



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

---

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

***- Anno di riferimento: 2018 -***

---

## **ARPAV**

**Commissario Straordinario:** Riccardo Guolo

**Direzione Area Tecnico Scientifica:** Carlo Terrabujo

### **Progetto e realizzazione**

Osservatorio Regionale Aria

*Salvatore Patti* (Responsabile della struttura)

*Luca Zagolin, Giovanna Marson, Barbara Intini, Silvia Pillon, Alberto Dalla Fontana,*

Il commento meteo-climatologico e l'analisi di episodi acuti di inquinamento è a cura del Centro Meteorologico di Teolo: *M.Sansone* (revisore: *M. Monai*).

E' consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte.

## Sommario

Sommario .....	1
1. Introduzione .....	2
2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi.....	2
3. Le stazioni della rete appartenenti al Programma di Valutazione.....	4
4. Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono .....	6
4.1 Biossido di azoto.....	6
4.2 Ozono.....	8
5. Particolato PM10 e PM2.5, Benzene, Benzo(a)pirene.....	11
5.1 Particolato PM10 .....	11
5.2 Particolato PM2.5 .....	14
5.3 Benzene .....	17
5.4 Benzo(a)pirene .....	18
6. Piombo ed elementi in tracce .....	19
6.1 Piombo .....	19
6.2 Elementi in tracce .....	20
7. Analisi delle tendenze nel periodo 2014-2018 .....	22
7.1 Analisi delle variazioni annuali per gli ossidi di azoto (NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> ) .....	22
7.2 Analisi delle variazioni annuali per l'ozono .....	25
7.3 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM10 .....	28
7.4 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM2.5 .....	32
7.5 Analisi delle variazioni annuali per i parametri benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce .....	33
8. Altre stazioni di qualità dell'aria non incluse nel Programma di Valutazione .....	38
9. Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2018 .....	40
9.1 Situazione meteorologica.....	40
9.2 Qualità dell'aria.....	46
9.3 Analisi a livello regionale dei principali parametri meteorologici che influenzano l'andamento delle concentrazioni di PM10 e di ozono .....	48
9.4 Risultati.....	49
<i>Pioggia e Vento</i> .....	49
<i>Inversioni termiche</i> .....	52
<i>Temperatura</i> .....	54
9.5 Episodi di inquinamento da PM10 .....	56
Episodio dal 24 al 31 gennaio 2018 .....	56
Episodio dal 15 al 17 febbraio 2018.....	59
Episodio dall'1 al 3 marzo 2018 .....	61
Episodio dall'1 al 4 dicembre 2018.....	62
Episodio dal 16 al 19 dicembre 2018 .....	64
Episodio dal 28 dicembre al 1 gennaio 2019.....	65
9.6 Episodi di inquinamento da ozono .....	67
Episodio dal 29 giugno al 3 luglio.....	68
Episodio dal 17 al 21 luglio .....	69
Episodio dal 28 luglio al 14 agosto.....	70
10. Valutazione modellistica del PM10 su scala regionale.....	71
10.1 Verifica dell'algoritmo di analisi .....	71
10.2 Stima degli indicatori annuali di PM10.....	73
11. L'inventario delle emissioni INEMAR 2015 .....	78
12. Conclusioni.....	78
GLOSSARIO.....	79
BIBLIOGRAFIA.....	82

## 1. Introduzione

Come richiesto dall'art. 81 della Legge Regionale n.11/2001<sup>1</sup> ARPAV (attraverso l'Osservatorio Regionale Aria) si occupa della predisposizione della Relazione Regionale Annuale sulla qualità dell'aria e dell'aggiornamento dell'elenco regionale delle fonti di emissione (inventario delle emissioni). Lo strumento informatico utilizzato per costruire l'inventario delle emissioni in atmosfera del Veneto è il database INEMAR (acronimo di Inventario Emissioni Aria), un software messo a punto dalla Regione Lombardia con la collaborazione della Regione Piemonte e dal 2003 gestito da ARPA Lombardia. Dal 2006 INEMAR è utilizzato nell'ambito di una convenzione interregionale, che tuttora vede fra i partecipanti le Regioni e/o le Agenzie ambientali del Bacino Padano-Adriatico (Lombardia, Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, le Province autonome di Trento e di Bolzano), la Puglia e le Marche (dal 2009).

Alla pagina web del sito aziendale ARPAV <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni> sono riportate tutte le informazioni necessarie per accedere ai dati delle emissioni INEMAR 2015 in versione definitiva.

Per quanto riguarda la Relazione Regionale della Qualità dell'Aria, l'anno a cui si riferiscono le elaborazioni presentate è il 2018 e tutti i dati in esso contenuti sono stati forniti dai Dipartimenti ARPAV Provinciali. Per una migliore contestualizzazione dei valori registrati, è analizzato anche l'andamento meteorologico e climatico del 2018 e la sua relazione con la dispersione degli inquinanti. La valutazione è stata effettuata mediante l'osservazione delle carte meteorologiche di re-analisi sull'Europa, l'elaborazione dei dati delle rete delle stazioni meteo e di qualità dell'aria di ARPAV e il supporto della rete sperimentale dei profilatori.

Gli episodi acuti dei principali inquinanti atmosferici (PM10 e Ozono) sono presentati assieme ad un breve commento esplicativo sulle condizioni meteorologiche e di stabilità atmosferica che hanno portato ad aumenti significativi dei due inquinanti.

La presente relazione fornisce, ove la serie storica delle centraline lo consenta, l'analisi dei trend degli inquinanti per stazione dal 2014 al 2018 e su base regionale dal 2005 al 2018. Tali analisi pluriennali sono utili a comprendere le variazioni dei livelli degli inquinanti nel medio termine, evidenziando possibili criticità o miglioramenti che non sono immediatamente visibili dai dati riferiti ad un singolo anno.

Occorre sottolineare che, nel corso degli ultimi cinque anni, la rete di monitoraggio della qualità dell'aria del Veneto ha subito un processo di adeguamento alle disposizioni del Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". Nel processo di adeguamento, sono state privilegiate le stazioni con le serie storiche più lunghe, cercando di ottimizzarne il numero, tenendo conto degli aspetti peculiari del territorio e, al contempo, dei criteri di efficienza, efficacia ed economicità.

## 2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è costituita dal D.Lgs.155/2010<sup>2</sup>. Tale decreto regola i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato (PM10 e PM2.5), piombo (Pb) benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) e ai livelli nel particolato PM10 di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e Benzo(a)pirene (BaP).

In questo documento è stato verificato il rispetto dei valori limite e/o valori obiettivo e di tutti gli indicatori riportati in Tabella 1 per i seguenti parametri: NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM10, PM2.5, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, BaP, Pb, As, Ni, Cd.

<sup>1</sup> "conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112".

<sup>2</sup> Come modificato dal D.Lgs. 250/2012, dal DM 5 maggio 2015 e dal DM 26 gennaio 2017.

**Tabella 1. Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.).**

Inquinante	Nome limite	Indicatore statistico	Valore
<b>SO<sub>2</sub></b>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale e Media invernale	<b>20</b> µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	<b>500</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	<b>350</b> µg/m <sup>3</sup> da non superare più di <u>24</u> volte per anno civile
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	<b>125</b> µg/m <sup>3</sup> da non superare più di <u>3</u> volte per anno civile
<b>NO<sub>x</sub></b>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	<b>30</b> µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>2</sub></b>	Soglia di allarme	superamento per 3h consecutive del valore soglia	<b>400</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	<b>200</b> µg/m <sup>3</sup> da non superare più di <u>18</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>40</b> µg/m <sup>3</sup>
<b>PM10</b>	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana	Media 24 h	<b>50</b> µg/m <sup>3</sup> da non superare più di <u>35</u> volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>40</b> µg/m <sup>3</sup>
<b>PM2.5</b>	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>25</b> µg/m <sup>3</sup>
<b>CO</b>	Limite per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	<b>10</b> mg/m <sup>3</sup>
<b>Pb</b>	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>0.5</b> µg/m <sup>3</sup>
<b>BaP</b>	Valore obiettivo	Media annuale	<b>1.0</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>5.0</b> µg/m <sup>3</sup>
<b>O<sub>3</sub></b>	Soglia di informazione	superamento del valore orario	<b>180</b> µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	superamento del valore orario	<b>240</b> µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	<b>120</b> µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Max giornaliero della Media mobile 8h	<b>120</b> µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di <u>25</u> giorni all'anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	<b>18000</b> µg/m <sup>3</sup> h da calcolare come media su 5 anni
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori orari da maggio a luglio	<b>6000</b> µg/m <sup>3</sup> · h
<b>Ni</b>	Valore obiettivo	Media Annuale	<b>20.0</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>As</b>	Valore obiettivo	Media Annuale	<b>6.0</b> ng/m <sup>3</sup>
<b>Cd</b>	Valore obiettivo	Media Annuale	<b>5.0</b> ng/m <sup>3</sup>

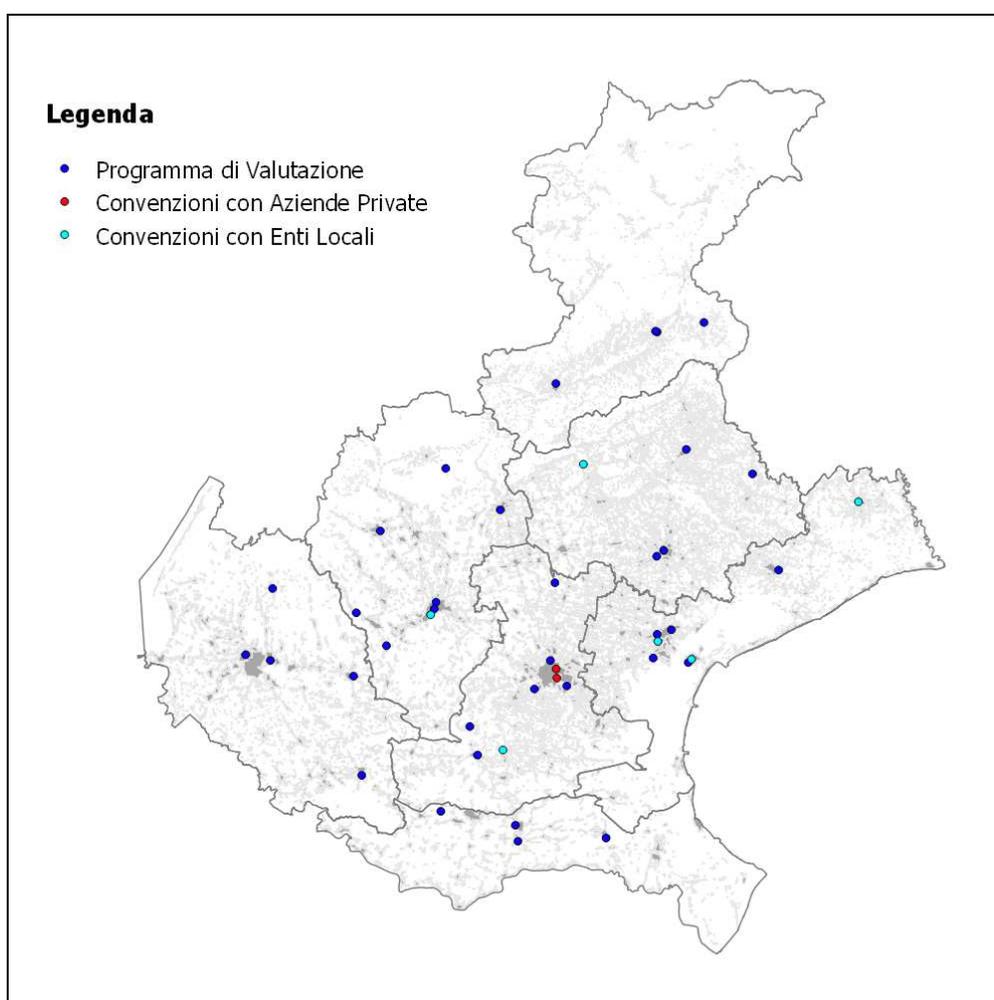
### 3. Le stazioni della rete appartenenti al Programma di Valutazione

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria è stata sottoposta ad un processo di revisione per renderla conforme alle disposizioni del Decreto Legislativo n.155/2010. Il Progetto di adeguamento, elaborato sulla base delle indicazioni del Tavolo di Coordinamento nazionale, ha portato alla definizione della rete regionale di monitoraggio e del relativo programma di valutazione della qualità dell'aria. Le elaborazioni grafiche contenute nella presente relazione si riferiscono esclusivamente al set di stazioni riportate in Tabella 2. Trattasi delle stazioni appartenenti al programma di valutazione di cui sopra.

Si precisa che ARPAV gestisce anche altre stazioni, non facenti parte del programma di valutazione, sulla base di convenzioni con Enti Locali o con aziende private, finalizzate principalmente alla valutazione dell'impatto di attività industriali specifiche. Per tutte queste stazioni si è verificato, al capitolo 8, il rispetto degli indicatori di legge di cui al Decreto Legislativo n.155/2010.

In generale sono state considerate solo le stazioni e i parametri che garantiscono una percentuale di dati sufficiente a rispettare gli obiettivi di qualità indicati dalla normativa vigente<sup>3</sup>.

In Figura 1 si illustra l'ubicazione delle 35 centraline (indicate in blu) i cui dati sono stati utilizzati nella presente valutazione della qualità dell'aria e delle 8 centraline in convenzione (con gli Enti Locali, indicate azzurro, o con aziende private, indicate in rosso).



**Figura 1.** Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. Sono indicate in blu le stazioni appartenenti al Programma di Valutazione, in azzurro le stazioni in convenzione con gli Enti Locali e in rosso quelle in convenzione con aziende private.

<sup>3</sup> D.Lgs.155/2011 Art.5 comma 11: le misurazioni e le altre tecniche utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria ambiente devono rispettare gli obiettivi di qualità del dato di cui all'allegato I al D.Lgs.155/2010).

**Tabella 2. Elenco delle stazioni e dei relativi monitor appartenenti al Programma di Valutazione**

Provincia	Stazione	Tipologia	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM10	PM2.5	Benzene	B(a)P	Metalli
PD	PD_Arcella	TU	√	√	√		√			√	√
PD	PD_Mandria	FU		√	√	√	√	√	√	√	
PD	PD_Granze	IU					√			√	√
PD	Parco Colli Euganei	FR		√		√	√				
PD	Este	IS	√	√		√	√	√		√	√
PD	Alta Padovana	FR		√	√	√	√			√	√
VR	VR_Borgo Milano	TU	√	√	√		√		√		
VR	VR_Giarol	FU		√		√	√	√		√	√
VR	Legnago	FU		√		√	√				
VR	San Bonifacio	TU		√			√				
VR	Boscochiesanuova	FR	√	√	√	√	√			√	√
RO	RO_Latgo Martiri	TU	√	√	√		√	√	√		
RO	RO_Borsea	FU		√		√	√			√	√
RO	Badia Polesine - Villafiora	FR	√	√	√	√	√		√	√	√
RO	Adria	FU	√	√		√	√				
BL	BL-Parco città Bologna	FU		√		√	√	√		√	
BL	BL_La Cerva	TU	√	√	√		√				
BL	Area Feltrina	FS		√		√	√	√	√	√	√
BL	Pieve d'Alpago	FR		√		√	√		√		
TV	TV_Via Lancieri	FU		√		√	√	√	√	√	√
TV	TV-S.Agnese	TU	√	√	√		√				
TV	Conegliano	FU		√		√	√	√			
TV	Mansuè	FR		√		√	√	√			
VI	VI_San Felice	TU	√	√	√		√		√		
VI	VI_Quartiere Italia	FU		√		√	√	√		√	√
VI	Asiago_Cima Ekar	FR		√		√					
VI	Chiampo	IU		√					√		
VI	Bassano	FU		√		√		√			
VI	Montebello Vicentino	IS		√							
VI	Schio	FU		√		√	√	√	√	√	√
VE	VE_Parco Bissuola	FU	√	√		√	√	√	√	√	√
VE	VE_Sacca Fisola	FU	√	√		√	√				√
VE	VE_Via Tagliamento	TU		√	√		√				
VE	VE_Via Malcontenta	IS	√	√			√	√		√	√
VE	San Donà di Piave	FU		√		√		√			

Legenda Tipologia

T: Traffico

F: Fondo

I: Industriale

U: Urbano

S: Suburbano

R: Rurale

#### **4. Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono**

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al biossido di zolfo, al monossido di carbonio, al biossido di azoto e all'ozono. Il volume di campionamento degli inquinanti in oggetto è riferito alla temperatura di 293 K e 101,3 kPa, come prescritto dal D.Lgs. 155/2010.

Per il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) non vi sono stati superamenti della soglia di allarme di  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , né superamenti del valore limite orario ( $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e del valore limite giornaliero ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il biossido di zolfo si conferma, come già evidenziato nelle precedenti edizioni della Relazione, un inquinante primario non critico; ciò è stato determinato in gran parte grazie alle sostanziali modifiche dei combustibili avvenute negli ultimi decenni (da gasolio a metano, oltre alla riduzione del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili diesel).

Analogamente non destano preoccupazione le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate a livello regionale: in tutti i punti di campionamento non ci sono stati superamenti del limite di  $10 \text{mg}/\text{m}^3$ , calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

Considerati i livelli di  $\text{SO}_2$  e di CO, si sono gradualmente ridotti i punti di campionamento per questi due inquinanti, essendo le concentrazioni rilevate inferiori alle soglie di valutazione inferiore (rispettivamente di  $5 \text{mg}/\text{m}^3$  per CO e di  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per  $\text{SO}_2$ , tenendo in considerazione, per quest'ultimo, il calcolo della soglia a partire dal valore limite per la protezione della vegetazione). I punti di campionamento di  $\text{SO}_2$  e di CO sono distribuiti nelle zone di cui alla DGR n. 2130/2012 in conformità al Decreto Legislativo n. 155/2010.

##### **4.1 Biossido di azoto**

Per la valutazione dei livelli di  $\text{NO}_2$ , sono state considerate le stazioni elencate in Tabella 2. Considerando i valori registrati nelle stazioni di fondo (Figura 2) e nelle stazioni di traffico e di tipo industriale (Figura 3), si può osservare che il valore limite annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non è stato superato in alcuna delle centraline della rete.

Le concentrazioni medie annuali più basse sono state registrate in alcune stazioni di fondo rurale: Pieve D'Alpago ( $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Boscochiesanuova ( $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Asiago Cima Ekar ( $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Per il biossido di azoto è stato verificato anche il numero dei superamenti del valore limite orario di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; tale soglia non dovrebbe essere superata più di 18 volte l'anno. Nessuna stazione delle stazioni indicate in Tabella 2 ha oltrepassato i 18 superamenti ammessi, quindi il valore limite si intende non superato. Non vi sono stati casi di superamento della soglia di allarme di  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

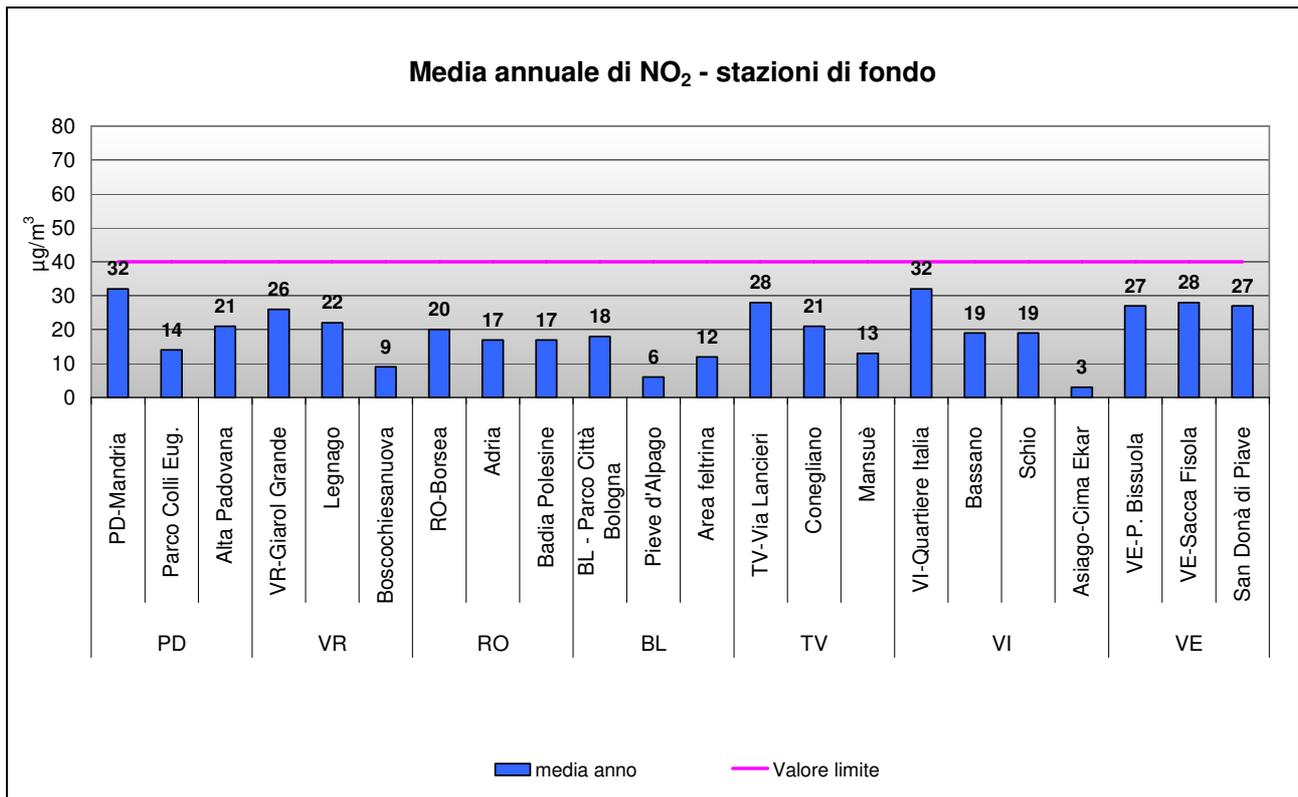


Figura 2. Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia "fondo".

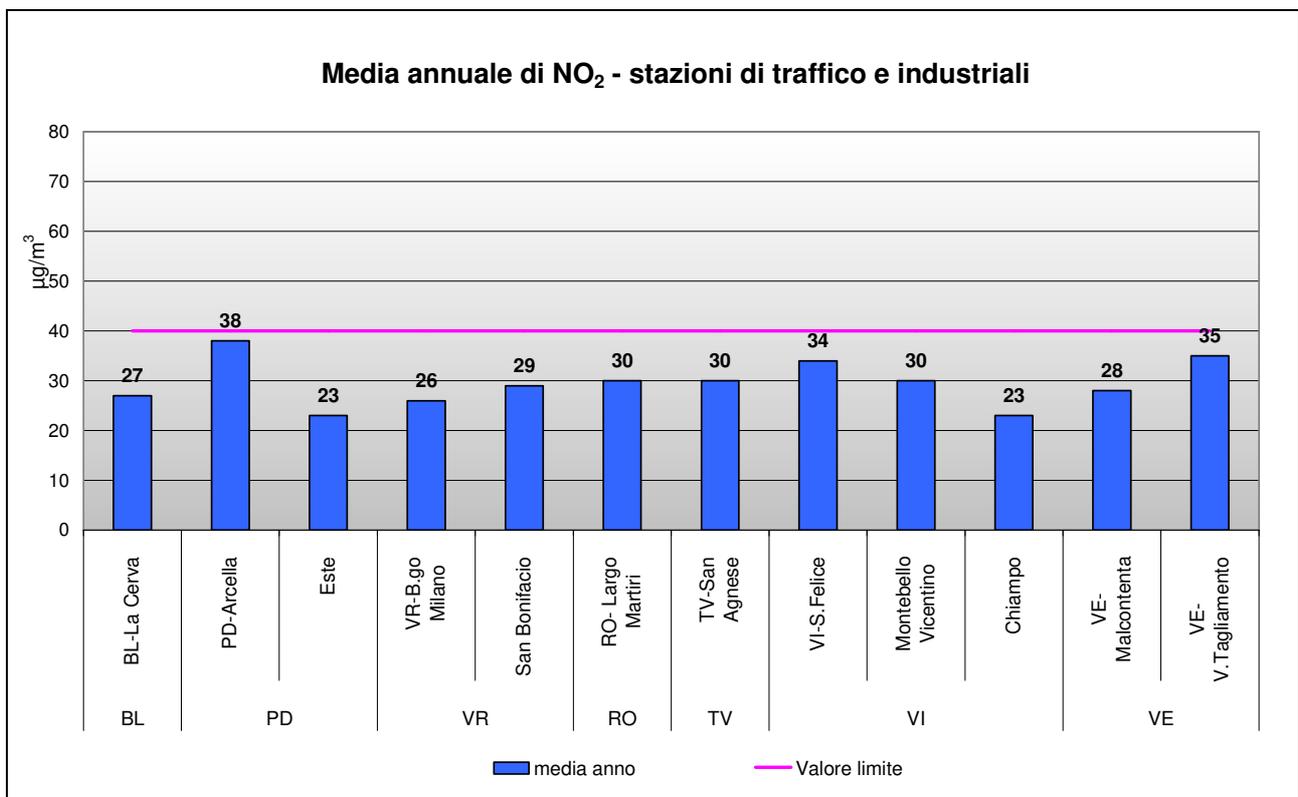
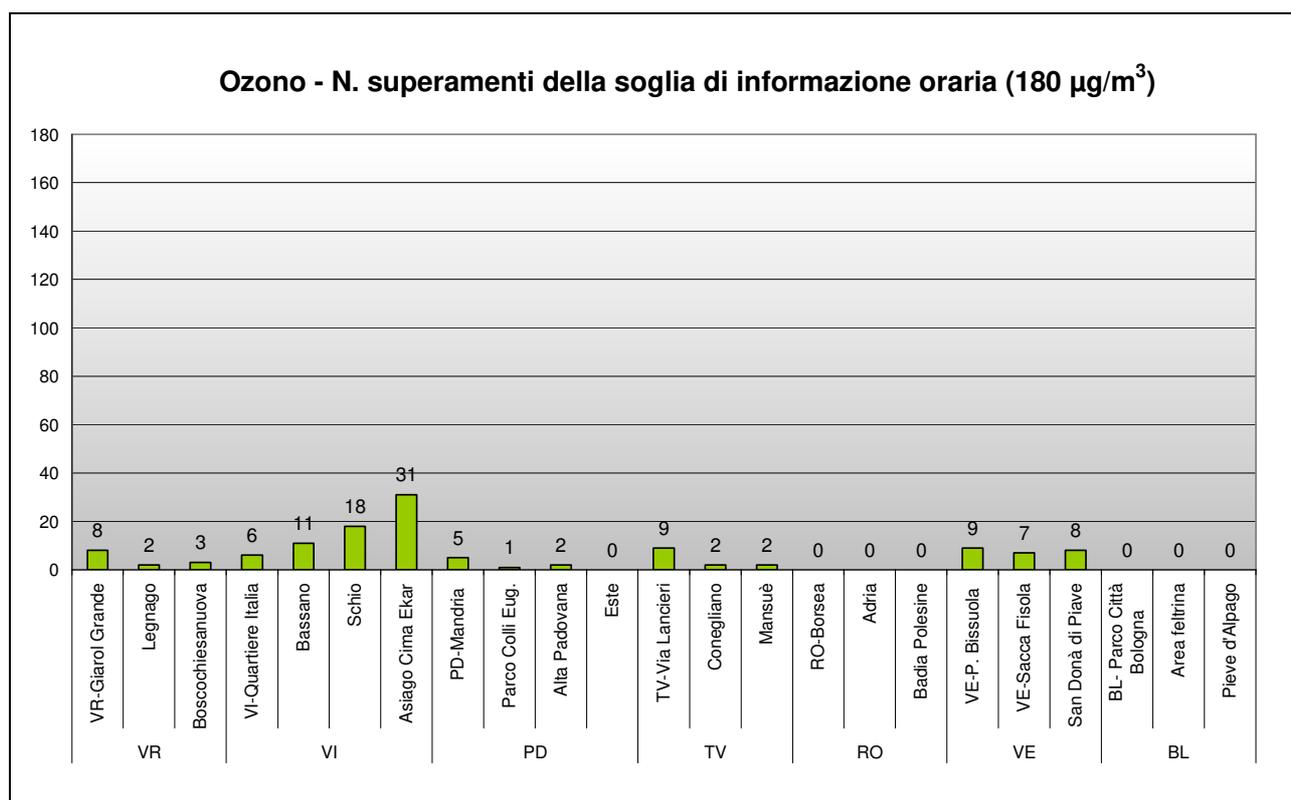


Figura 3. Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia "traffico" e "industriale".

## 4.2 Ozono

L'analisi dei dati di ozono parte dall'esame della valutazione dei superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata, per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Raggiunta tale soglia è necessario comunicare al pubblico una serie dettagliata di informazioni inerenti il luogo, l'ora del superamento, le previsioni per la giornata successiva e le precauzioni da seguire per minimizzare gli effetti di tale inquinante. Tali informazioni sono disponibili nelle pagine web del sito [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it). I superamenti della soglia di informazione sono illustrati in Figura 4 per le stazioni di fondo. Le tre centraline con il numero più elevato di superamenti sono Asiago-Cima Ekar (31), Schio (18) e Bassano (11). I superamenti sono stati molto più contenuti nelle altre stazioni della rete.

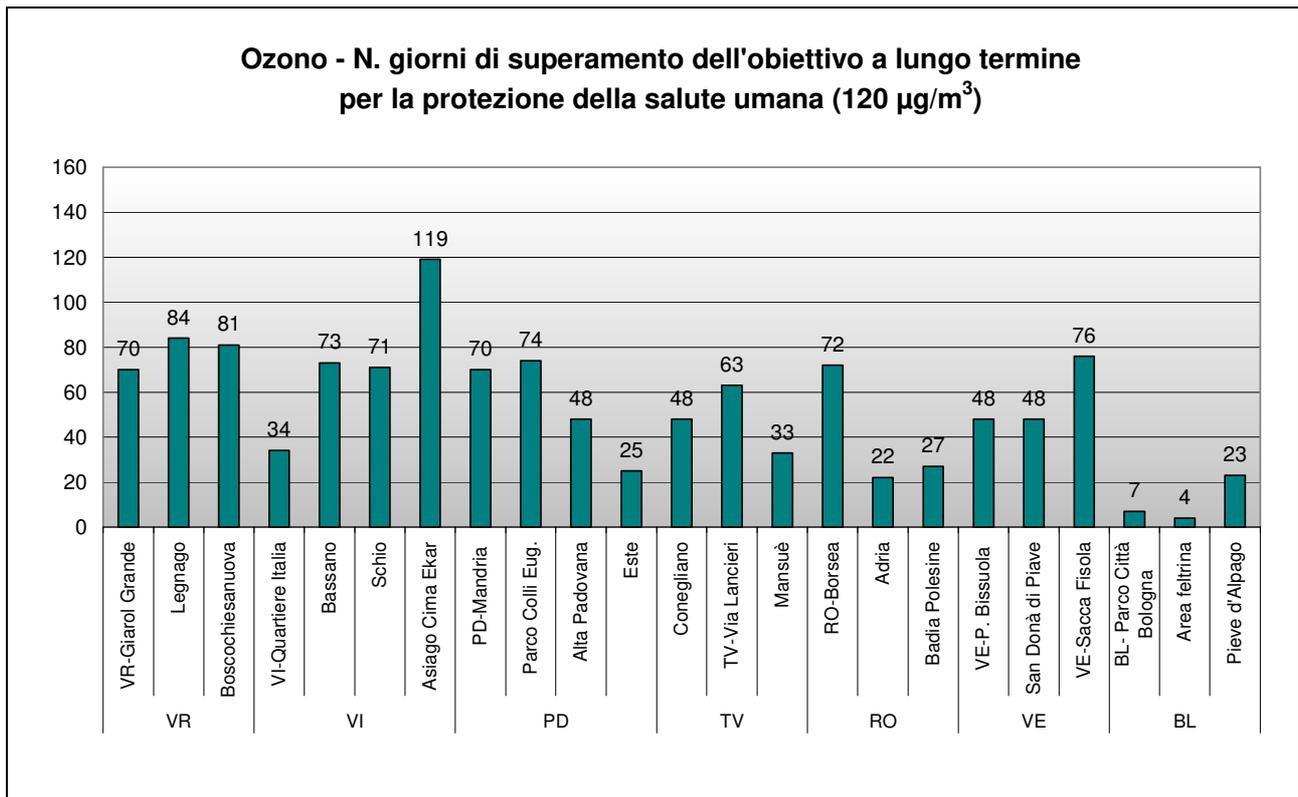


**Figura 4.** Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana.

Il Decreto Legislativo n.155/2010, oltre alle soglie di informazione e allarme, fissa anche gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Tali obiettivi rappresentano la concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salute umana o sulla vegetazione e devono essere conseguiti nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della popolazione e dell'ambiente.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana si considera superato quando la massima media mobile giornaliera su otto ore supera  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; il conteggio è effettuato su base annuale.

Dall'analisi del grafico in Figura 5 si evidenzia che tutte le stazioni considerate hanno fatto registrare superamenti di questo indicatore ambientale e che il numero maggiore di giorni di superamento è stato registrato ad Asiago Cima-Ekar (119).

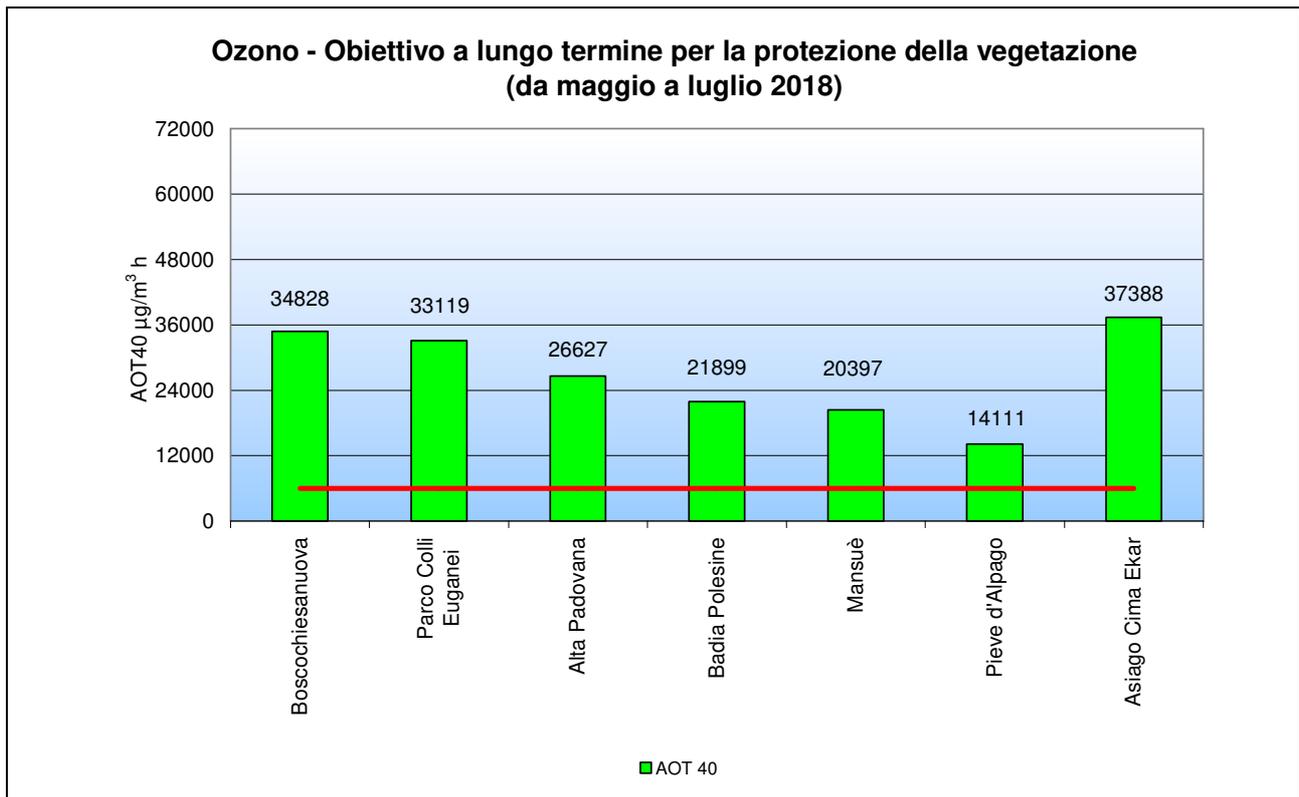


**Figura 5.** Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione è stabilito in  $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , elaborato come AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 ppb); tale parametro si calcola utilizzando la somma delle concentrazioni orarie eccedenti i 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ottenuta considerando i valori orari di ozono registrati dalle 8.00 alle 20.00 (ora solare) nel periodo compreso tra il 1° maggio e il 31 luglio. L'AOT40 deve essere calcolato esclusivamente per le stazioni finalizzate alla valutazione dell'esposizione della vegetazione, assimilabili in Veneto alle stazioni di tipologia "fondo rurale".

Nel grafico in Figura 6 si riportano i valori di AOT40 di ciascuna centralina. L'obiettivo a lungo termine di  $6000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  non è stato rispettato in nessuna delle stazioni considerate.

La verifica del rispetto degli altri due indicatori riportati in Tabella 1 (Valore obiettivo per la protezione della salute umana e Valore obiettivo per la protezione della vegetazione) è illustrata al capitolo 7, "Analisi delle tendenze nel periodo 2014-2018", trattandosi di indicatori calcolati rispettivamente su 3 e 5 anni.



**Figura 6.** Ozono. Verifica del rispetto dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione mediante calcolo del parametro AOT40 per le stazioni di tipologia "fondo rurale".

Nel semestre estivo 2018 la rete di monitoraggio ARPAV della qualità dell'aria ha rilevato 58 superamenti della soglia di informazione. Le ore totali di superamento della soglia di informazione sono state 129.

Nel complesso la stagione 2018 è stata paragonabile alla stagione 2016 quando erano stati rilevati 35 episodi di superamento della soglia di informazione per un totale di 101 ore.

Nel 2018, il mese più critico per l'ozono è stato luglio, con 35 episodi di superamento. Il resto degli episodi sono avvenuti nei mesi di giugno (15) e agosto (8), senza alcun superamento registrato nei mesi di aprile, maggio e settembre.

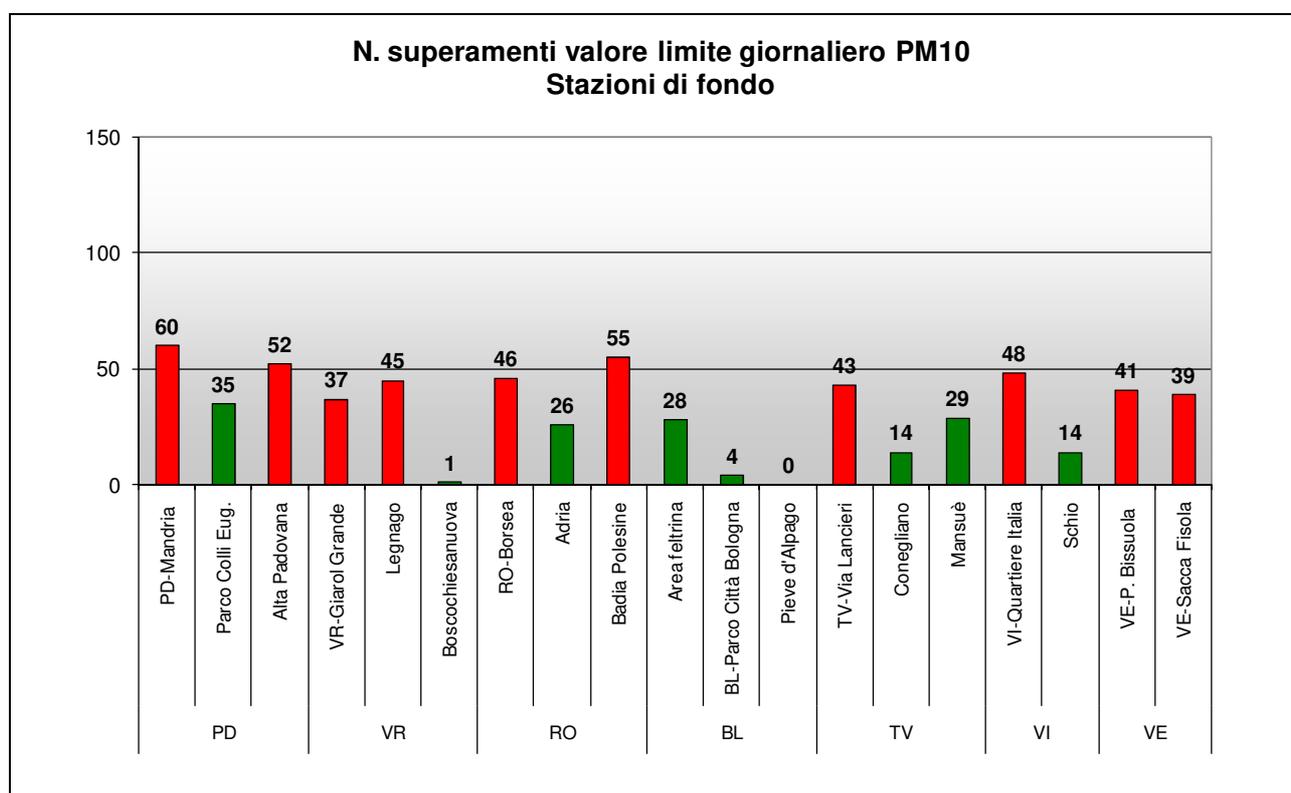
Per quanto riguarda la distribuzione spaziale dei superamenti della soglia di informazione, dai dati si evidenzia, analogamente agli anni precedenti, una maggiore frequenza di episodi nel Veneto centro-occidentale.

## 5. Particolato PM10 e PM2.5, Benzene, Benzo(a)pirene

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al particolato PM10 e PM2.5, al benzo(a)pirene e al benzene. Per il particolato PM10 e PM2.5 e gli elementi in tracce determinati su PM10, il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni. Per il benzene il volume di campionamento deve essere standardizzato alla temperatura di 293 K e alla pressione di 101,3 kPa, come prescritto dal D.Lgs. 155/2010.

### 5.1 Particolato PM10

Nei grafici in Figura 7 e Figura 8, differenziati per tipologia di stazione, si riportano i superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sono evidenziate in rosso le stazioni che eccedono i 35 superamenti consentiti per anno.

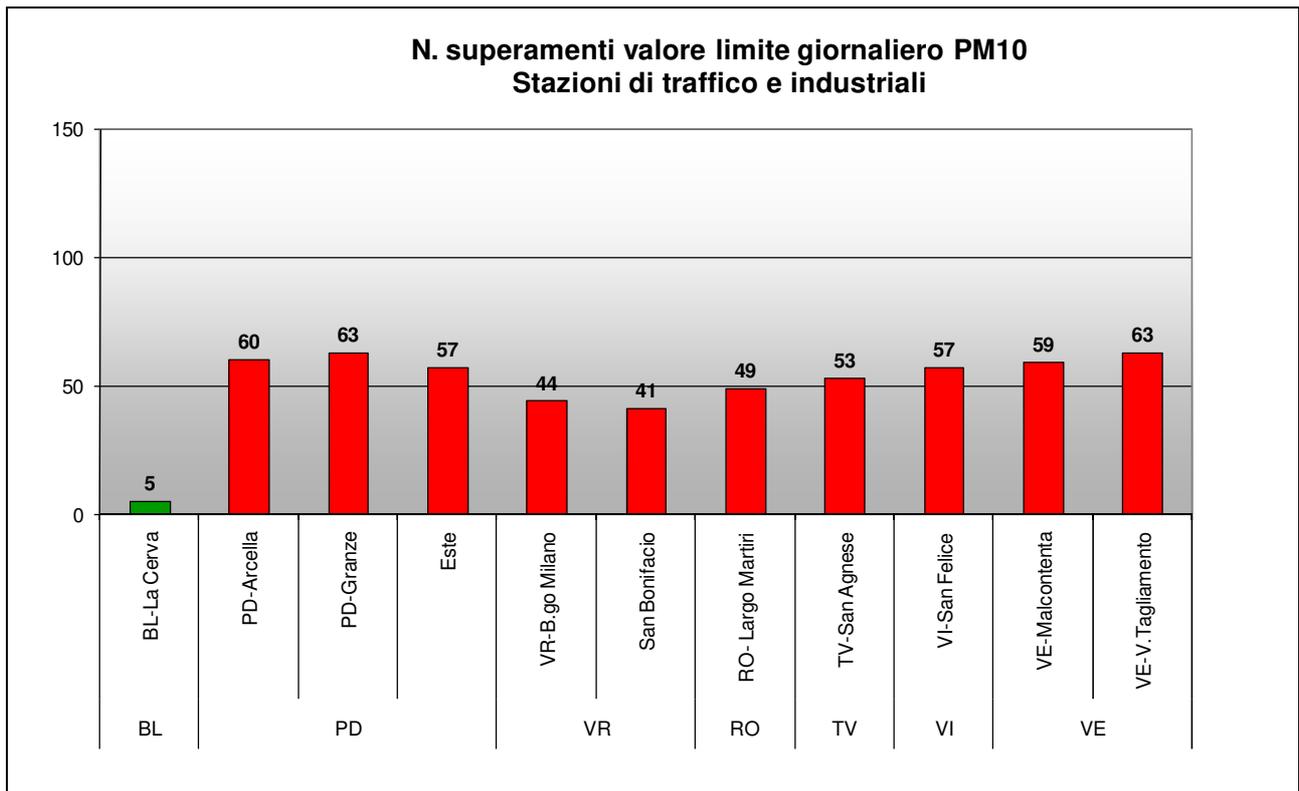


**Figura 7.** Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "fondo".

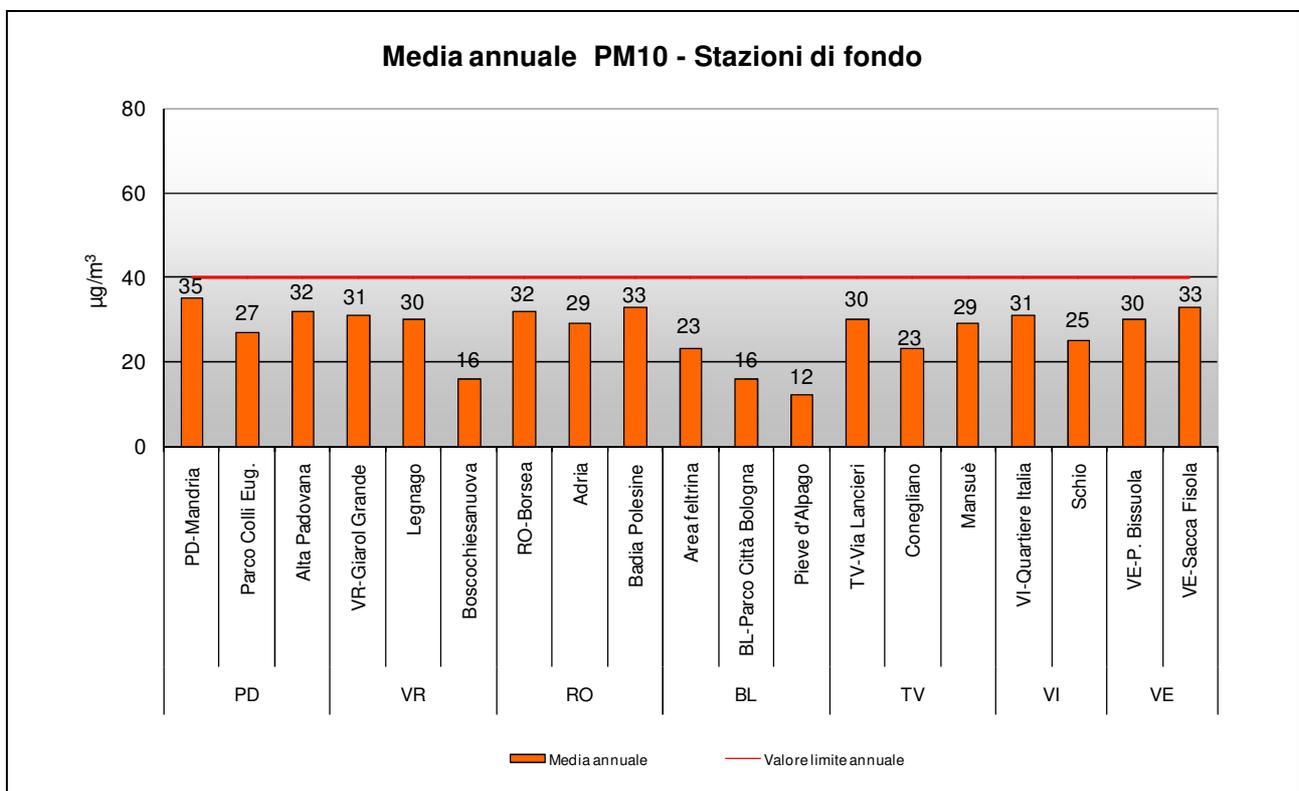
Per quanto riguarda le stazioni di fondo, nel 2018, solo 9 stazioni su 19 hanno rispettato il valore limite giornaliero. Tre sono ubicate in provincia di Belluno, due in provincia di Treviso, una in provincia di Verona, una in provincia di Rovigo, una in provincia di Vicenza, una in provincia di Padova.

Invece per le stazioni di traffico e industriali (Figura 8), una sola centralina rispetta il valore limite giornaliero, BL-La Cerva (5 giorni di superamento), confermando la minore criticità dei livelli di PM10 in zona montana, anche nelle stazioni di traffico, rispetto alla pianura. Tutte le altre stazioni registrano un numero di superamenti tra i 41 giorni di San Bonifacio e i 63 di PD-Granze e VE-Via Tagliamento. Come per gli anni precedenti, nel 2018, questo indicatore della qualità dell'aria resta il più critico tra quelli normati.

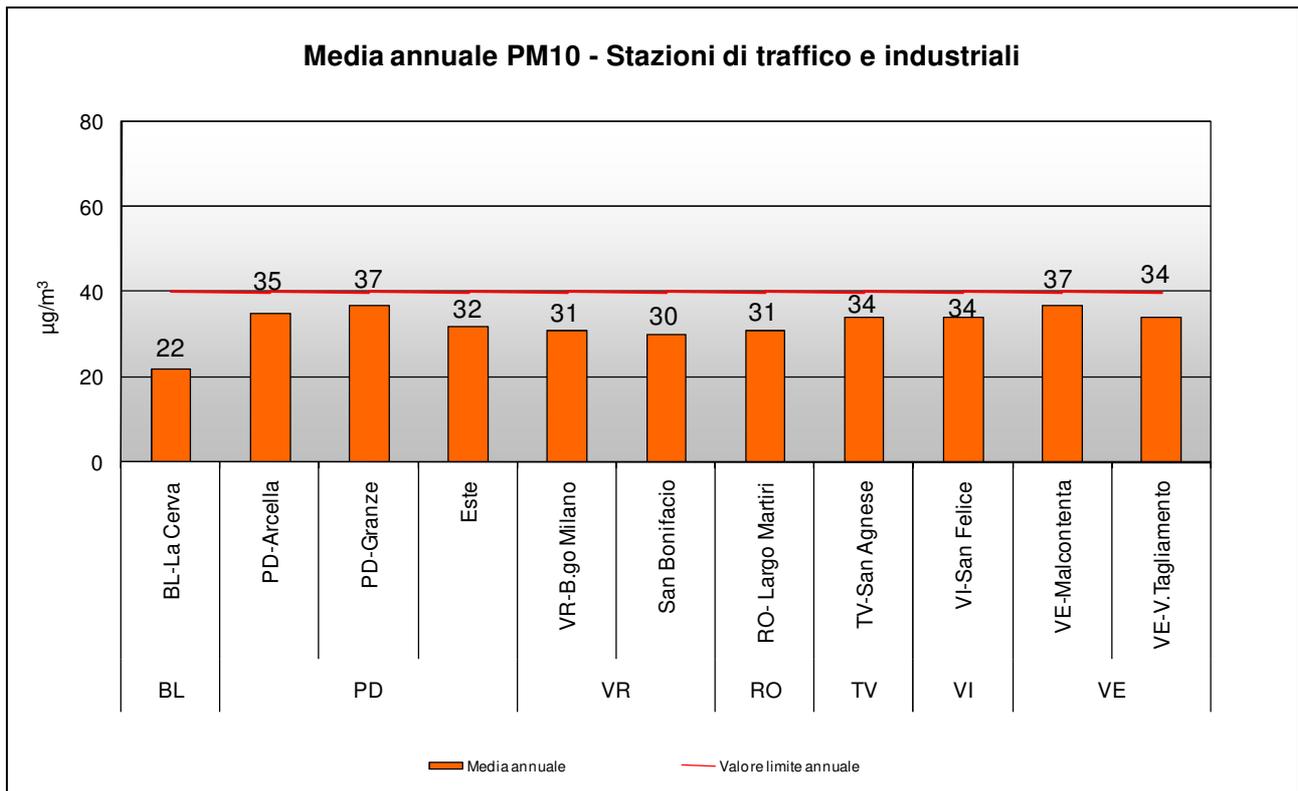
Nei grafici in Figura 9 e Figura 10 sono riportate le medie annuali registrate rispettivamente nelle stazioni di tipologia "fondo" e "traffico" o "industriale".



**Figura 8.** Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "traffico" e "industriale".



**Figura 9.** Particolato PM10. Medie annuali confrontate con il valore limite per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia "fondo".



**Figura 10.** Particolato PM10. Medie annuali confrontate con il valore limite per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “traffico” e “industriale”.

In Figura 9 e 10 si osserva che, nel 2018, a differenza dell’anno precedente, il valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> è stato rispettato sia nelle stazioni di fondo che in quelle di traffico e industriali della rete. I valori più elevati delle medie annuali si sono registrati a PD-Granze e a VE-Tagliamento entrambe con 37 µg/m<sup>3</sup>.

In Tabella 3 è riportato il numero di campioni di PM10 effettuati nel 2018 presso ciascun sito di campionamento e il metodo utilizzato. Per le misure in siti fissi il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull’anno. Per comodità sono riportati anche i campioni raccolti presso le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione, la cui trattazione è rimandata al capitolo 8.

**Tabella 3** Numero di campioni e metodo analitico impiegato per la determinazione dei livelli di PM10

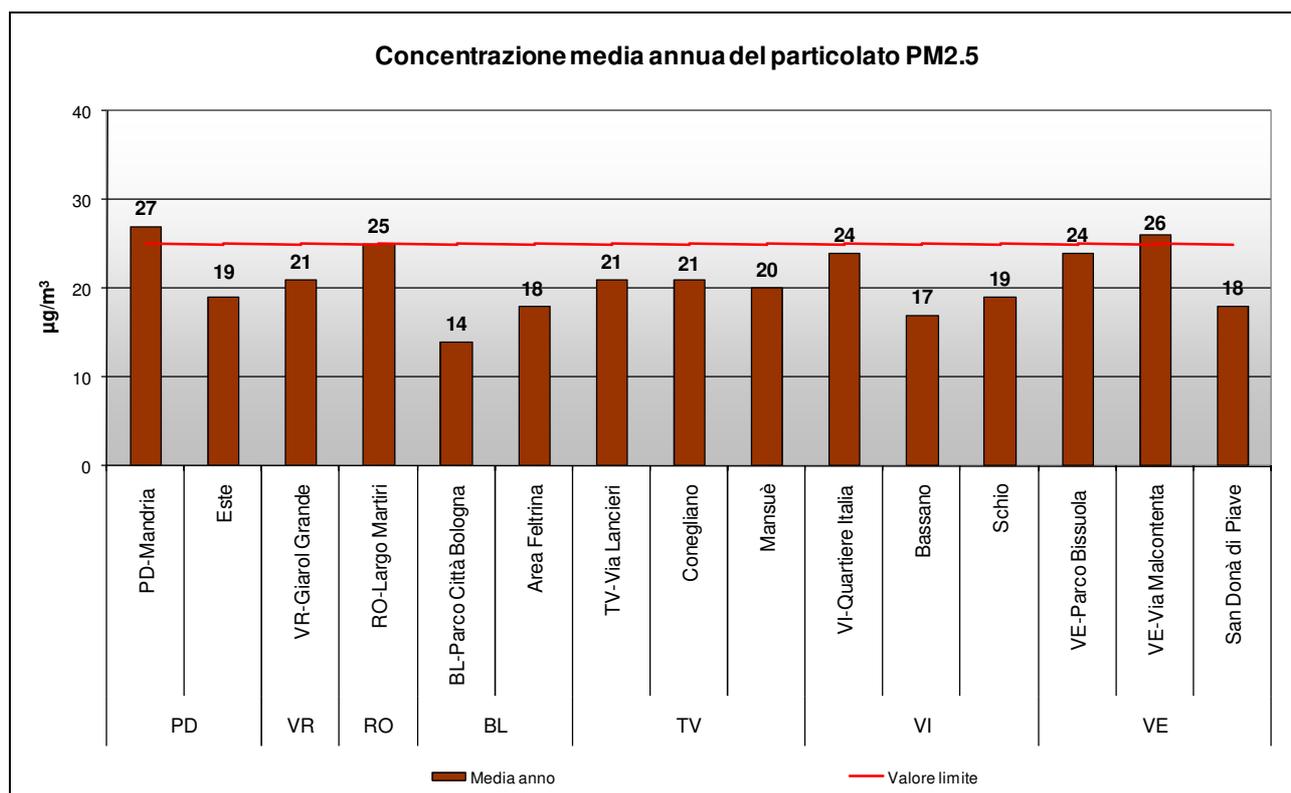
Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	356	Automatico
PD	PD-Mandria	Padova	FU	347	Automatico
PD	PD-Granze	Padova	IU	359	Automatico
PD	PD_APS1	Padova	IU	333	Automatico
PD	PD_APS2	Padova	IU	354	Automatico
PD	Parco Colli Euganei	Cinto Euganeo	FR	360	Automatico
PD	Monselice	Monselice	FU	360	Automatico
PD	Este	Este	IS	358	Aut. / Grav.
PD	Alta Padovana	S.Giustina in C.	FR	359	Gravimetrico
VR	VR-Borgo Milano	Verona	TU	355	Automatico
VR	VR-Giarol Grande	Verona	FU	358	Automatico
VR	Legnago	Legnago	FU	362	Automatico
VR	San Bonifacio	San Bonifacio	TU	347	Automatico
VR	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	FR	351	Automatico
RO	RO-Largo Martiri	Rovigo	TU	360	Automatico
RO	RO-Borsea	Rovigo	FU	360	Gravimetrico
RO	Adria	Adria	FU	358	Automatico
RO	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	FR	362	Gravimetrico
BL	BL-Parco Città Bologna	Belluno	FU	359	Automatico
BL	BL-La Cerva	Belluno	TU	361	Gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	FS	362	Automatico
BL	Pieve d'Alpago	Pieve d'Alpago	FR	361	Automatico
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	FU	356	Automatico
TV	TV-S. Agnese	Treviso	TU	359	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	FU	360	Automatico
TV	Mansuè	Mansuè	FR	355	Automatico
VI	VI-San Felice	Vicenza	TU	363	Gravimetrico
VI	VI-Quartiere Italia	Vicenza	FU	357	Automatico
VI	VI-Ferrovieri	Vicenza	FU	335	Automatico
VI	Schio	Schio	FU	361	Automatico
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	FU	364	Automatico
VE	VE-Sacca Fisola	Venezia	FU	361	Automatico
VE	VE-Via Tagliamento	Venezia	TU	363	Automatico
VE	VE-Via Malcontenta	Venezia	IS	364	Gravimetrico
VE	VE-Via Beccaria	Venezia	TU	365	Automatico
VE	VE-Rio Novo	Venezia	TU	358	Automatico

## 5.2 Particolato PM2.5

Il particolato PM2.5 è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$ . Tale parametro ha acquisito, negli ultimi anni, una notevole importanza nella valutazione della qualità dell'aria, soprattutto in relazione agli aspetti sanitari legati a questa frazione di aerosol, in grado di giungere fino al tratto inferiore dell'apparato respiratorio (trachea e polmoni).

In Figura 11 sono riportate le medie annuali registrate in Veneto nel 2018.

E' evidenziato il valore limite (linea rossa).



**Figura 11.** Particolato PM2.5. Verifica del rispetto del valore limite annuale per le stazioni di fondo, traffico e industriali.

Si può osservare che il valore limite ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), è stato superato in 2 stazioni della rete (PD-Mandria e VE-Malcontenta), mentre nella maggior parte delle centraline tale limite è stato rispettato. Il valore limite è stato raggiunto nella stazione di RO-Largo Martiri.

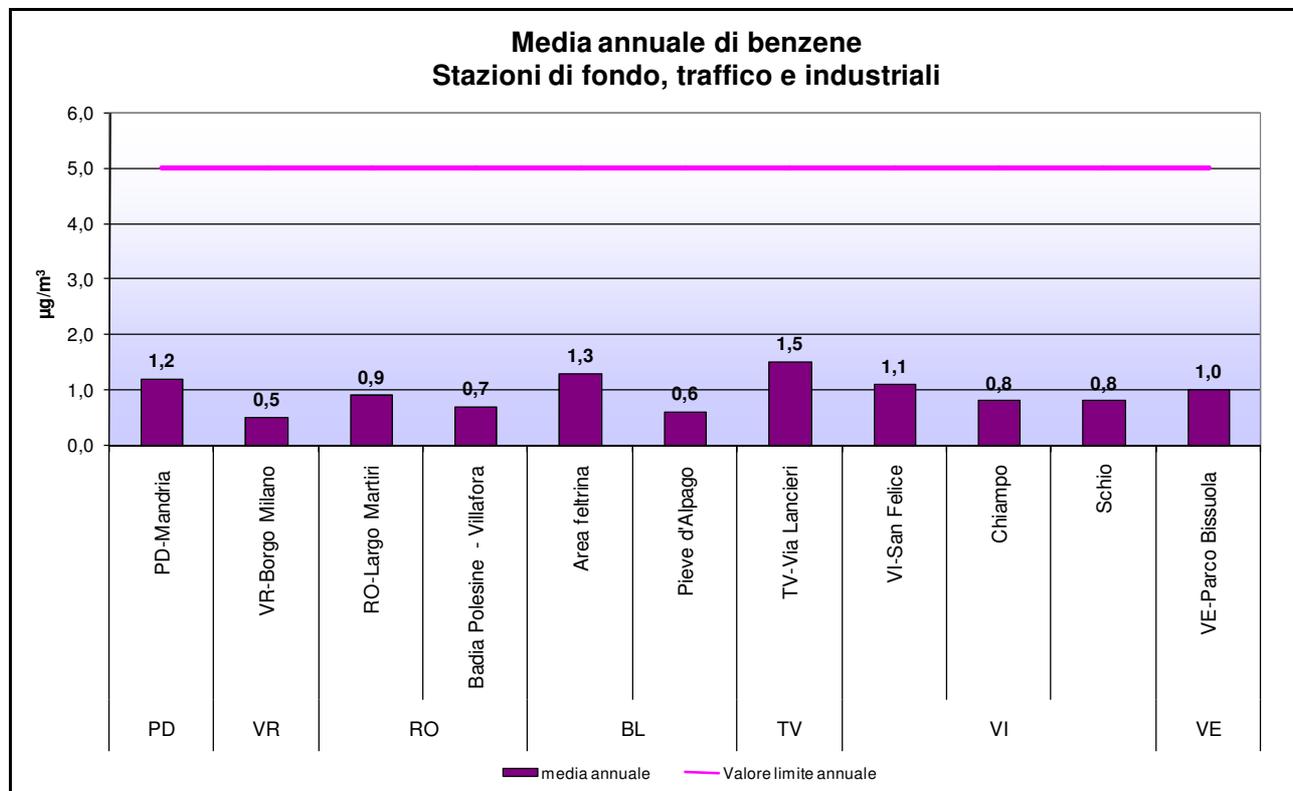
In Tabella 4 è riportato il numero di campioni di PM2.5 effettuati nel 2018 presso ciascun sito di campionamento e il metodo utilizzato. Per le misure in siti fissi il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull'anno. Per comodità sono riportati anche i campioni raccolti presso le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione, la cui trattazione è rimandata al capitolo 8.

**Tabella 4** Numero di campioni e metodo analitico impiegato per la determinazione dei livelli di PM2.5

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD_Mandria	Padova	FU	328	Automatico
PD	Monselice	Monselice	FU	350	Automatico
PD	Este	Este	IS	357	Automatico
PD	PD_APS1	Padova	IU	334	Automatico
PD	PD_APS2	Padova	IU	354	Automatico
VR	VR_Giarol Grande	Verona	FU	357	Automatico
RO	RO_Largo Martiri	Rovigo	TU	360	Gravimetrico
BL	BL_Parco Città Bologna	Belluno	FU	364	Gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	FS	364	Gravimetrico
TV	TV_Via Lancieri	Treviso	FU	337	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	FU	357	Gravimetrico
TV	Mansuè	Mansuè	FR	349	Automatico
TV	Pederobba	Pederobba	FU	347	Automatico
VI	VI_Quartiere Italia	Vicenza	FU	361	Gravimetrico
VI	VI-Ferrovieri	Vicenza	FU	329	Automatico
VI	Bassano	Bassano	FU	361	Automatico
VI	Schio	Schio	FU	351	Automatico
VE	VE_Parco Bissuola	Venezia	FU	363	Gravimetrico
VE	VE_Via Malcontenta	Venezia	IS	354	Gravimetrico
VE	San Donà di Piave	San Donà di Piave	FU	360	Automatico
VE	Portogruaro	Portogruaro	TU	355	Automatico

### 5.3 Benzene

Dai dati riportati in Figura 12 si osserva che le concentrazioni medie annuali di Benzene sono di molto inferiori al valore limite di 5.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e sono anche al di sotto della soglia di valutazione inferiore (2.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in tutti i punti di campionamento.



**Figura 12.** Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” ed “industriale”.

I metodi di campionamento e analisi utilizzati per il Benzene nelle diverse stazioni sono descritti in Tabella 5. Si precisa che per il Benzene, il D.Lgs.155/2010 prevede, per le misure indicative in siti fissi, una raccolta minima di dati pari al 14% (almeno 51 giorni di campionamento l'anno). Le misure indicative sono realizzate in tutte le stazioni della rete, tranne presso le stazioni di RO-Largo Martiri, TV-Via Lancieri, Chiampo e VE-Parco Bissuola, dotate di analizzatore automatico di benzene.

**Tabella 5** Benzene. Metodo di campionamento e analisi impiegato nelle diverse stazioni.

Nome stazione		Tipologia Stazione	N. campioni anno 2018	Metodo di campionamento/analisi
PD	PD-Mandria	FU	58	campionamento attivo
VR	VR-Borgo Milano	TU	53	campionamento attivo
RO	RO-Largo Martiri	TU	8476*	BTEX
	Badia Polesine - Villafora	FR	59	campionamento attivo
BL	Area feltrina	FS	55	campionamento attivo
	Pieve d'Alpago	FR	63	campionamento attivo
TV	TV-Via Lancieri	FU	8700*	BTEX
VI	VI-San Felice	TU	58	campionamento attivo
	Chiampo	IU	8663*	BTEX
	Schio	FU	53	campionamento attivo
VE	VE-Parco Bissuola	FU	8722*	BTEX

\* campioni orari per anno

## 5.4 Benzo(a)pirene

In Figura 13 si riportano le medie annuali di Benzo(a)pirene determinate sul PM10, registrate nelle diverse tipologie di stazioni. Si osservano superamenti del valore obiettivo di 1.0 ng/m<sup>3</sup> presso le stazioni di Area Feltrina (1.8 ng/m<sup>3</sup>), Alta Padovana (1.6 ng/m<sup>3</sup>), PD-Mandria (1.3 ng/m<sup>3</sup>) e TV-Via Lancieri (1.1 ng/m<sup>3</sup>). Si conferma la criticità di questo inquinante per la qualità dell'aria in Veneto. In Tabella 6 è indicato il numero di campioni effettuati e la metodologia adottata. Il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 33% sull'anno (circa 120 determinazioni per anno).

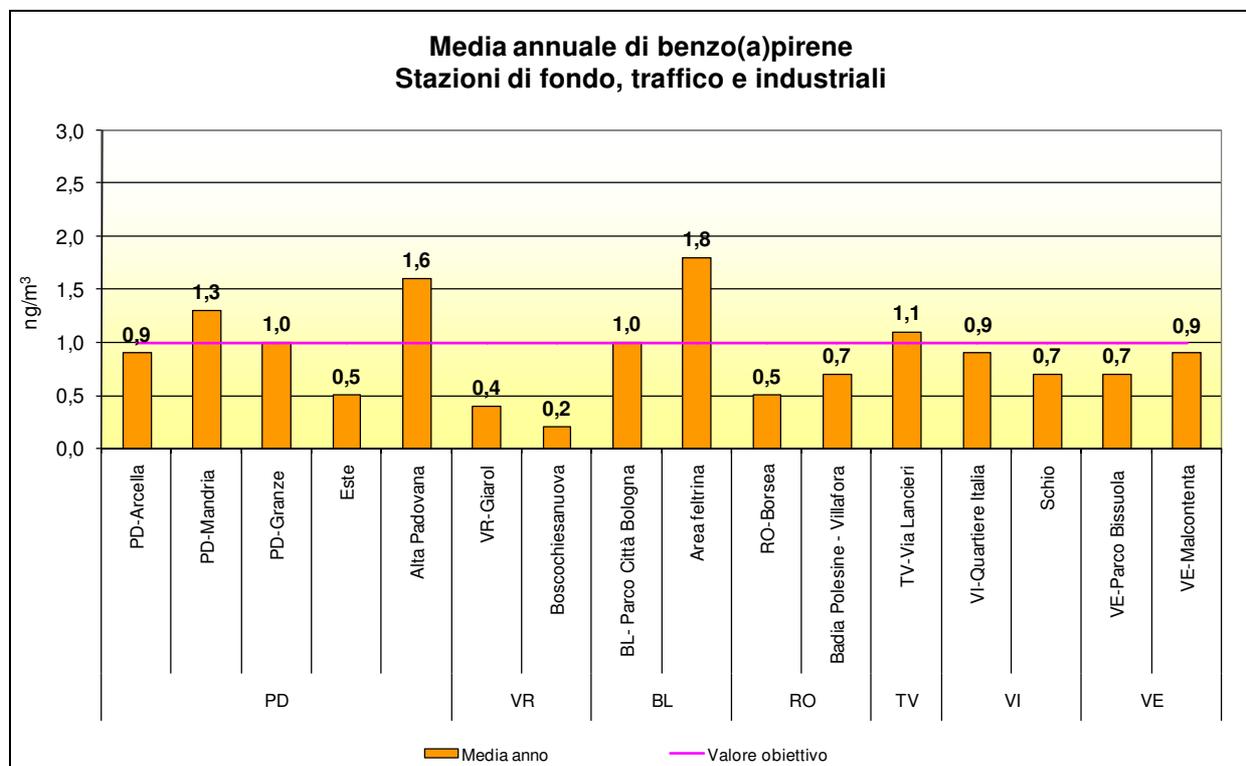


Figura 13. Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

Tabella 6 Benzo(a)pirene. Numero di campioni effettuati nel 2018.

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno 2018	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	130	HPLC
	PD-Mandria	Padova	FU	176	HPLC
	PD-Granze	Padova	IU	132	HPLC
	PD-APS1	Padova	IU	131	HPLC
	PD-APS2	Padova	IU	132	HPLC
	Este	Este	IS	131	HPLC
	Monselice	Monselice	FU	132	HPLC
VR	Alta Padovana	S.Giustina in Colle	FR	129	HPLC
	VR-Giarol	Verona	FS	133	HPLC
BL	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	FR	132	HPLC
	BL- Parco Città Bologna	Belluno	FU	134	HPLC
RO	Area feltrina	Feltre	FS	133	HPLC
	RO-Borsea	Rovigo	FU	131	HPLC
TV	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	FR	133	HPLC
	TV-Via Lancieri	Treviso	FU	133	HPLC
VI	VI-Quartiere Italia	Vicenza	FU	129	HPLC
	Schio	Vicenza	TU	137	HPLC
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	FU	136	HPLC
	VE-Malcontenta	Venezia	TU	136	HPLC

## 6. Piombo ed elementi in tracce

In questo paragrafo è analizzato lo stato della qualità dell'aria rispetto al piombo e agli elementi in tracce (arsenico, cadmio, nichel) determinati su particolato PM10. Il volume di campionamento si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni.

### 6.1 Piombo

Il grafico in Figura 14 illustra le concentrazioni medie annuali di piombo registrate in tutti i punti di campionamento nel 2018. Come si osserva, tutte le medie sono inferiori al valore limite di 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da rilevare che, anche in corrispondenza delle stazioni di traffico, i livelli ambientali del piombo sono inferiori (circa 20 volte più bassi) al limite previsto dal D.Lgs.155/2010, per cui tale inquinante non presenta alcun rischio di criticità nel Veneto.

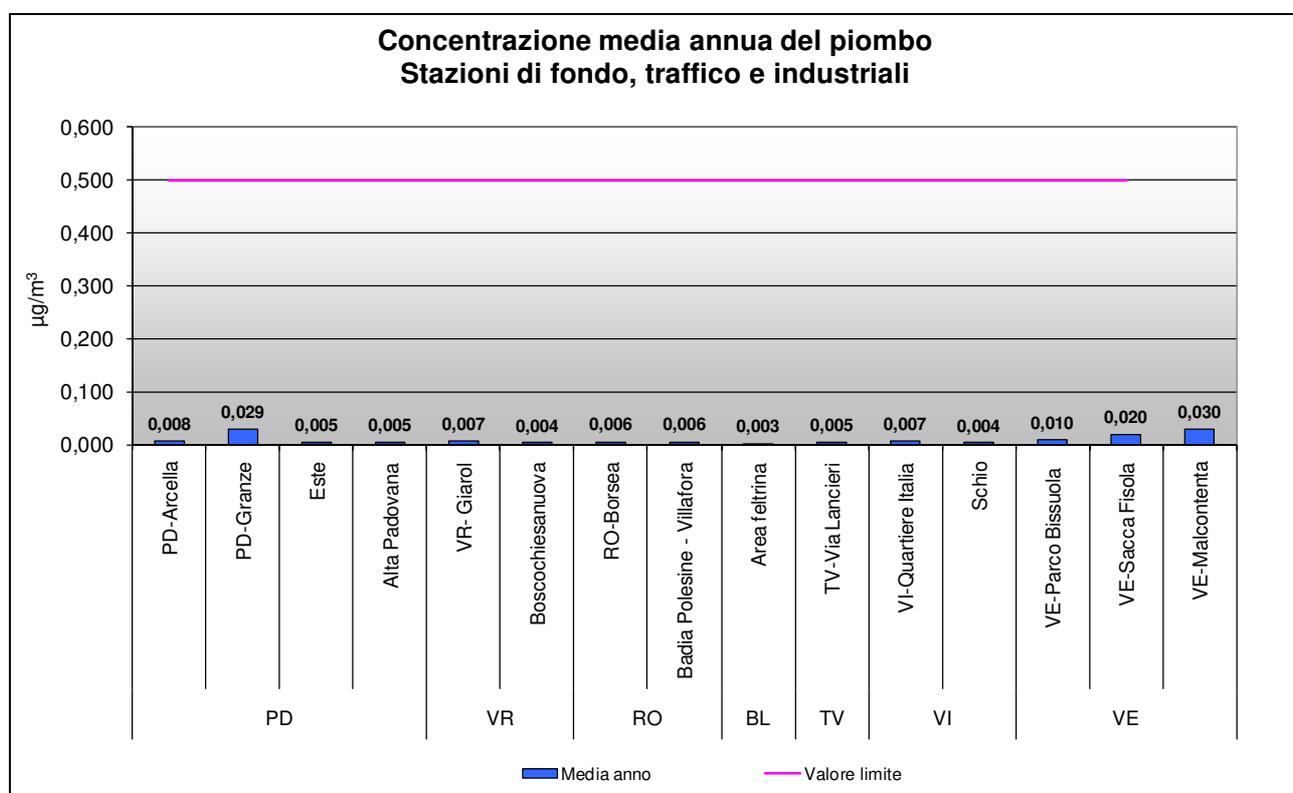


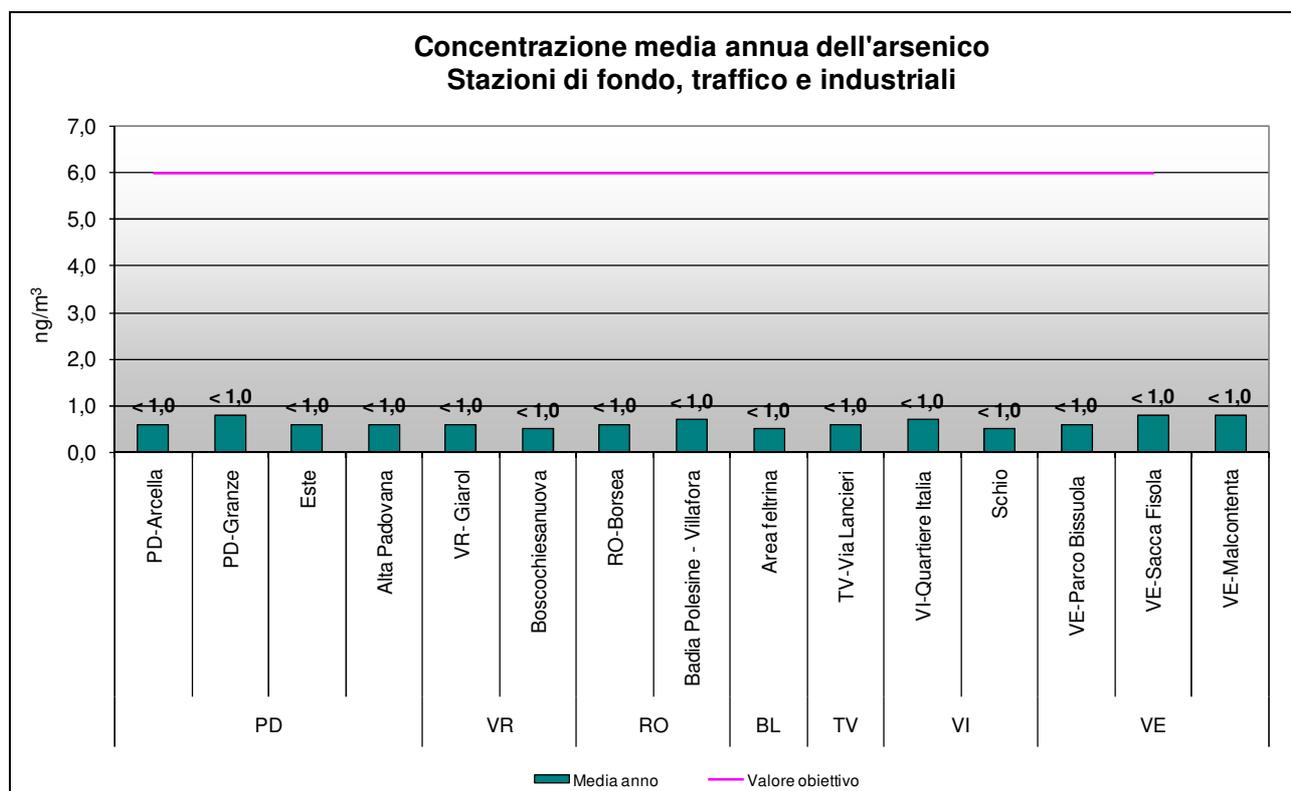
Figura 14. Piombo. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

## 6.2 Elementi in tracce

Sono di seguito illustrati i dati medi annuali di arsenico, nichel e cadmio, determinati sui campioni di PM10, raccolti dalla rete di qualità dell'aria. Le medie annue riportate nei grafici sono state confrontate con i valori obiettivo di cui all'Allegato XIII del D.Lgs.155/2010.

Si evidenzia che per il mercurio la norma prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo. Dalle misure effettuate in corrispondenza delle stesse stazioni utilizzate per gli altri elementi in tracce, sono state determinate concentrazioni medie annuali inferiori a  $1.0 \text{ ng/m}^3$ .

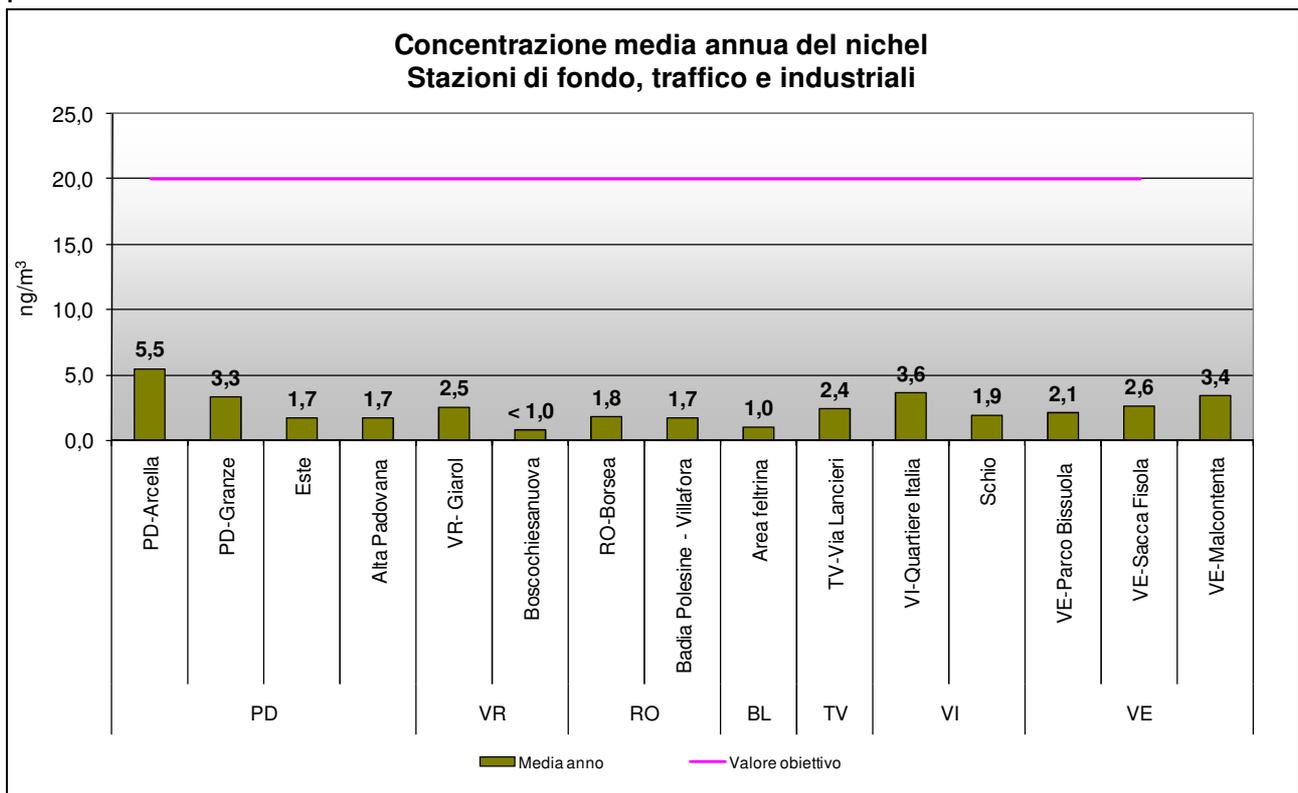
I monitoraggi effettuati per l'arsenico (Figura 15) mostrano che il valore obiettivo di  $6.0 \text{ ng/m}^3$ , calcolato come media annuale, è rispettato in tutti i punti di campionamento considerati, con livelli di Arsenico sempre inferiori al limite di rivelabilità di  $1 \text{ ng/m}^3$ .



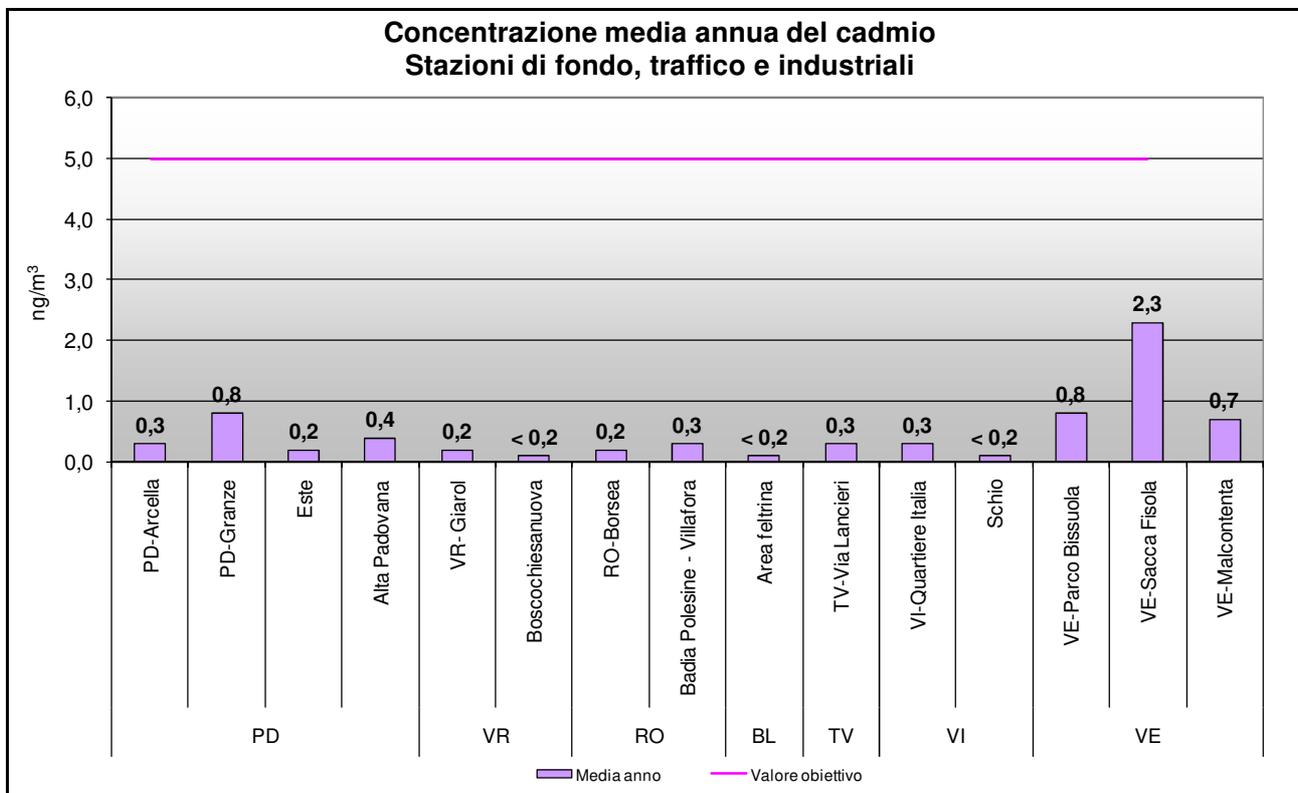
**Figura 15.** Arsenico. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

Per quanto riguarda il nichel, i monitoraggi realizzati (Figura 16) mostrano che i valori medi annui sono largamente inferiori al valore obiettivo di  $20.0 \text{ ng/m}^3$ . Il valore medio più elevato è stato registrato nella stazione di PD-Arcella ( $5.5 \text{ ng/m}^3$ ), mentre il minimo si rileva a Boscochiesanuova, al di sotto del limite di rivelabilità di  $1.0 \text{ ng/m}^3$ .

Nella Figura 17 sono rappresentate le medie annuali per il cadmio. Il valore obiettivo di  $5.0 \text{ ng/m}^3$  è sempre rispettato. I valori medi più elevati si sono registrati nelle stazioni del veneziano, con il massimo a VE-Sacca Fisola ( $2.3 \text{ ng/m}^3$ ), mentre i minimi si registrano a Boscochiesanuova, Area Feltrina e Schio, che evidenziano valori sotto il limite di rivelabilità ( $0.2 \text{ ng/m}^3$ ).



**Figura 16.** Nichel. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.



**Figura 17.** Cadmio. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

## 7. Analisi delle tendenze nel periodo 2014-2018

In questo paragrafo viene presentato l'andamento degli inquinanti nel quinquennio 2014-2018. Ciò permette di confrontare, come richiesto dal D.Lgs. 155/2010, i livelli degli inquinanti sul territorio rispetto alle soglie di valutazione<sup>4</sup>, consentendo di pianificare la tipologia di monitoraggio per gli anni futuri. Una soglia di valutazione è considerata oltrepassata se è stata superata per almeno tre anni civili distinti sui cinque.

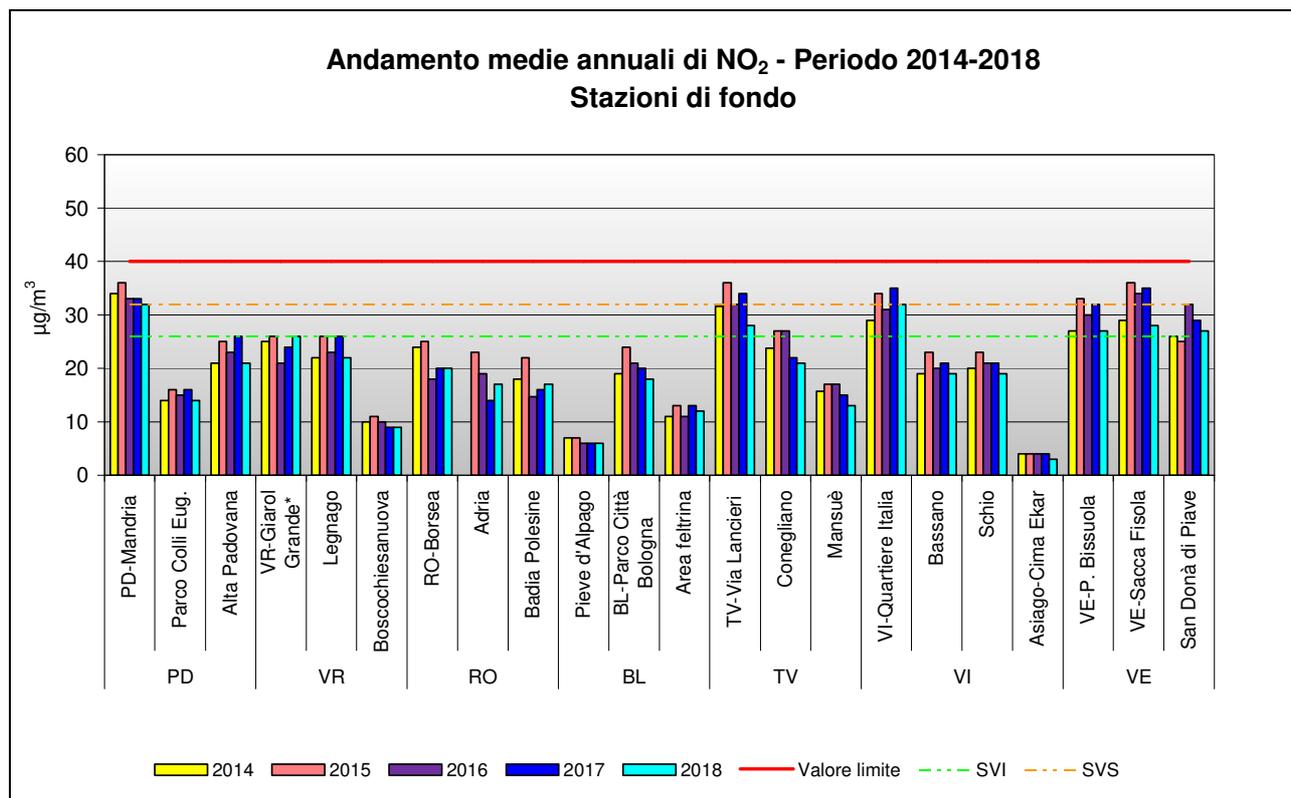
Si precisa che per gli ossidi di azoto e il particolato PM10 è stato predisposto un grafico delle medie annue su scala regionale per le stazioni di fondo e traffico, utilizzando i dati aggregati delle centraline appartenenti al programma di valutazione.

### 7.1 Analisi delle variazioni annuali per gli ossidi di azoto (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)

Nei grafici in Figura 18 e Figura 19 sono confrontati i valori medi annui di biossido di azoto nel periodo 2014-2018, rispettivamente per le stazioni di fondo e per quelle industriali e di traffico.

Per quanto riguarda le stazioni di fondo (Figura 18) si può osservare che nessuna stazione ha superato il limite di legge negli ultimi 5 anni. Le concentrazioni nel 2018 sono state, per 3 stazioni su 22, in aumento rispetto al 2017, mentre per 16 stazioni su 22 in diminuzione, mentre per 3 sono rimaste stabili rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda le soglie di valutazione, 16 stazioni su 22, nei cinque anni considerati, sono state al di sotto della soglia di valutazione inferiore, 4 tra la soglia di valutazione inferiore e superiore e 2 al di sopra della soglia di valutazione superiore. Si precisa che per la stazione di VR-Giarol sono stati utilizzati i dati VR-Cason per gli anni 2014-2015.

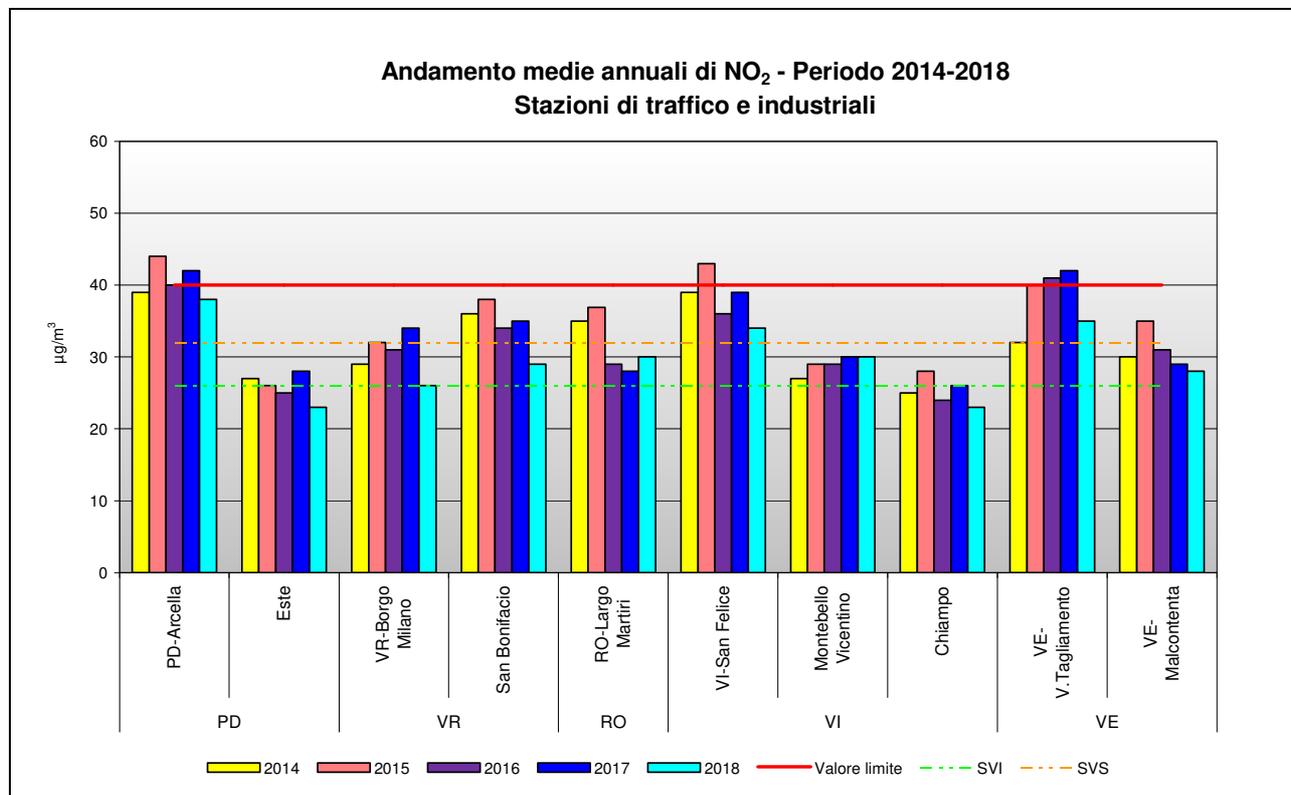


**Figura 18.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2014-2018. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

<sup>4</sup> - soglia di valutazione superiore: livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il Benzo(a)pirene, livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione;

- soglia di valutazione inferiore: livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva;

La variazione delle concentrazioni medie annuali per il biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali (Figura 19) mette in evidenza diverse situazioni di superamento del valore limite, non riferite comunque all'anno 2018. Le stazioni di traffico complessivamente mostrano livelli significativamente superiori rispetto alle stazioni di fondo, con 4 stazioni su 10 sopra la soglia di valutazione superiore. La stazione di BL-La Cerva non è inserita in quanto sono disponibili solo i dati relativi al 2017 e al 2018.



**Figura 19.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali, durante il periodo 2014-2018.

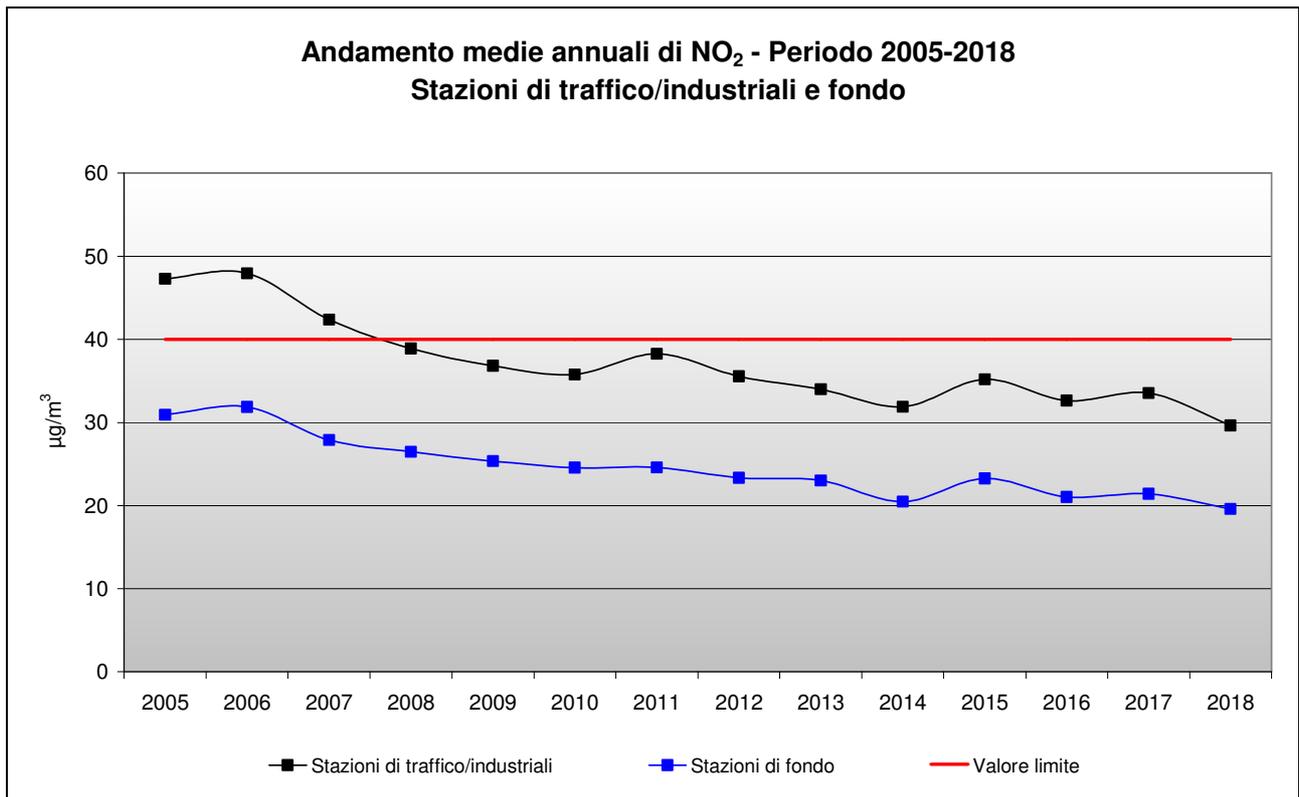
Occorre sottolineare che i valori registrati in tutte le centraline di traffico nel 2018 rispetto a quelli del 2017, con l'eccezione di RO-Largo Martiri, sono in diminuzione o stabili.

Il grafico in Figura 20 mostra gli andamenti regionali nel periodo 2005-2018, ottenuti calcolando per ogni anno un valore medio per le stazioni di tipologia fondo (urbano, suburbano e rurale) e per quelle di tipologia traffico/industriale facenti parte del programma di valutazione. Tali andamenti sono stati confrontati con il valore limite annuale per il biossido di azoto.

Dal 2007 in poi si osserva una progressiva riduzione delle concentrazioni medie di NO<sub>2</sub> sostanzialmente concorde per le due tipologie di stazione. Si può osservare che esiste una differenza costante negli anni tra il livello concentrazione del biossido di azoto delle stazioni di fondo e quello di traffico/industriali. Le variazioni delle medie registrate negli anni dal 2013 al 2018 sono in larga parte da attribuire alle condizioni meteorologiche più o meno dispersive dell'anno preso in considerazione.

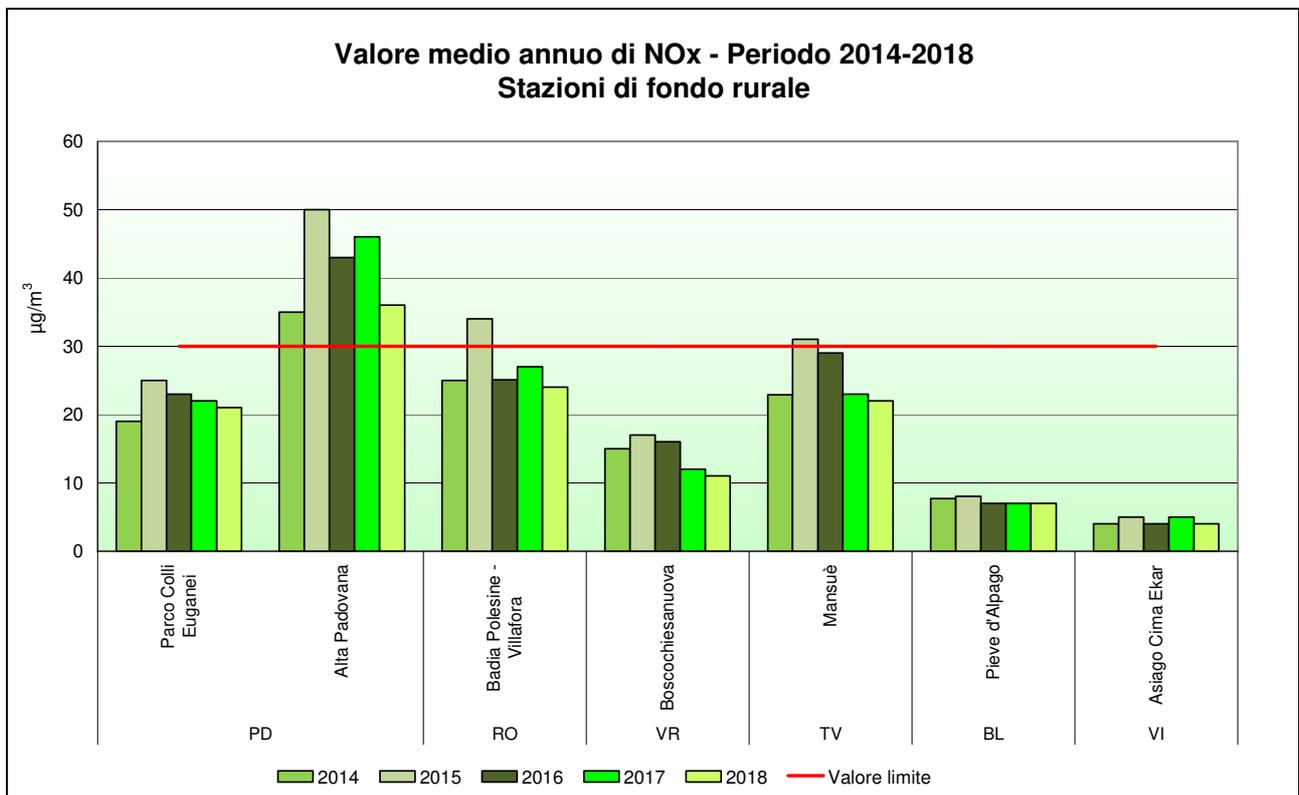
Gli ossidi di azoto NO<sub>x</sub>, prodotti dalle reazioni di combustione da sorgenti industriali, da traffico e da riscaldamento, costituiscono un parametro da tenere sotto stretto controllo per la tutela della salute umana, soprattutto in corrispondenza alle stazioni di traffico.

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto sugli ecosistemi, in Figura 21, è analizzato l'andamento degli NO<sub>x</sub> in relazione al valore limite per la protezione della vegetazione, pari a 30 µg/m<sup>3</sup> e calcolato come media delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> e NO dal 1° gennaio al 31 dicembre.



**Figura 20.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di tipologia traffico/industriale e di fondo, durante il periodo 2005-2018, calcolate a livello regionale.

Per la protezione della vegetazione sono state prese in considerazione le stazioni di fondo rurale, aventi almeno tre anni di dati disponibili. Il grafico evidenzia come questo parametro risulti nei limiti di legge nel 2018 in 6 delle 7 stazioni considerate. Presso la stazione di Alta Padovana (S. Giustina in Colle) permangono valori molto elevati di NO<sub>x</sub>.



**Figura 21.** Medie annuali di NO<sub>x</sub> nel quinquennio 2014-2018 nelle stazioni di tipologia "fondo rurale".

## 7.2 Analisi delle variazioni annuali per l'ozono

La valutazione della qualità dell'aria rispetto al parametro ozono si effettua mediante il confronto con gli indicatori stabiliti dalla normativa:

- per la protezione della salute umana:
  - o soglia di allarme;
  - o soglia di informazione;
  - o valore obiettivo;
  - o obiettivo a lungo termine (vedi paragrafo 4.2).
- per la protezione della vegetazione:
  - o valore obiettivo;
  - o obiettivo a lungo termine (vedi paragrafo 4.2).

La soglia di allarme per la protezione della salute umana ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata. Se il superamento è misurato o previsto per 3 ore consecutive devono essere adottate le misure previste dall'articolo 10, comma 1, del D.Lgs. 155/2010<sup>5</sup>. Durante l'estate del 2018 non si sono verificati superamenti della soglia di allarme.

La soglia di informazione per la protezione della salute umana ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Nel grafico in Figura 22 sono posti a confronto i superamenti della soglia di informazione registrati nell'ultimo quinquennio nelle stazioni della rete aventi almeno tre anni di dati, escluse quelle di traffico. Nel Veneto Centrale e Occidentale sono stati registrati, nel 2018, diversi superamenti della soglia di informazione, in particolare presso le stazioni di: Schio (18), Asiago cima-Ekar (31), Boscochiesanuova (3). Tale fatto è legato alla maggiore stagnazione delle masse d'aria nella zona più continentale del Veneto, che limita la dispersione dell'ozono, più efficace invece vicino alle coste.

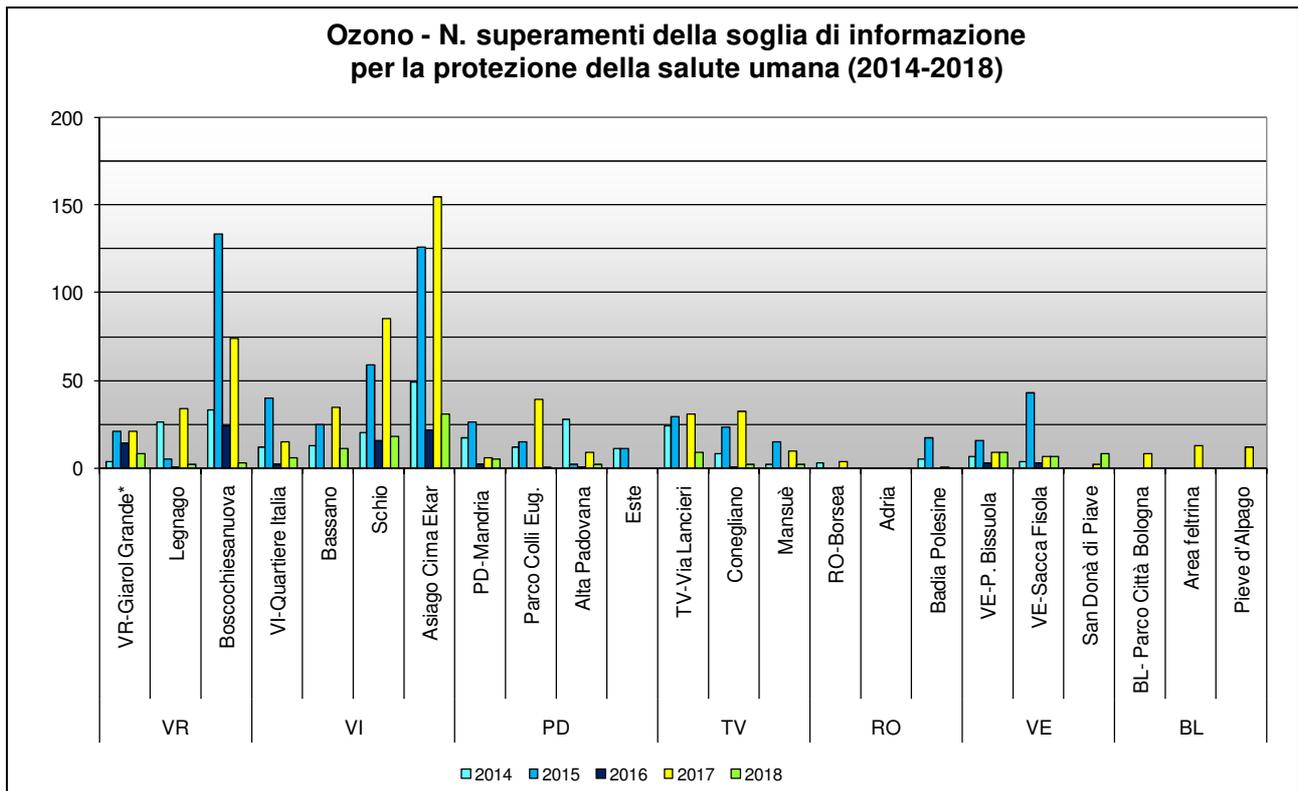
Nel complesso la stagione 2018 è stata paragonabile alla stagione 2016 durante la quale erano stati rilevati 24 superamenti della soglia di informazione a Boscochiesanuova e 22 ad Asiago cima Ekar. Occorre sottolineare l'atipicità del 2016, che ha fatto registrare, per motivi meteorologici, le concentrazioni di ozono più basse degli ultimi 10 anni.

Il valore obiettivo viene calcolato rispetto alla soglia dei  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni.

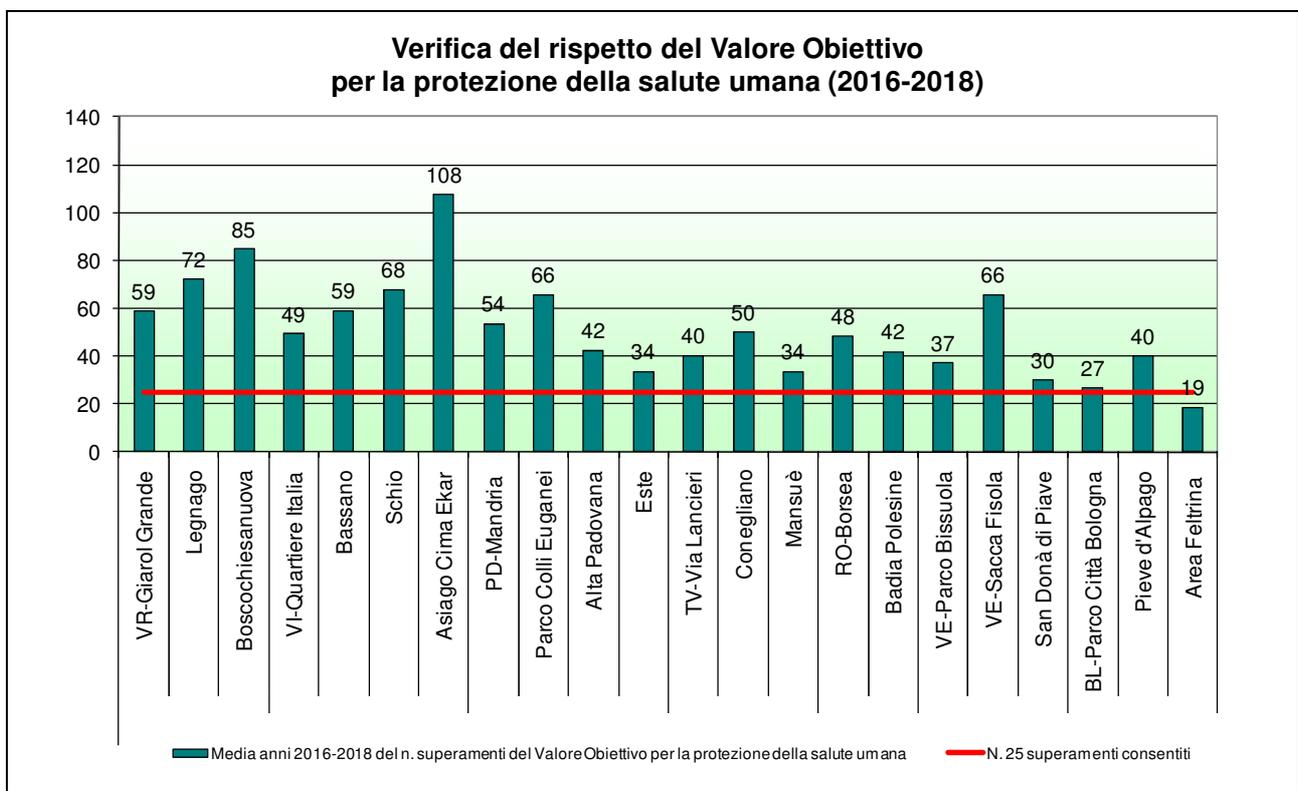
Nel grafico in Figura 23 si riportano le medie su tre anni dei giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di fondo (triennio 2016-2018), per un confronto con il valore obiettivo (media nel triennio inferiore a 25 superamenti). Il valore obiettivo è stato rispettato solo nella stazione di Area Feltrina. Tale dato indica che, in generale, le concentrazioni medie di fondo dell'ozono su scala regionale sono più elevate rispetto agli standard imposti dalla Comunità Europea.

Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione ( $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) è calcolato solo per le stazioni di tipologia "fondo rurale". La verifica del rispetto del valore obiettivo è effettuata sulla base della media dei valori calcolati nei cinque anni precedenti. Nella Figura 24 si riporta dunque la valutazione del valore obiettivo calcolato sul quinquennio 2014-2018. Si osserva che il valore obiettivo non è rispettato in nessuna delle stazioni considerate.

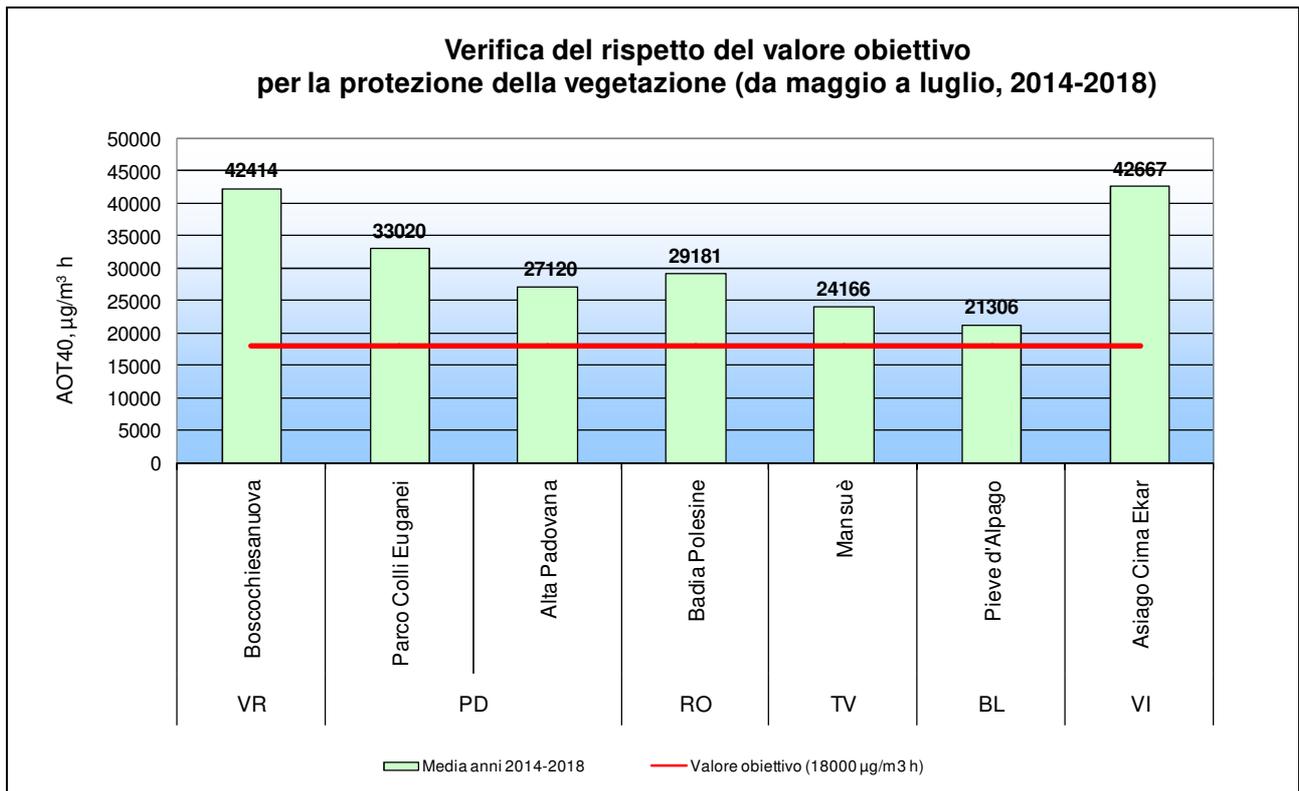
<sup>5</sup> "Le regioni e le province autonome adottano piani d'azione nei quali si prevedono gli interventi da attuare nel breve termine per i casi in cui insorga, presso una zona o un agglomerato, il rischio che i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, commi 2 e 3, superino le soglie di allarme previste all'allegato XII. In caso di rischio di superamento delle soglie di allarme di cui all'allegato XII, paragrafo 2, i piani d'azione sono adottati se, alla luce delle condizioni geografiche, meteorologiche ed economiche, la durata o la gravità del rischio o la possibilità di ridurlo risultano, sulla base di un'apposita istruttoria, significative".



**Figura 22** Ozono. Confronto del numero di superamenti della soglia di informazione per la protezione della salute umana registrati nel quinquennio 2014-2018. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.



**Figura 23.** Verifica del rispetto del valore obiettivo per la protezione della salute umana per il triennio 2016-2018.



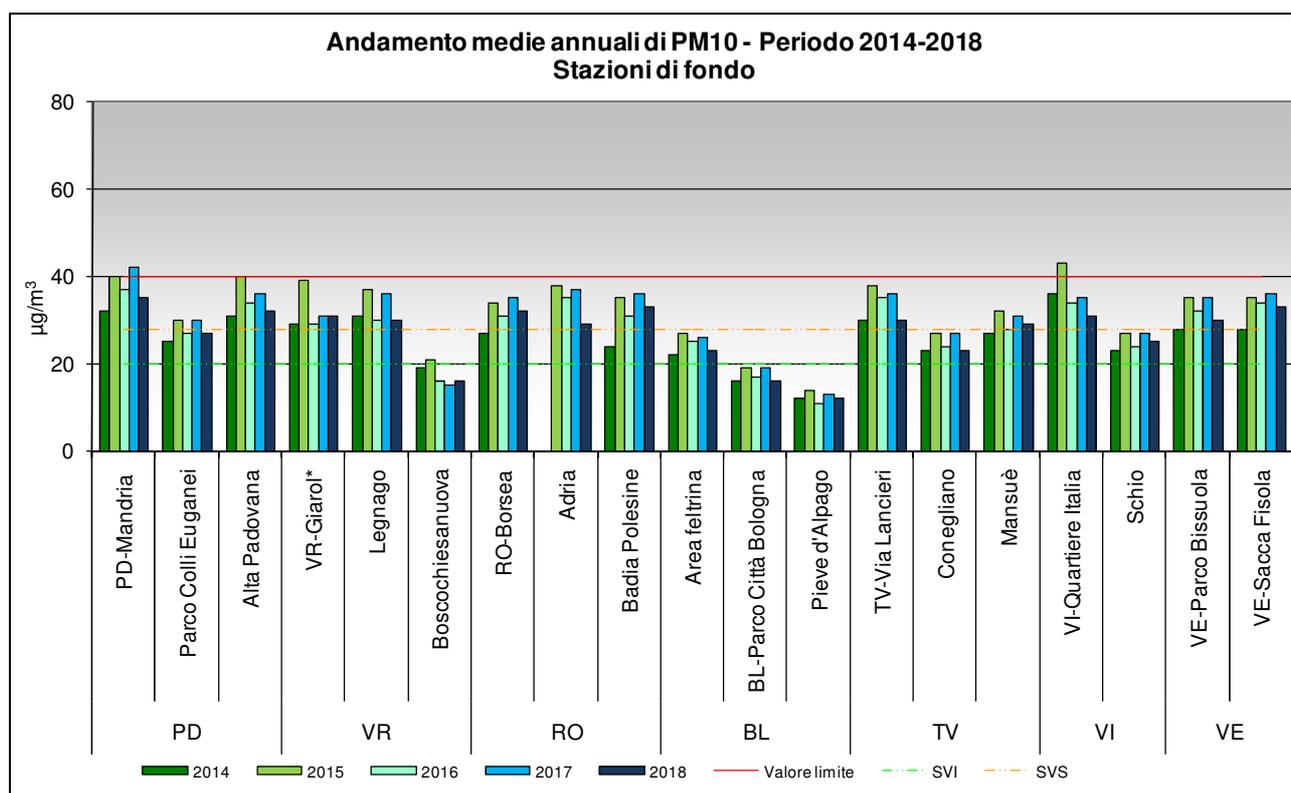
**Figura 24.** Valore obiettivo per la protezione della vegetazione calcolato per le stazioni di tipologia “fondo rurale” nel quinquennio 2014-2018.

### 7.3 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM10

Nei grafici in Figura 25 e Figura 26 sono confrontati i valori medi annui di PM10 nel periodo 2014-2018 per le stazioni di fondo distinte da quelle di traffico, aventi almeno tre anni di dati.

Per quanto riguarda le stazioni di fondo (Figura 25), si può osservare che le concentrazioni, nel 2018, sono state tendenzialmente più basse rispetto all'anno precedente.

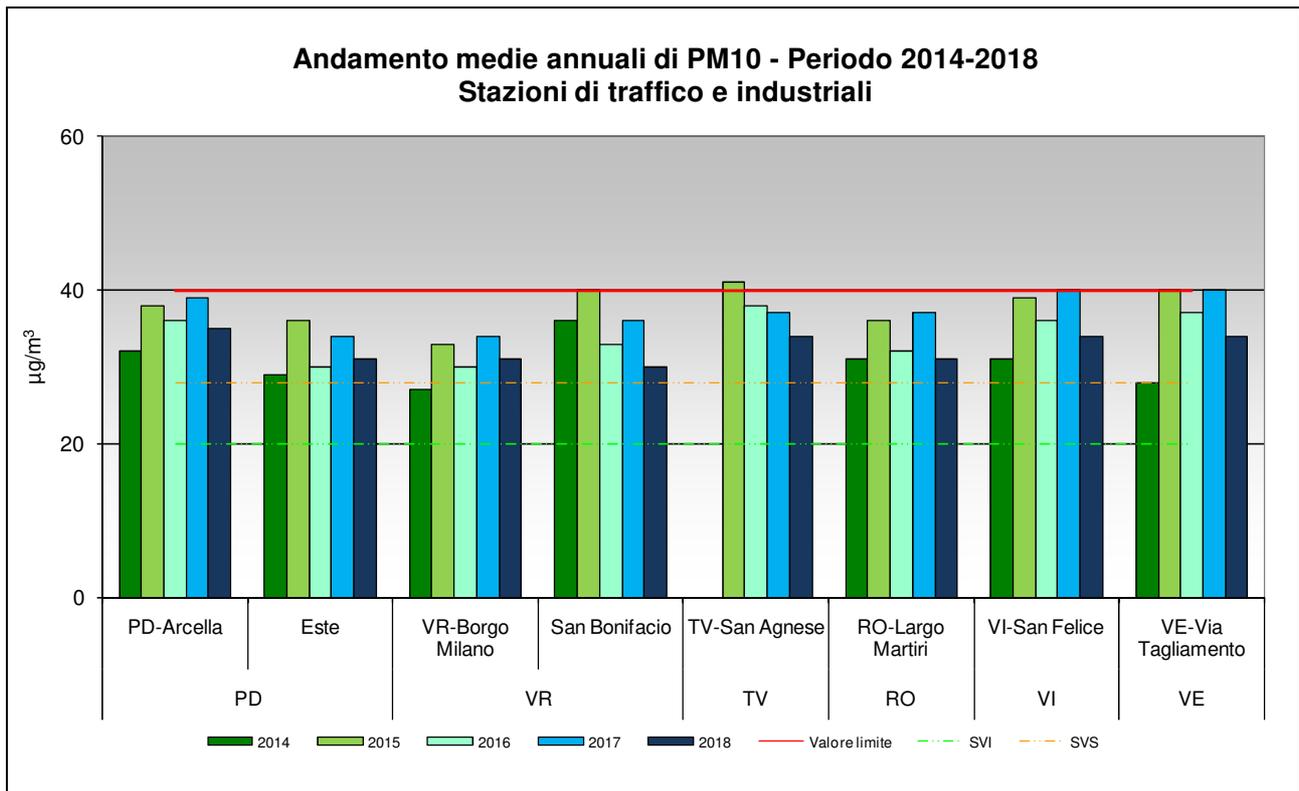
Inoltre si osserva che tutte le stazioni di fondo si trovano al di sopra della soglia di valutazione inferiore ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), ad eccezione di Pieve d'Alpago, BL-Parco Città di Bologna e Boscochiesanuova, tutte centraline poste in zona montana.



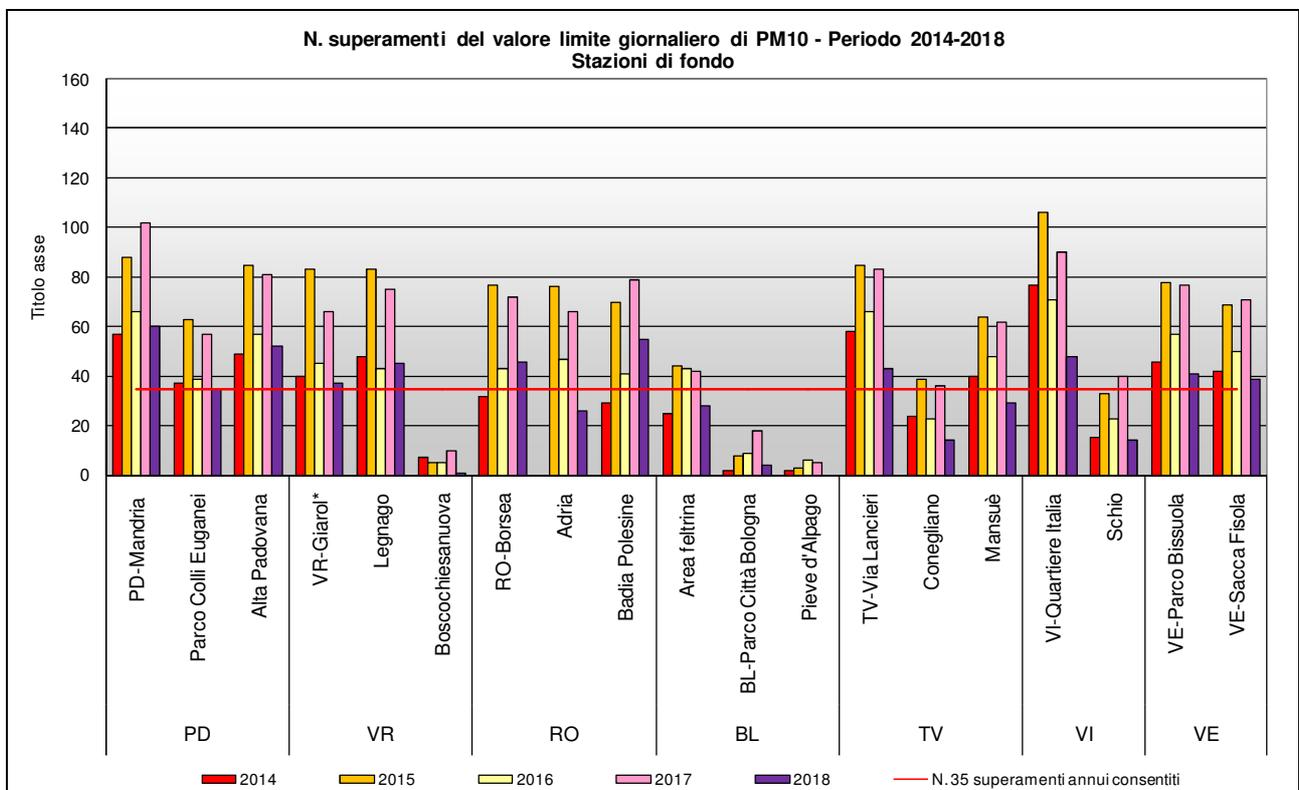
**Figura 25.** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2014-2018. \*Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati di VR-Cason per gli anni 2014 e 2015.

L'andamento delle concentrazioni medie annuali per il PM10 nelle stazioni di traffico con almeno 3 anni di dati (Figura 26) conferma pienamente l'andamento osservato per le stazioni di fondo, con una tendenziale riduzione della concentrazione del PM10 rispetto al 2017. Dall'analisi delle serie annuali si evidenzia che, per quanto riguarda il valore limite annuale del PM10, il 2018 ha registrato concentrazioni medie generalmente in linea con il 2016.

Nei grafici in Figura 27 e Figura 28 sono illustrati i superamenti del valore limite giornaliero registrati rispettivamente nelle stazioni di tipologia fondo e traffico nell'ultimo quinquennio.

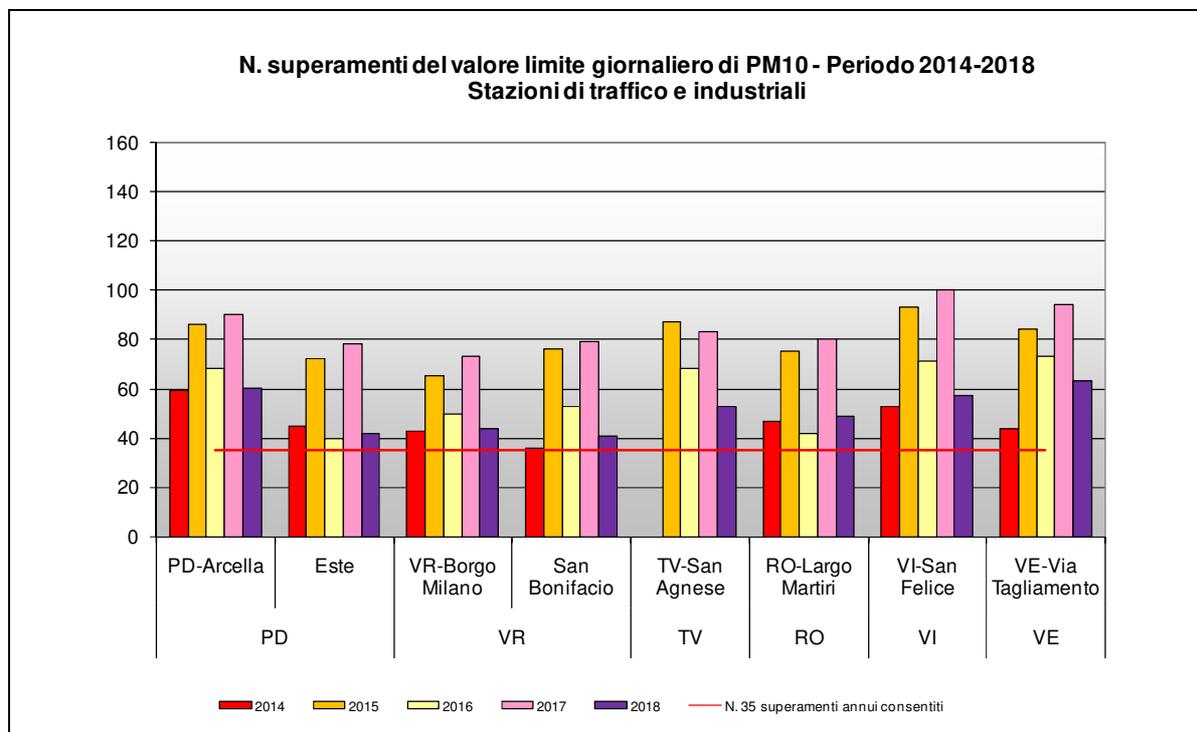


**Figura 26.** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2014-2018.



**Figura 27.** Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2014-2018. \*Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Si osserva che solo le stazioni di Boscochiesanuova, BL-Parco Città di Bologna e Pieve d'Alpago hanno rispettato i 35 superamenti annuali consentiti durante tutto il quinquennio. In generale, per le stazioni di fondo, si registra, nel 2018, una significativa diminuzione del numero dei superamenti rispetto all'anno precedente.

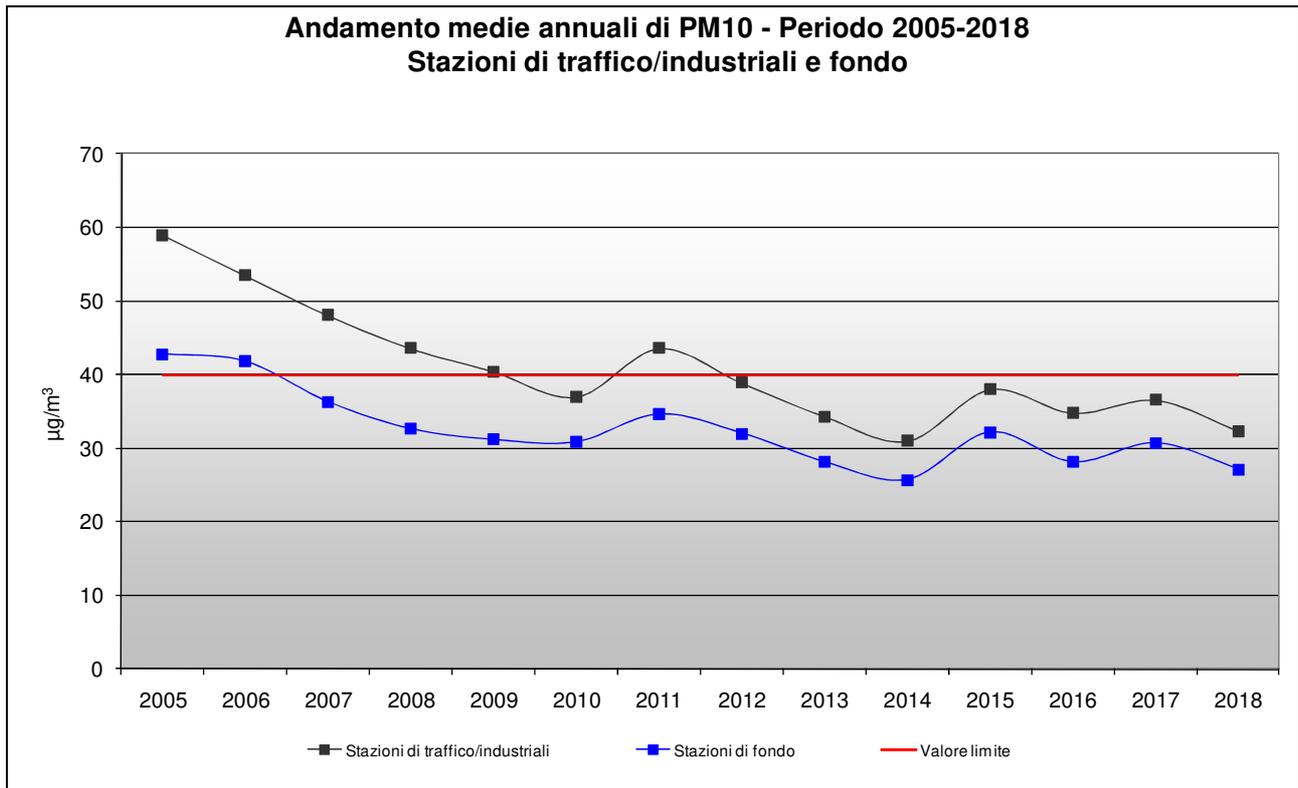


**Figura 28.** Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2014-2018.

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero nelle stazioni di traffico (Figura 28), si è verificato un decremento del numero di superamenti rispetto all'anno precedente. Inoltre, a differenza delle stazioni di fondo, non vi è alcuna centralina che si attesti al di sotto dei superamenti annui consentiti, anzi si può osservare che complessivamente, per le stazioni di traffico, vi è una situazione ancora lontana dagli standard definiti dalla normativa europea.

Infine il grafico in Figura 29 mostra i valori medi annuali regionali nel periodo 2005-2018 ottenuti differenziando le stazioni di tipologia fondo (urbano, suburbano e rurale) da quelle di tipologia traffico/industriale, tutte facenti parte del programma di valutazione. Dal 2005 si osserva una visibile riduzione delle concentrazioni medie di PM10 in entrambe le tipologie di stazione fino al 2010. A livello regionale si nota, inoltre, che è andata gradualmente riducendosi la differenza tra le concentrazioni medie annuali registrate nelle centraline di traffico/industriali e in quelle di fondo. Nel 2018 si osserva un decremento della concentrazione media regionale sia nelle stazioni di traffico che in quelle di fondo rispetto al 2017. Ciò è da attribuire in larga misura alle particolari condizioni meteo climatiche del 2018, come descritto al capitolo 9.

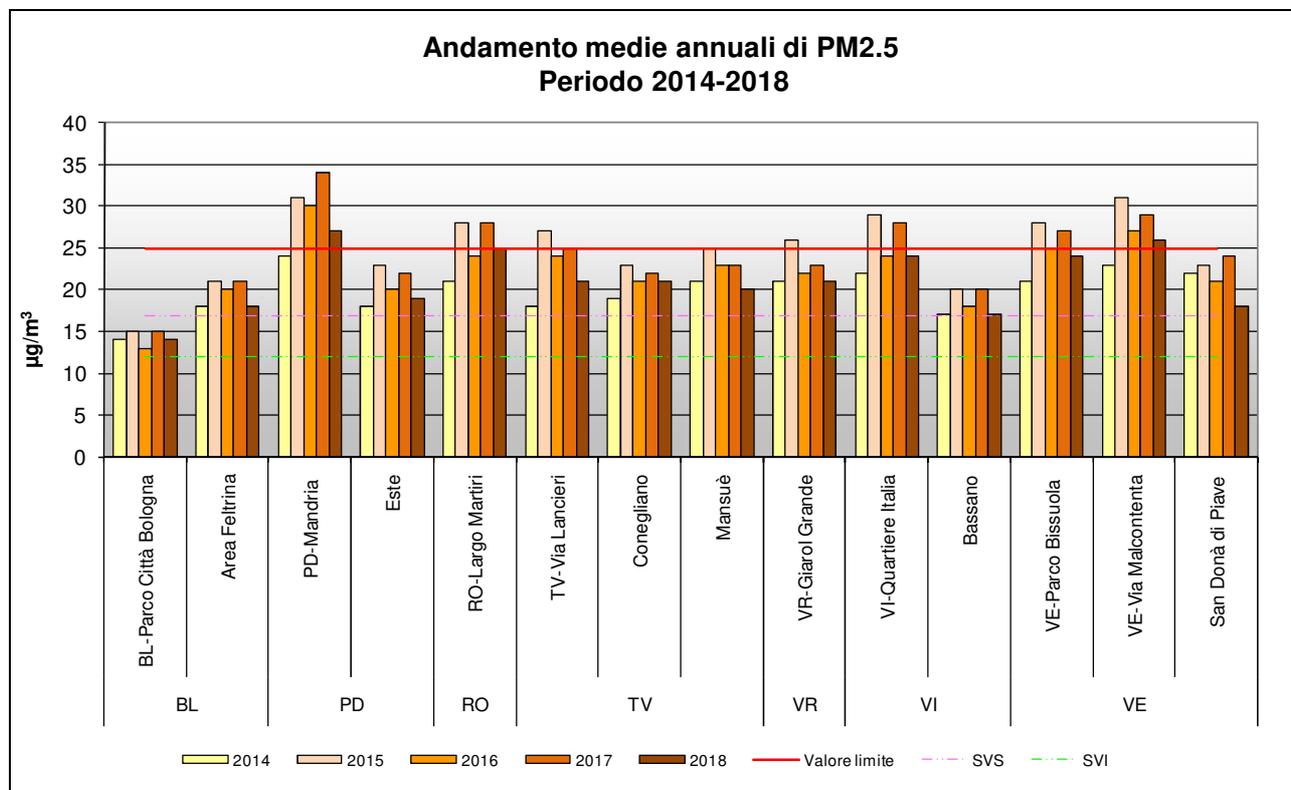
Nonostante ciò, il particolato PM10 resta ancora l'inquinante più critico per la qualità dell'aria nel Veneto, soprattutto per la difficoltà di rispettare il valore limite giornaliero, standard imposto dalla Comunità Europea e adottato dal Decreto Legislativo 155/2010.



**Figura 29** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di tipologia traffico/industriale e di fondo, durante il periodo 2005-2018, calcolate a livello regionale.

## 7.4 Analisi delle variazioni annuali per il particolato PM2.5

Nel grafico in Figura 30 si riportano le variazioni della media annuale del PM2.5 nel periodo compreso tra il 2014 e il 2018.



**Figura 30.** Medie annuali di PM2.5 durante il periodo 2014-2018. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason per il biennio 2014-2015.

Dal grafico si può osservare che tutte le stazioni superano la soglia di valutazione superiore, ad eccezione di BL-Parco Città di Bologna. Le stazioni che non fanno registrare superamenti dei 25 µg/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo considerato, sono BL-Parco Città di Bologna, Area Feltrina, Este, Bassano, Mansuè, Conegliano e S.Donà di Piave. Nel 2018 si osserva un generale decremento delle concentrazioni di PM2.5 rispetto al 2017. Nonostante ciò il particolato PM2.5 rappresenta una criticità in Veneto, soprattutto negli agglomerati urbani. Il monitoraggio di questo inquinante è stato potenziato al fine di ottenere un'informazione più omogenea dei livelli di PM2.5 su tutto il territorio regionale.

## 7.5 Analisi delle variazioni annuali per i parametri benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce

Per quanto riguarda l'analisi degli andamenti pluriennali di benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce (As, Ni e Cd), poiché il numero di campioni effettuati non sempre risulta omogeneo tra le diverse province del Veneto e la misurazione di questi parametri è meno diffusa rispetto a quelli precedentemente trattati, si è proceduto ad un confronto degli andamenti per stazione; il calcolo di una media regionale sarebbe, per quanto appena affermato, poco significativo ai fini di una comparazione con i dati provinciali. E' bene tuttavia sottolineare che il numero di stazioni dove si determinano benzene, benzo(a)pirene ed elementi in tracce, è in linea con i dettami del D.Lgs.155/2010.

Nei grafici sono messe in evidenza le soglie di valutazione. Il superamento delle soglie di valutazione superiore (SVS) e inferiore (SVI) deve essere determinato in base all'analisi delle concentrazioni dei cinque anni precedenti: una soglia di valutazione viene considerata oltrepassata se è stata superata per almeno tre anni civili distinti su cinque.

Esaminando i dati per il benzene, la Figura 31 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2014 al 2018.

Si può notare che nessuna centralina eccede la soglia di valutazione inferiore, non superando il valore medio annuale di  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per almeno 3 anni su 5. Nel periodo considerato, in tutte le stazioni, è stato rispettato il valore limite di  $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e non è mai stata superata la soglia di valutazione superiore ( $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Questo dato è particolarmente importante poiché in una prospettiva di medio periodo il benzene non risulta essere tra gli inquinanti con criticità per il Veneto.

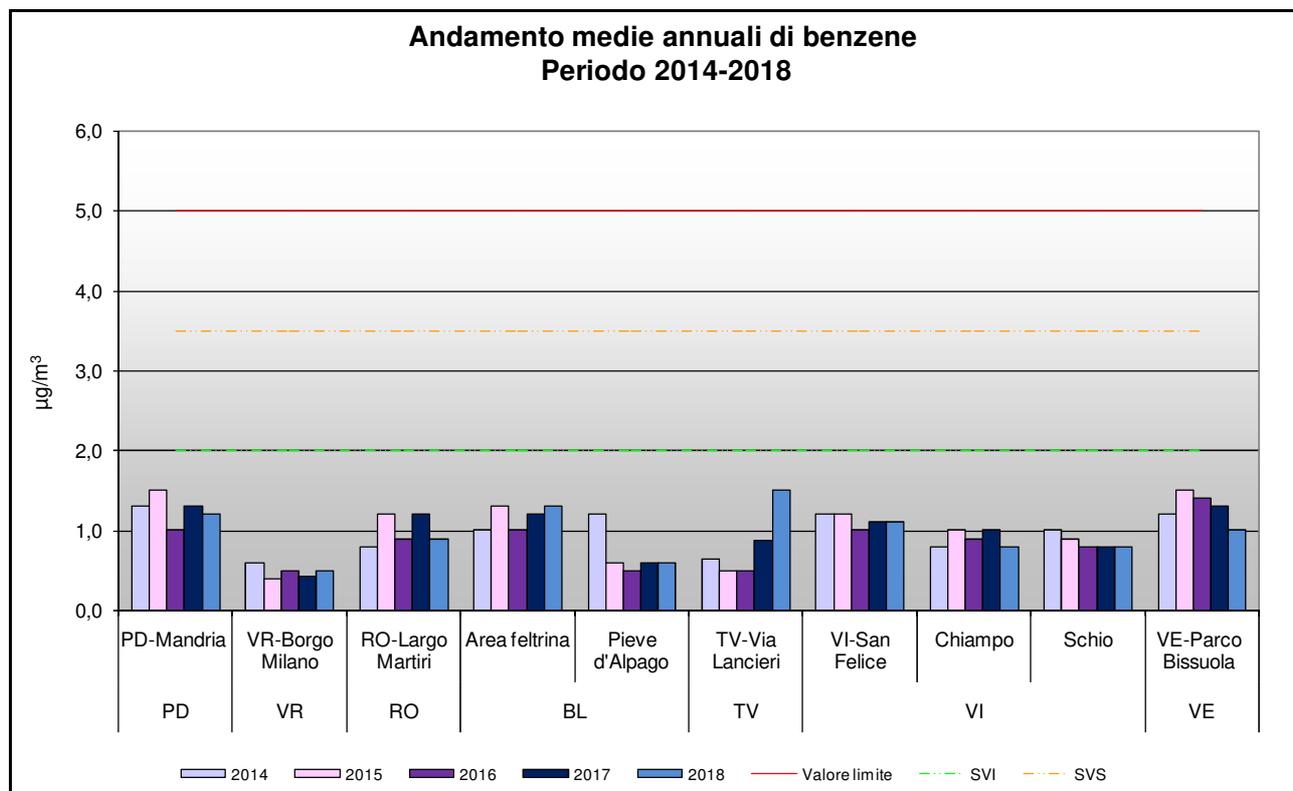
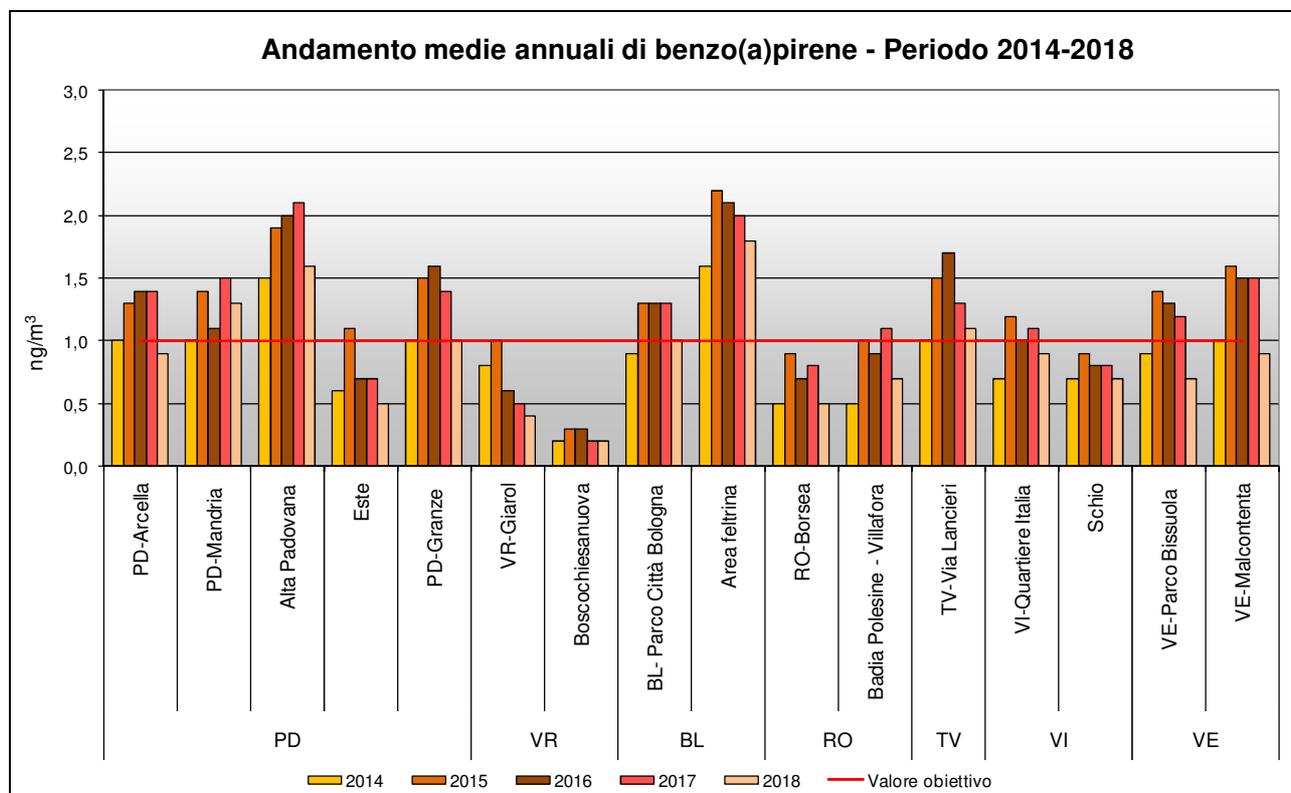


Figura 31. Confronto tra le medie annuali di benzene nel quinquennio 2014-2018.

Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, la Figura 32 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2014 al 2018. Si precisa che sono state confrontate le stazioni ove il dato di questo inquinante è presente per almeno cinque anni.

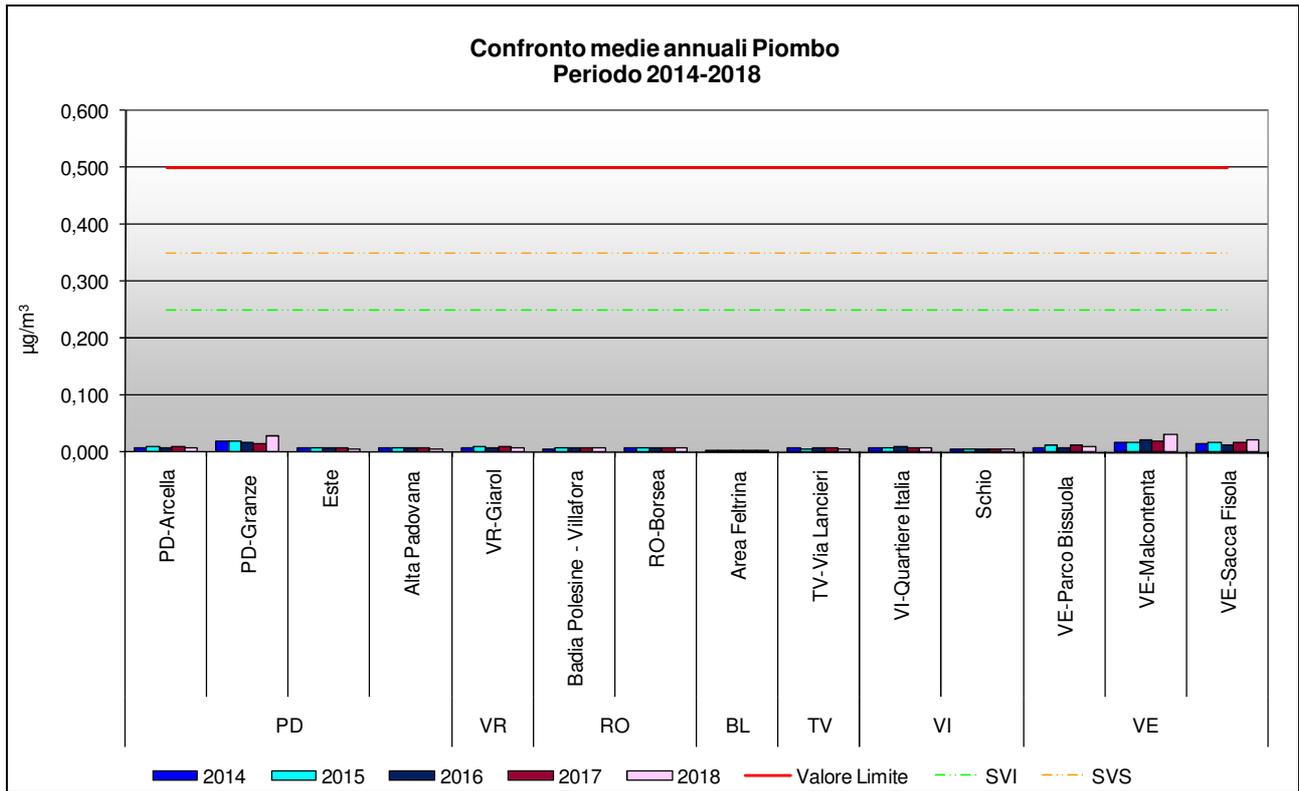


**Figura 32.** Confronto tra le medie annuali di benzo(a)pirene nel quinquennio 2014-2018. Per la centralina di Verona i dati sono di VR-Giarol a partire dal 2016, di VR-Cason per il biennio 2014-2015.

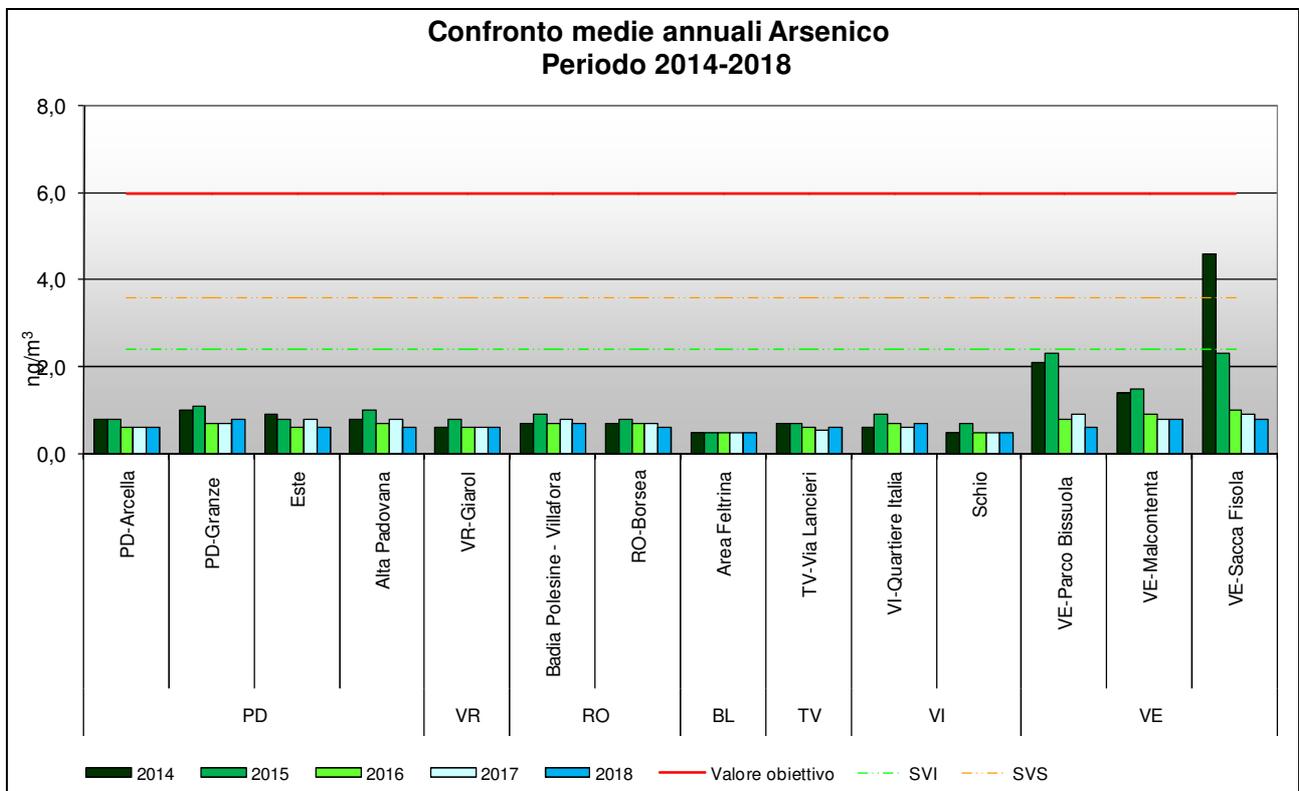
Si può osservare che, negli anni considerati, il valore obiettivo per il benzo(a)pirene non è mai stato superato a Boscochiesanuova, VR-Giarol, RO-Borsea e Schio, mentre nelle altre stazioni si registra, per almeno un anno, il superamento di tale valore obiettivo. In generale questo inquinante, identificato dal D.Lgs. 155/2010 come marker per gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), presenta diffuse criticità in Veneto.

Nella Figura 33 si illustrano le variazioni della concentrazione media annuale di piombo, dal 2014 al 2018. Anche in questo caso sono state considerate le stazioni con dati di almeno 3 anni. Si può osservare che nel quinquennio considerato tutte le stazioni mostrano concentrazioni medie di piombo al di sotto del valore limite ( $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Si notano generalmente livelli inferiori di un ordine di grandezza rispetto al riferimento normativo, evidenziando l'assenza di problematiche legate a questo inquinante in Veneto. Nelle singole stazioni le concentrazioni sono per lo più stabili e senza variazioni importanti.

Nella Figura 34 si osserva la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2014 e il 2018 per l'arsenico, per le stazioni con almeno 3 anni di dati. Inoltre viene evidenziato (linea rossa) il valore obiettivo fissato ( $6.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), unitamente alle soglie di valutazione superiore ( $3.6 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e inferiore ( $2.4 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).



**Figura 33.** Confronto tra le medie annuali di piombo nel periodo 2014-2018. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto anche tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason, attiva fino al 2015.

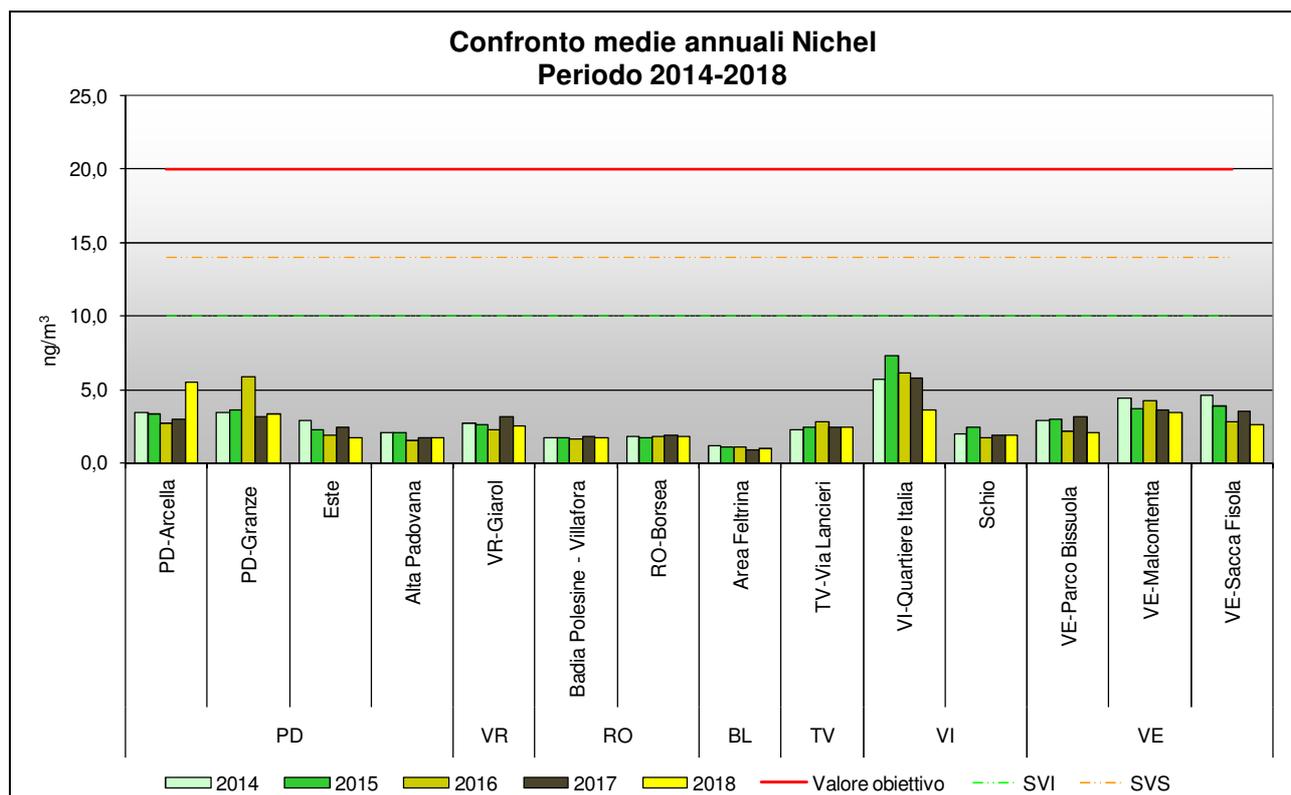


**Figura 34.** Confronto tra le medie annuali di arsenico nel periodo 2014-2018. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto anche tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason, attiva fino al 2015.

Si osserva che per l'arsenico le medie annuali nel quinquennio in tutte le stazioni sono al di sotto del valore obiettivo fissato dalla normativa. Nel 2018, la concentrazione è rimasta sostanzialmente invariata rispetto all'anno precedente in tutte le stazioni.

Da osservare che presso la stazione di VE-Sacca Fisola si sono registrate negli ultimi 3 anni concentrazioni di arsenico in linea con le altre centraline della regione, molto al di sotto del valore obiettivo.

In Figura 35 si illustra la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2014 ed il 2018 per il nichel, per le stazioni con almeno quattro anni di dati. Inoltre viene evidenziato il valore obiettivo (20.0 ng/m<sup>3</sup>), unitamente alle soglie di valutazione superiore (14.0 ng/m<sup>3</sup>) e inferiore (10.0 ng/m<sup>3</sup>).



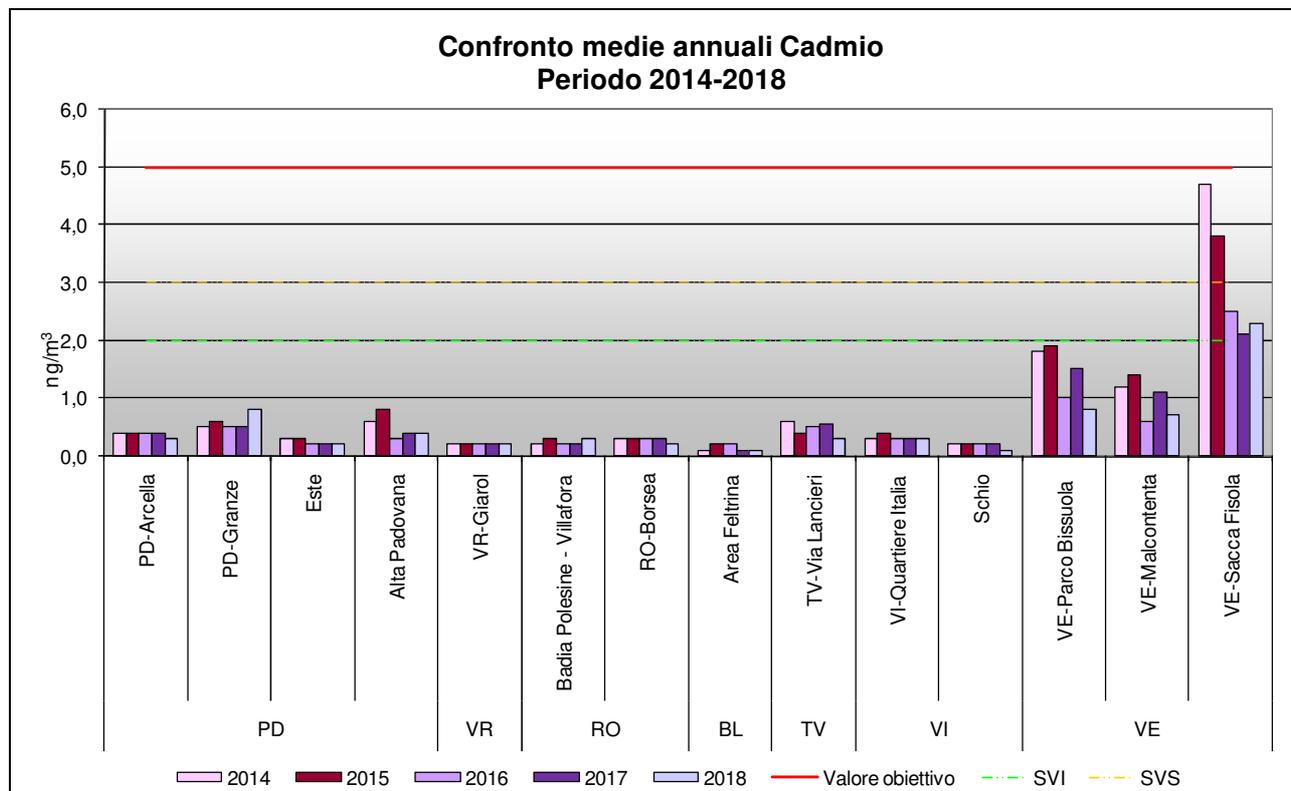
**Figura 35.** Confronto tra le medie annuali di nichel nel periodo 2014-2018. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto anche tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason, attiva fino al 2015.

E' importante osservare che, in Veneto, la concentrazione di nichel nel quinquennio considerato non ha mai superato il valore obiettivo. I livelli di nichel registrati nel 2018 sono pressoché stabili rispetto a quelli del 2017, al di fuori di PD-Arcella, che ha fatto registrare una concentrazione più alta (5.5 ng/m<sup>3</sup>) rispetto agli anni precedenti. E' opportuno sottolineare che tutte le stazioni del Veneto sono al di sotto della soglia di valutazione inferiore. Complessivamente si può affermare che il nichel non presenta criticità per la qualità dell'aria in Veneto.

In Figura 36 si illustra la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2014 e il 2018 per il cadmio. Viene evidenziato il valore obiettivo (5.0 ng/m<sup>3</sup>), unitamente alle soglie di valutazione superiore (3.0 ng/m<sup>3</sup>) e inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>). Sono state considerate le centraline in cui sono presenti valori medi annuali per almeno 3 anni.

Si osserva che le concentrazioni nel quinquennio 2014-2018 per questo inquinante non hanno mai superato il valore obiettivo, né la soglia di valutazione inferiore, salvo la stazione di VE-Sacca Fisola, che si distingue per le concentrazioni significativamente elevate di cadmio, che si attestano per ben 2 anni su 5 sopra la soglia di valutazione superiore, anche se al di sotto del valore obiettivo. Per il 2018 si registra in questa stazione un valore in linea con il 2017 e il 2016, ma nettamente più basso rispetto a quelli registrati tra il 2014 e il 2015. Nelle altre stazioni di Venezia

le concentrazioni di tale inquinante sono simili a quelle misurate nel 2016 e più basse di quelle del 2017. In tutto il resto della regione le concentrazioni sono sostanzialmente stabili nel quinquennio.



**Figura 36.** Confronto tra le medie annuali di cadmio nel periodo 2013-2017. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto anche tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason, attiva fino al 2015.

Per il mercurio si ribadisce che il D.Lgs. 155/2010 non definisce alcun valore obiettivo. Il monitoraggio effettuato nel quinquennio 2014-2018 ha evidenziato concentrazioni medie annue sempre inferiori o uguali a  $1.0 \text{ ng/m}^3$ , senza variazioni importanti eventualmente riconducibili a particolari fenomeni di inquinamento.

## 8. Altre stazioni di qualità dell'aria non incluse nel Programma di Valutazione

Nei precedenti paragrafi sono stati analizzati gli indicatori di legge della qualità dell'aria ed i relativi trend per le stazioni appartenenti al Programma di Valutazione. Per completezza di informazione, nel presente capitolo sono inseriti, in forma sintetica, anche gli indicatori di qualità dell'aria per il 2018, riferiti alle stazioni gestite in convenzione con enti pubblici o privati (Tabella 7).

La Tabella 8 contiene gli indicatori di legge riferiti agli inquinanti monitorati da ogni centralina e relativi al periodo 2013-2018, ove monitorati. Analizzando i dati in Tabella si può osservare che gli indicatori sono sostanzialmente in linea con quelli calcolati per le stazioni del Programma di Valutazione. Si segnala, per il 2018, il superamento del valore limite annuale per il biossido di azoto a VE-Rio Novo ( $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), del valore limite annuale per il PM2.5 a PD-APS-1 ( $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); sempre a PD-APS-1 è stato superato anche l'obiettivo per il Benzo(a)pirene ( $1.1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).

Il valore limite giornaliero per il PM10 è stato superato nelle stazioni di PD-APS-1 (61 superamenti) e PD-APS-2 (47 superamenti), a Monselice (47 superamenti), a VE-Beccaria (61 superamenti) e a VI-Ferrovieri (47 superamenti).

Per quanto riguarda l'ozono, tutte le stazioni hanno superato l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana e si sono verificati alcuni superamenti della soglia di informazione a: PD-APS-2 (2), VE-Rio Novo (3), VI-Ferrovieri (2).

**Tabella 7** Elenco delle "altre stazioni", in convenzione con Enti locali e privati.

Provincia	Stazione	Tipologia	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM10	PM2.5	Benzene	IPA	Metalli
PD	PD-APS-1	IU	√	√	√	√	√	√		√	√
PD	PD-APS-2	IU	√	√	√	√	√	√		√	√
PD	Monselice	FU		√		√	√	√		√	√
TV	Pederobba	FU		√	√		√	√		√ <sup>1</sup>	
VE	VE-Via Beccaria	TU		√	√	√	√				
VE	VE-Rio Novo	TU		√	√	√	√				
VE	Portogruaro	TU-IS						√			
VI	VI-Ferrovieri	FU		√	√	√	√	√			

<sup>1</sup> IPA totali in continuo

**Tabella 8** Indicatori qualità dell'aria per le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione (anni 2013-2018).

STAZIONE	Anno	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>		PM10		PM2.5	B(a)P	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Piombo	Arsenico	Nichel	Cadmio
		Media anno	N° Sup. OLT	N° Sup. Soglia Info.	N° Sup. VL	Media anno (µg/m <sup>3</sup> )	Media anno (µg/m <sup>3</sup> )	Media anno (ng/m <sup>3</sup> )	Media anno (µg/m <sup>3</sup> )	Media anno (µg/m <sup>3</sup> )	Media anno (ng/m <sup>3</sup> )	Media anno (ng/m <sup>3</sup> )	Media anno (ng/m <sup>3</sup> )
PD-APS-1	2013	38	47	15	63	34	27	1.3	-	0.01	1	3.8	0.5
	2014	34	20	12	55	31	23	0.9	-	0.007	0.7	2	0.4
	2015	39	54	11	74	37	28	1.5	-	0.008	0.8	2.3	0.4
	2016	36	11	0	54	33	25	1.4	-	0.007	0.6	2.1	0.4
	2017	35	25	3	93	40	29	1.4	-	0.008	0.7	2.3	0.5
	2018	32	24	0	61	35	26	1.1	-	0.006	0.6	2.1	0.4
PD-APS-2	2013	39	44	16	62	33	26	1	-	0.009	1	3.9	0.4
	2014	36	15	8	52	29	22	0.8	-	0.007	0.7	2.2	0.4
	2015	39	39	37	78	36	28	1.2	-	0.007	0.8	2.6	0.4
	2016	36	20	0	57	33	24	1.3	-	0.007	0.6	2.1	0.4
	2017	36	33	6	83	37	26	1.4	-	0.007	0.8	2.6	0.5
	2018	30	30	2	47	32	24	1	-	0.007	0.6	2.2	0.3
Monselice	2017	22	71	26	78	38	22	1	-	0.007	0.7	2.4	0.3
	2018	18	68	0	44	31	19	0.7	-	0.007	0.5	2	0.3
Pederobba	2016	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	*	*	15	-	-	-	-	-	-
VE- Via Beccaria	2013	48	-	-	74	37	-	-	-	-	-	-	-
	2014	42	-	-	66	32	-	-	-	-	-	-	-
	2015	47	-	-	91	41	-	-	-	-	-	-	-
	2016	47	6	-	68	36	-	-	-	-	-	-	-
	2017	46	14	2	88	37	-	-	-	-	-	-	-
	2018	36	9	0	61	33	-	-	-	-	-	-	-
VE-Rio Novo	2018	51	29	3	31	30	-	-	-	-	-	-	-
Portogruaro	2013	-	-	-	-	-	17**	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-	21**	-	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-	23**	-	-	-	-	-	-
	2016	-	-	-	-	-	16**	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	23**	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-	22**	-	-	-	-	-	-
VI-Ferrovieri	2013	33	63	42	66	35	-	-	-	-	-	-	-
	2014	31	27	15	42	29	-	-	-	-	-	-	-
	2015	34	71	21	80	36	-	-	-	-	-	-	-
	2016	32	34	2	*	*	-	-	-	-	-	-	-
	2017	34	62	28	72	34	27	-	-	-	-	-	-
	2018	28	49	2	41	30	23	-	-	-	-	-	-

\* n. campioni insufficienti per il calcolo della media

\*\* monitoraggio effettuato su diversi siti e di differente tipologia

## 9. Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2018

(A cura del Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio – Servizio Meteorologico)

Nella presente sezione si analizzano l'andamento meteorologico e climatico e la loro relazione con la dispersione degli inquinanti atmosferici relativamente a quanto avvenuto nel corso dell'anno 2018 sulla Regione Veneto. Il primo paragrafo è dedicato alla descrizione mese per mese della situazione meteorologica, segue un breve commento sugli effetti delle condizioni meteorologiche sulle capacità dispersive dell'atmosfera. Nei paragrafi successivi è contenuta l'analisi dell'andamento rispetto al passato di quattro variabili meteorologiche particolarmente importanti per i loro effetti sulla qualità dell'aria: nei mesi invernali, le precipitazioni, favorevoli al dilavamento atmosferico, il vento, benefico per la dispersione degli inquinanti, e le inversioni termiche, la cui persistenza rappresenta un fattore determinante per il ristagno delle polveri sottili; nei mesi estivi, la temperatura massima giornaliera, che, quando raggiunge valori elevati, incrementa la formazione di ozono troposferico. Infine, gli episodi acuti dei principali inquinanti atmosferici (PM10 e Ozono) sono presentati assieme ad un breve commento esplicativo delle condizioni meteorologiche che hanno portato ad aumenti significativi dei due inquinanti.

### 9.1 Situazione meteorologica

**Gennaio** inizia con il veloce passaggio di un fronte freddo responsabile di un breve episodio perturbato con pioggia in pianura e neve oltre gli 800/1000 m, con apporti da 5 a 15 mm, localmente fino a 20/25 mm tra pedemontana e Prealpi con altrettanti cm di neve oltre i 1000 m. In seguito il tempo si stabilizza con giornate piuttosto belle, anche se il sole è a volte mascherato da altocumuli o da velature. Anche in pianura il tempo è buono e non vi sono nebbie, tranne localmente fino al primo mattino. Il tempo peggiora il giorno 8 per una saccatura che, approfonditasi sulla Spagna e isolatasi in depressione chiusa tra il nord Africa e la Sardegna, determina un forte flusso sciroccale con avvezione d'aria molto mite. Il limite della neve rimane oltre i 2000/2100 m sulle Prealpi e scende a fine episodio fino sui 1600/1800 m sulle Dolomiti. Un po' di neve rossa cade per la presenza di sabbia sahariana nell'aria. Il giorno 10 il tempo rimane variabile con residui fenomeni. Le precipitazioni risultano abbondanti sulle zone settentrionali con massimi oltre i 150 mm sulle Prealpi. Dal giorno 11, il tempo torna ad essere stabile. Tra il 13 e il 14 l'arrivo d'aria fredda e umida da nord determina l'ingresso di nubi basse con qualche fiocco di neve fino a bassa quota la sera del 14. Il giorno 15 gennaio risulta splendido e freddo di notte, mentre alla sera il transito di una veloce saccatura da ovest provoca un breve episodio con qualche fenomeno sparso. Fino al 20 gennaio il tempo è variabile per la marginale influenza di correnti cicloniche associate ad una vasta depressione sull'Europa settentrionale. Il giorno 21 una veloce saccatura porta un po' di neve fino sui 600 m sulle Dolomiti, dove gli apporti sono di 1/3 cm nelle valli e 5/10 cm a 2000 m, le precipitazioni risultano in prevalenza assenti in pianura. In seguito a questo passaggio, forti venti Nord-occidentali spirano per diversi giorni in quota, mentre l'alta pressione di matrice atlantica determina una fase tempo stabile con cielo sereno e temperature sopra le medie in montagna, presenza in pianura di nebbie, specie il 29 e nubi basse il 30. Alla fine del mese, tempo variabile per l'arrivo delle prime nubi alte e la presenza sempre più diffusa di nubi basse, per il disporsi delle correnti da sud-ovest, in corrispondenza dell'approfondirsi di una saccatura sulla Francia.

Nei primi giorni di **febbraio**, tempo perturbato, soprattutto in montagna, dove le precipitazioni sono più significative, con il limite della neve oltre i 600/800 m ad inizio evento, in rialzo fino a 900/1000 m, il giorno 2. Dal 4 fino al 6 in giornata, il tempo risulta stabile con passaggio di nubi medio-alte e qualche nebbia in pianura, specie il 5. Tra la sera del 6 e la notte del 7, una depressione chiusa sfiora la nostra regione prima di scendere verso il Sud Italia, determinando tempo lievemente perturbato sulle pianure occidentali, sui monti Lessini e sull'altopiano di Asiago. Il giorno dopo, l'ingresso d'aria fredda e secca favorisce una giornata buona, eccetto un rovescio sul Comelico. Il giorno 9 un nuovo impulso freddo con curvatura ciclonica determina tempo variabile/instabile con rovesci sparsi tra montagna e pedemontana e sul litorale orientale. Il limite della neve scende fino sui 500/700 m. Il giorno 10 il tempo migliora con qualche addensamento sui monti e sole altrove. Il

giorno dopo è soleggiato ovunque con gelo notturno abbastanza diffuso e clima diurno fresco. Il 12 un breve episodio perturbato interessa la nostra regione con apporti molto modesti e neve fino sulla pedemontana al primo mattino; al pomeriggio, il tempo diventa instabile con rovesci di pioggia, mista a neve sul Veronese. Nei giorni successivi il tempo si ristabilisce con clima assai freddo. Nelle giornate del 14 e 15 il freddo notturno è marcato in montagna con minime che raggiungono anche  $-20/25^{\circ}\text{C}$  nei posti più freddi e con gelo diffuso anche in pianura ( $-1/-5^{\circ}\text{C}$ ). Il freddo si smorza tra il 16 e 17, mentre una saccatura transita sul Veneto il giorno 18 con neve fino sui 400 m e pioggia in pianura. Il giorno 19 il tempo migliora, anche se con nuvolosità variabile per la persistenza di una circolazione ciclonica. Il giorno 21 si forma sull'Italia centrale una depressione chiusa, che determina due giornate di tempo perturbato (22 e 23) con pioggia in pianura e neve su tutta la montagna veneta, compreso il catino bellunese. Il 24 si presenta con un po' di sole e nubi irregolari, assieme a un rialzo termico. Il 25 una discesa d'aria artica coinvolge gran parte dell'Europa, compresa l'Italia centro-settentrionale con calo delle temperature. Il 26 le temperature sono gelide in montagna, con minimi compresi tra  $-15$  e  $-20^{\circ}\text{C}$  nelle valli e fino a  $-25/-29^{\circ}\text{C}$  in alta quota tra passi e vette (Marmolada  $-29.9^{\circ}\text{C}$ ). In pianura gela ovunque con punte minime di  $-6/-8^{\circ}\text{C}$ . Il 27 e 28 il freddo persiste e su molte zone si accentua ulteriormente (stazione con la minima più alta il giorno 28, Conegliano con  $-3.5^{\circ}\text{C}$ ). L'ultimo del mese si presenta variabile con qualche rovescio di neve tra Prealpi e pianura per convezione d'aria fredda in quota (lieve instabilità), prima dell'arrivo della neve su tutta la regione per il giorno dopo.

**Marzo** inizia con tempo perturbato di stampo invernale: nevicata su tutta la regione, compreso il litorale. Le neviccate sono più significative in pianura (settore meridionale e occidentale) rispetto alla montagna, dove cadono tracce o pochi centimetri di neve contro i 5/10 cm osservati nel veronese. Il 3 continua a nevicare sporadicamente, prima che un'avvezione d'aria più mite da sud sostituisca il cuscinetto d'aria fredda (il giorno 3 c'è un'isoterma prossima allo zero da 1500/1700 m fino al livello del mare). Il 4 il tempo è stabile e soleggiato grazie alla presenza di una dorsale. Il 5, a causa di una vasta circolazione ciclonica, legata ad un minimo centrato sulle isole britanniche, il tempo diventa variabile o a tratti debolmente perturbato con deboli piogge a bassa quota e neve tra gli 800 e 1200 m. Situazione che perdura fino all'8. Poi una dorsale riporta per due giorni cielo sereno o poco nuvoloso per velature su gran parte della regione. Le temperature salgono fino sui  $14/17^{\circ}\text{C}$  in pianura e  $12/14^{\circ}\text{C}$  in alcuni fondovalle prealpini. Tra il 10 e 12 il transito di una saccatura determina un episodio perturbato/instabile con piogge significative tra pedemontana e Prealpi, un po' meno sulle Dolomiti e decisamente molto meno sulla pianura meridionale. Il giorno 13 una residua variabilità interessa ancora i monti, mentre il tempo diventa più stabile in pianura, e il 14 anche sulle zone montane. In seguito transitano sulla regione due saccature atlantiche che determinano altrettanti episodi perturbati tra il 15 e il 18 con piogge significative in pianura e neve sopra i 900/1300 m, anche 1700 m nei due primi giorni, mentre nella notte tra il 18 e il 19 un'avvezione d'aria fredda nei bassi strati porta la neve in pianura e sulla pedemontana, mentre il limite non scende sotto i 600 m sulle Prealpi e 800/1000 m sulle Dolomiti. Tale situazione anomala è legata all'ingresso d'aria fredda a sud delle Alpi. Nei tre giorni successivi, l'ingresso d'aria fredda da nord-est provoca un notevole calo termico, specie in quota e nelle valli montane innevate. Dal 24 in poi il tempo rimane bello e fresco fino al 26, nonostante la formazione di nubi stratiformi basse il 24. Il clima rimane anormalmente fresco fino al 28, almeno in quota. Gli ultimi giorni del mese risultano instabili/perturbati con molte nubi e precipitazioni a tratti diffuse, anche a carattere di rovescio e temporale. La neve scende di nuovo fino sui 1000/1300 m i giorni 30 e 31.

Nei primi due giorni di **aprile**, il tempo è stabile e soleggiato, anche se annuvolamenti residui sono presenti al mattino del primo con neve notturna fino sui 900/1100 m. Le correnti da nord favoriscono un netto miglioramento del tempo, specie il 2. Nei giorni successivi una saccatura atlantica determina un moderato peggioramento con il ritorno delle piogge e anche della neve fino sui 1200/1400 m nella mattina del 4, prima di rialzarsi fino sui 1500/1700 m. L'episodio perturbato/instabile lascia il posto a una fase di tempo soleggiato e stabile tra il 6 e l'8, assieme ai primi sentori primaverili con temperature diurne che sfiorano i  $20/22^{\circ}\text{C}$  in pianura e  $18/20^{\circ}\text{C}$  nelle conche prealpine e salgono fino a  $14/16^{\circ}\text{C}$  a 1000/1200 m di quota. Si tratta dei primi caldi d'inizio primavera. Dal 9 una depressione apporta un cambiamento, dapprima con qualche linea d'instabilità fino alla mattina del giorno 11, il tutto intervallato da tratti di variabilità. Dalla sera

dell'11, una depressione un po' più profonda giunge sulla nostra regione, provocando un episodio perturbato che perdura tutto il giorno 12 e finisce al mattino del 13 con precipitazioni significative su tutto il Veneto, anche abbondanti tra la fascia prealpina e la pedemontana. La neve scende fino sui 1400/1700 m, localmente 900/1200 m sulle Dolomiti e risulta abbastanza copiosa oltre i 2000/2200 m. Il giorno 14 una dorsale riporta tempo stabile e relativamente mite sulla nostra regione, mentre il giorno 15 una depressione chiusa risale dall'Africa verso il Nord Italia, provocando un episodio perturbato con neve oltre i 2500 m (pioggia e neve con sabbia). Il 16 il tempo migliora, ma persiste una residua instabilità pomeridiana con rovesci sparsi tra le Prealpi e la pedemontana, assieme a qualche temporale. Dal 17 il tempo migliora e nei giorni tra il 18 e il 23, il sole e l'avvezione d'aria particolarmente calda per la stagione (matrice subtropicale marittima) consentono alle temperature di raggiungere valori tardo-primaverili con 28/30°C in pianura, 25/28°C nelle conche prealpine e fino a 22/24°C a 1000/1200 m di quota. Anche in alta montagna le temperature risultano alte con 10/12°C sui passi dolomitici più alti e con 6 giorni consecutivi di temperature massime positive in vetta alla Marmolada. Il tempo diventa leggermente instabile tra il 23 e 24 con qualche sporadico fenomeno sui monti. Il giorno 25 il tempo è stabile con qualche nebbia sulla provincia di Venezia al primo mattino e nuvolosità stratiforme media irregolare sui monti e sulla pedemontana al pomeriggio/sera. Il giorno 26 il passaggio di un veloce asse di saccatura determina dell'instabilità al pomeriggio/sera con rovesci e temporali sparsi, più frequenti sulle Dolomiti. Negli ultimi giorni del mese il tempo torna a essere più stabile e maggiormente soleggiato, con temperature piuttosto alte fino all'ultimo giorno del mese.

**Maggio** inizia con condizioni di tempo variabile con molte nubi medio-alte in pianura, mentre qualche squarcio di sole è presente sui monti. Nel tardo pomeriggio sera il tempo peggiora a partire da Sud, fino a risultare in parte perturbato il giorno 2 con piogge diffuse e neve oltre i 1900/2200 m. Fase di maltempo che perdura anche nei giorni seguenti per il permanere di una goccia fredda mediterranea, centrata sull'Italia peninsulare, con frequenti rovesci ed occasionali temporali. Il passaggio di una piccola anomalia (onda di saccatura in alta quota) il giorno 6 in serata determina tempo in parte instabile al pomeriggio sui monti e nella mattinata del 7 sulla pedemontana e sulla pianura centro-settentrionale con qualche temporale sui rilievi e piovvaschi in pianura. Nei giorni seguenti (8 e 9) la presenza di una piccola goccia fredda in quota sull'alto Adriatico provoca tempo variabile, a tratti instabile sui monti con fenomeni sparsi, localmente intensi. Il giorno 9, aria fredda transita sulle Alpi assieme ad una goccia fredda, il tempo è variabile/instabile e la neve scende fino sui 2400 m. Nei giorni tra il 10 e il 13 la presenza di una saccatura a Ovest determina tempo variabile, a tratti instabile con locali forti temporali come sul veronese il giorno 11 e sulle Prealpi vicentine il 12 e il Montello nella giornata del 13 con brevi nubifragi. Nelle giornate del 14 e 15 gli effetti di un minimo che dal Tirreno si trasferisce sull'Adriatico provocano tempo a tratti perturbato sul Veneto con piogge continue e localmente significative, la neve scende fino sui 1500. Nei giorni 16, 17 e 18 rovesci e temporali interessano sia la montagna che la pianura. Tra il 18 e il 20 la situazione migliora un po' con minore convezione profonda. Poi la presenza di una depressione mediterranea riporta condizioni d'instabilità dinamica fino al 24, con frequenti rovesci e locali temporali, e un episodio perturbato nella mattinata del 22. Tra il 25 e 26 il tempo migliora con pochi ed isolati piovvaschi sui monti, mentre il 27 il passaggio di una saccatura in quota determina fenomeni un po' più diffusi con forti temporali tra la pedemontana vicentina e veronese. Dal 28 fino alla fine del mese il tempo diventa più caldo (28/30°C in pianura e 23/25°C a 1000 m) con qualche fenomeno convettivo tra i monti e la pedemontana.

**Giugno** inizia con tempo piuttosto instabile per la presenza di un campo di pressione livellata al suolo e una struttura atmosferica non particolarmente stabile, con l'innescò della convezione a causa di temperature relativamente calde. Ogni giorno, rovesci e temporali interessano i monti e la pedemontana, estendendosi anche alla pianura. Fenomeni grandinigeni e trombe d'aria sono all'ordine del giorno tra il 3 e il 5 giugno. Nei tre giorni seguenti il tempo rimane molto instabile con locali forti temporali tra le province di Padova e Vicenza; il giorno 7 nuovi episodi temporaleschi si verificano un po' ovunque, mentre l'8 giugno una depressione scorre sul centro nord Italia con tempo perturbato tra la notte ed il mattino. Occorre aspettare le giornate del 9 e del 10 e parte dell'11 giugno per godere di tempo stabile e caldo in pianura e di una leggera instabilità convettiva

sui monti. Dall'11 pomeriggio fino al 13, il tempo risulta instabile per il passaggio di una depressione dinamica con effetti assai rilevanti il giorno 12, con forti temporali e un'eccezionale grandinata su gran parte del catino bellunese. Il giorno 14 il tempo è variabile, ma tende a migliorare, anche se alla sera un modesto temporale si sviluppa a ridosso delle vette feltrine e svanisce sulla pedemontana vicentina. Nei giorni seguenti l'alta pressione delle Azzorre determina una fase di tempo buono con clima prettamente estivo (32/34°C in pianura nelle giornate tra il 19 e il 21 Giugno, fino a 25/26°C a 1000 m). Tra il 21 e il 22 una saccatura nord Atlantica provoca una breve fase instabile con piogge a carattere di rovescio o temporale abbastanza diffuse, eccetto sulla parte Sud-occidentale della regione. Al suo seguito una discesa d'aria assai fredda riporta bel tempo sui monti e annuvolamenti stratiformi con schiarite in pianura. La situazione rimane pressoché invariata fino al 24. Il tempo tende a migliorare il giorno 25, anche se brevi rovesci e locali temporali si verificano tra la tarda mattinata e il primo pomeriggio dello stesso giorno (Prealpi e pedemontana). Nei giorni 26 e 27 il tempo risulta un po' più stabile, nonostante locali temporali tra le Prealpi bellunesi, il trevigiano, fino alle porte di Venezia nel primo pomeriggio. Il clima rimane assai fresco per la continua avvezione d'aria fresca da Nord. Anche nei due giorni seguenti il tempo, seppur più mite e più stabile, conserva un clima anormalmente fresco per il periodo, specie in montagna. L'ultimo giorno del mese è caratterizzato dall'ingresso d'aria calda in quota e da maggiore soleggiamento.

Il mese di **luglio** inizia con un promontorio di matrice mediterranea in alta quota, mentre una goccia fredda centrata sui Balcani determina tempo in parte instabile con rovesci e temporali sull'estremo Veneto orientale il giorno 1 (Bibione), il giorno 2 sulle Dolomiti settentrionali; dal 3 in poi, l'instabilità cresce assieme all'ingresso di correnti d'aria più fredda da Nord in quota, sempre legate alla depressione balcanica. Dal 4 l'instabilità si generalizza per l'arrivo di una depressione atlantica che determina molti focolai temporaleschi, specie il giorno 5. Dal 6 la situazione migliora sui monti, mentre l'instabilità persiste interessando la pedemontana veronese il giorno 6, quella trevigiana il giorno 7 e la pianura veneta e trevigiana alla sera del giorno 8. Il 9 il tempo risulta piuttosto caldo e stabile, mentre il 10 una goccia fredda d'origine scandinava lambisce le Alpi con avvezione d'aria più fredda in quota; pertanto il tempo diventa instabile con rovesci e temporali in estensione dalle Alpi alla pedemontana con forti fenomeni serali tra la pedemontana e le Prealpi vicentine e trevigiane. Il giorno 11 il tempo è meno instabile in giornata, ma alla sera passa una piccola discontinuità termica con fenomeni che si concentrano tra Verona e Jesolo e Eraclea, passando per Vicenza, Padova e Venezia. Il giorno 12 il tempo è assai più soleggiato, ma alla sera l'instabilità genera qualche focolaio temporalesco tra il basso bellunese e l'alto trevigiano. Il giorno 13 risulta assai soleggiato e più stabile, anche se alla sera una serie di temporali interessa gran parte dei monti e la pedemontana. Nei giorni 14 e 15 il tempo risulta piuttosto buono in giornata, mentre alla sera e di notte temporali localmente forti si verificano sui monti e anche in pianura. Il giorno 16, un asse di saccatura provoca un nuovo breve episodio d'instabilità con rovesci e temporali, specie nel tardo pomeriggio/sera e sulla pianura con massimi nei dintorni di Verona, estremo Sud della provincia di Padova e gran parte del rodigino, con qualche altro focolaio sulla pedemontana e pochi rovesci sui monti. Dal 17 il tempo migliora con sporadici rovesci sulla pedemontana e dal 18 una breve fase stabile e calda si verifica con caldo afoso in pianura e clima estivo in montagna (33/35°C in pianura e fino a 27/29°C a 1000/1200 m in montagna il giorno 19, 14°C a Punta Rocca in Marmolada). Il giorno 20 il tempo diventa instabile a partire dai monti con forti temporali serali sulle Dolomiti agordine e zoldane e sull'altopiano di Asiago. Il 21 instabilità con temporali e rovesci piuttosto diffusi, i più forti sulle Prealpi vicentine e veronesi e sul sud delle provincia di Padova. Il giorno 22 il tempo rimane leggermente instabile e alla sera forti temporali si verificano tra il basso Bellunese e la Trevigiana, con una situazione legata al lento transito di una saccatura atlantica in quota. Il 23 il tempo risulta un po' meno instabile, anche nelle ore serali e notturne qualche breve temporale e qualche rovescio interessano la fascia meridionale delle Prealpi e parte della pedemontana. Dal 24 un promontorio mediterraneo s'instaura fino alla fine del mese, consentendo un periodo di tempo assai più stabile e caldo, specie negli ultimi giorni del mese.

Nei primi giorni di **agosto** si hanno ancora giornate soleggiate e clima estivo, anche se nella sera del primo forti temporali si verificano sulle Dolomiti. Il giorno 3 forti temporali notturni interessano il

Basso veronese. Poi nei giorni seguenti il tempo è buono e molto caldo, anche in montagna (35/38°C in pianura e fino a 28/29°C a 1000/1200 m, oltre i 20/22°C su alcuni grandi passi dolomitici). Il giorno 6 l'instabilità cresce un po' con forti temporali pomeridiani sulle Prealpi vicentine e sul Cadore, mentre in pianura il tempo rimane stabile e caldo (35/37°C). Nei giorni seguenti l'estate imperversa con tempo ben soleggiato, molto caldo in pianura con valori compresi tra 35 e 38°C e clima molto afoso (humidex sui 45/48°C). Sole, clima caldo e qualche focolaio temporalesco pomeridiano il giorno 8 sulla pianura e sulle Prealpi e il giorno 9 tra pedemontana e monti. Nei giorni successivi il tempo diventa un po' più stabile, specie il giorno 12. I giorni 13 e 14 una saccatura transita sulle Alpi orientali, dando luogo a temporali forti su alcuni settori delle Prealpi e della pianura, mentre il settore dolomitico rimane marginale. Nei tre giorni seguenti il tempo è ben soleggiato in pianura e parzialmente soleggiato sui monti per cumulificazione diurna, non piove, eccetto qualche temporale serale sui settori dolomitici nord-orientali alla sera del 17. Tra il 18 e il 19 il tempo rimane buono con qualche focolaio temporalesco serale. Il giorno 20 un temporale interessa il settore nord occidentale delle Dolomiti. Nei giorni tra il 21 e il 23 il tempo è stabile e caldo, anche se con qualche focolaio temporalesco, specie sulle Dolomiti. Il giorno 24 una saccatura atlantica si sta avvicinando con primi effetti, il che dà luogo a rovesci e temporali un po' più diffusi nel pomeriggio/sera dello stesso giorno. Tra il pomeriggio del 25 e le prime ore del 26 l'ingresso della prima vera saccatura atlantica porta maltempo diffuso, con precipitazioni estese e abbondanti. Il repentino calo termico consente alla neve di ricomparire fino sui 1700/1800 m sui settori settentrionali e 2300/2500 m al confine con le Prealpi. Nei tre giorni seguenti il tempo risulta particolarmente stabile e soleggiato con ottima visibilità, ma le temperature stentano a risalire, nonostante la quota dello zero termico risalga fino sui 4500 m (notti fresche). Negli ultimi due giorni del mese il tempo diventa instabile con rovesci e temporali sui monti, mentre continua ad essere piuttosto stabile in pianura, eccetto qualche focolaio temporalesco il giorno 31.

Il primo **settembre**, una saccatura atlantica giunta dalla Francia determina tempo perturbato/instabile con piogge diffuse, anche assai abbondanti sul veronese. Il giorno 2 il tempo rimane variabile/instabile con rovesci e locali temporali. Il 3 settembre tempo variabile con episodio temporalesco pomeridiano su alcuni settori della pedemontana vicentina e trevigiana, mentre il 4 e il 5 il tempo torna a essere più soleggiato e stabile, salvo modesta cumulificazione pomeridiana sui monti. Il giorno 6 tempo di nuovo un po' instabile, specie tra le ore centrali e la prima serata, i fenomeni più forti si verificano sulla pedemontana e in tarda serata/notte sulla pianura veronese. Dal giorno 8 al 12 la situazione migliora con tempo perlopiù stabile. Inizialmente questa fase è caratterizzata da una lieve cumulificazione sui monti e da cielo sereno in pianura, ma dal giorno 11, il sole brilla in maniera incontrastata, assieme ad un'avvezione d'aria molto calda e secca di matrice subtropicale atlantica, poi africana (zero termico a 4600 m). Il giorno 12 le temperature raggiungono i 32/33°C in pianura e i 25/26°C a 1000/1200 m, fino a 18/19°C sui passi dolomitici e 9°C in Marmolada (3252 m). Il 13 Settembre il tempo rimane soleggiato con qualche velatura, mentre il 14 una saccatura atlantica giunge sulla nostra regione con fenomeni serali sulla montagna e assai più diffusi nella notte successiva su buona parte della pianura con rovesci e temporali notturni. Il giorno 14 il tempo migliora rapidamente in giornata, miglioramento che si mantiene in pianura, mentre vi sono annuvolamenti irregolari legati a stratocumuli e nubi basse in montagna tra i giorni 15 e 16, anche se il sole tende a predominare sulla maggiore parte dei settori, anche quelli montani. Il giorno 17 tempo buono con sole ed addensamenti con qualche rovescio sul veronese, situazione che si ripete il giorno 18 con fenomeni un po' più diffusi su tutta la parte occidentali dei monti veneti. In seguito il tempo risulta di nuovo bello e caldo grazie a un promontorio mediterraneo (zero termico a 4500/4600), le temperature superano di nuovo i 30°C in pianura, i 27/28°C nelle conche prealpine e i 23/25°C a 1000/1200 m. Il giorno 22 una depressione chiusa scivola ad est della nostra regione, apportando qualche goccia sull'Alpago ed estesa nuvolosità stratiforme in dissolvimento. Al suo seguito una dorsale riporta condizioni di tempo stabile e caldo, ma nella notte tra il 23 e il 24 un fronte freddo d'origine nord-atlantica transita velocemente sulla nostra regione con effetti marginali (piove soltanto sulle Dolomiti in maniera lieve), fatta eccezione per il calo termico, assai avvertito in alta quota con le temperature che passano da +6°C a -6°C in Marmolada in poche ore. L'avvezione fredda è mitigata dall'effetto Foehn nelle valli e sulla pedemontana. Tra il 25 e il 26 le notti sono decisamente più fresche, quasi fredde in montagna con diffuse brinate/gelate oltre i 600/900 m, mentre si scende localmente sotto

i 10°C in pianura, localmente fino a 5/6°C. Il sole mitiga il clima diurno, ma i valori sono di 7/8°C più bassi rispetto alla settimana precedente. Dal 27 Settembre il promontorio atlantico si abbina a un'avvezione d'aria assai calda in quota, pertanto le temperature risalgono sensibilmente, anche per la generosa presenza del sole. Stessa situazione il giorno 28, mentre il 29 settembre un debole fronte da Nord lambisce la nostra regione con qualche annuvolamento, e lieve rinforzo dei venti. L'ultimo giorno del mese si presenta con tempo stabile, salvo banchi di nubi basse al mattino tra pedemontana e alcuni settori montani.

Il mese di **ottobre** inizia con una giornata in parte perturbata, con calo termico, specie nel tardo pomeriggio/sera. Le piogge sono significative sulle Prealpi vicentine e veronese, piuttosto modeste altrove. L'avvezione d'aria fredda porta la neve oltre i 1500/1900 m sui monti veneti. Nei giorni seguenti il tempo torna ad essere stabile e ben soleggiato con graduale rialzo termico, più sensibile in quota. I giorni 4 e 5 ottobre sono raggiunti massimi di 23/25°C in pianura e fino a 22/23°C nelle conche prealpine e 16/19°C a 1000 m, con giornate molto soleggiate con aria tersa ed ottima visibilità. Il 6 una depressione chiusa, già presente da giorni sul Mediterraneo, viene riagganciata da una saccatura nord-Atlantica e nel suo moto verso Nord interessa anche il Veneto, dove il tempo risulta in parte perturbato con correnti sud-occidentali, responsabile di temperature piuttosto elevate per il periodo. Il giorno 7 il tempo rimane variabile per poi migliorare per la presenza di una sella anticiclonica. Nei giorni seguenti il tempo risulta stabile, spesso soleggiato e particolarmente mite per il periodo. Tale situazione perdura per ben 15 giorni, ad eccezione di un leggero cedimento dell'alta pressione nei giorni 8 e 15, quando cadono isolate e debolissime piogge sulla parte occidentale del Veneto il giorno 11 e sulla pianura orientale e in maniera debole, mentre altrove le precipitazioni sono pressoché inesistenti. In entrambi i casi la nuvolosità era piuttosto locale, ad eccezione delle Dolomiti nella seconda circostanza. La situazione cambia leggermente con il passaggio di una goccia fredda (depressione in quota) il giorno 21, con forti venti da Nord in quota e tempo che peggiora temporaneamente, ma solo dalle Prealpi in giù, con pioggia in pianura nel pomeriggio ed alla sera. Poi il tempo si ristabilisce con una splendida giornata il 22, seguita da due giorni con velature e nubi medie di sottovento, assieme a forti venti in quota ed episodi di Foehn tra valli montane e pedemontana. Il giorno 25 è stabile, prima dell'avvicinarsi di una saccatura atlantica il giorno 26, quando il cielo si annuvola e si verificano deboli precipitazioni sparse serali. Il 27 una profonda saccatura atlantica comincia ad interessare il Veneto, la debole instabilità non apporta pioggia in pianura, che invece cade abbondante in montagna. Il giorno 28 le precipitazioni sono ancora ridotte in pianura ma risultano quasi ovunque abbondanti in montagna, anche molto abbondanti in alcuni. Il giorno 29 rimarrà nella memoria collettiva per le abbondanti precipitazioni (quasi tutti i settori montani oltre i 100 mm, alcuni oltre i 200 mm) per intenso scirocco e soprattutto per la situazione della sera, quando il fronte freddo determina una fase di precipitazioni particolarmente intense, assieme a venti tempestosi, legati a raffiche catabatiche (aria fredda che si rovescia in un flusso sciroccale particolarmente intenso) con conseguenze drammatiche per la regione (14 milioni di alberi abbattuti dal vento).

Il primo del mese di **novembre** risulta perturbato. Il 2 il tempo rimane in parte perturbato con cielo coperto e piogge, soprattutto sulle zone montuose. I giorni 3 e 4 il flusso d'aria umida scorre un po' più ad Ovest, favorendo un temporaneo miglioramento del tempo, anche se nella serata del 4 inizia a piovere di nuovo sul Veneto occidentale (Veronese e Vicentino). Nella notte il maltempo si estende a tutti i settori e un'altra giornata di pioggia significativa interessa gran parte della regione. Il 7 qualche squarcio di sole prima di nuovi rovesci, più abbondanti in pianura rispetto alla montagna. Nei tre giorni successivi il tempo tende a migliorare leggermente, non piove più e il sole è un po' più presente, anche se spesso nascosto dalle nubi basse assai estese. Situazione da collegare alla persistenza di un'avvezione sud-occidentale d'aria umida. Tra il 9 e il 10 la situazione migliora in parte, specie in montagna, mentre la pianura rimane interessata da nubi basse e da qualche nebbia o foschia. Le temperature sono superiori alla media in quota sia di notte che di giorno per la continua avvezione d'aria calda da Sud: i massimi sono piuttosto bassi in pianura, dove le nubi basse persistono. Il giorno 11 un piccolo asse di saccatura transita sulla nostra regione con molte nubi e qualche debole fenomeno in montagna, specie sulle Prealpi occidentali e l'Agordino. Dal 12 fino al 16 il tempo diventa stabile grazie alla presenza di un'alta pressione dinamica, il cui massimo si centra sulla Germania. Condizioni dinamiche responsabili del

bel tempo in montagna e di nubi basse, nebbie e foschie in pianura e su alcuni settori prealpini. Clima più fresco di notte con deboli gelate e brinate notturne, mite di giorno nelle zone più assolate. Alla sera del giorno 16 un'avvezione d'aria più fredda da Est giunge sul Mediterraneo, apportando correnti orientali d'aria fredda e secca sul Veneto. Si tratta della prima ondata invernale in montagna, mitigata dal sole che risulta molto generoso nelle giornate del 17 e 18. Nella giornata del 19 una goccia fredda (depressione in quota) giunta da Est, determina un cambiamento di tempo con un lieve peggioramento alla sera e tempo perturbato il giorno dopo (20 novembre) con un episodio pluvio-nevoso. Al pomeriggio dello stesso giorno il lento formarsi di una dorsale mediterranea riporta il sole in montagna, mentre le nubi basse imperversano sulla pianura. Tra il 21 e il 23 il tempo risulta buono e perlopiù soleggiato, nonostante qualche annuvolamento medio-alto e le prime precipitazioni nel pomeriggio del 23 per il sopraggiungere di una goccia fredda da Est, che nel suo moto verso occidente determina un breve peggioramento del tempo, assi più marcato sulle Prealpi. Tra il 25 e il 26 il tempo rimane variabile con correnti d'aria un po' più fredda ed ancora umida. Gli ultimi giorni del mese sono più soleggiati, anche se un po' freschi, grazie alla presenza di un promontorio, il quale attenua il passaggio di una saccatura atlantica con nuvolosità media e alta piuttosto estesa, ma senza fenomeni, eccetto debolissime burrasche nevose sulle cime dolomitiche nel tardo pomeriggio/sera.

**Dicembre** inizia con una giornata variabile in seguito al transito di una debole saccatura atlantica, senza effetti sulla nostra regione. Tra il 2 e il 7 dicembre il tempo è per lo più stabile e ben soleggiato. Il giorno 8, un debole e veloce asse di saccatura determina un episodio piovoso con un po' di neve in montagna oltre i 1100/1400 m. Al suo seguito correnti settentrionali d'aria più fredda giungono sul Veneto con forti venti in quota ed episodi di favonio nelle valli sud-alpine. Dal giorno 11, il freddo si accentua e le gelate notturne, già osservate tra il 9 e il 10 su alcuni settori della pianura, tendono ad estendersi, anche sulle zone litorali. Tra l'11 e il 18 il tempo è buono, anche spesso soleggiato tra i monti e la pedemontana, mentre in qualche momento la pianura rimane immersa in un mare di nubi basse, ma il più delle volte senza nebbia. Il freddo si accentua un po' per una discesa d'aria fredda di origine polare continentale. Il giorno 19 il freddo persiste a tutte le quote, mentre una saccatura atlantica giunge sul Veneto nella serata, apportando deboli piogge sulla pianura, localmente moderate sul Veronese e neve in montagna quasi ovunque, gli apporti sono di 8/15 cm sulle Prealpi occidentali e di 2/8 cm altrove, compreso il catino bellunese. Nei giorni successivi il sole ritorna, anche se con qualche settore interessato da nubi basse e dalle nebbie o foschie tra il 21 e il 23. Il giorno 24 Dicembre, una veloce saccatura da Nord giunge sul Nord Italia con episodio di Foehn sulle Alpi e la pedemontana, mentre la pianura ritrova il sole. Nei giorni seguenti e fino alla fine del mese il tempo torna ad essere stabile grazie alla presenza di un promontorio di matrice atlantica, responsabile di temperature particolarmente miti in quota, mentre fa più freddo nelle valli ed in pianura. Il tempo è ben soleggiato in montagna, mentre le nubi basse e le nebbie risultano persistenti in pianura. Dal 25 fino al 30 di dicembre il tempo rimane stabile con giornate a tratti soleggiate, in alcuni momenti con il transito di nubi alte in montagna e stratiformi in pianura. Il 30 una veloce saccatura da Nord determina qualche burrasca di neve sulle Dolomiti settentrionali e Foehn nelle valli con punte di 8/9°C a 1000 m e di 14/15°C nelle conche prealpine, mentre fa un po' più fresco in pianura. Forti venti interessano le vette alpine. Il giorno 30, un'avvezione d'aria mite riporta lo zero termico quasi a 3000 m con una certa mitezza in quota, mentre molte valli e alcuni settori della pianura sono interessati da inversione termica notturna.

## 9.2 Qualità dell'aria

Nelle prime due decadi di gennaio, le fasi di tempo stabile sono state intervallate da alcuni passaggi di perturbazioni (nei primi giorni del mese, tra la prima e la seconda decade, e a metà mese) e da un periodo di tempo variabile anche se senza precipitazioni (tra il 15 e il 20); questo ha determinato condizioni in prevalenza favorevoli alla dispersione degli inquinanti. Nella terza decade di gennaio il tempo è stato stabile con marcate inversioni termiche e conseguente ristagno degli inquinanti. In febbraio il passaggio di alcune perturbazioni si è alternato a temporanee fasi di

tempo stabile e questo ha fatto sì che le fasi con condizioni favorevoli alla dispersione abbiano interrotto i periodi di accumulo degli inquinanti.

Nei mesi primaverili sono stati frequenti i passaggi di perturbazioni con numerosi giorni di pioggia che hanno favorito il dilavamento dell'atmosfera e l'abbattimento degli inquinanti.

Nella prima parte dell'estate (da giugno fino a circa metà luglio) sono frequenti gli episodi di instabilità, che da una parte favoriscono la dispersione delle polveri sottili e dall'altra, limitano la formazione di ozono troposferico, dal momento che risulta ridotto il soleggiamento e anche le temperature massime raggiungono valori non particolarmente elevati. In seguito, e soprattutto a cavallo tra l'ultima decade di luglio e la metà di agosto, il tempo è stato in prevalenza stabile e soleggiato con alcune fasi con temperature superiori alla media del periodo; in questa parte dell'estate, mentre le polveri sottili sono rimaste su livelli relativamente bassi, grazie al rimescolamento termo-convettivo, è stata invece favorita la formazione dell'ozono troposferico.

Nei mesi autunnali, i periodi con tempo stabile, un po' più duraturi in settembre, sono stati intervallati da alcuni passaggi di perturbazioni che hanno temporaneamente interrotto le fasi di accumulo degli inquinanti.

In dicembre sono state prevalenti le condizioni di tempo stabile che hanno favorito l'accumulo degli inquinanti.

### 9.3 Analisi a livello regionale dei principali parametri meteorologici che influenzano l'andamento delle concentrazioni di PM10 e di ozono

Sono state prese in considerazione le seguenti variabili:

- per l'andamento delle concentrazioni di polveri sottili: precipitazione, vento e, a titolo sperimentale e per aumentare l'informazione a disposizione anche le inversioni termiche;
- per l'andamento delle concentrazioni di ozono: temperatura massima giornaliera.

Per ognuna delle suddette variabili si sono stabilite tre classi che identificano tre livelli di capacità dispersive:

- nessuna dispersione di polveri sottili o favorevoli alla formazione di ozono;
- moderata dispersione di polveri sottili o moderata formazione di ozono;
- elevata dispersione di polveri sottili o sfavorevoli alla formazione di ozono.

L'assegnazione delle classi è stata definita in maniera empirica, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati.

Mediante un diagramma circolare si rappresenta la frequenza delle volte in cui per ognuna delle variabili si è verificata una delle suddette classi. I diagrammi circolari per l'anno 2018 vengono messi a confronto con quelli degli anni precedenti.

#### *Dati*

Precipitazione: media delle cumulate giornaliere registrate presso le stazioni meteorologiche più vicine alle località di misura di qualità dell'aria, in particolare:

- provincia di Padova: Cittadella, Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;
- provincia di Treviso: Castelfranco Veneto, Conegliano Veneto, Crespano del Grappa, Mogliano Veneto, Oderzo, Treviso Città;
- provincia di Venezia: Chioggia loc. Sant'Anna, Gesia (Cavarzere), Noventa di Piave, Portogruaro Lison, Valle Averte, Venezia Istituto Cavanis;
- provincia di Verona: Arcole, Boscochiesanuova, Roverchiara, Sorgà, Vangadizza, Villafranca Veronese;
- provincia di Vicenza: Asiago (Aeroporto), Bassano del Grappa, Lonigo, Malo, Quinto Vicentino, Valdagno;

Vento: media delle velocità medie giornaliere rilevate presso le stazioni con anemometro a 10 m o a 5 m:

- provincia di Padova: Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;
- provincia di Treviso: Castelfranco Veneto, Conegliano Veneto, Crespano del Grappa, Mogliano Veneto;
- provincia di Venezia: Cavallino (Treporti), Gesia (Cavarzere), Portogruaro Lison, Valle Averte;
- provincia di Verona: Bardolino Calmasino, Boscochiesanuova, Roverchiara, Sorgà;
- provincia di Vicenza: Asiago (Aeroporto), Bassano del Grappa, Lonigo, Malo, Quinto Vicentino, Valdagno

Inversioni termiche: conteggio giornaliero delle ore in cui nel livello verticale più vicino al suolo è stato registrato un gradiente verticale di temperatura maggiore di un decimo di grado ( $\Delta T > 0.1$ ) mediante il profilatore termico (radiometro passivo) di:

- Padova;
- Rovigo.

Temperatura massima giornaliera: valori registrati presso le stazioni più vicine alle località di misura di qualità dell'aria, in particolare:

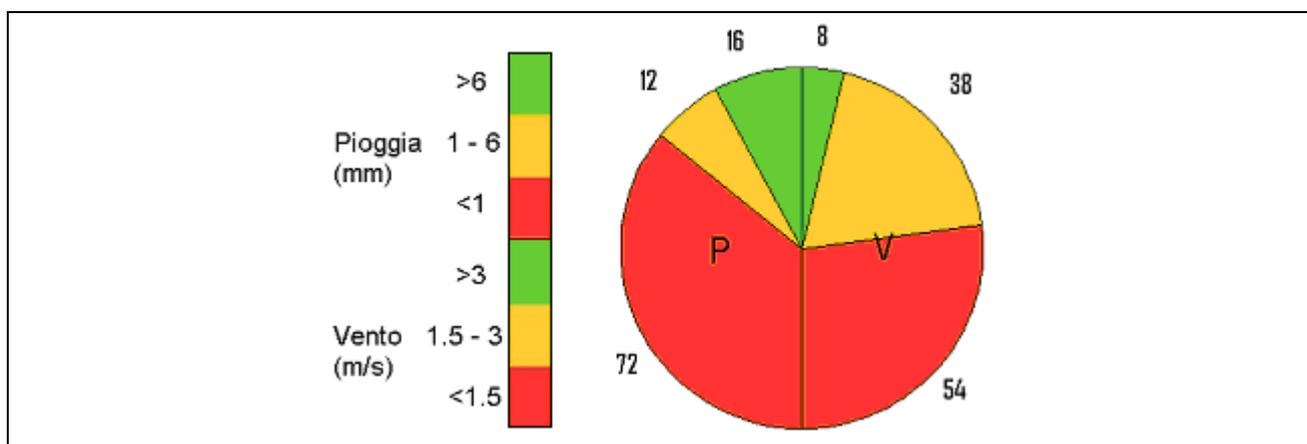
- provincia di Belluno: Belluno (aeroporto), Feltre, Passo Valles, Torch (Pieve d'Alpago);

- provincia di Padova: Ca' Oddo (Monselice), Cittadella, Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;
- provincia di Treviso: Castelfranco Veneto, Conegliano Veneto, Crespano del Grappa, Mogliano Veneto, Oderzo, Treviso Città;
- provincia di Venezia: Chioggia loc. Sant'Anna, Gesia (Cavarzere), Noventa di Piave, Portogruaro Lison, Valle Averte, Venezia Istituto Cavanis;
- provincia di Verona: Arcole, Boscochiesanuova, Roverchiara, Sorgà, Vangadizza, Villafranca Veronese;
- provincia di Vicenza: Asiago (Aeroporto), Bassano del Grappa, Lonigo, Malo, Quinto Vicentino, Valdagno;

## 9.4 Risultati

### Pioggia e Vento

In Figura 37, si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla pioggia e al vento. L'area del diagramma circolare è suddivisa in due semicerchi di uguale superficie, una per la pioggia (P), e una per il vento (V). La somma dei valori su ognuna delle due fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per il vento e per la pioggia: i colori rossi rappresentano le classi "poco dispersive", quelli arancio "abbastanza dispersive" e in verde "molto dispersive". Si rende noto che l'assegnazione delle classi è stata definita in maniera soggettiva, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati. I diagrammi del 2018 sono messi a confronto con quelli medi della serie 2003-2017, e, con i corrispondenti periodi della serie di confronto (2003-2017) in cui si sono verificate con maggior frequenza condizioni di piovosità e ventilazione rispettivamente favorevoli alla dispersione (migliore) o al ristagno (peggiore).



**Figura 37:** diagramma circolare con frequenza di casi di vento e pioggia nelle diverse classi. Rosso poco dispersivo, arancio abbastanza dispersivo e verde molto dispersivo.

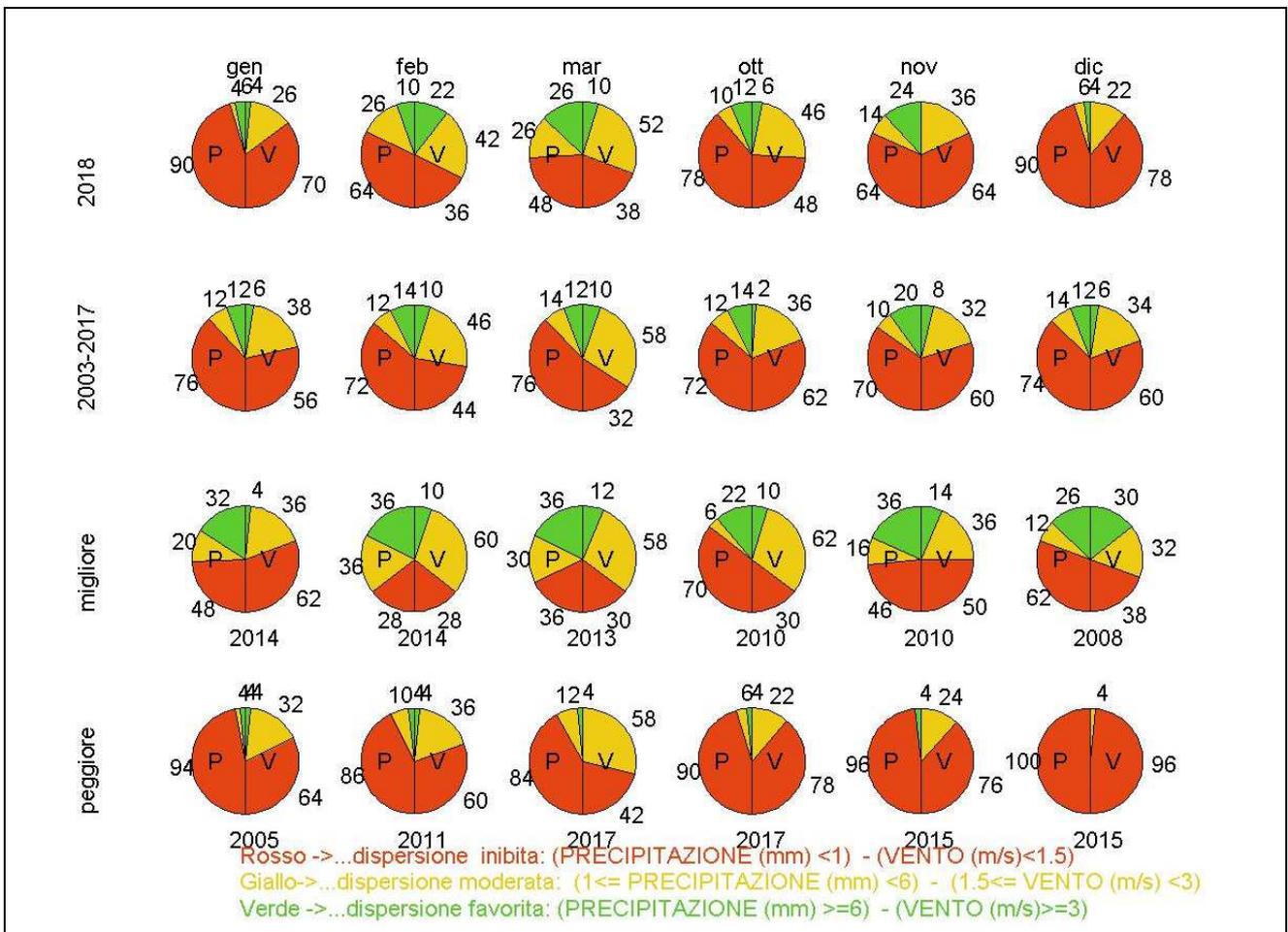
In Figura 38 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da PM10 (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) per l'anno 2018, per la serie clima (anni 2003-2017) e per i corrispondenti mesi degli anni precedenti, in cui si sono verificate rispettivamente le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o più critiche per il ristagno (peggiore). In particolare notiamo che nell'anno 2018:

- in gennaio, le condizioni di dispersione inibita si sono presentate con una frequenza confrontabile con quella del gennaio peggiore (2005);
- in febbraio, le condizioni di dispersione inibita sono meno frequenti rispetto alla media ma più frequenti rispetto al migliore (2014).
- anche in marzo la frequenza delle condizioni di dispersione inibita è minore rispetto alla media, ma maggiore rispetto al corrispondente migliore (2013);

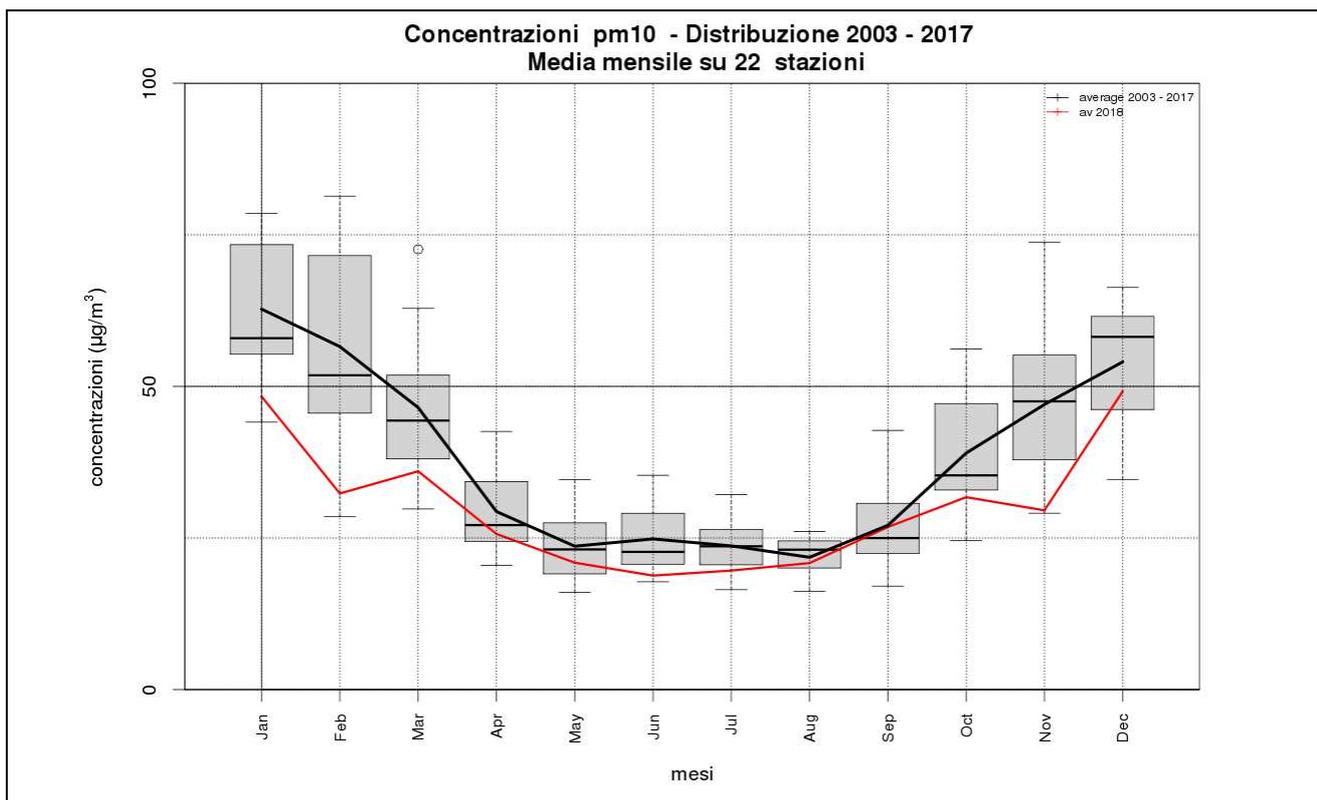
- in ottobre i giorni con condizioni di dispersione inibita sono state meno frequenti rispetto alla media, grazie soprattutto ad una maggiore ventilazione, ma più frequenti rispetto all'ottobre migliore (2010)
- in novembre, la distribuzione delle condizioni di dispersività atmosferica è stata simile a quella media;
- in dicembre la frequenza delle condizioni di dispersione inibita è stata superiore alla media, ma inferiore rispetto a quella del corrispondente peggiore (2015).

Complessivamente, nei mesi critici per l'inquinamento da polveri nel corso del 2018, le condizioni di dispersione inibita si sono presentate con una frequenza di poco superiore alla media, ma sempre inferiore ai corrispondenti mesi peggiori.

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 possono spiegare la totalità degli episodi di inquinamento atmosferico. Altri fattori come la presenza delle inversioni termiche e la stabilità atmosferica contribuiscono a determinare le concentrazioni medie giornaliere di PM10.



**Figura 38:** confronto della distribuzione del vento e della pioggia nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2018 con la distribuzione climatica (anni 2003-2017) e con i periodi corrispondenti in cui si sono verificate le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o quelle più critiche per il ristagno (peggiore); per queste ultime due serie di dati sul diagramma circolare è riportato l'anno in cui si sono verificate mese per mese condizioni rispettivamente migliori o peggiori.



**Figura 39:** concentrazioni, medie mensili, di PM10 delle stazioni di qualità dell'aria automatiche di pianura inserite nel piano di valutazione di ARPA Veneto per l'anno 2018 (linea rossa) e media degli anni 2003-2017 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2017 è rappresentato anche mediante box and whiskers plot. Per l'interpretazione del box and whiskers plot fare riferimento alla **Tabella 9** Come interpretare il box and whiskers .

**Tabella 9** Come interpretare il box and whiskers plot.

Ogni elemento di un grafico box è whiskers consta di un rettangolo (box, scatola, in questo caso grigio), una linea interna al rettangolo, due trattini esterni al rettangolo (uno sopra e uno sotto – detti baffi, whiskers), pallini vuoti (possono non esserci o possono essercene anche più di uno sopra il trattino superiore e/o sotto il trattino inferiore).

La base inferiore del rettangolo rappresenta il 25° percentile, quella superiore il 75° percentile, l'altezza del rettangolo è la distanza interquartile (75°-25° percentile) e indica quanto sono distanti il valore del primo quartile e quello del terzo quartile. La linea nera all'interno del rettangolo rappresenta la mediana, cioè il 50° percentile. I whiskers rappresentano il valore massimo della distribuzione (sopra) e il minimo della distribuzione (sotto), *entro* la distanza di una volta e mezza la distanza interquartile rispettivamente dal 75° percentile e dal 25° percentile. Gli eventuali pallini vuoti rappresentano il valore più alto (sopra) e quello più basso (sotto), *oltre* la distanza di una volta e mezza la distanza interquartile rispettivamente dal 75° percentile e dal 25° percentile.

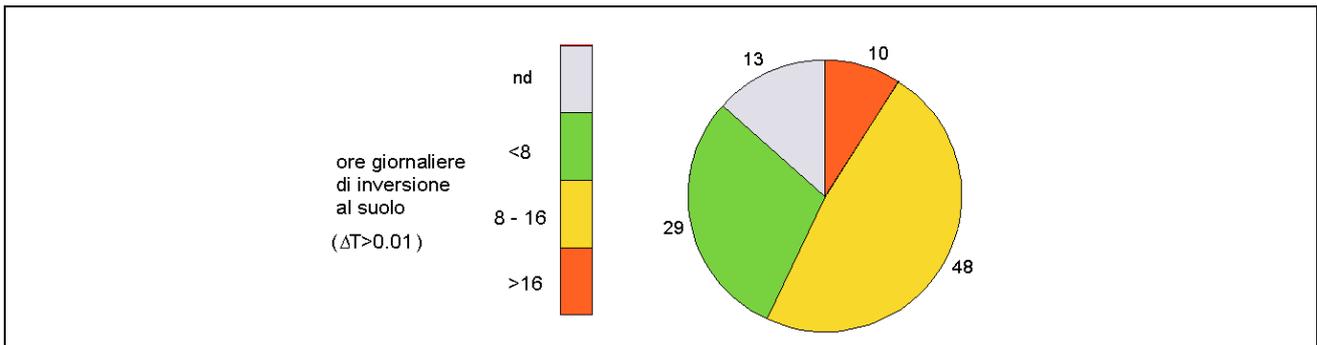
## Inversioni termiche

In Figura 40 si riporta un esempio di rappresentazione delle diverse classi di dispersione in relazione al numero di ore giornaliero di inversione.

La somma dei valori di tutte le fette è 100 (100%). Anche in questo caso, l'assegnazione delle classi è stata effettuata in maniera soggettiva, in base alle seguenti considerazioni. La classe migliore per la dispersione (colore verde, meno di otto ore di inversione) corrisponde ai giorni in cui l'inversione è stata assente o è durata meno di otto ore. La classe peggiore (colore rosso, più di sedici ore di inversione) si ha nei giorni in cui l'inversione persiste anche nelle ore diurne.

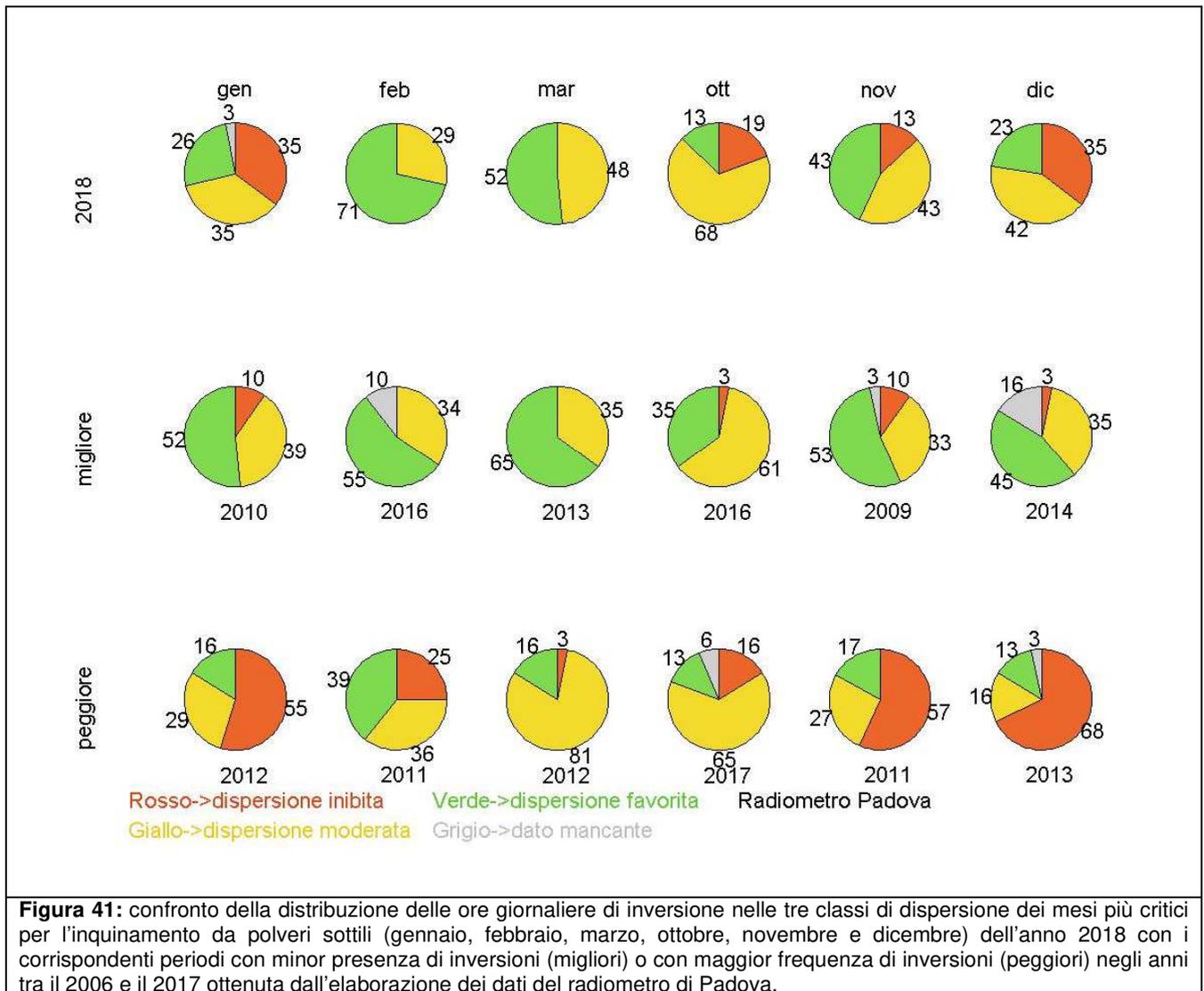
I profilatori di temperatura (radiometri passivi) di Padova e Rovigo sono stati installati nel 2005, pertanto la serie di riferimento è più breve di quella delle variabili pioggia, vento e temperatura.

Inoltre, dal momento che la rete dei profilatori è sperimentale, i dati non sono sempre disponibili, in quanto, in alcuni periodi si sono verificati dei malfunzionamenti oppure lo strumento è stato trasferito per una campagna di misura. Pertanto nel diagramma delle ore di inversione è stata aggiunta anche la categoria dei dati mancanti, dal momento che, come si vedrà nel seguito, in alcuni casi la percentuale dei dati mancanti è rilevante e questo altera la statistica del conteggio delle ore di inversione. Per di più, nel corso del 2018 la serie completa dei dati è disponibile solo per il radiometro di Padova, quindi il confronto con il passato sarà eseguito solo per le inversioni registrate da questo strumento.



**Figura 40:** diagramma circolare con frequenza espressa in percentuale dei giorni caratterizzati da ore di inversione suddivise nelle diverse classi: il rosso (giorni con più di sedici ore di inversione) è associato alle classi più favorevoli al ristagno di PM10, il giallo (giorni con ore di inversione compresi fra le otto e le sedici) alle classi moderatamente favorevoli al ristagno di PM10, il verde (giorni con meno di otto ore di inversione) a quelle meno favorevoli all'accumulo di polveri, il grigio rappresenta la percentuale di giorni in cui il dato non è disponibile.

In Figura 41 si riportano per Padova i diagrammi circolari dei giorni caratterizzati dalle tre classi di ore di inversione relativamente ai mesi invernali del 2018 ed ai periodi corrispondenti degli anni precedenti in cui sono stati più frequenti i giorni con poche ore di inversione (migliore) o in cui sono stati più numerose le giornate con molte ore di inversione (peggiore). Si fa presente che l'analisi effettuata con i radiometri è molto rappresentativa per l'area in cui lo strumento è collocato, ma a livello qualitativo l'informazione può essere considerata valida anche per le restanti zone di pianura.

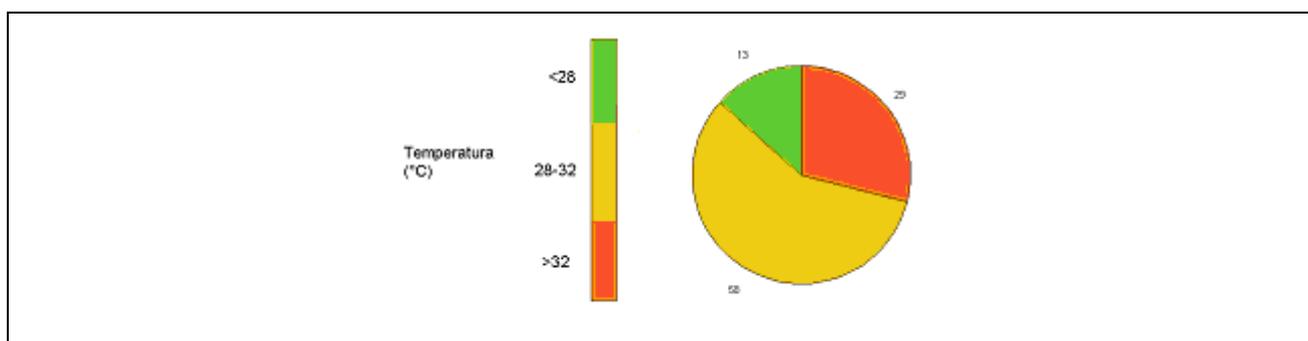


Analizzando la figura, si deduce che nel corso del 2018:

- in gennaio le condizioni di dispersioni inibita sono più frequenti rispetto al corrispondente migliore (2010), ma meno frequenti rispetto al peggiore (2012);
- in febbraio i giorni con condizioni di dispersione favorita sono stati più frequenti anche rispetto al corrispondente migliore (2016);
- in marzo le condizioni di dispersione favorita sono un po' meno frequenti rispetto al corrispondente migliore (2013), ma ben più frequenti rispetto al peggiore (2012).
- in ottobre, le condizioni di dispersione inibita sono un po' più frequenti rispetto al corrispondente peggiore (2017).
- in novembre la frequenza delle condizioni di dispersione favorita è minore rispetto a quella del migliore (2009), ma ben più alta rispetto a quella del peggiore (2011).
- in dicembre, le condizioni di dispersione favorita sono meno frequenti rispetto al dicembre migliore (2014), ma più frequenti rispetto al peggiore (2013).

## Temperatura

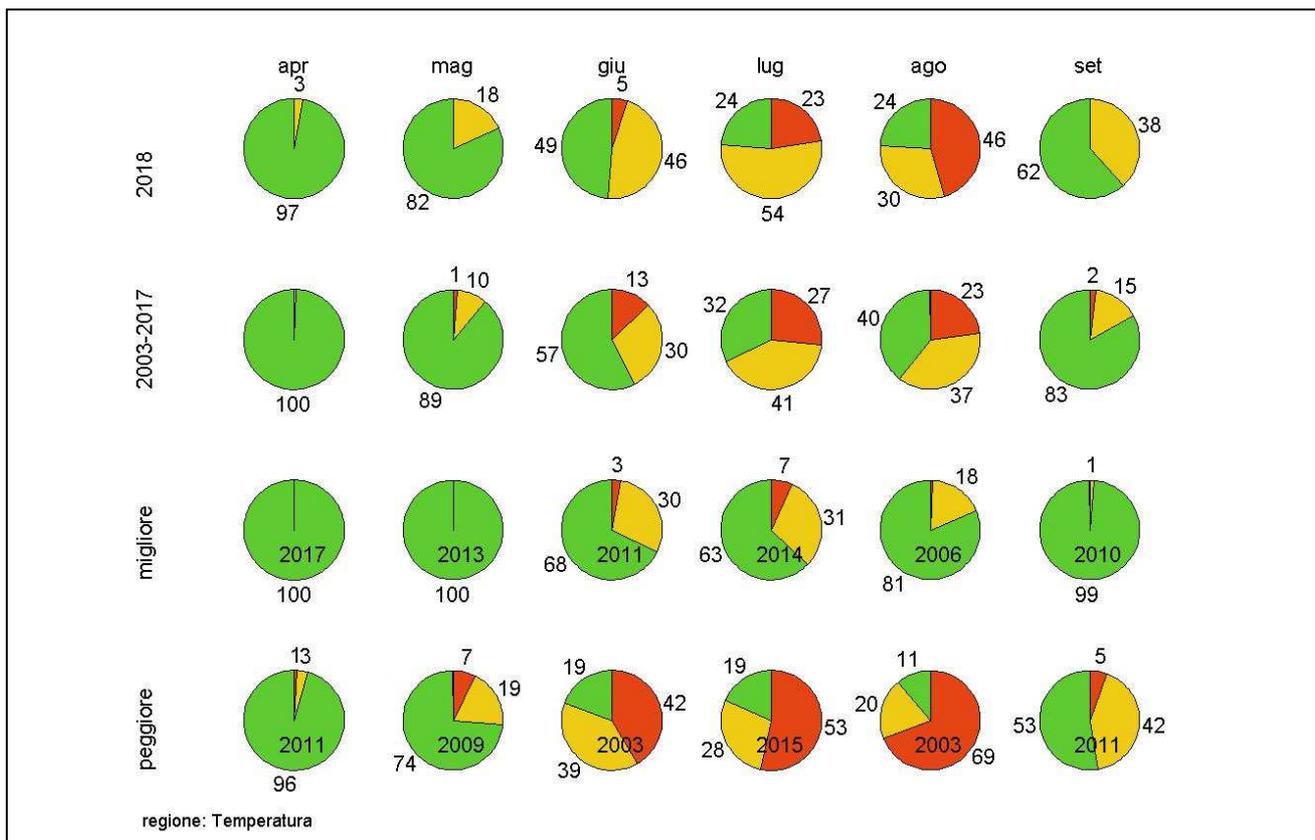
In Figura 42 si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla temperatura. La somma dei valori di tutte le fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per la temperatura: al rosso corrispondono le temperature più alte, favorevoli alla formazione di ozono, al verde le temperature più basse meno favorevoli per la formazione di ozono. Si ribadisce che l'assegnazione delle classi è stata definita in maniera empirica, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati.



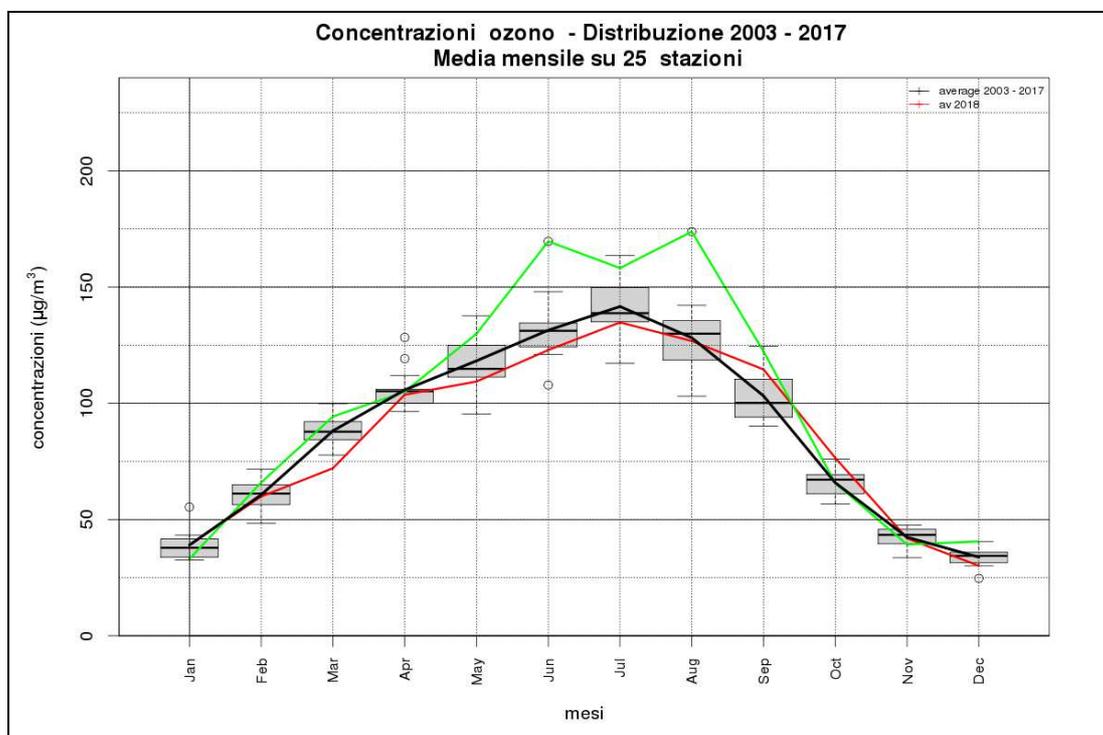
**Figura 42:** diagramma circolare con frequenza di temperatura nelle diverse classi: il rosso è associato alle classi più favorevoli alla formazione di ozono, il giallo alle classi moderatamente favorevoli alla formazione di ozono, il verde a quelle meno favorevoli alla formazione di ozono.

In Figura 43 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da ozono per l'anno 2018, per la serie clima (anni 2003-2017), per i periodi in cui si sono verificate condizioni climatiche sfavorevoli alla formazione di ozono (migliore) o più idonee all'incremento dell'inquinante (peggiore). Dalla Figura 44 si evince dove si colloca la distribuzione mensile delle concentrazioni di ozono rispetto alla media e alla distribuzione degli anni precedenti ed in particolare rispetto al 2003, anno in cui si sono verificate con maggior frequenza condizioni critiche per l'inquinamento da ozono. Dal confronto tra i diagrammi circolari di Figura 43 notiamo che nel corso del 2018:

- in aprile, anche se si è verificato qualche superamento della soglia dei 28°C, le condizioni sono state generalmente sfavorevoli alla formazione di ozono;
- in maggio, le condizioni sfavorevoli alla formazione di ozono sono state un po' meno frequenti rispetto alla media, ma più frequenti rispetto al maggio peggiore (2009);
- in giugno, la frequenza delle giornate con condizioni sfavorevoli alla formazione di ozono è stata inferiore alla media ma ben maggiore di quella dell'anno peggiore (2003);
- in luglio la distribuzione delle temperature massime è simile a quella media, salvo una frequenza leggermente più alta delle condizioni moderatamente favorevoli alla formazione di ozono;
- in agosto le temperature più favorevoli alla formazione dell'ozono sono state più frequenti della media, ma meno frequenti rispetto all'agosto peggiore (2003);
- in settembre le condizioni moderatamente favorevoli alla formazione di ozono sono state più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto al settembre peggiore (2011).



**Figura 43:** confronto della distribuzione delle temperature nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da ozono (aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre) dell'anno 2018 con la distribuzione climatica (anni 2003-2016), e con i periodi corrispondenti in cui si sono verificate le condizioni meno favorevoli alla formazione dell'ozono (migliore) o quelle più favorevoli (peggiore); per queste ultime due serie di dati sul diagramma circolare è riportato l'anno in cui si sono verificate mese per mese condizioni rispettivamente migliori o peggiori.



**Figura 44:** Concentrazioni medie mensili di Ozono di tutte le stazioni di qualità dell'aria di ARPA Veneto per gli anni 2003 (linea verde, che è stato l'anno in cui sono state registrate le concentrazioni di ozono più alte), 2018 (linea rossa), media anni 2003-2017 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2017 è rappresentato anche mediante box and whiskers plot. (Per l'interpretazione del box and whiskers plot fare riferimento al riquadro Tabella 9 Come interpretare il box and whiskers ).

## 9.5 Episodi di inquinamento da PM10

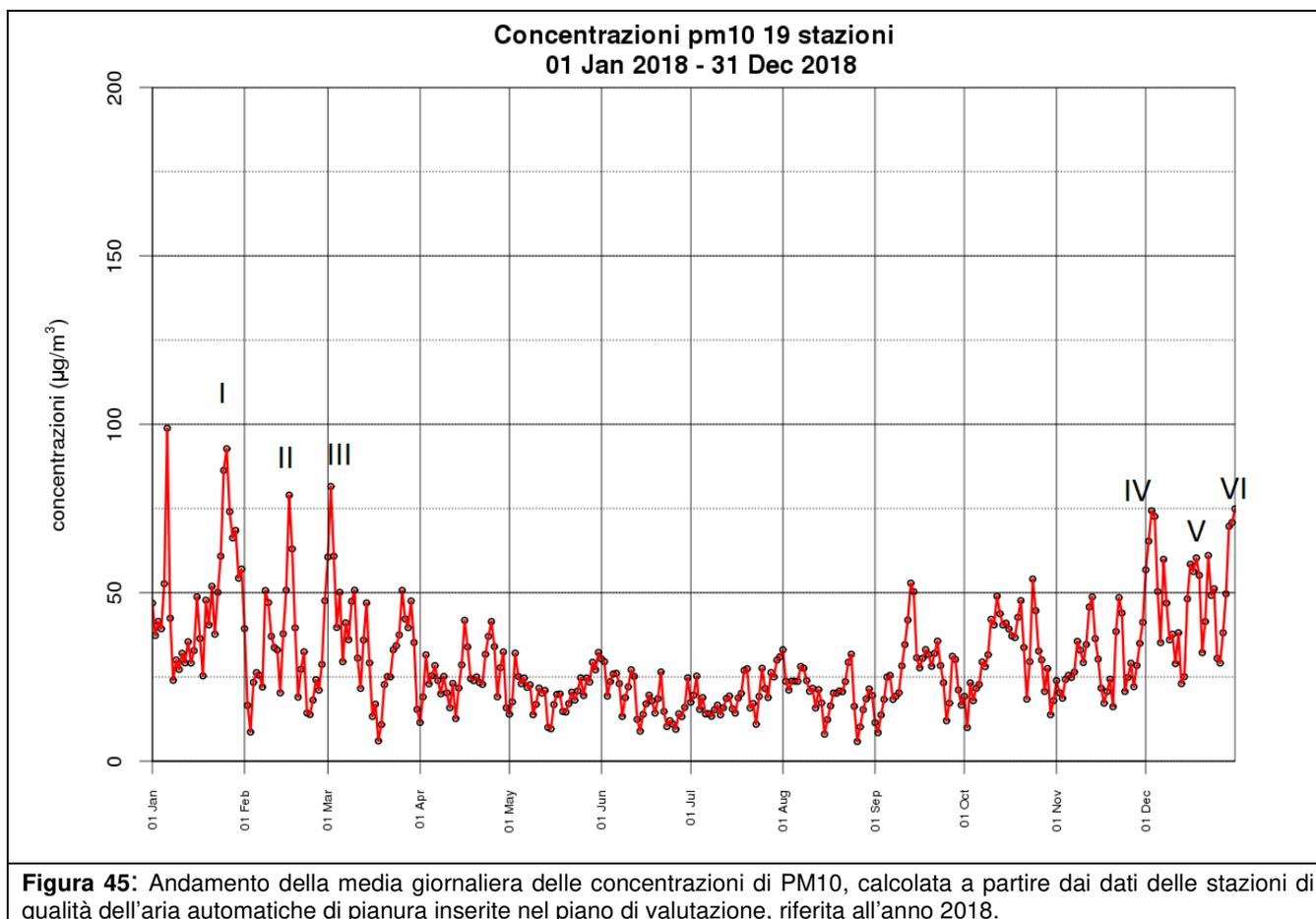
### Elenco episodi

Gli episodi acuti sono classificati in base al seguente criterio: sono stati individuati i periodi in cui il valore giornaliero ottenuto calcolando le medie su tutte le stazioni di qualità dell'aria ha superato per almeno tre giorni la soglia dei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Di seguito l'elenco degli episodi acuti individuati in base al criterio sopra esposto.

- I - dal 24 gennaio al 31 gennaio 2018;
- II - dal 15 febbraio al 17 febbraio 2018;
- III - dal 1 marzo al 3 marzo 2017;
- IV - dal 1 dicembre al 4 dicembre 2017;
- V - dal 15 dicembre al 19 dicembre 2017;
- VI - dal 29 dicembre 2018 al 1 gennaio 2019.

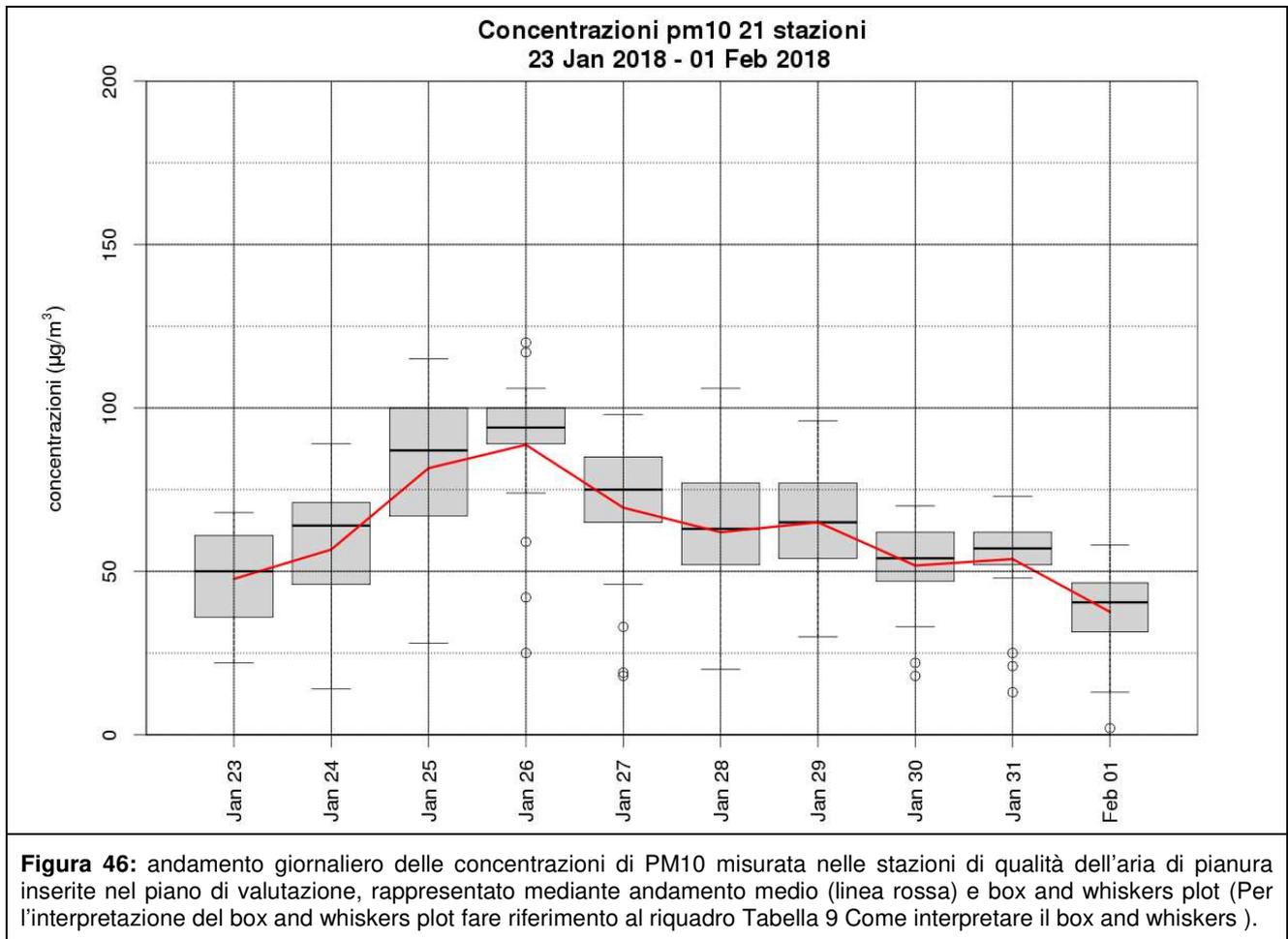
Nei prossimi paragrafi saranno analizzati nel dettaglio gli episodi I, II, III, IV, V e X che sono stati più prolungati e nel corso dei quali sono state raggiunte le concentrazioni di PM10 più elevate.

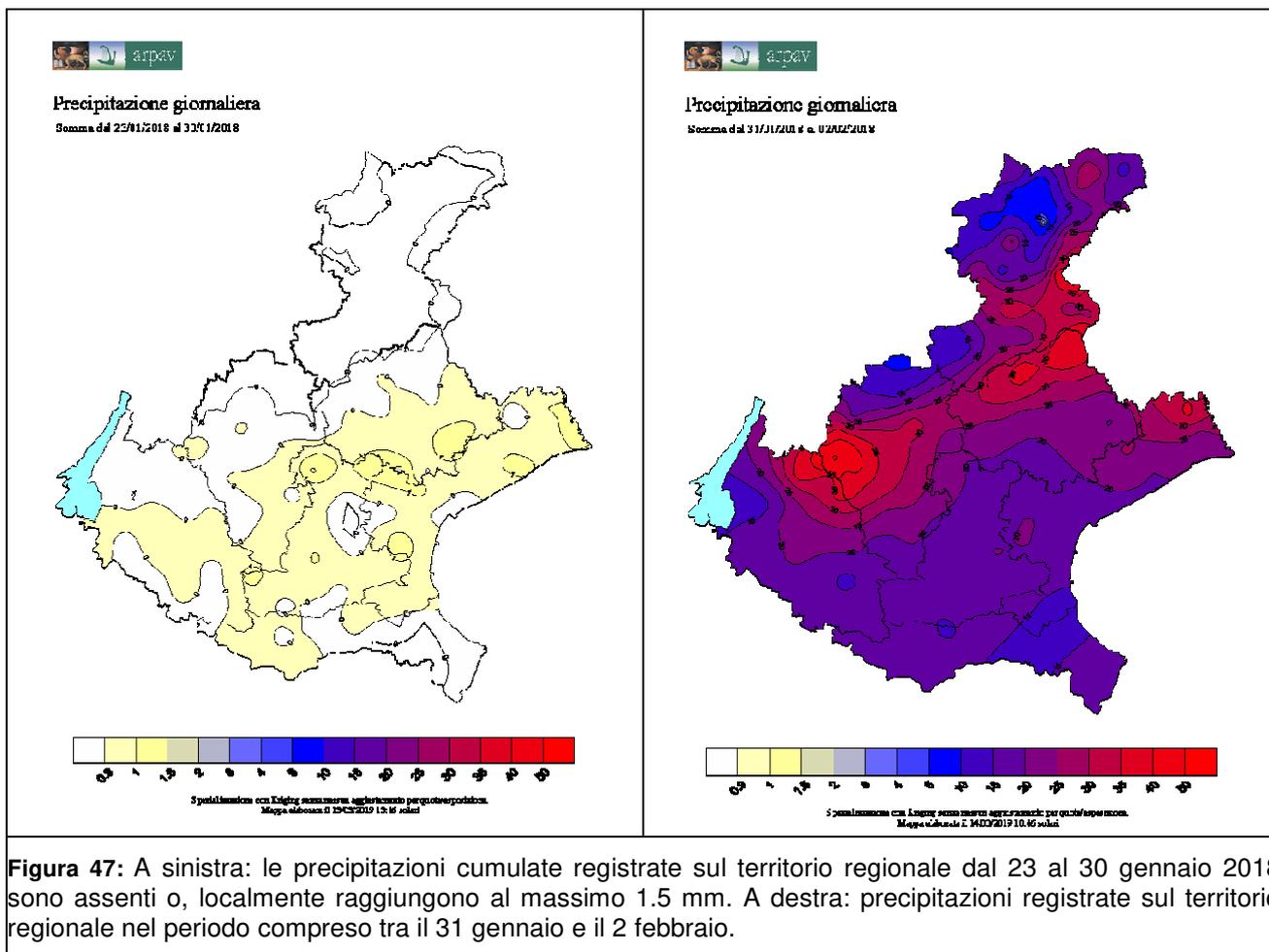


### Episodio dal 24 al 31 gennaio 2018

L'ultima decade del mese di gennaio è caratterizzata dalla quasi totale assenza di precipitazioni (vedi Figura 47 a sinistra) e da ventilazione debole soprattutto in pianura. Questo succede a causa del verificarsi di condizioni anticicloniche dovute, inizialmente a un promontorio in espansione sul Mediterraneo e in seguito (dal 26 in poi) all'influenza di un'alta pressione di matrice atlantica in

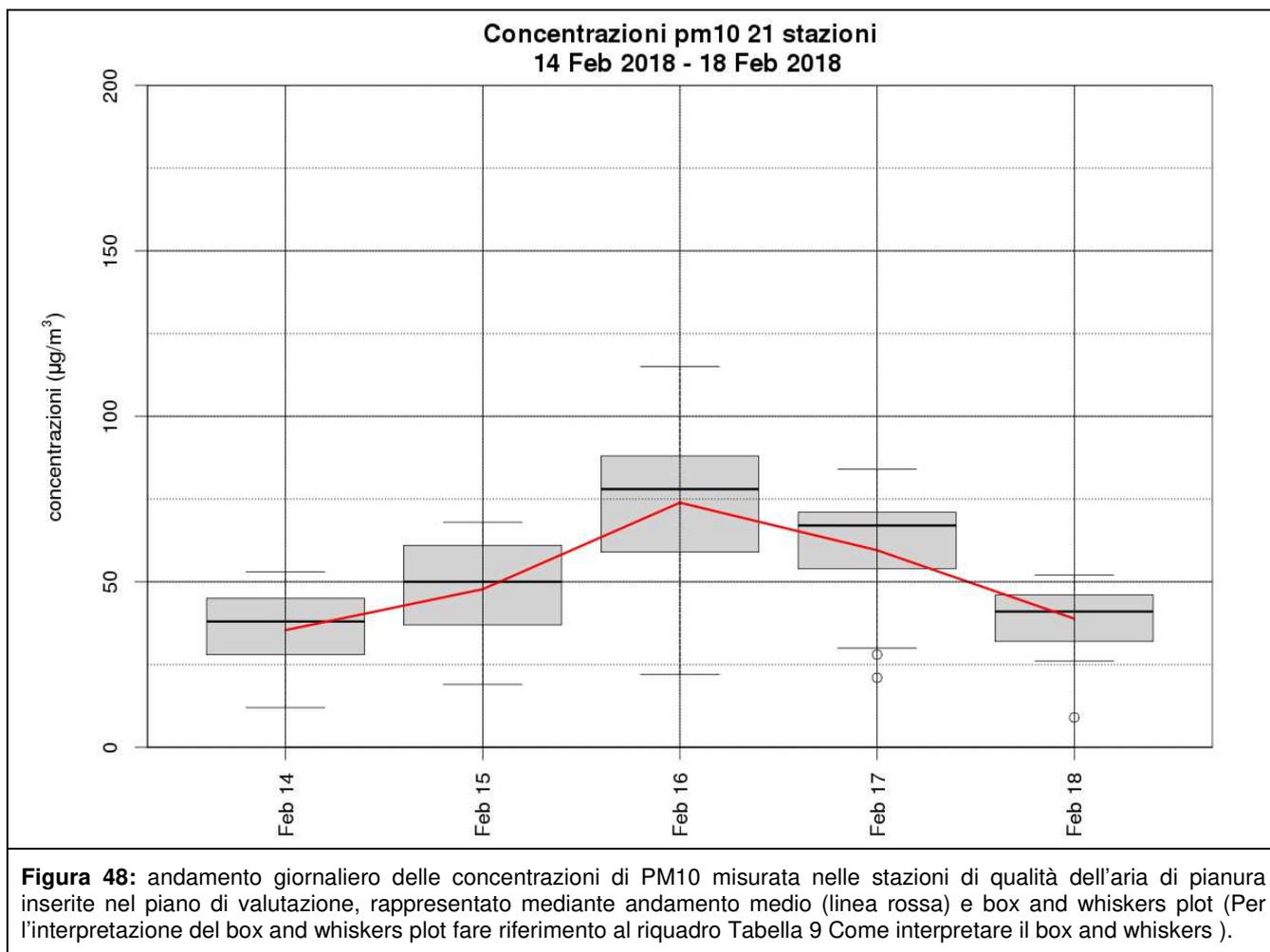
estensione sull'Europa centrale. Tale situazione meteorologica determina il ristagno delle polveri sottili, dando luogo al primo episodio prolungato di inquinamento da polveri sottili. A fine gennaio la circolazione cambia, grazie all'arrivo di correnti cicloniche da sud-ovest associate ad una saccatura in approfondimento sulla Francia. Questa saccatura porta dapprima un aumento della nuvolosità e, soprattutto a inizio febbraio, delle precipitazioni (vedi Figura 47 a destra) che, favorendo il dilavamento, mettono fine all'episodio di inquinamento acuto da PM10.

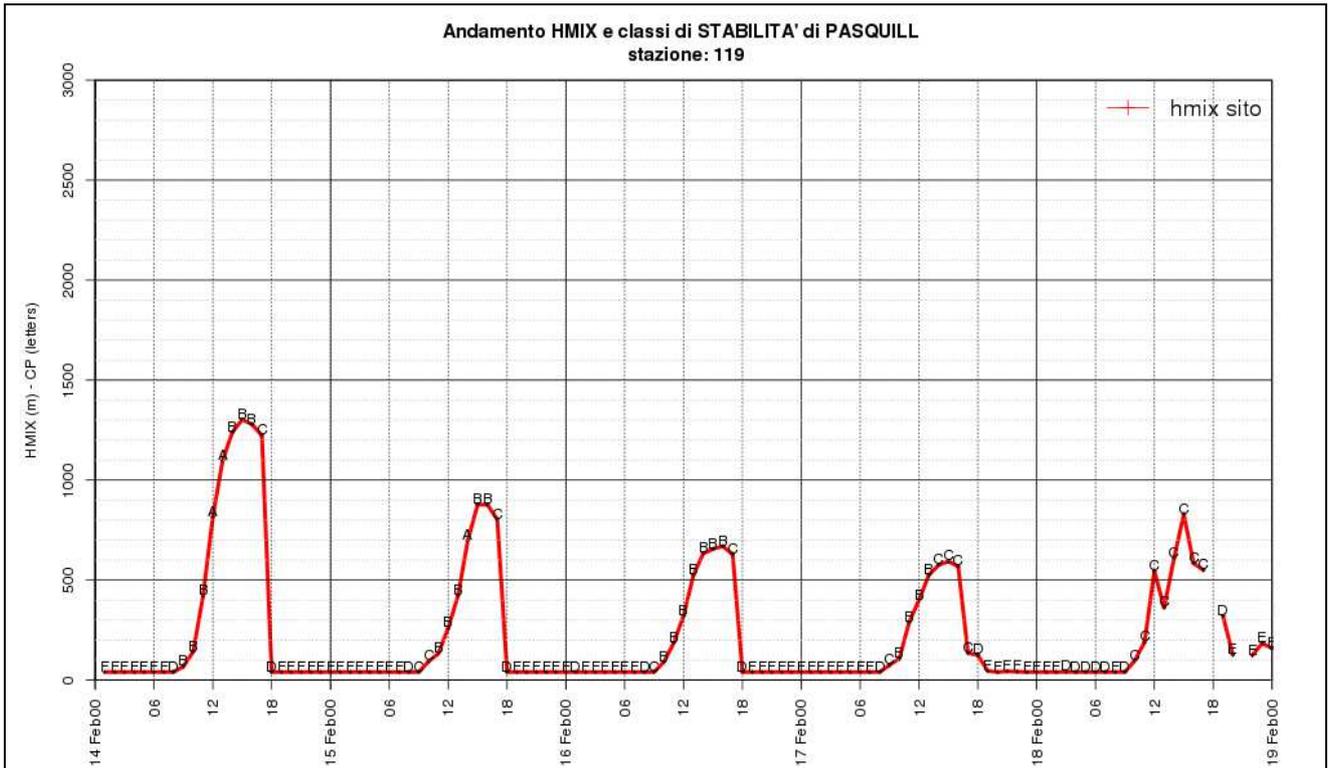




## Episodio dal 15 al 17 febbraio 2018

Dopo il passaggio di una perturbazione di origine atlantica che rende il tempo variabile fino al 13 febbraio, a metà mese si instaura un regime di alta pressione con clima assai freddo. Dal giorno 16 il freddo comincia ad attenuarsi, a partire dalle quote più elevate, pertanto si accentua l'inversione termica, che risulta persistente anche durante il giorno. Questa situazione riduce il rimescolamento diurno (Figura 49) e fa aumentare le concentrazioni di polveri sottili (Figura 48). Il giorno 18 transita sulla regione una saccatura, con precipitazioni, nevose oltre i 400 m, che mette fine al secondo episodio di inquinamento da polveri.

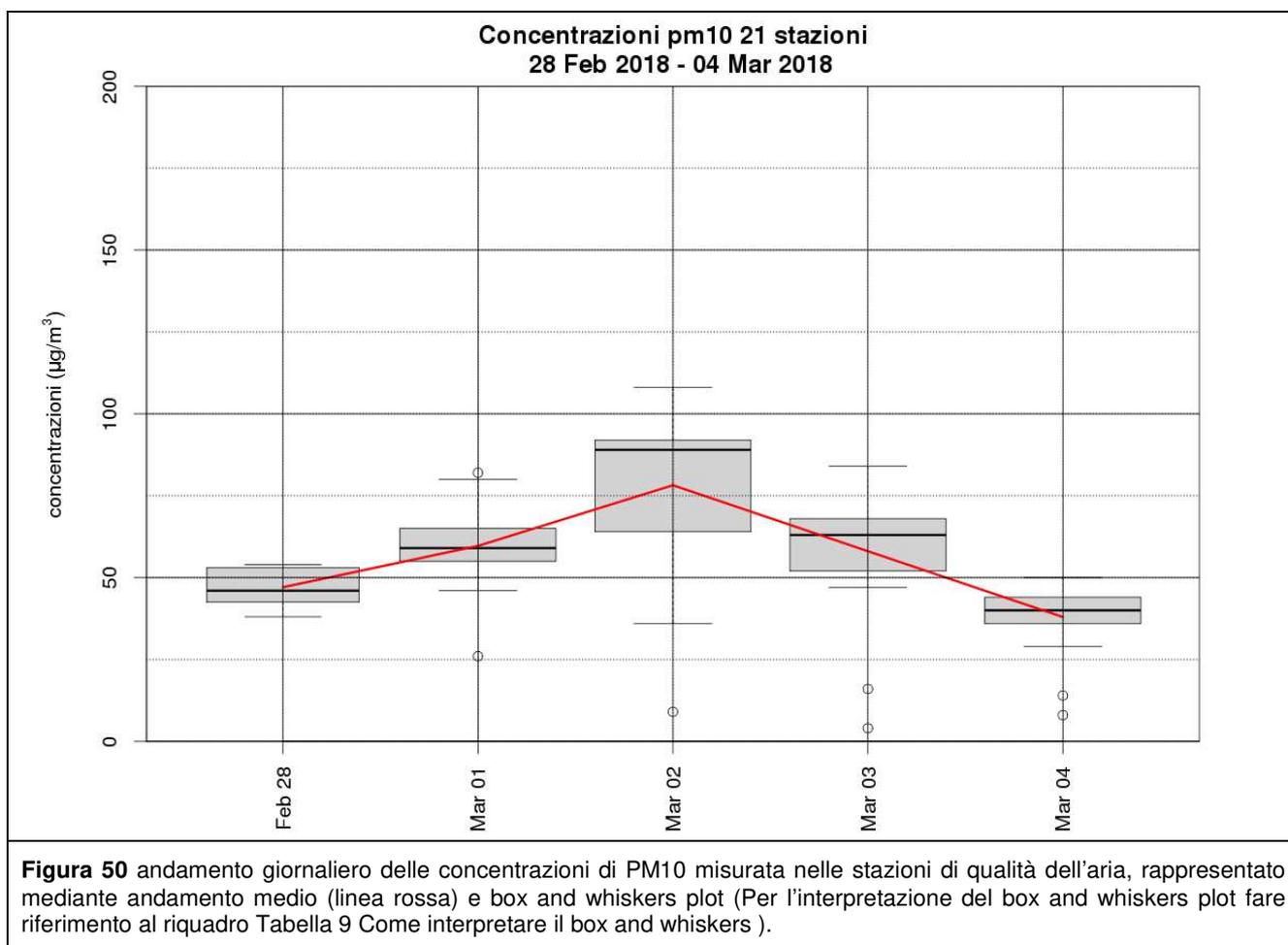




**Figura 49:** altezza di rimescolamento stimata per una stazione di pianura (Roverchiara, in provincia di Verona) nel periodo dal 14-02-2018 al 19-02-2018. L'altezza di rimescolamento è la quota sotto la quale l'atmosfera è rimescolata grazie agli effetti termici (riscaldamento del suolo) o meccanici (vento); maggiore è l'altezza di rimescolamento, maggiore è il volume d'aria all'interno del quale sono diluiti gli inquinanti.

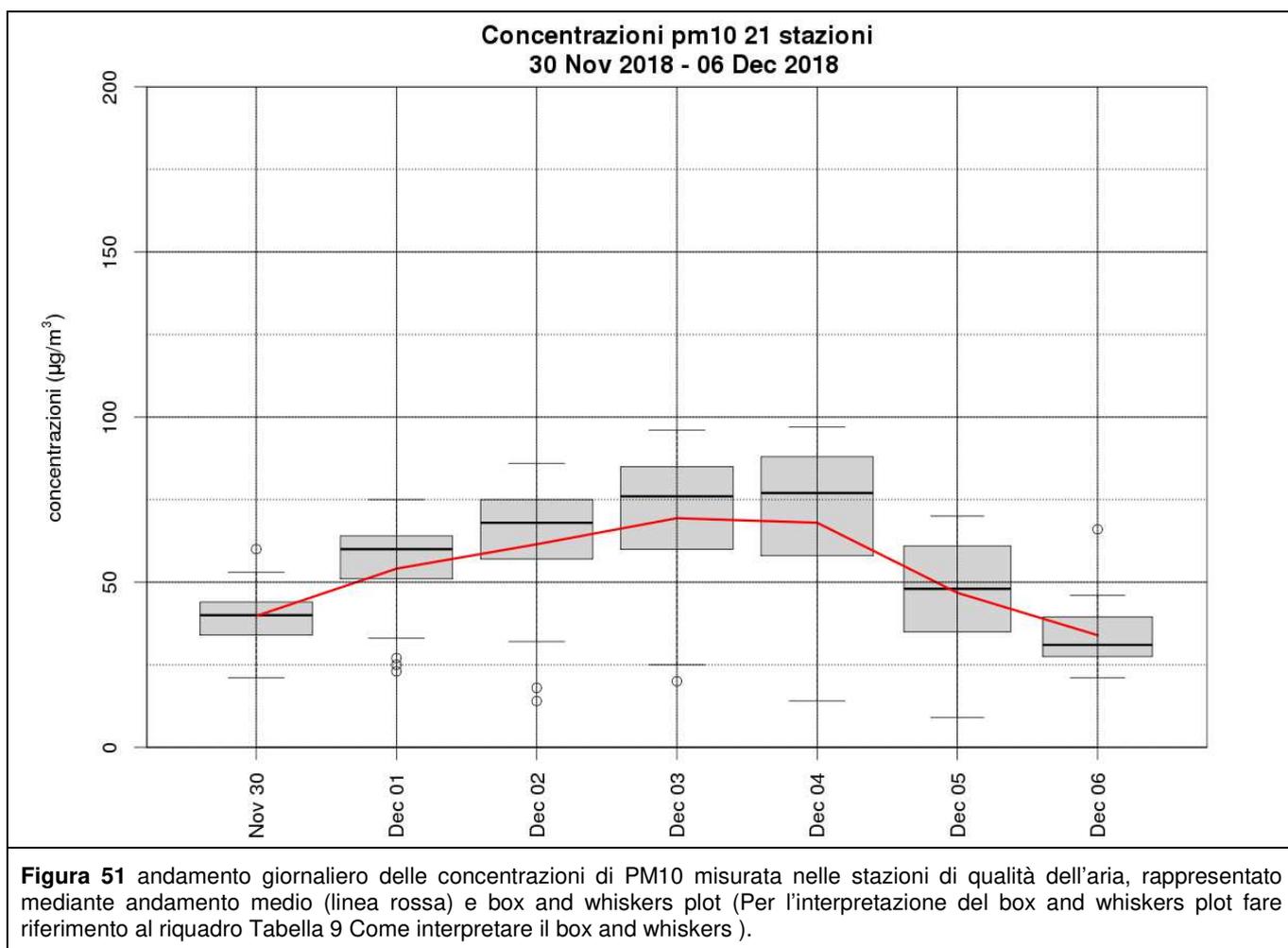
## Episodio dall'1 al 3 marzo 2018

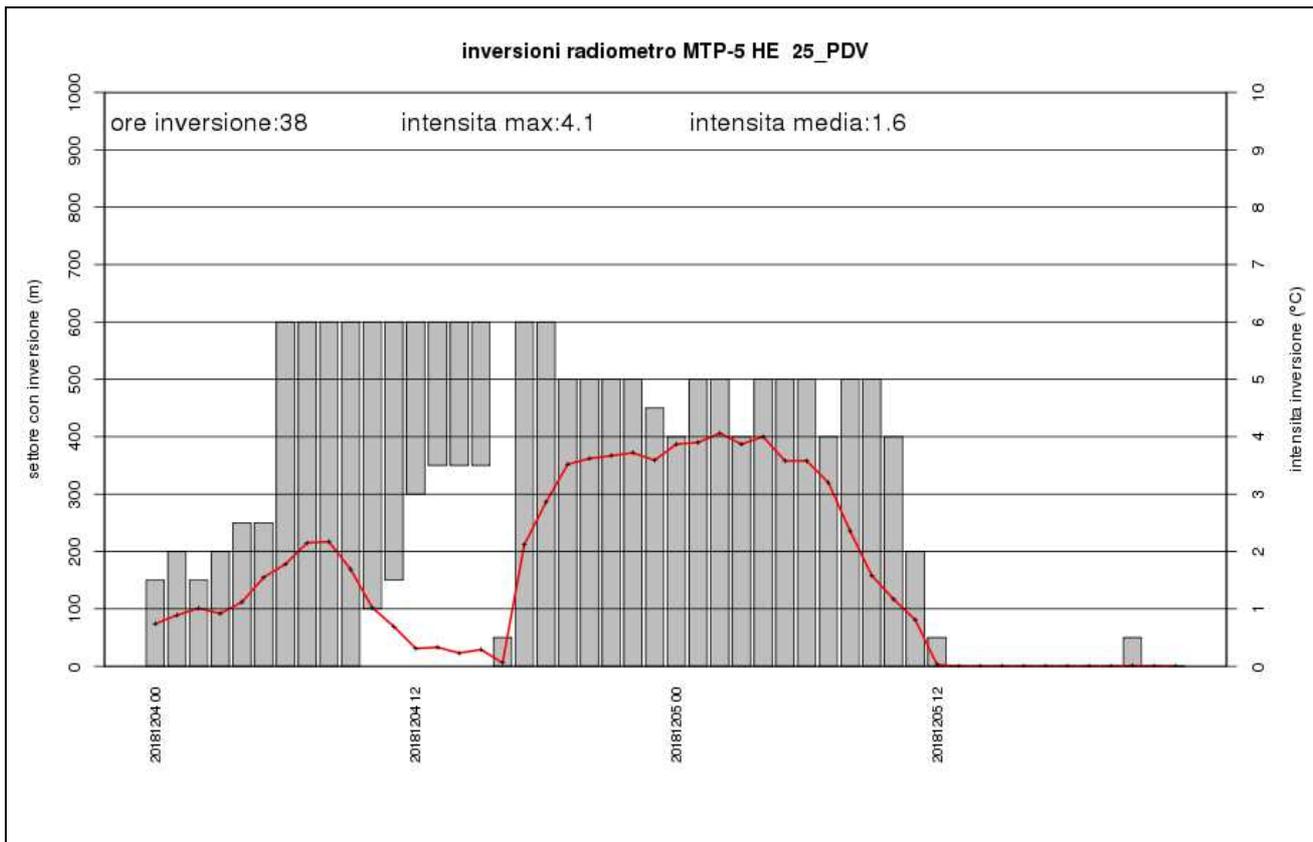
Il terzo episodio di inquinamento da polveri sottili si verifica nel corso di un evento con precipitazione nevosa. La precipitazione nevosa, in teoria è un fenomeno atmosferico in grado di ripulire l'atmosfera dalle polveri sottili. In questo caso, le concentrazioni sono aumentate anziché diminuire probabilmente perché, in primo luogo, pur essendo diffuse, le precipitazioni sono state generalmente di scarsa entità. Inoltre le temperature sono state sempre molto basse (nei giorni 1 e 2 anche le temperature massime sono state inferiori a zero) e questo ha fatto sì che l'atmosfera fosse molto stratificata. C'è infine da aggiungere che, probabilmente in questo caso c'è stato un aumento delle emissioni dovuto al risollevarimento del materiale utilizzato per ridurre il rischio ghiaccio sulle strade. Il passaggio di un'altra saccatura di origine atlantica il 3 marzo, associata a precipitazioni generalmente un po' più intense in pianura, favorisce la diminuzione delle polveri sottili, che scendono sotto i  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a partire dal giorno 4.



## Episodio dall'1 al 4 dicembre 2018

Dopo il passaggio nel primo giorno di dicembre di una saccatura atlantica (alla quale però non risultano associate precipitazioni sul Veneto), un promontorio anticiclonico, in espansione sul Mediterraneo occidentale, porta sulla regione tempo stabile e avvezione di aria più calda in quota; quest'ultimo fattore favorisce l'accentuazione dell'inversione termica, che il giorno 4 risulta persistente anche durante il giorno Figura 52. In questo contesto meteorologico è favorito il ristagno di polveri sottili. Tra il 5 e il 6 dicembre transita sulla regione una saccatura che determina dapprima un aumento della copertura nuvolosa e la conseguente scomparsa dell'inversione termica dal pomeriggio del giorno 5 e precipitazioni sparse il giorno 6. Questa attenuazione delle condizioni di stabilità favorisce un maggior rimescolamento atmosferico e una diminuzione delle concentrazioni di polveri sottili che scendono sotto la soglia dei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

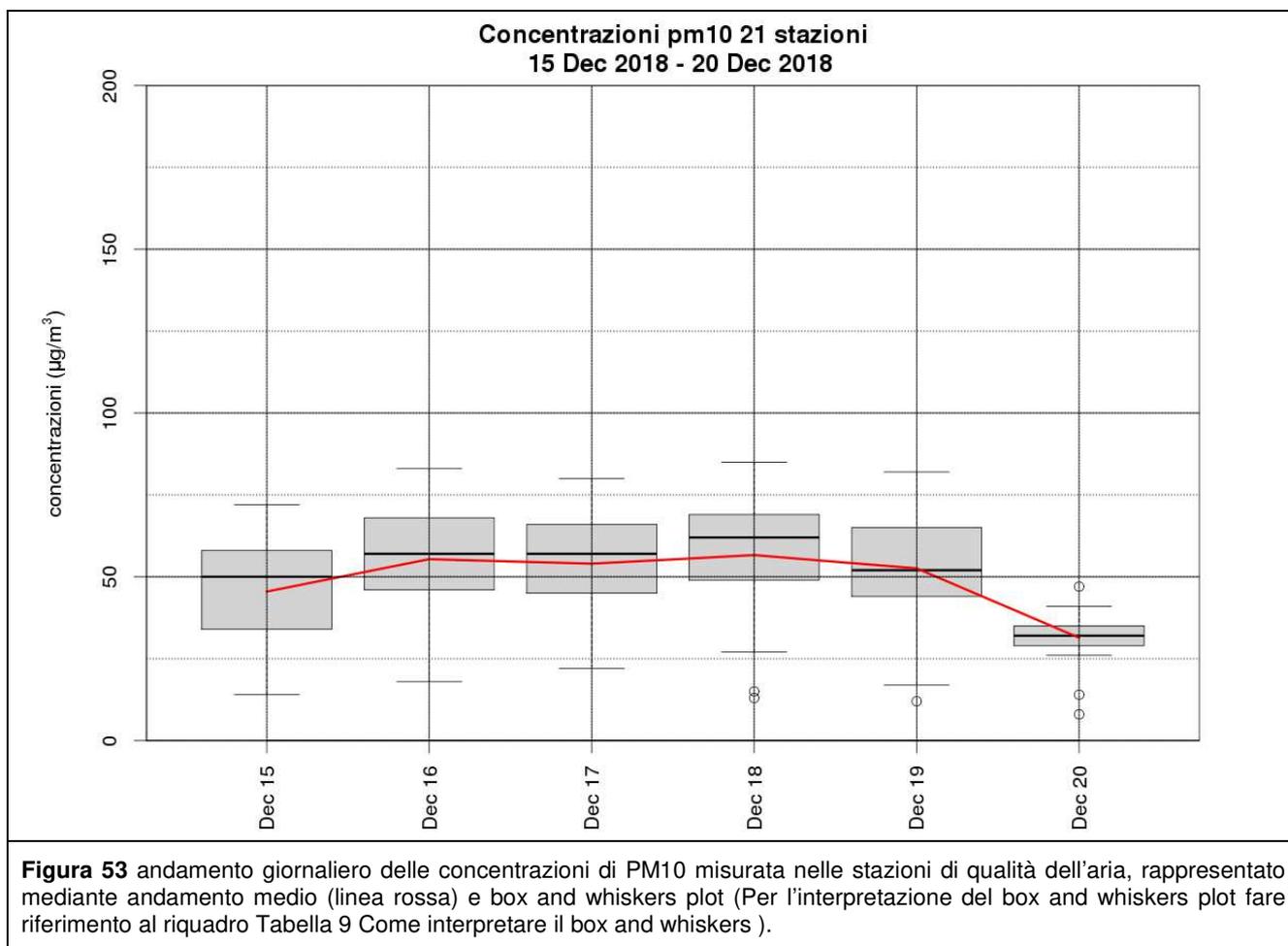




**Figura 52:** inversioni registrate dal radiometro di Rovigo nel periodo dal 4-12-2018 al 6-12-2018 ore 00:00. Gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione. I valori più elevati di differenza di temperatura sono indice di inversione termica più marcata. Si può vedere che il 4 dicembre l'inversione termica si sposta alle quote più alte, ma persiste anche durante il giorno, mentre il 5 dicembre l'inversione rimane fino alle ore 12, ma poi scompare e non si riforma neanche dopo il tramonto.

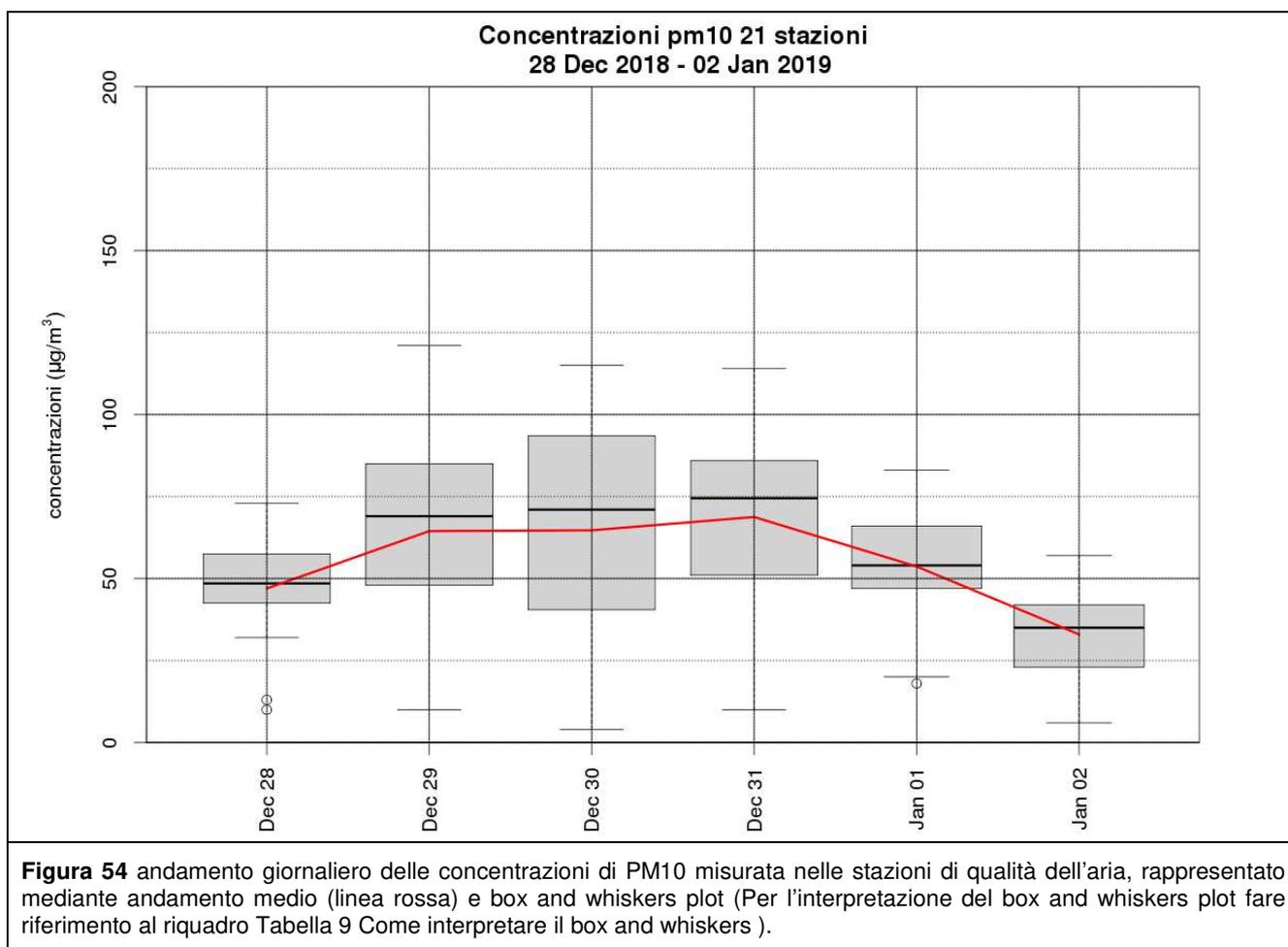
## Episodio dal 16 al 19 dicembre 2018

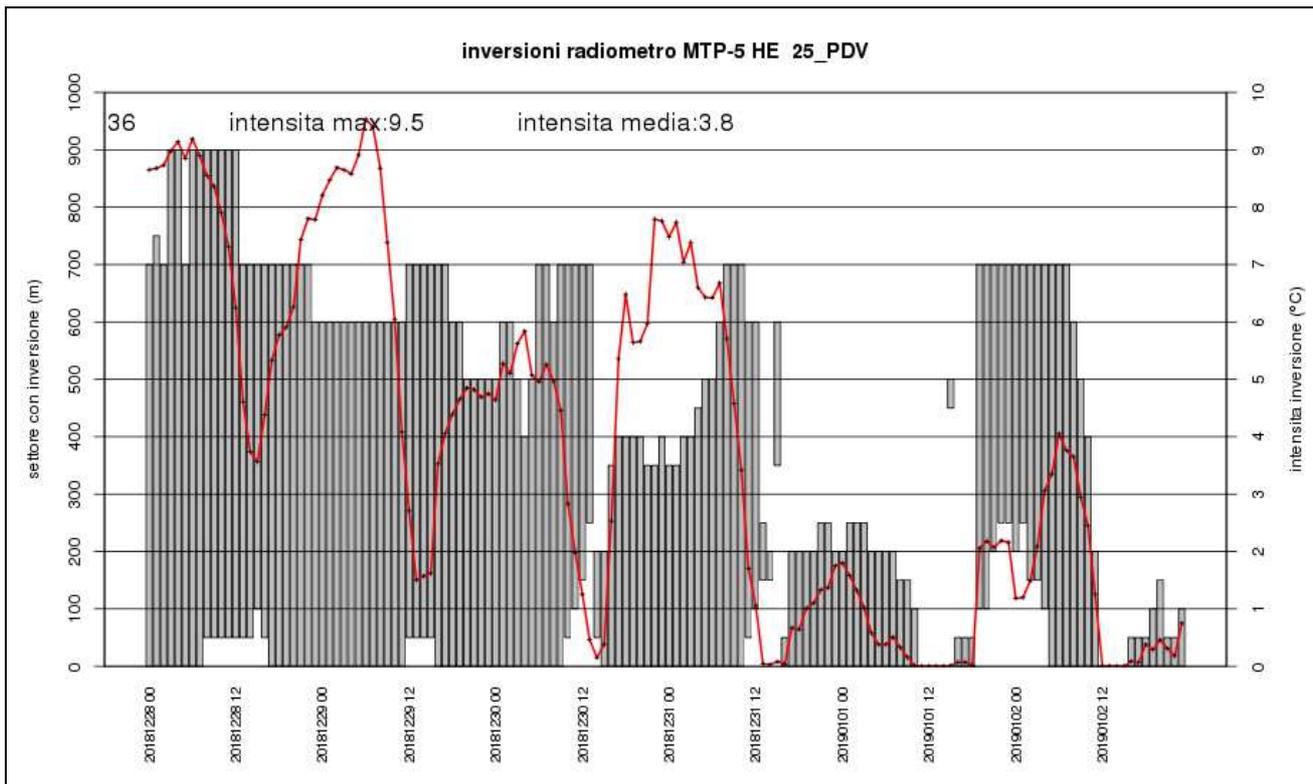
Dal 14 fino alla mattina del 16 dicembre il Veneto è interessato dall'influenza di un promontorio anticiclonico in espansione sul Mediterraneo occidentale; tra il 16 e il 17 dicembre una saccatura di origine atlantica transita sulla regione, portando un po' di variabilità e qualche precipitazione limitatamente alle zone meridionali; in seguito si verifica una temporanea rimonta anticiclonica, prima dell'arrivo di una perturbazione un po' più marcata che porta piogge diffuse su tutta la regione tra il 19 e il 20. Le condizioni di relativa variabilità fino al 19 fanno sì che le concentrazioni di polveri sottili, dopo essere aumentate nei giorni 15 e 16, restino pressoché stazionarie su valori in prevalenza di poco superiori alla soglia dei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le precipitazioni, che tra il 19 e il 20 interessano diffusamente la regione, favoriscono il dilavamento dell'atmosfera e mettono fine all'episodio di inquinamento da polveri sottili.



## Episodio dal 28 dicembre al 1 gennaio 2019.

L'ultima pentade del mese di dicembre è caratterizzata dal tempo stabile, grazie alla presenza di un promontorio di matrice atlantica, con temperature particolarmente miti in quota e marcata inversione termica in pianura e nelle valli. L'inversione termica persiste anche durante il giorno ed è particolarmente intensa dal 28 alla mattina del 31 (Figura 55). Tale situazione favorisce da una parte la formazione di nebbie e nubi basse persistenti in pianura, dall'altra il ristagno delle polveri sottili, le cui concentrazioni superano la soglia dei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bisogna attendere il nuovo anno ed in particolare l'arrivo di un fronte dall'Europa settentrionale, che determinando l'intensificazione dei venti da nord, non solo in montagna, ma anche in pianura, favorisce un buon rimescolamento e mette fine all'episodio di inquinamento acuto da polveri sottili.





**Figura 55:** inversioni registrate dal radiometro di Padova nel periodo dal 28-12-2018 al 03-01-2019 ore 00:00. Gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione.

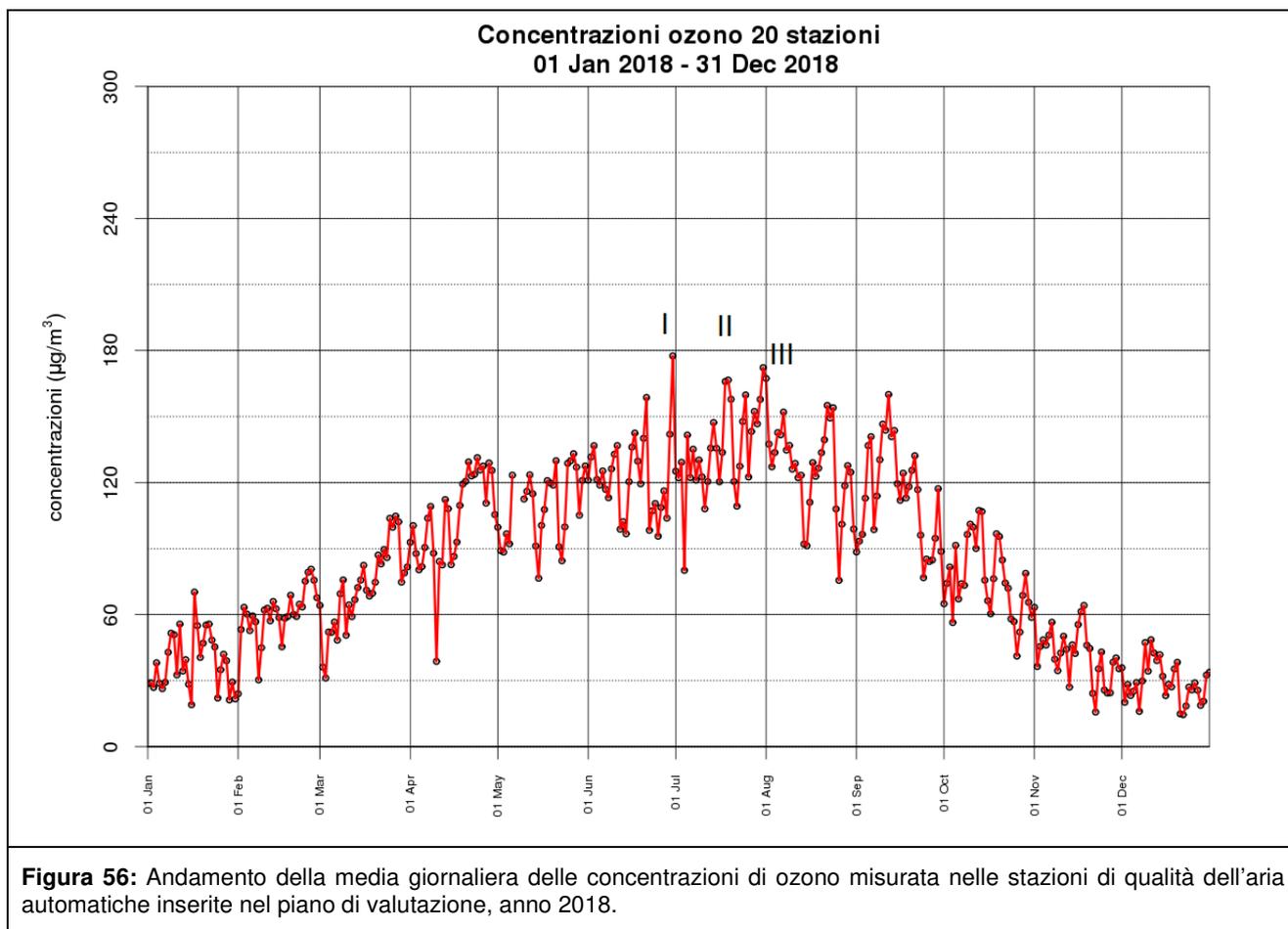
## 9.6 Episodi di inquinamento da ozono

### Elenco episodi

Gli episodi acuti sono classificati in base al seguente criterio: sono stati individuati i periodi in cui la soglia di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  è stata superata dalla media su tutte le stazioni per un periodo di almeno 3 giorni e in almeno una stazione è stata superata la soglia di informazione.

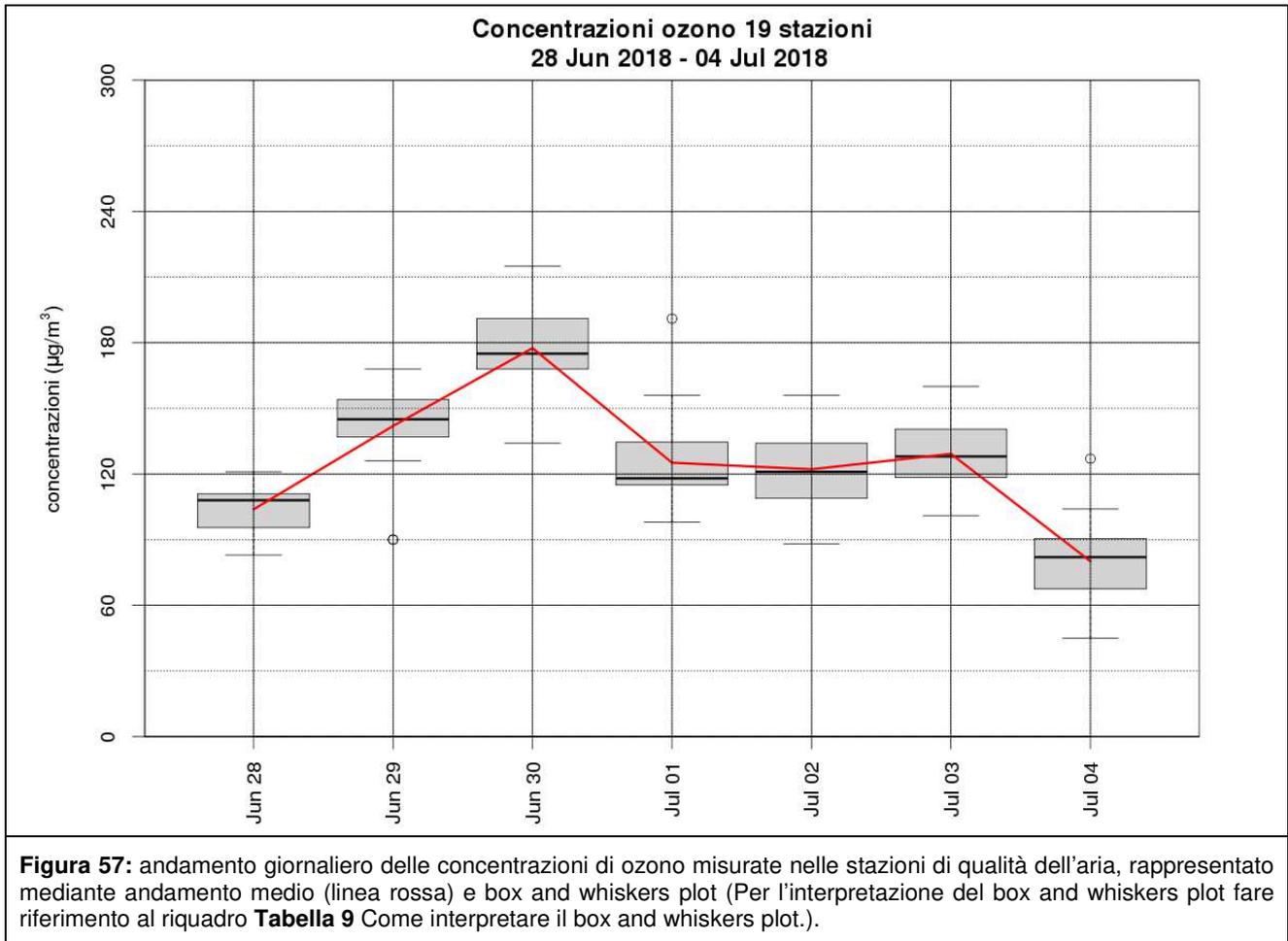
Seguendo questo criterio gli episodi di inquinamento acuto da ozono del 2018 sono stati:

- I - dal 29 giugno al 3 luglio 2018;
- II - dal 17 luglio al 21 luglio 2018;
- III - dal 28 luglio al 14 agosto 2018.



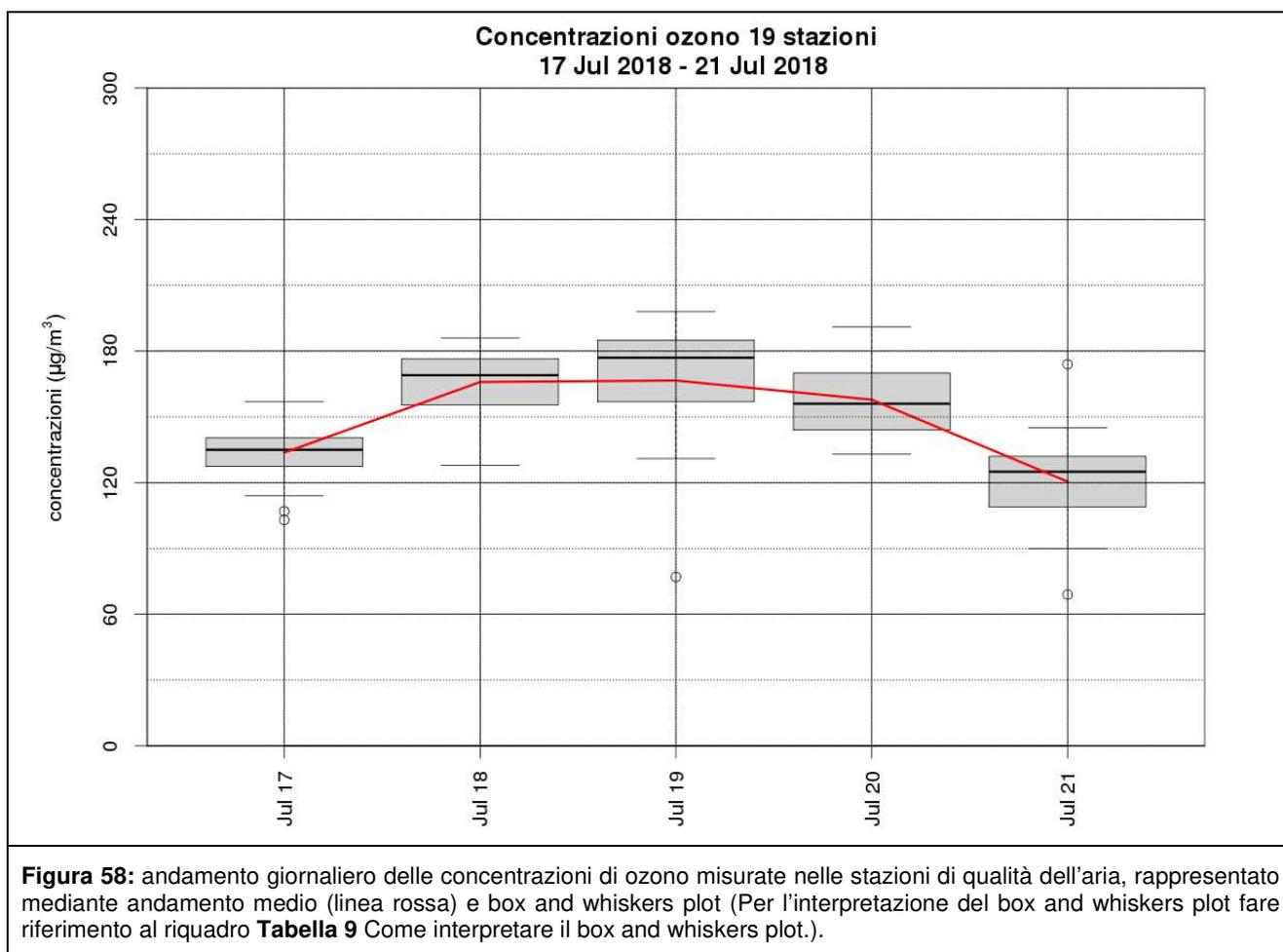
### Episodio dal 29 giugno al 3 luglio.

Verso la fine del mese di giugno il tempo è stabile e ben soleggiato e le temperature aumentano fino a superare diffusamente i 33°C in pianura il giorno 30. Tale situazione crea condizioni favorevoli alla formazione di ozono, le cui concentrazioni arrivano a superare la soglia di informazione. Nei primi giorni di luglio, il tempo comincia a diventare instabile a causa di una goccia fredda sui Balcani che provoca dei rovesci/temporali inizialmente solo sulle zone orientali, poi a partire dal giorno tre su tutta la regione. Questa fase di instabilità mette fine repentinamente all'episodio di inquinamento acuto da ozono.



## Episodio dal 17 al 21 luglio

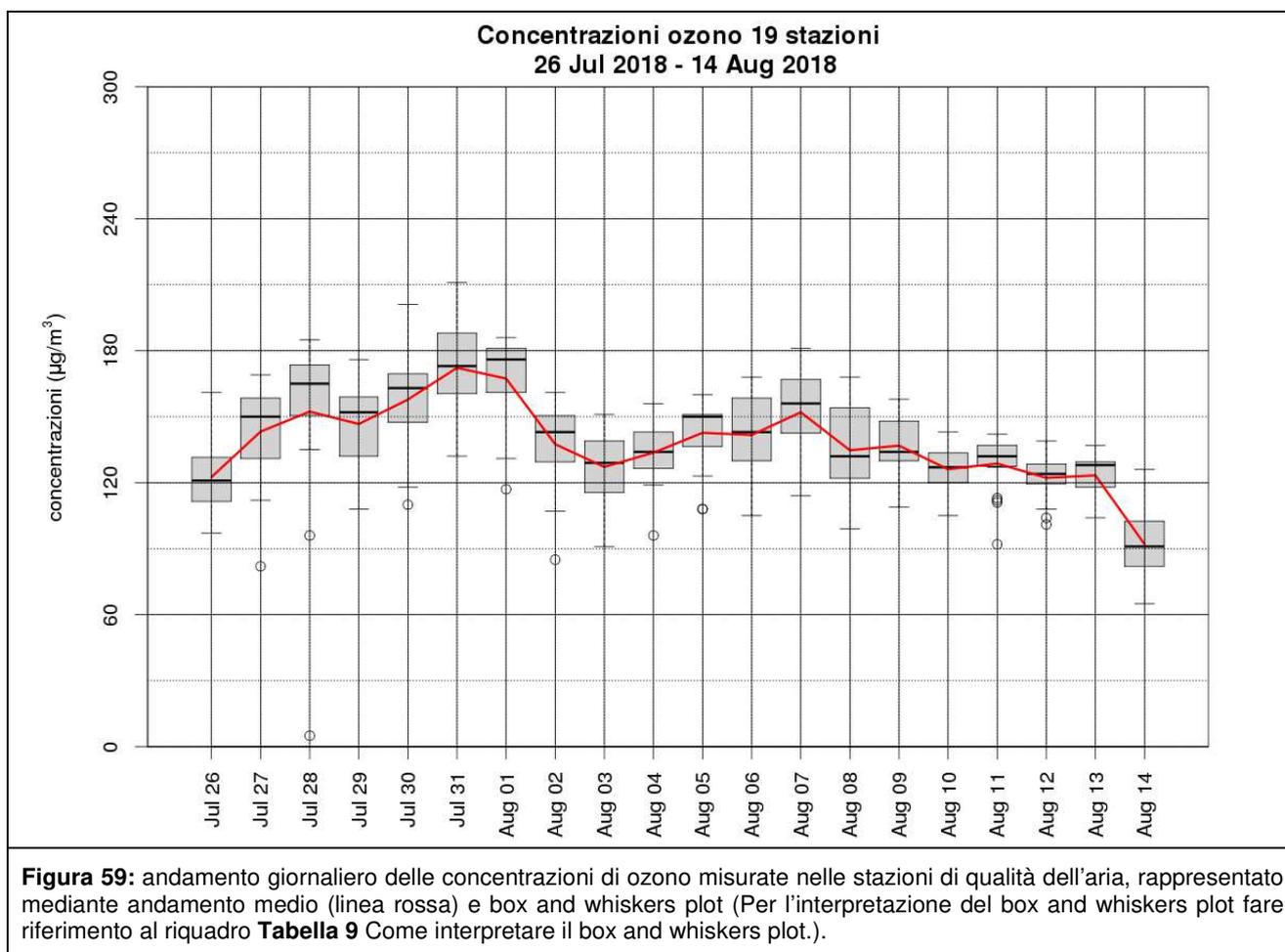
Dal 17 luglio, un promontorio anticiclonico di origine nord-africana espande la sua influenza fino all'Europa centrale, determinando tempo in prevalenza stabile e soleggiato anche sul Veneto, con temperature in progressivo aumento fino a valori moderatamente superiori alla media nei giorni 18 e 19. Tale situazione meteo-climatica favorisce la formazione di ozono, le cui concentrazioni superano la soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in numerose stazioni. Dal pomeriggio del giorno 20, un indebolimento dell'alta pressione favorisce il verificarsi di episodi di instabilità, locali il giorno 20, diffusi il 21; il minor soleggiamento e il calo delle temperature conseguenti favoriscono la diminuzione delle concentrazioni di ozono che si riportano progressivamente su valori inferiori alla soglia di informazione.



## Episodio dal 28 luglio al 14 agosto

Nell'ultima pentade di luglio l'espansione di un promontorio mediterraneo garantisce un periodo con tempo stabile e caldo, specie negli ultimi giorni del mese, quando le temperature in pianura superano diffusamente i 35°C e localmente anche i 36°C. Tale situazione meteo-climatica favorisce la formazione di ozono troposferico, le cui concentrazioni arrivano a superare in alcuni giorni in maniera diffusa la soglia di informazione.

Nei primi giorni di agosto si hanno ancora giornate soleggiate con clima estivo, ma il giorno 2 si verificano rovesci e temporali sparsi. Poi fino a quasi metà mese le giornate sono molto calde, con temperature massime in pianura ancora diffusamente superiori ai 35°C, specie fino al giorno 5, ma si verificano ancora frequenti episodi di instabilità nel pomeriggio/sera soprattutto sulle zone montane e nei giorni 8, 9 e 11 anche in pianura. In questa fase, anche se dal punto di vista termico risulta favorita la formazione di ozono, l'accumulo di questo inquinante è in parte contenuta dal rimescolamento attuato dall'instabilità e dalla riduzione del soleggiamento dovuto allo sviluppo dei cumuli nelle ore pomeridiane. Tra il 13 e il 14 agosto transita sulla regione una saccatura dall'Europa settentrionale, che porta rovesci e temporali diffusi ed un marcato calo delle temperature. Questa perturbazione mette fine all'episodio di inquinamento acuto da ozono.



## 10. Valutazione modellistica del PM 10 su scala regionale

Il sistema SPIAIR produce, quotidianamente, previsioni numeriche fino a + 72 ore delle concentrazioni di PM10 (e O3max) su una griglia di calcolo di 4 Km di risoluzione che comprende tutta la regione. Integrando le previsioni numeriche con le misure, una volta disponibili, è possibile ottenere un prodotto che non ha più il senso di previsione ma di valutazione (“analisi”) delle concentrazioni sul dominio del modello; per esempio dalla correzione, mediante opportune tecniche di interpolazione, della previsione a +24 ore della media giornaliera di PM10 si ottiene una mappa di analisi delle concentrazioni giornaliere relativa al giorno di emissione. Tale approccio si rivela particolarmente utile quando i dati misurati sono disponibili in tempo reale, come nel caso degli analizzatori automatici di PM10, in quanto permette di calcolare con un breve ritardo la mappa di analisi delle concentrazioni sull’intera griglia di calcolo (“near real time”). L’algoritmo implementato consiste in due passi successivi:

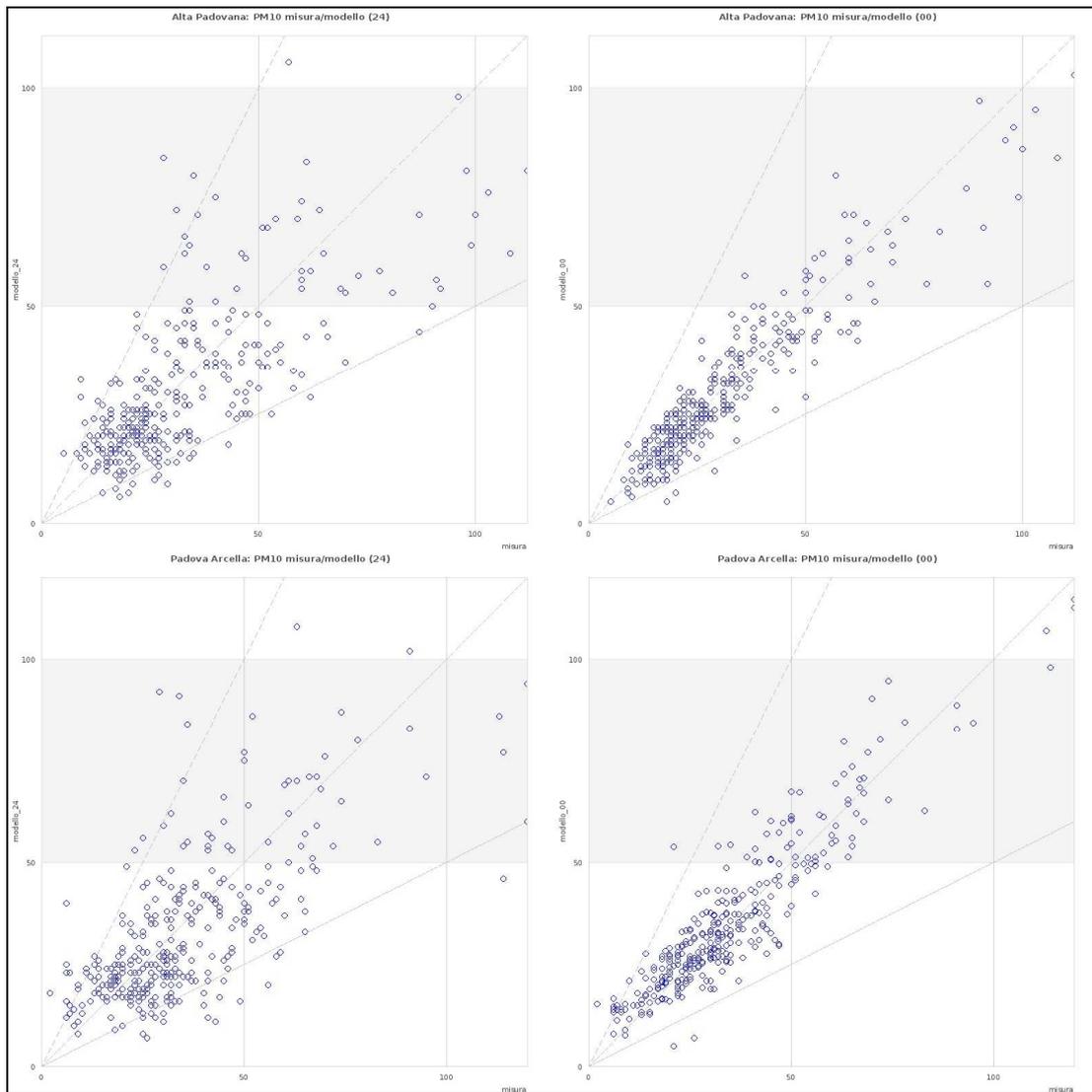
- calcolo dello scarto nei siti di misura a partire dal valore misurato e dal corrispondente valore del modello ;
- calcolo dello scarto in ogni punto della griglia come media pesata degli scarti nei siti di misura con coefficienti (pesi) inversamente proporzionali al quadrato della distanza (metodo conosciuto come “inverse distance weighting”).

### 10.1 Verifica dell’algoritmo di analisi

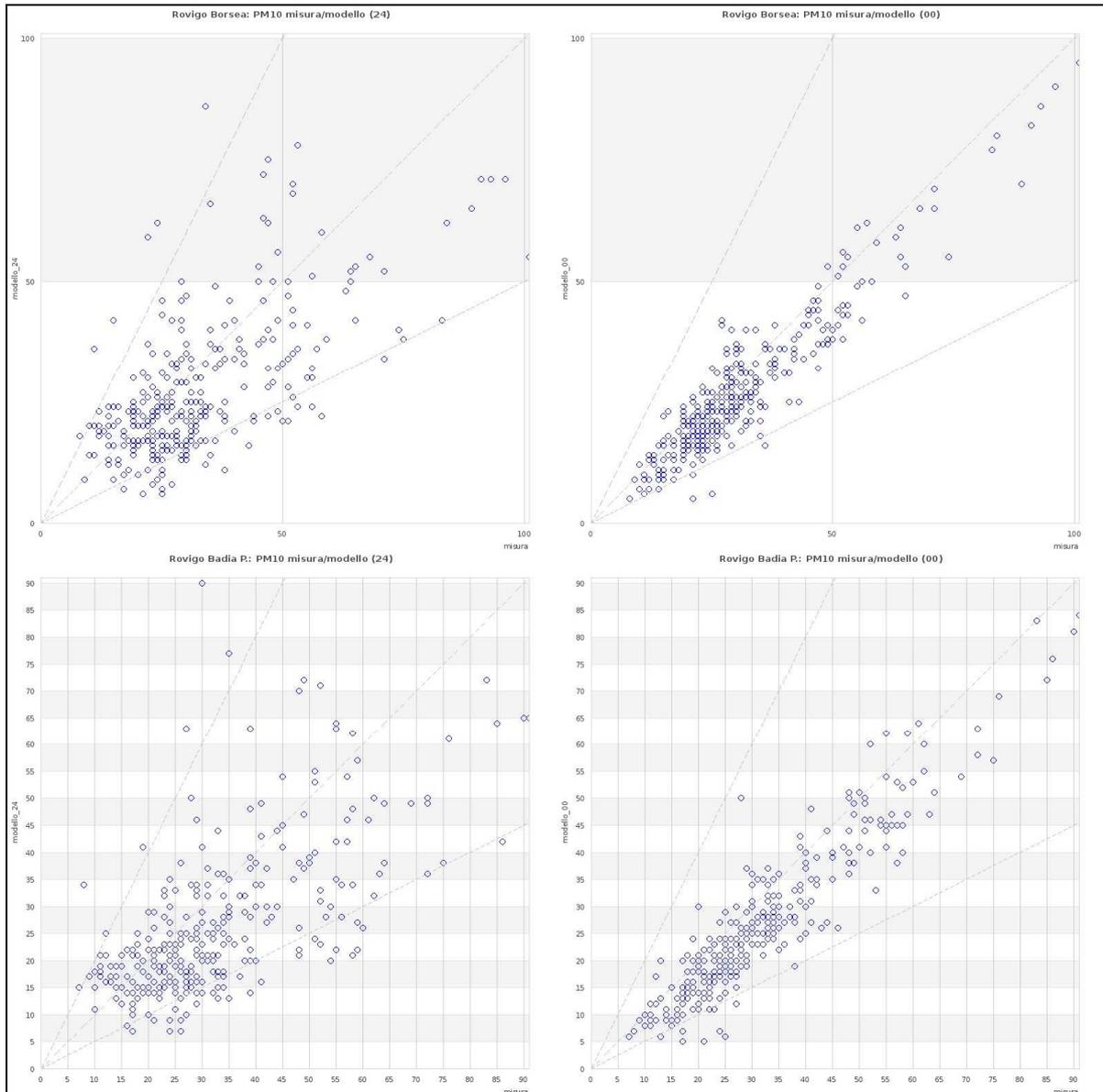
Quasi tutte le stazioni di “fondo” dotate di analizzatore automatico sono state incluse nell’algoritmo di analisi. Per queste stazioni la verifica è scontata, dato che la previsione viene corretta con lo scarto realmente misurato; la tecnica è stata quindi verificata su alcune stazioni di fondo non incluse nella procedura di correzione (principalmente perché sprovviste di analizzatore automatico), ovvero: Alta Padovana, RO-Borsea, Badia Polesine e PD-Arcella (attualmente sostituisce PD-Mandria). Per queste stazioni si è verificato che la procedura di analisi migliora notevolmente sia il grado di correlazione che l’errore (assoluto o quadratico) medio.

Nei grafici a dispersione riportati in Figura 60 e Figura 61 si riporta il valore misurato (“misura”) in ascissa e la previsione prima (“modello\_24”) e dopo (“modello\_00”) l’applicazione dell’algoritmo in ordinata. Si osserva come l’applicazione dell’algoritmo di analisi apporta una sensibile riduzione della dispersione dei punti che risultano più addensati lungo la linea centrale.

Per le stazioni di Rovigo Borsea e Badia Polesine (Figura 61) i punti sono tuttavia al di sotto della linea centrale e ciò implica che il modello in prevalenza sottostima la misura. Tale differenza si traduce in un numero di superamenti stimato dal modello significativamente inferiore a quello misurato (cfr. Figura 63).



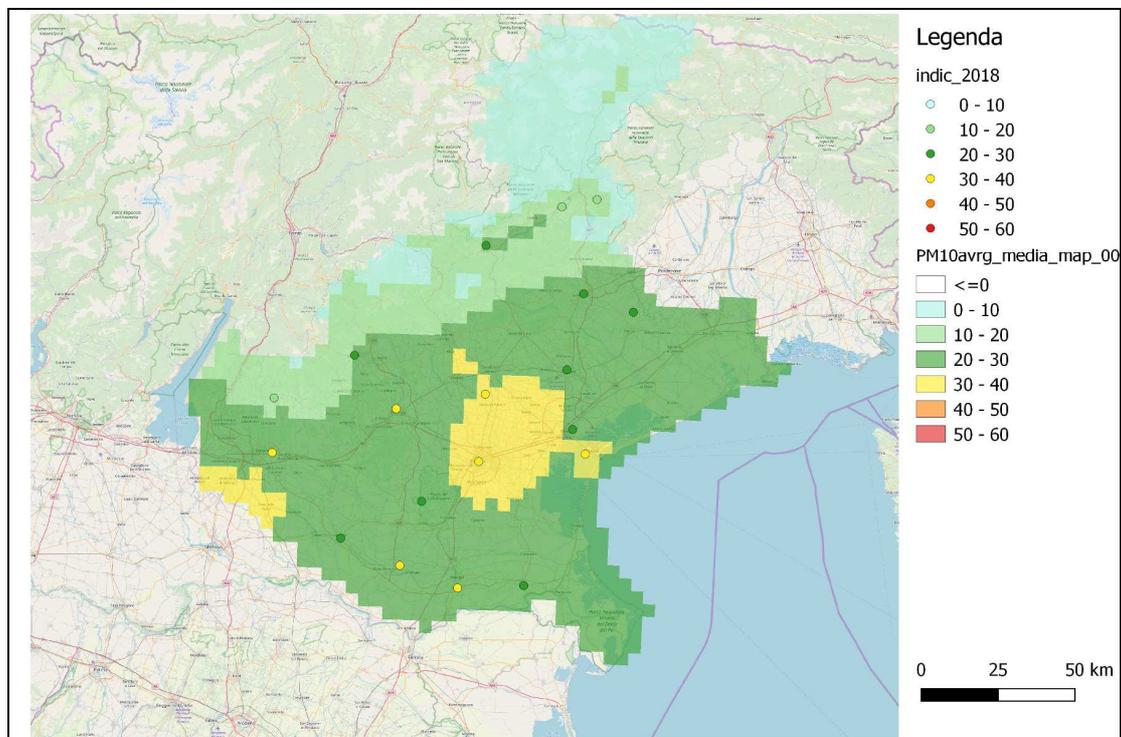
**Figura 60** Diagrammi a dispersione misura (x)/modello(y) per le stazioni di Alta Padovana (in alto) e PD-Arcella (in basso). A sx previsione a +24 ore (modello\_24), a destra "analisi" (modello\_00). Per ogni diagramma sono riportati la linea  $y=x$ , corrispondente ad accordo perfetto, e le due linee  $y=2x$  e  $y=x/2$ .



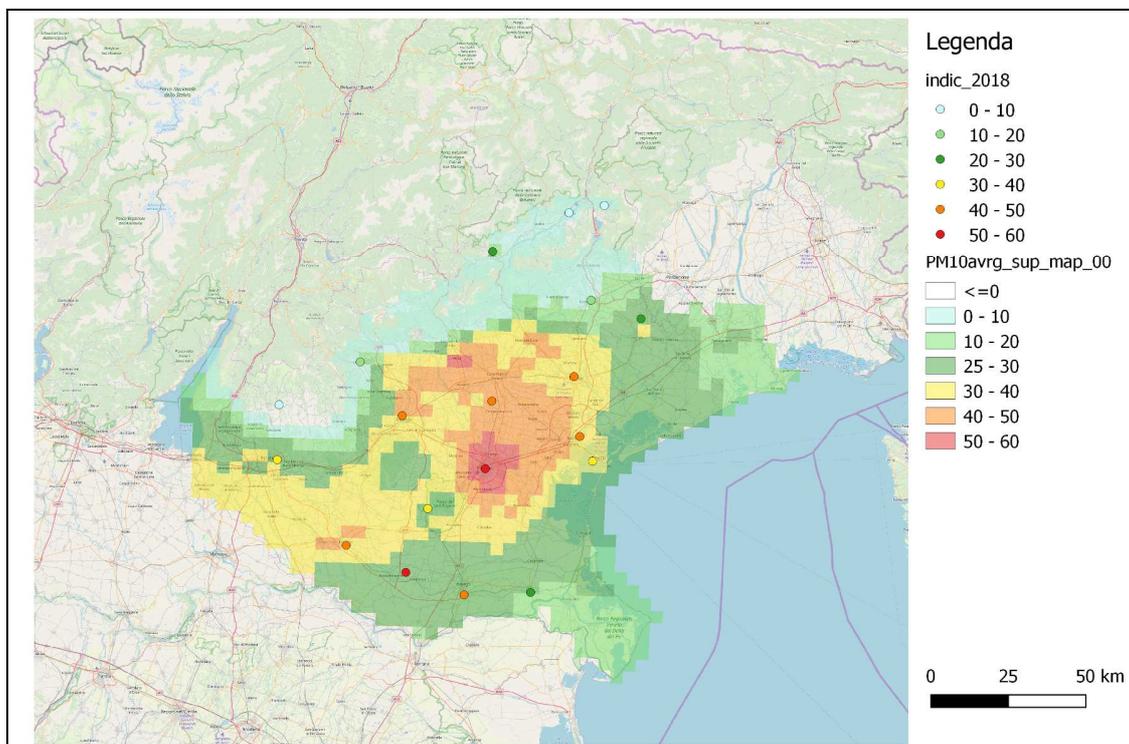
**Figura 61** Diagrammi a dispersione misura (x)/modello(y) per le stazioni di Rovigo Borsea (in alto) e Badia Polesine (in basso). A sx previsione a +24 ore (modello\_24), a destra "analisi" (modello\_00). Per ogni diagramma sono riportati la linea  $y=x$ , corrispondente ad accordo perfetto, e le due linee  $y=2x$  e  $y=x/2$ .

## 10.2 Stima degli indicatori annuali di PM10

Le mappe seguenti riportano gli indicatori statistici annuali del PM10, valutati sulla griglia del modello a partire dalle mappe di analisi giornaliere prodotte con la tecnica descritta. Si riportano anche i corrispondenti indicatori per le stazioni, con la stessa scala di colori in modo da facilitare il confronto.



**Figura 62** PM10: Media annuale calcolata dal sistema modellistico. La mappa riporta, nella stessa scala di colori, l'indicatore calcolato per le stazioni di misura



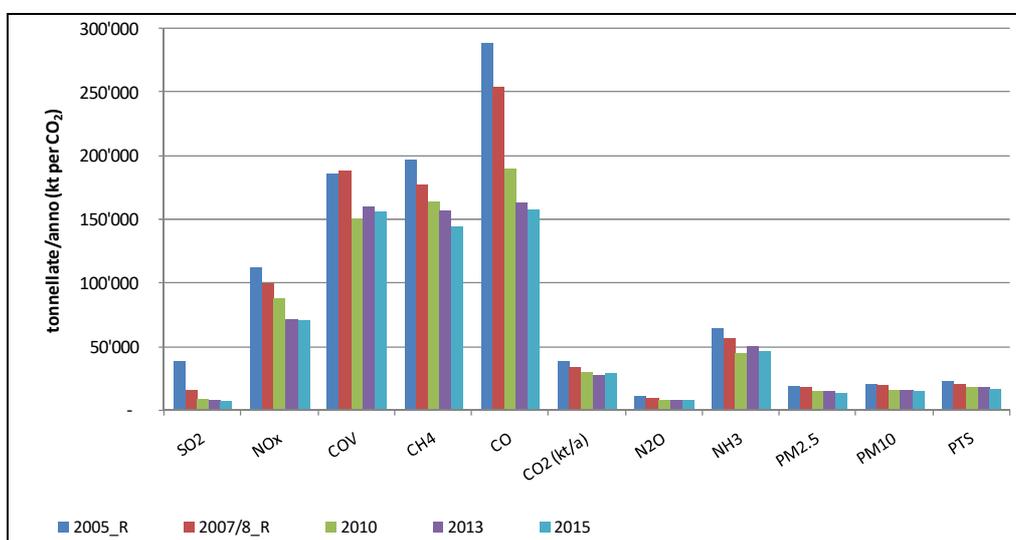
**Figura 63** Numero di superamenti del limite giornaliero calcolati dal sistema modellistico. La mappa riporta, nella stessa scala di colori, l'indicatore calcolato per le stazioni di misura.

Si osserva una lieve sottostima della media annuale in alcuni siti, tuttavia per la maggior parte si tratta di differenze di poco conto ( $1-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Differenze più significative si riscontrano nel calcolo del numero di superamenti che appare sensibilmente sottostimato per le stazioni di RO-Borsea e Badia Polesine.

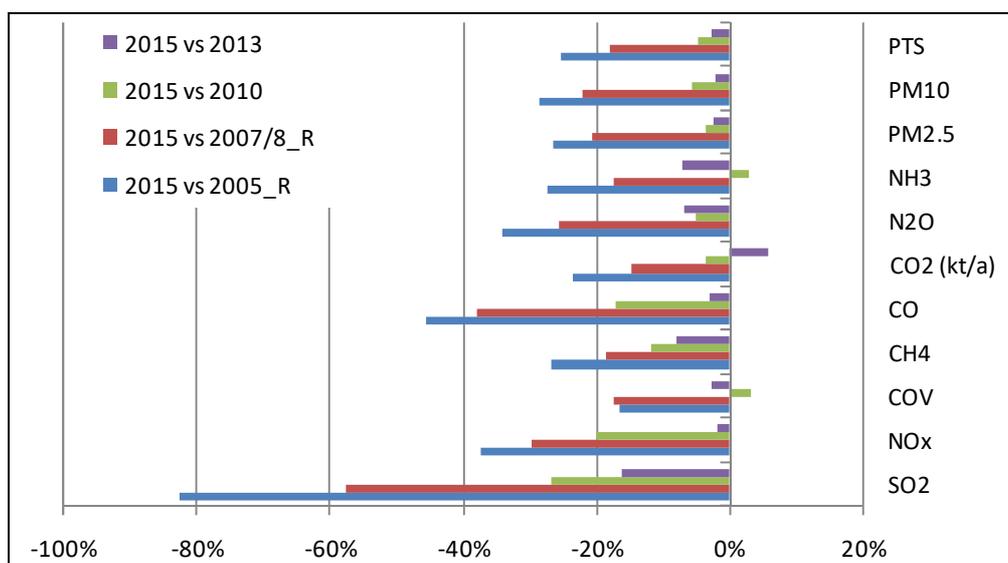
## 11. L'inventario delle emissioni INEMAR 2015

L'ultimo aggiornamento dell'inventario delle emissioni si riferisce all'anno 2015, anno precedente l'emanazione del Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera, adottato con DCR n. 90/2016. Nel presente paragrafo si raffrontano sinteticamente i trend delle emissioni relativi agli anni 2005, 2007/8, 2010, 2013, 2015). Si riportano nel seguito dei grafici (Figura 64, Figura 65, Figura 66) che mostrano questi trend per tutti gli inquinanti che presentano un limite di legge.

Si precisa che le emissioni del 2005 e 2007/8 sono comprensive di un ricalcolo (\_R) delle emissioni prodotte da combustione di biomassa legnosa, in quanto dopo il 2008 sono stati aggiornati i fattori di emissione utilizzati nei calcoli. In questo modo si sono ottenuti dati confrontabili per tutte le edizioni dell'inventario INEMAR.



**Figura 64** INEMAR Veneto. Confronto tra le emissioni totali regionali delle edizioni 2005\_R (ricalcolate), 2007/8\_R (ricalcolate), 2010 (dati definitivi), 2013 (dati definitivi) e 2015 (dati definitivi).



**Figura 65** INEMAR Veneto. Variazione % delle emissioni totali regionali delle edizioni 2005\_R (ricalcolate), 2007/8\_R (ricalcolate), 2010 (dati definitivi), 2013 (dati definitivi) rispetto al 2015 (dati definitivi).

La serie storica mette in evidenza una generale riduzione delle emissioni tra il 2015 e le edizioni precedenti, più intensa in relazione agli inventari meno recenti 2005 e 2007/2008.

In dieci anni, tra il 2015 e il 2005, si nota un'importante riduzione delle emissioni di **SO<sub>2</sub>**, che passano da quasi 38.000 tonnellate/anno a circa 6.500 tonnellate/anno nel 2015 (riduzione complessiva nel 2015 di -83% delle emissioni 2005). La riduzione è a carico per più del 60% della produzione di energia e per il restante 40% di industria, mezzi off-road e riscaldamento domestico, a conferma dei trend nazionali ed europei sull'utilizzo di combustibili a basso tenore di zolfo.

Riduzioni particolarmente significative sono relative alle emissioni di **NO<sub>x</sub>**, la cui stima del totale regionale passa da circa 112.000 tonnellate/anno del 2005 a poco più di 70.000 tonnellate/anno nel 2015 (riduzione complessiva nel 2015 di -37% delle emissioni 2005). Circa il 37% di tale riduzione nel decennio è legata al macrosettore dei trasporti stradali ed è dovuta principalmente all'evoluzione del parco veicolare. Il 25% della riduzione è inoltre imputato alla contrazione della produzione energetica regionale, mentre un 15% è legato al comparto industriale (sia per diminuzione o variazione della produzione industriale in molti settori, sia per miglioramento delle prestazioni ambientali di alcuni grandi impianti). Riduzioni di circa il 10% sono inoltre legate sia al settore domestico che ai mezzi off-road.

Per quanto riguarda le emissioni di polveri **PM<sub>10</sub>** (riduzione complessiva, nel 2015, del -28% delle emissioni 2005), poco più del 40% della riduzione è legata alla combustione di biomasse legnose, in parte per una variazione al ribasso delle stime dei consumi regionali e in parte per una maggior presenza di stufe con migliori prestazioni ambientali.

Riduzioni superiori al 25% sono inoltre associate sia al trasporto stradale che ai mezzi off-road.

Anche le emissioni di **NH<sub>3</sub>** si riducono di circa 17.500 tonnellate tra il 2005 e il 2015 (riduzione complessiva nel 2015 di -27% delle emissioni 2005), in gran parte a causa della diminuzione del numero di capi allevati, soprattutto bovini. Per lo stesso motivo vi sono significative riduzioni dei gas serra **CH<sub>4</sub>** e **N<sub>2</sub>O** (riduzione complessiva nel 2015 rispettivamente di -27% e -34% delle emissioni 2005).

In riferimento ai gas serra, un'importante riduzione del metano è inoltre imputata alla gestione di rifiuti (discariche), mentre il 50% della riduzione complessiva delle emissioni di **CO<sub>2</sub>** (riduzione complessiva nel 2015 di -24% delle emissioni 2005), pari a circa 9.000.000 di tonnellate in dieci anni, è associato alla produzione di energia elettrica; un 30% del risparmio di **CO<sub>2</sub>** è relativo al settore civile e un 14% al traffico veicolare.

Per quanto riguarda il confronto tra l'edizione 2015 e l'edizione 2013, nel seguito si analizzano brevemente le variazioni tra le due annualità, sia per i macroinquinanti che per metalli e benzo(a)pirene. Si sottolinea che la variazione delle emissioni di questa edizione rispetto alla precedente è non particolarmente significativa. Il quadro generale è contraddistinto da una riduzione delle emissioni da traffico veicolare, per naturale turnover del parco veicolare, e da un incremento delle emissioni associate alla produzione di energia elettrica. Anche le emissioni da riscaldamento domestico sono in lieve flessione, in dipendenza di una diminuzione del consumo di gas metano per uso residenziale, secondo le statistiche fornite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il gas.

Emissioni di **polveri** (PTS, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>): -3% (PTS), -2% (PM<sub>10</sub>), -2% (PM<sub>2.5</sub>)

I lievi decrementi delle emissioni regionali di polveri sono relativi in gran parte al rinnovo tecnologico dei veicoli e dei mezzi off-road, nonché delle stufe tradizionali a legna verso apparecchi più efficienti.

Emissioni di ammoniaca (**NH<sub>3</sub>**) e protossido di azoto (**N<sub>2</sub>O**): -7%

La variazione delle emissioni di ammoniaca dipende in larga misura da una consistente riduzione delle vendite del fertilizzante urea nel 2015, secondo le statistiche ISTAT.

Emissioni di anidride carbonica (**CO<sub>2</sub>**): +6%

Le variazioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> tra il 2013 e il 2015 dipendono in gran parte dalla ri-parametrizzazione delle superfici forestali per difetto, effettuata sulla base delle indicazioni dell'Ufficio Foreste. Ad una riduzione delle superfici forestali corrisponde un minor assorbimento di CO<sub>2</sub>. Per quanto riguarda le emissioni antropiche si rileva un incremento delle emissioni legate all'aumento della produzione di energia elettrica nel 2015 rispetto al 2013.

Emissioni di monossido di carbonio (**CO**): -3%

La riduzione più significativa delle emissioni di CO è attribuita al traffico veicolare.

Emissioni di metano (**CH<sub>4</sub>**): -8%

Le variazioni più consistenti sono associate alle emissioni da discariche.

Emissioni di composti organici volatili (**COV**): -3%

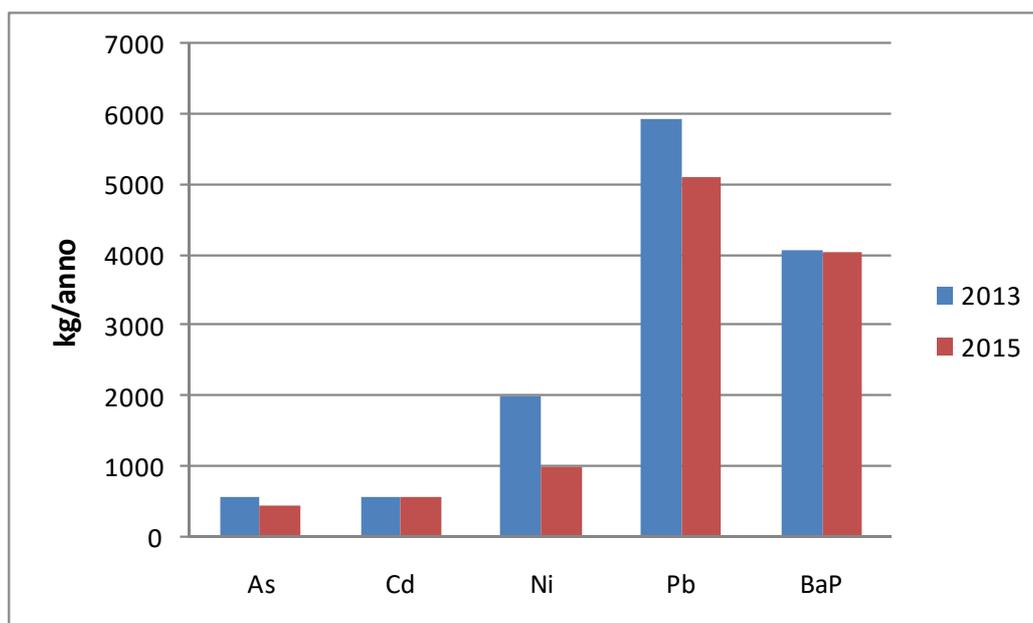
La variazione delle emissioni di COV è da attribuirsi all'uso di solventi e al traffico veicolare.

Emissioni di ossidi di azoto (**NO<sub>x</sub>**): -2%

Le variazioni emissive associate agli ossidi di azoto sono in linea con il quadro generale sopra descritto.

Emissioni di biossido di zolfo (**SO<sub>2</sub>**): -16%

La riduzione delle emissioni di SO<sub>2</sub> è principalmente dovuta al comparto industriale, con particolare riferimento alla raffineria di Porto Marghera.



**Figura 66** INEMAR Veneto. Emissioni regionali di microinquinanti relative alle edizioni 2013 e 2015.

Emissioni di microinquinanti: **As, Ni, Cd, Pb e B(a)P**

In Figura 66 sono riportate le emissioni totali regionali dei microinquinanti per le edizioni 2013 e 2015.

Le variazioni emissive tra le due annualità sono in gran parte dovute ad un incremento delle informazioni circa le emissioni monitorate a camino, che ha comportato un minor uso di stime mediante Fattori di Emissione, che per alcune attività emissive ed in particolare per i microinquinanti possono non essere rappresentativi della specifica sorgente emissiva. Questo ha prodotto una riduzione delle emissioni di As, Ni e in misura minore Pb, mentre il Cd si mantiene sostanzialmente inalterato.

Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, le emissioni di questo inquinante sono sostanzialmente legate alla combustione di biomassa legnosa, che si considera inalterata dal 2013 al 2015.

Per qualsiasi approfondimento si consulti il seguente link:

<http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>

## 12. Conclusioni

I risultati presentati evidenziano che, nel 2018, analogamente agli anni precedenti, le principali criticità sono state rappresentate dal superamento diffuso sul territorio regionale del valore limite giornaliero per il PM10 e dal superamento del valore limite annuale per il PM2.5, limitatamente ai capoluoghi di Padova e Venezia. Il valore limite annuale per il PM10 invece non è stato superato in alcuna stazione della rete.

Le medie annuali per il Benzo(a)pirene hanno superato il valore obiettivo annuale di 1.0 ng/m<sup>3</sup> a Padova e Treviso, oltre che nelle stazioni di Alta Padovana e Area Feltrina, dove è stato raggiunto il massimo regionale, con una concentrazione di 1.8 ng/m<sup>3</sup>.

Nel 2018 si è verificato il superamento del valore limite annuale per il biossido di azoto a Venezia (VE-Rio Novo); la concentrazione media annuale registrata è stata pari a 51 µg/m<sup>3</sup>. Tale valore evidenzia una situazione critica, ma locale, di inquinamento da biossido di azoto, in considerazione del fatto che tutte le altre stazioni situate a Venezia (VE-Sacca Fisola, VE-Parco Bissuola, VE-Malcontenta e VE-Tagliamento, VE-Beccaria) non presentano superamenti del valore limite annuale. Al contrario, si evidenzia che le concentrazioni di PM10 rilevate nella stazione di VE-Rio Novo sono pressoché analoghe a quelle registrate nelle altre stazioni della rete. Si evidenzia, inoltre che nella stazione di fondo rurale di Alta Padovana è stato superato il valore limite annuale per gli ossidi di azoto per la protezione della vegetazione.

Durante i mesi estivi si sono verificati alcuni superamenti della soglia di informazione per l'ozono, in particolare nelle stazioni di Asiago Cima Ekar (31), Schio (18). Il valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'ozono, in riferimento al triennio 2016-2018, è stato superato in tutte le stazioni, tranne che nella centralina di Area Feltrina; analogamente il valore obiettivo per la protezione della vegetazione è stato abbondantemente oltrepassato in tutte le stazioni di fondo rurale della rete.

Per quanto negli ultimi anni si sia registrata una riduzione delle emissioni di buona parte degli inquinanti atmosferici, la qualità dell'aria nel Bacino Padano, come evidenziato anche nel documento dell'Agenzia Europea per l'Ambiente "Air quality in Europe — 2018 Report N. 12/2018", risulta ancora critica, specialmente in relazione alle polveri sottili (PM10 e PM2.5), rendendo necessari ulteriori sforzi per la riduzione delle emissioni.

Durante il semestre 2018-2019 è stata effettuata a cura di ARPAV e, in conformità con l'Accordo di Bacino Padano<sup>6</sup>, la valutazione degli episodi critici di superamento del valore limite di PM10 mediante la verifica dei Livelli di Allerta. Il sistema SPIAIR di previsione della qualità dell'aria mediante modello numerico si è rivelato uno strumento in grado di anticipare con un buon grado di affidabilità le situazioni meteorologiche di accumulo e dispersione degli inquinanti. Il modello numerico è stato anche applicato per la valutazione degli indicatori annuali di PM10 e Ozono.

---

<sup>6</sup> Nuovo Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento per il miglioramento della qualità dell'aria nel Bacino Padano (adesione da parte della Regione Veneto con DGRV n. 836/2017). Per maggiori informazioni si consulti il link: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/informazione-al-pubblico-sui-livelli-di-pm10>

## GLOSSARIO

### **Agglomerato**

zona costituita da un'area urbana o da un insieme di aree urbane che distano tra loro non più di qualche chilometro oppure da un'area urbana principale e dall'insieme delle aree urbane minori che dipendono da quella principale sul piano demografico, dei servizi e dei flussi di persone e merci, avente: 1) una popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure 2) una popolazione inferiore a 250.000 abitanti e una densità di popolazione per km<sup>2</sup> superiore a 3.000 abitanti.

### **AOT40 (Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb)**

espresso in ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e 40 ppb, in un dato periodo di tempo, utilizzando solo valori orari rilevati, ogni giorno, tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

### **Background (stazione di)**

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento medi caratteristici dell'area monitorata.

### **Condizioni al contorno**

Valori di concentrazione dei vari inquinanti presenti ai bordi del dominio di calcolo; sono input necessari nei modelli euleriani. Generalmente sono stimati con l'utilizzo di altri modelli euleriani a minor risoluzione, implementati su una scala più ampia del dominio di calcolo (es: scala continentale).

### **Fattore di emissione**

Valore medio (su base temporale e spaziale) che lega la quantità di inquinante rilasciato in atmosfera con l'attività responsabile dell'emissione (ad es. kg di inquinante emesso per tonnellata di prodotto o di combustibile utilizzato). Rappresenta l'emissione riferita all'unità di attività della sorgente, espressa ad esempio come quantità di inquinante emesso per unità di prodotto processato, o come quantità di inquinante emesso per unità di combustibile consumato.

### **Industriale (stazione)**

Punto di campionamento per il monitoraggio di fenomeni acuti posto in aree industriali con elevati gradienti di concentrazione degli inquinanti. Tali stazioni sono situate in aree nelle quali i livelli d'inquinamento sono influenzati prevalentemente da emissioni di tipo industriale.

### **Input**

valore di una o più variabili in ingresso al modello, necessarie per risolvere le equazioni del trasporto e della dispersione. Nei modelli euleriani gli input meteorologici devono essere forniti per ogni cella del dominio tridimensionale di simulazione, mentre gli input emissivi devono essere forniti almeno per tutte le celle del primo livello.

### **Inquinante**

Qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.

### **Inventario delle emissioni**

Raccolta, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, di informazioni e dati tecnologici, economici, territoriali, che permette di individuare le fonti di inquinamento, la loro localizzazione con disaggregazione provinciale e comunale, la quantità e la tipologia di inquinanti emessi.

### **IQA (Indice di Qualità dell'Aria)**

E' una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria.

**Margine di tolleranza**

Percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite alle condizioni stabilite dal D.Lgs. 155/2010.

**Media mobile (su 8 ore)**

La media mobile su 8 ore è una media calcolata sui dati orari scegliendo un intervallo di 8 ore; ogni ora l'intervallo viene aggiornato e, di conseguenza, ricalcolata la media. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale l'intervallo di 8 ore si conclude. Ad esempio, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso. La media mobile su 8 ore massima giornaliera corrisponde alla media mobile su 8 ore che, nell'arco della giornata, ha assunto il valore più elevato.

**Modelli deterministici**

Sono basati sulla ricostruzione matematica delle relazioni del tipo causa – effetto.

**Modelli di dispersione degli inquinanti**

Sono algoritmi matematici che stimano l'andamento nel tempo e nello spazio delle concentrazioni degli inquinanti. Possono essere deterministici o stocastici. I modelli deterministici di dispersione degli inquinanti risolvono l'equazione di conservazione della massa di ogni inquinante sulla base dei valori assunti, in ogni punto del dominio di calcolo, dalle variabili meteorologiche, che ne descrivono il trasporto e la dispersione, e dalle emissioni dell'inquinante (e/o dei suoi precursori).

**Modelli euleriani**

Nei modelli euleriani il calcolo delle concentrazioni viene riferito ad una griglia tridimensionale regolare, il cui sistema di riferimento è fissato per l'intera durata della simulazione.

**Obiettivo a lungo termine**

Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente

**Percentile**

I percentili o quantili, sono parametri di posizione che dividono una serie di dati in gruppi non uguali, ad esempio un quantile 0.98 (o 98° percentile), è quel valore che divide la serie di dati in due parti, nella quale una delle due ha il 98% dei valori inferiore al dato quantile. La mediana rappresenta il 50° percentile. I percentili si calcolano come la mediana, ordinando i dati in senso crescente e interpolando il valore relativo al quantile ricercato.

**Proxy**

Variabili di disaggregazione spaziale delle emissioni, il cui valore deve essere noto sia sull'area più estesa (es: popolazione della provincia/regione) sia al dettaglio territoriale di interesse (es: popolazione comunale).

**Soglia di allarme**

livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

**Soglia di informazione**

livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste.

**Sorgente (inquinante)**

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (spray marino, foreste, ecc.) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda delle modalità di emissione una sorgente può essere puntuale, diffusa, lineare.

**Traffico (stazione di)**

Punto di campionamento rappresentativo dei livelli d'inquinamento massimi caratteristici dell'area monitorata influenzato prevalentemente da emissioni da traffico provenienti dalle strade limitrofe.

**Valore limite**

Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

**Valore obiettivo**

Concentrazione nell'aria ambiente stabilita al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente, il cui raggiungimento, entro un dato termine, deve essere perseguito mediante tutte le misure che non comportino costi sproporzionati.

**Zonizzazione**

Suddivisione del territorio in aree a diversa criticità relativamente all'inquinamento atmosferico, realizzata in conformità al D.Lgs. 155/2010.

## BIBLIOGRAFIA

- Commenti <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici> ;
- Archivio interno: mappe Tmin, Tmax e Vento Sfilato;
- “Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation” pubblicata su Atmospheric Environment, 42 (2008) 2895-2921 Khaiwal Ravindra, Ranjeet Sokhi, Renè Van Grieken;
- <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>;
- <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>

Osservatorio Regionale Aria  
Via Lissa 6  
30171 Mestre – Venezia  
Italy  
Tel. +39 041 5445542  
Fax +39 041 5445671  
E-mail: [orar@arpa.veneto.it](mailto:orar@arpa.veneto.it)

Maggio 2019



**ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Direzione Generale  
Via Ospedale Civile, 24  
35121 Padova

Italy

tel. +39 049 82 39 301

fax. +39 049 66 09 66

e-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpav.it](mailto:protocollo@pec.arpav.it)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)