



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI COLICO
seconda parte

15/12/2009 - 12/01/2010

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI COLICO
seconda parte

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. Monitoraggi e Sistemi Ambientali

Dott. Maurizio Maierna

Premessa

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

La prima parte era stata svolta nei mesi di febbraio e marzo 2009, secondo i criteri previsti dal DM 60/2002.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI COLICO prima parte

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. 6
Situazione Meteorologica nel periodo di misura	pag. 9
Andamento del PM10 nel periodo di misura	pag. 12
Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse	pag. 14
Conclusioni	pag. 18
 <i>Allegato Dati Giornalieri</i>	 Pag. 18

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

Sito di Misura

IL comune di Colico sorge nella parte orientale dell'Alto Lario, dominato dall'imponente Monte Legnone. Dista 37 chilometri da Lecco e 80 da Milano e si trova nel punto di incontro tra la SS36, che collega Milano con il Lario e la Valchiavenna, e la SS 38 dello Stelvio che attraversa la Valtellina. Il fiume Adda fa da confine naturale con la provincia di Como. Colico è una località di villeggiatura molto frequentata nel periodo estivo.

Alcuni dati :

Comune di Colico

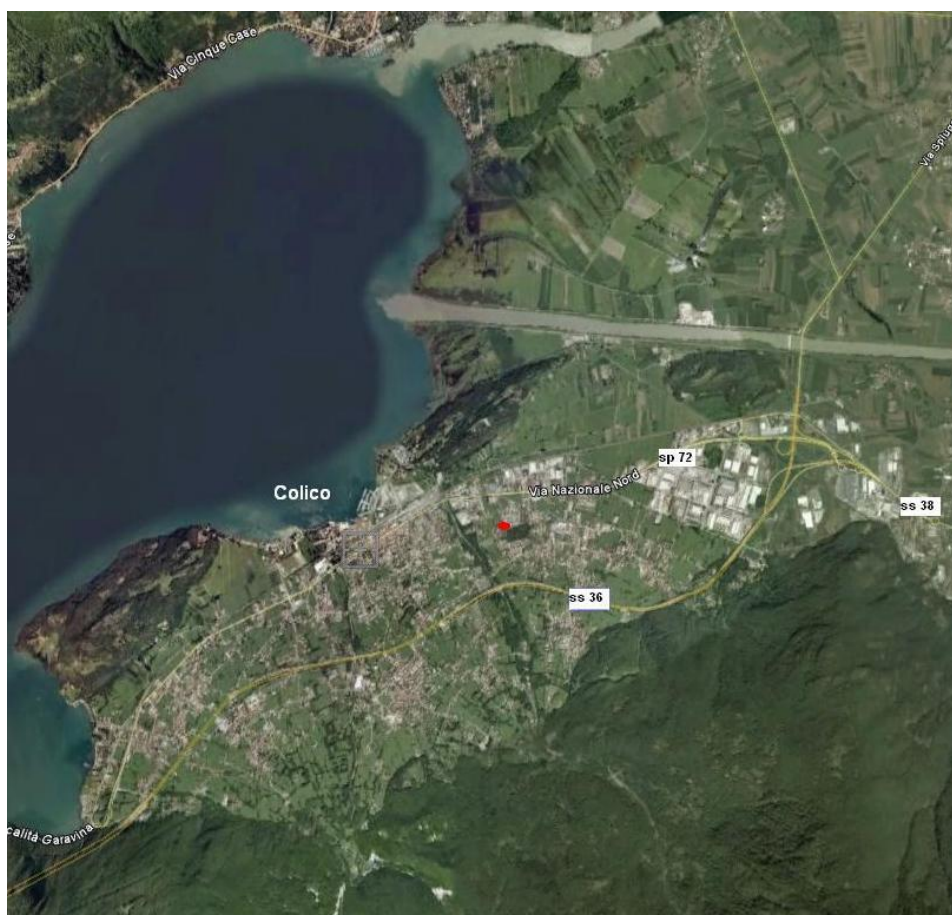
Superficie 35,30 km²

Altitudine 218 m s.l.m. (min 199, max 2.609)

Misura espressa in metri sopra il livello del mare del punto in cui è situata la Casa Comunale, con l'indicazione della quota minima e massima sul territorio comunale.

Popolazione : 7339 ab. (ISTAT 01/01/09)

Densità abitativa: 208 ab/Kmq



● Gravimetrico

Il campionatore sequenziale è stato posizionato alla periferia Nord del centro urbano, lungo la via la Madoneta - loc. Boscone, vicino all'Istituto Tecnico Marco Polo. Si tratta di un'area sufficientemente aperta, lontana da fonti emmissive dirette ma posta nelle vicinanze della S.P. 72, percorsa in entrambi i sensi di marcia da traffico locale spesso intenso, e a circa 500 m dalla S.S. 36 e dalla FS Lecco-Sondrio-Tirano. Nella stessa area è presente, dal 1996, una centralina di monitoraggio, della rete provinciale della Qualità dell'Aria, sprovvista di campionatore di polveri.

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emmissive 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 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 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.

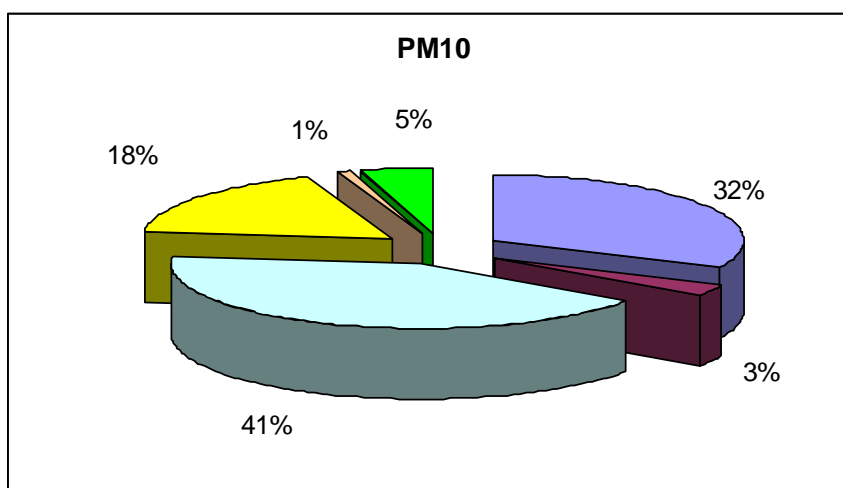
Riguardo al trasporto su strada, si rileva che l'influenza maggiore è esercitata dalle auto diesel, mentre la legna riveste un ruolo fondamentale per le emissioni legate alla combustione non industriale cioè al riscaldamento domestico.

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 combustibile 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. benzina verde	2.1 0.5		
Altre sorgenti mobili e macchinari	diesel	2.6	2.6	18%
	benzina verde	-		
Agricoltura	senza combustibile	0.1	0.1	1%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza combustibile	0.7	0.7	5%
		14.4	14.4	100%

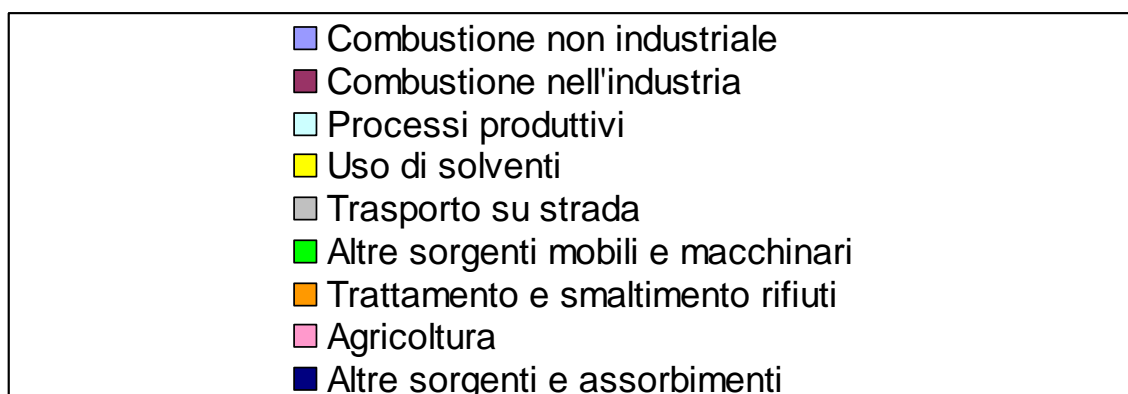
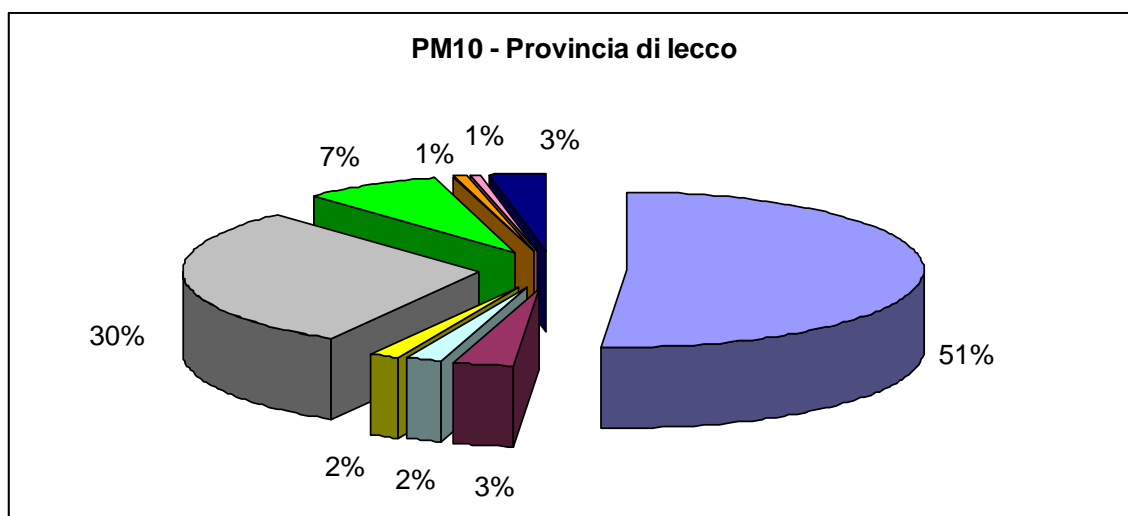


- Combustione non industriale
- Processi produttivi
- Uso di solventi
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Altre sorgenti e assorbimenti
- Combustione nell'industria
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Trasporto su strada
- Agricoltura

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 (dat finali)













	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 verificatesi nel periodo di monitoraggio.

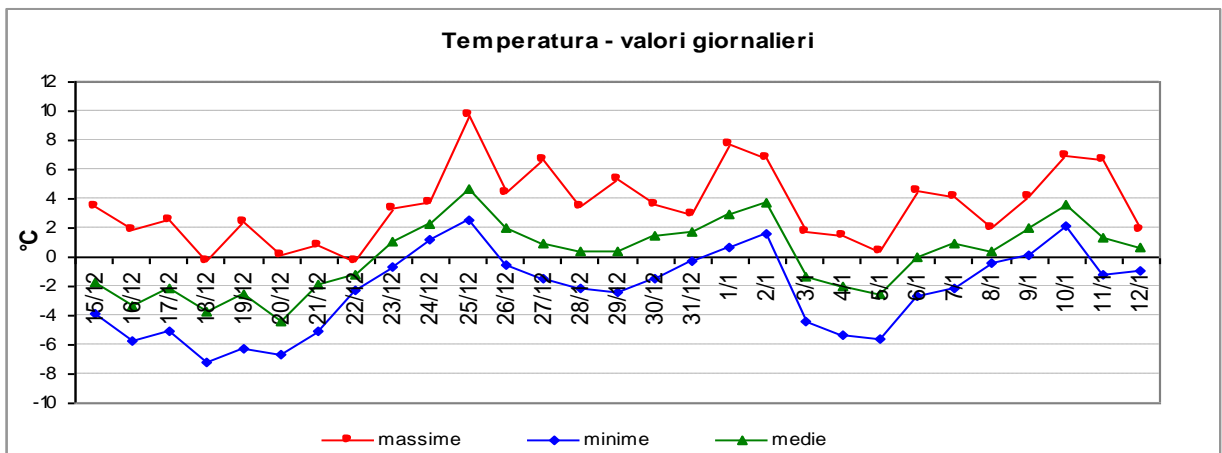
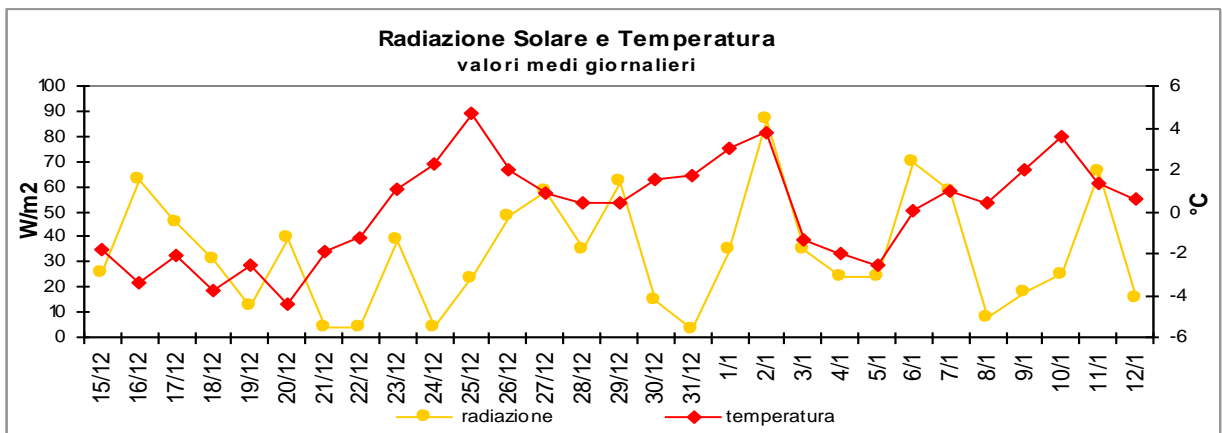
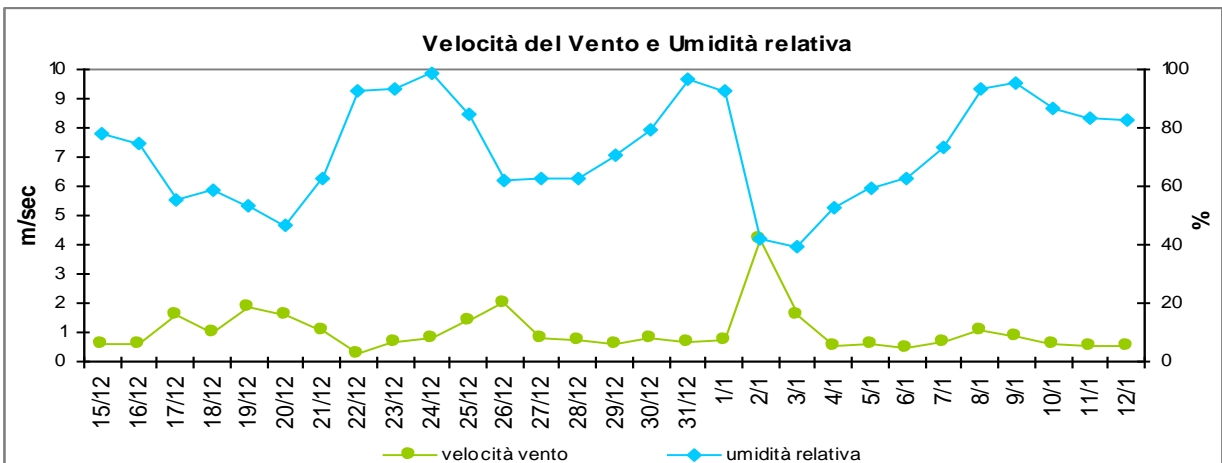
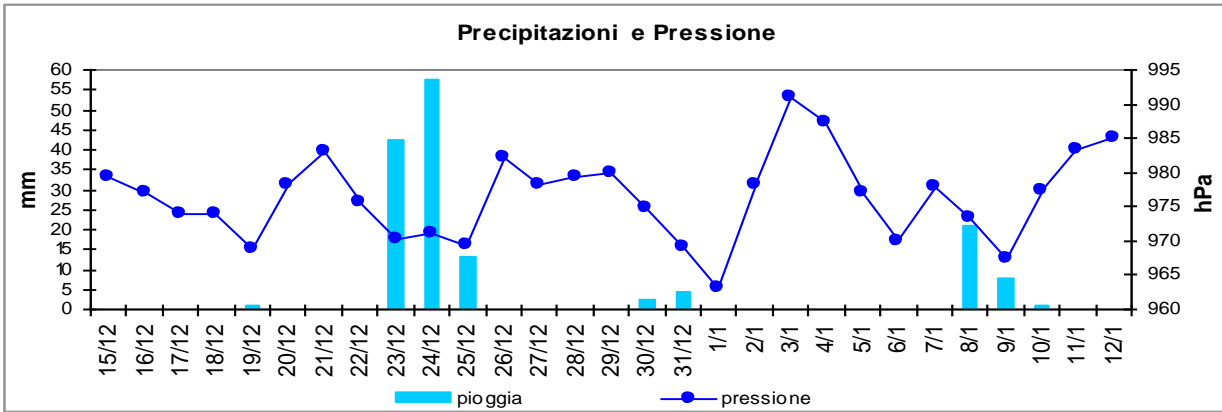
Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche durante lo svolgimento della campagna campionamento.

Settimana o periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura	Venti
15-18 dicembre 2009	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media = -2.8 °C Max= 3.5°C Min= -7.2 °C	 Deboli
19-23 Dicembre 2009	 Perturbato	Precipitazioni nevose	44	Media = -1.8 °C Max= 3.4°C Min= -6.7°C	 deboli
24 dicembre 1 gennaio 2010	 Debolmente perturbato	Deboli o moderate	77	Media = 1.9 °C Max= 9.8 °C Min= -2.4 °C	 deboli
2 – 7 Gennaio 2010	 Lieve instabilità	Assenti	0	Media = -0.2 °C Max= 6.8 °C Min= -5.6 °C	 deboli moderati g.2
8-10 Gennaio 2010	 Perturbato	Deboli O Moderate	30	Media = 2.0 °C Max= 7.0 °C Min= -0.4 °C	 deboli
11-12 Gennaio 2010	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media = 1.6 °C Max= 7.0 °C Min= -1.2 °C	 deboli

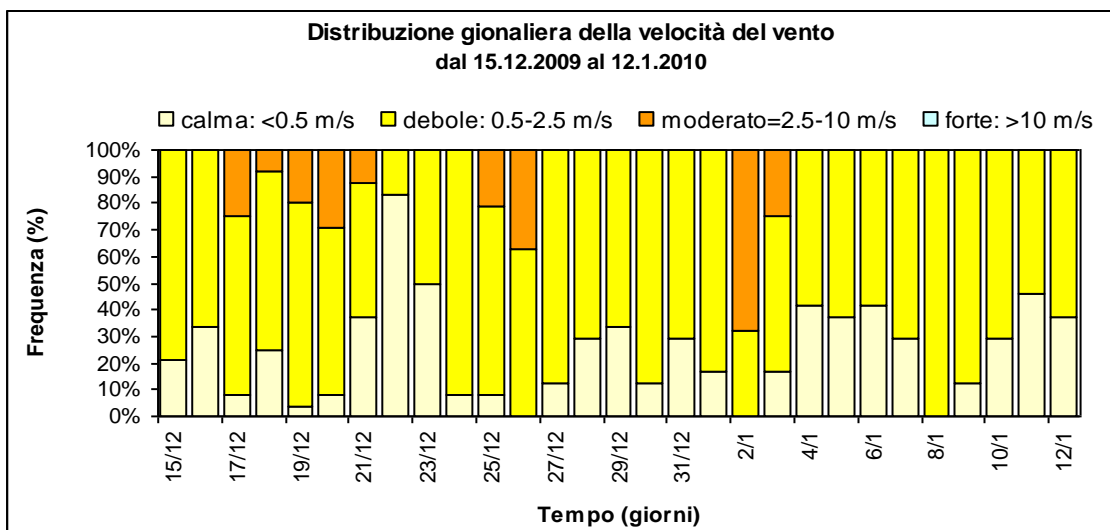
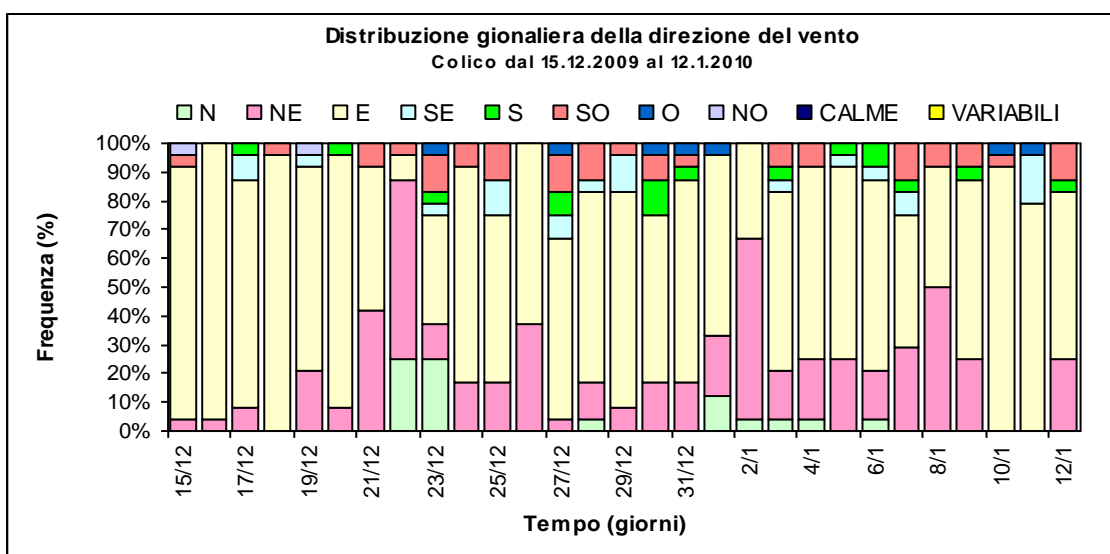
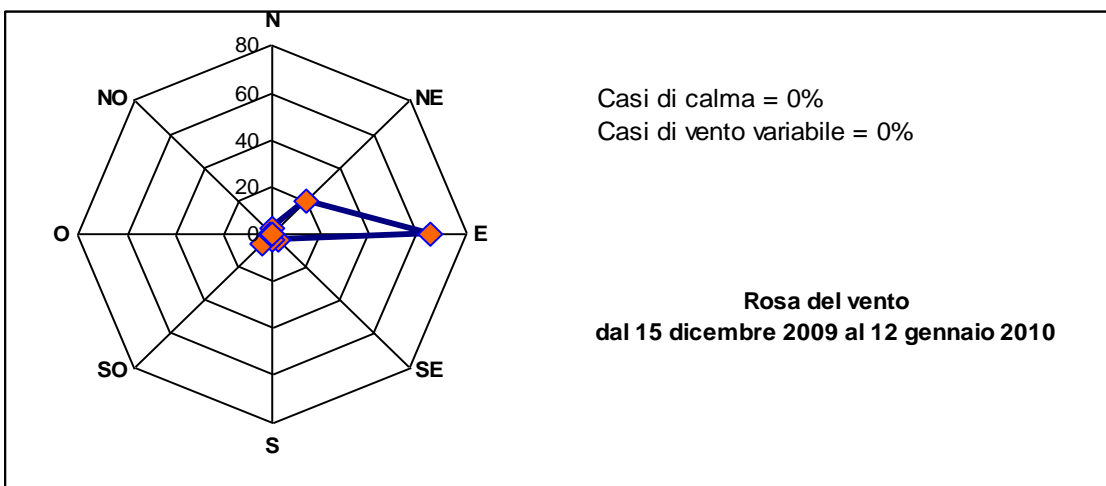
Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso le stazioni di Colico e Valmadrera (solo radiazione) nel periodo di misura delle polveri fini:

- 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



ANDAMENTI DEI PRINCIPALI PARAMETRI METEOROLOGICI



Andamento del PM₁₀ nel periodo di misura

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}).

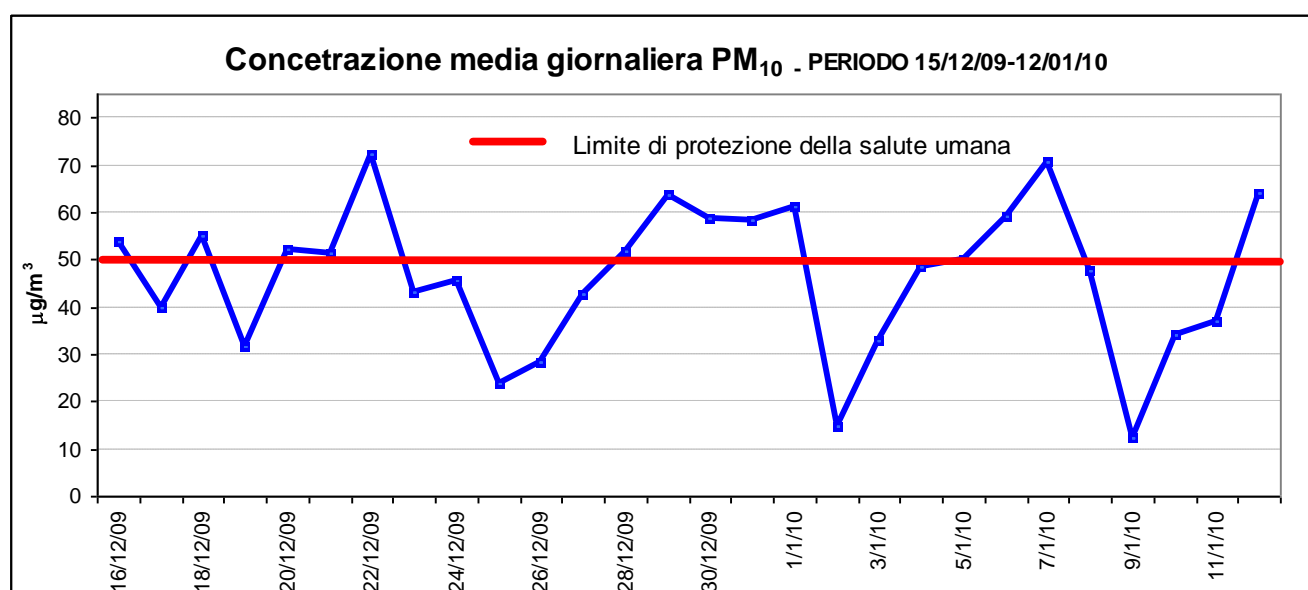
Attualmente la legislazione nazionale ha definito valori limite sulle concentrazioni giornaliere e sulle medie annuali per il solo PM₁₀. Per quanto concerne il PM_{2.5}, la comunità europea con la Direttiva 2008/50/CE, ha stabilito il valore-obiettivo e il valore limite sulla media annuale (pari quest'ultimo a 25 µg/m³ da raggiungere entro il 1/01/2015). Nonostante tale direttiva non sia ancora stata recepita a livello nazionale, il DM 60/02 prevede che venga comunque effettuata la misura di questo parametro.

Dal 15 dicembre 2009 al 12 gennaio 2010 è stata realizzata la seconda parte della campagna '09 di monitoraggio del PM₁₀ nel Comune di Colico. La campagna è stata svolta al fine di valutare le concentrazioni di PM₁₀ nella parte settentrionale della Provincia.

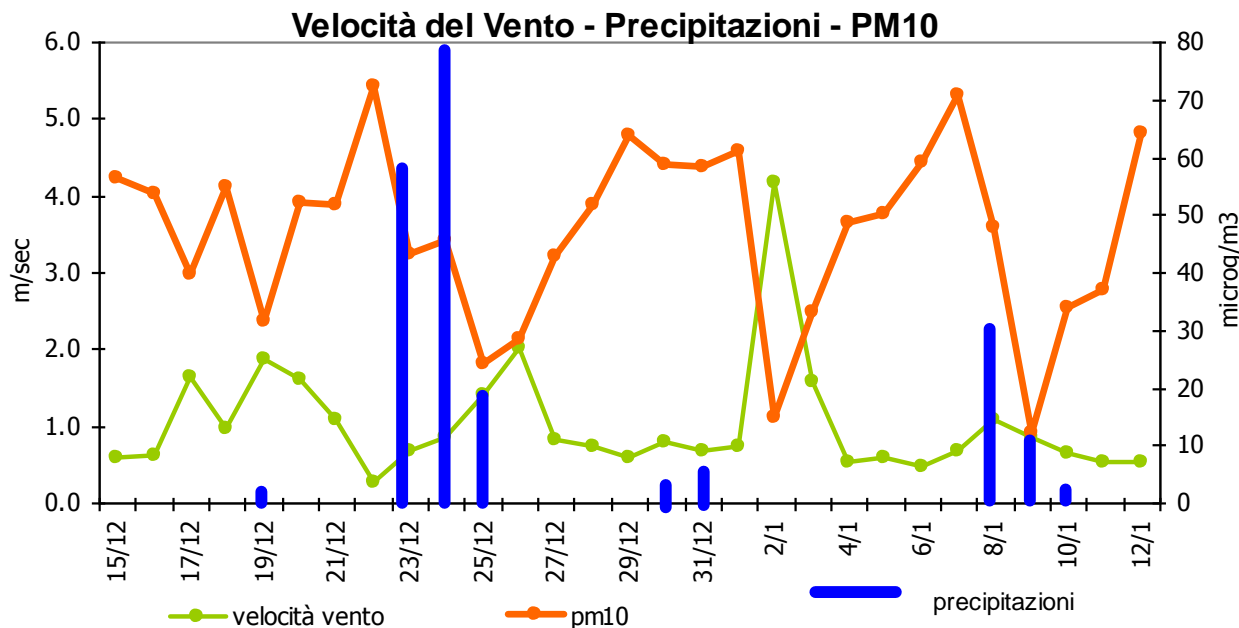
Il campionatore sequenziale è stato posizionato presso la centralina esistente, lontano da fonti emissive dirette. Il sito è idoneo per la valutazione della qualità dell'aria dell'area circostante.

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.

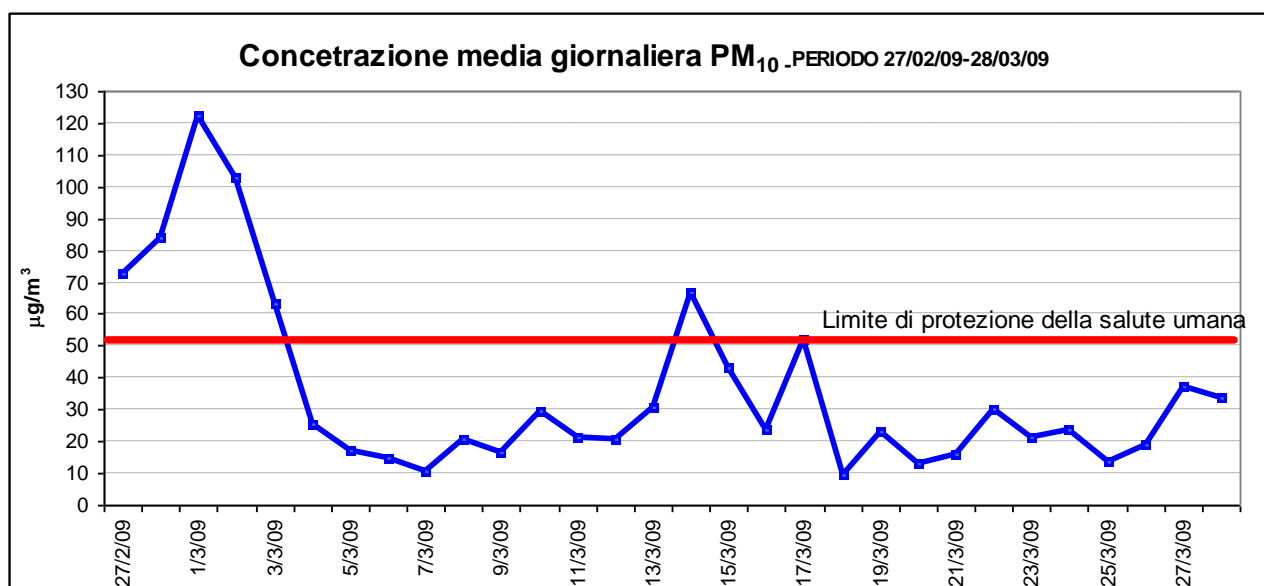
Durante il periodo di misura, le concentrazioni giornaliere di **PM₁₀** hanno superato in diversi giorni il limite giornaliero di 50 µg/m³. Ciò è stato anche favorito dalla situazione meteorologica contraddistinta da uno scarso rimescolamento che non ha favorito la dispersione delle polveri.



Il grafico seguente mostra la relazione tra condizioni meteo e concentrazione di inquinante.



Di seguito si riporta il grafico delle concentrazioni rilevate durante la prima parte della campagna svolta nei mesi di febbraio e marzo 2009, in cui le concentrazioni si sono mantenute generalmente basse, mentre la massima media giornaliera sul periodo è stata di 123 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



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	15/12/09 – 12/01/10
Valmadrera (LC)	PUB	SUBURBANA	MEDIA URBANA	237	Stazione Fissa
Lecco Sora (LC)	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
Mandello del Lario LC)	PUB	URBANA	MEDIA URBANA	200	15/12/09 – 11/01/10
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.



Immagine tratta da Google Earth

Nella seguente tabella si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti al PM_{10} , relativi al periodo della campagna di misura:

- % rendimento dello strumento;
- media di concentrazione su tutto il periodo di campionamento;
- massima media giornaliera registrata durante il periodo di campionamento;
- numero dei giorni di superamento del livello di protezione per la salute umana.

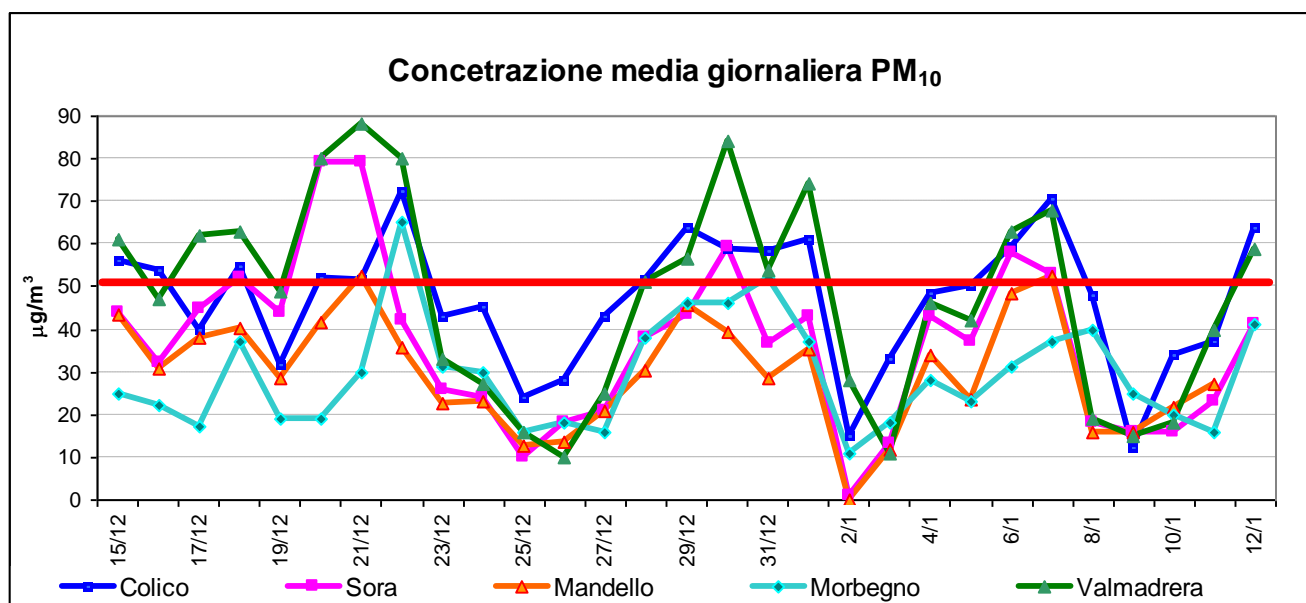
Inquinante: PM_{10}

Periodo: 15/12/2009 - 12/01/2010

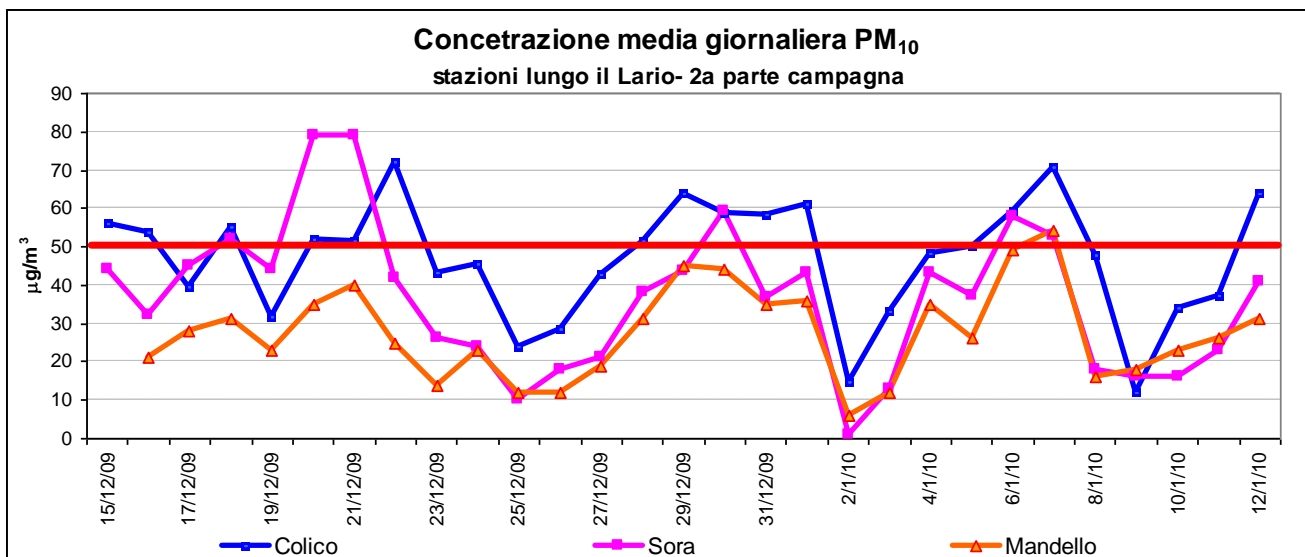
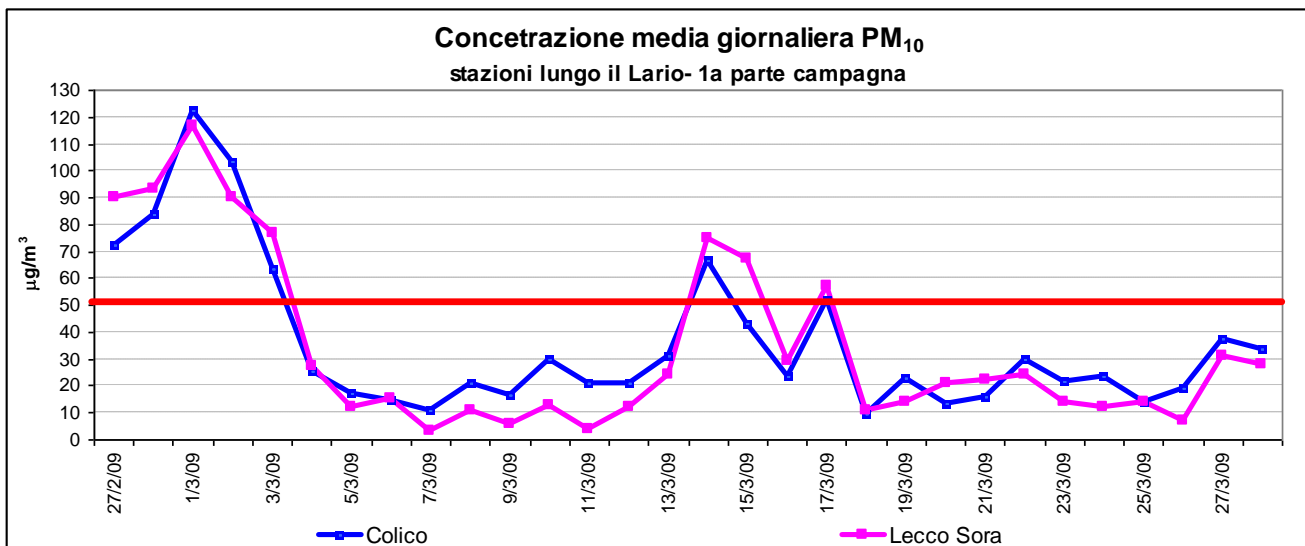
giorni di campionamento: 29

	% Rend.	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Max Media 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nr. giorni superamento Liv. Protezione salute umana
Colico (LC)	100	47	72	14/29
Valmadrera (LC)	100	47	88	14/29
Lecco Sora (LC)	100	36	79	6/29
Mandello (LC)	96	31	52	2/28
Morbegno (SO)	100	29	65	2/29

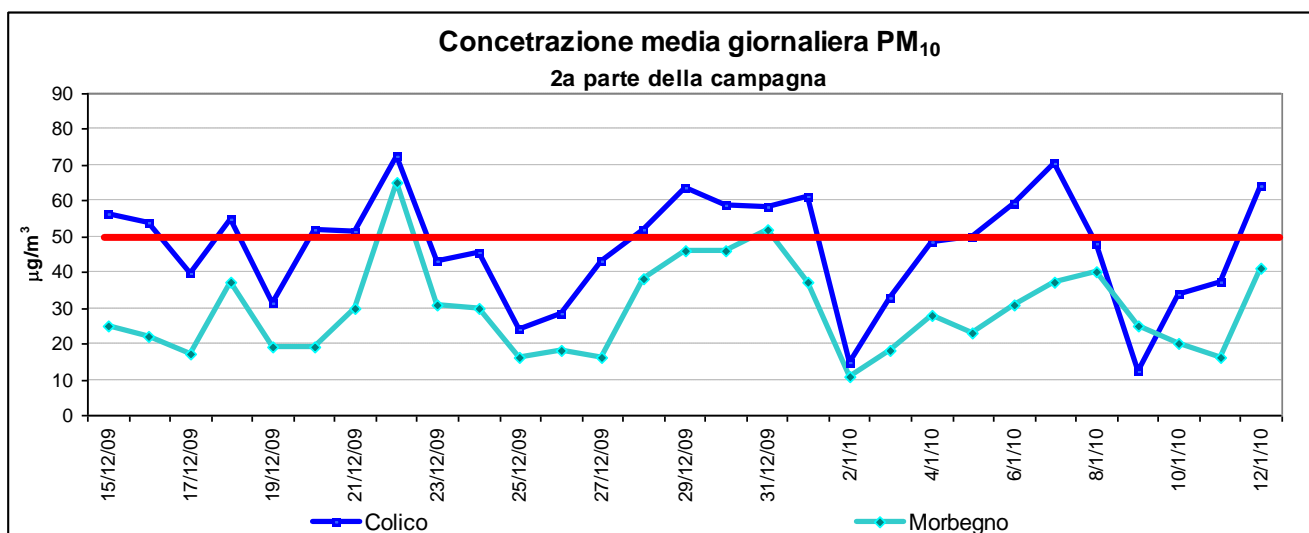
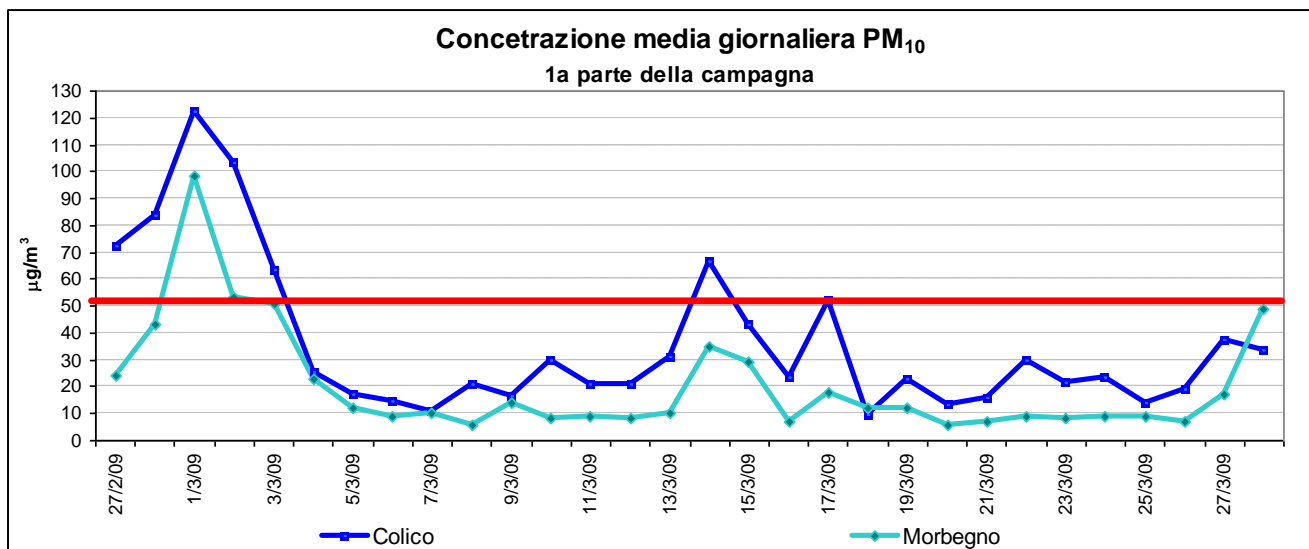
Durante la campagna a Colico, il PM_{10} ha superato il limite di protezione della salute umana in ben 14 giorni su 29. Le concentrazioni di inquinante sono state elevate anche nelle altre stazioni di rilevamento ARPA dello stesso tipo, prese a confronto.



Dall'analisi dei dati rilevati anche nella prima parte della campagna svoltasi dal 27 febbraio al 28 marzo 2009, risulta che le concentrazioni di PM₁₀ a Colico sono generalmente maggiori rispetto a quelle registrate nelle stazioni di analoga tipologia situate lungo il Lario.



Inoltre, le concentrazioni misurate a Colico sono più alte rispetto a quelle rilevate nella stazione di Morbegno (SO), situata in Valtellina e pertanto soggetta ad un differente regime anemologico.



A Colico, lo scarso rimescolamento atmosferico (con venti prevalentemente deboli) e le basse temperature, non hanno favorito la dispersione delle polveri che si sono ridotte solo in corrispondenza di prolungate fasi di instabilità atmosferica accompagnate da precipitazioni diffuse o venti moderati.

Conclusioni

Durante la campagna di misura a Colico, si sono verificati diversi superamenti del livello di protezione della salute umana relativi al PM₁₀. Mentre l'andamento delle concentrazioni è risultato simile a quello rilevato nelle altre stazioni prese a confronto, i valori delle concentrazioni medie giornaliere sono risultate generalmente maggiori di quelle delle stazioni lungo il Lago.

Si sottolinea, comunque, che le concentrazioni di PM₁₀ dipendono non solo dalle emissioni locali, ma anche dai fattori meteorologici che influiscono sulla capacità dispersiva dell'atmosfera.

Gli episodi di criticità per il PM₁₀ non risultano essere necessariamente propri del sito di monitoraggio, ma interessano una vasta area della Pianura Padana. Infatti l'accumulo delle polveri fini nei bassi strati atmosferici durante la stagione fredda, e il conseguente superamento del valore limite normativo, è modulato principalmente dalle condizioni climatiche che si instaurano sulla pianura lombarda in inverno, oltre alle caratteristiche geografiche della regione. Durante le fasi di stabilità atmosferica le calme di vento e il raffreddamento radiativo del suolo determinano una diminuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera, favorendo l'accumulo dei inquinanti al suolo.

Allegato Dati Orari

INQUINANTE : PM₁₀

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	PM10 Colico Concentrazione [µg/m ³]
15/12/09	56
16/12/09	54
17/12/09	40
18/12/09	55
19/12/09	32
20/12/09	52
21/12/09	51
22/12/09	72
23/12/09	43
24/12/09	45
25/12/09	24
26/12/09	28
27/12/09	43
28/12/09	52
29/12/09	64
30/12/09	59
31/12/09	58
01/01/10	61
02/01/10	15
03/01/10	33
04/01/10	48
05/01/10	50
06/01/10	59
07/01/10	71
08/01/10	48
09/01/10	12
10/01/10	34
11/01/10	37
12/01/10	64