

**Campionatore Sequenziale Gravimetrico  
Campagna di Misura Polveri Fini  
COMUNE DI S.ROCCO AL PORTO**

**02/10/07 al 17/10/07**



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

# CAMPAGNA DI MONITORAGGIO ATMOSFERICO

## TECNOBORGO

02 OTTOBRE – 17 OTTOBRE 2007

### 1 INTRODUZIONE

Le misure condotte rientrano all'interno della convenzione stipulata con la ditta Tecnoborgo S.p.a. (N.Prot.10853 del 26/08/2004).

La campagna di rilevazione polveri e analisi IPA previste dalla convenzione è stata condotta a San Rocco al Porto presso la centralina della qualità dell'aria.

Come previsto dalla convenzione, sono state effettuate rilevazioni di polveri fini campionando il particolato aerodisperso su filtri, alcuni dei quali sono poi stati mandati all'analisi per ottenere la concentrazione di IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici); quelli previsti dalla convenzione sono sette: Pirene, Benzo[a]antracene, Crisene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[a]pirene, Benzo[g]perilene.

### 2 NORMATIVA

Si fa riferimento alla seguente normativa:

- ❖ D.M. n.60 del 02/04/02 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo, e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio."
- ❖ Delib. Giunta Reg. n° 7/6501 del 19/10/2001 "Zonizzazione del territorio regionale per il conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria, ambiente, ottimizzazione e razionalizzazione della rete di monitoraggio, relativamente al controllo dell'inquinamento da PM10, fissazione dei limiti di emissione degli impianti di produzione energia e piano d'azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico."

Successive modifiche e integrazioni alla delibera sopra citata con particolare attenzione ai piani d'azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico ed al traffico autoveicolare, relativamente alle zone critiche ed agli agglomerati della Regione Lombardia:

- Delib. Giunta Reg. n° 8/552 del 04/08/2005
  - Delib. Giunta Reg. n° 8/947 del 27/10/2005
  - Delib. Giunta Reg. n° 8/1549 del 22/12/2005
  - Delibera n. 1835 del 2 febbraio 2006
  - Delibera n. 1898 del 14 febbraio 2006
  - Delibera n. 5290 del 2 agosto 2007
- ❖ Decreto legislativo n. 152 del 3 agosto 2007 (G.U. n. 213 del 13 settembre 2007) "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

La direttiva 2004/107/CE, recepita dal D.Lgs. n. 152 del 3 agosto 2007, riguarda arsenico, cadmio, nickel e benzo(a)pirene, dei quali fissa valori obiettivo per il tenore totale della frazione PM10, calcolata in media su un anno di calendario. Il benzo(a)pirene si utilizza come marker per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici.

È attualmente in vigore il D.M. n.60 del 02/04/02, che stabilisce i limiti per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, il particolato sottile, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio.

Nelle tabelle seguenti vengono riassunti i limiti estrapolati dalle normative appena menzionate di interesse per gli inquinanti monitorati in questa campagna di misura:

Dal D.M. n.60 del 02/04/02:

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
PM10: valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile	1 ° gennaio 2005
PM10: valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	1 ° gennaio 2005

Dal D.Lgs. n.152 del 3 agosto 2007, in recepimento della Direttiva 2004/107/CE:

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore obiettivo (*)</b>	<b>Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
Benzo(a)pirene	1 anno	1 ng/m <sup>3</sup>	31 gennaio 2012

\* = per il tenore totale della frazione PM10 calcolata in media su un anno di calendario.

NOTA: per gli IPA il benzo(a)pirene è utilizzato come marker per il rischio cancerogeno.

### 3 GLI INQUINANTI MONITORATI

Il particolato fine (PM10) è considerato uno dei “nuovi inquinanti”, la sua misura è stata introdotta a partire da febbraio 1998. 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 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 (PTS) 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 ai 100 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 µm.

Ai fini di una caratterizzazione delle polveri sottili, si sono effettuate analisi chimiche sui filtri determinando le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA); questi si formano in seguito alla combustione incompleta di materiali organici. Quando vengono immessi nell'atmosfera, quelli con un numero di anelli uguale o inferiore a quattro permangono in forma gassosa non oltre le 24 ore, perché vengono degradati; a causa della loro bassa tensione di vapore, tendono rapidamente a condensarsi e a venire adsorbite alla superficie delle particelle di fuliggine e di cenere. Anche gli IPA con due e tre anelli aderiscono a tali particelle, specie nel periodo invernale, dato che la loro tensione di vapore si riduce bruscamente con l'abbassarsi della temperatura. Poiché molte particelle di fuliggine hanno dimensioni tali da essere respirate, gli IPA possono penetrare nei polmoni direttamente mediante la respirazione.

Gli IPA presenti nell'ambiente provengono da numerose fonti: principalmente dal traffico autoveicolare (dagli scarichi degli autoveicoli a benzina e diesel), dal catrame, dal fumo esalato dalla combustione del legno o del carbone e da altri **processi di combustione incompleta**.

In genere gli IPA rappresentano circa lo 0,1% del particolato atmosferico. Gli IPA analizzati nella presente campagna sono: Benzo[a]pirene\*, Fluorantene, Pirene, Benzo[a]antracene\*, Crisene\*, Benzo[k]fluorantene\*, Benzo[b]fluorantene\*, Benzo[e]pirene, Indeno[123-cd]pirene\*, Dibenzo[a,h]antracene\*, Benzo[g,h,i]perilene, Fenantrene, Antracene; nell'elenco sono state etichettate con un asterisco le sostanze classificate dallo IARC (International Agency for Research on Cancer) come possibili o probabili cancerogene per l'uomo.

Il più noto idrocarburo di questa classe è il Benzo(a)pirene (BaP), caratterizzato da cinque anelli benzenici condensati. Questo IPA è un comune sottoprodotto della combustione incompleta dei combustibili fossili, della materia organica e del legname. Il BaP è classificato dall'EPA (Environmental Protection Agency, l'agenzia di protezione ambientale americana) come B2 (probabile cancerogeno per l'uomo con evidenza sufficiente di cancerogenicità in studi su animali ed evidenza inadeguata o assenza di dati in studi sull'uomo); viene utilizzato come marker per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici, e come riferimento per il confronto con i limiti.

### 4 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA: METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Per il campionamento di particolato fine **PM10** è stata utilizzata la strumentazione seguente:

- Campionatore gravimetrico
- Testa di prelievo TPM10 realizzata secondo indicazioni EPA, con portata 1m<sup>3</sup>/ora.

Il campionamento è stato condotto secondo i seguenti parametri:

- Durata: 24 ore per filtro, con cambio filtri alle ore 24:00;
- Temperatura di normalizzazione: 0 °C;
- Flusso: 16,7 l/min.

Sono stati utilizzati filtri in borosilicato di diametro pari a 47 mm.

Su alcuni dei filtri campionati sono state effettuate analisi di IPA dall'Unità Operativa Laboratorio del dipartimento ARPA di Milano 3 tramite cromatografia liquida.

## 5 SITUAZIONE METEO

I dati meteorologici sono stati raccolti dalla centralina di qualità dell'aria di San Rocco al Porto e possono essere influenzati da situazioni climatiche microlocali legate al posizionamento della centralina stessa. In Allegato 1 sono riportati i grafici relativi alla situazione meteorologica del periodo in considerazione.

Non si sono registrate precipitazioni, durante il periodo di effettuazione della campagna.

La temperatura media del periodo si è attestata attorno ai 17°C, con un massimo orario di 21,3°C ed un minimo orario di 12,9°C.

Per quanto riguarda le condizioni anemologiche, la quasi totalità della campagna è stata condotta in condizioni di calma di vento (con una media sul periodo di circa 0,4 m/s), ad esclusione di alcuni fenomeni più significativi, che si sono verificati nelle del 5, 6 e 7 ottobre 2007 che hanno favorito l'abbattimento del PM10 (vedi fig.3 e 4).

Le due settimane di monitoraggio sono state però caratterizzate da prevalente condizione di stabilità atmosferica

## 6 RISULTATI

Si riportano di seguito, in forma sintetica, nelle Tabelle 1, 2 e 3 e in Fig.1, i dati acquisiti durante la campagna di misura.

In Tab. 1 sono presentati i dati meteorologici insieme alla concentrazione di PM10, in Tab.2 sono riportati i risultati delle analisi eseguite su cinque dei filtri campionati, evidenziati in Fig.1, mentre in tabella 3 si riporta un confronto tra i dati acquisiti durante la campagna e i valori di concentrazione forniti dalla rete delle centraline fisse, dati espressi più nel dettaglio in Tab.4.

**Tab.1** - Tabella riassuntiva dati PM10 a confronto con i dati meteorologici (dati acquisiti dalla centralina di rete fissa e dal campionatore gravimetrico).

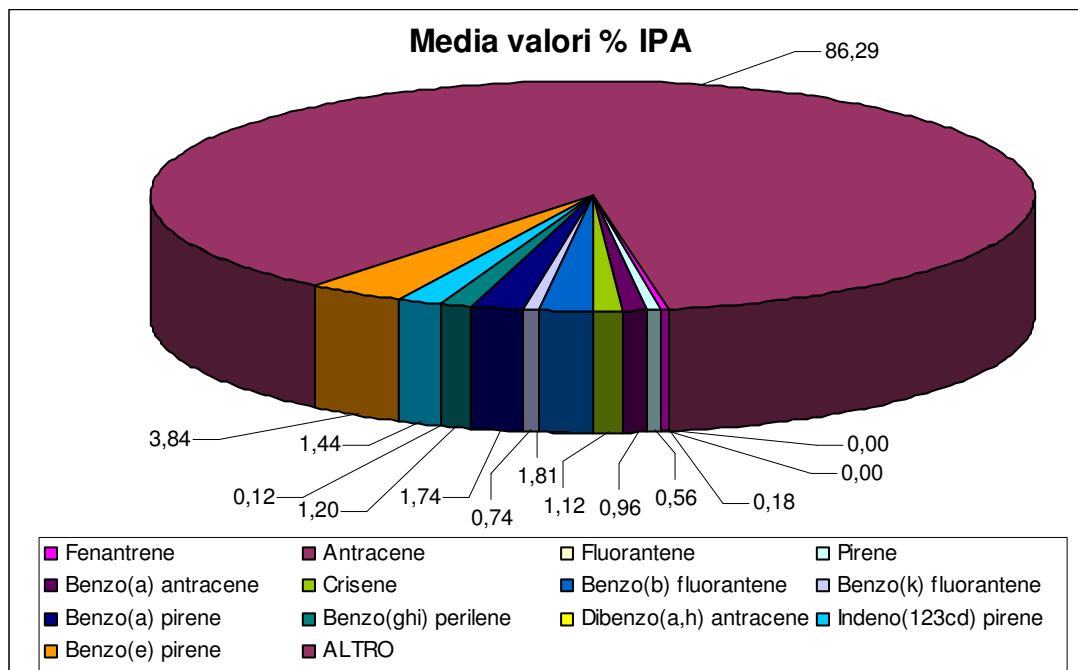
DATA	Conc. PM10 (centr. fissa) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. PM10 (Tecora) ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TEMP ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Tecora)	PRESS (kPa) (Tecora)	PIOGGIA (mm)	RADS ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ )	RADN ( $\text{mW}/\text{cm}^2$ )
02/10/2007	37	42	19,4	100,4	0	10,38	6,31
03/10/2007	45	42	20,6	101,3	0	9,00	5,38
04/10/2007	55	56	21,2	101,2	0	4,62	2,17
05/10/2007	54	51	21,1	101,3	0	8,83	4,86
06/10/2007	42	53	19,8	101,5	0	7,08	3,86
07/10/2007	16	18	18,4	100,7	0	10,85	5,46
08/10/2007	40	37	16,9	101,0	0	10,24	5,06
09/10/2007	36	47	16,0	101,2	0	7,13	3,05
10/10/2007	48	54	15,3	101,3	0	6,62	2,61
11/10/2007	42	54	15,6	101,2	0	7,88	2,05
12/10/2007	57	74	16,2	101,3	0	6,35	2,79
13/10/2007	53	79	15,9	101,1	0	8,40	3,51
14/10/2007	29	38	15,1	101,1	0	9,06	3,22
15/10/2007	36	38	13,9	101,6	0	10,02	4,22
16/10/2007	47	49	13,5	101,6	0	9,49	3,92
17/10/2007	60	79	12,9	101,7	0	6,03	2,43

**Tab.2** - Valori concentrazioni IPA (espressi in  $\text{ng}/\text{m}^3$  a  $T_{\text{ambiente}}$ ).

cod. filtro	SR03	SR06	SR09	SR12	SR15
Data	3/10/07	6/10/07	09/10/2007	12/10/07	15/10/2007
conc. PM10	42	53	47	74	38
Fenantrene	0,06	0,06	0,16	0,09	0,07
Antracene	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Fluorantene	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08
Pirene	0,25	0,13	0,19	0,43	0,37
Benzo(a) antracene	0,04	0,08	0,27	0,69	1,16
Crisene	0,09	0,14	0,37	0,81	1,22
Benzo(b) fluorantene	0,21	0,15	0,60	1,30	1,99
Benzo(k) fluorantene	0,06	0,05	0,22	0,57	0,85
Benzo(a) pirene	0,10	0,07	0,46	1,39	2,08
Benzo(ghi) perilene	0,16	0,08	0,39	0,97	1,26
Dibenzo(a,h) antracene	<0,02	<0,02	0,03	0,10	0,14
Indeno(123cd) pirene	0,28	<0,05	0,47	1,13	1,52
Benzo(e) pirene	0,18	0,10	0,88	3,20	4,71

Da cui segue la distribuzione percentuale media sotto riportata in Fig. 1.

Fig.1 - Distribuzione percentuale composti IPA.



Tab.3 - Riassuntivo concentrazioni di PM10 e giorni di supero.

	% Rend.	Media periodo (µg/m <sup>3</sup> )	Dev St.	giorni superamento Liv. Attenzione	Nr. giorni superamento Liv. 75 µg/m <sup>3</sup>
<b>Gravimetrico</b>	100	51	16,3	<b>8</b> 4-6 ott; 10-13 ott; 17 ott.	<b>2</b> 13 e 17 ottobre 2007
<b>Lodi <sup>(1)</sup></b>	94	63	24,6	<b>11</b> 3-6 ott; 9-10 ott; 12-13 ott; 15-17 ott.	<b>4</b> 12-13 ott; 16-17 ott.
<b>Montanaso <sup>(1)</sup></b>	94	57	20,4	<b>9</b> 3-6 ott; 10-13 ott; 15-16 ott.	<b>3</b> 4 ott; 11-13 ott.
<b>Tavazzano <sup>(1)</sup></b>	100	58	23,6	<b>9</b> 4-6 ott; 9-13 ott; 16-17 ott.	<b>3</b> 12-13 ott; 17 ott.
<b>Codogno <sup>(1)</sup></b>	100	67	22,0	<b>14</b> 2-6 ott; 8-13 ott; 15-17 ott.	<b>4</b> 12-13 ott; 16-17 ott.
<b>S. Rocco al Porto <sup>(2)</sup></b>	100	44	11,3	<b>5</b> 4-5 ott; 12-13 ott; 17 ott.	<b>0</b> -

NOTA: <sup>(1)</sup>: Analizzatore a Raggi Beta.

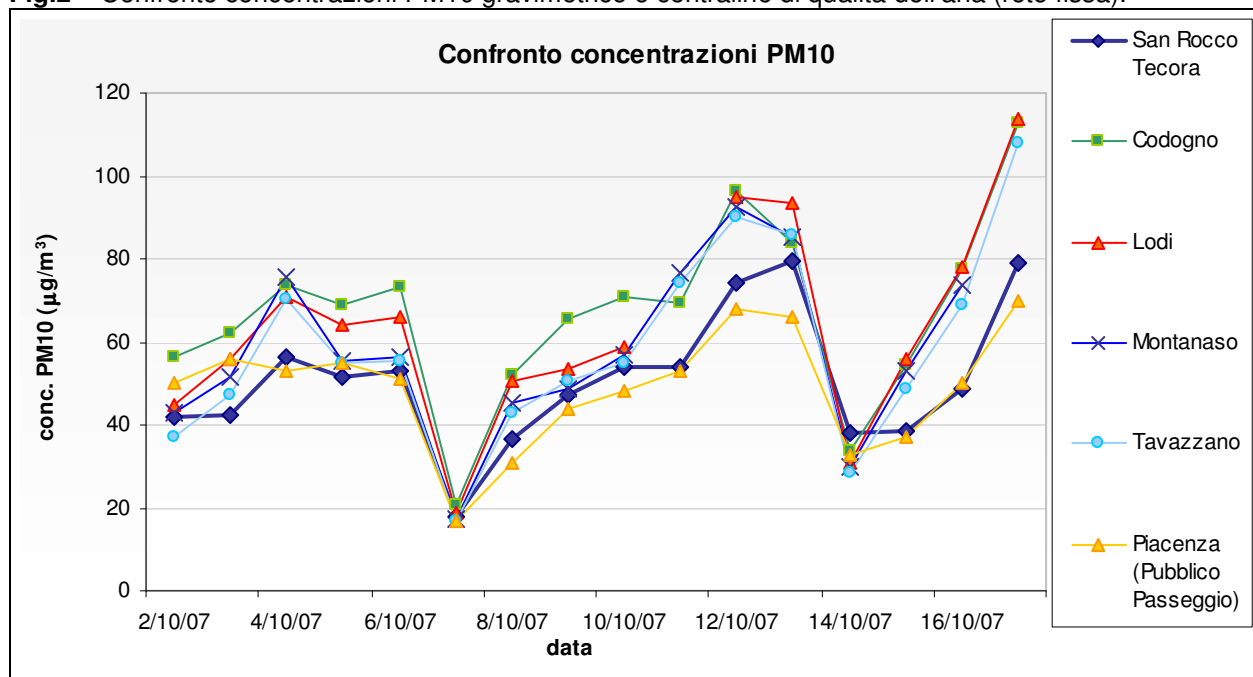
<sup>(2)</sup>: Analizzatore a Microbilancia Oscillante.

## 7 GRAFICI E CONFRONTI

**Tab.4** – Confronto concentrazioni giornaliere di **PM10** (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

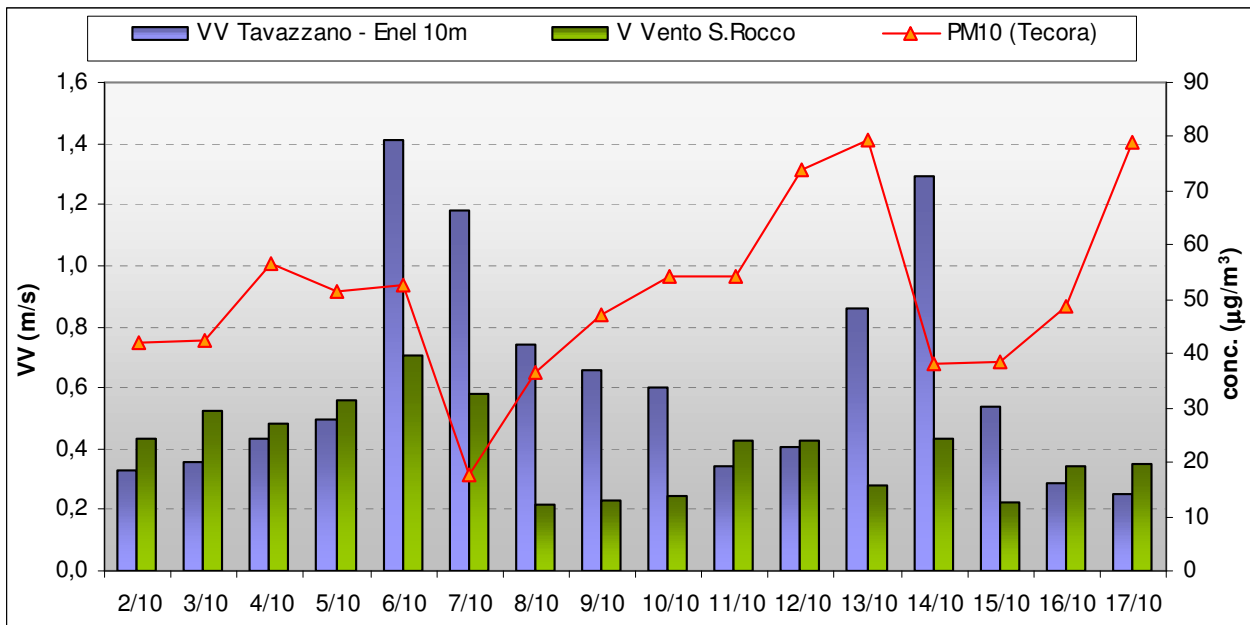
Data	San Rocco (Tecora)	Codogno	Lodi	Montanaso	Tavazzano	Piacenza (Pubblico Passeggio)
2/10/07	42	56	45	43	37	50
3/10/07	42	62	56	52	47	56
4/10/07	56	74	71	76	70	53
5/10/07	51	69	64	55	55	55
6/10/07	53	73	66	57	55	51
7/10/07	18	21	19	17	17	17
8/10/07	37	52	51	45	43	31
9/10/07	47	66	54	49	51	44
10/10/07	54	71	59	57	55	48
11/10/07	54	70	n.d.	76	74	53
12/10/07	74	97	95	93	90	68
13/10/07	79	84	93	86	86	66
14/10/07	38	34	31	30	28	33
15/10/07	38	55	56	53	49	37
16/10/07	49	78	78	74	69	50
17/10/07	79	113	114	n.d.	108	70

**Fig.2** – Confronto concentrazioni PM10 gravimetrico e centraline di qualità dell'aria (rete fissa).

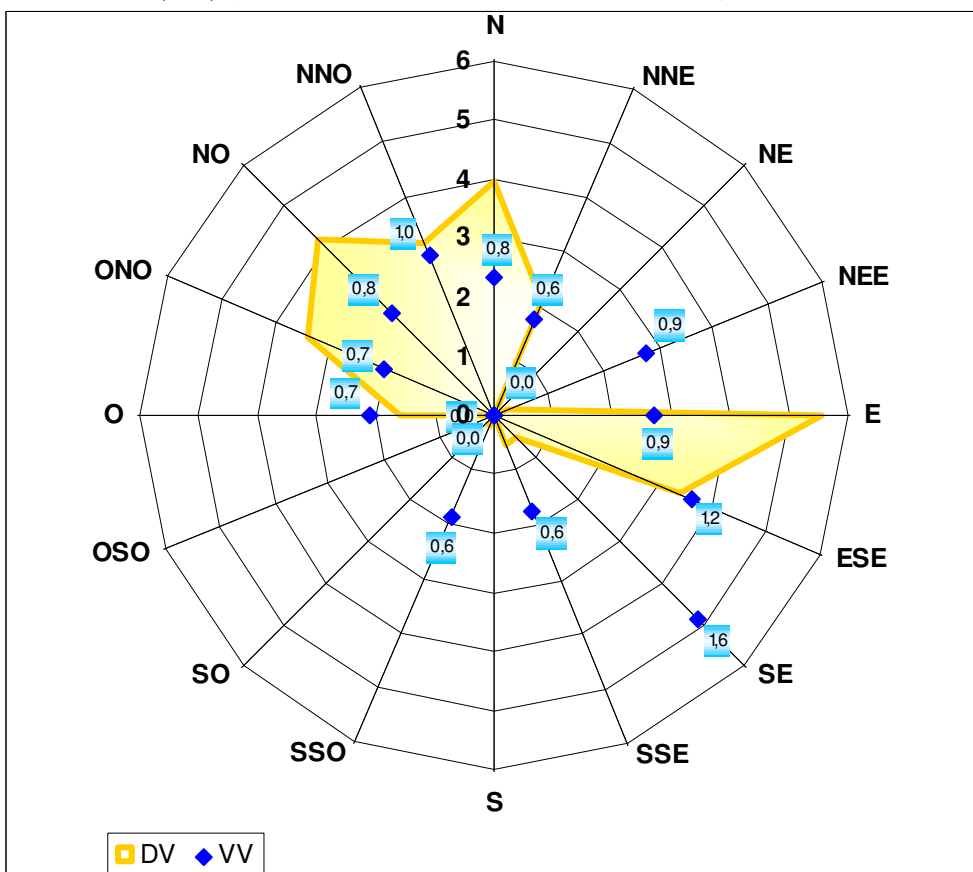


NOTA: Dati di Piacenza presi dal sito: <http://www.arpa.emr.it/piacenza/download/PM10ott07.pdf>

**Fig.3** – Confronto concentrazioni PM10 gravimetrico e valori medi giornalieri di Velocità del Vento, registrati nelle centraline fisse di Tavazzano e S. Rocco al Porto.



**Fig.4** – Direzione del vento prevalente (% di accadimenti nel periodo) e Velocità del vento media nel periodo per direzione (m/s) (Dati relativi alla centralina di S.Rocco al Porto).



		N	NNE	NE	NEE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Variabile	Calma
frequenza %	DV	3,9	2,1	0,0	0,3	5,5	3,4	0,5	0,5	0,0	0,3	0,0	0,0	1,6	3,4	4,2	3,1	0,5	66,4
m/s	VV	0,8	0,6	-	0,9	0,9	1,2	1,6	0,6	-	0,6	-	-	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0	0,2

## 8 CONCLUSIONI

La presente campagna, della durata di 16 giorni, si è svolta a fine estate, ma comunque prima dell'accensione dei riscaldamenti. I superi registrati del valore limite di PM10 sono principalmente riconducibili alla situazione meteorologica del periodo in questione, caratterizzata da stabilità ed infatti si riscontrano anche per le centraline della rete fissa, che presentano un andamento analogo delle concentrazioni di PM10.

In **Figura 2** si è riportato l'andamento dei valori di concentrazione registrati col campionatore gravimetrico, a confronto con le concentrazioni misurate nelle centraline di rete fissa di Lodi, Codogno, Tavazzano, Montanaso a cui si è aggiunto anche l'andamento delle concentrazioni registrate in una centralina situata a Piacenza (cfr. dati centralina "Piacenza-pubblico passeggio", reperiti su sito: <http://www.arpa.emr.it/piacenza/download/PM10ott07.pdf>). Da tale grafico, si evidenzia la sostanziale conformità con i valori rilevati negli altri siti, in particolare col sito di Piacenza.

In **Figura 3** si è riportato l'andamento del PM10 in relazione alla velocità del vento, da cui si evince la significativa influenza del fattore anemologico con abbassamento dei valori di concentrazione in corrispondenza dei valori più elevati di velocità del vento registrati (punte massime orarie di 2,6 m/s nella giornata del 6 ottobre).

Durante la campagna tuttavia si è avuta prevalentemente calma di vento (velocità del vento inferiori a 0,5 m/s) per oltre il 66% degli eventi, come si evidenzia da grafico e tabella di **Figura 4**.

Non si è riportato alcun grafico relativo alle precipitazioni, in quanto non si sono verificati fenomeni piovosi, nel periodo di effettuazione della campagna.

Tra i vari IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) analizzati si evidenzia il Benzo(a)pirene: infatti è l'unico per il quale l'ultima direttiva CE stabilisce un valore limite ( $1 \text{ ng/m}^3$  per il tenore totale della frazione PM10 calcolata in media **su un anno** di calendario), dei cinque filtri analizzati due filtri hanno evidenziato un valore superiore a  $1 \text{ ng/m}^3$ , tuttavia, poiché il limite di riferimento è annuale, non è possibile confrontare il valore del singolo filtro con questo limite.

**Il Responsabile C.O.D.  
e Agenti Fisici  
Dipartimento di Lodi**  
Dott.ssa Manuela Crippa

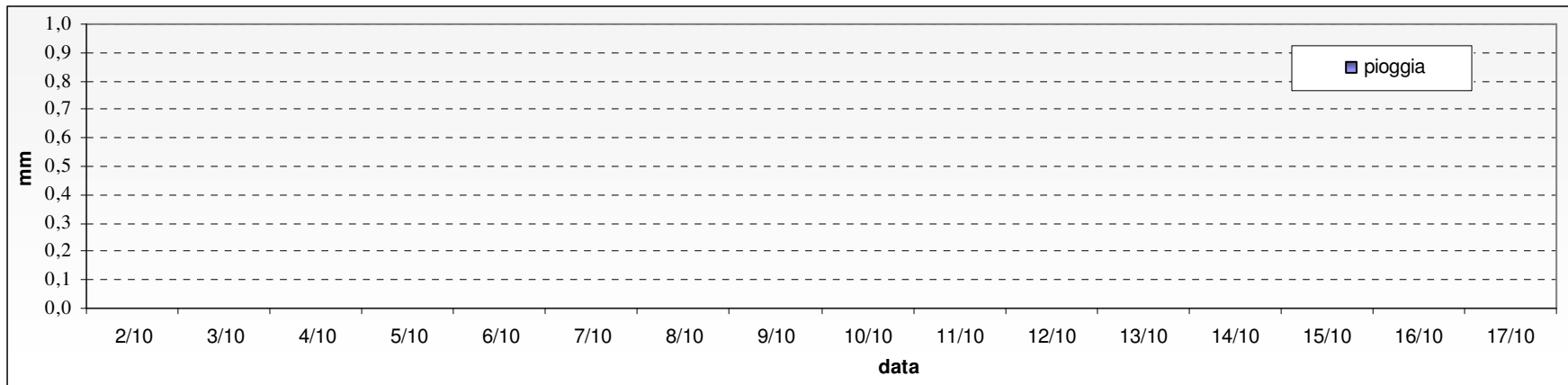
**Il Collaboratore a Progetto**  
Ing. Lavinia Russo

Visto del Dirigente  
dell'U.O. Territorio e Sistemi Ambientali  
(Dott. Walter Di Rocco)

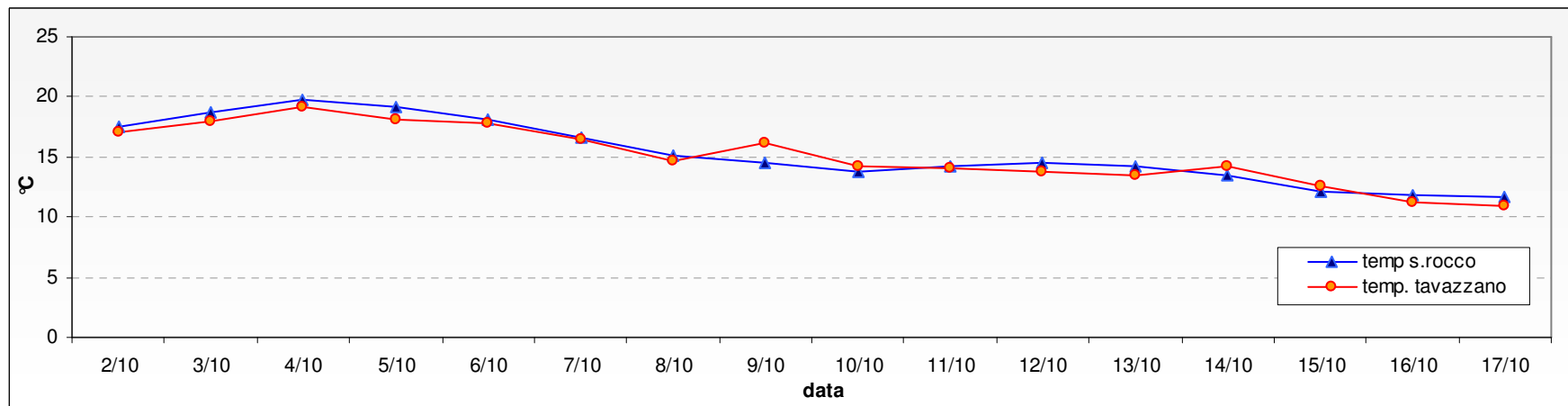
# Allegato 1

## Grafici meteo

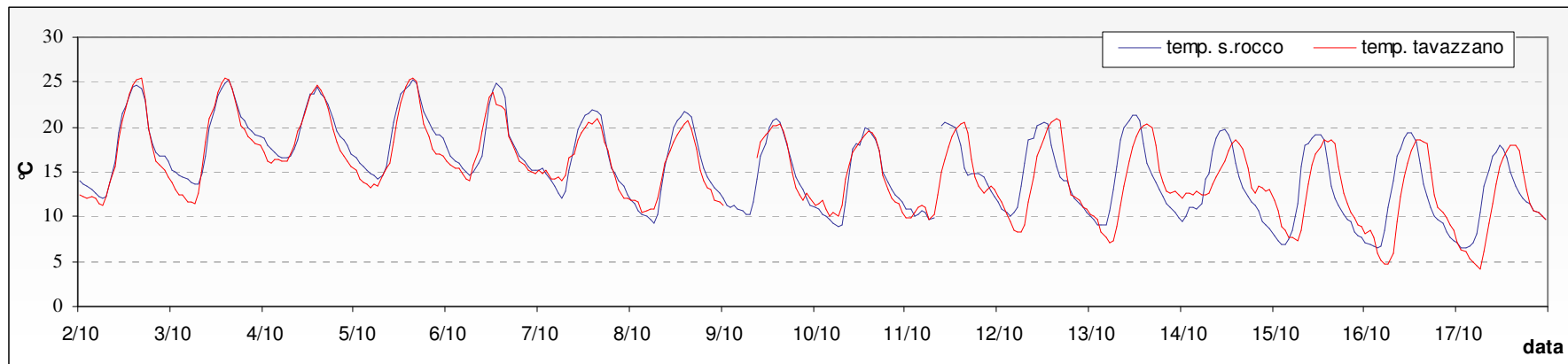
**andamento dei dati giornalieri di pioggia (mm)**



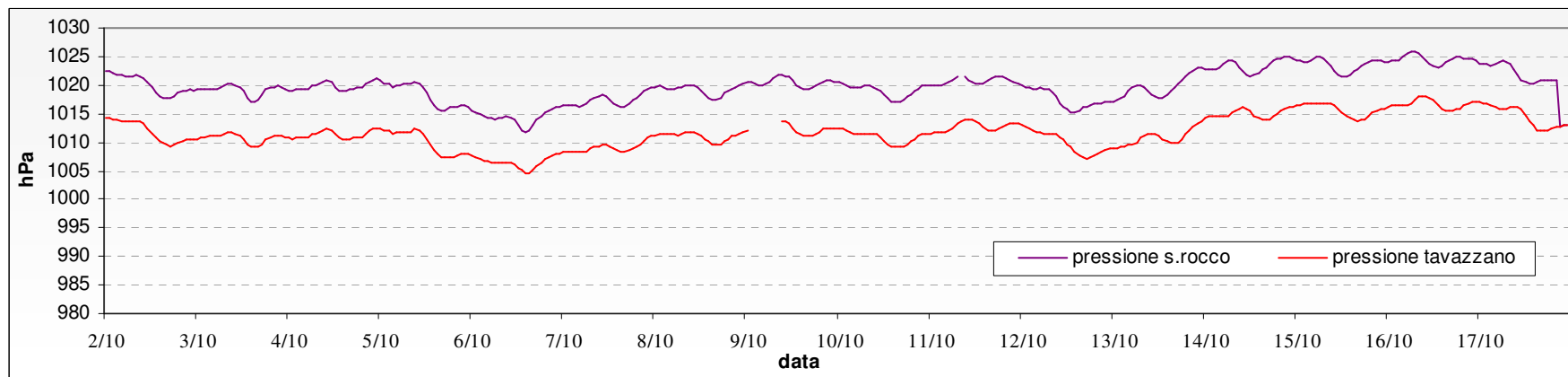
**andamento dei dati medi giornalieri della temperatura (°C)**



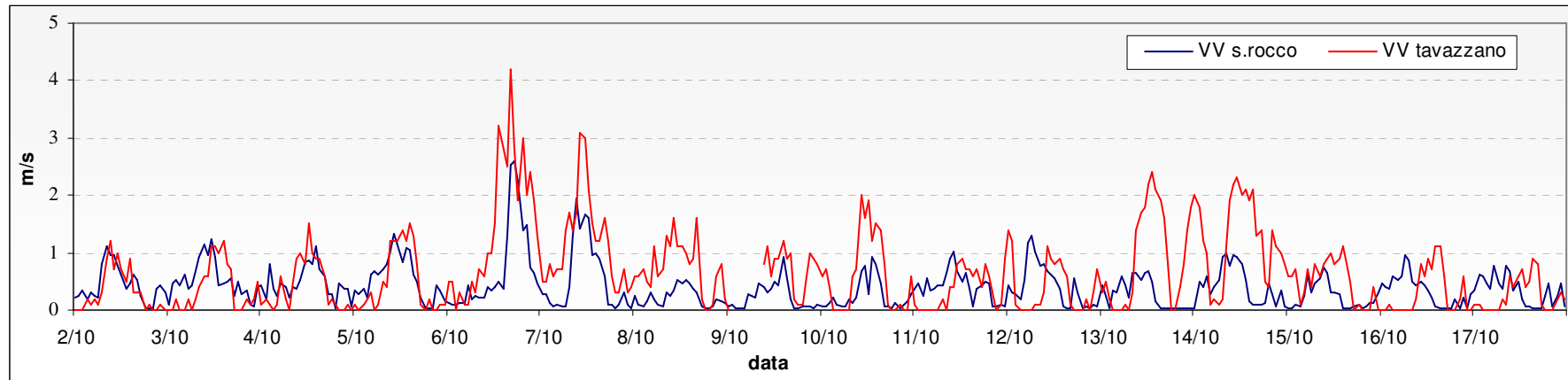
**andamento dei dati orari della temperatura (°C)**



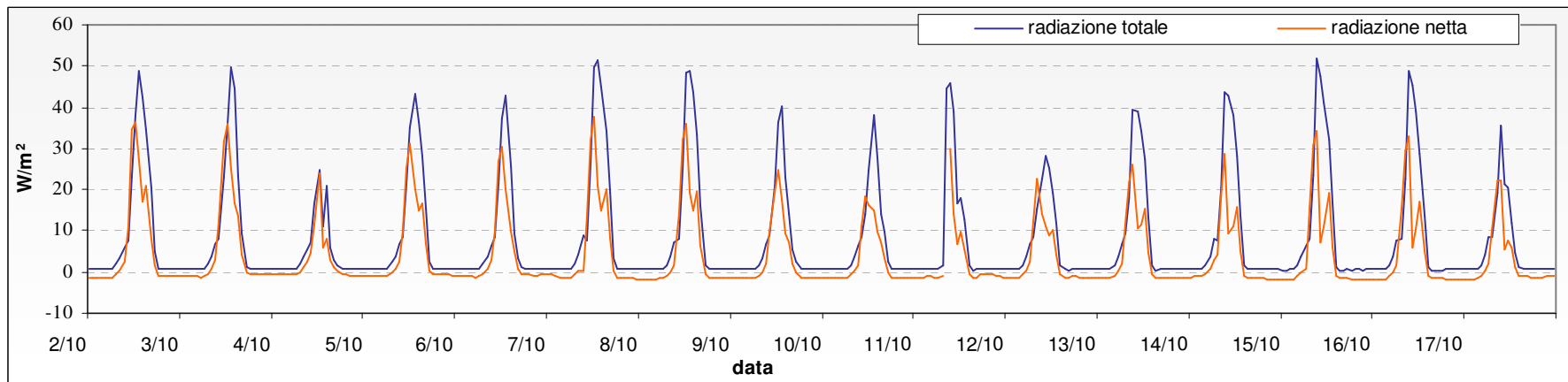
**andamento dei dati orari di pressione (hpa)**



**andamento della velocità del vento (m/s)**



**andamento dei dati orari di radiazione solare media (W/m<sup>2</sup>) - centralina di S.rocco al Porto**



**andamento dei dati orari di radiazione solare media (W/m<sup>2</sup>) - centralina di Tavazzano**

