



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

**Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>**

**COMUNE DI ELLO**

seconda parte

18/01/2011 - 20/02/2011

**Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>**  
COMUNE DI **ELLO**  
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 per il monitoraggio del PM<sub>10</sub> nel Comune di Ello. La prima parte è stata svolta nei mesi di maggio e giugno 2010.

---

## Campagna di Misura di PM<sub>10</sub>

COMUNE DI ELLO  
seconda parte

Introduzione	
<b>Strumento per la misura del PM<sub>10</sub></b> .....	pag. 3
<b>Definizione di PM<sub>10</sub></b> .....	pag. 4
<b>Normativa</b> .....	pag. 4
Campagna di Misura	
<b>Sito di Misura</b> .....	pag. 5
<b>Emissioni sul territorio</b> .....	pag. 6
<b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura</b> .....	pag. 9
<b>Andamento del PM<sub>10</sub> nel periodo di misura</b> .....	pag. 11
<b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse</b> .....	pag. 13
<b>Conclusioni</b> .....	pag. 14
<b>Ringraziamenti</b> .....	Pag. 14
<b><i>Allegato Dati Giornalieri</i></b>	Pag. 15

## Introduzione

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

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

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 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<sub>eff</sub> (a Ta e Pa) 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 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<sub>g</sub>, V<sub>s</sub> e V<sub>eff</sub>;
- 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 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. Lgs 155 del 13 agosto 2010) allo scopo di prevenire esposizioni croniche

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

## Campagna di Misura

**Sito di misura:** Comune di Ello (LC)

**Superficie:** 2.41 km<sup>2</sup>

**Popolazione :** 1.247 abitanti(01/01/2009 - ISTAT)

**Densità :** 517 abitanti/km<sup>2</sup>

**Altitudine:** 411 m s.l.m. (min 345, max 575)

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.



Ello è un piccolo centro agricolo e industriale della Brianza, situato sulle verdi pendici occidentali del monte Regina (817 m), a SE del lago di Annone.

I prodotti principali dell'agricoltura sono mais e foraggi. Diffuso anche l'allevamento della razza bovina bruno alpina. Presenti piccoli stabilimenti industriali.



● Postazione del gravimetrico

**Posizionamento:** V. Vittorio Veneto

Il campionatore è stato posizionato in una area verde comunale, di pertinenza della Protezione Civile, lungo la via Vittorio Veneto, lontano da fonti dirette.

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 Ello è stato utilizzato l'inventario regionale delle emissioni, INEMAR (Inventario Emissioni Aria), nella sua versione più recente, riferita all'anno 2007.

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 (SO<sub>2</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>)
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O)
- 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 2007, risulta che le principali fonti di emissione per il **particolato fine (PM<sub>10</sub>)** (4.5 t/anno), sono la combustione non-industriale (76%) ed il trasporto su strada (20%). Gli altri macrosettori influiscono in maniera meno incisiva.

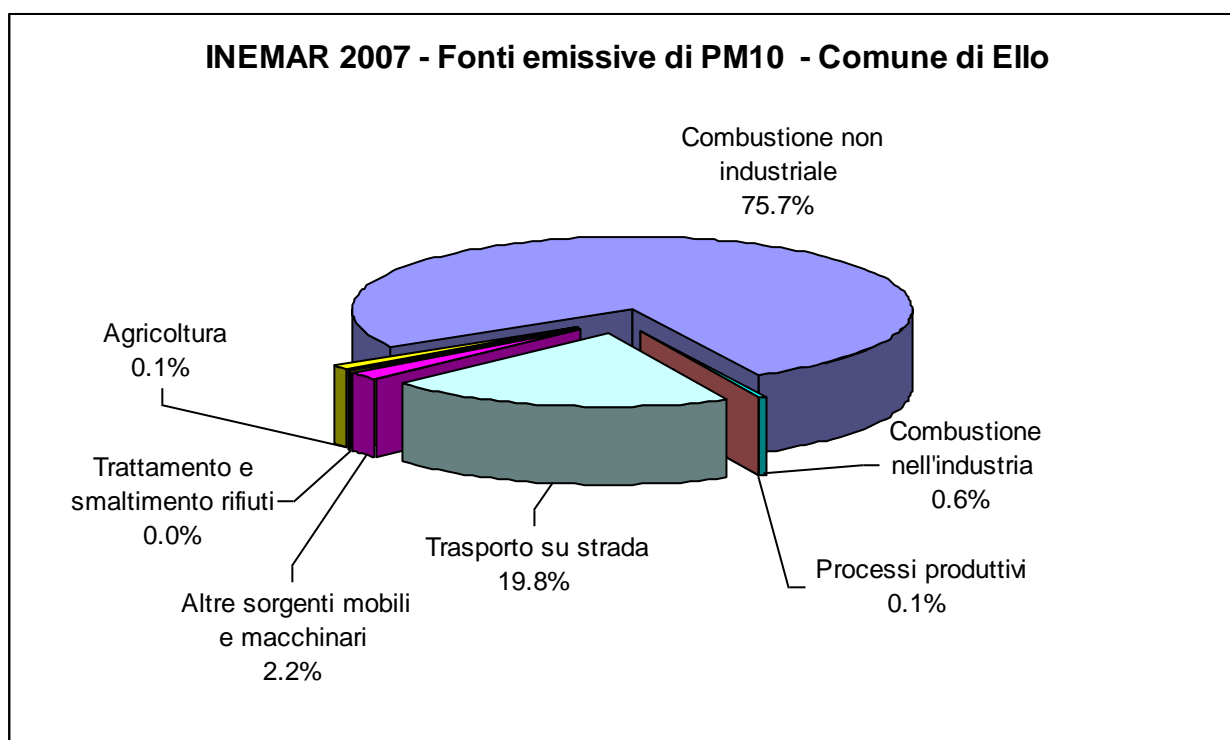
Per un maggior dettaglio, si riporta per Ello, una tabella in cui sono riportate le quantità di inquinante emesse per macrosettore in relazione al tipo di combustibile utilizzato.

In particolare si evidenzia come il fattore principale di emissione sia dovuto al riscaldamento domestico (combustione non industriale) legato all'uso della legna e similari.

All'interno del macrosettore trasporto su strada, contribuiscono maggiormente all'inquinamento da particolato, il risollevarimento dovuto al passaggio di mezzi e l'uso di mezzi diesel.

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.

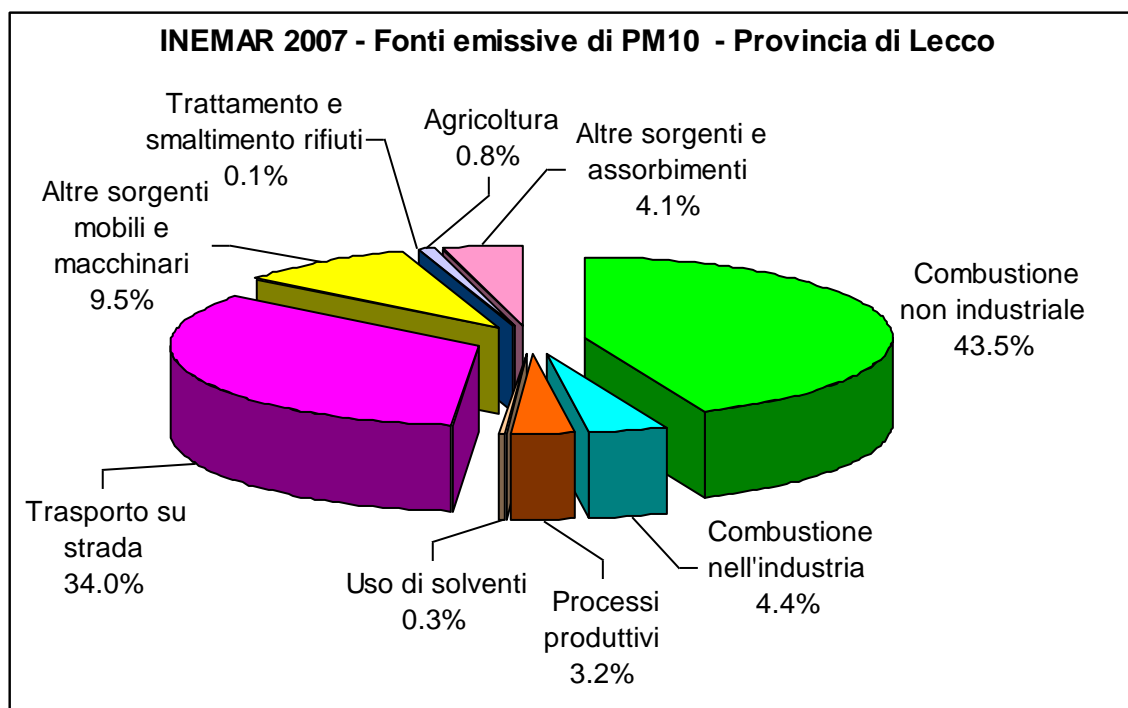
Fonti emissive - macrosettore	Tipo di Combustibile	PM10 t/anno	totale t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	legna e similari	3.408	3.423	75.7%
	gas naturale (metano)	0.007		
	gas petrolio liquido (GPL)	-		
	gasolio	0.008		
	olio combustibile	-		
Combustione nell'industria	gasolio	-	0.026	0.6%
	legna e similari	0.026		
	gas naturale (metano)	-		
Processi produttivi	senza combustibile	0.006	0.006	0.1%
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	-	
Uso di solventi	-	-	-	
Trasporto su strada	gas petrolio liquido (GPL)	-	0.897	19.8%
	benzina senza piombo	0.043		
	senza combustibile	0.462		
	gas naturale (metano)	-		
	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.392		
Altre sorgenti mobili e macchinari	benzina senza piombo	-	0.098	2.2%
	gasolio per autotrasporto (diesel)	0.098		
Trattamento e smaltimento rifiuti	senza combustibile	0.001	0.002	0.0%
	rifiuti solidi urbani	0.001		
	residui agricoli	0.001		
Agricoltura	senza comb.	0.006	0.006	0.1%
Altre sorgenti e assorbimenti	senza comb.	0.063	0.063	1.4%
<b>Totale</b>		<b>4.520</b>	<b>4.520</b>	<b>100%</b>



## Provincia di Lecco

INEMAR\_Emissioni relative all'anno 2007







Fonti emissive - macrosettore	PM10 t/anno	% di influenza
Combustione non industriale	275	43.5%
Combustione nell'industria	27	4.4%
Processi produttivi	20	3.2%
Estrazione e distribuzione combustibili		
Uso di solventi	2.1	0.3%
Trasporto su strada	215	34.0%
Altre sorgenti mobili e macchinari	60	9.5%
Treatmento e smaltimento rifiuti	0.9	0.1%
Agricoltura	5.0	0.8%
Altre sorgenti e assorbimenti	26	4.1%
<b>Totale</b>	<b>631.3</b>	<b>100%</b>



## 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.

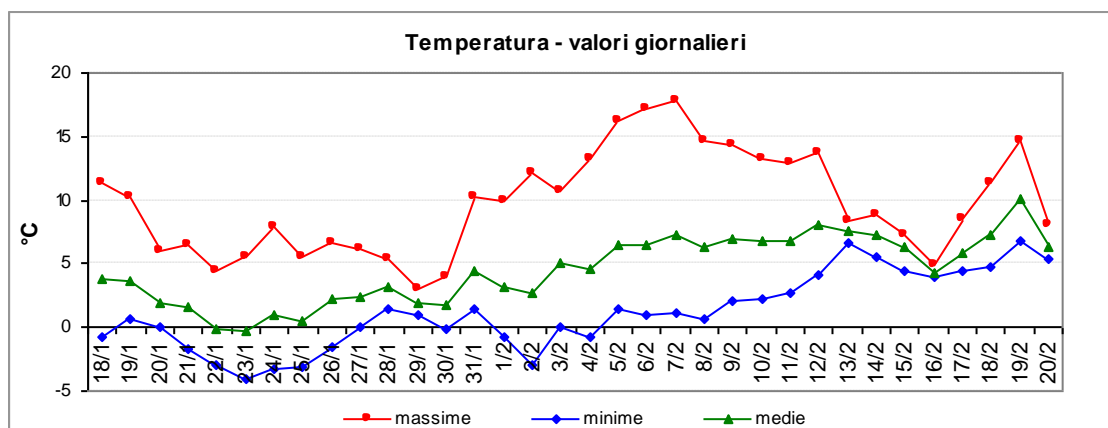
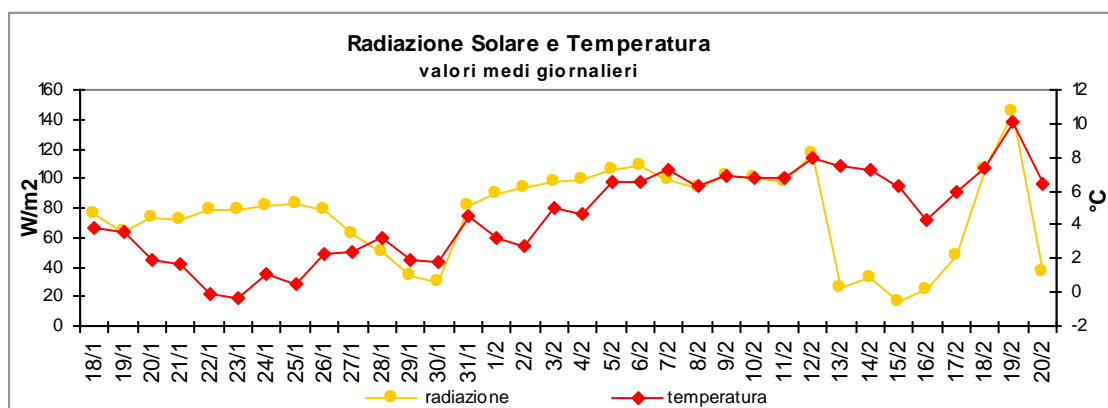
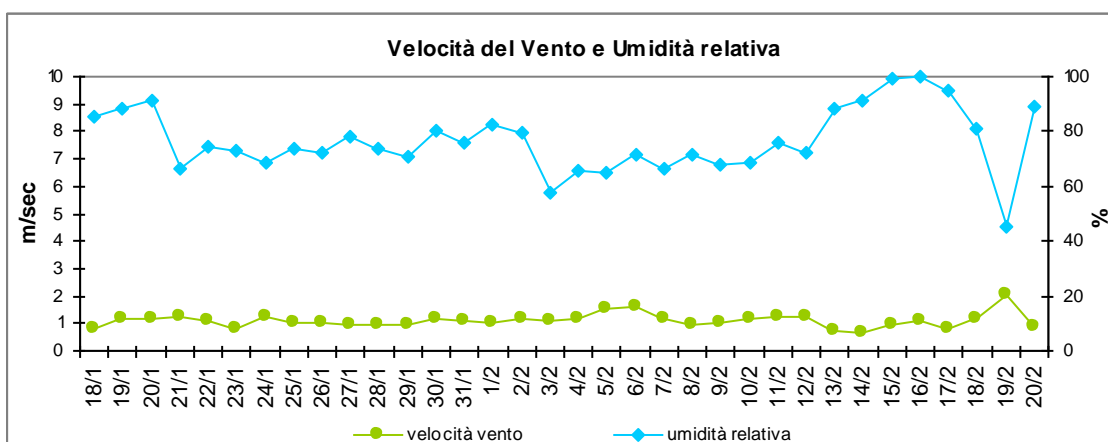
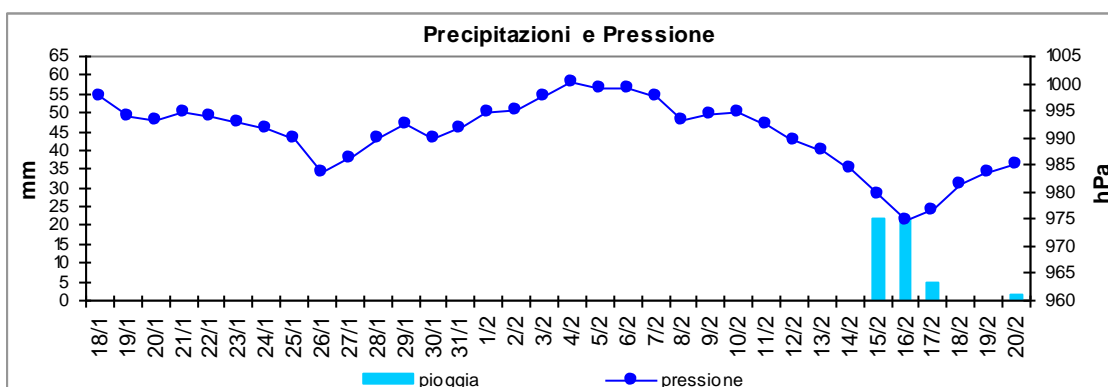
Si riporta di seguito una tabella con le principali indicazioni delle condizioni meteorologiche durante lo svolgimento della campagna campionamento.

Settimana o periodo	Situazione generale	Precipitazioni Cumulate [mm]		Temperatura [°C]	 <b>Venti</b> Condizioni prevalenti
18-23 gennaio	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media=2 °C Max= 11 °C Min= -4 °C	Deboli
24-30 gennaio	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media=2 °C Max=8 °C Min=-3 °C	Deboli
31 gennaio 6 febbraio	 Stabilità atmosferica	Assenti	0	Media=5°C Max=17°C Min=-3°C	Deboli
7-13 febbraio	 Debolmente perturbato	Deboli	22.0	Media=7°C Max=18°C Min= 1°C	Deboli
14 -20 febbraio	 Debolmente perturbato	Deboli	28.8	Media=7°C Max= 15 °C Min=4°C	Moderati

Si riportano in grafici gli andamenti relativi ai principali parametri meteorologici rilevati presso le 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



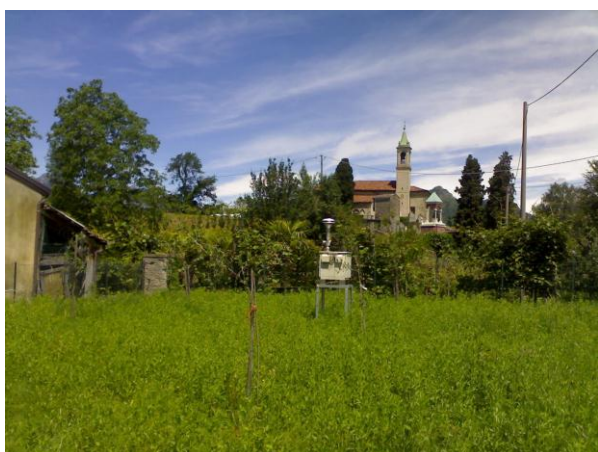
## Andamento del PM<sub>10</sub> nel periodo di misura

Il **Particolato Fine (PM<sub>10</sub>)** 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 (PM<sub>10</sub>), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>).

La campagna di monitoraggio di PM<sub>10</sub>, nel Comune di Ello, è stata svolta dal 18 gennaio al 20 febbraio 2011.

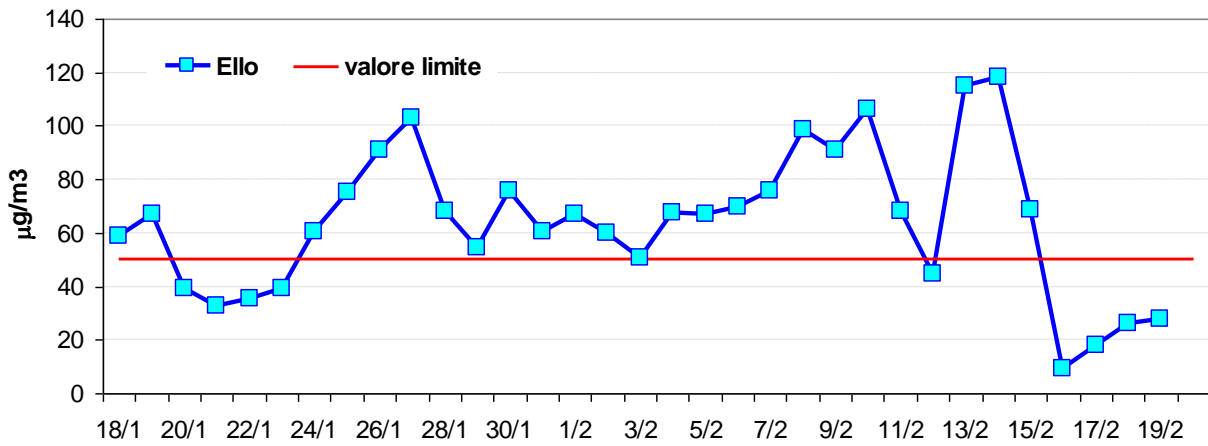
Il campionatore sequenziale è stato posizionato in una area verde in prossimità della sede della Protezione Civile lungo via V. Veneto.



La misura di **PM<sub>10</sub>** 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.

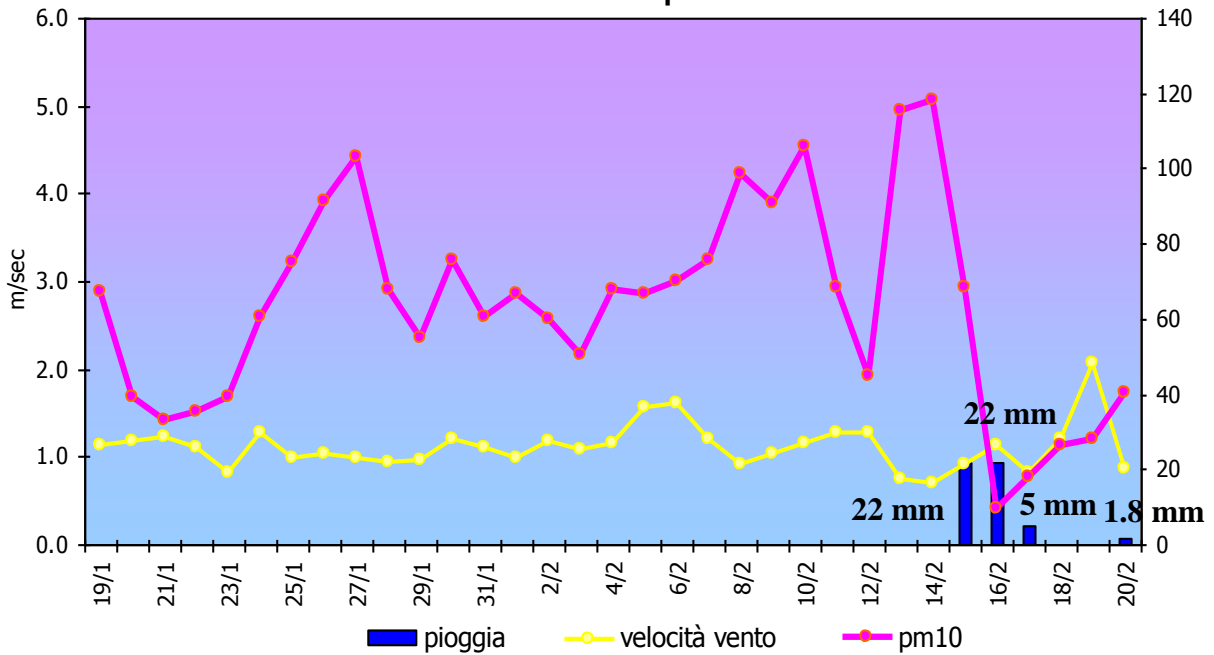
Durante il periodo di misura, è stato superato il limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>.

Comune di ELLO- Concentrazione media giornaliera PM10



Il grafico seguente mostra come un tempo stabile per quasi tutto il periodo di monitoraggio, senza pioggia e vento debole, talvolta con nebbia, abbia contribuito all'accumulo di PM<sub>10</sub>.

Velocità del Vento - Precipitazioni - PM10



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

Il dato di PM<sub>10</sub> 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 e ai dati rilevati durante una campagna con il laboratorio mobile nel comune di Colle Brianza, località Giovenzana.

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
<b>Ello</b>	PUB	RURALE	FONDO	411	18/01 - 20/02/2011
<b>Colle Brianza (Giovenzana)</b>	PUB	RURALE	FONDO	670	18/01 - 16/02/2011
<b>Lecco Sora</b>	PUB	SUBURBANA	FONDO	214	Stazione Fissa
<b>Valmadrera</b>	PRIV	SUBURBANA	MEDIA URBANA	237	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 PM<sub>10</sub>, 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: PM<sub>10</sub>**

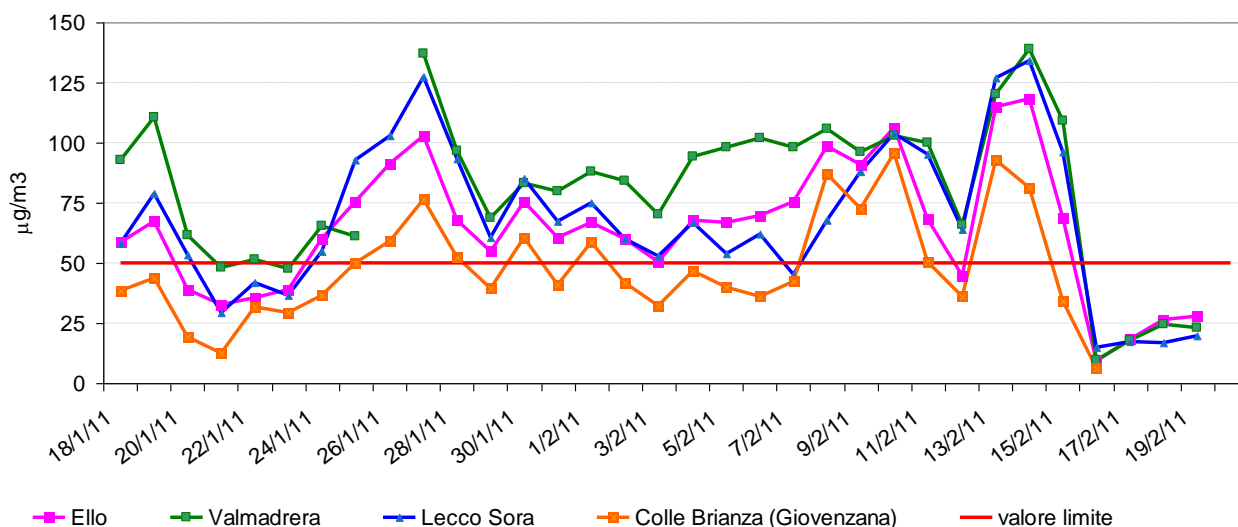
**Periodo: 18/01/2011 – 20/02/2011**

**giorni di campionamento: 34**

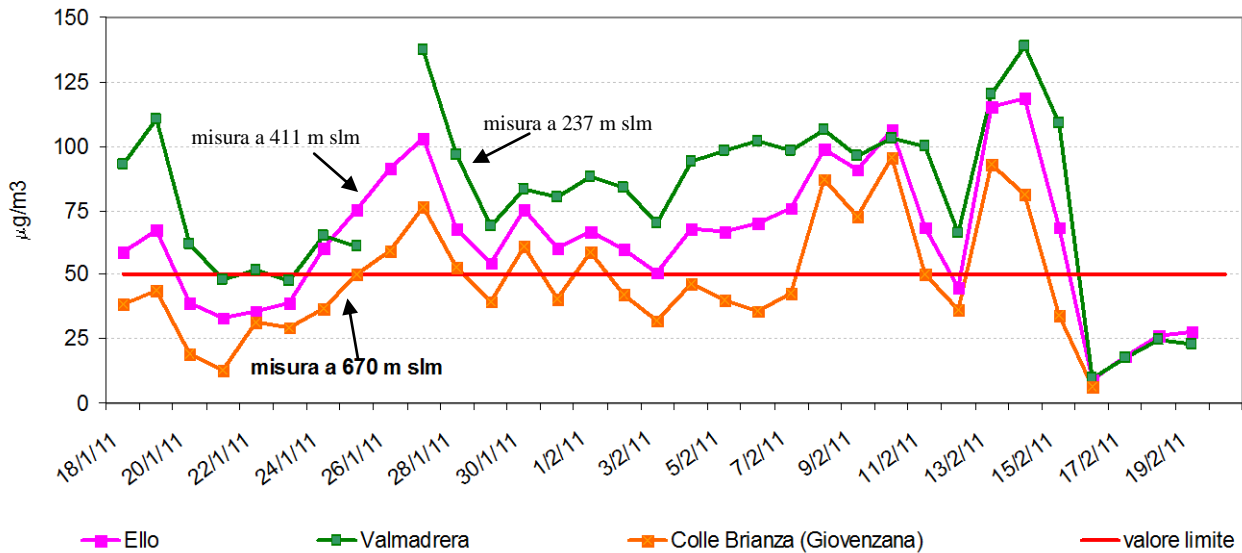
	% Rend.	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media 24 h (µg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Valore limite
<b>Ello (LC)</b>	100	63	108	24
<b>Colle Brianza (Giovenzana)</b>	100	48	96	10
<b>Lecco Sora</b>	100	67	134	25
<b>Valmadrera</b>	97	79	139	26

Nel periodo di monitoraggio considerato, la situazione meteorologica è stata caratterizzata da frequenti inversioni termiche e da fenomeni di nebbia, che hanno causato l'accumulo di PM<sub>10</sub>, con conseguente superamento del limite di 50 µg/m<sup>3</sup>. Questa situazione si è verificata a Valmadrera, dove i valori registrati sono risultati i più elevati; a Ello, posto ad una quota più elevata e a Lecco con una ventilazione leggermente diversa, le concentrazioni sono state inferiori. Per quanto riguarda le misure effettuate a Colle Brianza, in località Giovenzana, la situazione meteorologica è risultata spesso differente: questo sito, situato a circa 700 m slm, si ritrova in alcuni casi al disopra dell'inversione termica, con un clima più mite, privo di nebbia. In queste condizioni, la dispersione è stata maggiore, per cui le concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate sono state più basse.

**Confronto tra stazioni vicine  
Concentrazione media giornaliera PM10**



### Confronto tra stazioni vicine Concentrazione media giornaliera PM10



### Conclusioni

Dalla campagna di monitoraggio di PM<sub>10</sub> eseguita ad Ello, risulta evidente che la qualità dell'aria in questo Comune è confrontabile a quella dei vicini comuni inseriti in un simile contesto territoriale.

### Ringraziamenti

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

**INQUINANTE : PM<sub>10</sub>**  
**UNITA' DI MISURA : µg/m<sup>3</sup>**

**VALORI DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE GIORNALIERE**

<b>Data</b>	<b>Concentrazioni PM10 [µg/m<sup>3</sup>]</b>
18/01/2011	59
19/01/2011	67
20/01/2011	39
21/01/2011	33
22/01/2011	36
23/01/2011	39
24/01/2011	60
25/01/2011	75
26/01/2011	91
27/01/2011	103
28/01/2011	68
29/01/2011	55
30/01/2011	75
31/01/2011	60
01/02/2011	67
02/02/2011	60
03/02/2011	51
04/02/2011	68
05/02/2011	67
06/02/2011	70
07/02/2011	76
08/02/2011	99
09/02/2011	91
10/02/2011	106
11/02/2011	68
12/02/2011	45
13/02/2011	115
14/02/2011	118
15/02/2011	69
16/02/2011	9
17/02/2011	18
18/02/2011	26
19/02/2011	28
20/02/2011	40