



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI CIVATE

25/02/2011 - 01/04/2011

Campagna di Misura di PM₁₀
COMUNE DI **CIVATE**

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

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna per il monitoraggio del PM₁₀ nel Comune di Civate.

Campagna di Misura di PM₁₀ COMUNE DI CIVATE

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. 17
Ringraziamenti	Pag. 17
<i>Allegato Dati Giornalieri</i>	Pag. 17

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 Dlgs. 155/2010.

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 III del D. Lgs 155 del 13 agosto 2010, 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. Lgs 155 del 13 agosto 2010) allo scopo di prevenire esposizioni croniche

Particolato Fine PM10	Valore Limite (µg/m ³)		Periodo di mediazione	Legislazione
	Valore limite (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 ore	D.lgs n.155 del 13/8/2010
	Valore limite	40	Anno civile	D.lgs n.155 del 13/8/2010

Campagna di Misura

Sito di misura: Comune di Civate (LC)

Superficie: 9.06 km²

Popolazione : 4019 abitanti (01/01/2010 - ISTAT)

Densità : 443 abitanti/km²

Altitudine: 269 m s.l.m. (min 224, max 1259)

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.



Civate è un piccolo centro a circa 5 Km da Lecco. Posto nella valle Magrera, è lambito dal torrente Rio Torto.

Si trova alle pendici del monte Cornizzolo con dirimpetto il lago di Annone ed il Monte Barro.

E' nota è l'abbazia di S.Pietro al Monte.



● Postazione del gravimetrico

Come nelle precedenti campagne svolte nel 2003 e nel 2006, il campionario gravimetrico è stato posizionato in una piccola area verde, di proprietà dell'impresa edile Colombo, in prossimità del centro sportivo comunale. Il terreno, confinante con la Via Valsecchi e la Via Bellingera, percorse in entrambi i sensi di marcia da traffico locale, è posto in un area contemporaneamente sia residenziale che industriale.

Emissioni sul territorio

Per la stima delle principali sorgenti emissive sul territorio comunale di Ello è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2008.

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.

- 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
- Trattamento e smaltimento rifiuti
- 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)

In questa relazione vengono commentati soltanto i dati relativi al particolato.

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>.

Dai dati Inemar 2008, risulta che le principali fonti di emissione per il **particolato fine (PM₁₀)** (10.26 t/anno), sono il trasporto su strada (74% circa) e la combustione non-industriale (18% circa). Gli altri macrosettori influiscono in maniera meno incisiva.

Per un maggior dettaglio, si riporta per Civate, una tabella in cui sono riportate le quantità di inquinante emesse per macrosettore in relazione al tipo di combustibile utilizzato.

In particolare si evidenzia come i fattori principali di emissione all'interno del macrosettore trasporto su strada, siano il risollevarimento dovuto al passaggio di mezzi e l'uso di mezzi diesel.

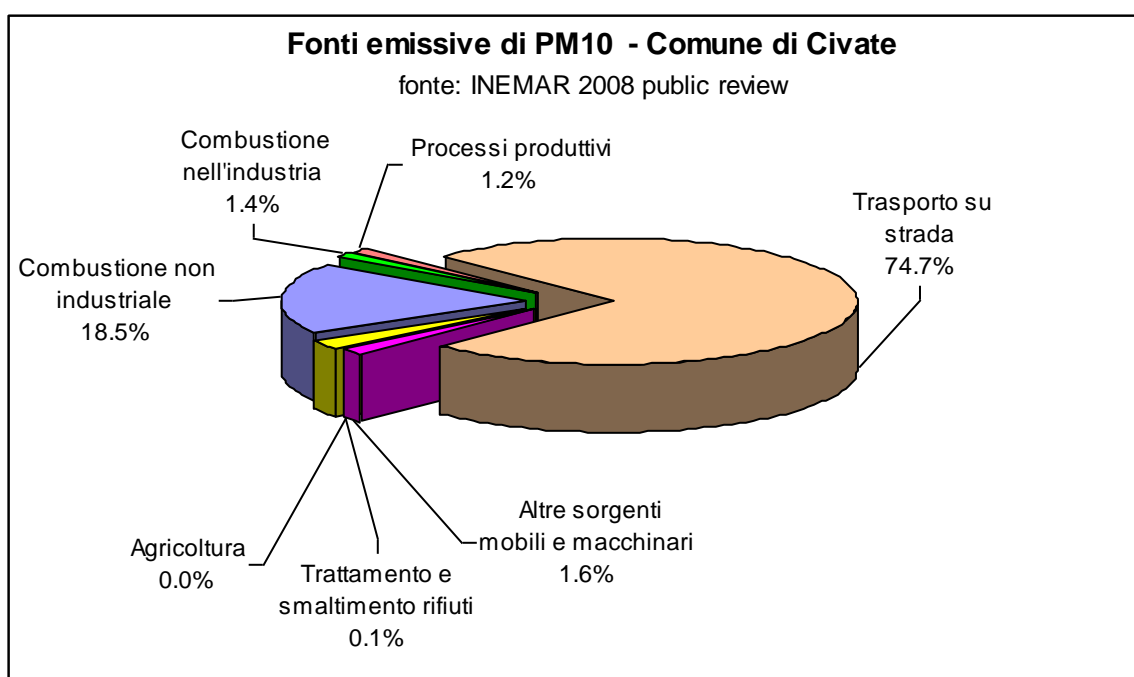
Per quanto riguarda il riscaldamento domestico (combustione non industriale) le emissioni principali sono legate all'uso della legna e similari.

Per un confronto, si riportano i valori assoluti e percentuali delle stime relative al PM10 emessi dai diversi tipi di sorgente nell'intera provincia di Lecco.

Comune di Civate

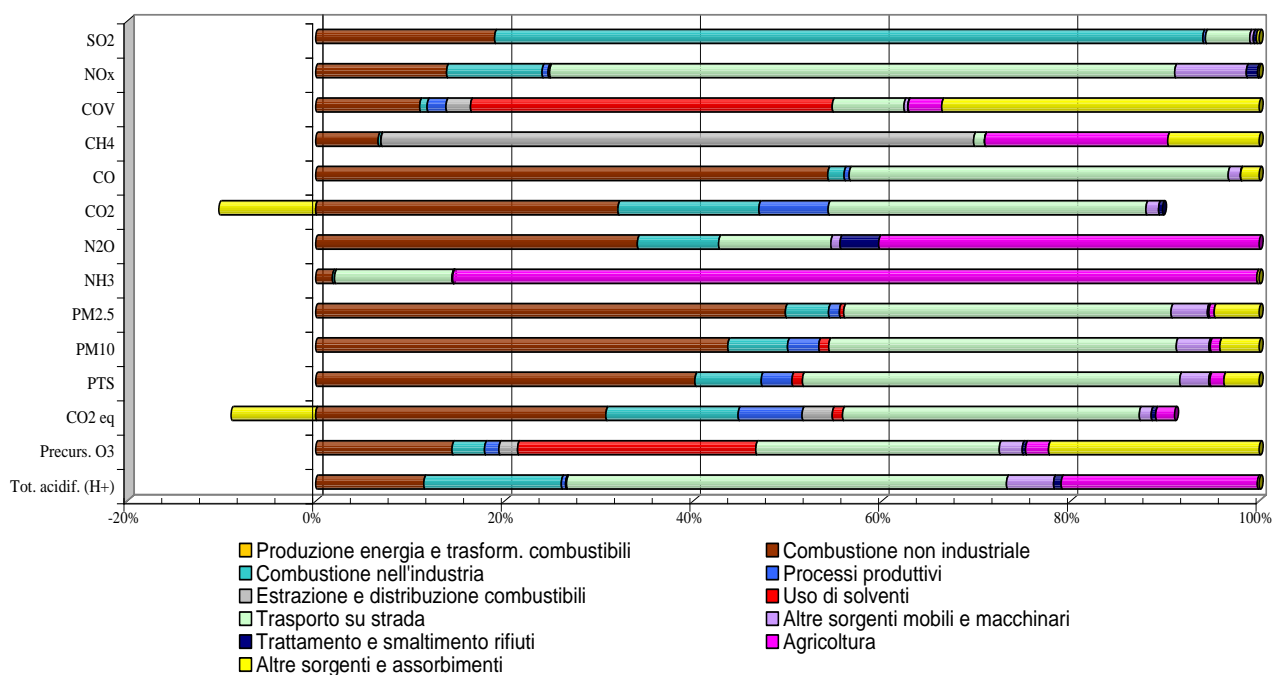
INEMAR_ Emissioni relative all'anno 2008 (public review)

Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM10 t/anno	totale t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	gas petrolio liquido (GPL)	0.000	1.894	18.5%
	gasolio	0.012		
	gas naturale (metano)	0.022		
	legna e similari	1.860		
Combustione nell'industria	olio combustibile	0.076	0.144	1.4%
	legna e similari	0.065		
	gasolio	0.002		
	gas naturale (metano)	0.001		
Processi produttivi	senza combustibile	0.121	0.121	1.2%
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	-
Uso di solventi	-	-	-	-
Trasporto su strada	gas petrolio liquido (GPL)	-	7.665	74.7%
	benzina senza piombo	0.170		
	senza combustibile	3.656		
	gasolio per autotrasporto (diesel)	3.839		
	gas naturale (metano)	-		
Altre sorgenti mobili e macchinari	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.169	0.169	1.6%
	benzina senza piombo	-		
Trattamento e smaltimento rifiuti	residui agricoli	0.002	0.007	0.1%
	rifiuti solidi urbani	0.002		
	senza combustibile	0.004		
Agricoltura	senza comb.	0.001	0.001	0.0%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza comb.	0.261	0.261	2.5%
Totale		10.261	10.261	100%



ARPA Lombardia - Regione Lombardia. Emissioni in provincia di Lecco nel 2008 - public review

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
Produzione energia e trasform. combustibili														
Combustione non industriale	87	561	1,294	356	5,444	656	61	10	264	273	284	682	2,583	16
Combustione nell'industria	344	410	94	15	174	306	15	1.3	24	39	50	311	613	20
Processi produttivi	1.3	26	233	1.0	54	150		0.0	6.0	21	23	150	271	0.6
Estrazione e distribuzione combustibili			305	3,379								71	352	
Uso di solventi	0.0	6.2	4,502					0.0	2.5	6.6	7.9	24	4,509	0.1
Trasporto su strada	22	2,681	893	62	4,029	689	21	70	184	230	283	697	4,608	63
Altre sorgenti mobili e macchinari	1.7	307	49	0.9	130	27	1.7	0.1	20	22	22	28	438	6.7
Trattamento e smaltimento rifiuti	1.4	48	2.3	0.1	2.5	8.4	7.3	0.3	0.9	0.9	1.0	11	61	1.1
Agricoltura		0.6	420	1,043			72	478	2.9	6.4	10	44	435	28
Altre sorgenti e assorbimenti	1.3	5.9	3,949	521	196	-210		1.3	25	26	26	-199	3,985	0.2
Totale	458	4,047	11,740	5,379	10,029	1,627	178	561	531	625	707	1,820	17,856	135









Distribuzione percentuale delle emissioni in provincia di Lecco nel 2008 - public review

	SO ₂	NO _x	COV	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	PM2.5	PM10	PTS	CO ₂ eq	Precurs. O ₃	Tot. acidif. (H ⁺)
Produzione energia e trasform. combustibili														
Combustione non industriale	19 %	14 %	11 %	7 %	54 %	40 %	34 %	2 %	50 %	44 %	40 %	37 %	14 %	11 %
Combustione nell'industria	75 %	10 %	1 %	0 %	2 %	19 %	9 %	0 %	5 %	6 %	7 %	17 %	3 %	15 %
Processi produttivi	0 %	1 %	2 %	0 %	1 %	9 %		0 %	1 %	3 %	3 %	8 %	2 %	0 %
Estrazione e distribuzione combustibili			3 %	63 %								4 %	2 %	
Uso di solventi	0 %	0 %	38 %					0 %	0 %	1 %	1 %	1 %	25 %	0 %
Trasporto su strada	5 %	66 %	8 %	1 %	40 %	42 %	12 %	12 %	35 %	37 %	40 %	38 %	26 %	47 %
Altre sorgenti mobili e macchinari	0 %	8 %	0 %	0 %	1 %	2 %	1 %	0 %	4 %	3 %	3 %	2 %	2 %	5 %
Trattamento e smaltimento rifiuti	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	1 %
Agricoltura		0 %	4 %	19 %			40 %	85 %	1 %	1 %	1 %	2 %	2 %	21 %
Altre sorgenti e assorbimenti	0 %	0 %	34 %	10 %	2 %	-13 %		0 %	5 %	4 %	4 %	-11 %	22 %	0 %
Totale	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	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.

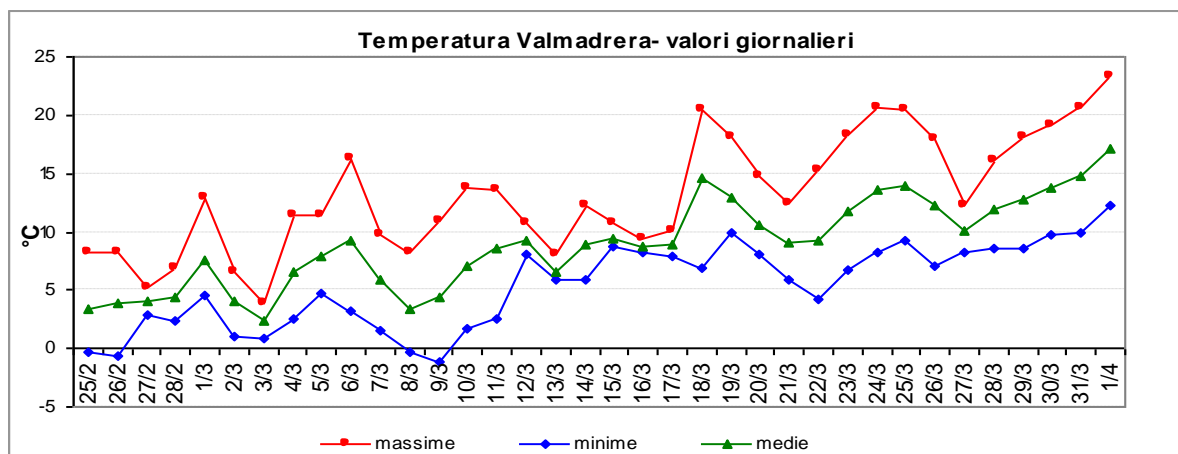
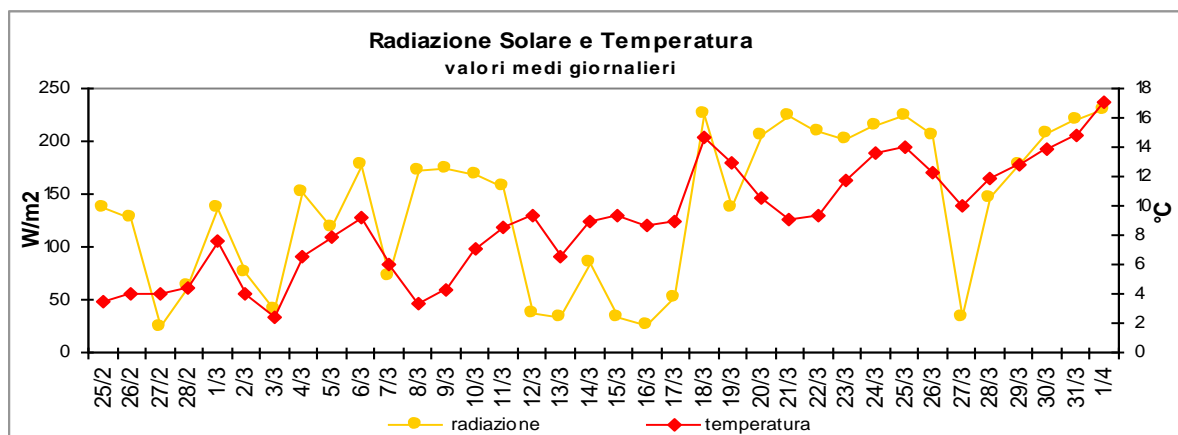
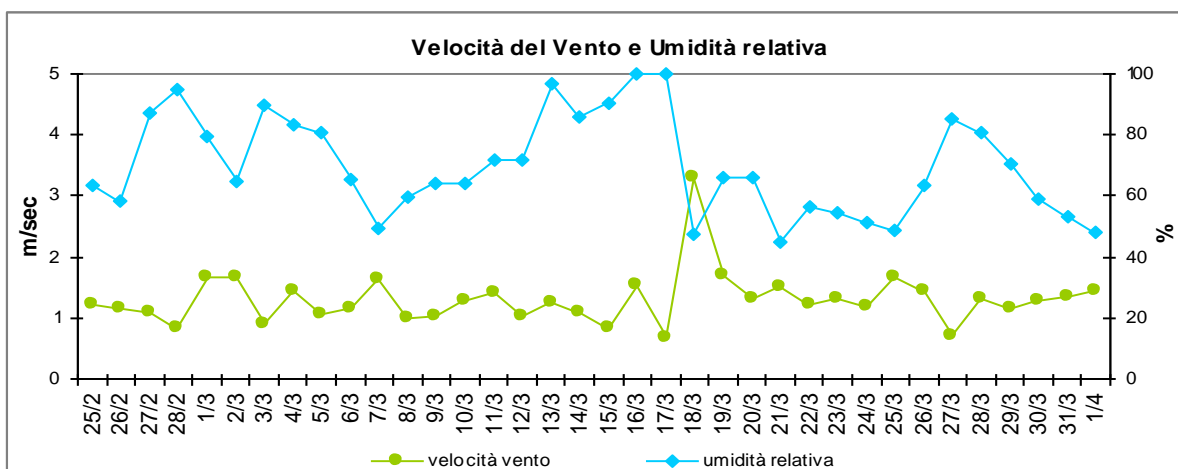
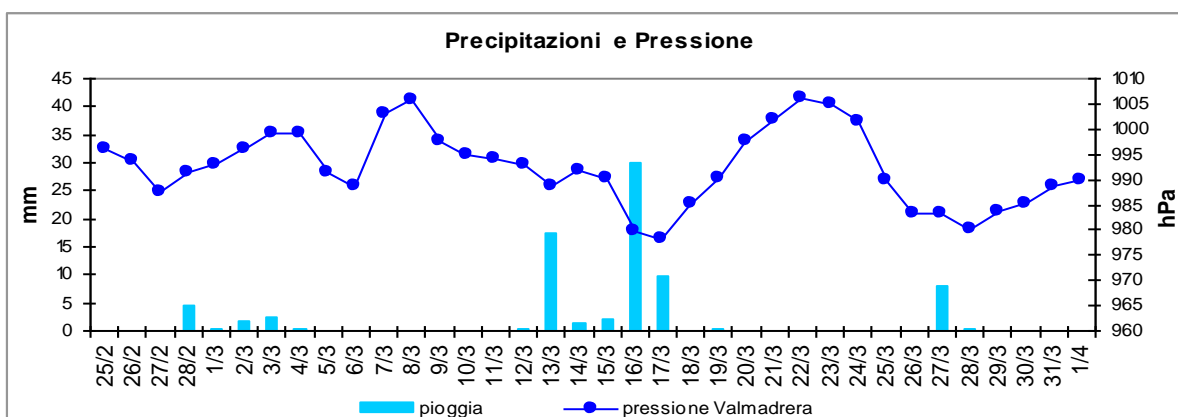
Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche durante lo svolgimento della campagna campionamento.

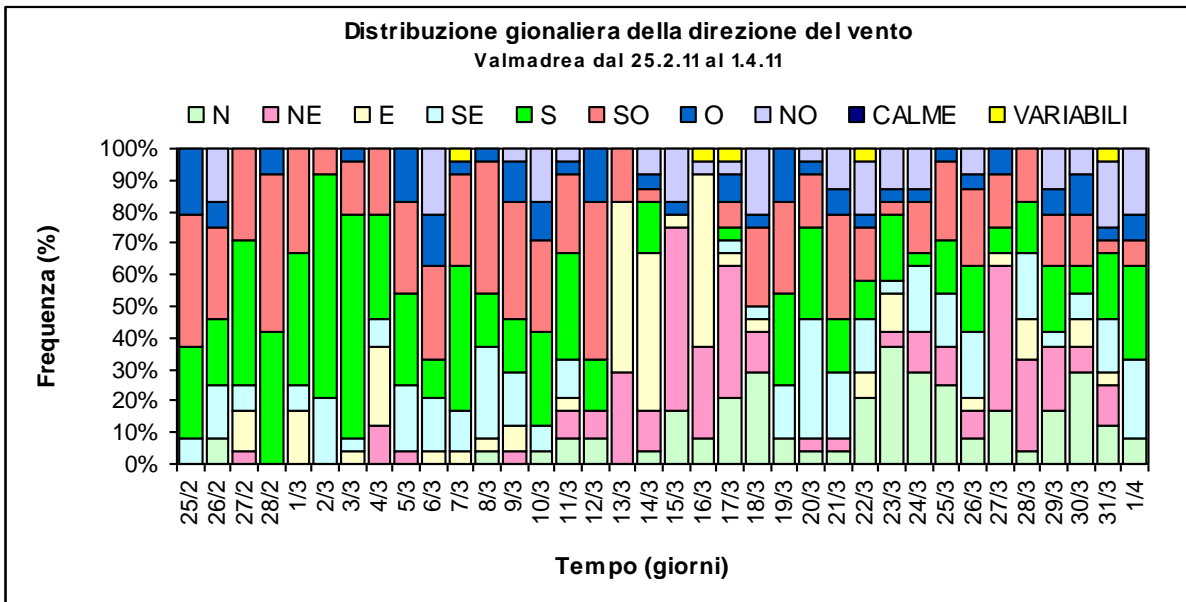
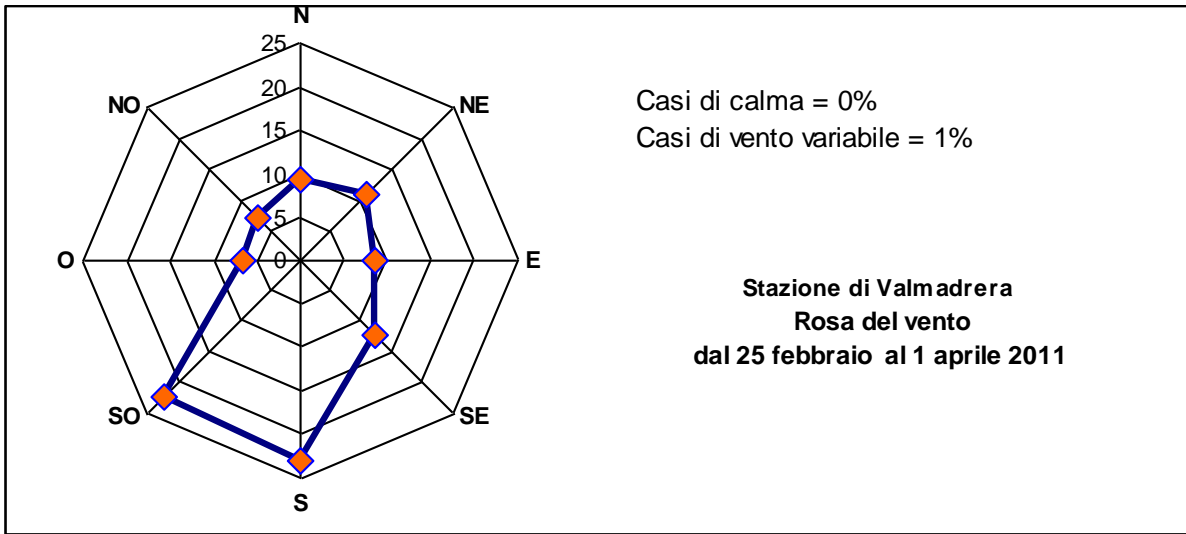
Settimana o periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura [°C]	 Venti Condizioni prevalenti
25-27 febbraio	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media= 4°C Max= 8 °C Min= -1 °C	Deboli
28 febbraio 4 marzo	 Debolmente perturbato	Deboli	9	Media=5 °C Max=13 °C Min=1 °C	Deboli
5-11 marzo	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media=7°C Max=16°C Min=-1°C	Deboli
12-19 marzo	 Perturbato	Deboli	60.8	Media=10°C Max=20°C Min= 6°C	Deboli Moderati il 18
20 marzo 1 aprile	 Stabilità atmosferica	Solo gg 27 e 28	8.2	Media=12°C Max= 23 °C Min=4°C	Deboli

Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso la stazione di Valmadrera 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)
- temperature massime, minime e medie giornaliere

Andamenti dei principali parametri meteorologici





Ai fini della valutazione della qualità dell'aria durante la campagna di monitoraggio, è interessante valutare come nel periodo di monitoraggio i venti prevalenti siano spesso stati da S e da SO.

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).

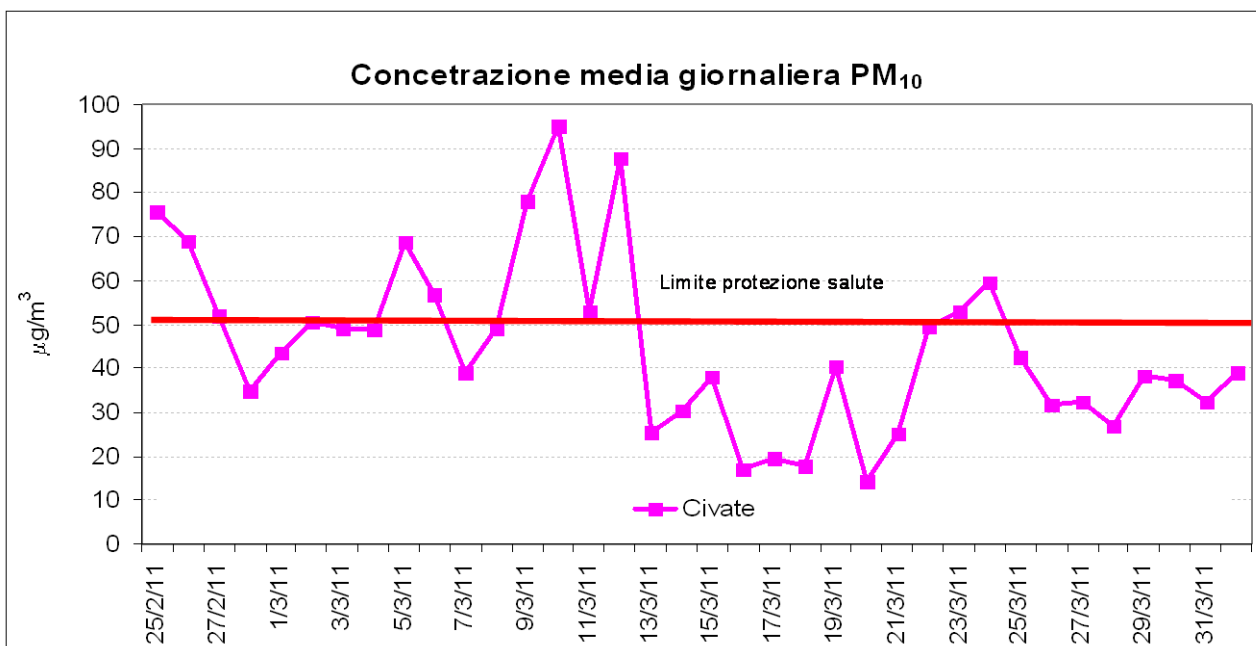
L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato PTS (Polveri Totali Sospese). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si possono distinguere una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere 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}).

La campagna di monitoraggio di PM₁₀, nel Comune di Civate, è stata svolta tra il 25 febbraio al 1 aprile 2011 con un campionatore sequenziale posizionato in una area verde in prossimità del centro sportivo comunale.

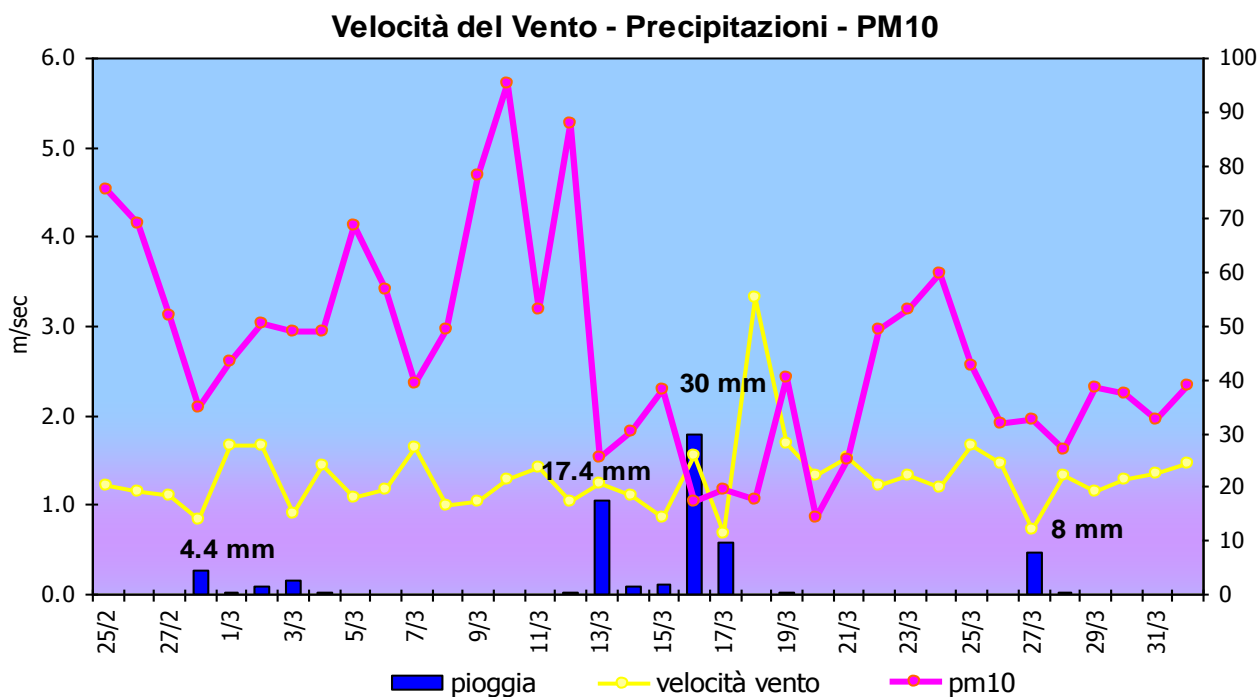


La misura di **PM₁₀** è stata effettuata con un campionatore sequenziale e successiva pesata gravimetrica; questo tipo di strumento è programmato per fornire dati giornalieri: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23:55 dello stesso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

Durante il periodo di misura, è stato superato il limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 12 giorni su 36 totali di campionamento.



Il grafico seguente mostra come solo in corrispondenza di fasi di instabilità si siano abbassate le polveri.



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 nelle vicine centraline di Lecco Sora e di Valmadrera, appartenenti alla rete fissa di monitoraggio della qualità dell'aria della rete dell'Arpa.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
Civate	PUB	URBANA	MEDIA URBANA	269	25/02 – 1/4/11
Lecco Sora	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
Valmadrera	PRIV	SUBURBANA	MEDIA URBANA	237	Stazione Fissa
Merate	PUB	URBANA	TRAFFICO	292	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.

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

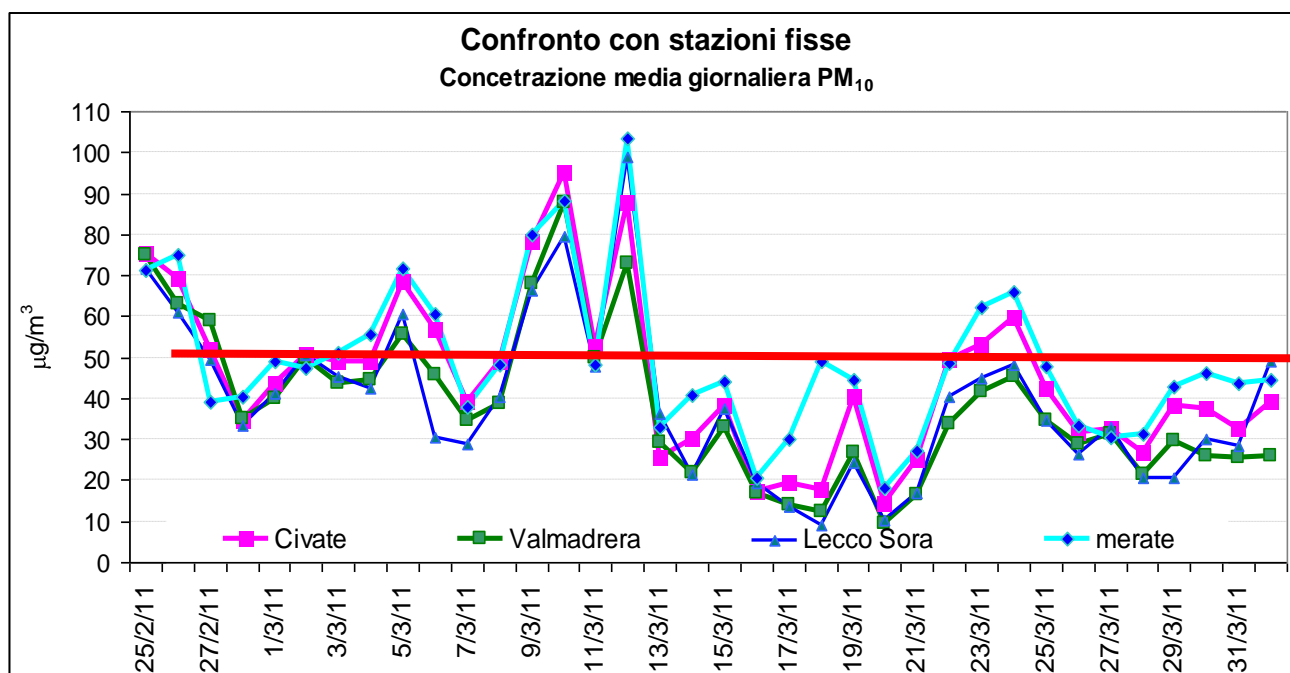
Periodo: 25/2/11 AL 1/4/11

giorni di campionamento: 36

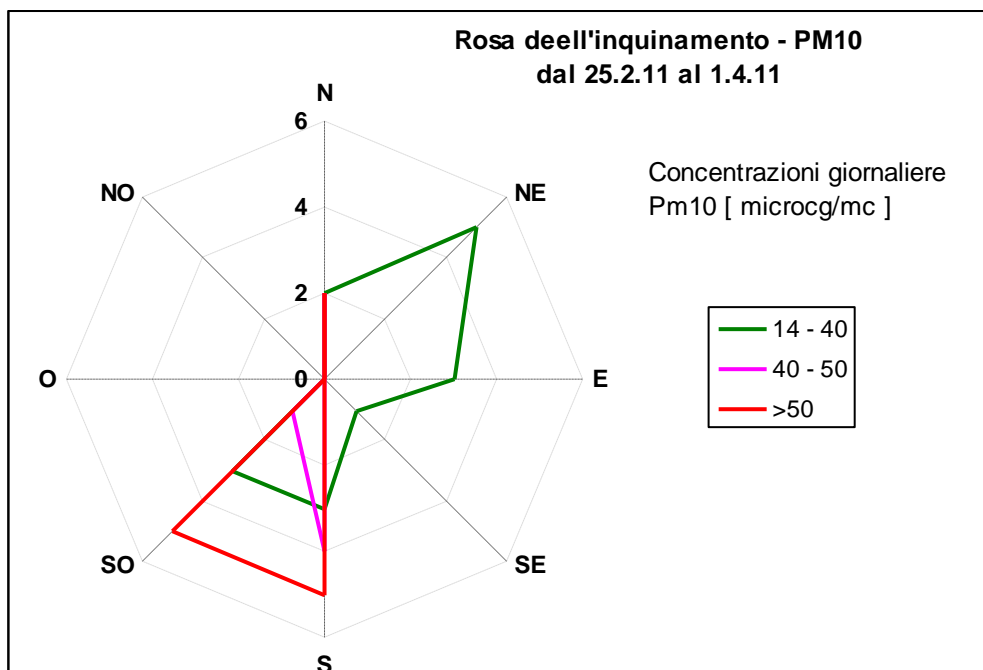
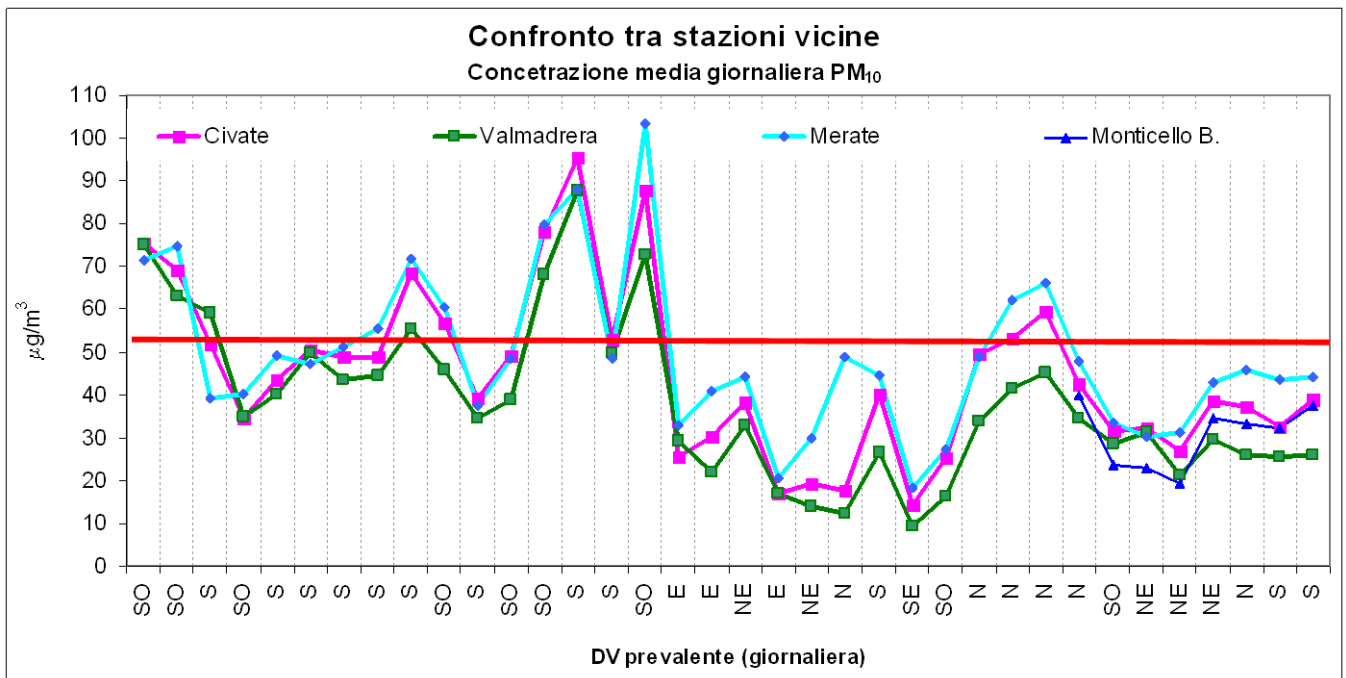
	% Rend.	Media (µg/m ³)	Max Media 24 h (µg/m ³)	Nr. giorni superamento Valore limite
Civate	100	45	95	12
Lecco Sora	100	39	99	7
Valmadrera	100	39	88	7
Merate	100	49	103	11

Dal grafico e dalla tabella si nota che le concentrazioni di PM₁₀ registrate a Civate sono mediamente confrontabili con quelle registrate nelle vicine stazioni di Valmadrera e di Lecco Sora aventi analoghe tipologie.

I superamenti, infatti si sono registrati contemporaneamente nelle diverse stazioni.



Il grafico seguente, però mostra che, in corrispondenza di venti da S e SO, Civate risente maggiormente dell'aria proveniente dalla Brianza (vedi Merate) discostandosi dai valori di concentrazione registrati a Valmadrera. Tale considerazione è supportata anche dai valori di PM10 rilevati durante una campagna temporanea a Monticello Brianza.



La rosa dell'inquinamento conferma che in corrispondenza di venti da S-SO sono state rilevate le concentrazioni maggiori. Si ricorda che i parametri meteorologici sono quelli della stazione di Valmadrera.

Conclusioni

Dalla campagna di monitoraggio di PM10 eseguita ad Civate, risulta evidente che in questo Comune la qualità dell'aria è confrontabile con quella dei vicini comuni inseriti in un simile contesto territoriale. I dati hanno poi evidenziato che in corrispondenza di condizioni meteorologiche con venti provenienti da S-SO, le concentrazioni sono più simili a quelle di Merate.

Ringraziamenti

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

Allegato Dati Orari

INQUINANTE : PM₁₀

UNITA' DI MISURA : µg/m³

VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE

Data	Conc. PM10 Civate [µg/m ³]
25/02/2011	76
26/02/2011	69
27/02/2011	52
28/02/2011	35
01/03/2011	43
02/03/2011	51
03/03/2011	49
04/03/2011	49
05/03/2011	69
06/03/2011	57
07/03/2011	39
08/03/2011	49
09/03/2011	78
10/03/2011	95
11/03/2011	53
12/03/2011	88
13/03/2011	25
14/03/2011	30
15/03/2011	38
16/03/2011	17
17/03/2011	19
18/03/2011	18
19/03/2011	40
20/03/2011	14
21/03/2011	25
22/03/2011	49
23/03/2011	53
24/03/2011	60
25/03/2011	43
26/03/2011	32
27/03/2011	32
28/03/2011	27
29/03/2011	38
30/03/2011	37
31/03/2011	33
01/04/2011	39