



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI COLICO

27/02/09 - 28/03/2009

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI COLICO

Gestione e Manutenzione Tecnica dello strumento gravimetrico

P.I. Luca Vergani

Relazione *redatta da*

Dott.ssa Laura Carroccio
Dott.ssa Anna De Martini

Approvata da

Responsabile U.O. Territorio e Sistemi Ambientali
Dott.ssa Paola Bossi

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla prima parte della campagna di misura 2009 per il monitoraggio del PM₁₀ nel Comune di Colico.

La campagna è stata condotta con strumento gravimetrico dal 27 febbraio al 28 marzo 2009, secondo i criteri previsti dal DM 60/2002.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI COLICO

Introduzione

Strumento per la misura del PM₁₀	Pag. 3
Definizione di PM₁₀	Pag. 4
Normativa	Pag. 4
Campagna di Misura	
Sito di Misura	pag. 5
Emissioni sul territorio	pag. 7
Situazione Meteorologica nel periodo di misura	pag. 10
Andamento del PM₁₀ nel periodo di misura	pag. 13
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse	pag. 15
Conclusioni	pag. 17

Allegato Dati Orari

Introduzione

Strumento per la misura del PM₁₀

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Lecco, è stato utilizzato uno strumento gravimetrico per la misura del PM₁₀ o particolato fine, che risponde ai criteri del DM 60 del 2/4/02.

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.

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 Ta, al contatore volumetrico (gas-meter) Tg e del filtro Tf;
- sensori di pressione atmosferica Pa e di pressione a valle del filtro Pf;
- caduta massima di pressione DP 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 Ta e Pa) 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 Tg e Pa) misurato dal contatore volumetrico per pressione e temperatura medie. La pressione al gas-meter viene assunta pari a Pa (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 Tg media, e Ta minima, media e massima;
- pressioni Pa media e DP massima.

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

La scelta del sito di campionamento viene effettuata seguendo i criteri descritti nell'Allegato VIII del D.M. 60 del 2 aprile 2002 concernente l'ubicazione dei punti di misura fissi.

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 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;

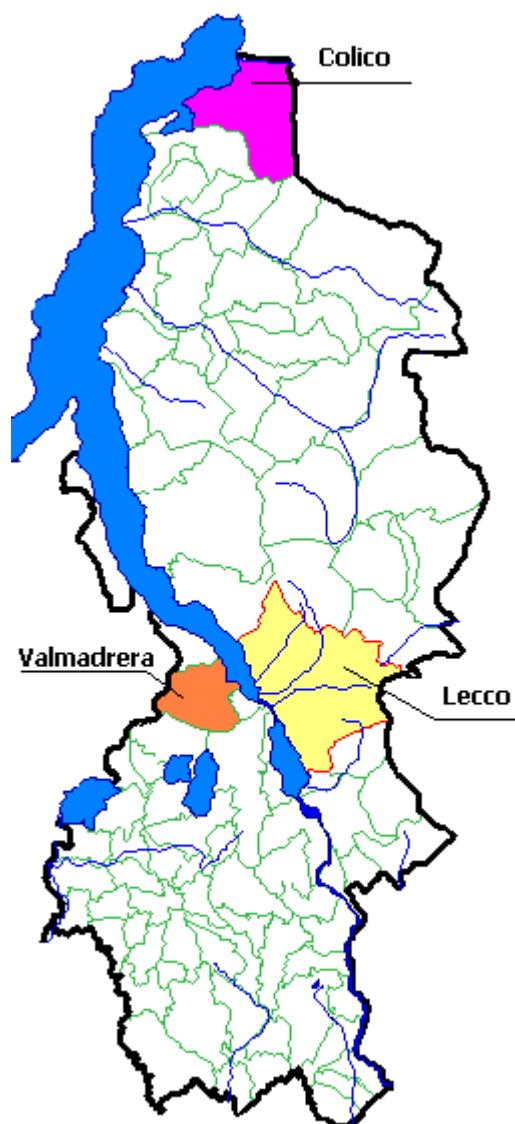
** = Inquinante Secondario = Inquinante prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche

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. 60 del 2/4/02) allo scopo di prevenire esposizioni croniche.

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	24 ore	D.M. n.60 del 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana 40	Anno civile	D.M. n.60 del 2/4/02

Campagna di Misura



Sito di misura: **Comune di Colico**

Posizionamento: via la Madoneta - loc. Boscone
c/o Istituto Tecnico "Marco Polo"

Assi stradali : S.P. 72 a circa 150 m
S.S. 36 ed FS Lecco-Sondrio-Tirano a circa 500 m



● Postazione del gravimetrico

Il campionatore sequenziale è stato posizionato alla periferia Nord del centro urbano, vicino all'Istituto Tecnico Marco Polo ed all'interno del recinto di pertinenza della centralina Arpa della Rete Provinciale di Qualità dell'Aria.

Si tratta di un'area sufficientemente aperta, lontana da fonti dirette ma posta nelle vicinanze della S.P. 72, percorsa in entrambi i sensi di marcia da traffico locale spesso intenso. Il sito è idoneo per la valutazione della qualità dell'aria dell'area circostante.

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Colico, è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2005.

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 (SO₂)
- Ossidi di Azoto (NO_x)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH₄)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO₂)
- Ammoniaca (NH₃)
- Protossido di Azoto (N₂O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM₁₀)

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

I dati di INEMAR sono stati elaborati al fine di definire i contributi dei singoli macrosettori alle emissioni in atmosfera di PM₁₀ nel comune di Colico.

Per il **particolato fine (PM₁₀)** (14.4 t/anno), le principali fonti di emissione risultano il trasporto su strada (42% delle emissioni totali), la combustione non-industriale(32%) ed altre sorgenti mobili e macchinari (18%). Contribuiscono in maniera meno incisiva anche le altre sorgenti mobili ed assorbimenti, la combustione nell'industria e l'agricoltura.

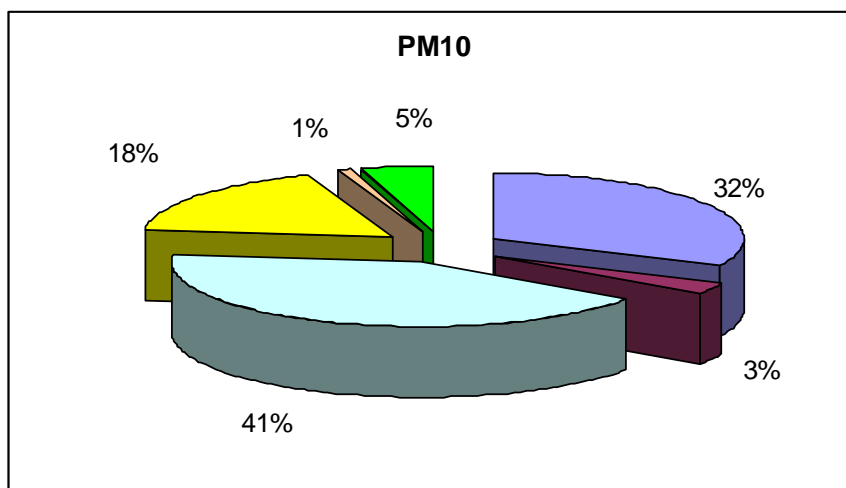
Riguardo al trasporto su strada, si rileva che l'influenza maggiore è esercitata dalle auto diesel, mentre la legna riveste un ruolo fondamentale per le emissioni legate alla combustione non industriale cioè al riscaldamento domestico.

Si riportano in tabella (valori assoluti e percentuali) ed in grafico (valori percentuali), le stime relative al PM₁₀ emesso dai diversi tipi di sorgente all'interno del Comune di Colico.

Comune di Colico

Emissioni relative all'anno 2005

Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM ₁₀ t/anno	totale t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	GPL	-	4.6	32%
	metano	-		
	gasolio	0.2		
	kerosene	-		
	olio combust legna e similari	0.1 4.3		
Combustione nell'industria	metano	-	0.4	3%
	gasolio	0.2		
	legna e similari	0.3		
Processi produttivi	-	-	-	
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	
Uso di solventi	-	-	-	
Trasporto su strada	GPL	-	6.1	42%
	diesel	3.4		
	metano senza comb.	- 2.1		
	benzina verde	0.5		
Altre sorgenti mobili e macchinari	diesel	2.6	2.6	18%
	benzina verde	-		
Agricoltura	senza comb.	0.1	0.1	1%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza comb.	0.7	0.7	5%
		14.4	14.4	100%

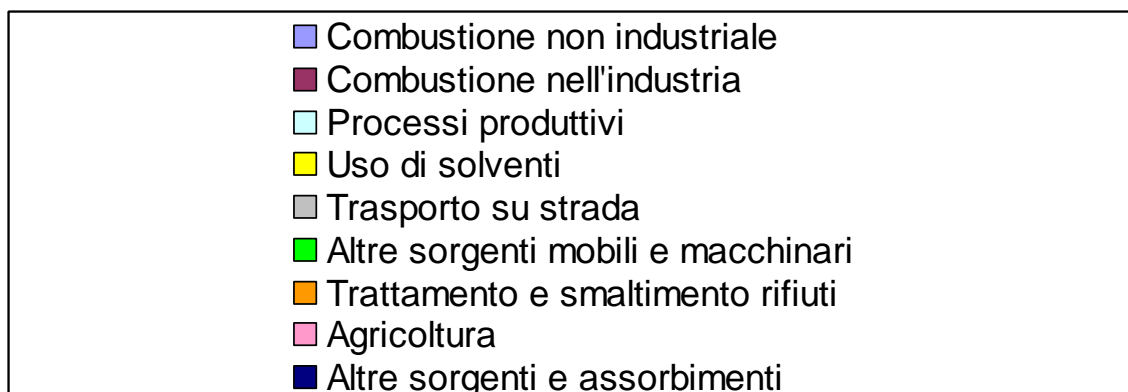
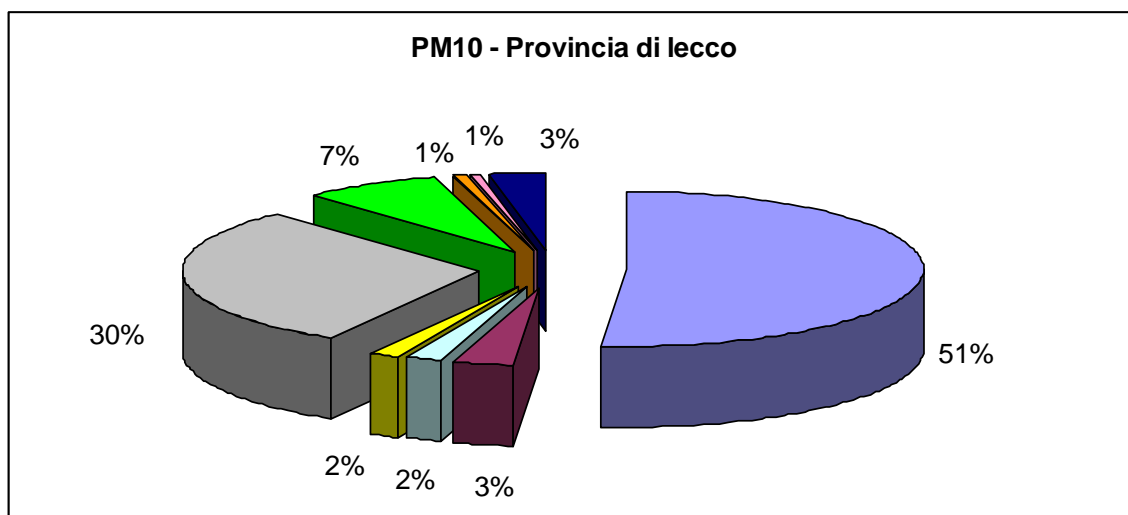


- Combustione non industriale
- Processi produttivi
- Uso di solventi
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Altre sorgenti e assorbimenti
- Combustione nell'industria
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Trasporto su strada
- Agricoltura

Per un confronto si riportano anche le stime riferite all'intera provincia di Lecco.

ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2005

	PM ₁₀	Distribuzione percentuale
	t/anno	%
Produzione energia e trasform. combustibili		
Combustione non industriale	428	51%
Combustione nell'industria	27	3%
Processi produttivi	15	2%
Estrazione e distribuzione combustibili		
Uso di solventi	14	2%
Trasporto su strada	247	30%
Altre sorgenti mobili e macchinari	62	7%
Trattamento e smaltimento rifiuti	8	1%
Agricoltura	5	1%
Altre sorgenti e assorbimenti	26	3%
Totale	831	100%



Situazione meteorologica nel periodo di misura

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 le condizioni meteorologiche influiscono 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 verificatasi nel periodo di monitoraggio.

Dall'inizio della campagna al 5 marzo, la situazione meteorologica è stata caratterizzata da tempo perturbato ovunque, per la presenza di una struttura depressionaria sull'Italia. In particolare nei giorni 4 e 5, ci sono stati cielo coperto ovunque e precipitazioni diffuse, nevose su Alpi e Prealpi oltre i 900-1000 metri. Il periodo è stato caratterizzato da temperature massime spesso al di sotto della media decadale del periodo, di 3-4 °C, con valori ancora inferiori, durante il passaggio perturbato.

Da venerdì 6 a mercoledì 18, l'allontanamento della depressione a sudest ha determinato tempo in miglioramento, soleggiato ovunque, precipitazioni assenti o solo occasionali isolate.

La ventilazione è stata prevalentemente moderata e secca dai quadranti settentrionali. A volte, il foehn (in particolare sabato 14) nelle valli e sull'alta pianura, ha accentuato il rialzo termico.

Da giovedì 19, l'anticiclone è stato progressivamente eroso dalla discesa di un nucleo freddo e instabile dalla Scandinavia. Ciò ha determinato un rinforzo del vento a tutte le quote, un calo marcato delle temperature e qualche debole e occasionale rovescio, nevoso anche a basse quote.

Dal 21 il nuovo consolidamento del promontorio anticiclonico ha determinato tempo prevalentemente soleggiato su tutta la regione, con rapida attenuazione del vento e progressivo aumento delle temperature massime.

Dal 23, si è registrato dapprima un flusso di correnti atlantiche, che hanno determinato condizioni di spiccata variabilità: nuvolosità irregolare, alternata da intervalli più soleggiati.

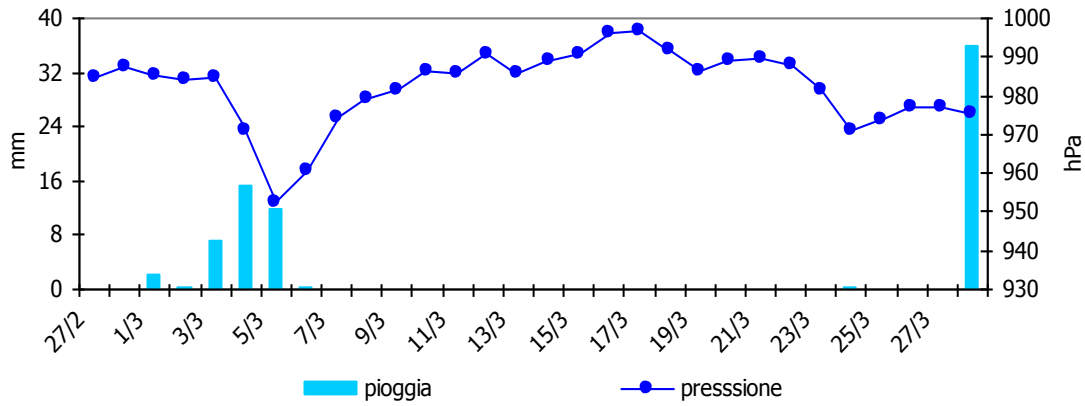
Successivamente, l'avvicinarsi di una vasta struttura depressionaria ha portato a tempo marcatamente perturbato con correnti umide, dai quadranti meridionali, con nuvolosità estesa e piogge diffuse.

Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso le stazioni di Colico e Valmadrera (solo radiazione) nel periodo di misura delle polveri fini:

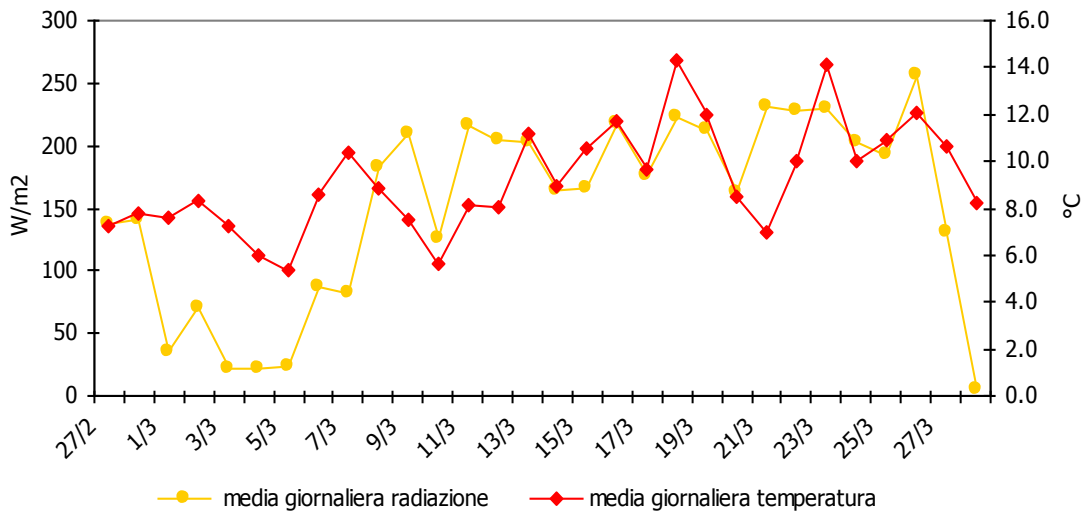
- precipitazioni (cumulata giornaliera) e pressione (media giornaliera)
- radiazione solare (media giornaliera) e temperatura (media giornaliera)
- velocità del vento (media giornaliera) e umidità relativa (media giornaliera)
- temperatura (massime e minime giornaliere)

ANDAMENTI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI

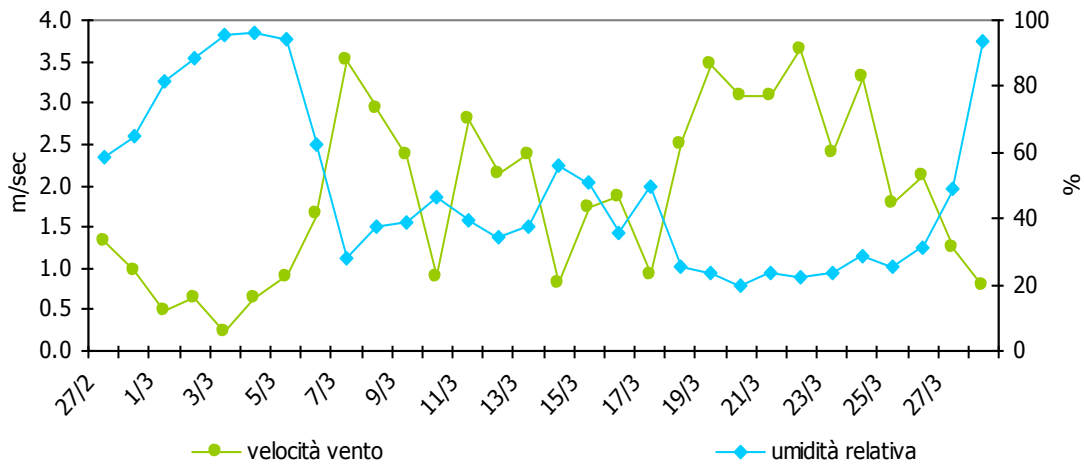
Precipitazioni e Pressione



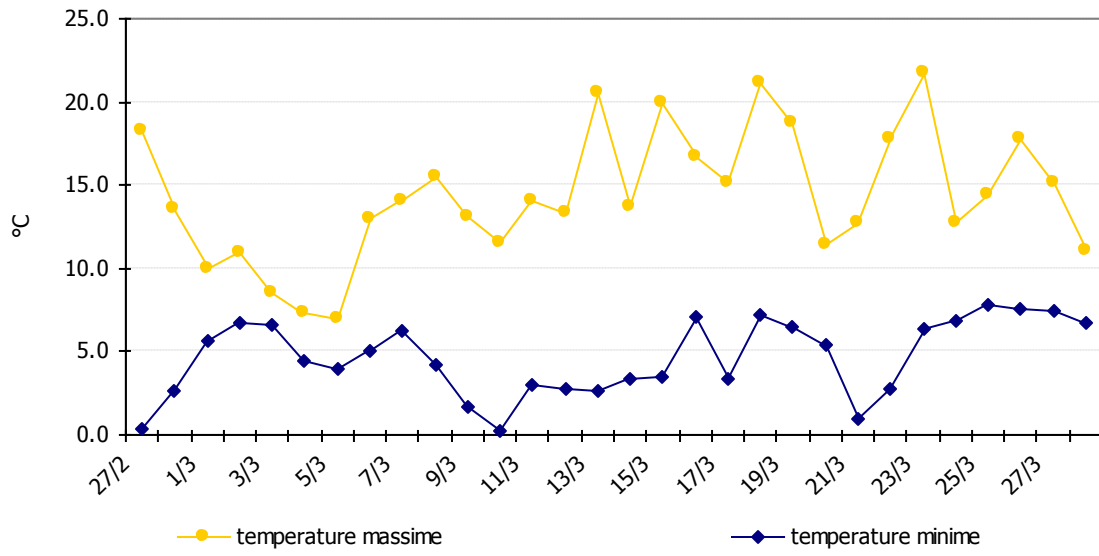
Radiazione Solare Media e Temperatura



Velocità del Vento e Umidità relativa



Temperature massime e minime



Andamento del PM₁₀ nel periodo di misura

Dal 27 febbraio al 28 marzo 2009 è stata realizzata nel Comune di Colico una campagna di monitoraggio del PM₁₀. Nello stesso comune è presente dal 1996 una centralina di monitoraggio appartenente alla rete provinciale della Qualità dell'Aria. La centralina è sprovvista di campionatore di polveri. La campagna è stata svolta al fine di valutare le concentrazioni di PM₁₀ nella parte settentrionale della Provincia.

Il campionatore sequenziale è stato posizionato presso la centralina esistente, lontano da fonti dirette. Il sito è idoneo per la valutazione della qualità dell'aria dell'area circostante.

Il **Particolato Fine (PM₁₀)** è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono essere di 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. Le principali sorgenti naturali sono erosione e risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche si riconducono principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

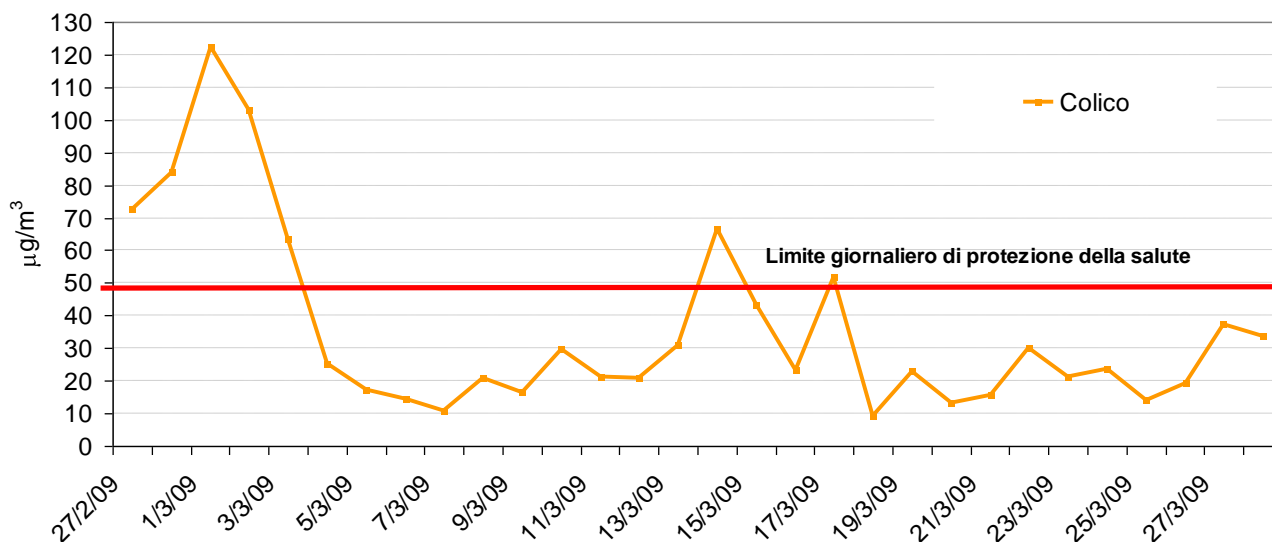
L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM₁₀), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM_{2.5}).

Attualmente la legislazione europea e nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM₁₀, mentre per il PM_{2.5}, la comunità europea in collaborazione con gli enti nazionali, sta effettuando le necessarie valutazioni.

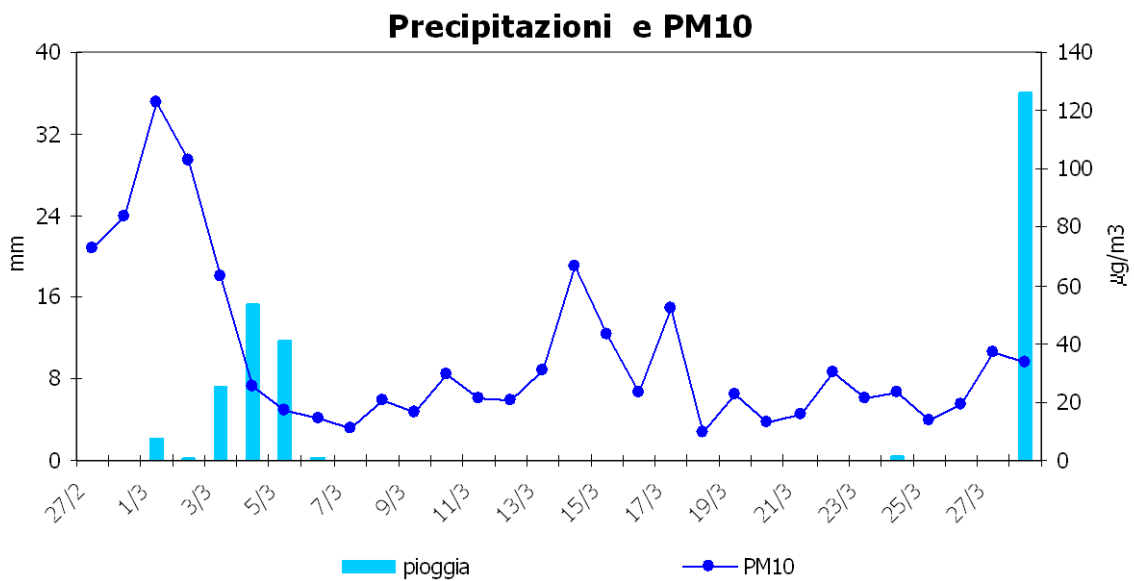
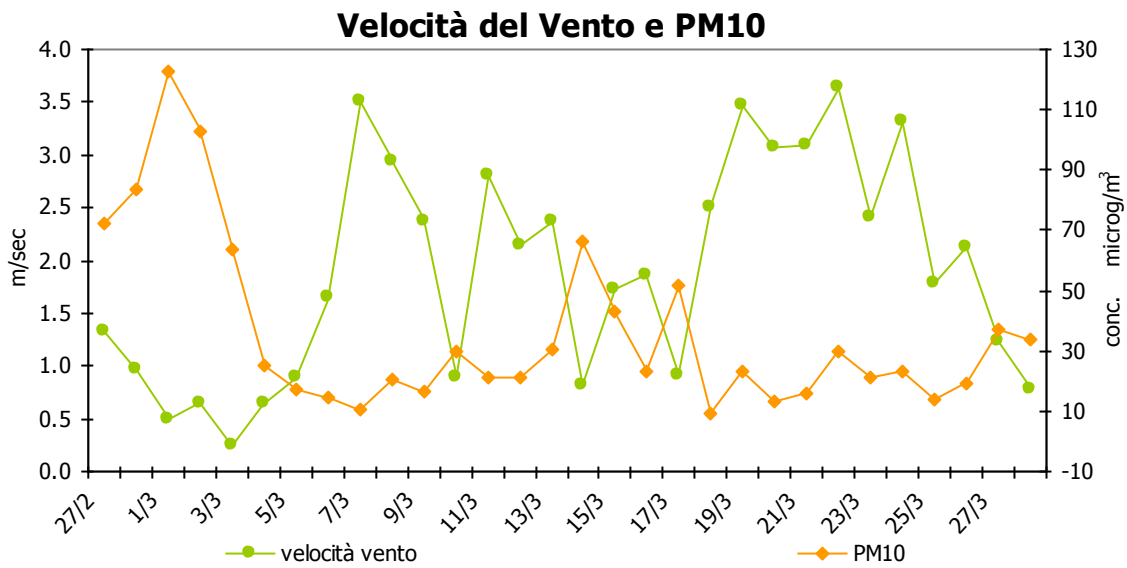
La misura di **PM₁₀** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23:55 dello stesso giorno.

Durante il periodo di misura, le concentrazioni giornaliere di **PM₁₀** hanno superato in diversi giorni il limite giornaliero di 50 µg/m³. Ciò è stato anche favorito dalla situazione meteorologica contraddistinta da uno scarso rimescolamento che non ha favorito la dispersione delle polveri.

Concentrazione media giornaliera PM10



Si riportano di seguito alcuni grafici per la relazione tra condizioni meteo e concentrazione di inquinante.



Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

Il dato di PM₁₀ rilevato dal gravimetrico è stato messo a confronto con quello registrato nel medesimo periodo dalla strumentazione presente in altre centraline appartenenti alla rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria della rete provinciale dell'Arpa.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Colico (LC)	PUB	SUBURBANA	FONDO	218	27 febbraio - 28 marzo 09
Valmadrera (LC)	PUB	SUBURBANA	MEDIA URBANA	237	Stazione Fissa
Lecco Sora (LC)	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
Morbegno (SO)	PUB	URBANA	FONDO	262	Stazione Fissa

rete: PUB = pubblica

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

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.



(tratto da Google Earth)

Nella seguente tabella si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti al PM₁₀, relativi al periodo della campagna di misura:

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

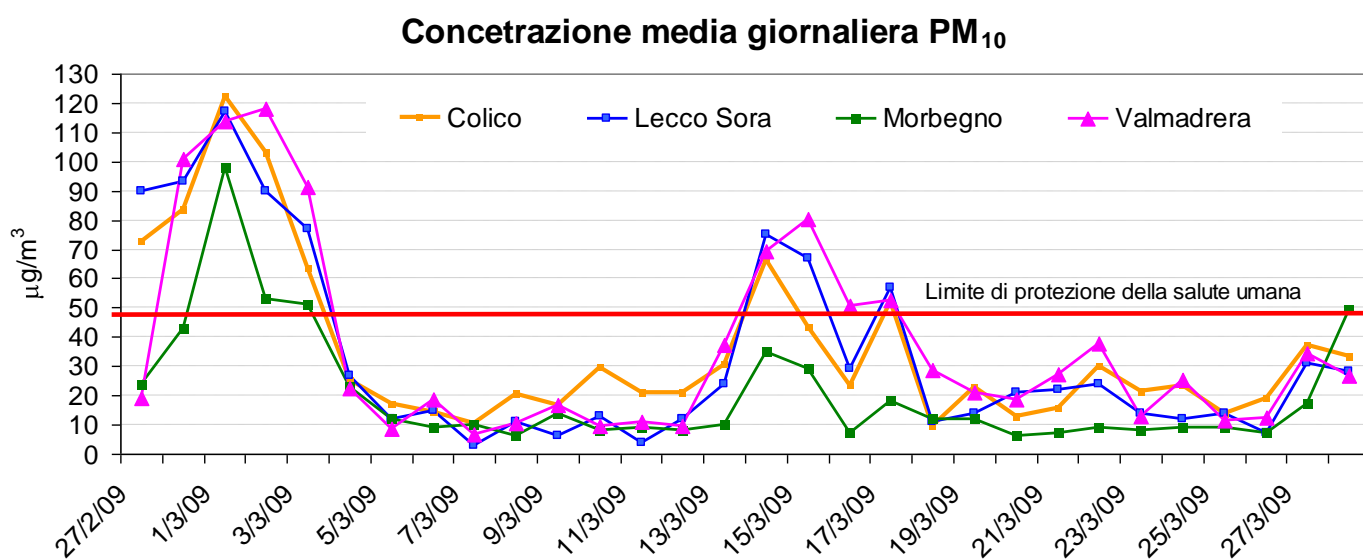
Inquinante: PM₁₀

Periodo: 27/02/2009 - 28/03/2009

giorni di campionamento: 30

	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione salute umana
Colico (LC)	100	36	123	7/30
Valmadrera (LC)	100	37	118	8/30
Lecco Sora (LC)	100	34	117	8/30
Morbegno (SO)	100	20	98	3/30

Durante la campagna a Colico, il **PM₁₀** ha superato il limite di protezione della salute umana in 7 giorni su 30. Negli stessi giorni, le concentrazioni di inquinante sono state elevate anche nelle altre stazioni di rilevamento ARPA dello stesso tipo, prese a confronto. In particolare, dal grafico e dalla tabella, si nota come a Colico, situato all'estremo nord del Lago Lario, le concentrazioni di PM₁₀ si mantengono simili, in valore e come andamento, a quelle registrate nelle altre stazioni lungo il lago. Si può notare che la massima concentrazione giornaliera misurata a Colico risulta essere leggermente superiore a quelle registrate nelle altre stazioni. Ciò probabilmente è dovuto al contributo in polvere in alcune ore del giorno del parcheggio della scuola, posto nelle immediate vicinanze. Le concentrazioni misurate a Colico sono più alte rispetto a quelle rilevate nella stazione di Morbegno (SO), che però è già situata in Valtellina.



Conclusioni

Durante i giorni della campagna di misura a Colico, si sono verificati diversi superamenti del livello di protezione della salute umana relativi al PM₁₀, analogamente alle altre centraline della Rete inserite nello stesso contesto territoriale.

L'andamento delle concentrazioni giornaliere di PM₁₀ misurate è risultato confrontabile con quello rilevato nelle altre stazioni fisse prese a confronto. Infatti le concentrazioni di PM₁₀ dipendono non solo dalle emissioni locali, ma anche dai fattori meteorologici, che ricoprono un ruolo fondamentale. Durante la campagna, lo scarso rimescolamento atmosferico non ha favorito la dispersione delle polveri.

INQUINANTE : PM₁₀
UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	Concentrazione Colico [µg/m³]
27/02/2009	72
28/02/2009	84
01/03/2009	123
02/03/2009	103
03/03/2009	63
04/03/2009	25
05/03/2009	17
06/03/2009	15
07/03/2009	11
08/03/2009	21
09/03/2009	17
10/03/2009	30
11/03/2009	21
12/03/2009	21
13/03/2009	31
14/03/2009	66
15/03/2009	43
16/03/2009	23
17/03/2009	52
18/03/2009	9
19/03/2009	23
20/03/2009	13
21/03/2009	16
22/03/2009	30
23/03/2009	21
24/03/2009	23
25/03/2009	14
26/03/2009	19
27/03/2009	37
28/03/2009	34