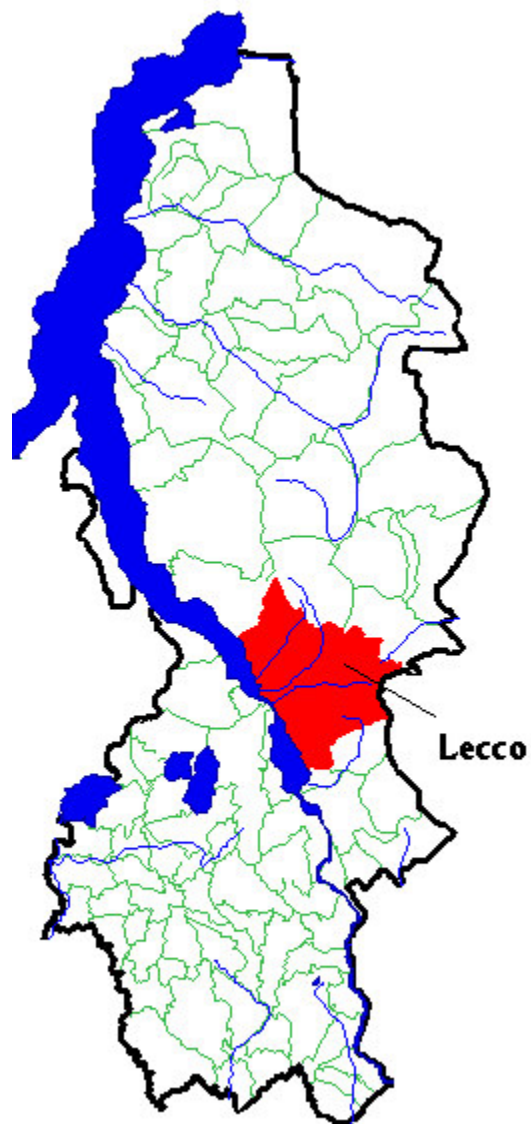
Per i principali inquinanti atmosferici, ed in particolare le polveri fini, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard 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 ³)	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 (+10)	24 h	D.M. 2/4/02
Valore limite protezione salute umana	40 (+3,2)	Anno civile	D.M. 2/4/02
Soglia di attenzione	50	24 h	D.G.R. 28/10/02

Campagna di Misura

Sito di Misura



Periodo di Misura: 3 aprile 2003 – 1 maggio 2003

Sito di misura: Comune di Lecco

Assi Stradali: strade urbane: via Milazzo, via Pasubio, via Catalafimi;
Area Residenziale.

Lo strumento gravimetrico è stato posizionato nel cortile del Liceo Artistico, di Via Catalafimi. Si tratta di un'area sufficientemente aperta, in prossimità della via Milazzo e della via Pasubio, percorse in entrambi i sensi di marcia da traffico locale, anche se intenso in alcune ore del giorno, posto in una zona residenziale.



Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Lecco 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 (SO_2)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH_4)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO_2)
- Ammoniaca (NH_3)
- Protossido di Azoto (N_2O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai $10 \mu\text{m}$ (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 Lecco.

Le emissioni di **biossido di zolfo** (104 t/anno) derivano principalmente dai processi legati alla combustione industriale (62%); un contributo inferiore lo si ritrova legato anche alla combustione non-industriale (17%), dovuta per lo più agli impianti di riscaldamento civile e al trasporto su strada (13%).

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 5123 t/anno, dovuta per lo più al traffico autoveicolare (59%). Le emissioni di ossidi azoto (581.5 t/anno) sono invece da ricondursi non soltanto alle autovetture, ma anche ai mezzi pesanti. Il contributo del traffico è stimato essere del 68%.

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM_{10})** e i **composti organici volatili (COV)** le principali sorgenti all'interno del Comune di Lecco sono il trasporto su strada e le attività che fanno uso di solventi: il contributo di quest'ultima sorgente risulta preponderante in particolare per le emissioni di COV (52%).

Si riportano in tabelle (valori assoluti), le stime relative ai principali inquinanti emessi dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Lecco ed in grafico le stime (valori percentuali) relative al PM₁₀. 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.

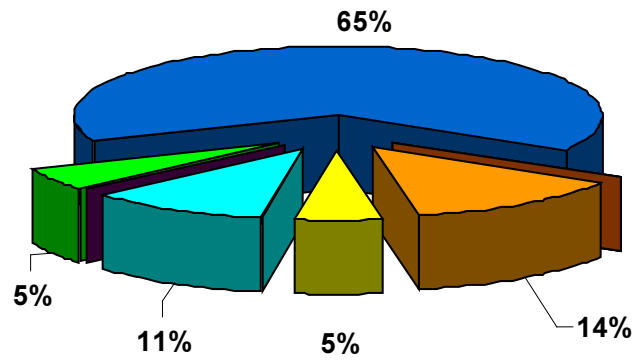
Comune di Lecco

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Combustione non industriale	17.6	59.5	19.3	177.5	5.8
Combustione nell'industria	64.1	69.0	3.6	102.0	2.2
Processi produttivi	1.8	22.8	93.1	1011.0	4.6
Estrazione e distribuzione combustibili	0.0	0.0	44.9	0.0	0.0
Uso di solventi	0.0	6.6	1148.7	0.0	2.2
Trasporto su strada	14.0	393.1	710.3	2997.7	27.1
Altre sorgenti mobili e macchinari	0.0	1.4	0.2	0.4	0.0
Agricoltura	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Altre sorgenti e assorbimenti	6.6	29.0	172.1	834.4	0.0

Provincia di Lecco

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO ₂	NO _x	COV	CO	PM ₁₀
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	-	-	0	-	-
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	-

PM₁₀



- | | |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ■ 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

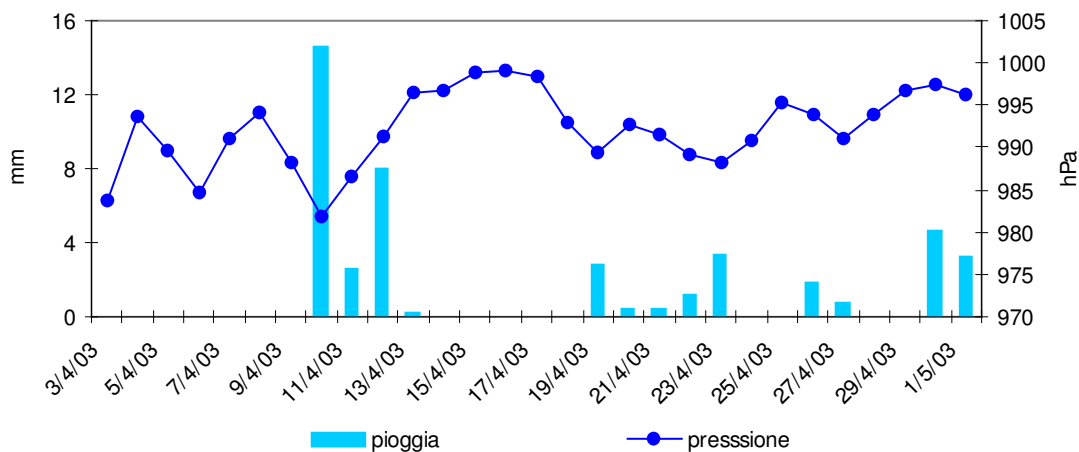
La campagna di PM_{10} è stata condotta tra il 3 aprile e il 1 maggio 2003.

Il periodo di misura è stato caratterizzato principalmente da un tempo mutevole. Dal 3 al 7 aprile il tempo è stato variabile con locali rovesci e con venti moderati da nord (foehn o aria artica), favorendo la dispersione di PM_{10} . Dal 8 al 9 aprile, un temporaneo campo di alta pressione con residua circolazione di aria artica molto secca ha dato luogo a cielo prevalentemente sereno, comunque con un buon rimescolamento delle polveri. Nei giorni successivi, dal 10 al 12 aprile, un campo di bassa pressione con giornate con precipitazioni diffuse, ha agevolato il mantenimento di basse concentrazioni delle polveri. Dal 13 al 18 aprile, l'instaurarsi di un debole campo di alta pressione, con passaggio in quota di sistemi nuvolosi senza precipitazione, ha determinato giornate prevalentemente serene, con inversioni termiche notturne, che hanno favorito l'accumulo del PM_{10} . Con l'aumento dell'instabilità atmosferica, dovuta al sopraggiungere di una perturbazione, attenuatasi solamente dal giorno 23 aprile, le concentrazioni di polveri fini sono diminuite. Dal 23 al 25 aprile, un aumento della stabilità atmosferica ha agevolato un accumulo di PM_{10} , diminuito solamente dal giorno 26 per il passaggio di una perturbazione che ha contribuito a limitare le concentrazioni di polveri fino al giorno 27. Dopo una breve alta pressione, che ha determinato tempo sereno e stabile nella giornata del 28 aprile, un campo di bassa pressione, con tempo nuvoloso, ma con venti deboli meridionali ed inversioni termiche notturne, ha causato l'accumulo di polveri fino al giorno 30 aprile.

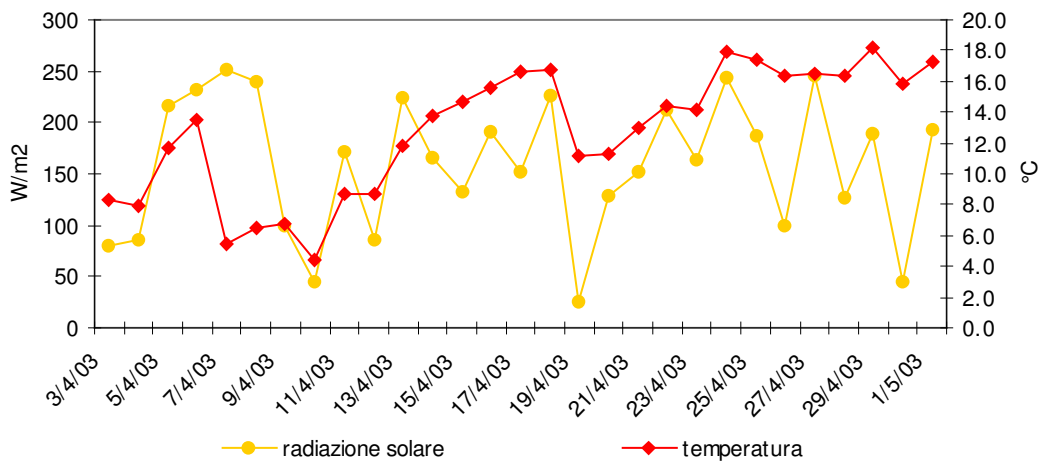
Si riportano in grafico gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati nel periodo di misura delle polveri fini:

- 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)

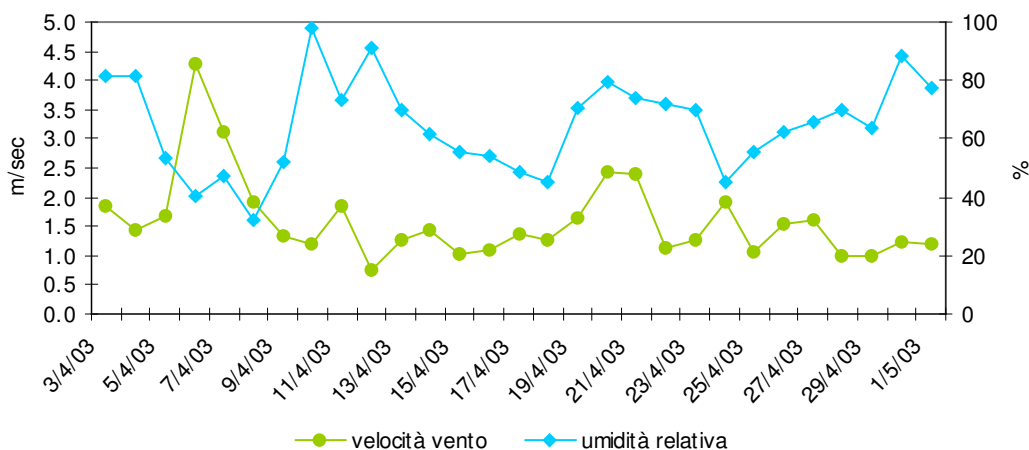
Precipitazioni e Pressione



Radiazione Solare Media e Temperatura



Velocità del Vento e Umidità relativa



Andamento PM_{10} nel periodo di misura

Dal 3 aprile al 1 maggio 2003 è stata realizzata nel Comune di Lecco una campagna di monitoraggio del PM_{10} . Lo strumento gravimetrico è stato posizionato nel cortile del Liceo Artistico tra la via Milazzo e la via Pasubio.

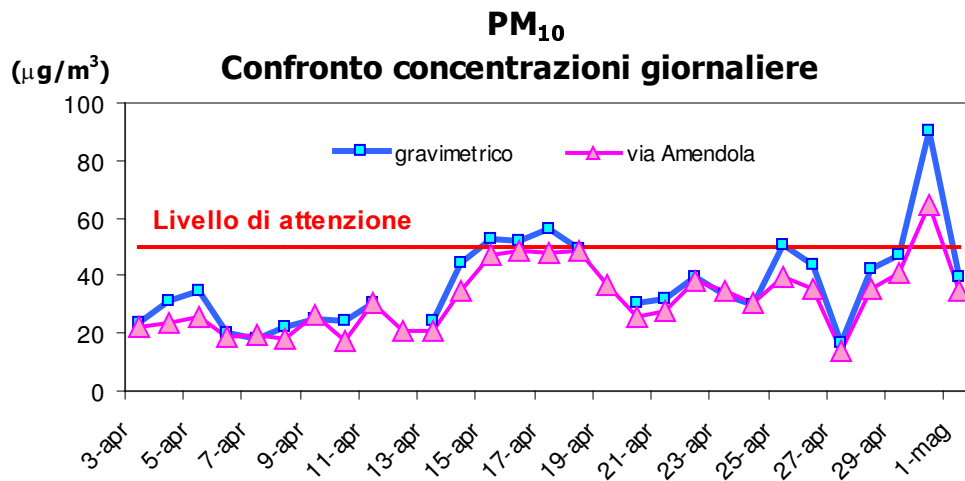
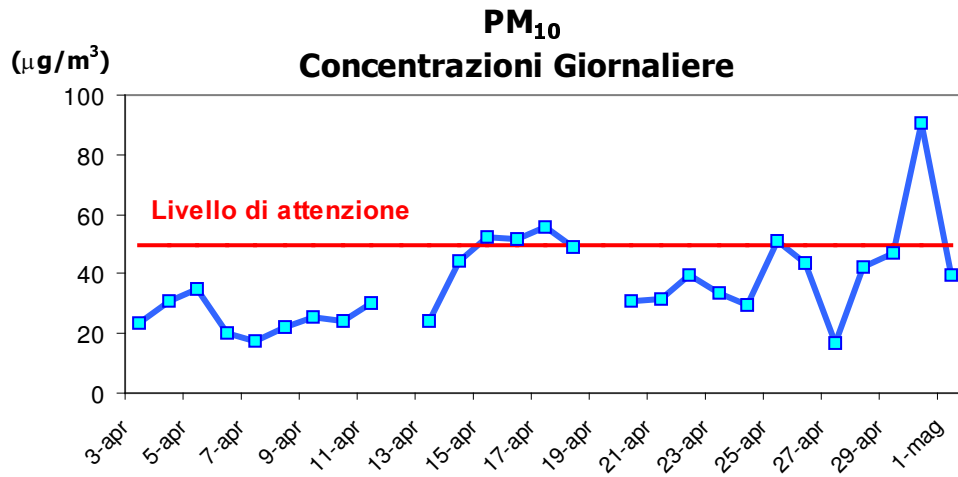
Il **Particolato Fine (PM_{10})** è considerato uno dei “nuovi inquinanti”, la sua misura è stata introdotta a partire dal 2000. Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi nuovamente 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 $10\ \mu m$.

Durante il periodo di misura, le concentrazioni giornaliere di PM_{10} non sono state particolarmente elevate, superando solamente cinque giorni il livello di attenzione ($50\ \mu g/m^3$). Questi superamenti sono dipesi dalla situazione meteorologica: giornate prevalentemente serene, con venti deboli, ed inversioni termiche, condizioni che non hanno permesso il rimescolamento delle polveri.

L'evoluzione temporale del PM_{10} 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 Lecco-Liceo Artistico da un gravimetrico con quelle di Lecco-via Amendola 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_{10} rilevati dallo strumento gravimetrico sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nella centralina di Lecco in via Amendola, centralina appartenente alla rete fissa della qualità dell'aria della provincia di Lecco.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Lecco Liceo Artistico	PUB	URBANA	TRAFFICO	214	3 aprile -1 maggio
Lecco via Amendola	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 PM₁₀ 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

PM₁₀

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° giorni superamento Liv.Attenzione
Lecco Liceo Artistico	93	37	5 15-16-17-25-30 aprile
Lecco via Amendola	100	32	1 30 aprile

Le concentrazioni di PM₁₀ misurate nei due siti sono confrontabili. Si sono verificati alcuni superamenti del limite di attenzione pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: cinque nella postazione presso il Liceo Artistico e uno in via Amendola. D'altra parte, come si può osservare nelle tabella allegata dei valori giornalieri le differenze tra le concentrazioni sono minime.

Conclusioni

Durante la campagna di misura del PM_{10} presso il Liceo Artistico di Lecco, le concentrazioni si sono mantenute al di sotto del livello di attenzione, superandone il limite solamente cinque volte, a causa della situazione meteorologica caratterizzata da scarso rimescolamento.

Le concentrazioni di PM_{10} sono state confrontate con quelle misurate presso la centralina di via Amendola appartenente alla rete di monitoraggio della qualità dell'aria dell'Arpa. Si osserva un buon accordo dei livelli di polvere fine.

Ringraziamenti

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

Allegato Dati Giornalieri

Inquinante: PM₁₀

Unità di misura: µg/m³

	Media Giornaliera Liceo Artistico	Media Giornaliera via Amendola
3/4	24	22
4/4	31	23
5/4	35	26
6/4	20	19
7/4	18	20
8/4	22	18
9/4	25	26
10/4	24	18
11/4	30	31
12/4		21
13/4	24	21
14/4	45	35
15/4	53	47
16/4	52	49
17/4	56	48
18/4	49	49
19/4		37
20/4	31	25
21/4	32	28
22/4	39	38
23/4	33	35
24/4	30	31
25/4	51	39
26/4	44	35
27/4	17	14
28/4	42	36
29/4	47	41
30/4	90	65
1/5	40	35