

**La Settimana dell'Ambiente Veneto**

**Convegno: Polveri fini e strategie di riduzione**

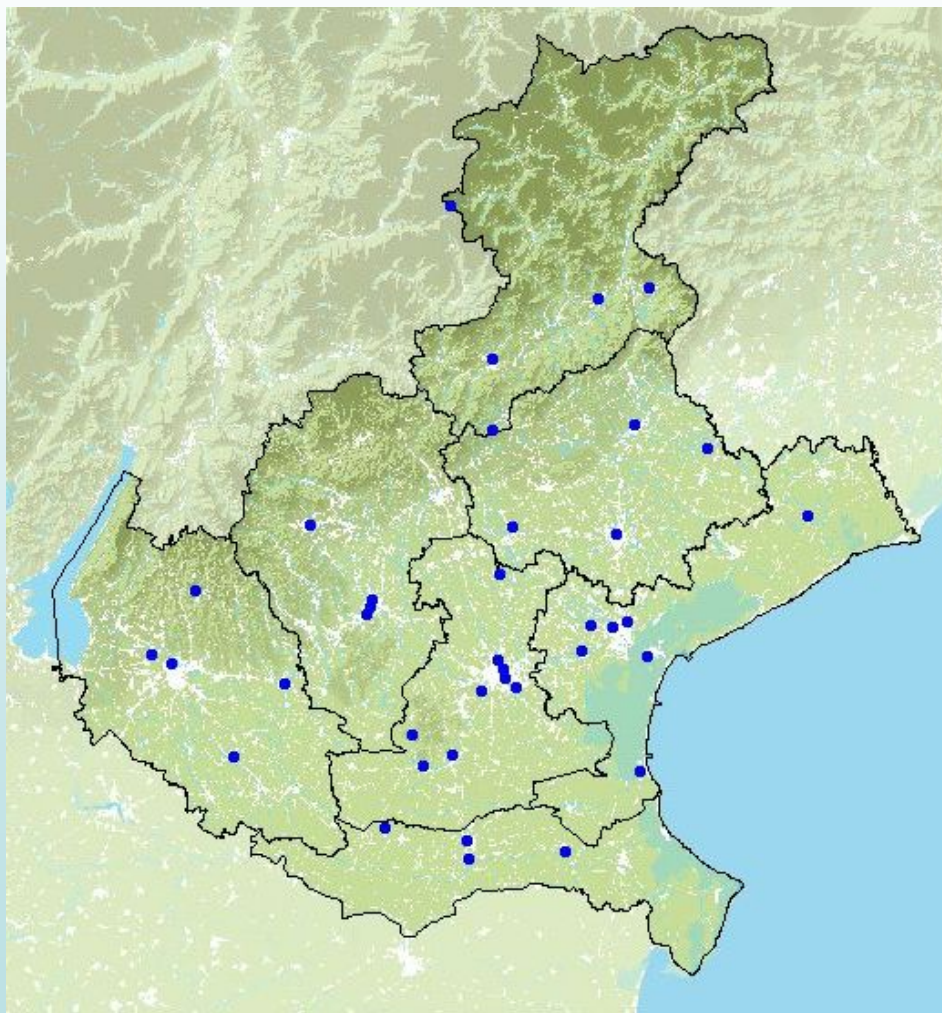
**LA SERIE STORICA DEI DATI DI PM10 E PM2.5 MISURATI  
DALLA RETE REGIONALE DI MONITORAGGIO DELLA  
QUALITÀ DELL'ARIA**

Giovanna Marson

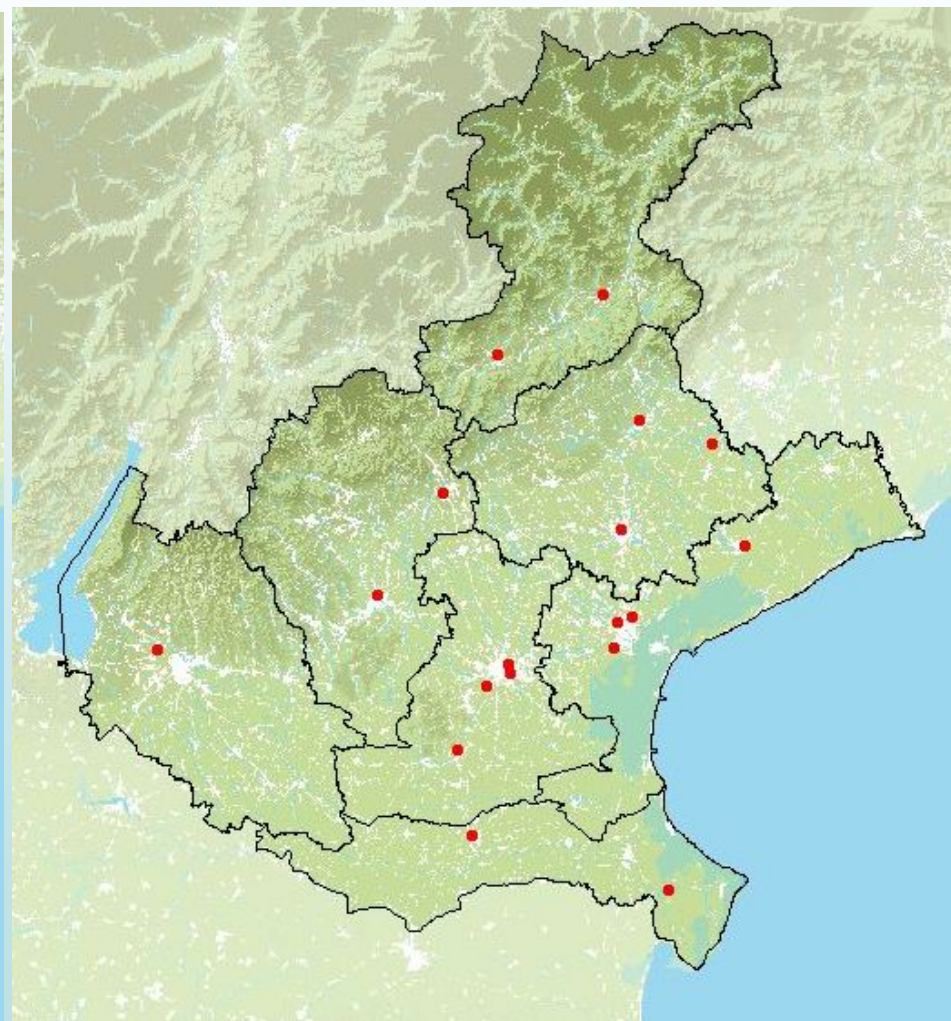
ARPAV – Servizio Osservatorio Regionale Aria

Padova, 17 maggio 2012

## Punti campionamento di PM10



## Punti campionamento di PM2.5



# Punti di campionamento: distribuzione sul territorio



## Punti campionamento di PM10

DAP	Stazione	Misura	Marca	Metodo di misura
BELLUNO	BL-Città	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	Area Feltrina	PM10	OP SIS	automatico
	Passo Valles	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	Pieve d'Alpago	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
PADOVA	Este	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	PD-Granze	PM10	OP SIS	automatico
	Moncelice	PM10	OP SIS	automatico
	Parco Colli Euganei	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	PD-Arcella	PM10	OP SIS	automatico
	PD-Mandria	PM10	OP SIS	automatico
	Santa Giustina in Colle	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
ROVIGO	Adria	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	Badia Polesine	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	RO-Borsea	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	RO-Centro	PM10	OP SIS	automatico
TREVISO	Conegliano	PM10	SHARP	automatico
	Castelfranco	PM10	SHARP	automatico
	Cavaso del Tomba	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	Mansuè	PM10	SHARP	automatico
	TV-Via Lancieri	PM10	SHARP	automatico
VENEZIA	Chioggia	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	Concordia Sagittaria	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	Spinea	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	VE-Via Tagliamento	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	Mira	PM10	OP SIS	gravimetrico
	VE-Parco Bissuola	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	VE-Sacca Fisola	PM10	OP SIS	automatico
VERONA	Boscochiesanuova	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	Bovolone	PM10	OP SIS	automatico
	S. Bonifacio	PM10	ENVIRONNEMENT	automatico
	VR-Borgo Milano	PM10	OP SIS	automatico
	VR-Cason	PM10	OP SIS	automatico
VICENZA	Schio	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	VI-San Felice	PM10	TCR Tecora	gravimetrico
	VI-Quartiere Italia	PM10	OP SIS	automatico
	VI-Ferrovieri	PM10	TCR Tecora	gravimetrico

## Punti campionamento di PM2.5

DAP	Stazione	Misura	Marca	Metodo di misura
BELLUNO	BL-Città	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
	Area Feltrina	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
PADOVA	Moncelice	PM2.5	ENVIRONNEMENT	automatico
	PD-Mandria	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
	PD-APS1	PM10/PM2.5	SWAM	automatico
ROVIGO	PD-APS2	PM10/PM2.5	SWAM	automatico
	Porto Tolle	PM2.5	OP SIS	automatico
	RO-Centro	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
TREVISO	Conegliano	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
	Mansuè	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
	TV-Via Lancieri	PM2.5	OP SIS	automatico
VENEZIA	San Donà di Piave	PM2.5	ENVIRONNEMENT	automatico
	VE-Via Tagliamento	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico
	VE-Malcontenta	PM2.5	Zambelli	gravimetrico
	VE-Parco Bissuola	PM2.5	Zambelli	gravimetrico
VERONA	VR-Cason	PM2.5	OP SIS	automatico
VICENZA	Bassano	PM2.5	ENVIRONNEMENT	automatico
	VI-Quartiere Italia	PM2.5	TCR Tecora	gravimetrico

## **Stazioni fondo e traffico: definizione (D.Lgs. 155/2010 – Allegato III)**

**Stazioni di misurazione di traffico:** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta.

**Stazioni di misurazione di fondo:** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni di specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

**Stazioni di misurazione industriali:** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.



# Centralina di monitoraggio qualità aria



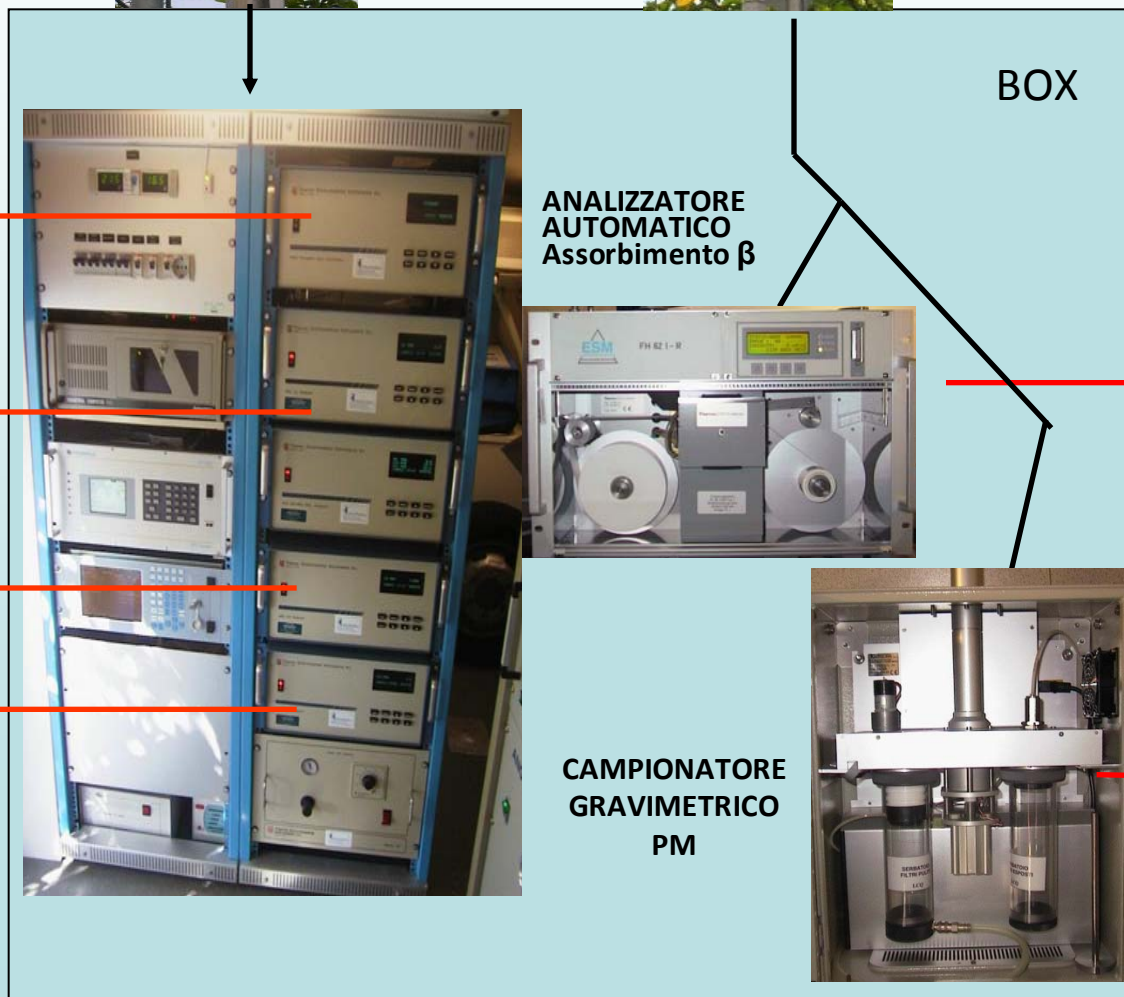
arpav



TESTA  
PRELIEVO  
GAS



TESTA  
PRELIEVO PM



OZONO

OSSIDI DI  
AZOTO

BIOSSIDO DI  
ZOLFO

MONOSSIDO  
DI CARBONIO

ANALIZZATORE  
AUTOMATICO  
Assorbimento  $\beta$

CAMPIONATORE  
GRAVIMETRICO  
PM

BOX

PM<sub>10</sub>  
PM<sub>2.5</sub>

Analisi dei  
MICROINQUINANTI SU  
FILTRO

# Valori limite PM10 e PM2.5 (D.Lgs. 155/2010 Allegato XI)



<b>PM10</b>	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	<b>50 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
<b>PM2.5</b>	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>25 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (1° gennaio 2015)

## Decisione n. 850 del 12 dicembre 2011 (Allegato I)

Per il PM 2.5 si applica, ai rispettivi anni indicati di seguito, il margine di tolleranza (MT) :

Anno	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>VL + MT</b> <b>(<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	30	29	29	28	27	26	26	<b>25</b>



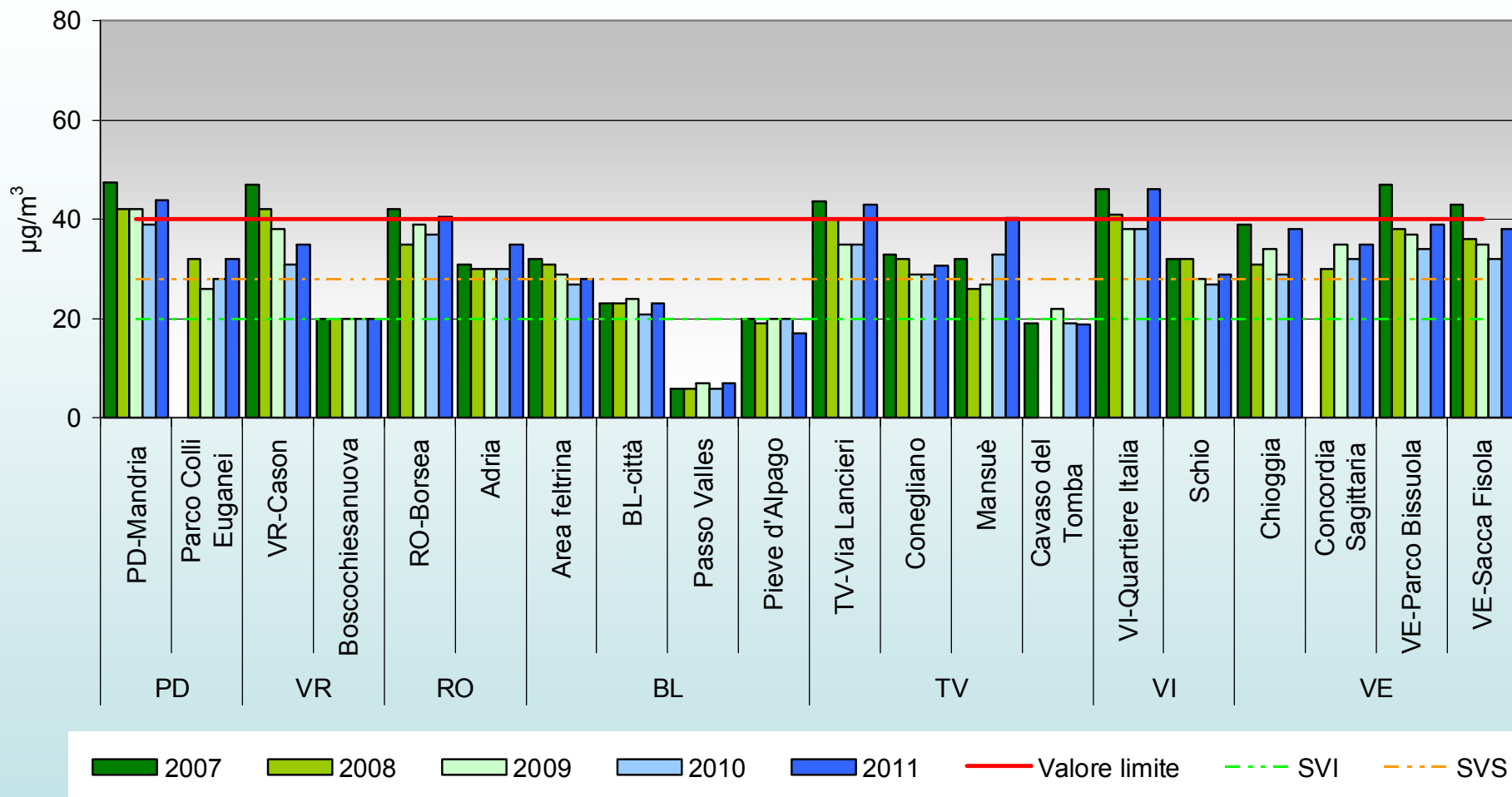
**RELAZIONE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA**  
**ai sensi della L.R. n. 11/2001 art.81**

**- Anno di riferimento: 2011 -**

Il lavoro di raccolta e validazione dei dati da parte dei DAP Provinciali si conclude con la redazione di un rapporto annuale sulla qualità dell'aria. Il documento prodotto ai sensi dell'art. 81 della LR n.11/2001 contiene le elaborazioni, i grafici e la sintesi di tutti dati di qualità dell'aria raccolti a livello regionale. Tutti i dati presentati nel documento sono stati forniti dai Dipartimenti ARPAV Provinciali. L'Osservatorio Regionale Aria ha provveduto a realizzare le elaborazioni e a redarre il documento. Per una migliore contestualizzazione dei valori registrati, è inserito anche il commento meteorologico dell'anno 2011 redatto dal Centro Meteorologico di Teolo di ARPAV.

# Andamento medie annuali di PM10 - Periodo 2007-2011

## Stazioni di fondo

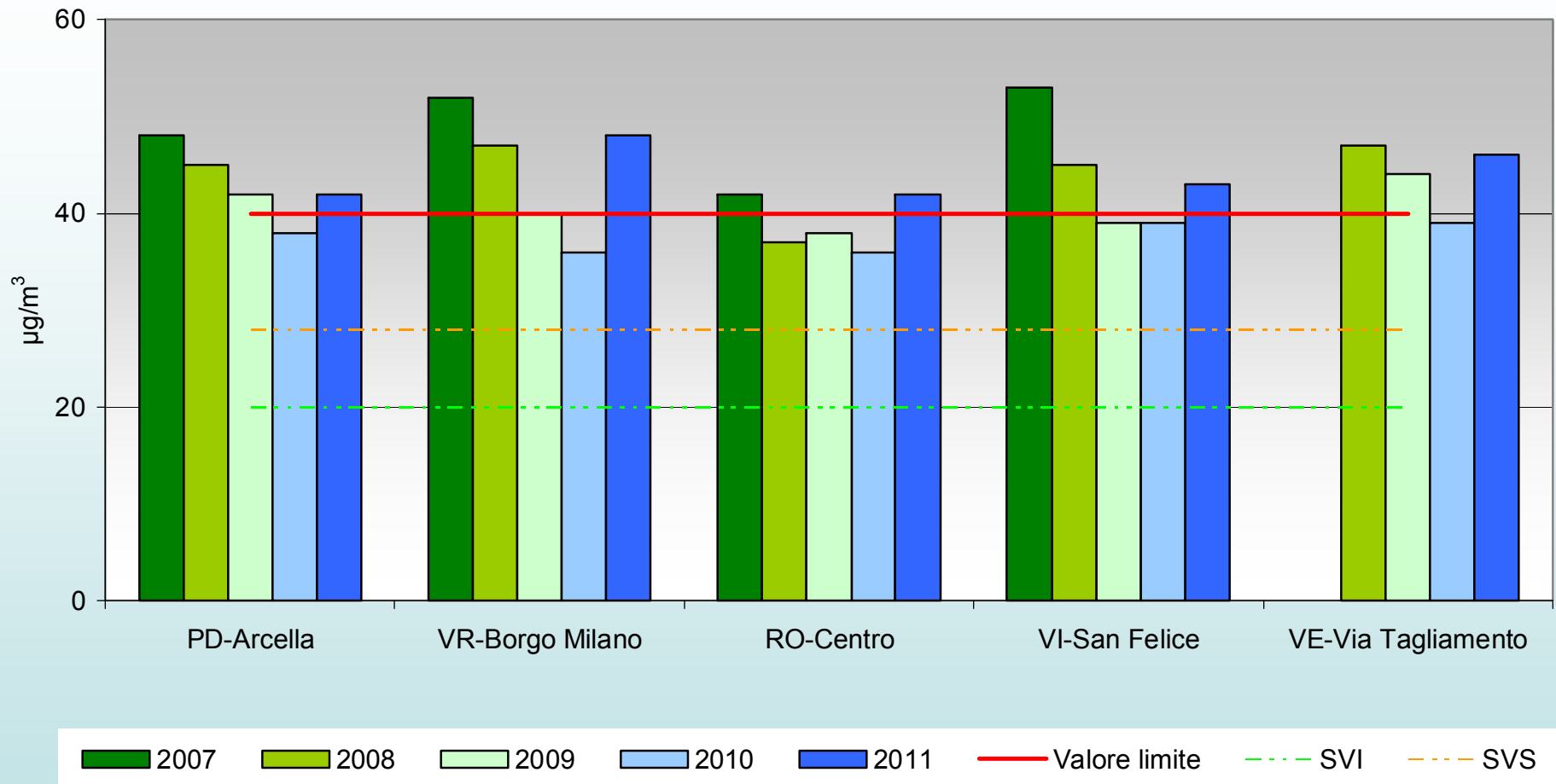


Nel 2011 le concentrazioni sono generalmente in aumento o al più stabili, con la sola eccezione di Pieve d'Alpago che ha fatto registrare una lieve flessione del livello medio annuo di PM10. Si è verificato il superamento del valore limite in 4 centraline (PD-Mandria: 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , RO-Borsea 41  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , TV-Via Lancieri 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , VI-Quartiere Italia 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



# Andamento medie annuali di PM10 - Periodo 2007-2011

## Stazioni di traffico

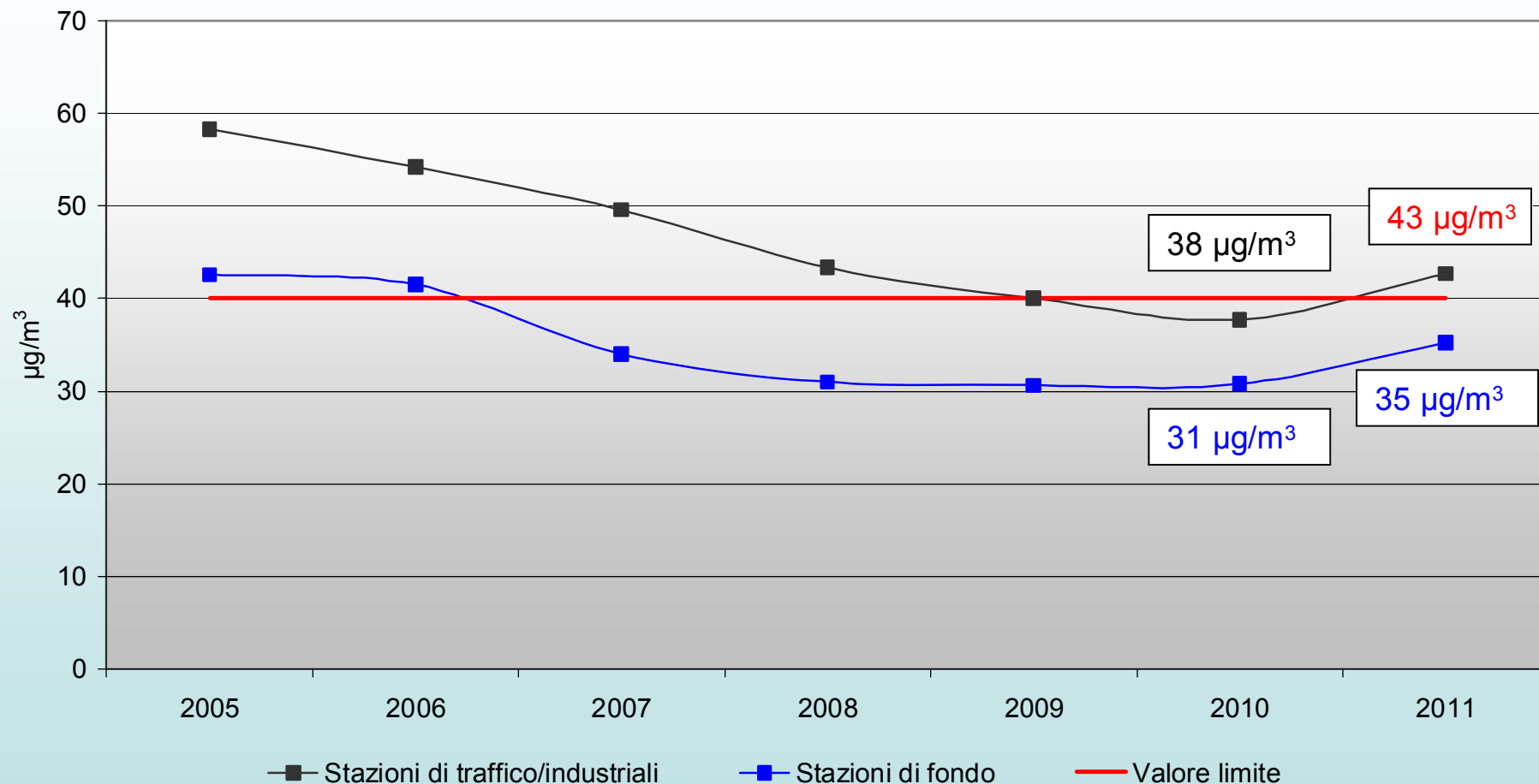


Le medie annuali sono tutte in aumento nel 2011 rispetto al 2010.

Superamento del VL annuale in tutte le stazioni: PD-Arcella: 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , VR-Borgo Milano: 48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , RO-Centro: 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , VI-San Felice: 43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , VE-Via Tagliamento: 46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## Andamento medie annuali di PM10 - Periodo 2005-2011

### Stazioni di traffico/industriali e fondo



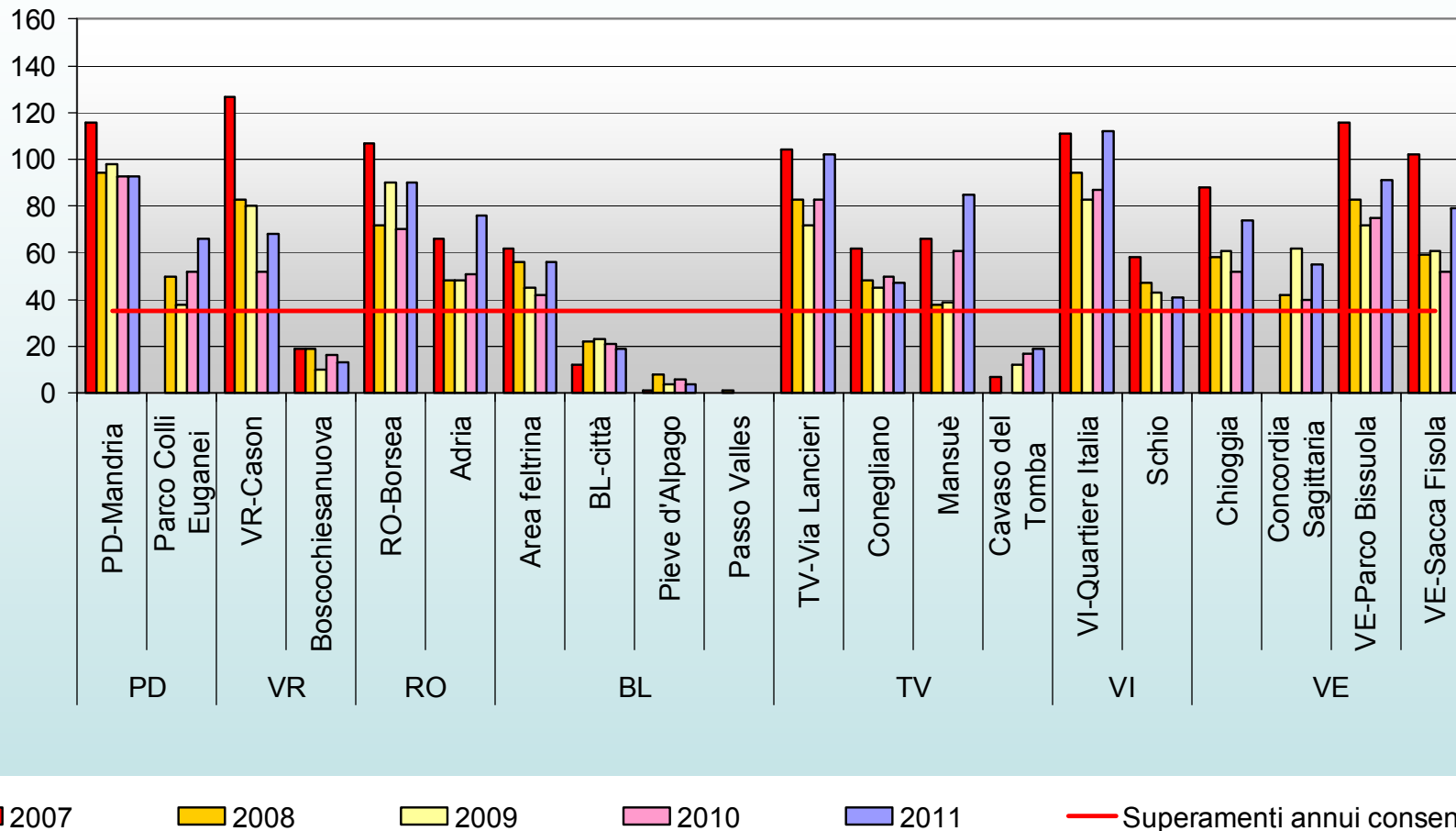
Mediazione



stazioni di fondo: 28 (2011), 27 (2010)  
 stazioni di traffico e industriali: 10 (2011), 11 (2010)

## N. superamenti del valore limite giornaliero di PM10 - Periodo 2007-2011

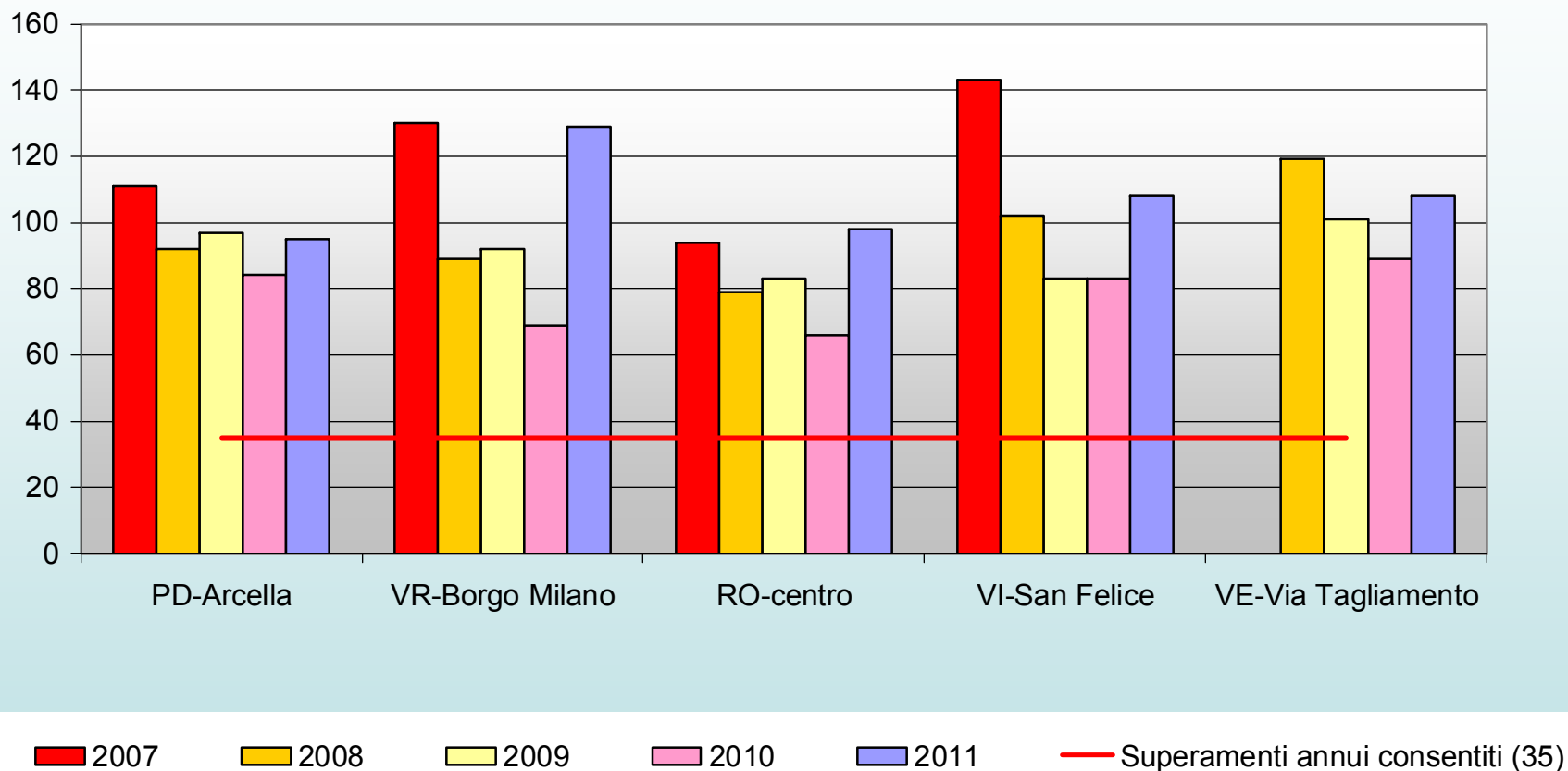
### Stazioni di fondo



Le stazioni di Boscochiesanuova, BL-Città, Passo Valles, Pieve d'Alpago e Cavaso del Tomba hanno rispettato i 35 superamenti annuali consentiti durante tutto il quinquennio. Tutte le altre centraline superano per più di 35 giorni il valore limite giornaliero. Nella maggior parte delle centraline di fondo si registra nel 2011 un aumento del numero dei superamenti rispetto al 2010.

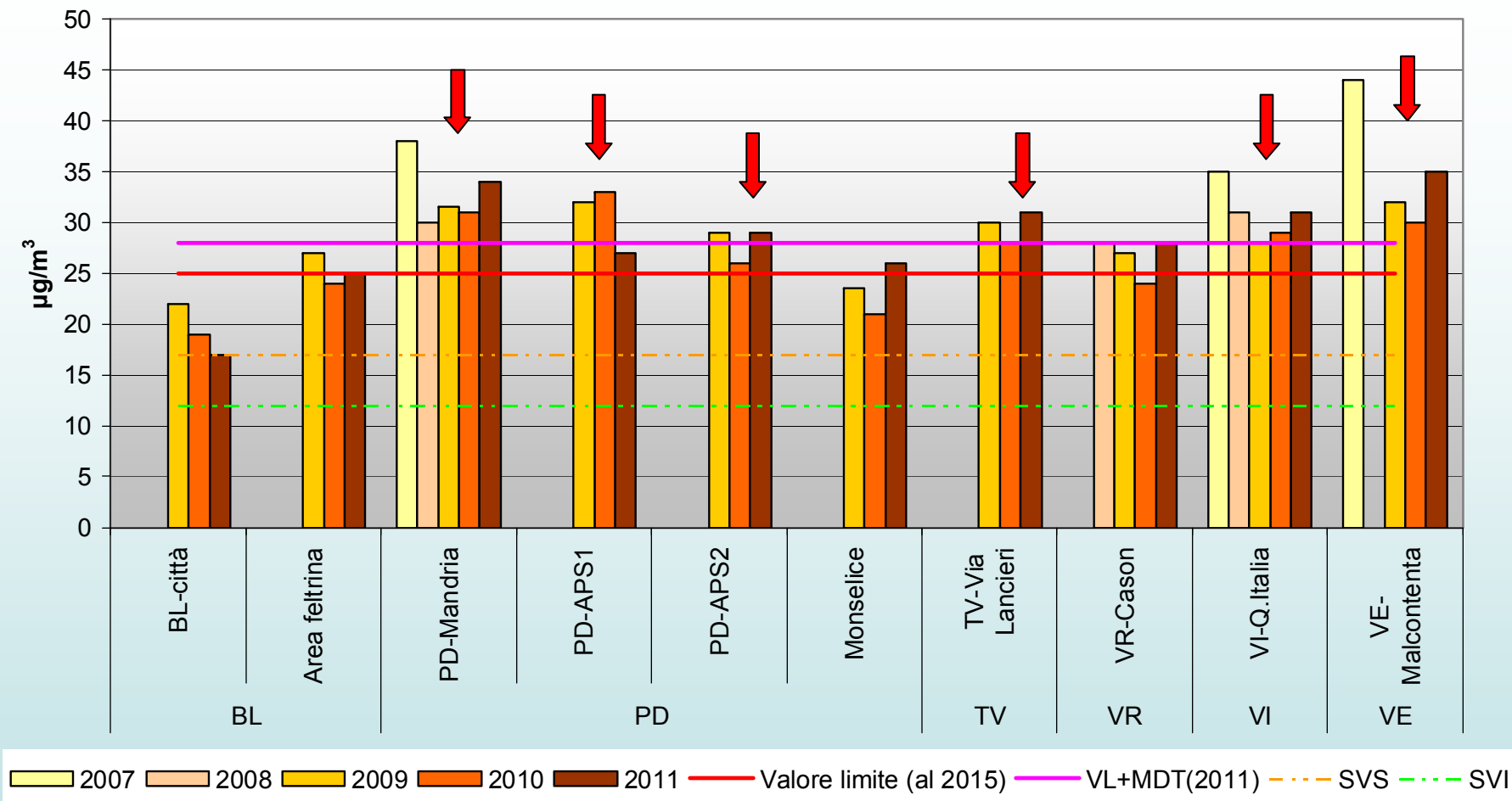
## N. superamenti del valore limite giornaliero di PM10 - Periodo 2007-2011

### Stazioni di traffico



Aumento dei superamenti rispetto all'anno precedente. A differenza delle stazioni di fondo non vi è alcuna stazione che si attesti al di sotto dei superamenti annui consentiti, anzi in nessuna centralina, nel 2011, si scende sotto i 95 giorni di superamento.

## Andamento medie annuali di PM2.5 Periodo 2007-2011



6 stazioni su 10 superano per tutti gli anni monitorati il valore limite di 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . PD-Mandria, TV-Via Lancieri, VI-Q.Italia e VE-Malcontenta eccedono o eguagliano sempre anche il valore limite più marginale di tolleranza fissato a 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2011. Ad eccezione di BL-Città e PD-APS1 si riscontra un aumento delle concentrazioni nel 2011 rispetto al 2010.



### PM10

- Nel 2011 le concentrazioni medie di PM10 sono generalmente in aumento o al più stabili rispetto all'anno precedente. Si è verificato il superamento del VL annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in tutte le stazioni di traffico e in 4 stazioni di fondo.
- Nel 2011 si registra il superamento anche del VL giornaliero per il PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare per più di 35 giorni l'anno). Nella maggior parte delle centraline di fondo si è verificato, nel 2011, un aumento del numero dei superamenti rispetto al 2010. Solo Boscochiesanuova, BL-Città, Passo Valles, Pieve d'Alpago e Cavaso del Tomba hanno rispettato i 35 superamenti annuali consentiti.

### PM2.5

- 6 stazioni su 10 superano per tutti gli anni monitorati il valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il PM2.5.
- Ad eccezione di BL-Città e PD-APS1 si riscontra un aumento delle concentrazioni medie annuali di PM2.5 nel 2011 rispetto al 2010.
- PD-Mandria, TV-Via Lancieri, VI-Q.Italia e VE-Malcontenta eccedono o eguagliano anche il valore limite più margine di tolleranza fissato a  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2011.

Nel mese di **febbraio** 2011 il tempo in prevalenza stabile ha creato condizioni favorevoli al ristagno degli inquinanti. Ne risulta una controtendenza rispetto agli ultimi due anni, nei quali, in questi due mesi erano state molto frequenti le condizioni favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Durante la primavera, si sono alternate fasi di tempo stabile che hanno determinato un incremento delle concentrazioni di polveri sottili a passaggi di perturbazioni favorevoli alla dispersione delle polveri fini.

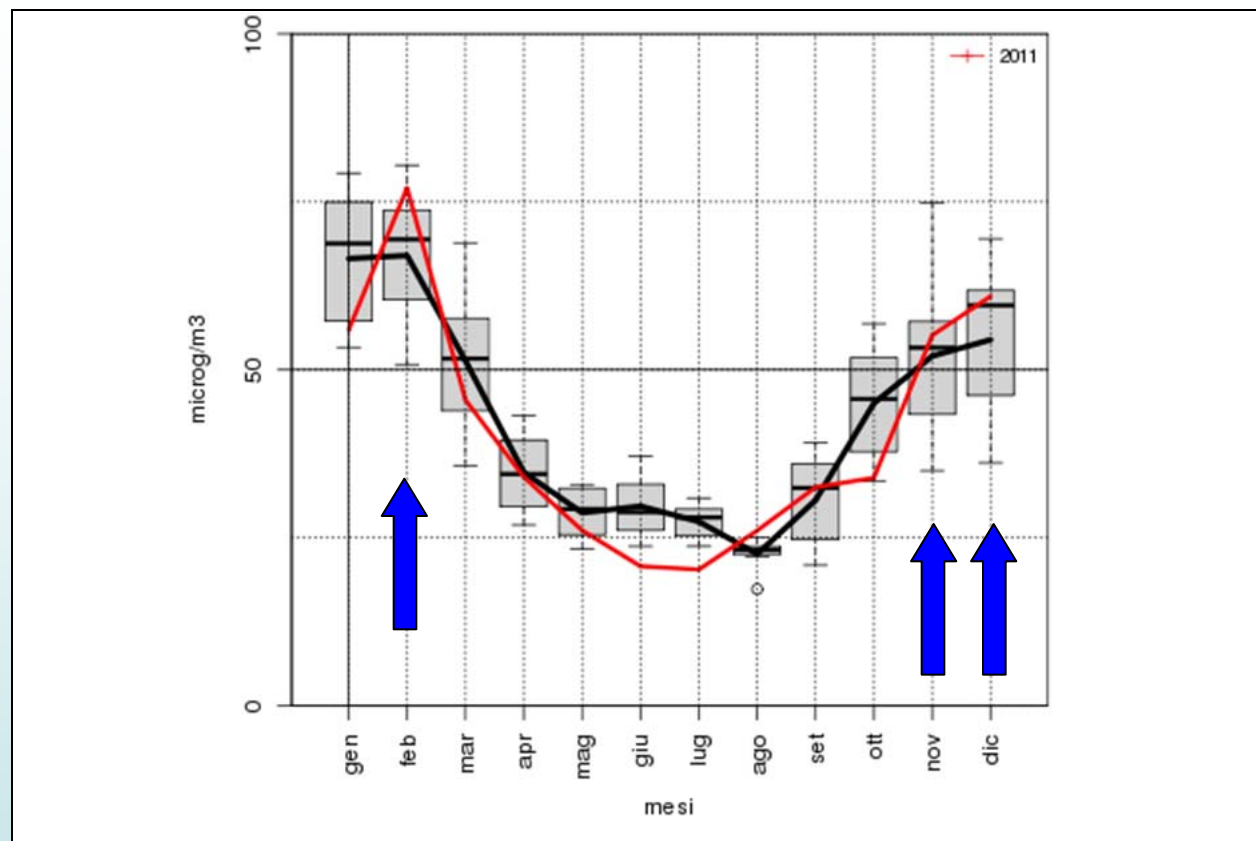
Nel corso dei mesi di giugno e luglio l'alternanza di fasi di bel tempo e passaggi di perturbazioni hanno creato condizioni sfavorevoli all'aumento significativo delle concentrazioni di ozono.

Si è registrato un diffuso decremento del numero dei superamenti della soglia di informazione per l'ozono nel 2011 rispetto all'anno precedente.

In autunno si distingue un mese di ottobre caratterizzato dal passaggio di alcune perturbazioni, che favoriscono la dispersione delle polveri sottili, mentre nel mese di **novembre** prevalgono condizioni di stabilità atmosferica che determinano l'accumulo di PM10 nei bassi strati dell'atmosfera.

In **dicembre**, salvo il passaggio di qualche debole impulso perturbato, prevalgono condizioni di alta pressione favorevoli al ristagno delle polveri fini.

# Le medie mensili di PM10 nel 2011 rispetto al periodo 2004-2010



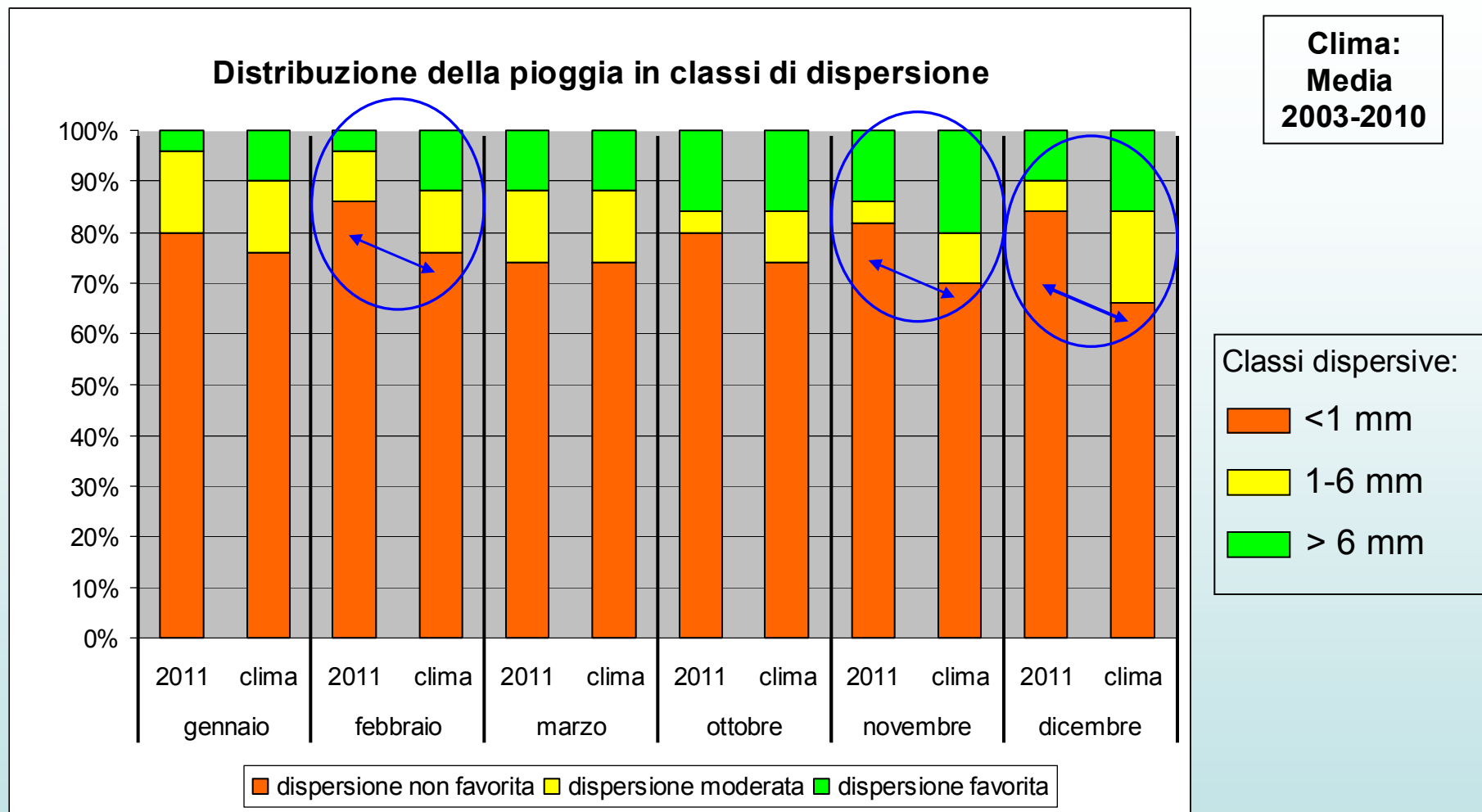
— Concentrazioni medie mensili di PM10 di tutte le stazioni di qualità dell'aria di pianura della rete ARPAV per il 2011.

— Concentrazioni medie mensili di PM10 di tutte le stazioni di qualità dell'aria di pianura della rete ARPAV (media anni 2004-2010).

Nei mesi di febbraio, novembre e dicembre le medie mensili di PM10 sono state sensibilmente più elevate rispetto a quelle registrate nel periodo precedente (2004-2010).

Nel 2011 le situazioni in cui è stata favorita la dispersione delle polveri sottili, limitatamente alla pioggia e al vento, sono state notevolmente meno numerose rispetto agli anni 2009 e 2010. Nei mesi di febbraio, novembre e dicembre del 2011 le situazioni in cui è favorito il ristagno degli inquinanti sono più numerose anche rispetto alla climatologia.

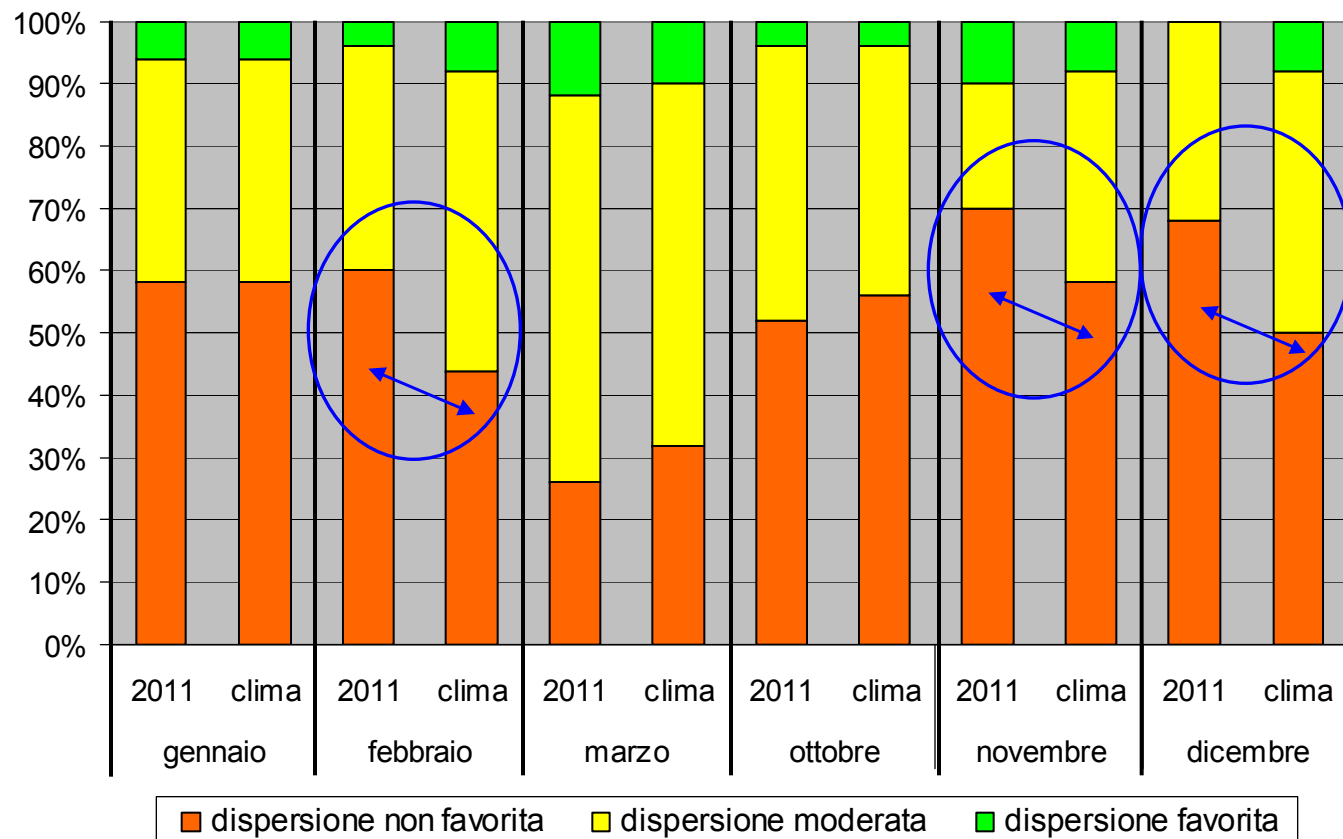
# L'influenza dei fattori meteo sul PM10: la pioggia



Febbraio, novembre e dicembre 2011 sono decisamente meno piovosi rispetto alla media degli anni 2003-2010 (dispersione degli inquinanti non favorita). Anche ottobre e gennaio 2011 sono meno piovosi rispetto alla media degli anni 2003-2010.

# L'influenza dei fattori meteo sul PM10: il vento

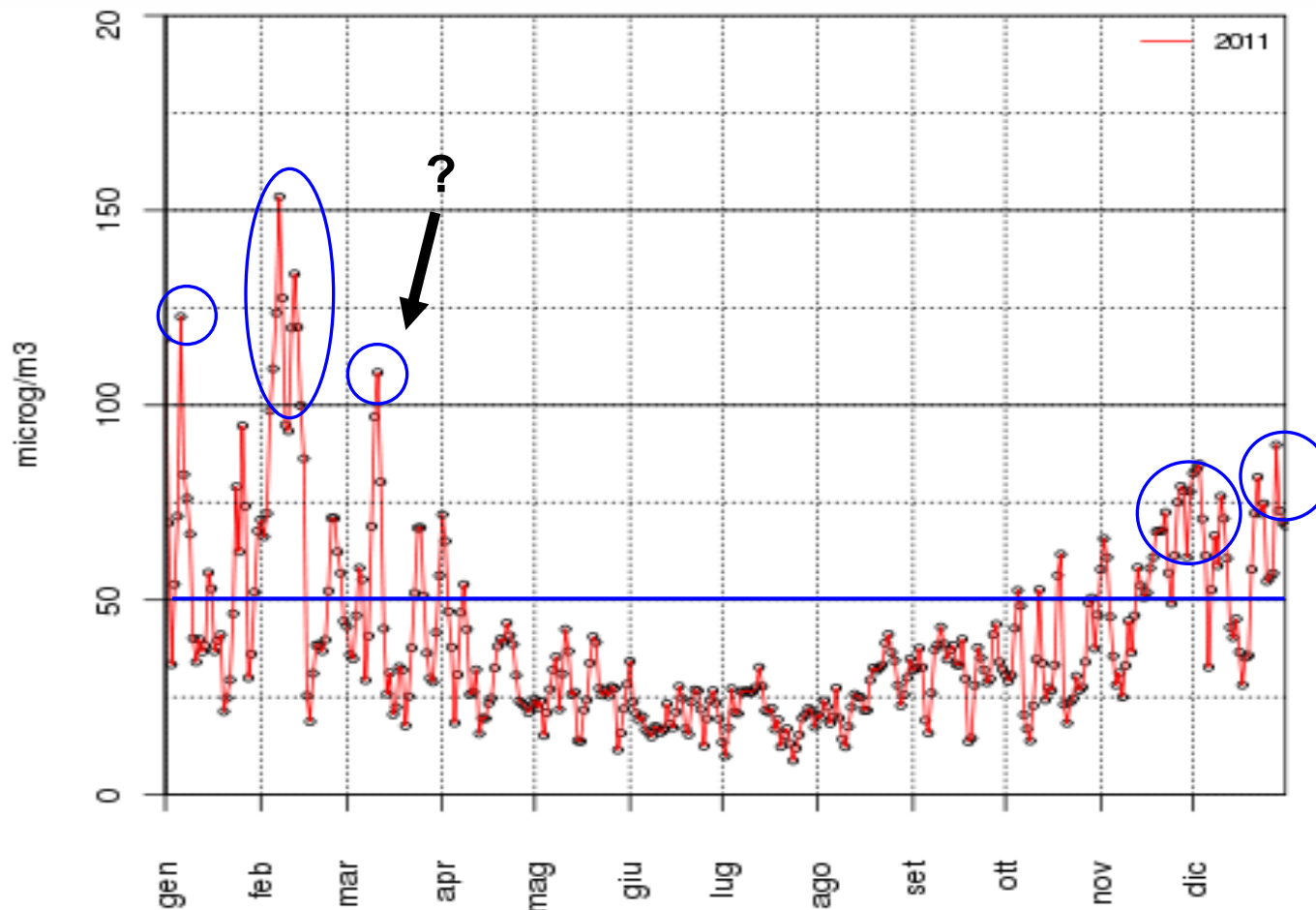
Distribuzione del vento in classi di dispersione



Febbraio, novembre e dicembre 2011 sono anche decisamente meno ventosi rispetto alla media degli anni 2003-2010 (dispersione degli inquinanti non favorita). Marzo e ottobre 2011, invece, sono più ventosi rispetto alla media degli anni 2003-2010.



# Episodi acuti di inquinamento da PM10 nel 2011



4 - 9 gennaio

30 genn. - 15 febbraio

9 - 12 marzo (?)

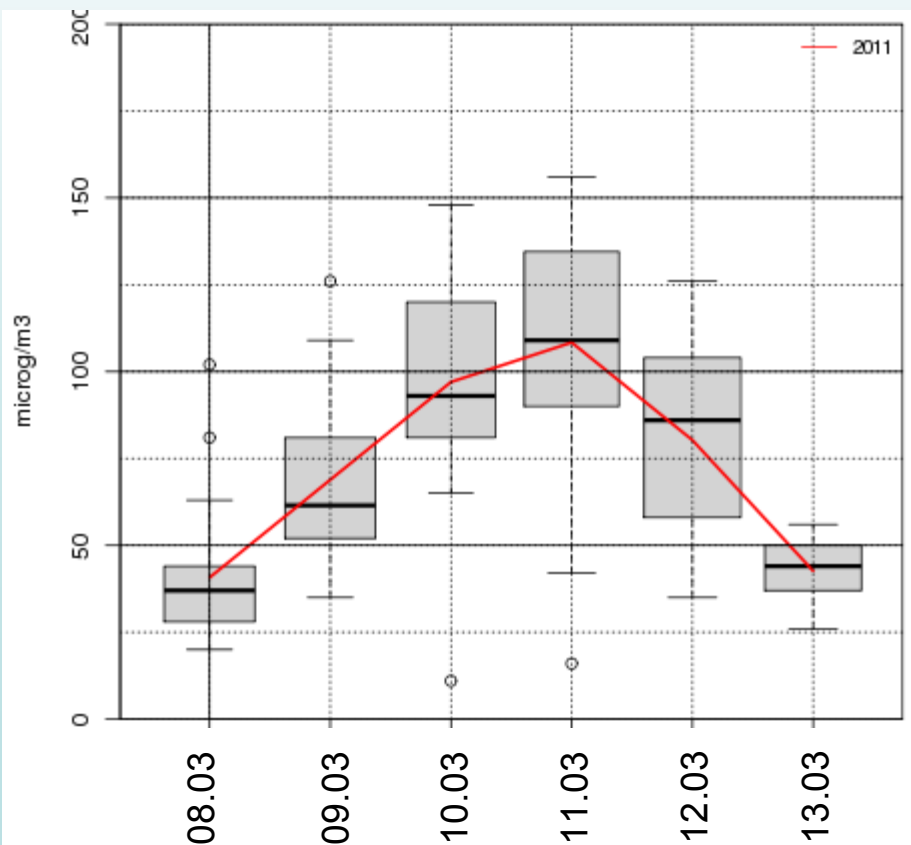
13 nov. - 15 dicembre

20 - 31 dicembre

Per identificare gli episodi acuti sono stati individuati i periodi in cui il valore giornaliero ottenuto calcolando le medie sulle stazioni di pianura ha superato per più giorni i 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mentre gli episodi febbraio, novembre e dicembre si spiegano con le condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione (in termini di pioggia e vento), non è così per l'episodio di marzo.

L'episodio dal 9 al 12 marzo è il più breve registrato nel corso del 2011, ma è comunque significativo perché le concentrazioni raggiunte sono molto elevate (oltre i  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media delle stazioni di pianura).

Dal punto di vista meteorologico il breve periodo è caratterizzato da tempo stabile e piuttosto mite per la presenza di un'alta pressione atlantica. L'episodio si conclude grazie al passaggio di una perturbazione di origine atlantica con precipitazioni diffuse e rinforzo dei venti.



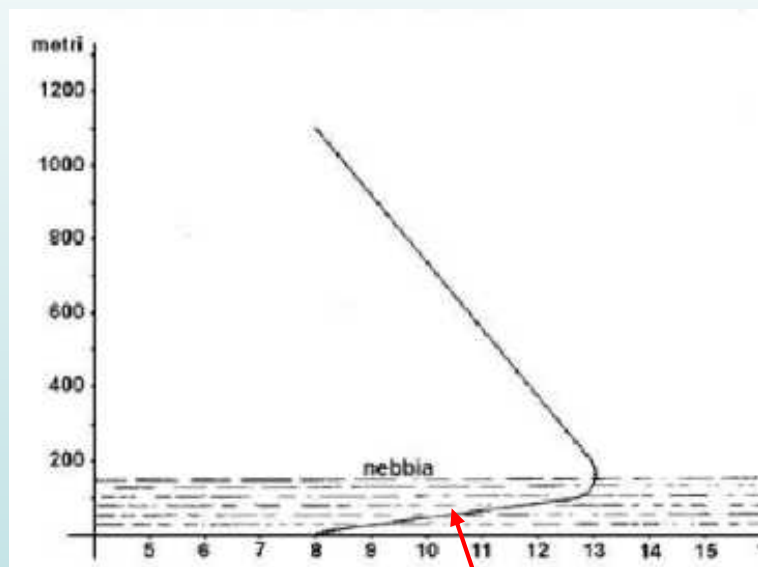
**Va ricordato che pur essendo vento e pioggia i due fattori fondamentali per la dispersione e il dilavamento degli inquinanti atmosferici nel periodo invernale, essi non sono in grado di spiegare la totalità gli episodi di inquinamento atmosferico. Altri fattori, come presenza di inversione termica notturna e stabilità nelle ore diurne, contribuiscono ad influenzare le concentrazioni medie giornaliere di PM10.**

## Cos'è l'inversione termica ?

Normalmente in atmosfera la temperatura dell'aria diminuisce all'aumentare della quota: il gradiente termico verticale è in media di circa 6,5 gradi ogni 1000 metri di quota. In situazioni di alta pressione con venti deboli o assenti e poco rimescolamento dell'aria, si forma uno strato di aria fredda che ristagna al suolo ed entro poche decine-centinaia di metri. In quota invece l'aria è più calda.

Le inversioni si verificano in particolare in inverno quando le maggiori ore di oscurità favoriscono un maggiore raffreddamento al suolo. Si verificano condizioni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Orografia: nelle vallate si ha ventilazione debole. D'inverno l'aria più fredda staziona facilmente nei bassi strati e si verificano le nebbie. La Pianura Padana, chiusa su tre lati dalle Alpi e dagli Appennini, è una sorta di grande vallata o catino chiuso, dove si verifica spesso il ristagno di inquinanti al suolo.

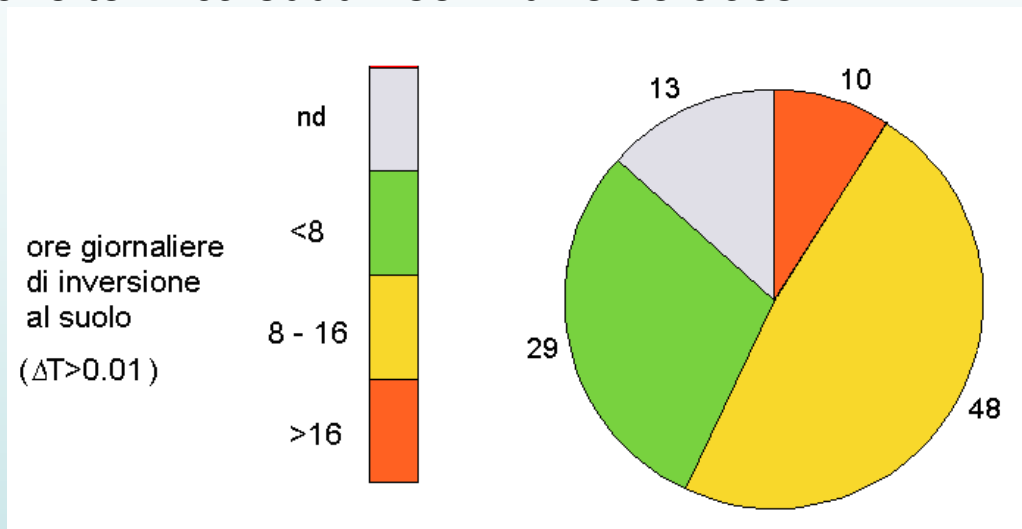


INVERSIONE TERMICA

## Valutazione dell'inversione termica

I profilatori di temperatura (radiometri passivi) di Padova e Rovigo sono stati installati da ARPAV nel 2005. I dati sono raccolti ed elaborati dal Centro Meteorologico di Teolo.

Diagramma circolare con frequenza espressa in percentuale di giorni caratterizzati da ore di inversione termica suddivise in diverse classi.



**Rosso** (% di giorni nel mese con più di 16 ore di inversione su 24): **condizioni di ristagno**

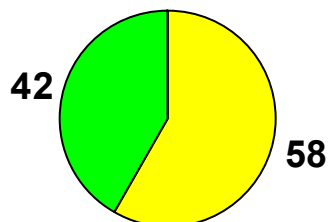
**Giallo** (% di giorni nel mese con ore di inversione compresi fra 8 e 16 su 24): **condizioni moderatamente favorevoli al ristagno di PM<sub>10</sub>**

**Verde** (% di giorni con meno di 8 ore di inversione su 24): **condizioni meno favorevoli all'accumulo di polveri**

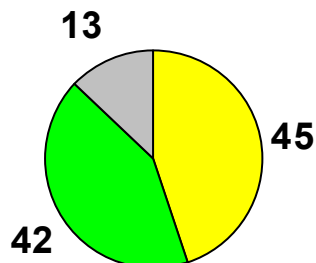
**Grigio** rappresenta la percentuale di giorni in cui il dato non è disponibile

# Valutazione dell'inversione termica nel mese di marzo 2011

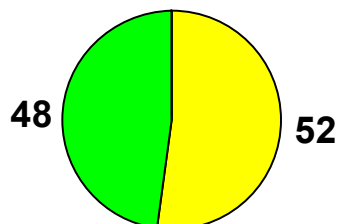
2011



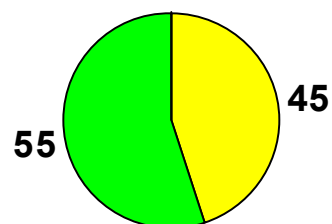
2010



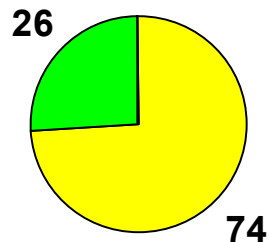
2009



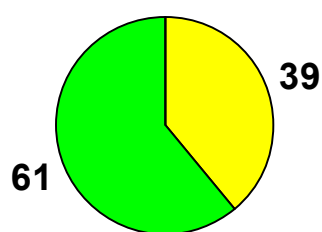
2008



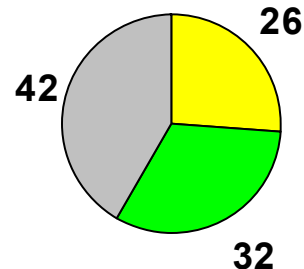
2007



2006



2005



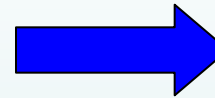
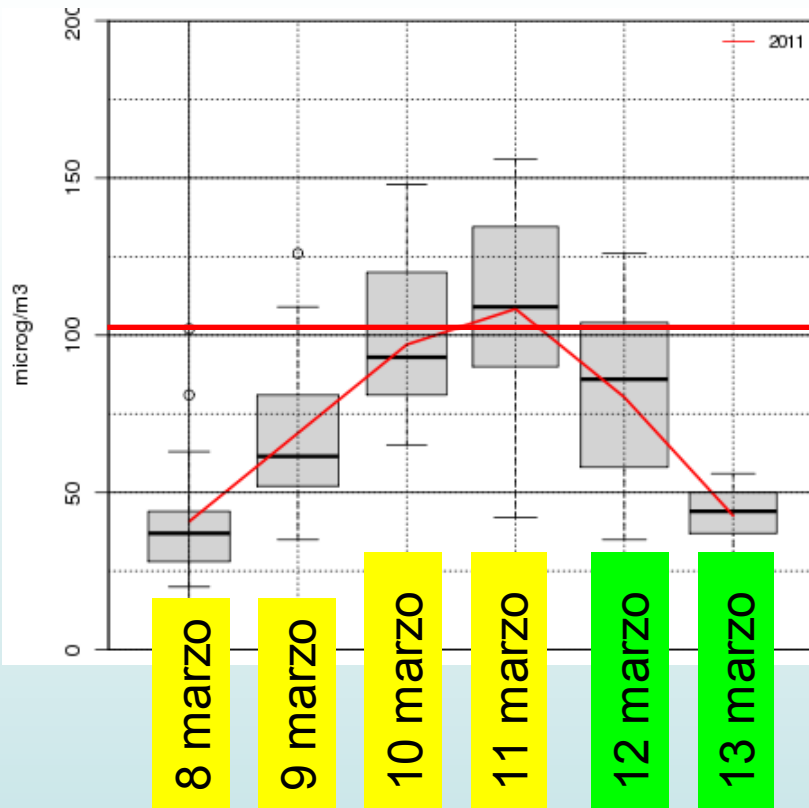
Per tentare di spiegare l'episodio di inquinamento acuto dal 9-12 marzo 2011, si sono considerati i dati di inversione termica di tutti i mesi di marzo (2005-2011).

Le condizioni moderatamente favorevoli al ristagno di PM10 (in giallo) a marzo 2011 sono in assoluto le più frequenti (58% dei giorni sul totale) rispetto agli altri anni (tranne il caso del 2007).

Si ipotizza quindi che l'episodio acuto indicato sia associato ad una situazione di inversione termica che si è protratto per alcuni giorni.



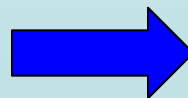
# Valutazione dell'inversione termica durante l'episodio acuto dal 9 al 12 marzo.



**PICCO di PM10:**  
Il 10 e l'11 marzo (oltre i 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  come media delle stazioni qualità aria di pianura).

## PICCO di INVERSIONE:

18 ore consecutive di inversione termica, dalle 18 del 9 marzo alle 11 del 10 marzo.



data	numero di ore al giorno con $\Delta T > 0.01$
07-mar	5 su 24
08-mar	13 su 24
09-mar	16 su 24
10-mar	14 su 24
11-mar	13 su 24
12-mar	7 su 24
13-mar	6 su 24

## Conclusioni:

- Nel 2011 le concentrazioni medie di PM10 sono generalmente in aumento o al più stabili rispetto all'anno precedente. Superamento del VL annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in tutte le stazioni di traffico e in 4 stazioni di fondo.
- Nel 2011 si registra il superamento anche del VL giornaliero per il PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare per più di 35 giorni l'anno) in tutte le stazioni. Nella maggior parte delle centraline di fondo si è verificato nel 2011 un aumento del numero dei superamenti rispetto al 2010. Solo Boscochiesanuova, BL-Città, Passo Valles, Pieve d'Alpago e Cavaso del Tomba hanno rispettato i 35 superamenti annuali consentiti.
- 6 stazioni su 10 superano per tutti gli anni monitorati il valore limite di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il PM2.5. Ad eccezione di BL-Città e PD-APS1 si riscontra un aumento delle concentrazioni medie annuali di PM2.5 nel 2011 rispetto al 2010.
- Il peggioramento degli indicatori (per PM10 e PM2.5) nel 2011 rispetto al 2010 e agli anni immediatamente precedenti può essere associato alle condizioni meteorologiche. Infatti nel 2011 le situazioni in cui è stata favorita la dispersione delle polveri sottili, limitatamente alla pioggia e al vento, sono state notevolmente meno numerose rispetto agli anni 2009 e 2010 e in alcuni mesi (febbraio, novembre, dicembre) anche rispetto alla media 2003-2010.
- Oltre a pioggia e vento occorre considerare anche gli episodi di inversione termica al suolo, molto frequenti in Pianura Padana. In corrispondenza a tali condizioni si verifica il ristagno delle masse d'aria e l'accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera.

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**