



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: 2019 -***

---

**ARPAV**

**Direttore Generale:** Luca Marchesi

**Direzione Area Tecnico Scientifica:** Carlo Terrabujo

**Progetto e realizzazione**

Osservatorio Regionale Aria

*Salvatore Patti* (Responsabile della struttura)

*Luca Zagolin, Giovanna Marson, 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*

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 .....	15
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 2015-2019 .....	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 2019 .....	41
9.1 Situazione meteorologica.....	41
9.2 Qualità dell'aria.....	50
9.3 Analisi a livello regionale dei principali parametri meteorologici che influenzano l'andamento delle concentrazioni di PM10 e di ozono .....	51
9.4 Risultati.....	52
<i>Pioggia e Vento</i> .....	52
<i>Inversioni termiche</i> .....	55
<i>Temperatura</i> .....	57
9.5 Episodi di inquinamento da PM10 .....	60
9.4.1 Episodio dal 5 al 14 gennaio 2019 .....	61
Episodio dal 7 al 10 febbraio 2019 .....	63
Episodio dal 14 al 22 febbraio 2019 .....	64
Episodio dal 25 febbraio al 7 marzo 2019 .....	66
Episodio dal 13 al 15 ottobre 2019.....	67
Episodio dal 6 al 9 dicembre 2019 .....	68
9.6 Episodi di inquinamento da ozono .....	69
Episodio dal 24 giugno al 6 luglio 2019 .....	70
Episodio dal 19 luglio al 26 luglio 2019 .....	72
Episodio dal 28 luglio al 14 agosto.....	73
10. Valutazione modellistica di PM10 e O3 su scala regionale .....	74
10.1 Stima degli indicatori di PM10.....	74
10.2 Stima degli indicatori di ozono .....	76
11. 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 2019 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 2019 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 2015 al 2019 e su base regionale dal 2005 al 2019. 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>PM<sub>10</sub></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>PM<sub>2.5</sub></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>

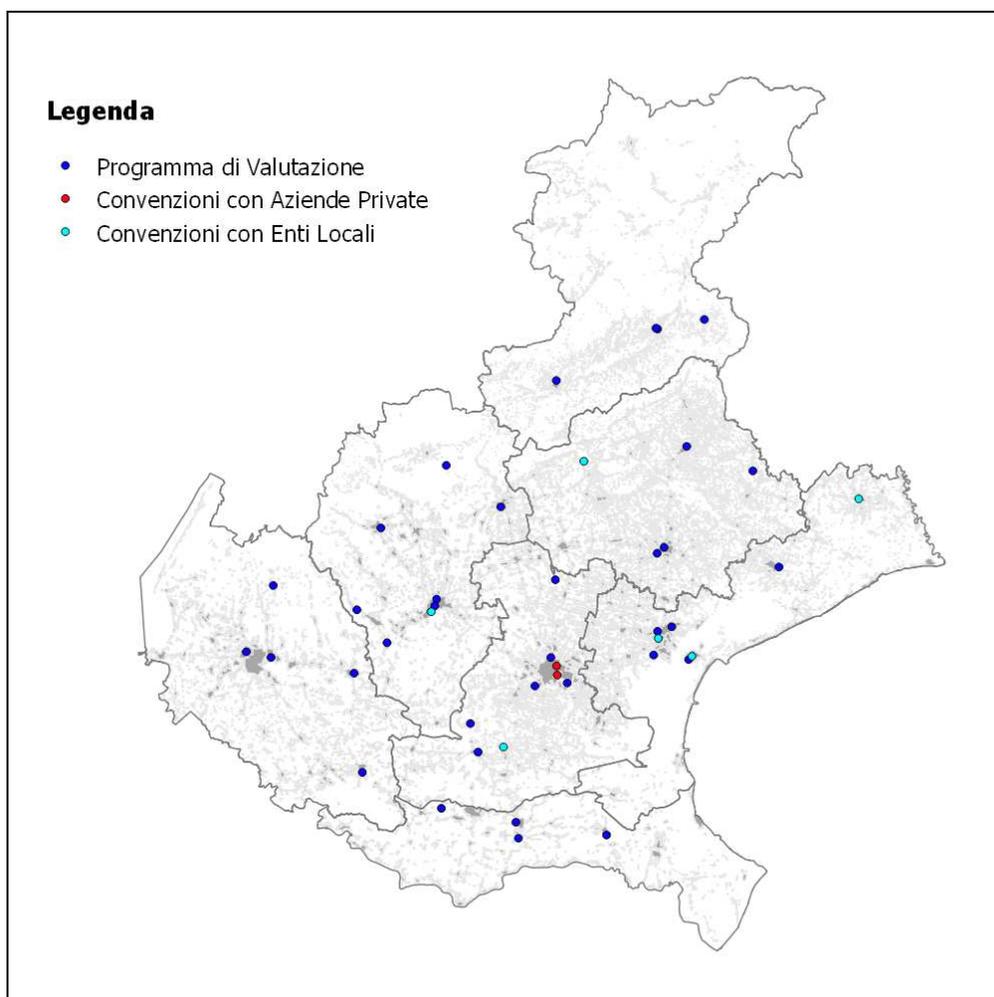
### 3. Le stazioni della rete appartenenti al Programma di Valutazione

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_Largo Martiri	TU	√	√	√		√	√	√		
RO	RO_Borsea	FU		√		√	√			√	√
RO	Badia Polesine - Villafora	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.

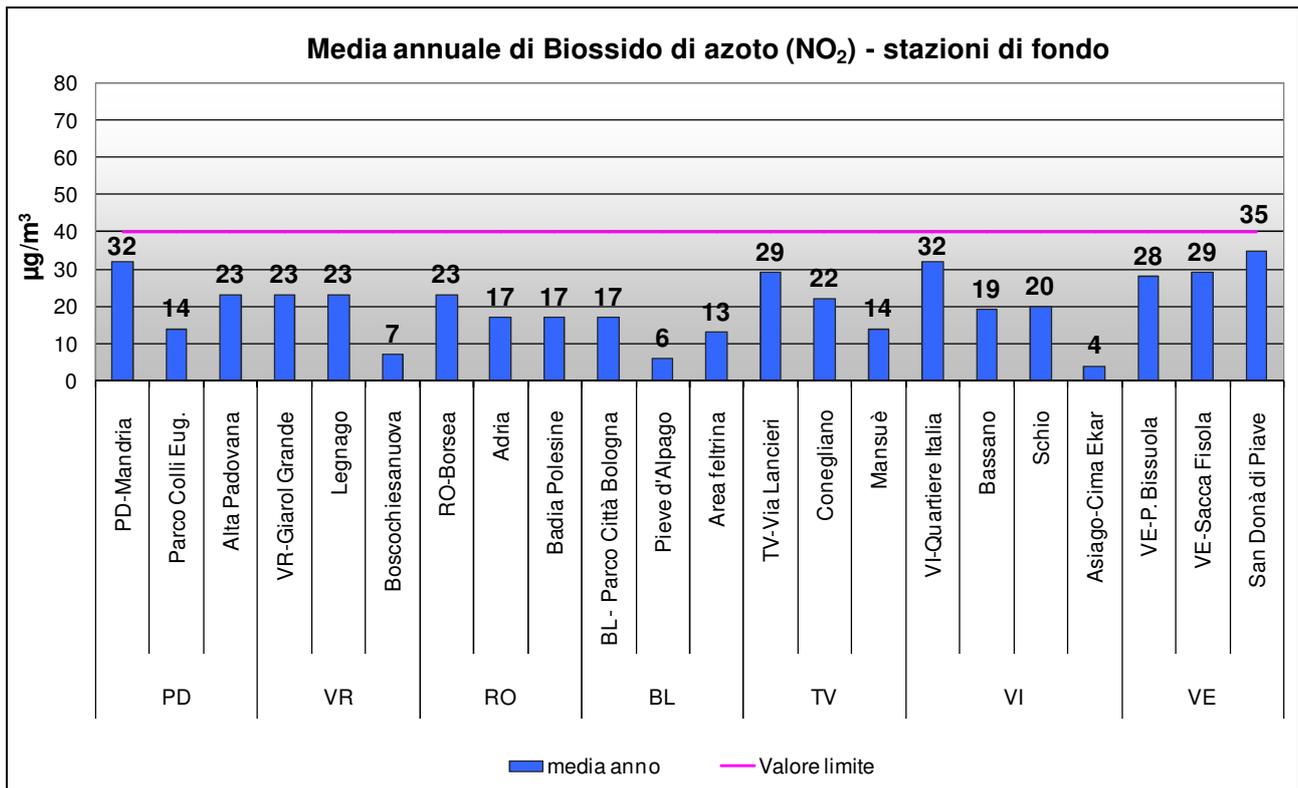
Considerati i livelli di  $\text{SO}_2$  e di CO, si sono gradualmente ridotti i punti di campionamento per questi due inquinanti, essendo le concentrazioni rilevate inferiori alle soglie di valutazione inferiore (rispettivamente di  $5 \text{mg}/\text{m}^3$  per CO e di  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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**

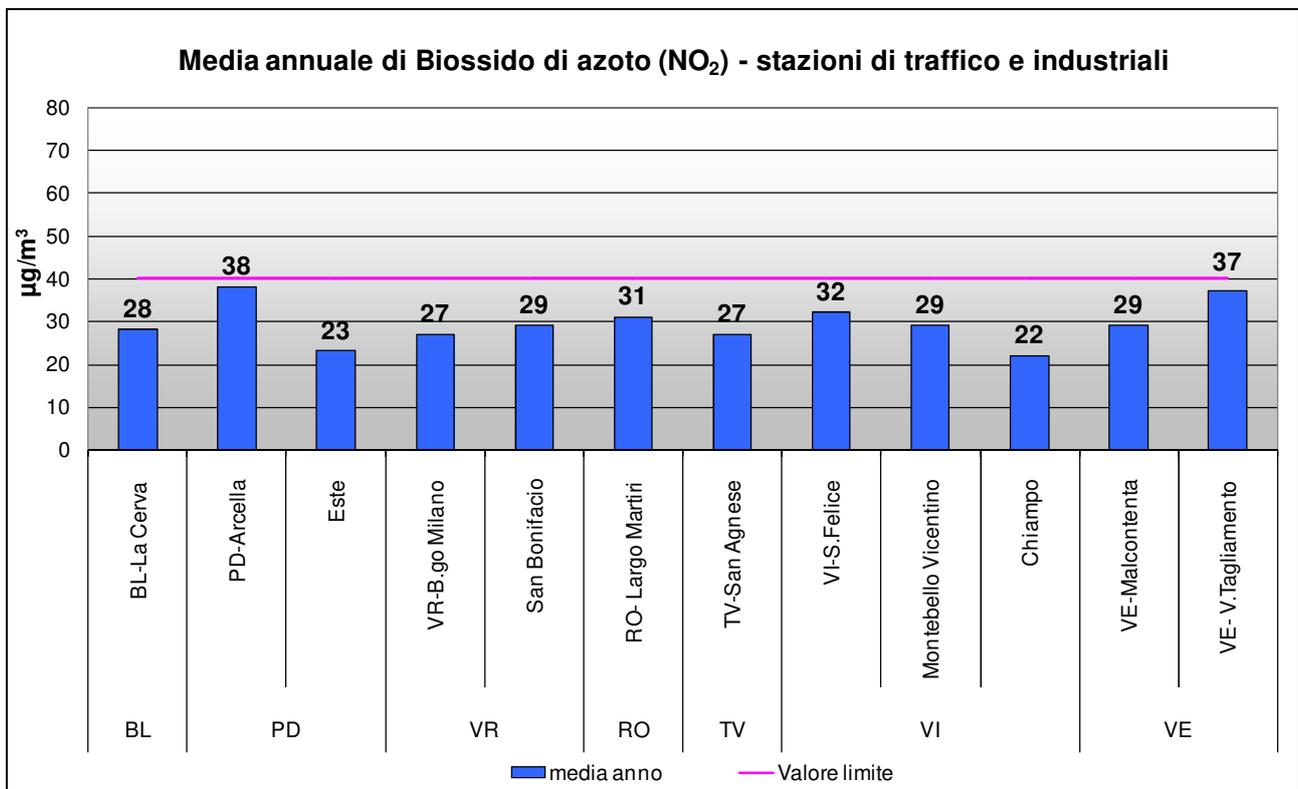
Per la valutazione dei livelli di  $\text{NO}_2$ , sono state considerate le stazioni elencate in Tabella 2. Considerando i valori registrati nelle stazioni di fondo (Figura 2) e nelle stazioni di traffico e di tipo industriale (Figura 3), si può osservare che il valore limite annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non è stato superato in nessuna centralina 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 ( $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Asiago Cima Ekar ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

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  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



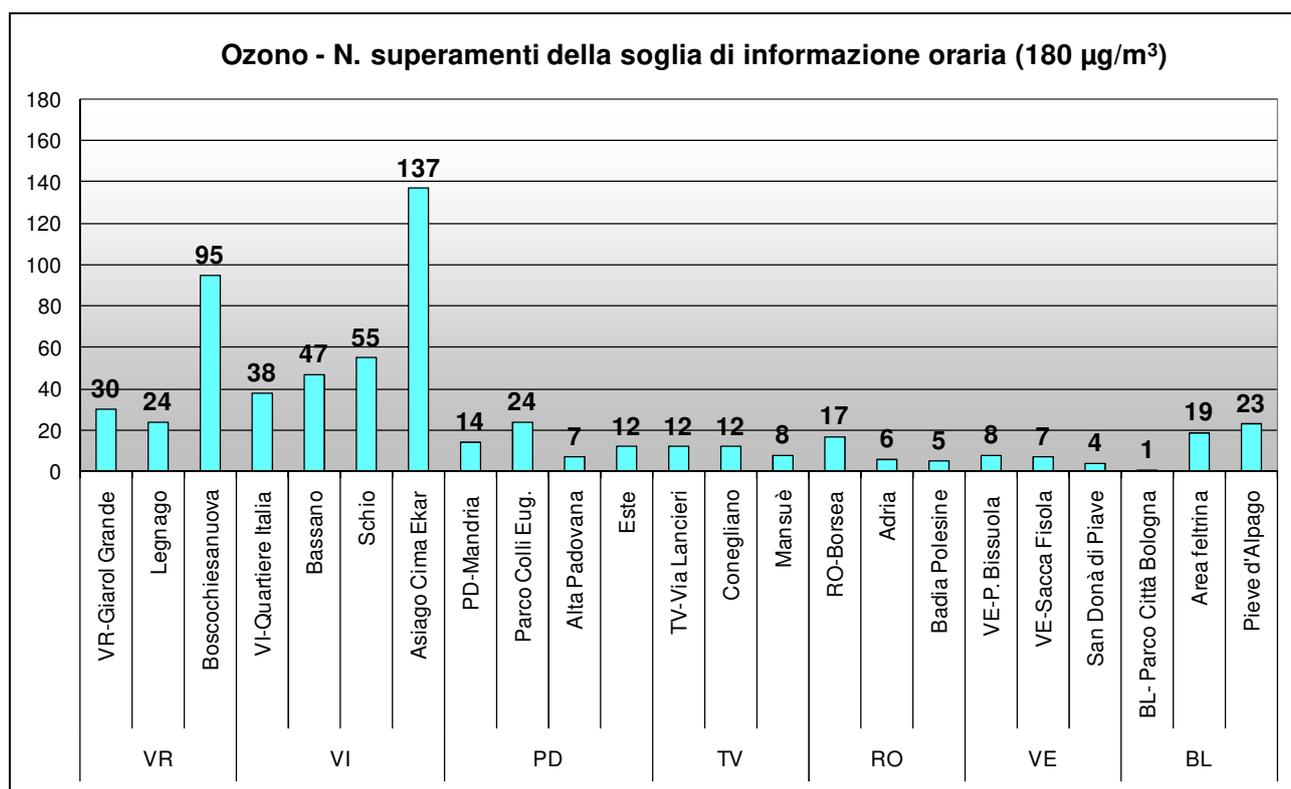
**Figura 2.** Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia "fondo".



**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 (137) e Boscochiesanuova (95). I superamenti sono stati significativamente più contenuti nelle altre stazioni della rete.

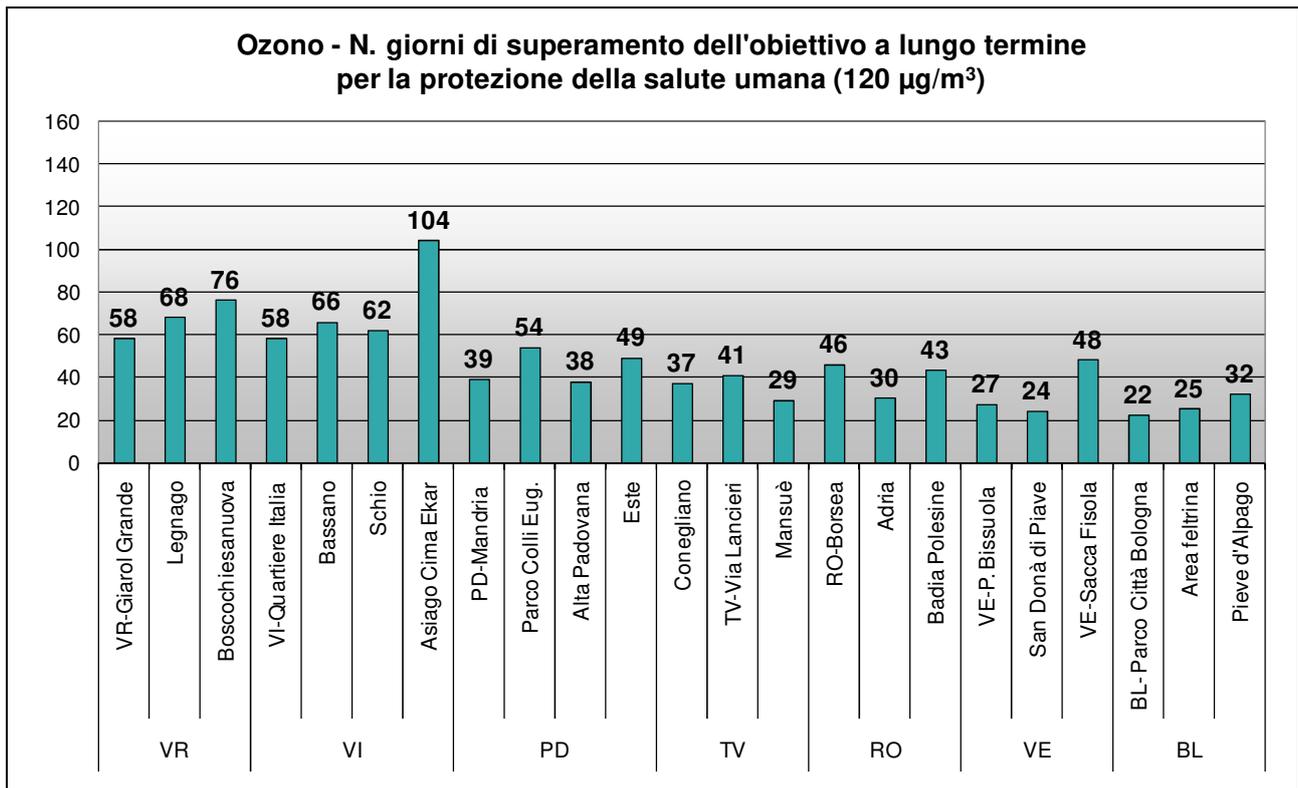


**Figura 4.** Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana.

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 (104).

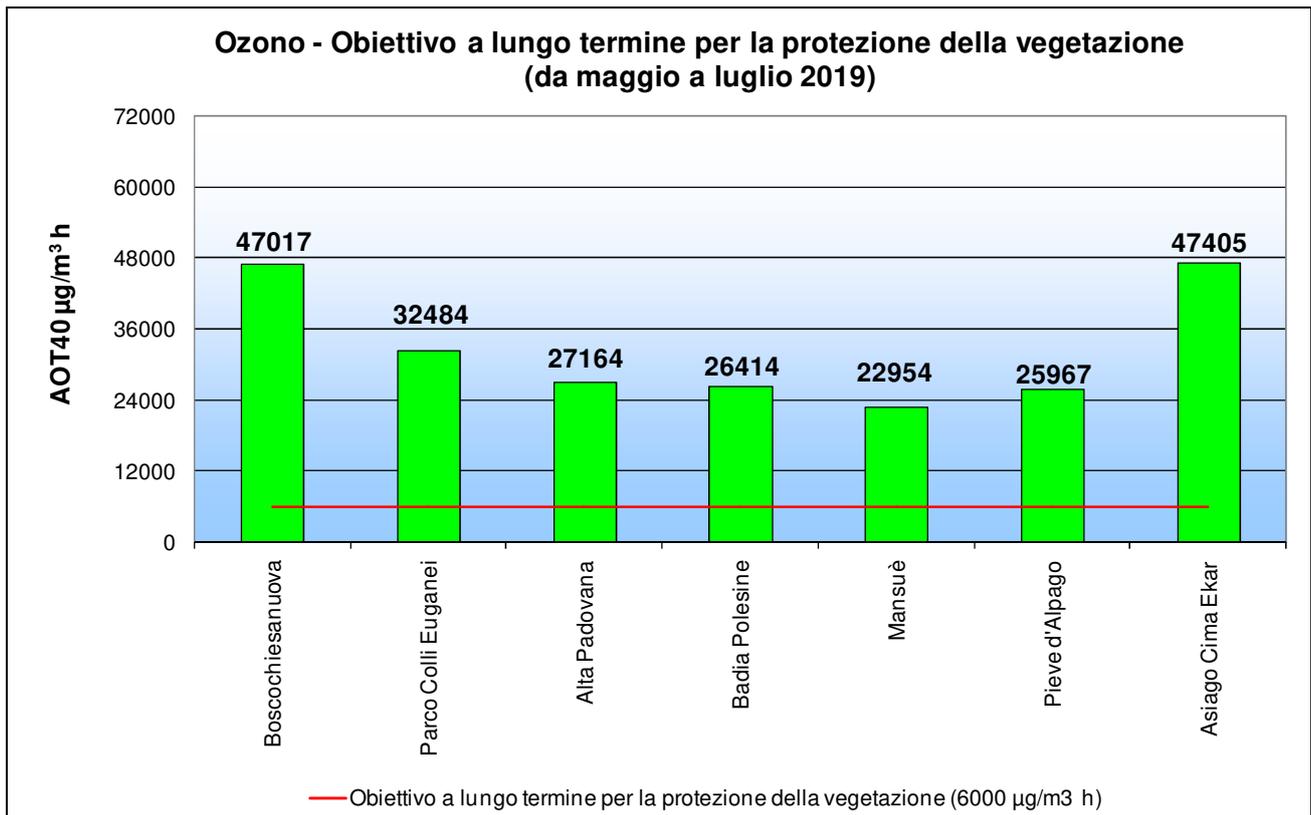


**Figura 5.** Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione è stabilito in 6000 µg/m<sup>3</sup>·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 µg/m<sup>3</sup>) 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 µg/m<sup>3</sup>·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 2015-2019", 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 2019 la rete di monitoraggio ARPAV della qualità dell'aria ha rilevato 175 episodi di superamento della soglia di informazione. Le ore totali di superamento della soglia di informazione sono state 653.

Nel 2019, il mese più critico per l'ozono è stato luglio, con 93 episodi di superamento. Il resto degli episodi sono avvenuti nei mesi di giugno (82), senza alcun superamento registrato in aprile, maggio, agosto e settembre.

Complessivamente si può dire che l'estate 2019 ha fatto registrare il più alto numero di superamenti della soglia di informazione dell'ultimo quadriennio per i mesi di giugno e luglio, mentre, a differenza degli scorsi anni, non si sono verificati episodi critici di ozono nel mese di agosto.

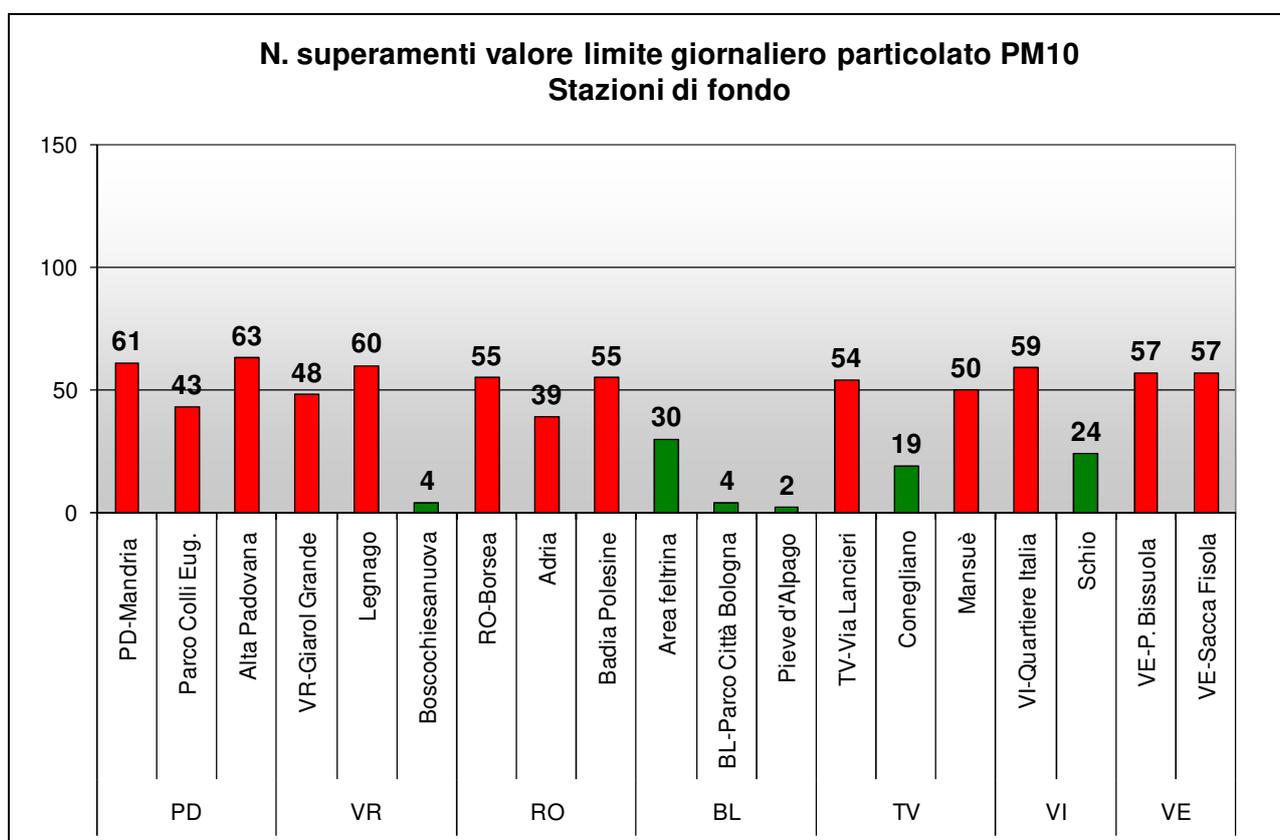
Per quanto riguarda la distribuzione spaziale dei superamenti della soglia di informazione, dai dati si evidenzia, analogamente agli anni precedenti, una maggiore frequenza di episodi nel Veneto centro-occidentale.

## 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 µg/m<sup>3</sup>. Sono evidenziate in rosso le stazioni che eccedono i 35 superamenti consentiti per anno.

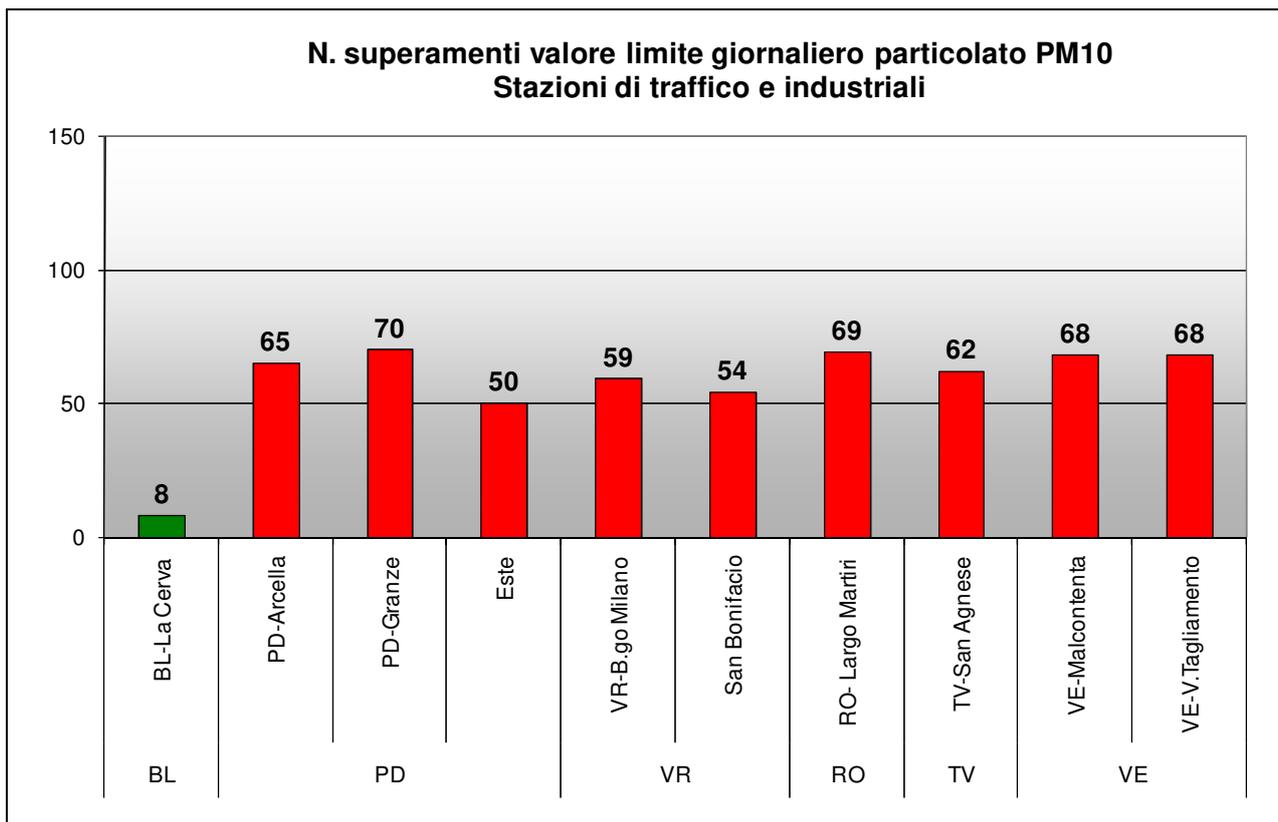


**Figura 7.** Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "fondo".

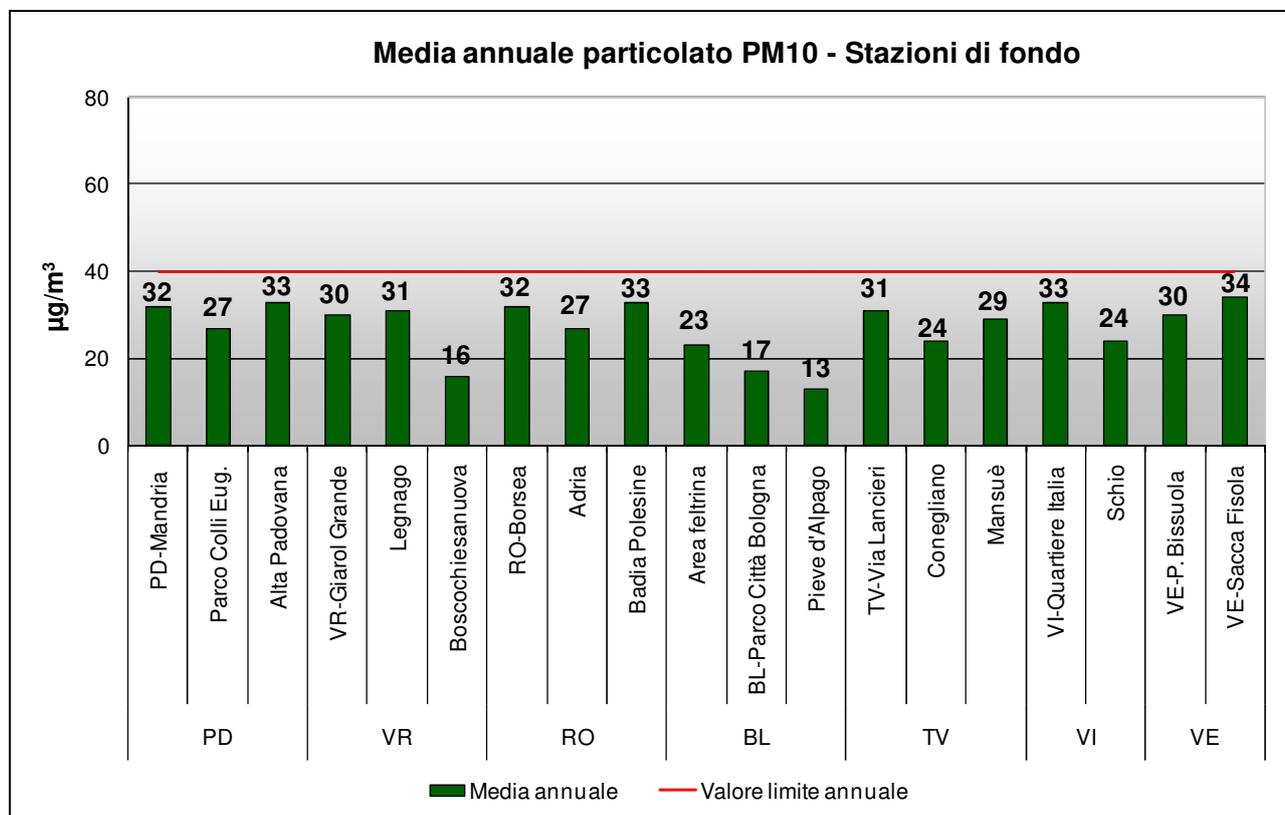
Per quanto riguarda le stazioni di fondo, nel 2019, solo 6 stazioni su 19 hanno rispettato il valore limite giornaliero. Tre sono ubicate in provincia di Belluno (Area Feltrina, Pieve d'Alpago e Belluno Parco Città di Bologna), una in provincia di Treviso (Conegliano), una in provincia di Verona (Boscochiesanuova) e una in provincia di Vicenza (Schio).

Invece per le stazioni di traffico e industriali (Figura 8), una sola centralina rispetta il valore limite giornaliero, Belluno-La Cerva (8 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 superiore a 35 giorni con il massimo di 70 sfioramenti a PD-Granze. Come per gli anni precedenti, nel 2019, questo indicatore della qualità dell'aria resta il più critico tra quelli normati.

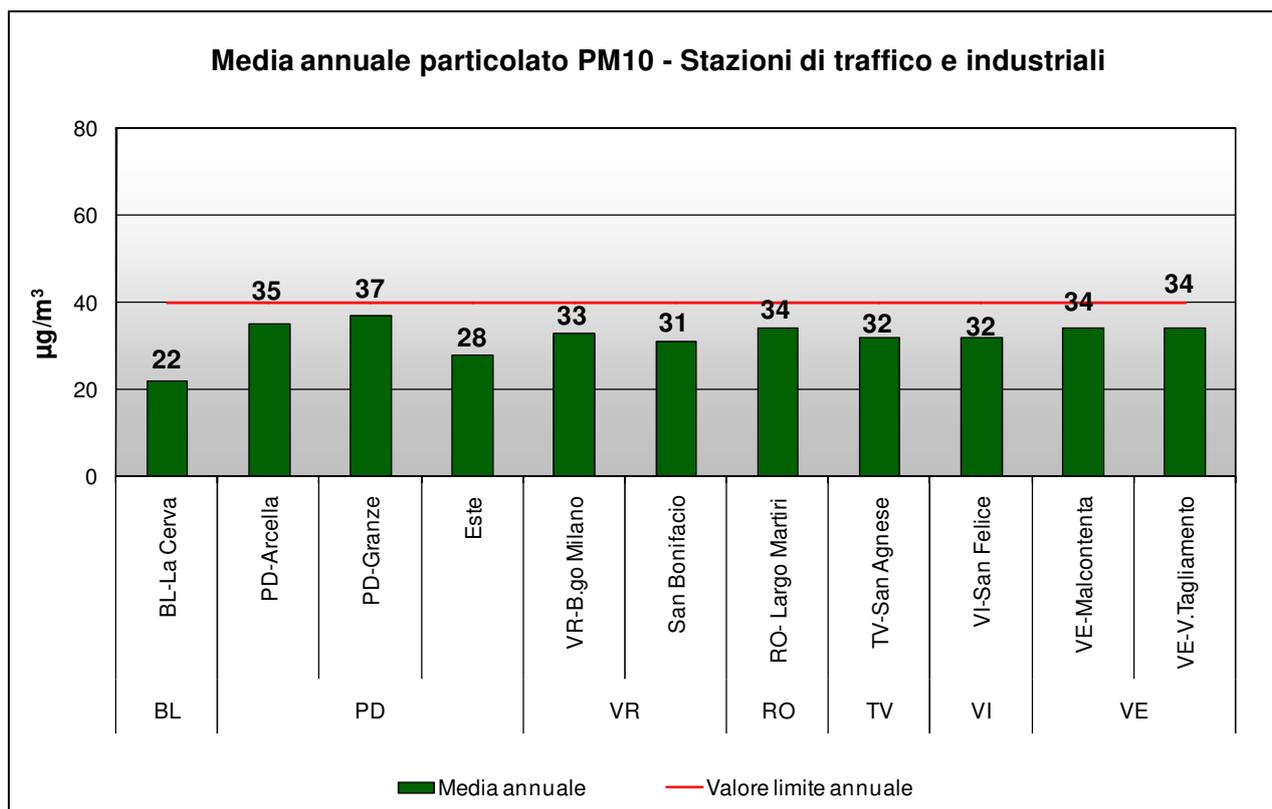
Nei grafici in Figura 9 e Figura 10 sono riportate le medie annuali registrate rispettivamente nelle stazioni di tipologia "fondo" e "traffico" o "industriale".



**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 2019, come accaduto anche nel 2018, 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. Il valore più elevato delle medie annuali si è registrato, analogamente al numero di superamenti, a PD-Granze, con 37 µg/m<sup>3</sup>.

In Tabella 3 è riportato il numero di campioni di PM10 effettuati nel 2019 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, pari a circa 330 misure. 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

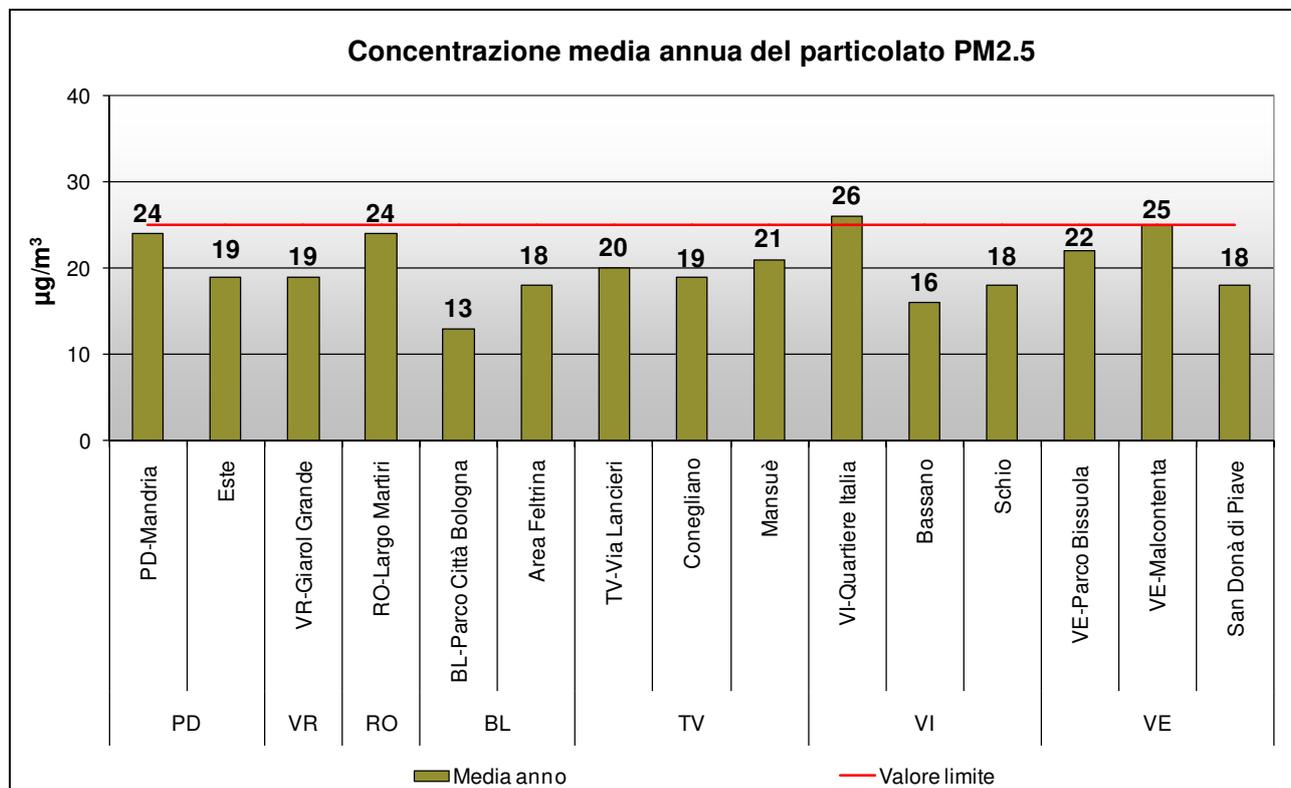
Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	356	Automatico
PD	PD-Mandria	Padova	FU	357	Automatico
PD	PD-Granze	Padova	IU	355	Automatico
PD	PD_APS1	Padova	IU	357	Automatico
PD	PD_APS2	Padova	IU	355	Automatico
PD	Parco Colli Euganei	Cinto Euganeo	FR	360	Automatico
PD	Monselice	Monselice	FU	342	Automatico
PD	Este	Este	IS	354	Automatico
PD	Alta Padovana	S.Giustina in C.	FR	350	Gravimetrico
VR	VR-Borgo Milano	Verona	TU	349	Automatico
VR	VR-Giarol Grande	Verona	FU	358	Automatico
VR	Legnago	Legnago	FU	353	Automatico
VR	San Bonifacio	San Bonifacio	TU	342	Automatico
VR	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	FR	353	Automatico
RO	RO-Largo Martiri	Rovigo	TU	356	Automatico
RO	RO-Borsea	Rovigo	FU	356	Gravimetrico
RO	Adria	Adria	FU	361	Automatico
RO	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	FR	353	Gravimetrico
BL	BL-Parco Città Bologna	Belluno	FU	360	Automatico
BL	BL-La Cerva	Belluno	TU	364	Gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	FS	355	Automatico
BL	Pieve d'Alpago	Pieve d'Alpago	FR	365	Automatico
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	FU	365	Automatico
TV	TV-S. Agnese	Treviso	TU	364	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	FU	361	Automatico
TV	Mansuè	Mansuè	FR	358	Automatico
TV	Pederobba	Pederobba	FU	361	Grav./Aut.
VI	VI-San Felice	Vicenza	TU	354	Grav./Aut.
VI	VI-Quartiere Italia	Vicenza	FU	363	Automatico
VI	VI-Ferrovieri	Vicenza	FU	360	Automatico
VI	Schio	Schio	FU	362	Automatico
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	FU	365	Automatico
VE	VE-Sacca Fisola	Venezia	FU	364	Automatico
VE	VE-Rio Novo	Venezia	TU	360	Automatico
VE	VE-Via Tagliamento	Venezia	TU	365	Automatico
VE	VE-Via Malcontenta	Venezia	IS	362	Gravimetrico
VE	VE-Via Beccaria	Venezia	TU	362	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 2019.

E' evidenziato il valore limite (linea rossa), pari a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**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 a Vicenza Quartiere Italia (26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), mentre nelle altre centraline tale limite è stato rispettato. Il valore limite è stato raggiunto senza essere superato nella stazione di VE-Malcontenta.

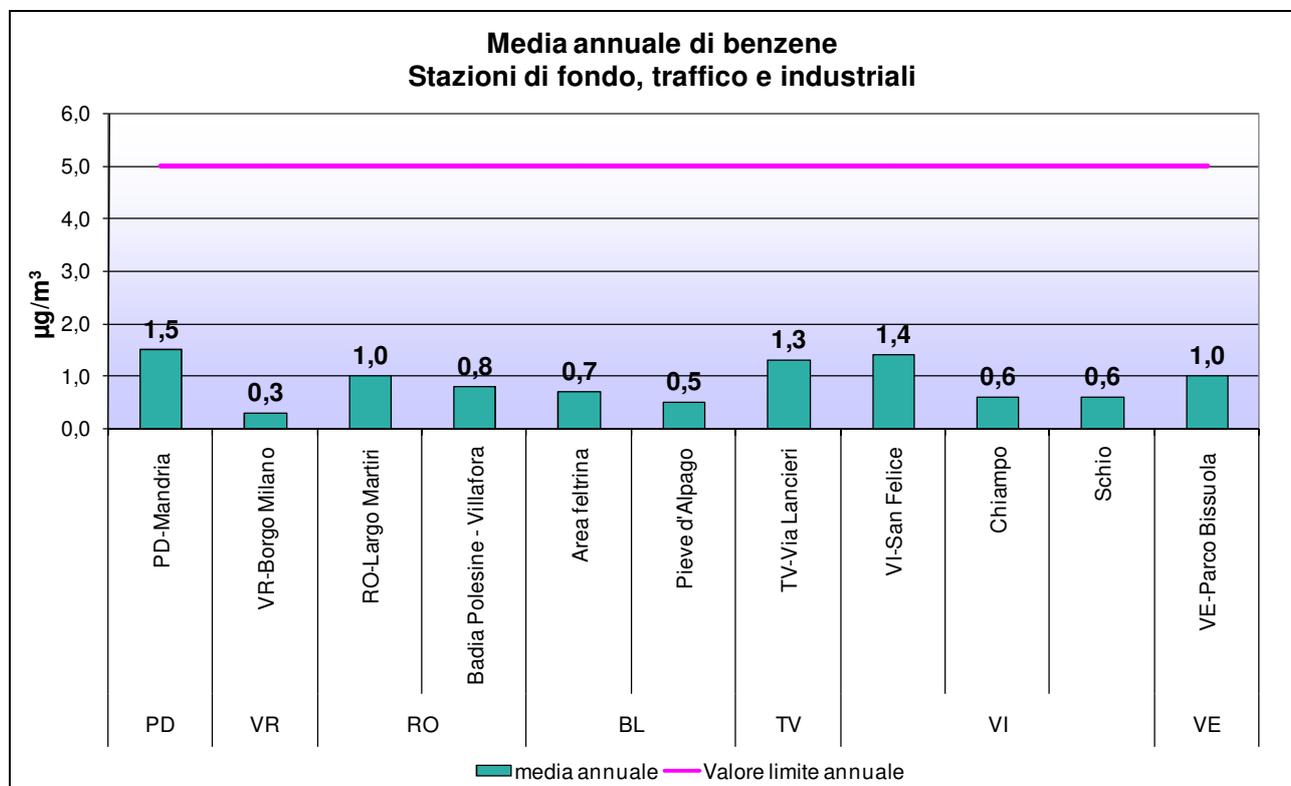
In Tabella 4 è riportato il numero di campioni di PM2.5 effettuati nel 2019 presso ciascun sito di campionamento e il metodo utilizzato. Per le misure in siti fissi il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull'anno, pari a circa 330 misure. Per comodità sono riportati anche 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	353	Automatico
PD	Monselice	Monselice	FU	351	Automatico
PD	Este	Este	IS	350	Automatico
PD	PD_APS1	Padova	IU	358	Automatico
PD	PD_APS2	Padova	IU	356	Automatico
VR	VR_Giarol Grande	Verona	FU	356	Automatico
RO	RO_Largo Martiri	Rovigo	TU	357	Gravimetrico
BL	BL_Parco Città Bologna	Belluno	FU	348	Gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	FS	360	Grav./Aut.
TV	TV_Via Lancieri	Treviso	FU	333	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	FU	347	Gravimetrico
TV	Mansuè	Mansuè	FR	340	Automatico
TV	Pederobba	Pederobba	FU	356	Automatico
VI	VI_Quartiere Italia	Vicenza	FU	362	Automatico
VI	VI-Ferrovieri	Vicenza	FU	359	Automatico
VI	Bassano	Bassano	FU	353	Automatico
VI	Schio	Schio	FU	360	Automatico
VE	VE_Parco Bissuola	Venezia	FU	363	Gravimetrico
VE	VE_Via Malcontenta	Venezia	IS	362	Automatico
VE	VE_Rio Novo	Venezia	TU	354	Gravimetrico
VE	San Donà di Piave	San Donà di Piave	FU	360	Automatico
VE	Portogruaro	Portogruaro	FU	360	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 2019	Metodo di campionamento/analisi
PD	PD-Mandria	FU	59	campionamento attivo
VR	VR-Borgo Milano	TU	57	campionamento attivo
RO	RO-Largo Martiri	TU	8464*	BTEX
	Badia Polesine - Villafora	FR	58	campionamento attivo
BL	Area feltrina	FS	50	campionamento attivo
	Pieve d'Alpago	FR	57	campionamento attivo
TV	TV-Via Lancieri	FU	8088*	BTEX
VI	VI-San Felice	TU	55	campionamento attivo
	Chiampo	IU	8690*	BTEX
	Schio	FU	56	campionamento attivo
VE	VE-Parco Bissuola	FU	8607*	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> in tutte le stazioni del comune di Padova (1.2 ng/m<sup>3</sup>), e nelle centraline di Area Feltrina (1.8 ng/m<sup>3</sup>), Alta Padovana (1.7 ng/m<sup>3</sup>), BL-Parco Città di Bologna (1.3 ng/m<sup>3</sup>), VE-Malcontenta (1.2 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).

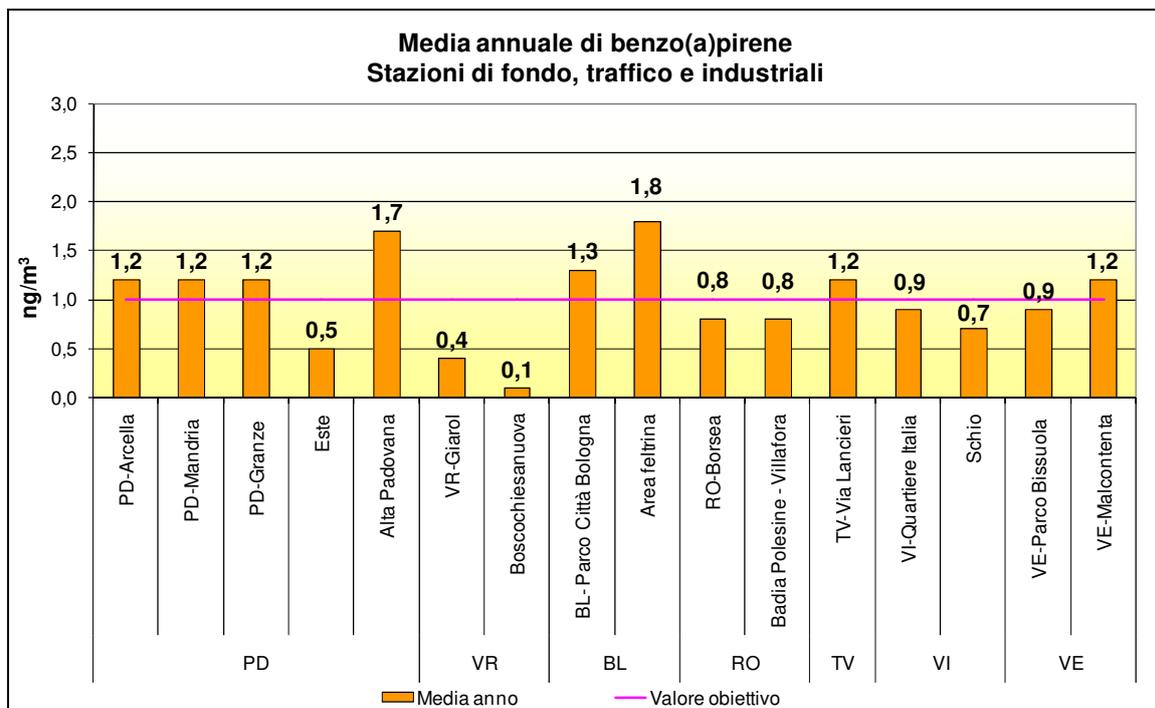


Figura 13. Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

Tabella 6 Benzo(a)pirene. Numero di campioni effettuati nel 2019.

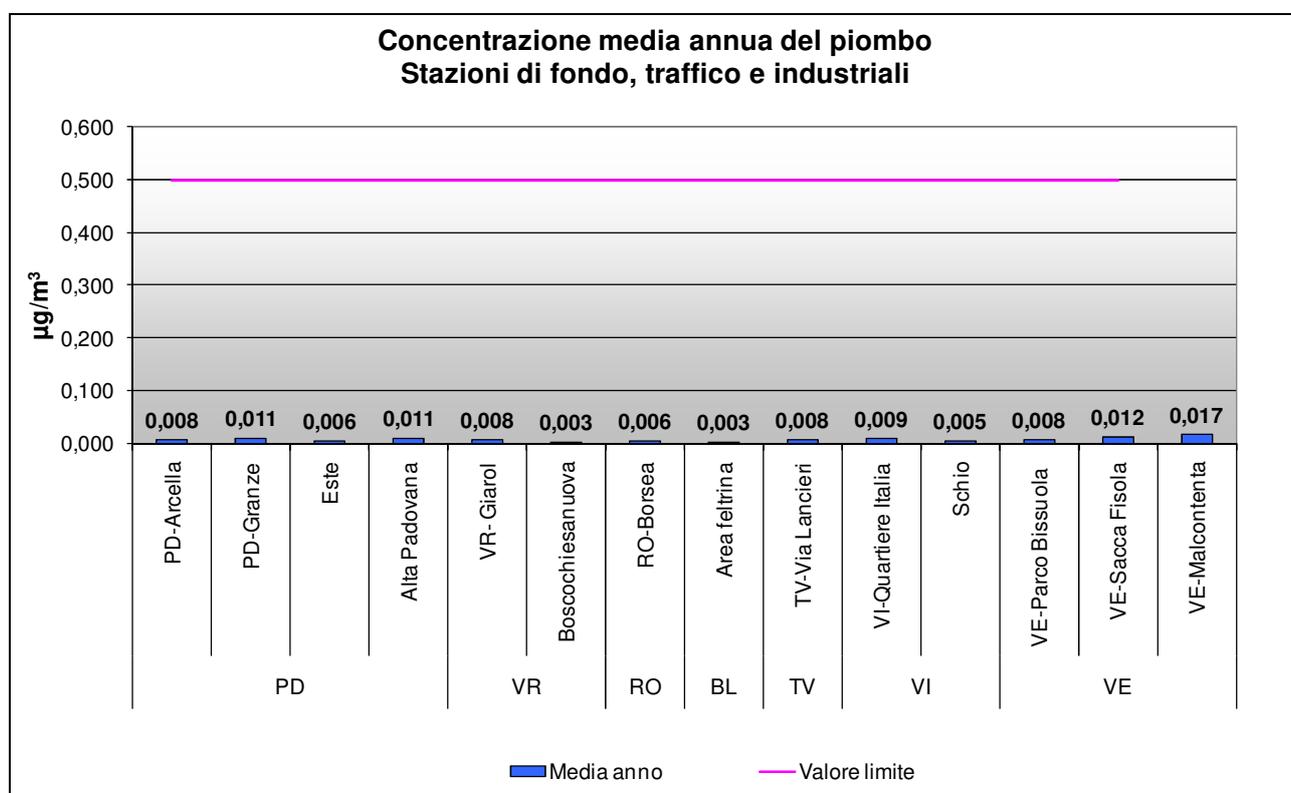
Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno 2019	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	135	HPLC
	PD-Mandria	Padova	FU	177	HPLC
	PD-Granze	Padova	IU	132	HPLC
	PD-APS1	Padova	IU	131	HPLC
	PD-APS2	Padova	IU	129	HPLC
	Este	Este	IS	132	HPLC
	Monselice	Monselice	FU	132	HPLC
VR	Alta Padovana	S.Giustina in Colle	FR	132	HPLC
	VR-Giarol	Verona	FS	134	HPLC
BL	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	FR	137	HPLC
	BL- Parco Città Bologna	Belluno	FU	127	HPLC
RO	Area feltrina	Feltre	FS	132	HPLC
	RO-Borsea	Rovigo	FU	131	HPLC
	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	FR	134	HPLC
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	FU	134	HPLC
VI	VI-Quartiere Italia	Vicenza	FU	132	HPLC
	Schio	Vicenza	TU	131	HPLC
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	FU	132	HPLC
	VE-Malcontenta	Venezia	IS	133	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 2019. 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.



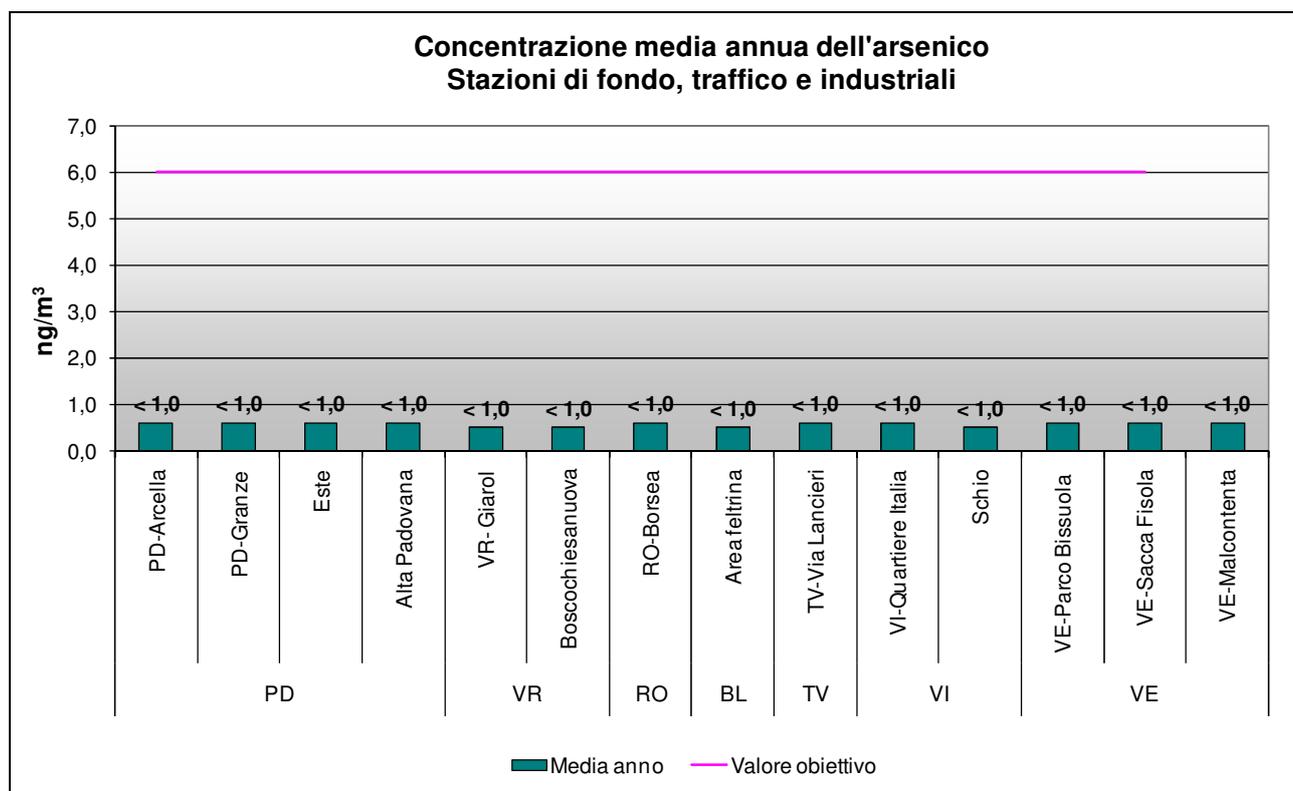
**Figura 14.** Piombo. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

## 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 Vicenza Quartiere Italia ( $4.9 \text{ ng/m}^3$ ), mentre il minimo si rileva a Boscochiesanuova, con  $1.3 \text{ ng/m}^3$ .

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 ( $3.9 \text{ ng/m}^3$ ), mentre i minimi si registrano a Boscochiesanuova, Area Feltrina e Schio, che evidenziano valori sotto il limite di rivelabilità ( $0.2 \text{ ng/m}^3$ ).

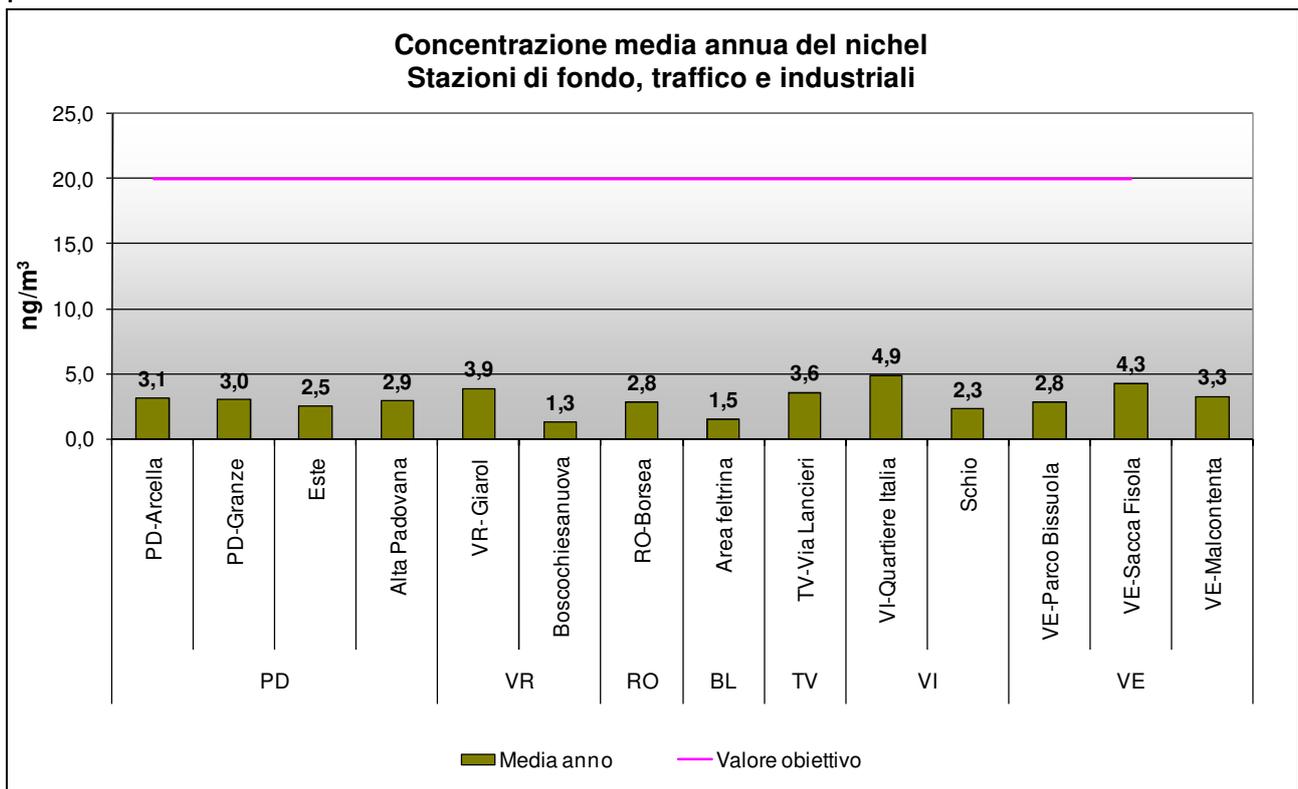


Figura 16. Nichel. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

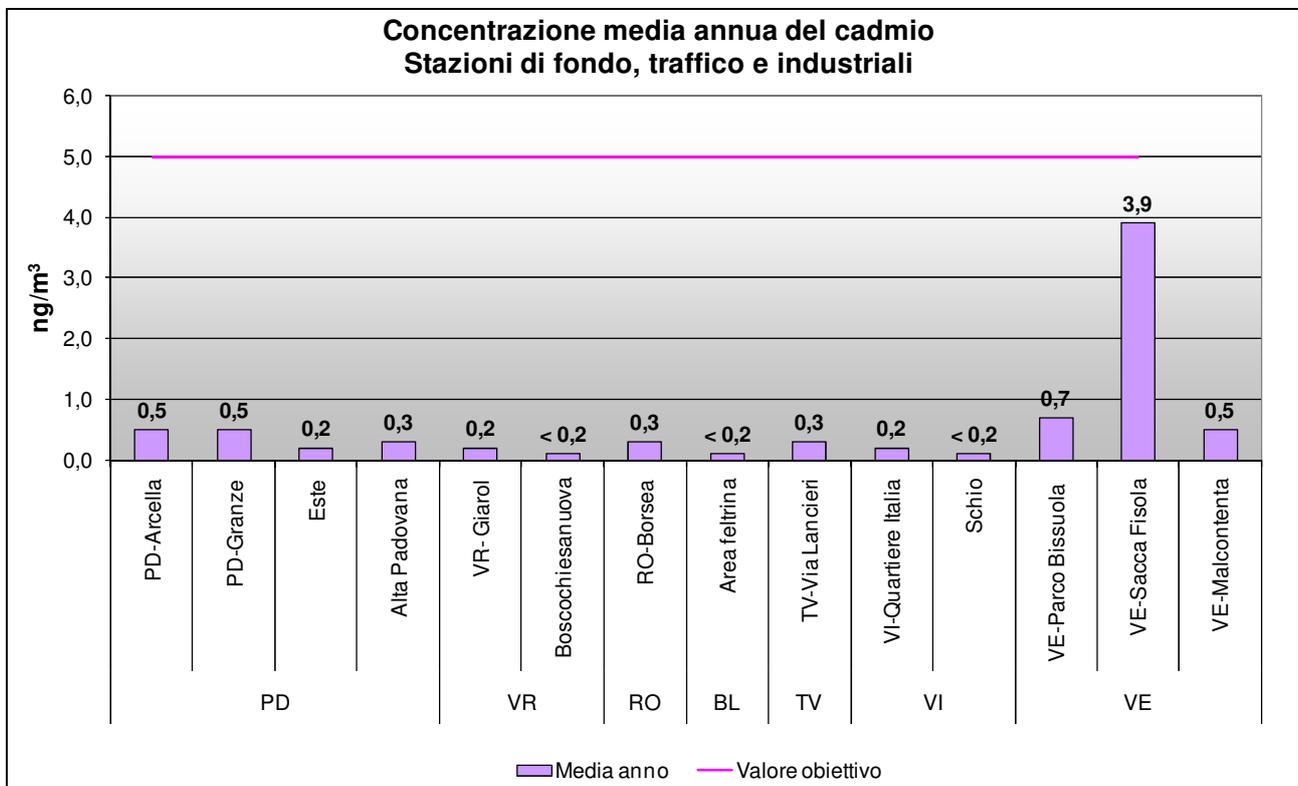


Figura 17. Cadmio. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

## 7. Analisi delle tendenze nel periodo 2015-2019

In questo paragrafo viene presentato l'andamento degli inquinanti nel quinquennio 2015-2019. 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.

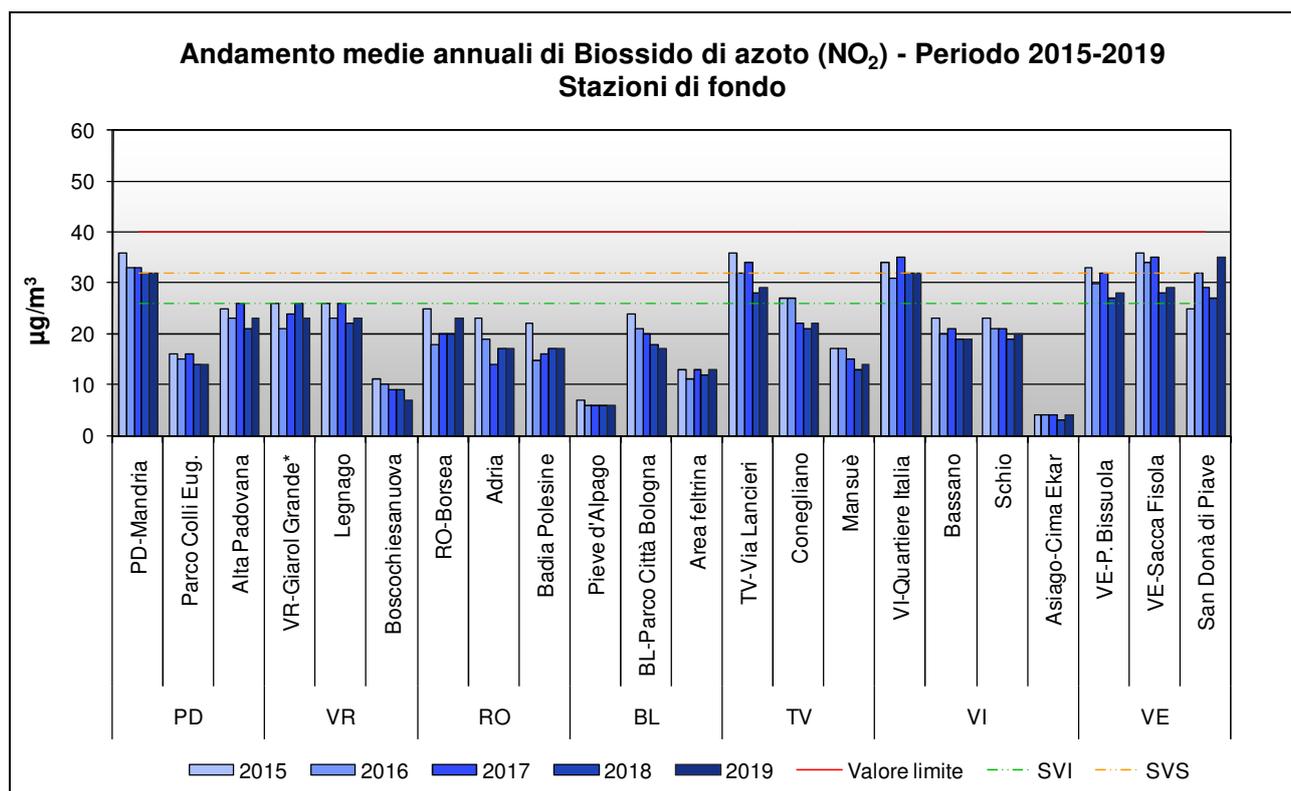
Si precisa che per gli ossidi di azoto e il particolato PM10 è stato predisposto un grafico delle medie annue su scala regionale per le stazioni di fondo e traffico, utilizzando i dati aggregati delle centraline appartenenti al programma di valutazione.

### 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 2015-2019, 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 2019 rispetto al 2018 sono state stabili in 7 centraline, in leggero aumento in 12 e in lieve calo nelle restanti 3.

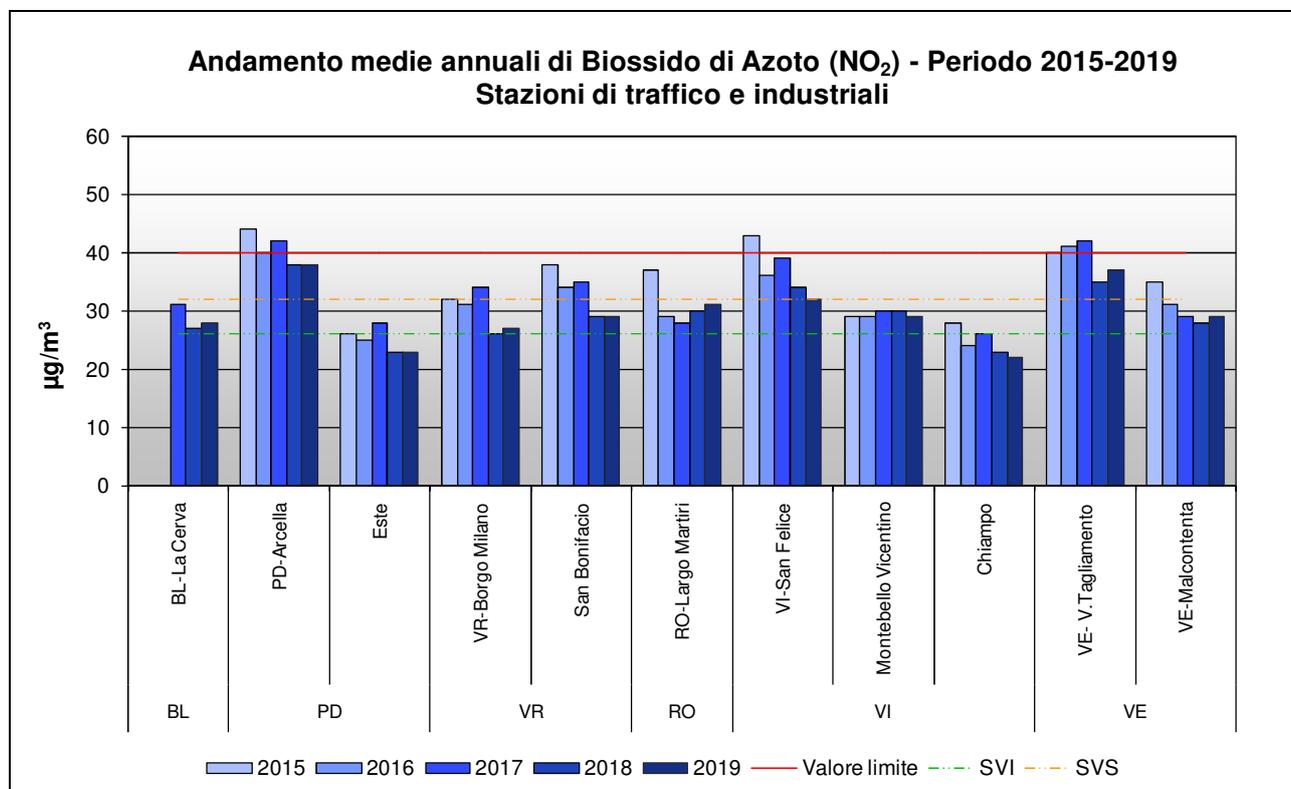
Per quanto riguarda le soglie di valutazione, 16 stazioni su 22, nei cinque anni considerati, sono state al di sotto della soglia di valutazione inferiore, 4 tra la soglia di valutazione inferiore e superiore e 2 al di sopra della soglia di valutazione superiore. Si precisa che per la stazione di VR-Giarol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



**Figura 18.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 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'ultimo biennio. Le stazioni di traffico complessivamente mostrano livelli significativamente superiori rispetto alle stazioni di fondo, con 3 stazioni su 10 sopra la soglia di valutazione superiore.



**Figura 19.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali, durante il periodo 2015-2019.

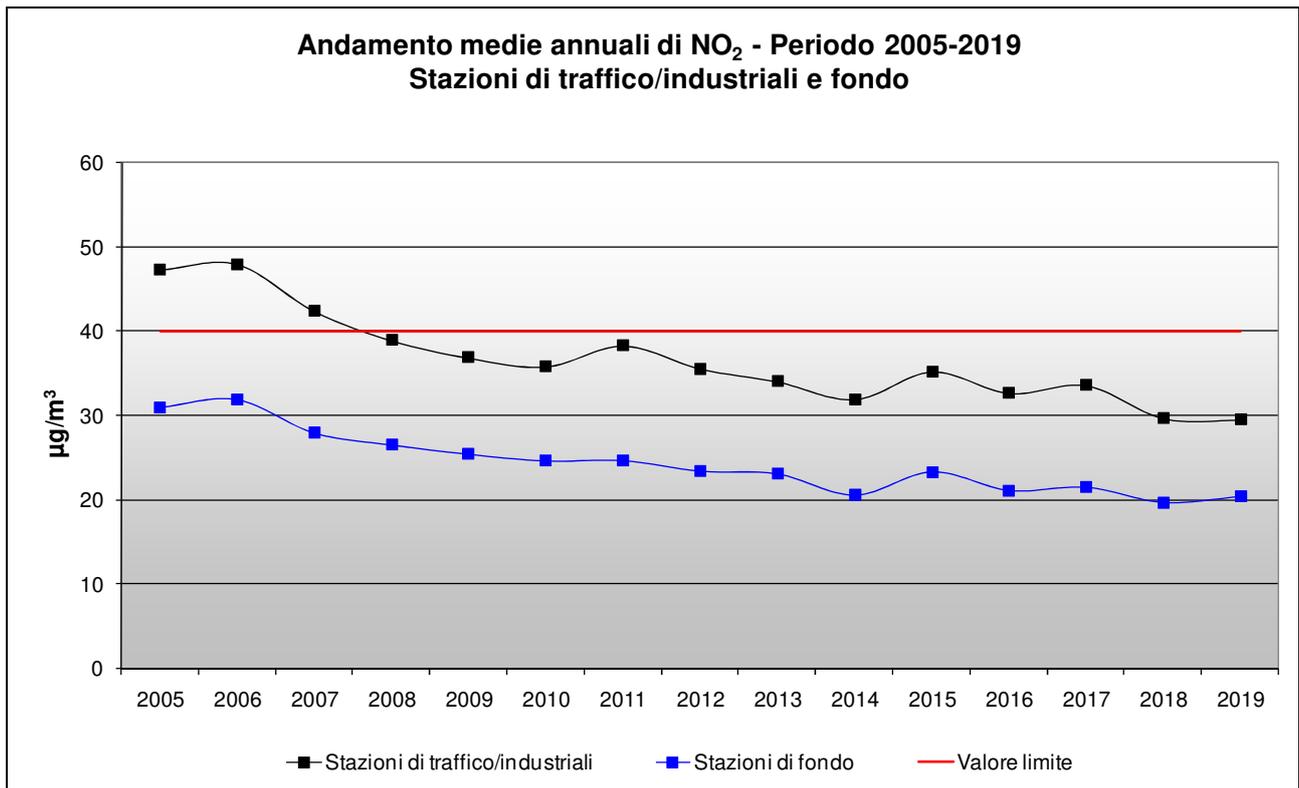
Occorre sottolineare che i valori registrati in tutte le centraline di traffico nel 2019 rispetto a quelli del 2018, con l'eccezione di RO-Largo Martiri, sono sostanzialmente stabili.

Il grafico in Figura 20 mostra gli andamenti regionali nel periodo 2005-2019, 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 2019 sono in larga parte da attribuire alle condizioni meteorologiche più o meno dispersive dell'anno preso in considerazione.

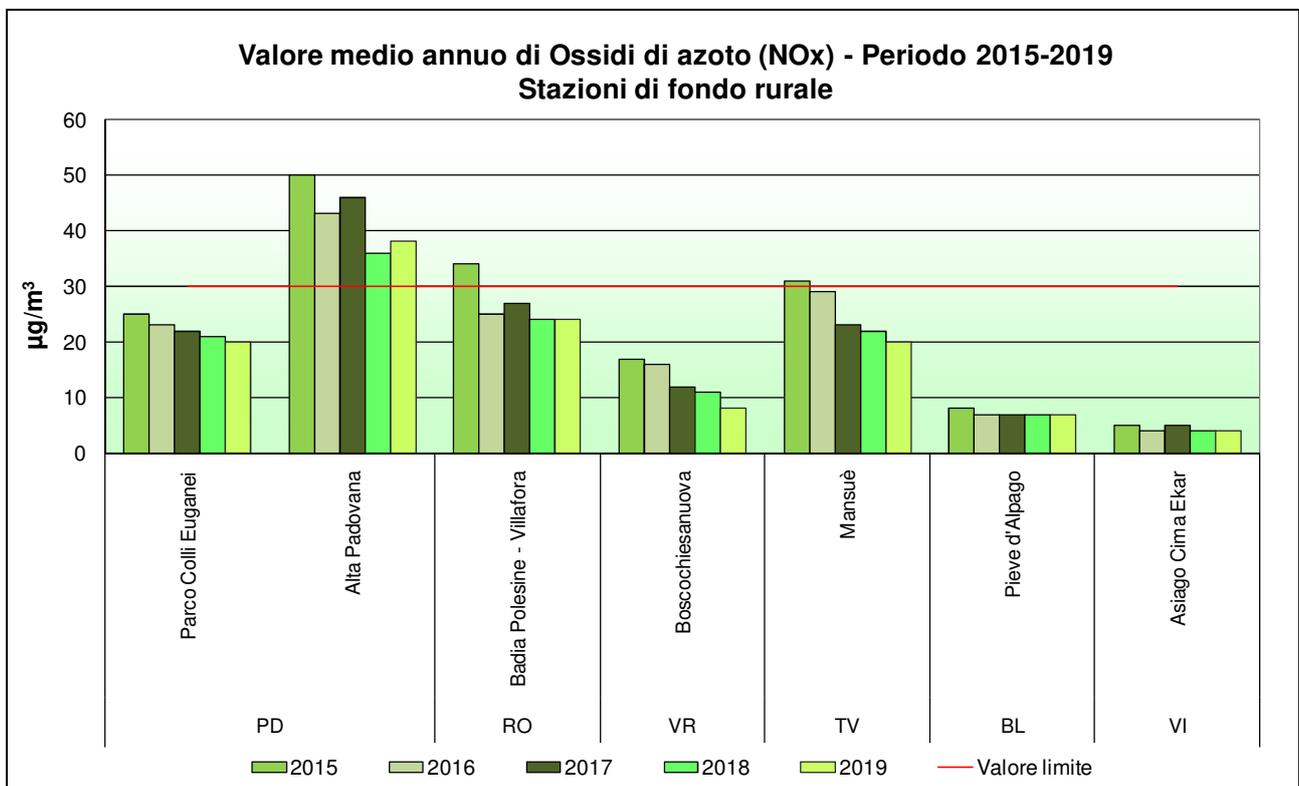
Gli ossidi di azoto NO<sub>x</sub>, prodotti dalle reazioni di combustione da sorgenti industriali, da traffico e da riscaldamento, costituiscono un parametro da tenere sotto stretto controllo per la tutela della salute umana, soprattutto in corrispondenza alle stazioni di traffico.

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 2005-2019, calcolate a livello regionale.

Per la protezione della vegetazione sono state prese in considerazione le stazioni di fondo rurale. 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 2015-2019 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 2019 si sono verificati 38 superamenti della soglia di allarme, fenomeno che non accadeva da molti anni. È importante evidenziare tuttavia che i superamenti della soglia di allarme sono avvenuti tutti nel pomeriggio della stessa giornata, il 27 giugno 2019, a causa delle temperature molto elevate (i picchi di temperatura sfiorano i  $40^\circ\text{C}$  nei settori più caldi della pianura centrale) e del forte irraggiamento UV, che assieme all'alta pressione, hanno favorito uno straordinario fenomeno di accumulo dell'ozono. Le stazioni interessate dai superamenti della soglia di allarme sono state ben 11: Bassano (1 ora di superamento con concentrazione di  $244 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Boscochiesanuova (5 ore di superamento con massimo di  $334 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Verona Giarol (4 ore di superamento con massimo di  $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Asiago (5 ore di superamento con massimo di  $290 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Vicenza Ferrovieri (4 ore di superamento con massimo di  $266 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Vicenza Quartiere Italia (7 ore di superamento con massimo di  $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Schio (3 ore di superamento con massimo di  $257 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Legnago (2 ore di superamento con massimo di  $251 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Parco Colli Euganei (4 ore di superamento con massimo di  $252 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Padova APS-2 (2 ore di superamento con massimo di  $253 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Treviso Via Lancieri (1 ora di superamento con concentrazione di  $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per il resto dei giorni del semestre estivo non sono stati registrati altri superamenti della soglia di allarme in nessuna centralina.

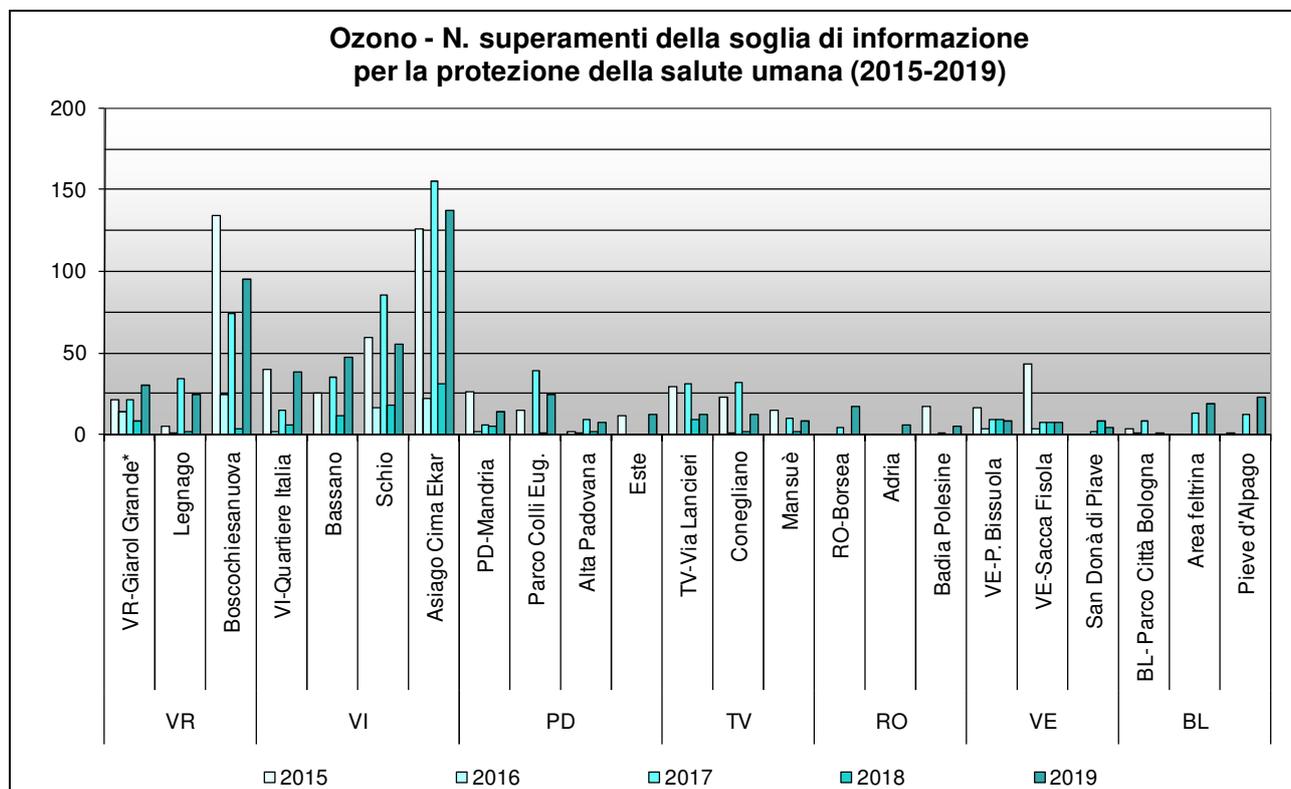
La soglia di informazione per la protezione della salute umana ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Nel grafico in Figura 22 sono posti a confronto i superamenti della soglia di informazione registrati nell'ultimo quinquennio nelle stazioni della rete, escluse quelle di traffico. Si può osservare, come tendenza sul quinquennio, che nella zona pedemontana e montana del Veneto Occidentale si registrano tendenzialmente più superamenti della soglia di informazione dell'ozono: Asiago, Boscochiesanuova, Schio e Bassano sono un esempio di quanto detto. 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 2019 è stata tendenzialmente peggiore del 2018, a causa soprattutto degli episodi di caldo torrido che hanno causato estesi superamenti delle soglie per l'ozono.

<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”.

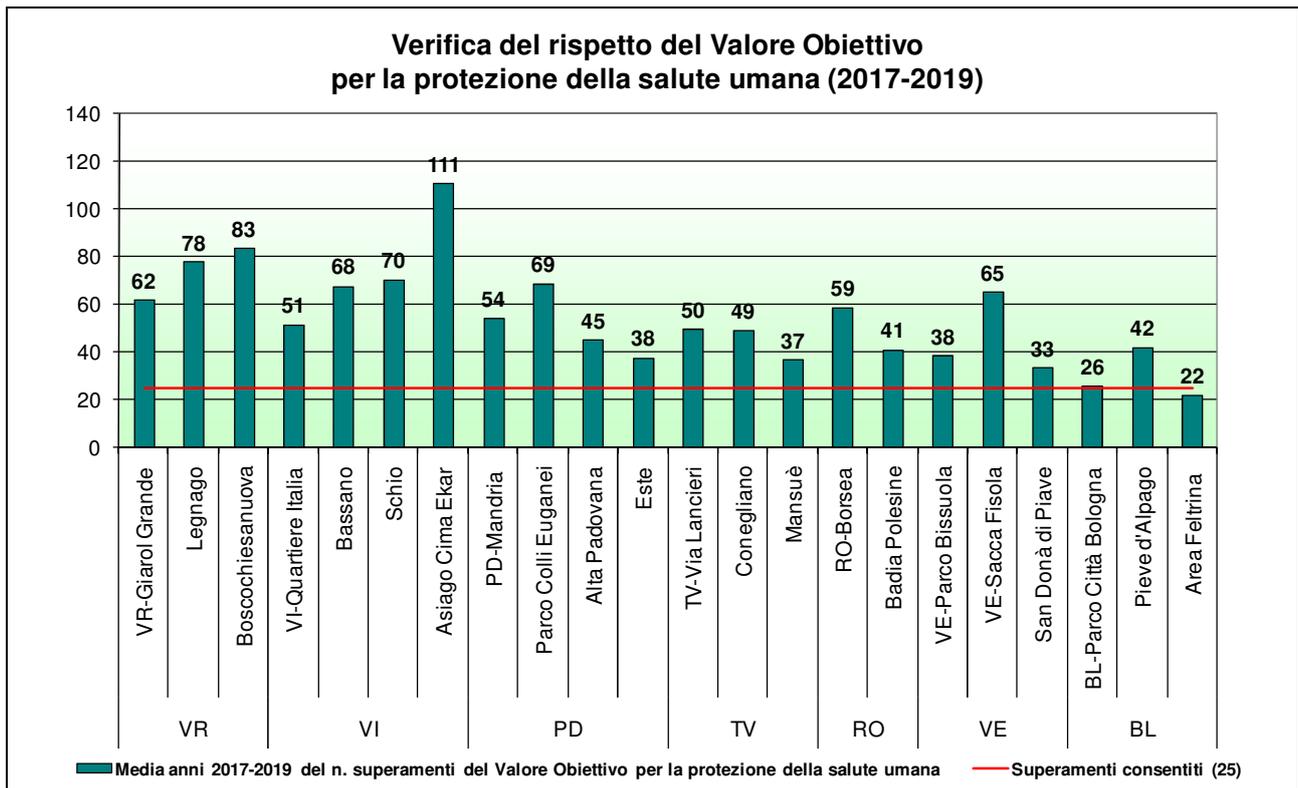
Il valore obiettivo viene calcolato rispetto alla soglia dei  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni.

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 2017-2019), 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.

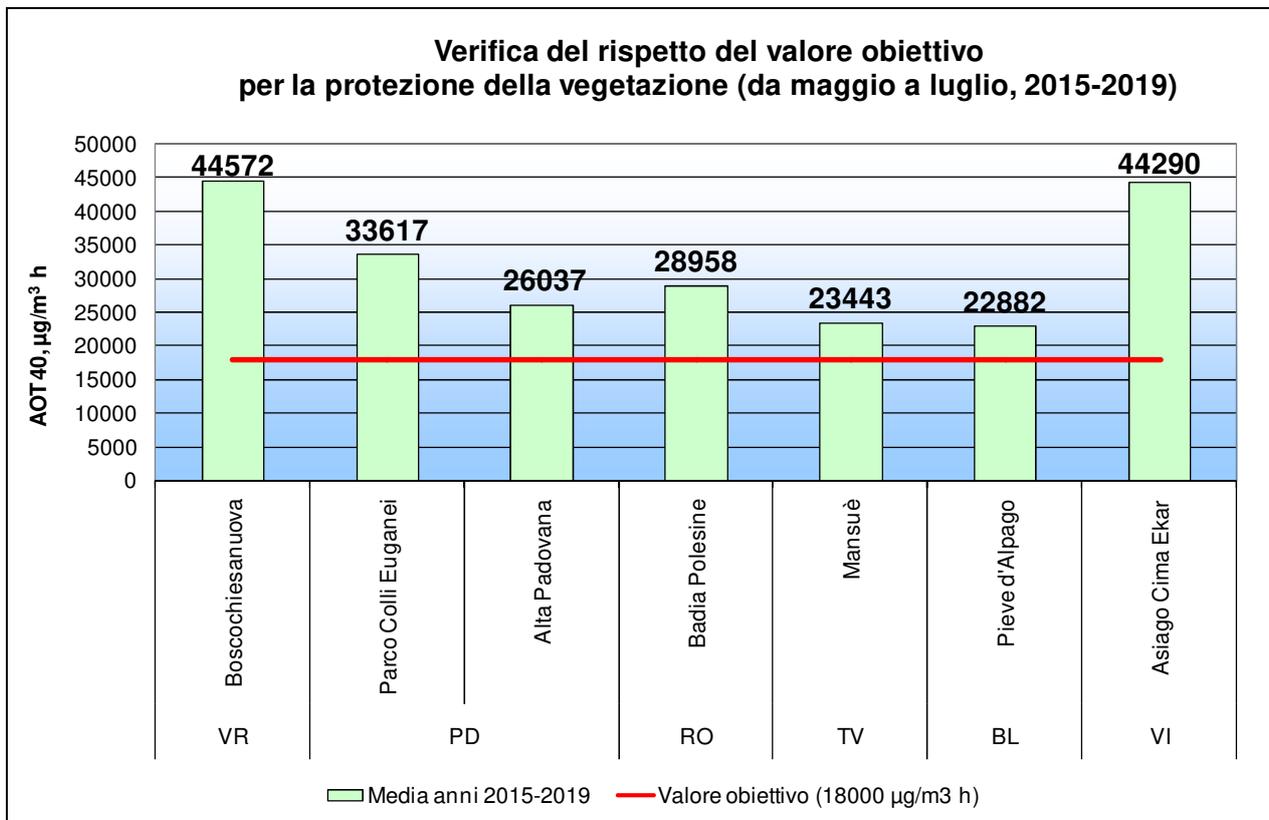


**Figura 22** Ozono. Confronto del numero di superamenti della soglia di informazione per la protezione della salute umana registrati nel quinquennio 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con l'anno 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 2015-2019. Si osserva che il valore obiettivo non è rispettato in nessuna delle stazioni considerate.



**Figura 23.** Verifica del rispetto del valore obiettivo per la protezione della salute umana per il triennio 2017-2019.



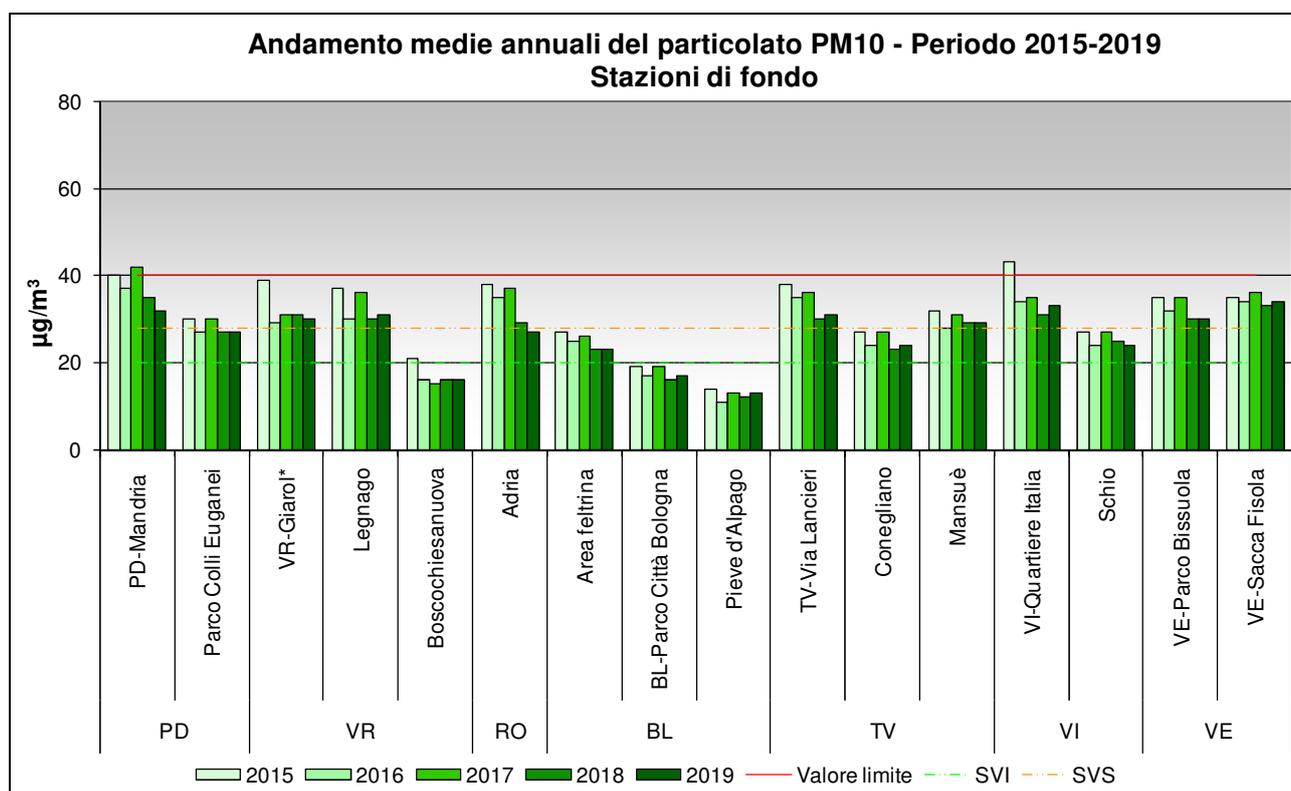
**Figura 24.** Valore obiettivo per la protezione della vegetazione calcolato per le stazioni di tipologia "fondo rurale" nel quinquennio 2015-2019.

### 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 2015-2019 per le stazioni di fondo distinte da quelle di traffico.

Per quanto riguarda le stazioni di fondo (Figura 25), si può osservare che le concentrazioni, nel 2019, sono state tendenzialmente comparabili 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 2015-2019. \*Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati di VR-Cason.

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 livelli di PM10 tendenzialmente stabili rispetto al 2018. Tutte le stazioni di traffico sono al di sopra della soglia di valutazione inferiore, anche se BL-La Cerva, supera di poco i  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , confermando la migliore situazione di concentrazione del particolato PM10 al di fuori della Pianura Padana, anche in siti di traffico.

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.

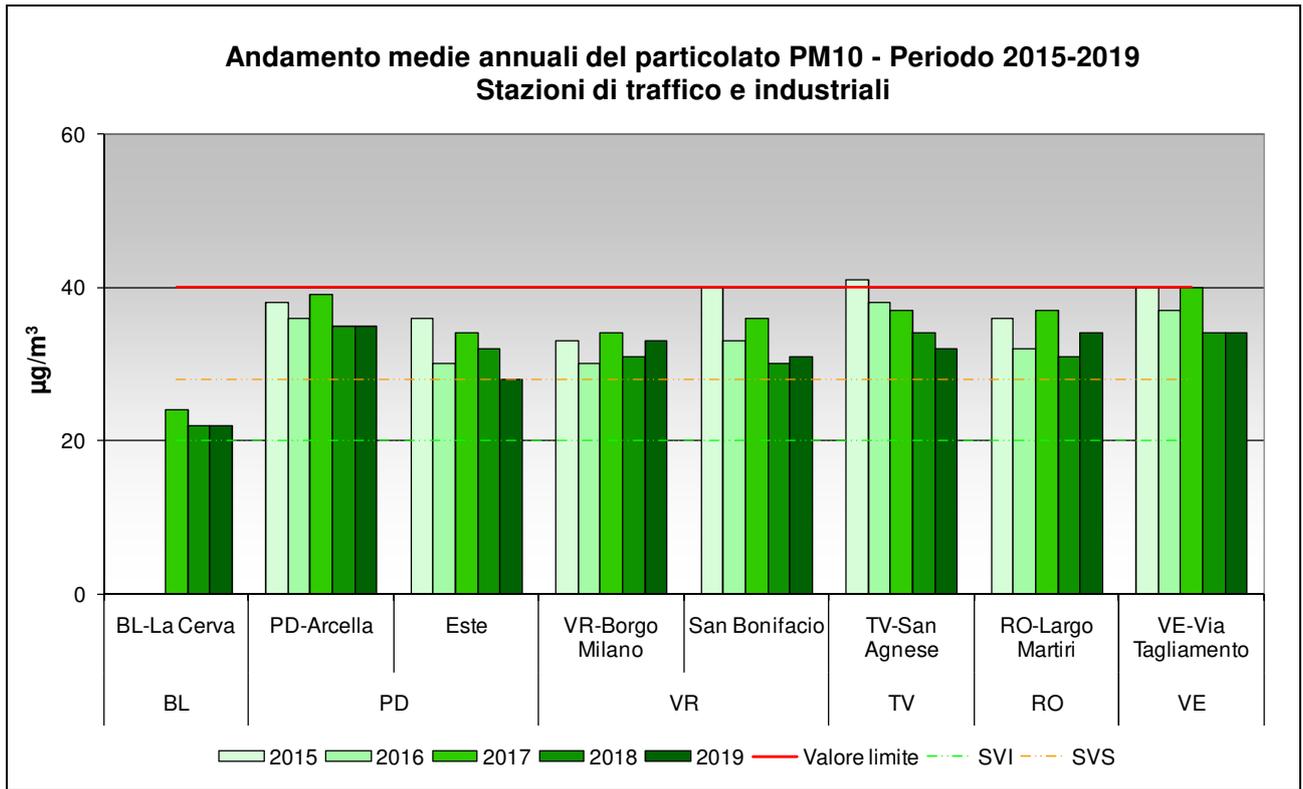


Figura 26. Medie annuali di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2015-2019.

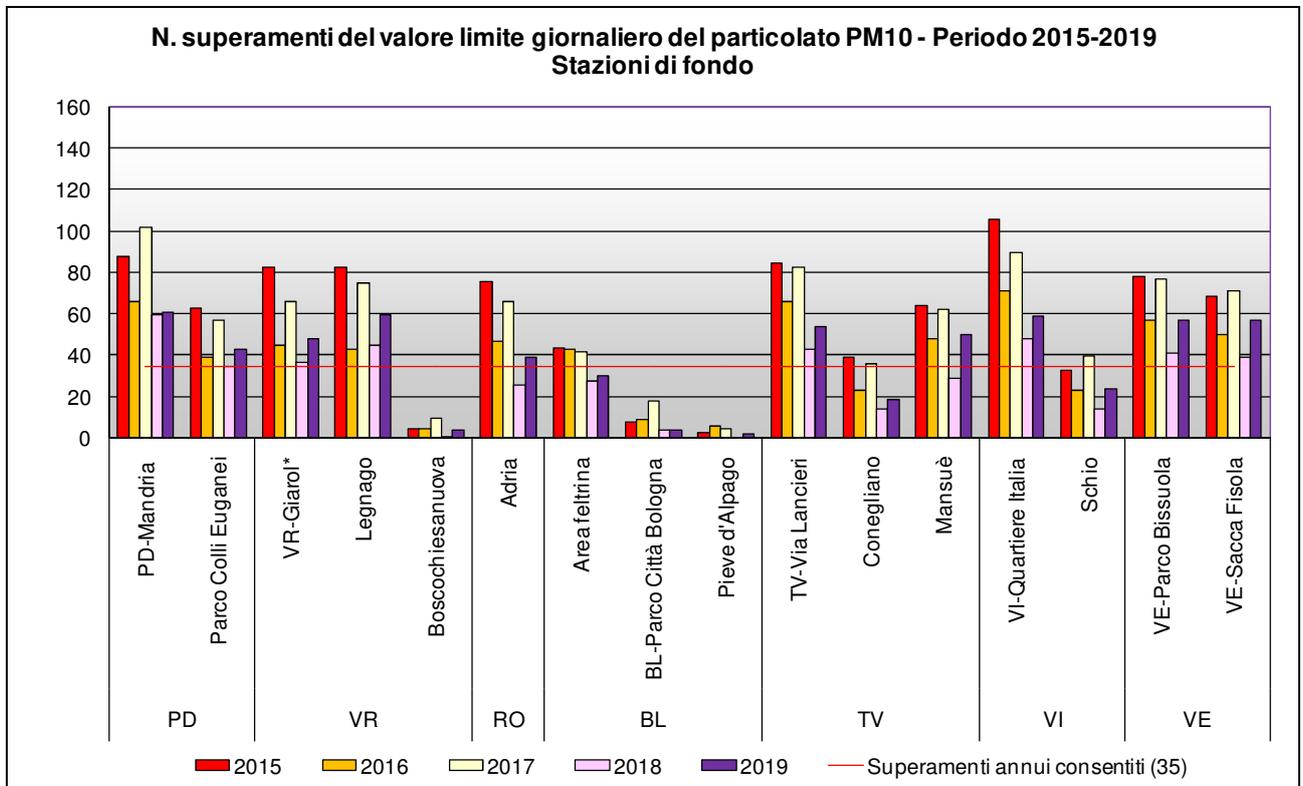
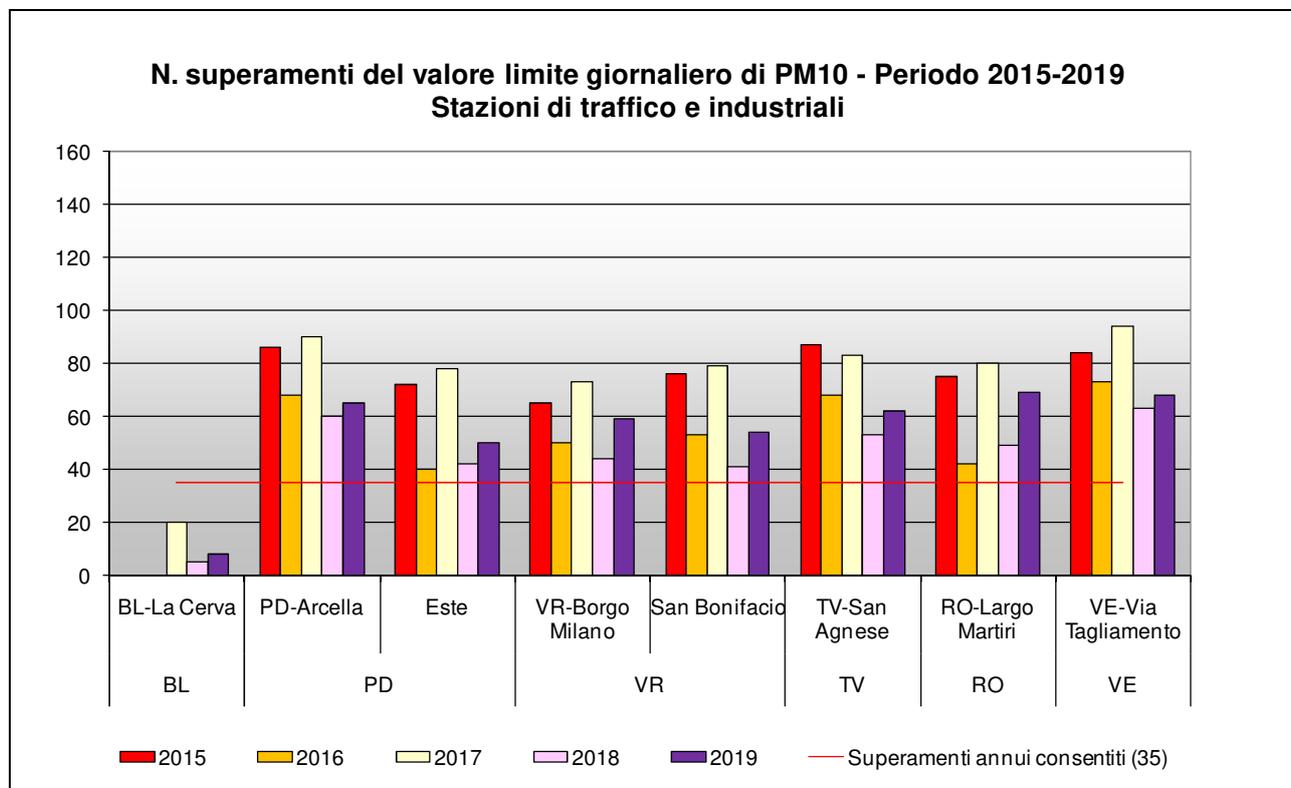


Figura 27. Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2015-2019. \*Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 2019, un aumento del numero dei superamenti rispetto all'anno precedente.

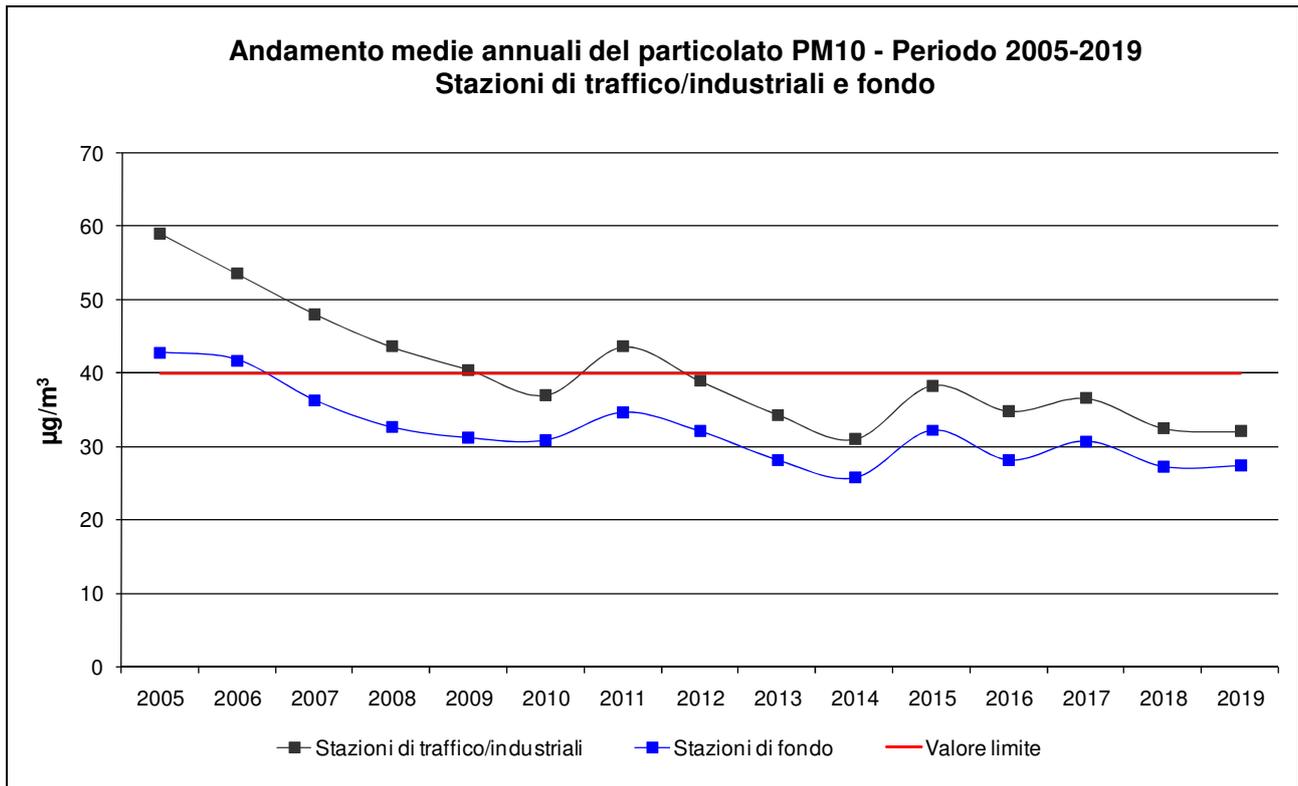


**Figura 28.** Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2015-2019.

Per quanto riguarda il valore limite giornaliero nelle stazioni di traffico (Figura 28), si è verificato un aumento del numero di superamenti rispetto all'anno precedente. L'unica stazione di traffico che non supera il valore limite giornaliero è BL-La Cerva, a conferma che l'ubicazione del capoluogo fuori dalla Pianura Padana, riveste un elemento fondamentale per la qualità dell'aria, anche in un sito di traffico.

Infine il grafico in Figura 29 mostra i valori medi annuali regionali nel periodo 2005-2019 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 2019 si osservano livelli di concentrazione media regionale paragonabili al 2018 sia nelle stazioni di traffico.

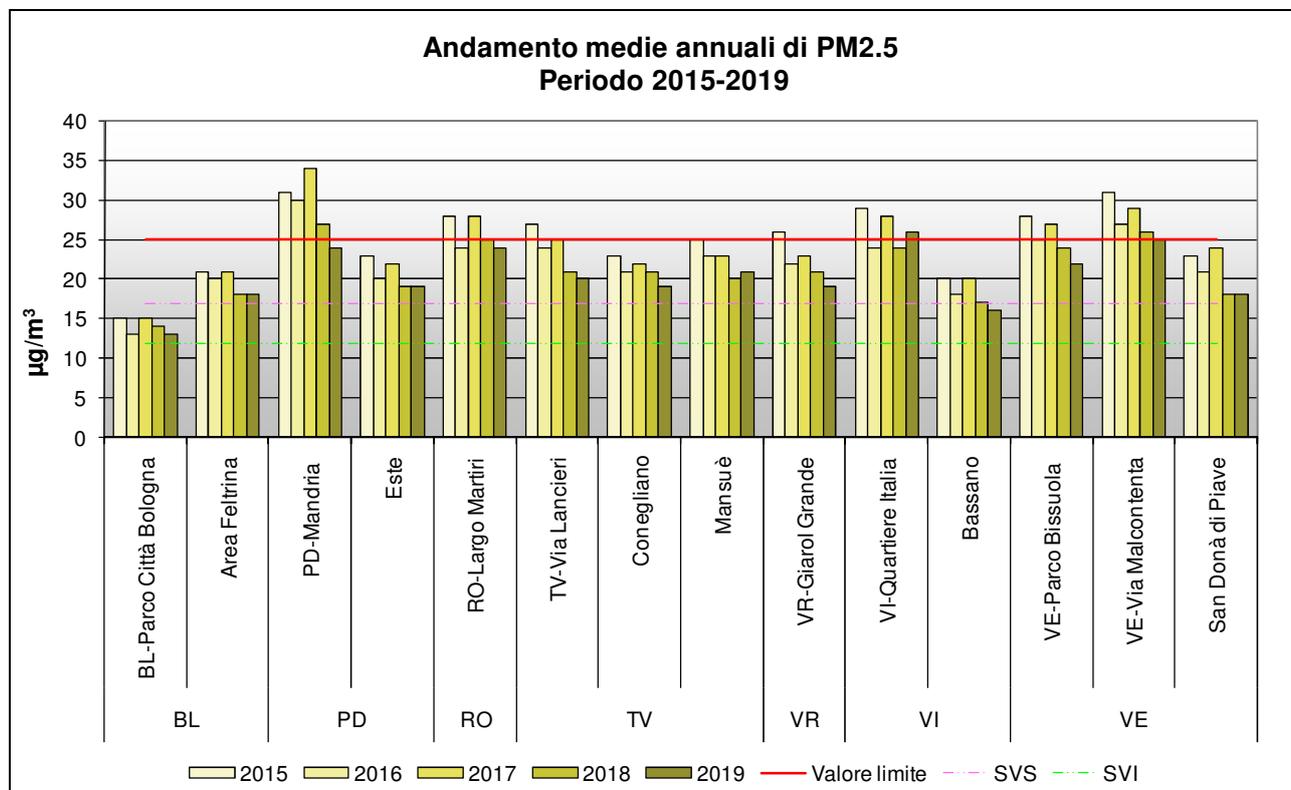
Il particolato PM10, per quanto visto sopra, resta ancora l'inquinante più critico per la qualità dell'aria nel Veneto, soprattutto per la difficoltà di rispettare il valore limite giornaliero, standard imposto dalla Comunità Europea e adottato dal Decreto Legislativo 155/2010.



**Figura 29** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di tipologia traffico/industriale e di fondo, durante il periodo 2005-2019, 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 2015 e il 2019.



**Figura 30.** Medie annuali di PM2.5 durante il periodo 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con l'anno 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in tutto il periodo considerato, sono BL-Parco Città di Bologna, Area Feltrina, Este, Bassano, Mansuè, Conegliano e S.Donà di Piave. Nel 2019 si osservano livelli di PM2.5 sostanzialmente comparabili con le concentrazioni del 2018. 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.

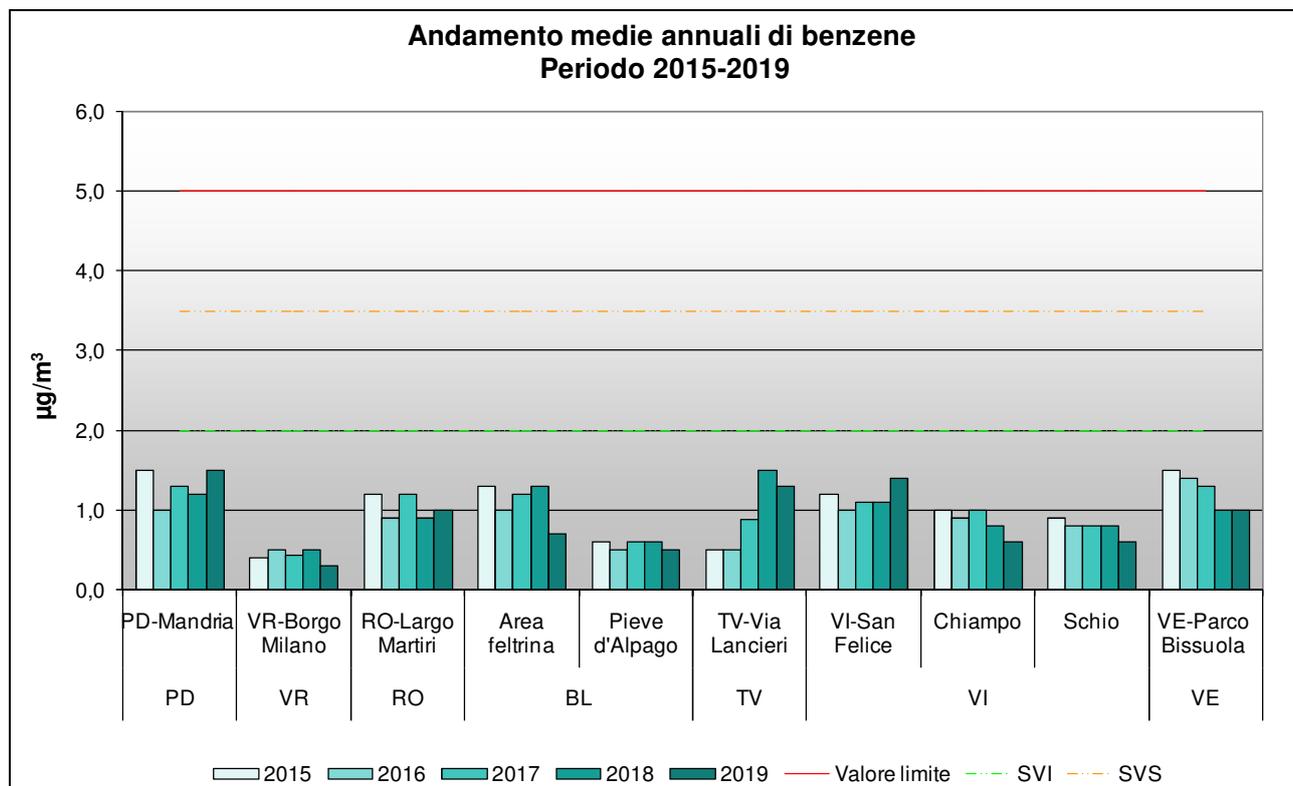
## 7.5 Analisi delle variazioni annuali per i parametri benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce

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.

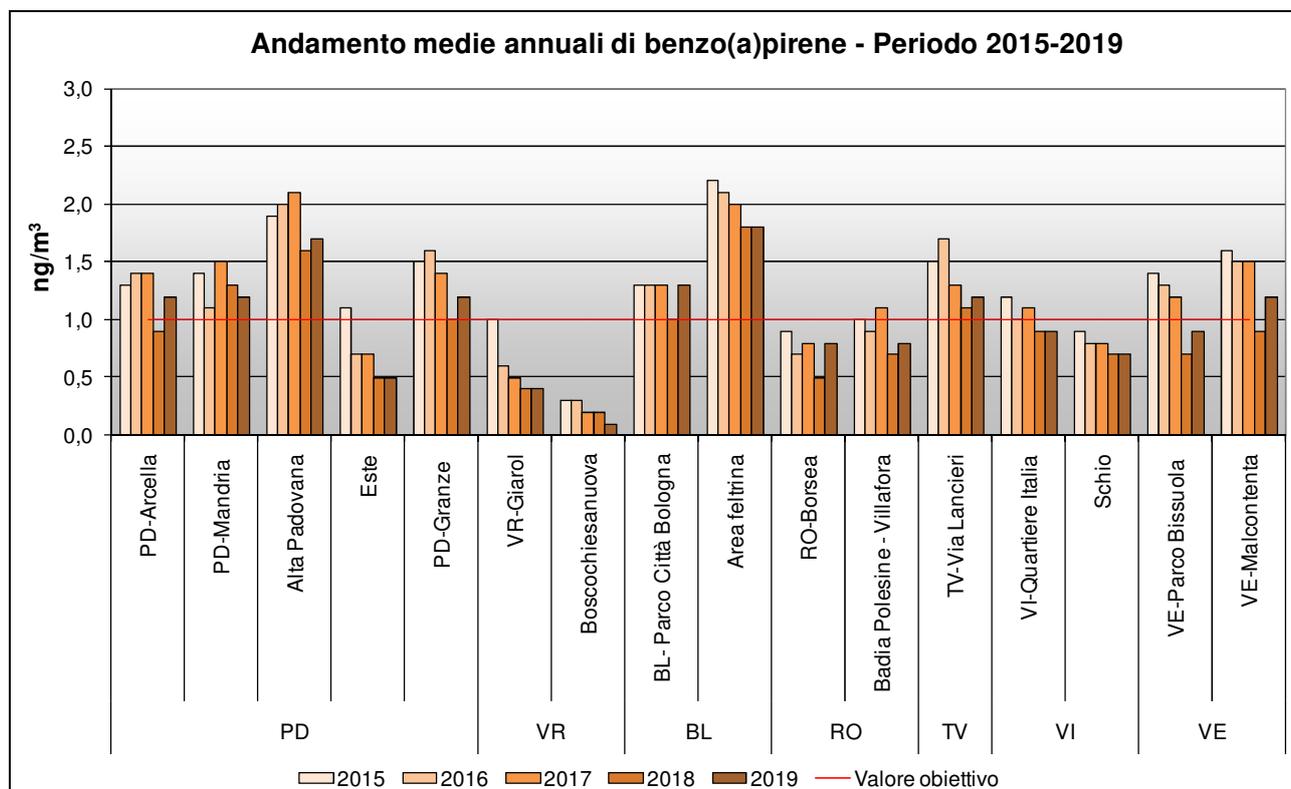
Esaminando i dati per il benzene, la Figura 31 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2015 al 2019.

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 2015-2019.

Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, la Figura 32 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2015 al 2019.

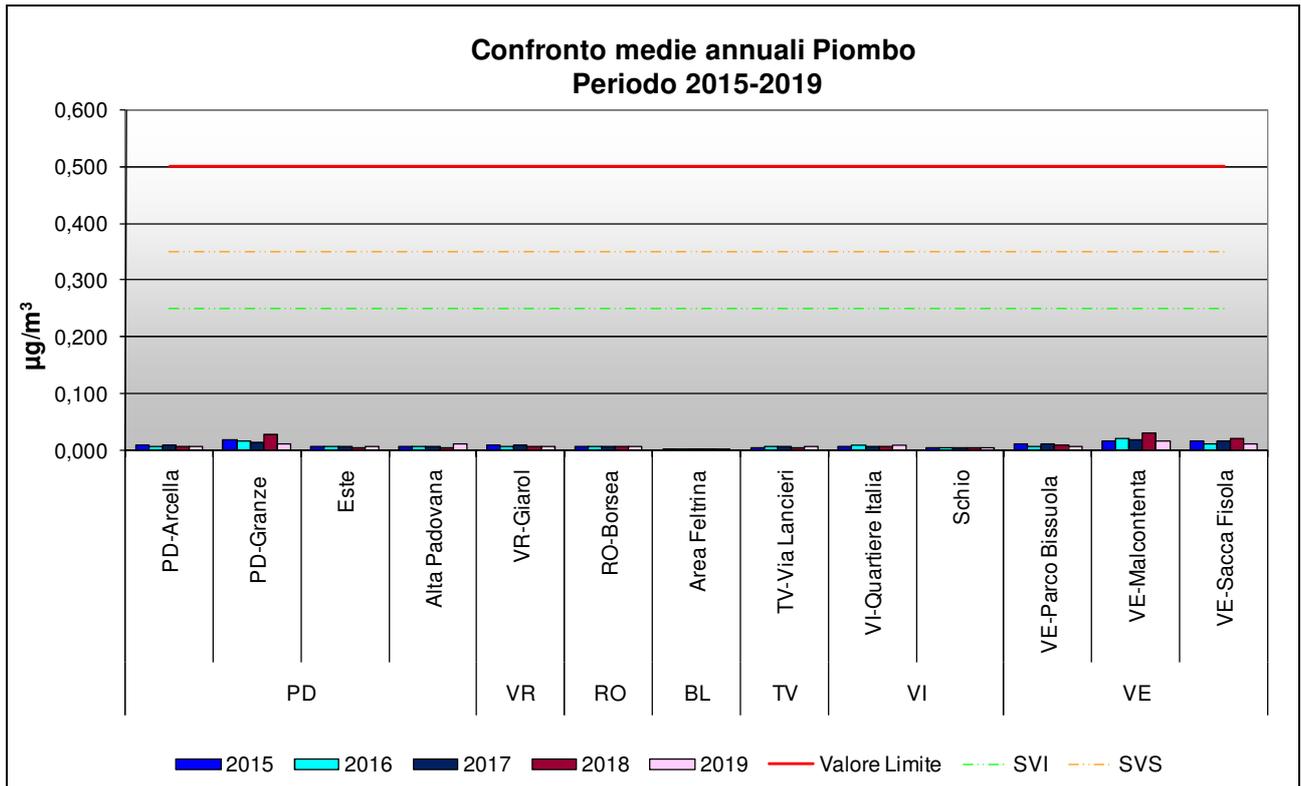


**Figura 32.** Confronto tra le medie annuali di benzo(a)pirene nel quinquennio 2015-2019. Per la centralina di Verona i dati sono di VR-Giarol a partire dal 2016, di VR-Cason il 2015.

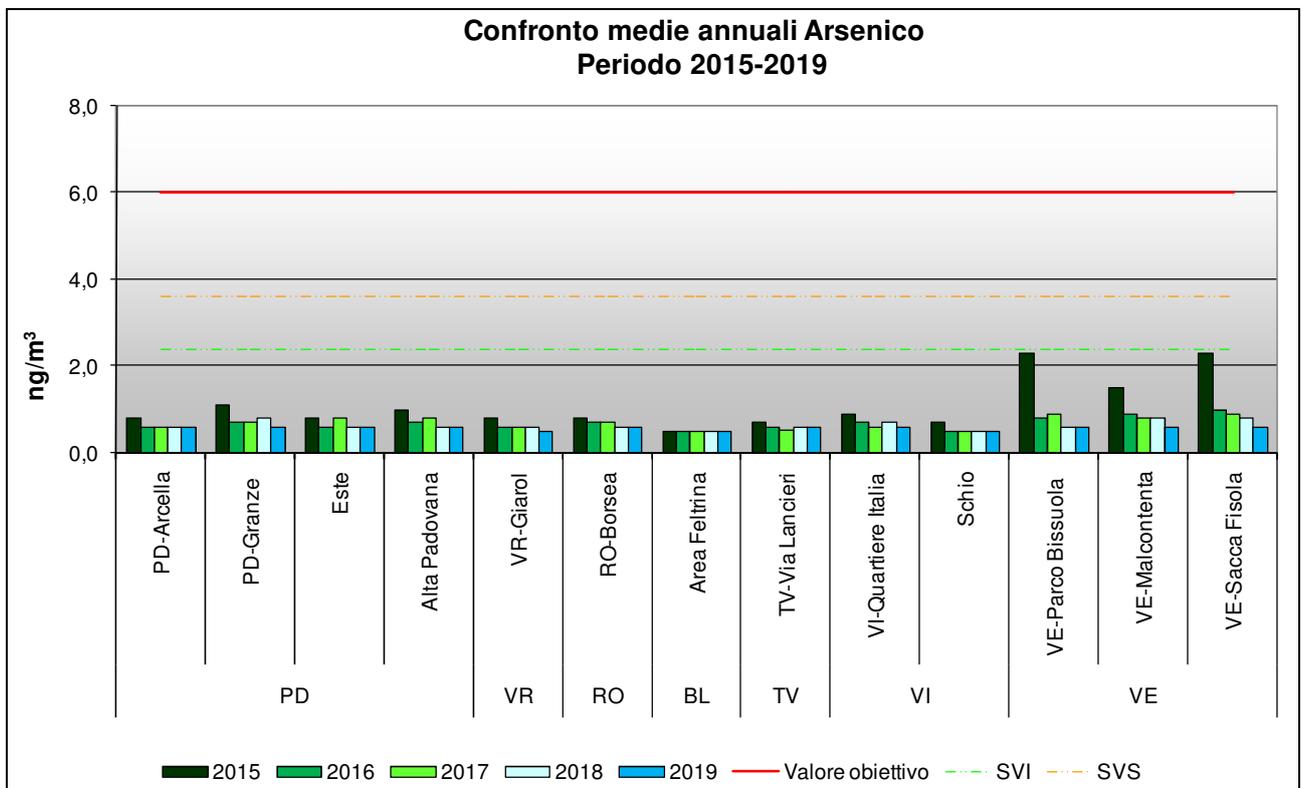
Si può osservare che, negli anni considerati, il valore obiettivo per il benzo(a)pirene non è mai stato superato a Boscochiesanuova, VR-Giarol, RO-Borsea e Schio, mentre nelle altre stazioni si registra, per almeno un anno, il superamento di tale valore obiettivo. In generale questo inquinante, identificato 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 2015 al 2019. 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 2015 e il 2019 per l'arsenico. 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 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

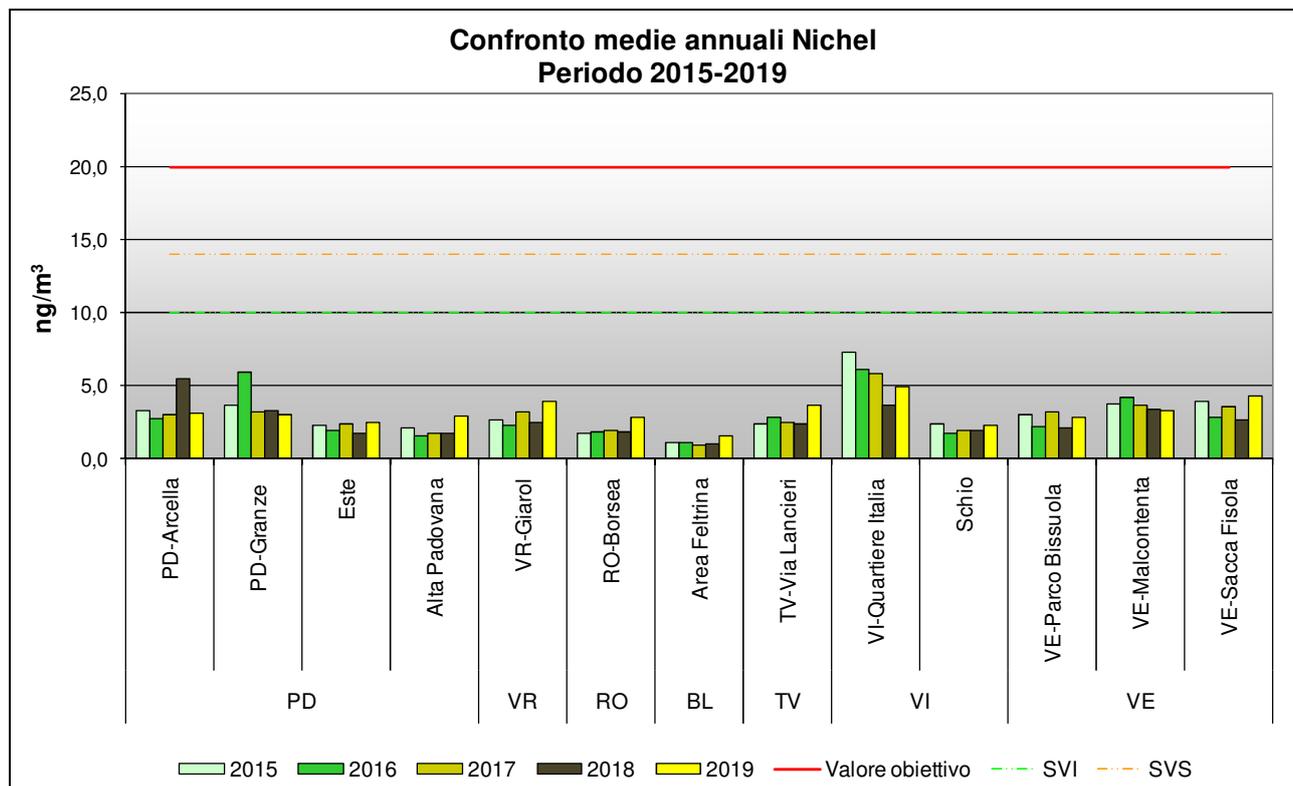


**Figura 34.** Confronto tra le medie annuali di arsenico nel periodo 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 2019, la concentrazione è rimasta sostanzialmente invariata rispetto all'anno precedente in tutte le stazioni.

Da osservare che presso la stazioni di Venezia si sono registrate negli ultimi 4 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 2015 ed il 2019 per il nichel. 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>).

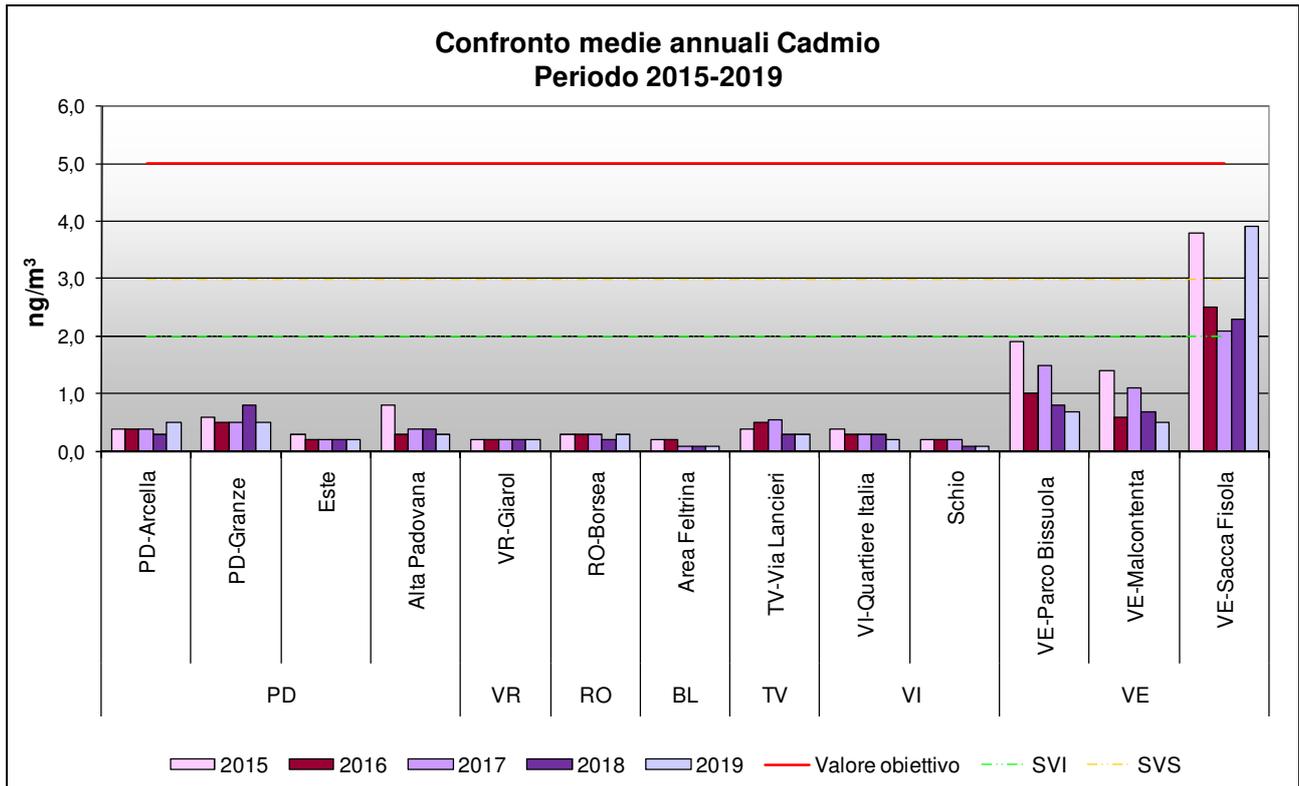


**Figura 35.** Confronto tra le medie annuali di nichel nel periodo 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 2019 sono generalmente stabili o in leggero aumento rispetto a quelli del 2018 al di fuori di PD-Arcella, che ha fatto registrare una concentrazione più bassa rispetto a quella anomala dell'anno precedente. 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 2015 e il 2019 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>).

Si osserva che le concentrazioni nel quinquennio 2015-2019 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 2019 si registra in questa stazione un valore più elevato del 2018 e 2017, paragonabile alla concentrazione del 2015. Nelle altre stazioni di Venezia le concentrazioni di tale inquinante sono invece in leggero calo rispetto al 2018. In tutto il resto della regione le concentrazioni sono sostanzialmente stabili nel quinquennio.



**Figura 36.** Confronto tra le medie annuali di cadmio nel periodo 2015-2019. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con il 2015 è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 2019, 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 2013-2019, 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 2019, 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		√	√		√	√		√	
VE	VE-Via Beccaria	TU		√	√	√	√				
VE	VE-Rio Novo	TU		√	√	√	√	√			
VE	Portogruaro	TU-IS						√			
VI	VI-Ferrovieri	FU		√	√	√	√	√			

**Tabella 8** Indicatori qualità dell'aria per le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione (anni 2013-2019).

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
	2019	32	54	24	71	36	26	1.3	-	0.007	0.6	2.8	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
	2019	31	55	23	57	32	24	1.2	-	0.007	0.6	2.9	0.4
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
	2019	22	45	4	50	32	19	0.7	-	0.010	0.6	2.7	0.3
Pederobba	2016	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	*	*	15	-	-	-	-	-	-
	2019	19	-	-	24	24	14	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-
	2019	36	9	5	68	34	-	-	-	-	-	-	-
VE-Rio Novo	2018	51	29	3	31	30	-	-	-	-	-	-	-
	2019	51	22	7	46	29	21	-	-	-	-	-	-
Portogruaro	2013	-	-	-	-	-	17**	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-	21**	-	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-	23**	-	-	-	-	-	-
	2016	-	-	-	-	-	16**	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	23**	-	-	-	-	-	-
	2018	-	-	-	-	-	22**	-	-	-	-	-	-
	2019	-	-	-	-	-	24**	-	-	-	-	-	-

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	-	-	-	-	-	-
	2019	29	53	27	50	31	21						

\* n. campioni insufficienti per il calcolo della media

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

## 9. Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2019

*(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 2019 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

Il mese di **gennaio** inizia con tempo stabile e soleggiato, eccetto qualche velatura al mattino e qualche cumulo verso nord. Il giorno 2, sul Veneto giunge un fronte da nord con un po' di neve burrascosa sulle Dolomiti; i venti si rinforzano fino a tesi/forti in quota, assieme ad episodi di Foehn nelle valli. I venti da nord si mantengono fino all'Epifania con diversi fronti che apportano molta neve sul versante nord delle Alpi, mentre il Veneto rimane sotto vento con clima un po' più freddo. Tra il 6 e 12 gennaio il tempo si mantiene stabile, freddo con gelate di notte e relativamente mite di giorno, con cielo sereno e atmosfera cristallina soprattutto in montagna, mentre in pianura il giorno 9 si formano delle nebbie specialmente nelle ore più fredde. Tra il 12 e il 13 tornano correnti da nord confinate tra una profonda saccatura sull'Europa orientale ed un'alta pressione atlantica: il forte gradiente barico determina intense correnti da nord con Stau sul versante austriaco (abbondanti nevicate sul versante nord delle Alpi), mentre il versante italiano è interessato da episodi di Foehn. Lunedì 14 il muro del Foehn si sposta leggermente più a sud, apportando un po' di neve sulle Dolomiti, mentre altrove il tempo rimane soleggiato con clima diurno assai mite per il periodo. Tra il 15 e il 16 splendide giornate ovunque con clima freddo e diffuse gelate di notte, e relativamente mite di giorno. Giovedì 17 inizia con nuvolosità irregolare al mattino, poi il tempo peggiora per il passaggio di una saccatura atlantica che porta precipitazioni, con limite della neve intorno ai 400/500 m nel pomeriggio e la notte. Precipitazioni sparse si verificano anche il giorno 18. Nei giorni successivi il tempo torna ad essere stabile e decisamente più freddo per un promontorio dinamico, con clima ventilato a causa dell'ingresso di correnti da nord-est. Le gelate notturne sono intense in montagna e forti in pianura (fino a -10/-13 sulla prima e localmente fino a -4/-5 sulla seconda). Il 23 di gennaio il passaggio di un minimo depressionario a sud delle Alpi provoca un lieve peggioramento del tempo con neve sparsa fino a bassa quota su parte delle province di Vicenza, Padova e Treviso. In quota la leggerezza della neve favorisce accumuli di 8/10 cm. Concluso questo episodio, il tempo ritorna ad essere stabile ed il freddo s'intensifica (fino a -4/-6°C in pianura). Il sole splende, specie il giorno 26, quando il clima risulta più mite in montagna che non in pianura per Foehn. Il giorno 27 si assiste al transito di una veloce saccatura atlantica, responsabile di un peggioramento piuttosto significativo tra la pedemontana e la montagna veneta, specie sulle Prealpi orientali: nevicata su alcune parti della pedemontana e soprattutto sulle Prealpi fino a fondovalle, localmente fino a 20/25 cm come a Belluno e a bassa quota in Alpi. Il 28, precipitazioni residue nella notte sui settori orientali e ancora nevosa fino nei fondovalle prealpini, e cielo rimane perlopiù coperto con brevi schiarite al pomeriggio; dopo diversi giorni assai freddi, si verifica un lieve rialzo termico. La presenza di una piccola dorsale garantisce una giornata di bel tempo il 29 gennaio, mentre il 30 una nuova veloce saccatura, non profonda,

causa un leggero peggioramento del tempo, soprattutto alla sera del 31 gennaio, quando nevischia fino sui 400/600 m a fine giornata.

Il mese di **febbraio** inizia con un netto peggioramento del tempo (allerta neve in montagna) per l'arrivo di una profonda saccatura atlantica che tende ad isolarsi in depressione chiusa il sabato 2, prima di allontanarsi verso sud nel pomeriggio del 3. Le precipitazioni sono significative, anche assai abbondanti sulle Prealpi, specie sui settori occidentali. Cadono da 30 a 40 mm sulla pianura meridionale, da 40 a 75 mm su quella centrale, fino a 100 mm sulla pedemontana, mentre la montagna viene copiosamente interessata con poche zone sotto gli 80 mm e quasi ovunque più di 100 mm, con punte di 150/180 mm e un massimo di 215 mm in Cansiglio. Gli apporti di neve fresca sfiorano i 70/80 cm a 1200 m, localmente oltre il metro di neve sull'Ampezzano e il Comelico a quelle quote. A 2000 m cadono da 1 metro a 130 cm di neve in tre giorni. Dal 4 il tempo migliora su tutta la regione con giornate di sole, inizialmente fredde di notte, ma relativamente miti di giorno, grazie al generoso soleggiamento. Il tempo si mantiene stabile fino al 9. Il giorno 10 il tempo peggiora leggermente per il transito di una saccatura atlantica che passa velocemente con l'ingresso in tarda serata di correnti da nord nei bassi strati. Il giorno 11 il tempo tende a migliorare parzialmente con diradamento della nuvolosità, specie al pomeriggio, mentre forti correnti da nord s'instaurano in quota e il Foehn spira in molte valli fino sulla pedemontana. Dal 12 febbraio il tempo viene influenzato da un promontorio atlantico con iniziali correnti settentrionali d'aria fredda, ma ben presto l'avvezione d'aria di matrice oceanica favorisce l'ingresso d'aria sempre più mite, con rialzo termico e valori diurni che sono un anticipo della prossima primavera. Dal 14 l'avvezione d'aria mite in quota determina un rialzo termico, dapprima delle minime in quota, con un'accentuazione dell'inversione termica notturna ed in giornata anche delle massime a tutti i livelli. Nei giorni seguenti non gela più in pianura ed in quota, ad eccezione di alcuni fondovalle prealpini e delle valli dolomitiche innevate. (minime di +2/+3°C a 2000 m). In giornata si toccano i 15/18°C in pianura e nelle conche prealpine, i 12/14°C a 1000 m. La fase di bel tempo stabile perdura fino alla fine del mese con temperature anormalmente alte il giorno 22, con punte oltre i 20°C in pianura e sulla pedemontana (22°C a Dolcè), fino a 18°C nelle conche prealpine e 15/17°C a 800/1000 m. Tra il 23 e il 24, correnti da nord-est apportano aria fredda per il transito di una saccatura diretta verso i Balcani, ma si tratta di un breve intervallo, in quanto dal 25 i valori termici tornano ad aumentare. Durante questa fase lo zero termico rimane sopra i 3000 m per ben 5 giorni, situazione abbastanza eccezionale per il mese di febbraio, che risulta anormalmente mite nella seconda metà con un'anomalia termica di 5/6°C sopra la media. Il giorno 27 risulta particolarmente mite con valori superiori a 23/24°C in pianura, fino a 21/22°C nei fondovalle prealpini (22.8°C a Feltre) e sui 15/17°C a 1000. L'ultimo giorno del mese l'avvicinarsi di una piccola depressione in quota, senza effetti, provoca una lieve flessione delle temperature in quota, ma ovunque i valori osservati rimangono sopra le medie del periodo.

Il mese di **marzo** inizia con una giornata di tempo variabile per il veloce transito di una saccatura atlantica a ridosso delle Alpi con passaggio di un debole fronte da nord-ovest responsabile di qualche sporadico fenomeno sui monti. I giorni 2 e 3 sono in prevalenza soleggiati con nubi alte di sottovento sui monti, venti da nord in quota e Foehn nelle valli. Il sole splende in pianura con clima diurno relativamente mite. Il 4 marzo la presenza di aria fredda in quota determina un episodio d'instabilità tra il tardo pomeriggio e la sera con rovesci ovunque, eccetto sulle estreme zone meridionali (sud veronese, padovano e rodigino). I giorni 5 e 6 sono piuttosto sereni freschi con correnti settentrionali associate alla presenza di una dorsale. Il buon soleggiamento mitiga il clima diurno. Il giorno 7 una saccatura determina precipitazioni sui monti, dove la neve cade fino sui 1000-1200 m e sulla pedemontana fino alle prime ore dell'8, altrove le precipitazioni sono assenti. In seguito, s'instaura un promontorio anticiclonico con correnti settentrionali: il tempo diventa stabile e ben soleggiato e assai fresco per il periodo, specie nelle giornate tra il 12 e il 15, quando le gelate risultano intense in montagna ed assai diffuse in pianura. Dal 15 arriva aria più mite, lo zero termico sale da 1700/1900 m a 3100/3200 m nelle giornate del 16 e 17 e le temperature aumentano fino a massime di 20/21°C in pianura e di 15/17°C sui 1000/1200 m il giorno 16. Alla sera del 17 il tempo peggiora per il transito di una saccatura atlantica, che apporta piogge diffuse sulla regione a tratti anche di moderata intensità e a carattere di rovescio. La neve scende fino sui

600/800 m. Il giorno dopo il tempo migliora, anche se la presenza d'aria fredda in quota determina una lieve convezione diurna, specie tra pedemontana e Prealpi. Dal 20 fino al 24 il tempo diventa molto stabile e ben soleggiato con l'arrivo d'aria più mite, connessa all'alta pressione atlantica di matrice tropicale. I massimi superano i 24/25°C in pianura, raggiungono 22/23°C nelle conche prealpine (23.8°C a Feltre il 24) ed i 19/21°C a 1000/1200 m, addirittura temperature sopra lo zero sulla Marmolada con 1.9°C il giorno 23. Il 25 marzo, una saccatura in arrivo dall'Europa settentrionale interessa marginalmente il triveneto con pochi fenomeni sulla montagna e qualche rovescio, anche temporalesco sulla pianura. Il calo termico avviene già al pomeriggio in quota, e alla sera anche in pianura, localmente in maniera brusca sui settori orientali della regione per forti rovesci temporaleschi sul settore di Eraclea e Bibione. In 40 ore la temperatura scende da +0.2°C a -18°C sulla Marmolada ed in pianura da 24°C a 6°C. Nei giorni successivi l'aria fredda fa dimenticare la primavera anticipata con ritorno delle gelate notturne fino nei fondovalle prealpini e massimi che non superano i 15/16°C in pianura (mediamente 7/8°C in meno rispetto ai giorni precedenti). Tale situazione perdura fino al 28, in seguito l'arrivo di aria più mite, in un contesto sempre anticiclonico, consente alle temperature di risalire per gli ultimi due giorni del mese, con punte oltre i 22/23°C in pianura e fino a 20°C nei fondovalle prealpini.

Il mese di **aprile** inizia con il sole e le temperature leggermente sopra la media, ma già il 2 il tempo inizia a cambiare con molte nubi e qualche pioggia. Il giorno 3 una saccatura si approfondisce sulla Francia, richiamando aria umida con pochi fenomeni sul Veneto. Il 4 la suddetta saccatura si isola in depressione chiusa e determina uno spiccato episodio di maltempo con piogge abbondanti, specie sui rilievi, assieme ad abbondanti nevicate oltre i 1200/1500, localmente fino a 100/120 cm di neve sui passi dolomitici. Le zone più colpite sono le Prealpi e le Dolomiti meridionali. Il tempo si ristabilisce il giorno 5, ma rimane variabile e fresco con clima molto uggioso. Tale situazione perdura anche nei giorni successivi con deboli piogge sui monti, infatti, il graduale rialzo termico confina la neve temporaneamente sopra i 1800 m. La variabilità persiste fino al 9 aprile, poi il tempo diventa instabile e perturbato con fenomeni un po' più consistenti per la presenza di un minimo depressionario sull'Italia settentrionale. Le temperature tornano a calare e la neve cade di nuovo fino sui 1200/1400 m. Tale situazione perdura fino al 14, poi il tempo diventa anticiclonico con giornate più soleggiate e gradualmente più miti, specie nel week-end di Pasqua (21), quando i massimi raggiungono i 24/26°C in pianura e i 21/22°C fino sui 600 m di quota tra la vigilia e Pasqua. Il giorno 23 una depressione mediterranea influenza direttamente il tempo della nostra regione con piogge diffuse, anche temporalesche. I totali pluviometrici sono abbondanti sui settori centrali della regione, mentre sulle Dolomiti e il Rodigino piove assai meno. Nei giorni seguenti la regione rimane sotto l'influenza della suddetta depressione, anche se l'instabilità tende a diminuire, eccetto sulla montagna, dove la presenza d'aria un po' più fresca in quota favorisce rovesci sparsi tra il 25 e 26, mentre la pianura viene interessata in maniera più marginale. Il giorno 27, una saccatura atlantica, associata a una discesa d'aria fredda, interessa direttamente tutta la nostra regione con fenomeni abbondanti sui settori montuosi e la pianura centro-orientale, mentre piove pochissimo sulle province di Verona, Vicenza e Rovigo. Il freddo riporta la neve fino sui 600/800 m, addirittura con qualche fiocco a Feltre e dintorni. Il giorno 28 residuo maltempo notturno, poi tendenza alla variabilità, in un contesto di temperature inferiori alla media del periodo, anche in pianura. Nei due giorni conclusivi del mese il tempo migliora con abbondanza di sole, le temperature risalgono sensibilmente specie il giorno 30, grazie alla presenza di una piccola dorsale e all'arrivo d'aria meno fresca.

Il primo **maggio** 2019, il tempo è stabile con cielo terso al mattino e qualche modesto annuvolamento pomeridiano in diradamento alla sera. Il 2 al mattino è ben soleggiato, poi il cielo si copre con qualche rovescio alla sera. Il 3 il tempo è instabile, soprattutto in pianura con molti addensamenti e temporali, anche forti (grandine a Mestre e sul litorale della provincia di Venezia). Anche il 4 il tempo è instabile già al mattino, con temporali sulla fascia centrale della regione, e alla sera, diventa perturbato per l'avvicinarsi di una saccatura proveniente dall'Europa settentrionale, che interesserà la regione il 5 con precipitazioni diffuse, nevose oltre i 600/800 m, localmente fino sui 300/400 m sulle Prealpi Bellunesi (secondo episodio nevoso a bassa quota in una settimana).

La perturbazione è accompagnata da un netto calo termico e da forti venti dai settori nord-orientali, con una violenta mareggiata sulle sponde meridionali del lago di Garda. Il giorno 6, il tempo migliora ma è freddo ovunque con qualche rovescio sul trevigiano tra la notte ed il primo mattino del 7. Il giorno 8, il tempo peggiora di nuovo per l'arrivo di aria umida associata al transito di un minimo depressionario a nord delle Alpi. Le precipitazioni interessano tutta la regione tra il pomeriggio/sera dell'8 e la notte del 9. In seguito, correnti occidentali d'aria più mite ma ancora umida determinano tempo variabile. Nella serata del 10 il passaggio dell'ennesimo fronte freddo dalle Alpi provoca un breve episodio d'instabilità, con rovesci e temporali in rapido transito da nord verso sud. A seguito del fronte, a cavallo fra il 12 e il 13, entrano correnti da nord con Foehn sui monti e la pedemontana. Nei giorni successivi il tempo migliora con giornate più soleggiate e rialzo termico. Il giorno 15 un minimo depressionario determina qualche pioggia sulla parte meridionale della regione, assieme a aria fredda in quota, e torna a nevicare debolmente fino sui 1200 m. Nei due giorni successivi la presenza di aria fredda in quota determina qualche isolato rovescio sulle Dolomiti con neve fino sui 1100/1200 m (convezione d'aria fredda in quota): sui rilievi prevalgono gli annuolamenti, mentre il sole tende a predominare in pianura. Tra il 18 e il 20 maggio una saccatura scesa dall' Europa settentrionale giunge sull'Italia con tempo perturbato: le precipitazioni sono diffuse ed abbondanti, nevose oltre i 2000/2100 m. Nei giorni seguenti la circolazione rimane depressionaria e la presenza di aria fredda determina instabilità con focolai temporaleschi sulla pianura, specie nelle giornate del 23, 25 e 26; in alcuni casi i rovesci temporaleschi sono forti (fino a 30/50 mm tra il Veronese, il Feltrino e il Comelico). Tra il 26 e il 29 una depressione, formatasi tra Marocco e Algeria, risale verso il nord Italia, provocando quattro giorni di maltempo con altre piogge copiose. Dal 30 maggio il tempo inizia a migliorare, ma le correnti nord-orientali con flusso da nord-est e la curvatura leggermente ciclonica determinano una certa residua variabilità con qualche modesta precipitazione tra Prealpi e pedemontana. Con l'ultimo giorno del mese torna a splendere il sole e le temperature sono in netta ripresa.

Nella prima decade del mese di **giugno** il tempo è piuttosto instabile, con rovesci e temporali sui monti e sulla pedemontana, in estensione anche alla pianura. Fenomeni grandinigeni e trombe d'aria (Asiago) sono all'ordine del giorno tra il 3 e il 5. Il giorno 5 un temporale piuttosto violento riversa 42.6 mm in 30 minuti a Treviso.. Nei 3 giorni seguenti il tempo rimane molto instabile con locali forti temporali tra le province di Padova e di Vicenza (70 mm a Turcati il giorno 6), anche il giorno 7 nuovi episodi temporaleschi si verificano un po' ovunque nel basso Bellunese, Trevigiano e monti Lessini orientali, mentre l'8 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 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 diventa di nuovo 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 (alcuni chicchi raggiungono fino a 5 cm di diametro). 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 caldo (32/34°C in pianura nelle giornate tra il 19 e il 21, fino a 25/26°C a 1000 m). Poi tra il pomeriggio del 21 e la notte del 22 una saccatura Nord Atlantica provoca una breve fase instabile (fino a 40/25 mm sulle Prealpi e su alcuni settori del padovano e del vicentino, assai meno altrove). Il giorno 23 un po' d'instabilità residua nelle ore centrali sui confini del Trentino e dell'Alto Adige con brevi ed isolati piovoschi sulle Dolomiti. Dal 24 al 30 il tempo risulta stabile e soprattutto molto caldo. La particolarità di questa ondata di caldo anomalo nella regione è che risulta più sentita in quota a causa di un'avvezione d'aria particolarmente calda negli strati medi dell'atmosfera (avvezione africana). Tra gli 800 e 1800 m superati i record assoluti con punte di 35/37°C a 1000/1200 m e valori record attorno ai 1500 m. Il 27 giugno i picchi di temperatura sfiorano i 40°C nei settori più caldi della pianura centrale. Nei giorni successivi la bolla d'aria calda si attenua e i valori massimi diminuiscono.

Il primo di **luglio** l'ingresso di correnti d'aria umida da ovest provoca dei temporali sui monti, specie sulle Dolomiti, assieme a grandine di media dimensione tra Cortina, Misurina, Pieve di Livinallongo (55/35 mm nei settori con apporti significativi), mentre, in pianura continua a fare caldo ed afa. Il

giorno 2 l'instabilità si ripete al pomeriggio, seppur in maniera minore sulle Dolomiti, mentre un forte temporale si verifica alle porte di Vicenza con un massimo di 52 mm. Il giorno 3 l'instabilità si ripete per il transito di un pseudo fronte freddo (fronte non presente al suolo ma solo in quota), responsabile di temporali, localmente intensi e grandinigeni. La situazione si ripete anche nella giornata del 4 con sporadici temporali sulle Dolomiti e sulle vette feltrine in serata. Il giorno 5 una dorsale interessa la nostra regione garantendo tempo stabile. Dal 6 fino al 9 una saccatura scorre dall'Europa settentrionale verso i Balcani provocando rovesci e temporali sia in montagna che in pianura, con fenomeni anche intensi e localmente grandinigeni (fino a 55/60 mm in breve tempo). Tra il 10 e l'11 il tempo si ristabilisce ma il clima risulta piuttosto fresco per il periodo, specie di notte. Nelle giornate del 12 e 13 nuovo impulso d'aria fresca con curvatura ciclonica e conseguenti rovesci, temporali e frequenti grandinate. Il giorno 14 il tempo è stabile in pianura, mentre isolati focolai temporaleschi maturano sui monti nel pomeriggio. Nella notte tra il 14 e il 15 una goccia fredda scorre appena sotto l'arco alpino apportando un temporaneo peggioramento, più marcato sulla pianura. Nei giorni seguenti il flusso si orienta ad ovest con piccole ondulazioni che determinano brevi episodi di instabilità intervallati con tratti di tempo discreto/variabile. Tale situazione si protrae fino al 19/20. Dal 21 un promontorio legato all'espandersi dell'alta pressione di matrice africana riporta il caldo su gran parte dell'Italia, compreso il Veneto, dove le temperature tornano su livelli assai elevati con valori di 34/38°C in pianura, 32/35°C nelle conche prealpine e 30/32°C a 1000 m tra il 24 e il 25. In questi giorni di calura, il tempo risulta stabile, anche se sui monti (specie Dolomiti) si verificano isolati temporali di calore. Il 26 si avvicina una saccatura atlantica, determinando una prima fase temporalesca assai intensa sui monti, anche sul sud della regione per una linea di convergenza nei bassi strati (cadono 40/50 mm sul rodigino e fino a 60/70 mm su alcuni settori delle Dolomiti). Nei due giorni successivi, il tempo è instabile, specie il giorno 28, quando un episodio temporalesco interessa tutto il litorale veneto dal delta del Po alle porte di Caorle, con un massimo di 140 mm a Cavallino Treporti, con dannose grandinate. Dopo l'allontanamento della depressione responsabile di questa fase instabile e particolarmente fresca, il tempo torna ad essere stabile per un solo giorno (il 29). Il 30, e soprattutto il 31, la forte convezione, il forte tasso d'umidità e la struttura atmosferica leggermente ciclonica provocano diversi focolai temporaleschi tra monti e pedemontana il giorno 30 e fino su alcuni settori del Veneto centrale il giorno 31. Proprio nell'ultimo giorno del mese, una cella temporalesca particolarmente intensa imperversa tra l'altopiano di Asiago e la pedemontana vicentina (111 mm sul Monte Summano) dando luogo a precipitazioni intense responsabili di smottamenti.

Il primo **agosto** il tempo è stabile e caldo; il 2 una veloce saccatura atlantica transita sul Veneto con una prima fase instabile al mattino (temporali prefrontali, anche intensi) e una seconda fase connessa al passaggio del fronte freddo al pomeriggio, quando fenomeni grandinigeni interessano alcuni settori montani e pedemontani. Tutta la regione viene interessata, localmente cadono fino a 120/140 mm sul vicentino, causando nuovi danni sugli stessi settori, già interessati dalle forti piogge il 30 luglio. Nei giorni seguenti il tempo si ristabilisce con sole e temperature in aumento grazie al consolidarsi di un promontorio di matrice mediterranea. Già il 5 sera isolati temporali interessano le Dolomiti e sfiorano le Prealpi, interessando l'Alpago con forti rovesci e grandinate. Fra il 6 e il 7, forti temporali interessano gran parte della regione (ad eccezione delle Province di Padova e di Rovigo); frequenti e forti rovesci, anche grandinigeni, si verificano nel pomeriggio sulle Dolomiti, ed alla sera sulle Prealpi, sulla provincia di Treviso e sul litorale orientale. Dall'8 fino al 12 la regione viene interessata da un promontorio con correnti sud-occidentali di matrice africana e si verifica la terza ondata di calore dell'estate 2019. Lo zero termico sale fino a 5200 m e le temperature raggiungono picchi di 38/39°C in pianura, 33/35°C nelle conche prealpine e 30/32°C sui 1000 m. L'avvezione calda si fa sentire anche in alta quota, con 21/23°C sui grandi passi dolomitici e la colonnina di mercurio sale a 14°C sulla Marmolada. Tra il 13 e il 16 si verificano brevi episodi d'instabilità con temporali che si estendono anche alla pianura, specie il 13 ed il 15, con locali grandinate in pianura ed il ritorno della neve sulle cime dolomitiche più alte. Nelle giornate del 17 e del 18 un promontorio con correnti d'aria secca da nord-ovest garantisce due belle giornate, specie la domenica 18, quando il cielo è del tutto sgombro da nubi, ma il clima rimane fresco per l'avvezione d'aria polare post saccatura. Il tempo rimane buono nei due giorni successivi, ma il maggiore riscaldamento diurno provoca instabilità serale sulle Dolomiti centro-settentrionali. Il giorno 21 forti temporali interessano la fascia prealpina e la pedemontana. Il 22 e il

23 il tempo risulta caldo ed umido con piovvaschi sparsi sia in montagna che in pianura per colpa di una struttura atmosferica leggermente ciclonica in quota. Il 24 il forte riscaldamento diurno legato al sole del mattino e il transito di una piccola anomalia determinano una fase instabile, più attiva tra le provincie di Treviso e Venezia, ma anche sul rodigino occidentale. Nei giorni 25 e 26 il tempo diventa sempre più caldo con isolati piovvaschi d'origine convettiva. I due giorni successivi sono più stabili e via via più caldi con massime oltre i 33/34°C in pianura e fino a 30/32°C nei fondovalle prealpini, raggiunti i 24/26°C a 1000/1200 m. Il mantenersi dello zero termico su quote prossime ai 4000 m consente un livello termico di stampo estivo, pur essendo negli ultimi giorni d'agosto. Nei 3 ultimi giorni del mese continua a fare caldo e l'instabilità convettiva continua a farsi strada a causa di una struttura anticiclonica piuttosto debole negli strati medio-alti dell'atmosfera. Di conseguenza altri focolai temporaleschi si manifestano l'ultimo giorno del mese, specie tra le Prealpi occidentali e il veronese con temporali capaci di rovesciare localmente fino a 20/30 mm, in alcuni casi oltre i 40 mm (Arcole 44 mm). L'estate finisce con afa in pianura e livelli termici superiori alla media sia in pianura che in montagna.

**Settembre** inizia con una giornata discreta, a tratti interessata da leggera instabilità convettiva nel primo pomeriggio e in serata, con fenomeni sporadici tra Dolomiti e Prealpi, ma su molti settori il tempo è rimasto asciutto. Il giorno 2 una saccatura atlantica giunta dalla Francia determina tempo perturbato/instabile con piogge diffuse, anche abbondanti sul Vicentino. Le temperature scendono temporaneamente. Nei giorni 3 e 4 si il tempo è stabile con cielo terso, aria limpida, ottima visibilità e sensibilmente sensibile rialzo delle temperature. Il giorno 5 una saccatura atlantica giunge sul Veneto con fase temporalesca, più intensa sul Veronese e il Vicentino. Il tempo rimane instabile/perturbato anche nelle giornate del 7 ed 8 con ingresso d'aria più fredda e calo termico che riporta la neve sui monti oltre i 1900/2100 m. Dal 9 il tempo torna ad essere stabile e perlopiù soleggiato con temperature assai alte per il periodo, anche in quota (zero termico oltre i 4200/4400 m). Il tempo è perlopiù soleggiato, salvo velature, il giorno 15 e nubi irregolari si presentano nel pomeriggio del 16, fino al 17. Poi una depressione chiusa centrata sull'Italia centro-meridionale influenza il tempo sulla pianura veneta il 18 e sul Rodigino il 19 con rovesci e temporali. Dal 20 fino al 22 una fase di tempo stabile, anche soleggiato e fresco, interessa la nostra regione, prima del risalire di un minimo depressionario con le prime piogge il giorno 22 sull'estremo meridione del Veneto, e il giorno 23 su tutta la regione con rovesci e locali temporali, specie sui settori veronesi e sui rilievi orientali. In seguito, ad eccezione di un breve episodio perturbato il 25, con un po' di neve oltre i 2700 m sulle Dolomiti, il tempo è stabile e perlopiù soleggiato, salvo tra il 27 e il 29, quando le nubi basse interessano vari settori, specie durante le ore più fredde, mentre il sole mitiga di nuovo il clima. Il mese di settembre finisce con una giornata assai mite con 26/28°C in pianura, 24/25°C nelle conche prealpine e fino a 20/22°C a 1000/1200 m in montagna.

Il mese di **ottobre** inizia con una giornata soleggiata e calda, con arrivo di nubi alte annunciatrici di un peggioramento del tempo legato al transito di una saccatura atlantica il giorno 2, quando il tempo risulta perturbato con ingresso d'aria fredda nella notte. Il 2 piove soprattutto sui monti e molto meno sulla pianura. Nella notte e la mattina seguente (giorno 3), l'ingresso dell'aria fredda determina maltempo in pianura con quantitativi di precipitazioni significativi sulla pianura centro-orientale. In montagna, invece, il tempo risulta stabile e ben soleggiato. Nella giornata del 4 il tempo migliora in parte con correnti da nord-ovest d'aria inizialmente più secca; il sole splende in pianura, mentre il cielo si copre sui monti nel pomeriggio per il sopraggiungere del settore caldo di una perturbazione nord atlantica. Il 5 le correnti da nord persistono con momenti soleggiati, specie sulla pianura e sui rilievi meridionali (Prealpi), mentre annuvolamenti irregolari interessano le Dolomiti. I venti sono sostenuti in quota e una situazione di favonio fa salire le temperature in alcune valli dolomitiche. Il 6 una saccatura atlantica giunge sulla nostra regione tra il tardo pomeriggio e la sera provocando tempo debolmente perturbato sulle Dolomiti a fine giornata. L'episodio si estende alle Prealpi e ad alcuni settori della pianura nella notte seguente, mentre una residua perturbabilità riporta la neve fino sui 1800/2000 m sulle Dolomiti. Il 7 il tempo migliora nettamente tra la pianura e le Prealpi, mentre addensamenti irregolari sulle interessano ancora le Dolomiti, dove l'atmosfera risulta un po' ventosa in quota per ingresso d'aria più secca e più fresca da nord. Il giorno 8 una dorsale garantisce una splendida giornata con clima fresco all'alba e di nuovo mite in giornata grazie ad un'avvezione d'aria particolarmente mite di matrice atlantica; i

termometri risalgono fino sui 23/24°C in pianura, 20/21°C nelle conche prealpine ed oltre i 16/17°C a 1000 m. Nei giorni seguenti il tempo rimane perlopiù stabile, nonostante l'aumento dell'umidità nei bassi strati e la presenza di molte nubi basse, ma spesso senza fenomeni, salvo locali pioviggini. La situazione rimane invariata fino al 15, quando una saccatura atlantica giunge sul Veneto interessando soprattutto i settori occidentali, con piogge anche abbondanti tra i rilievi veronesi e vicentini. La parte orientale della regione rimane solo marginalmente interessata e le piogge sono decisamente meno significative. Tra il 16 e il 18 il tempo si ristabilisce a causa della rimonta di un promontorio anticiclonico; i due primi giorni sono ben soleggiati con clima mite, mentre il giorno 18 è interessato da molte nubi medio-alte stratiformi. Tra il 19 e il 21 una depressione chiusa sulla Spagna interessa marginalmente il Veneto con piogge modeste e quasi tutte confinate sui settori occidentali e i rilievi. Nei giorni seguenti il tempo torna ad essere stabile e bello con temporaneo transito di nubi alte e medio-alte, anche nubi basse sul basso Veneto il giorno 22, ma il clima risulta piuttosto mite con punte di 24/26°C in pianura e di 22/23°C nei fondovalle prealpini. Il giorno 24 una depressione scivola velocemente dal Nord Europa verso l'Italia centrale, lambendo il Veneto con deboli piogge sul Veronese e la parte occidentale del Vicentino. Subito dopo la presenza di una sella anticiclonica riporta il sole su tutta la regione, con valori termici inconsueti si toccano i 25/26°C in pianura, i 22/24°C nelle conche prealpine e i 19/20°C a 1000/1200 m e lo zero termico si assesta sui 4100/4200 m.. Nei giorni seguenti il tempo peggiora a nord delle Alpi per il transito di una saccatura, ma senza effetti sul versante sud delle Alpi. Infatti, i giorni 25, 26 e 27 il tempo è stabile con clima mite durante le ore diurne e con inversioni termiche durante la notte. Il giorno 28 il tempo peggiora con deboli pioviggini al mattino e piogge un po' più diffuse nella notte e le prime ore del mattino del 29. Le temperature calano per l'addossarsi di aria più fredda a ridosso delle Alpi, ma l'avvezione fredda non invade il versante Sud alpino e i valori termici, seppur in diminuzione, non scendono sotto le media stagionale fino al 29. Nelle giornate del 30 e 31 un asse di saccatura transita a nord delle Alpi interessando marginalmente le Alpi venete, specie il settore dolomitico il giorno 30 fino alle porte di Belluno, con deboli fenomeni; altrove il cielo è nuvoloso con atmosfera umida e fresca, ma non piove. Il 31 il tempo migliora sui monti, dopo qualche pioggia notturna, con neve fino sui 2300/2400 m. In pianura il cielo rimane molto nuvoloso e si verificano deboli piogge sulla provincia di Rovigo.

Il primo del mese di **novembre**, il tempo è stabile, ben soleggiato sulle Dolomiti, anche freddo al mattino, mentre altrove ci sono nubi basse, in diradamento nelle ore centrali del giorno. Alla sera le nubi basse interessano gran parte del Veneto e preannunciano l'arrivo di una saccatura atlantica. La suddetta saccatura preceduta da correnti meridionali, insiste per 2 giorni sulla nostra regione con piogge abbastanza diffuse di debole intensità il 2 e assai più significative il giorno 3 sui monti e sulle zone settentrionali della pianura. In montagna nevicata fino sui 2100/2200 m, anche fino sui 1700/1900 nella notte tra il 3 e il 4. Il giorno 4 il tempo migliora nettamente con cielo sereno e qualche stratocumulo in rapido dissolvimento. Nei giorni successivi, le correnti meridionali apportano aria molto umida con qualche tratto soleggiato e molte nubi, le quali danno luogo a rovesci, anche temporaleschi per la presenza d'aria fredda in quota (serata del 5). Il 6 la situazione del giorno prima si ripete con un po' di sole e successivi addensamenti con rovesci sulla pedemontana e i monti tra il tardo pomeriggio e la sera, e un po' di nevischio scende fino sui 1100/1300 m. Il giorno 7 inizia con il sole e qualche stratocumulo tra conche prealpine e pedemontana; dalle ore centrali in poi il cielo si copre per l'arrivo di una saccatura atlantica, la quale determina un peggioramento del tempo in serata con primi fenomeni in estensione dal veronese verso est nella notte successiva. L'8 un breve episodio di spiccato maltempo interessa tutta la regione con piogge localmente abbondanti, nevose oltre i 1200/1600 m sulle Prealpi e 700/1200 m sulle Dolomiti. Si tratta del primo episodio di stampo invernale in montagna con i primi apporti nevosi. Il giorno 9 il tempo rimane in parte perturbato con precipitazioni in graduale esaurimento, anche se perdurano fino alla sera su alcuni settori, con neve oltre i 1100/1400 m. Il 10 novembre il miglioramento è netto: il tempo è stabile e soleggiato, anche freddo al primo mattino, con diffuse gelate in montagna. Il giorno 11 si accentua il freddo notturno e nel corso della giornata il tempo peggiora con deboli precipitazioni che si estendono da sud verso nord, nevose oltre i 900/1200 m. Nei due giorni successivi il tempo risulta perturbato per la presenza di una depressione mediterranea che viene riattivata da aria fredda proveniente da una più vasta saccatura centrata sul Regno Unito; la neve scende localmente fino sui 600 m sulle Dolomiti e

poco sotto i 900/1000 m sulle Prealpi, localmente a quote più basse sulle Prealpi occidentali. Il 13 è caratterizzato non solo dalle piogge abbondanti, ma anche dai forti venti registrati durante la notte e dalla sorprendente acqua alta di Venezia con un picco inatteso a 1.87 m (mai così alta dal 1966). Il giorno 14 la mattinata il tempo è inizialmente stabile, ma, al pomeriggio, l'aumento della nuvolosità e le prime piogge serali preavvertono di un cambiamento imminente dovuto ad una profonda depressione. Tra il 15 e il 17, il maltempo dilaga sul Veneto, con precipitazioni abbondanti, assieme ad un forte flusso sciroccale; si verificano altri due episodi d'acqua alta a Venezia, ed abbondanti nevicate in alta quota, mentre la pioggia si sostituisce alla neve il giorno 17, salendo da 600 a 2300 m in pochissime ore. Il 18 il sole sbucca dalle nuvole riportando un po' di tepore sul Veneto flagellato. Nei giorni seguenti il continuo flusso meridionale apporta qualche sporadico fenomeno in un clima tutto sommato mite per il periodo. Queste condizioni di mitezza e di variabilità perdurano fino al 22, prima di un nuovo spiccato peggioramento legato alla discesa di una depressione chiusa dalla Francia al Mediterraneo occidentale. Ciclone mediterraneo che provoca l'ennesima ondata di maltempo sul Nord Italia, con effetti rilevanti sul Nord-Est, dove le precipitazioni sono di nuovo abbondanti, in maniera particolare sulle Prealpi. Come durante la settimana precedente, l'avvezione sciroccale determina un netto innalzamento del limite della neve, fino sui 2000/2200 m, anche se nelle valli più chiuse delle Dolomiti la neve scende temporaneamente fino sui 900/1200 m. Il giorno 25 riporta la calma dopo il diluvio con qualche residuo annuvolamento al primo mattino tra pianura e Prealpi occidentali, ma la dorsale anticiclonica garantisce il dominio del sole con clima anormalmente mite, specie in quota. Lo stesso tipo di giornata si ripete il 26, anche se nel pomeriggio aumenta la nuvolosità. Il 27 una veloce saccatura transita sul Veneto con precipitazioni diffuse più abbondanti tra Prealpi e pedemontana, anche in parte sulla pianura meridionale, mentre le precipitazioni sono perlopiù deboli sulle Dolomiti. La continua avvezione mediterranea favorisce una relativa mitezza del clima, nonostante le condizioni perturbate e la neve cade solo sopra i 1600/1900 m sulle Prealpi e 1400/1600 m sulle Dolomiti, localmente 1200 m nelle nicchie d'aria fredda dell'Agordino e della Val di Zoldo. Nei giorni seguenti il tempo torna ad essere stabile con prevalenza di sole e qualche annuvolamento stratiforme. Il mese si chiude con condizioni di stabilità, assieme accompagnate da aria tersa ed ottima visibilità in montagna, anche in pianura, ad eccezione delle zone più meridionali, dove l'umidità dei bassi strati favorisce la presenza di estesi stratocumuli con schiarite. Il clima diurno di quest'ultima giornata di novembre è tutt'altro che autunnale con molti valori compresi tra 11 e 14°C in pianura.

Il mese di **dicembre** inizia con tempo variabile e un leggero peggioramento serale, con pioggia e neve inizialmente sopra i 1000/1200 m. L'avvezione mite della notte del 2 dicembre determina un rialzo del limite neve sopra i 1600/1800 m sulle Prealpi e 1200/1300 m sulle Dolomiti. Le precipitazioni sono modeste tra le Dolomiti e la pianura meridionale, un po' più copiose tra pedemontana e Prealpi,. La persistenza del promontorio delle Azzorre che sosta sull'Europa centro-meridionale nei 5 giorni seguenti garantisce tempo risulta stabile, soleggiato e inizialmente un po' più freddo di notte, ma ancora mite di giorno, specie in pianura ed in alta quota per avvezione d'aria subtropicale atlantica.. L'unica eccezione alla mitezza del momento, sono le valli in ombra, a causa dell'inversione termica. Dal 7 Dicembre fino al 11 un promontorio di matrice atlantica si espande sull'Europa occidentale con avvezione d'aria marittima polare. Pertanto il tempo è stabile e più freddo con diffuse gelate, anche in pianura. Questa situazione favorisce anche l'inversione termica in pianura e nelle valli. Il giorno 12 il tempo inizia a cambiare a causa di una saccatura alimentata da aria fredda e responsabile di precipitazioni diffuse su tutta la regione, con nevicate fino in pianura. I settori più colpiti dalla neve sono le provincie di Rovigo, Verona e parte del Vicentino. Il giorno dopo la perturbazione interessa maggiormente la pedemontana e la montagna veneta, mentre il rialzo termico porta qualche pioggia sui settori centro-meridionali della regione. Nei due giorni seguenti bel tempo in montagna, assieme ad un calo termico, mentre in pianura il cielo è molto nuvoloso per nubi stratiformi con piogge deboli/moderate sulla parte meridionale della regione mattino tra la notte e il mattino del 16. Tra il 17 e il 19 il cielo è ancora molto nuvoloso per una debole circolazione ciclonica legata ad un minimo depressionario centrato sulla Spagna; in questo episodio, il flusso meridionale mitiga le temperature e mantiene la neve oltre i 1600 m sulle Dolomiti e 1900 m sulle Prealpi. La situazione cambia il 20 Dicembre per l'avvicinarsi della suddetta depressione; il tempo diventa perturbato con precipitazioni diffuse e

significative, specie tra Prealpi e pedemontana. Il maltempo perdura anche nelle giornate del 21 e del 22 con abbassamento del limite neve a fine episodio, specie il 22, quando le Prealpi s'imbiancano fino sui 1000 m e le Dolomiti fino sugli 800/1000 m. Nei giorni successivi, un potente anticiclone di matrice oceanica si posiziona sull'Europa occidentale, mentre una profonda saccatura staziona sui Balcani generando correnti settentrionali sulla nostra regione. Il tempo risulta stabile, perlopiù soleggiato e relativamente mite soprattutto nelle ore diurne. In questa fase alcuni giorni si rivelano ventosi o molto ventosi, con episodi di Foehn sui settori montani, come il 23, 24 e il giorno di Natale in minore misura o ancora il 27 e il 28. In alcuni casi i venti risultano tempestosi in alta montagna con raffiche di 120/130 km/h, portando alla chiusura di alcuni impianti. Il mese di dicembre finisce senza precipitazioni e con la persistenza di correnti settentrionali responsabile di un clima secco, soleggiato, e in prevalenza senza nebbie 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. Nei giorni 30 e 31 un'avvezione d'aria mite riporta lo zero termico quasi a 3000 m con una certa mitezza in quota, mentre in molte valli e in alcuni settori della pianura si osserva una contenuta inversione termica notturna, di conseguenza le massime non seguono il rialzo verificatosi in quota.

## 9.2 Qualità dell'aria

Gennaio 2019 è piuttosto secco, si verificano solo quattro passaggi di perturbazioni accompagnate da precipitazioni nei giorni 17 e 18, il 23 e il 27 gennaio e alla fine del mese, pertanto sono pochi i giorni in cui è favorito il dilavamento atmosferico. Al tempo stesso, però si verificano numerose giornate ventose per correnti da nord, con Foehn nelle valli e anche in pianura nella prima settimana dell'anno, e nella seconda metà del mese, e per un episodio di Bora all'inizio della terza decade. La modesta ventilazione ha favorito un discreto rimescolamento e una parziale dispersione degli inquinanti.

In febbraio prevalgono i periodi con tempo stabile, anche con forti inversioni termiche a metà mese, che determinano condizioni favorevoli al ristagno delle polveri sottili. Fanno eccezione i primi tre giorni del mese, quando una saccatura atlantica porta precipitazioni estese e consistenti, che favoriscono il dilavamento e alcune fasi con passaggi di modeste saccature, seguite dal rinforzi dei venti settentrionali (10,11,12) o orientali (23,24) che favoriscono il rimescolamento e la dispersione degli inquinanti.

Nel mese di marzo le fasi con tempo stabile nel corso delle quali è favorito l'accumulo degli inquinanti sono intervallate da qualche episodio di instabilità (nei giorni 4, 11, 18 e 25), che favorisce l'abbattimento delle polveri ed il rimescolamento. Inoltre, una modesta ventilazione contribuisce ad una parziale dispersione degli inquinanti. In aprile e maggio sono frequenti i passaggi di perturbazioni con precipitazioni abbondanti che favoriscono la deposizione umida delle polveri sottili. Inoltre lo scarso soleggiamento e le temperature basse per il periodo sfavoriscono la formazione di ozono.

Nelle prime due decadi del mese di giugno il tempo è spesso instabile: questo favorisce la dispersione degli inquinanti ed impedisce la formazione di ozono; nell'ultima decade di giugno un'ondata di calore (con valori termici record per molte stazioni meteorologiche della rete ARPAV) interessa tutta la regione e sulle zone pianeggianti si protrae, anche se con minore intensità, fino alla prima settimana di luglio. Un'altra ondata di calore si verifica poi nell'ultima decade di luglio. Nei periodi più caldi, il contesto meteorologico e termico è risultato favorevole alla formazione di ozono. In agosto non si registrano ondate di calore significative e alcuni episodi di instabilità che interessano soprattutto la pianura rendono il contesto poco favorevole all'aumento critico delle concentrazioni di ozono.

In settembre e ottobre il passaggio di alcuni impulsi perturbati si alterna a fasi di tempo stabile, interrompendo i periodi di accumulo delle polveri sottili, mentre in novembre i passaggi di perturbazioni molto frequenti creano condizioni atmosferiche molto dispersive.

In dicembre, il passaggio di alcune perturbazioni e il verificarsi di alcuni episodi di rinforzo delle correnti settentrionali contribuiscono a determinare condizioni piuttosto favorevoli alla dispersione delle polveri sottili.

### 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;

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

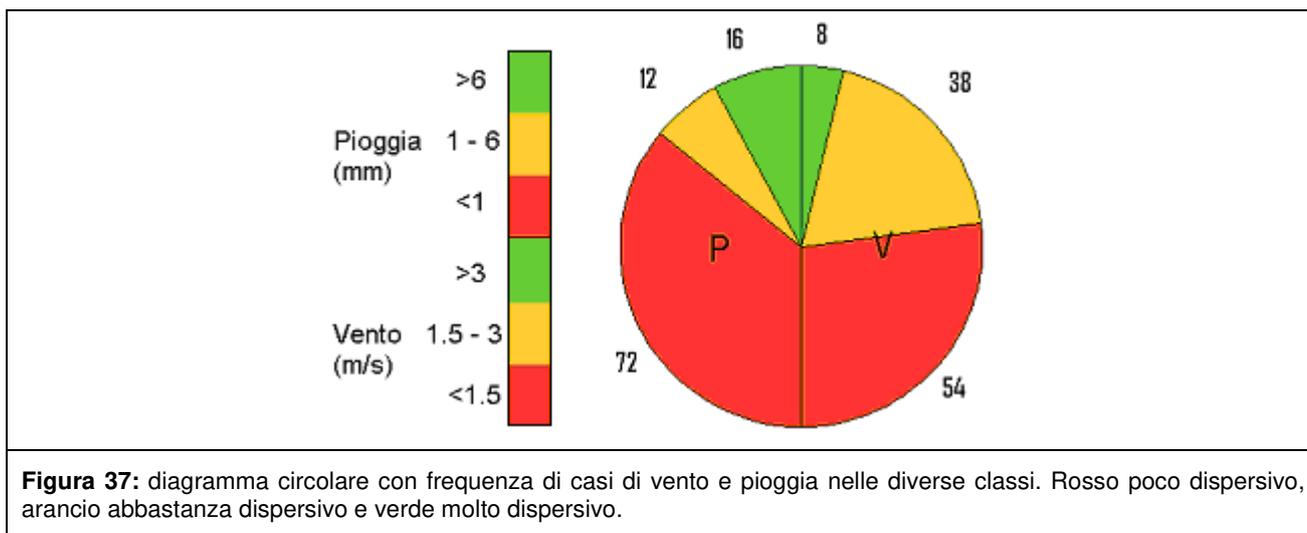
- provincia di Belluno: Belluno (aeroporto), Feltre, Passo Valles, Torch (Pieve d'Alpago);
- provincia di Padova: Ca' Oddo (Monselice), Cittadella, Legnaro, Teolo;
- provincia di Rovigo: Castelnuovo Bariano, Pradon Porto Tolle, Sant'Apollinare;

- 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 2003-2018, e, con i corrispondenti periodi della serie di confronto (2003-2018) in cui si sono verificate con maggior frequenza condizioni di piovosità e ventilazione rispettivamente favorevoli alla dispersione (migliore) o al ristagno (peggiore).



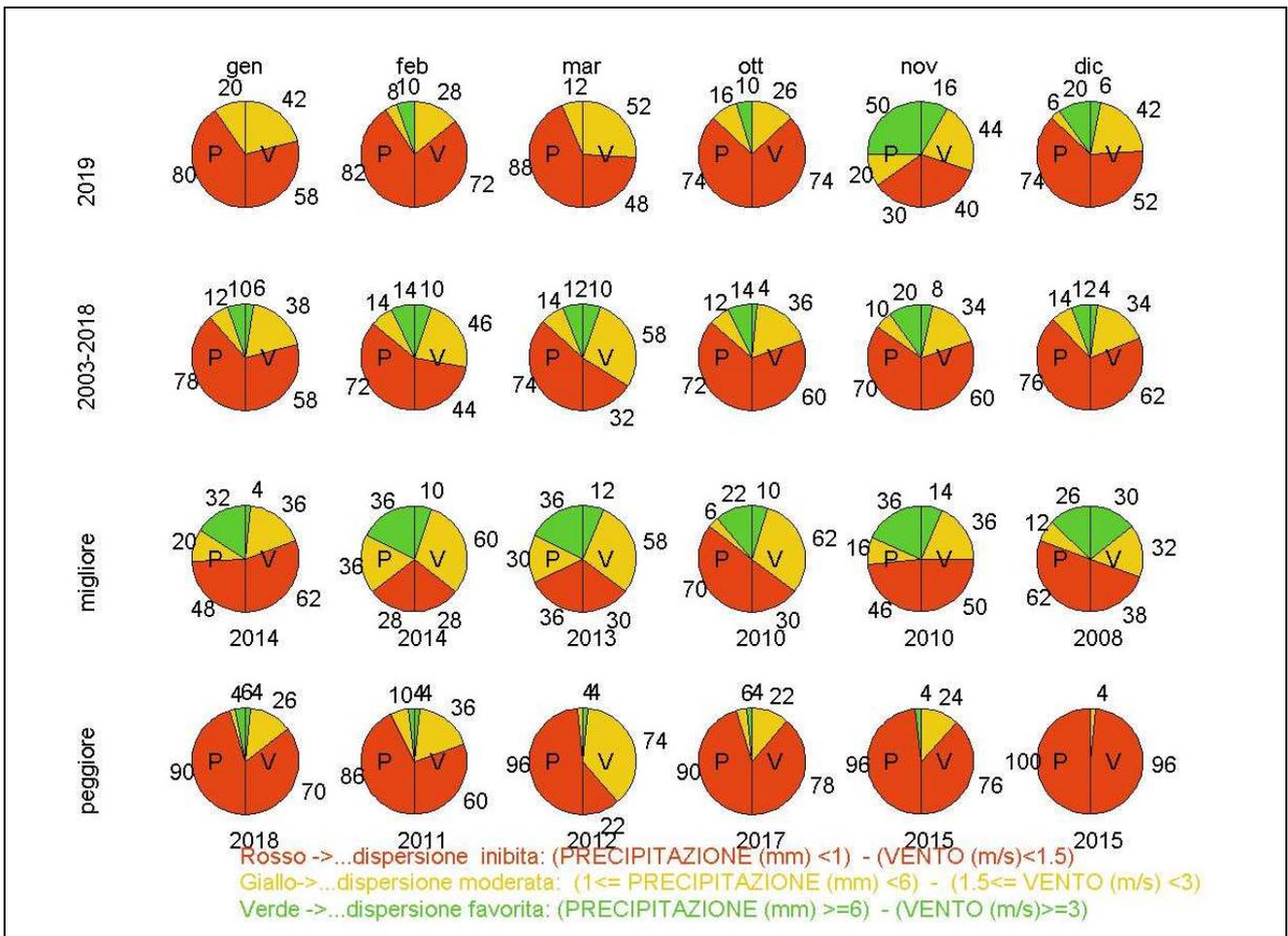
In Figura 38 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l’inquinamento da PM10 (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) per l’anno 2019, per la serie clima (anni 2003-2018) e per i corrispondenti mesi degli anni precedenti, in cui si sono verificate rispettivamente le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o più critiche per il ristagno (peggiore). In particolare notiamo che nell’anno 2019:

- in gennaio i giorni con dispersione favorita sono del tutto assenti, ma quelli con dispersione inibita sono in linea con la media;
- la percentuale dei giorni con dispersione inibita in febbraio è ben superiore alla media e un po’ superiore anche rispetto a quella del febbraio peggiore (2011), tuttavia, rispetto a quest’ultimo è un po’ più alta la percentuale dei giorni con dispersione favorita grazie a una piovosità leggermente superiore;
- in marzo la distribuzione delle condizioni di dispersione è simile a quella del corrispondente peggiore (2012), rispetto al quale però presenta condizioni più dispersive se si considera solo la piovosità;

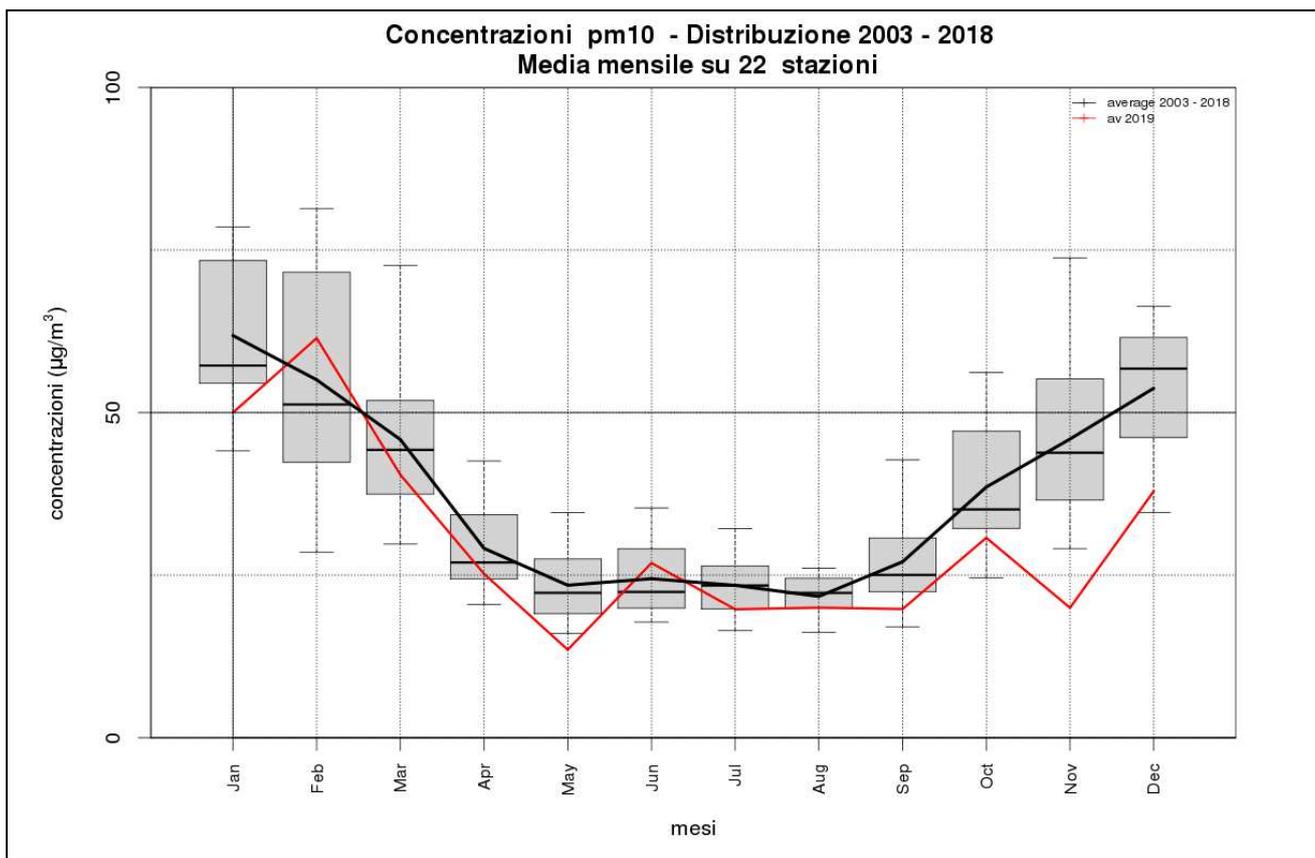
- in ottobre, le condizioni di dispersione inibita sono più frequenti della media, ma meno frequenti rispetto al corrispondente peggiore (2017);
- in novembre, le condizioni di dispersione favorita sono più frequenti anche rispetto al corrispondente migliore (2015);
- in dicembre, le condizioni di dispersione favorita sono più frequenti rispetto alla media, ma meno frequenti rispetto al corrispondente migliore (2018).

Nel corso del 2019 il mese che ha presentato con maggiore frequenza condizioni di dispersione inibita è stato febbraio, mese che si colloca al primo posto come peggiore della serie dei corrispondenti mesi di febbraio; al contrario il mese con la più alta percentuale di condizioni di dispersione favorita è stato novembre, che risulta essere anche il migliore della serie di tutti i mesi di novembre dal 2003 ad oggi. Nei restanti mesi più critici per l'inquinamento da PM10, complessivamente si può osservare che nel primo trimestre e nel mese di ottobre le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti della media, mentre a fine anno è stata maggiormente favorita la dispersione.

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 2019 con la distribuzione climatica (anni 2003-2018) 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 di ARPA Veneto per l'anno 2019 (linea rossa) e media degli anni 2003-2018 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2018 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.

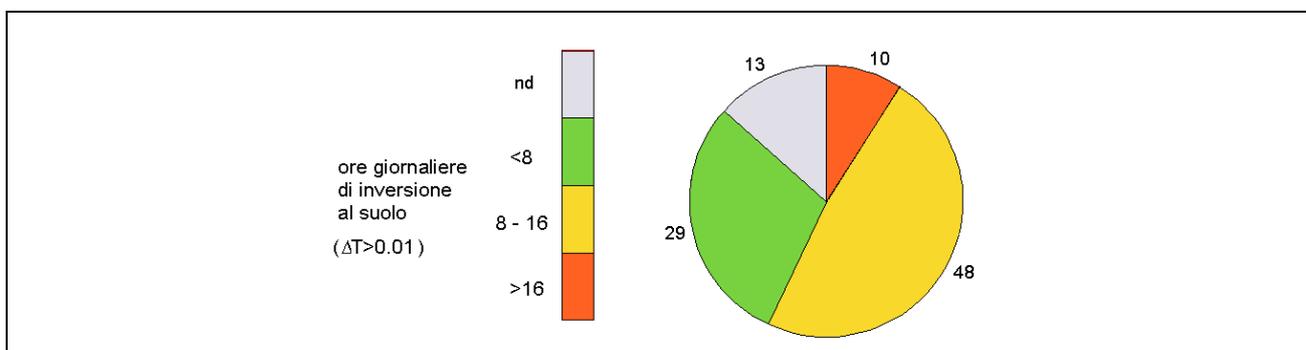
## Inversioni termiche

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.

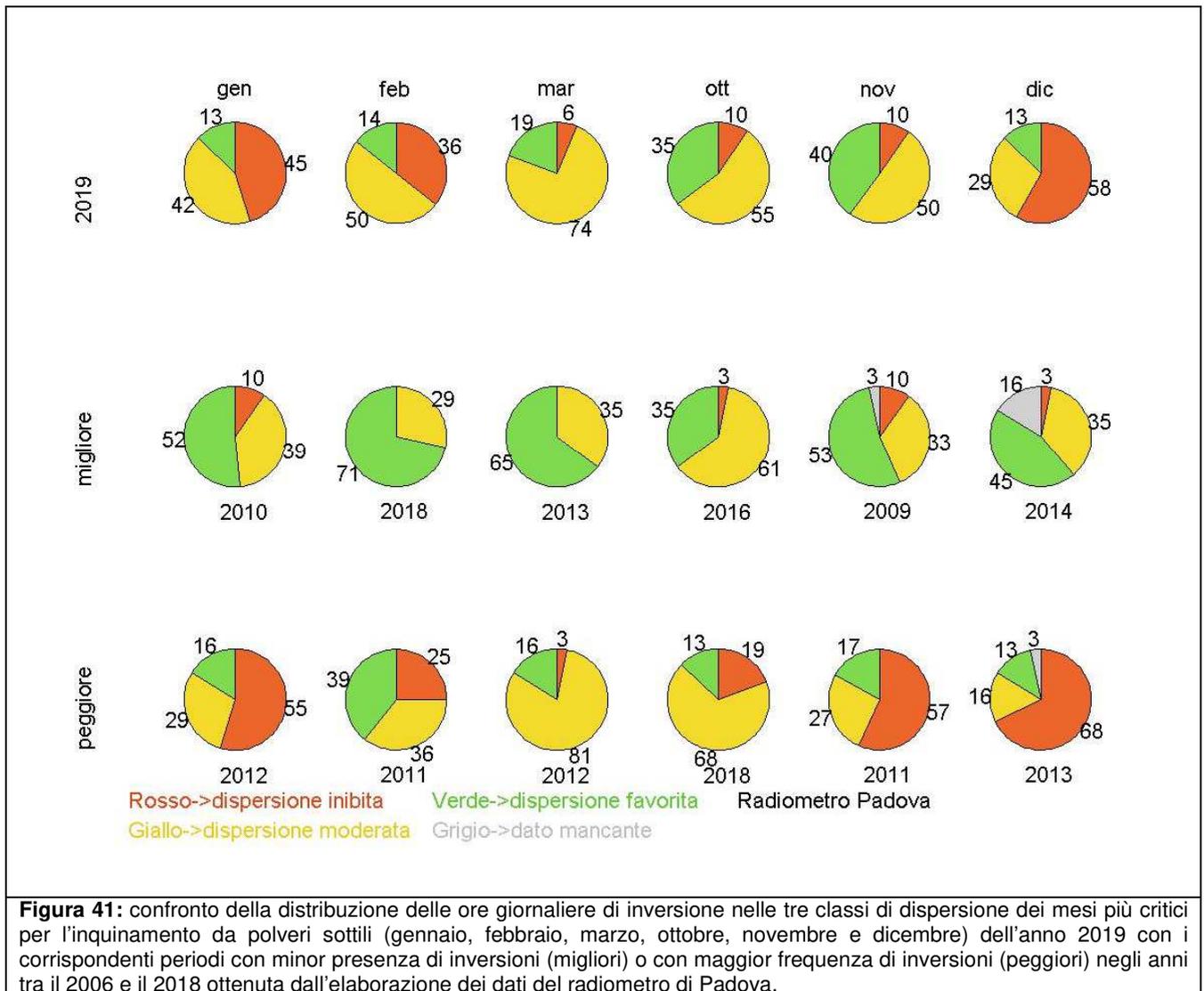
Il profilatore di temperatura (radiometri passivi) di Padova è stato installato nel 2005, pertanto la serie di riferimento è più breve di quella delle variabili pioggia, vento e temperatura.

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. 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.



**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 2019 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.

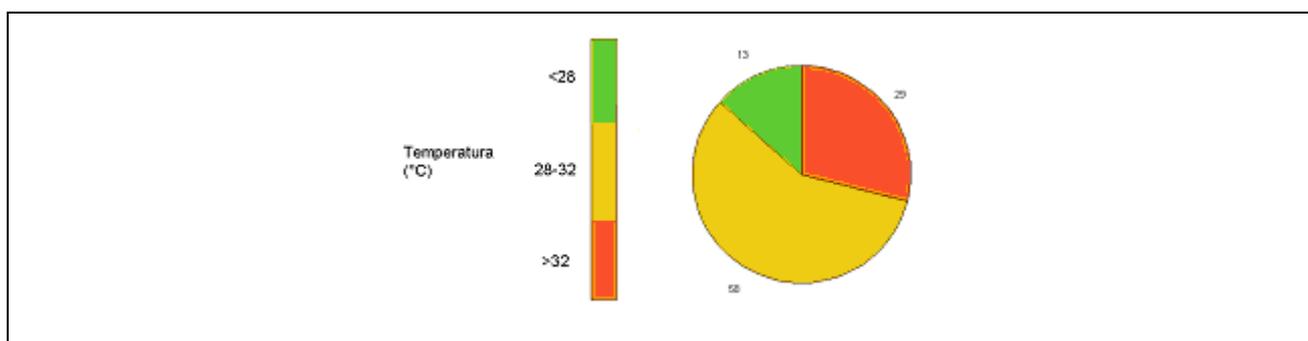


Analizzando la figura, si deduce che nel corso del 2019:

- in gennaio le condizioni di dispersioni inibita, in relazione alla durata delle inversioni termiche, sono ben più frequenti rispetto al corrispondente migliore (2010), ma meno frequenti rispetto al peggiore (2012);
- in febbraio le condizioni di dispersione inibita si sono presentate con una frequenza maggiore anche rispetto al corrispondente peggiore (2011);
- la distribuzione delle condizioni di dispersività in relazione alle ore di inversione termica è simile a quella del marzo peggiore (2012), rispetto al quale però sono un po' più frequenti sia i giorni con dispersione inibita che quelli con dispersione favorita.
- in ottobre, le condizioni di dispersione inibita sono un po' più frequenti rispetto al corrispondente migliore (2016), ma meno frequenti rispetto al peggiore (2018), in confronto al quale inoltre risultano ben più numerose le condizioni di dispersione favorita.
- in novembre la percentuale dei giorni con condizioni di dispersione favorita è minore rispetto a quella del migliore (2009), ma più alta rispetto a quella del peggiore (2011).
- in dicembre, le condizioni di dispersione inibita sono ben più frequenti rispetto al dicembre migliore (2014), ma meno frequenti rispetto al peggiore (2013).

## Temperatura

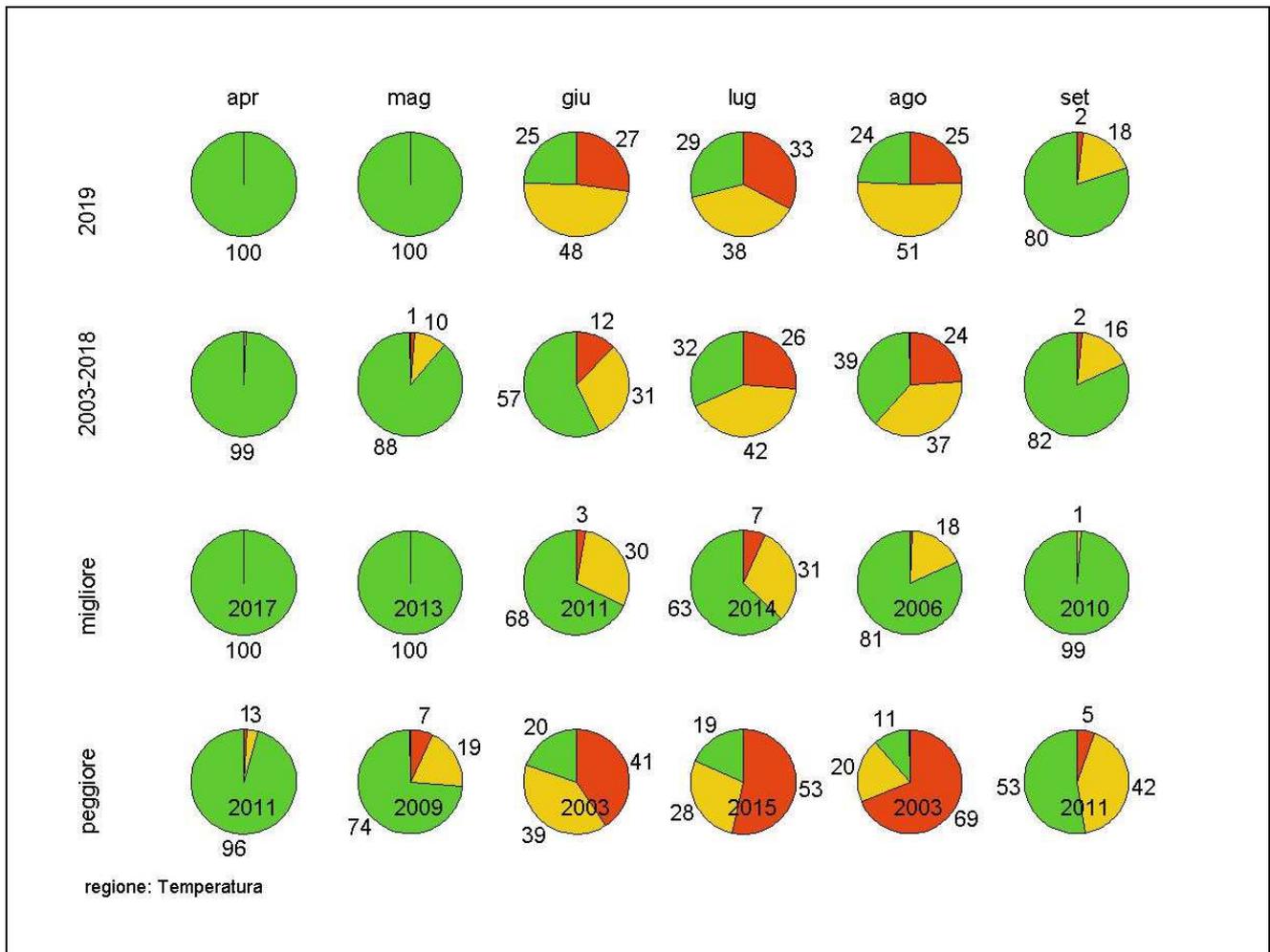
In Figura 42 si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla temperatura. La somma dei valori di tutte le fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per la temperatura: al rosso corrispondono le temperature più alte, favorevoli alla formazione di ozono, 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.



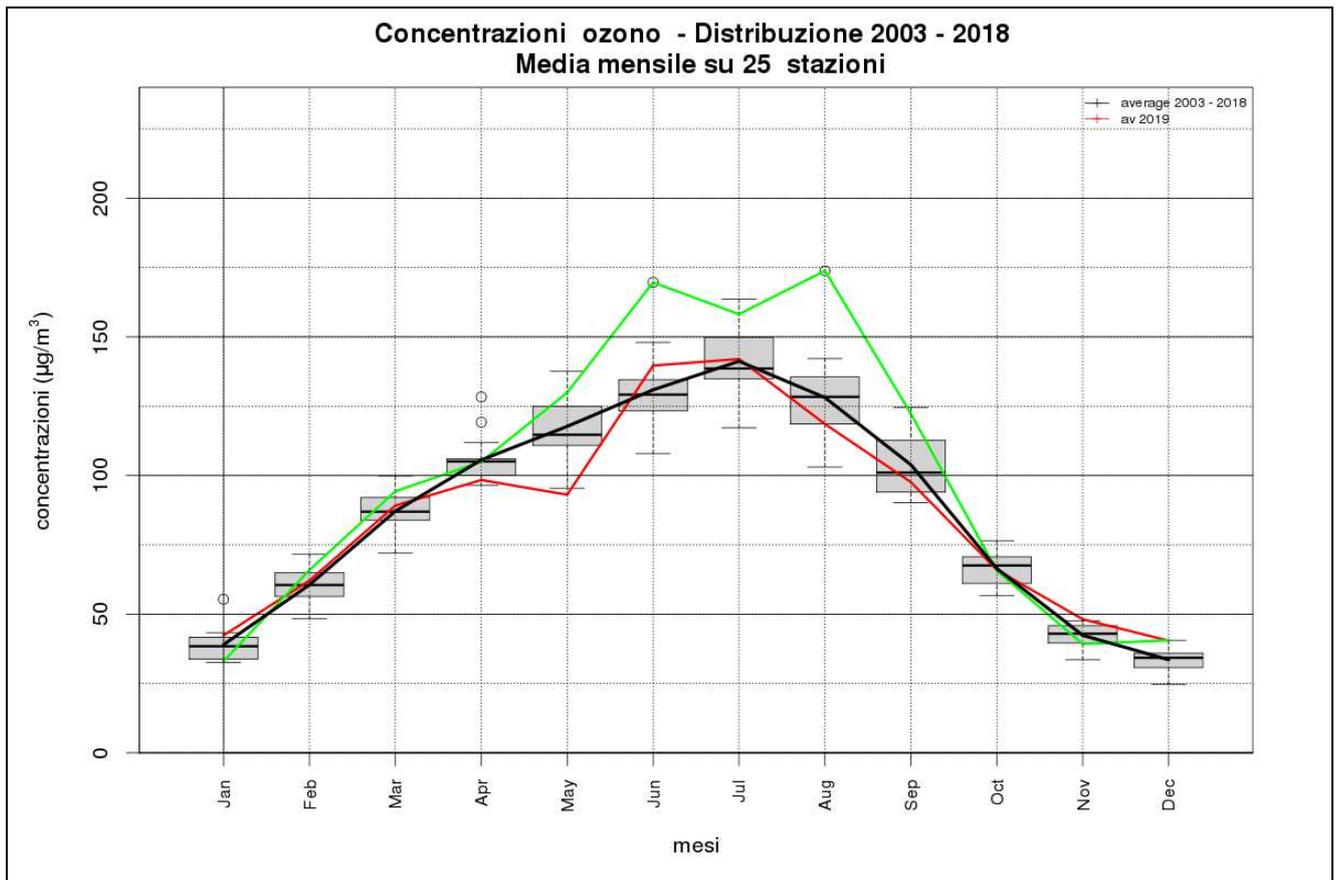
**Figura 42:** diagramma circolare con frequenza di temperatura nelle diverse classi: il rosso è associato alle classi più favorevoli alla formazione di ozono, il giallo alle classi moderatamente favorevoli alla formazione di ozono, il verde a quelle meno favorevoli alla formazione di ozono.

In Figura 43 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da ozono per l'anno 2019, per la serie clima (anni 2003-2018), 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 2019:

- in aprile e in maggio, le temperature sono state nettamente sfavorevoli alla formazione di ozono;
- in giugno, le condizioni favorevoli alla formazione di ozono sono state più frequenti della media, ma meno frequenti rispetto all'anno peggiore (2003);
- in luglio le condizioni maggiormente favorevoli alla formazione di ozono sono state più frequenti della media, ma meno frequenti rispetto al corrispondente peggiore (2015);
- in agosto le temperature più favorevoli alla formazione dell'ozono si sono presentate con una frequenza simile alla media;
- 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 2019 con la distribuzione climatica (anni 2003-2018), 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), 2019 (linea rossa), media anni 2003-2018 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2018 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 5 gennaio al 14 gennaio 2019;

II - dal 7 febbraio al 10 febbraio 2019;

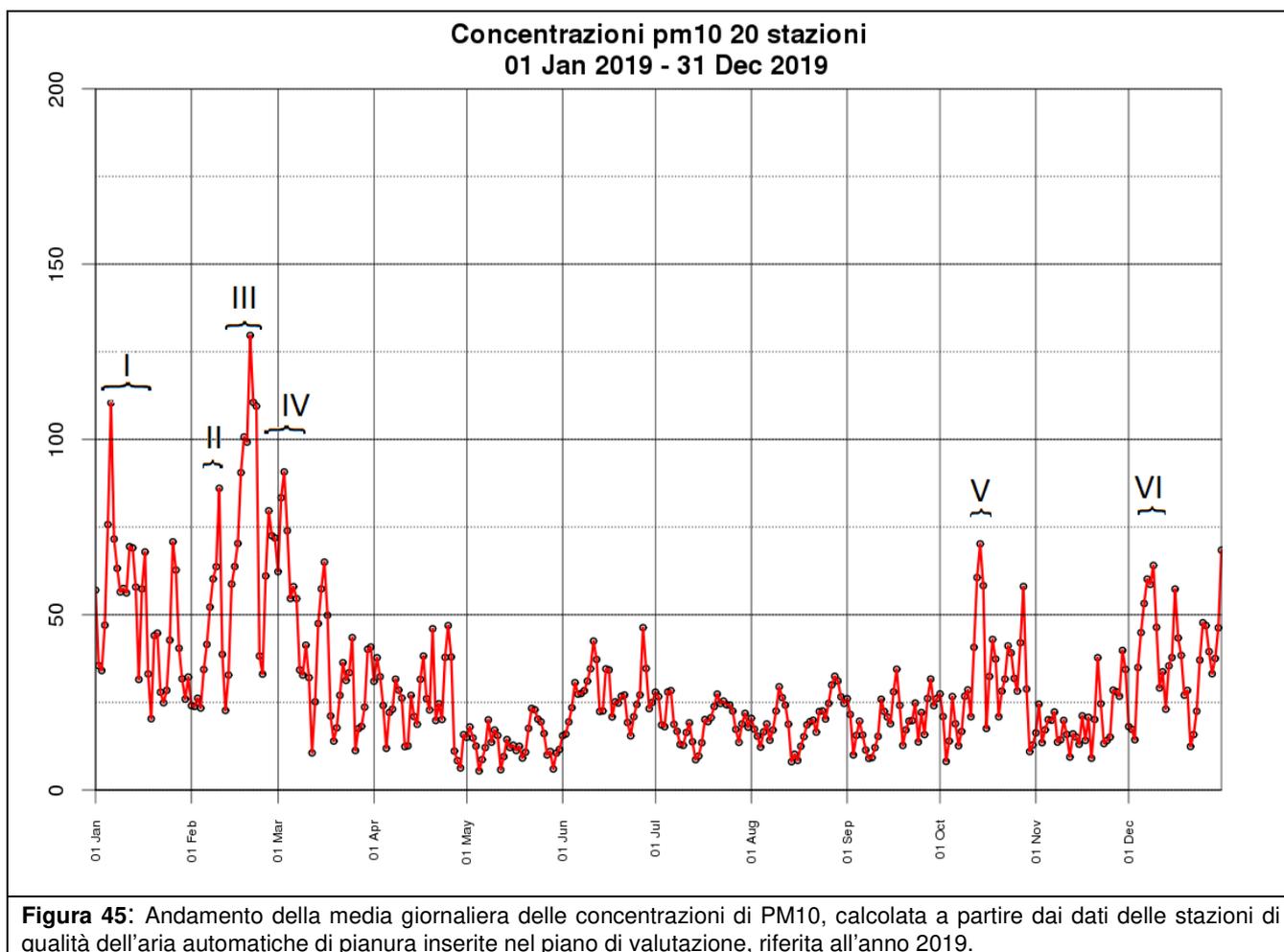
III - dal 14 febbraio al 22 febbraio 2019;

IV - dal 25 febbraio al 7 marzo 2019;

V - dal 13 ottobre al 15 ottobre 2019;

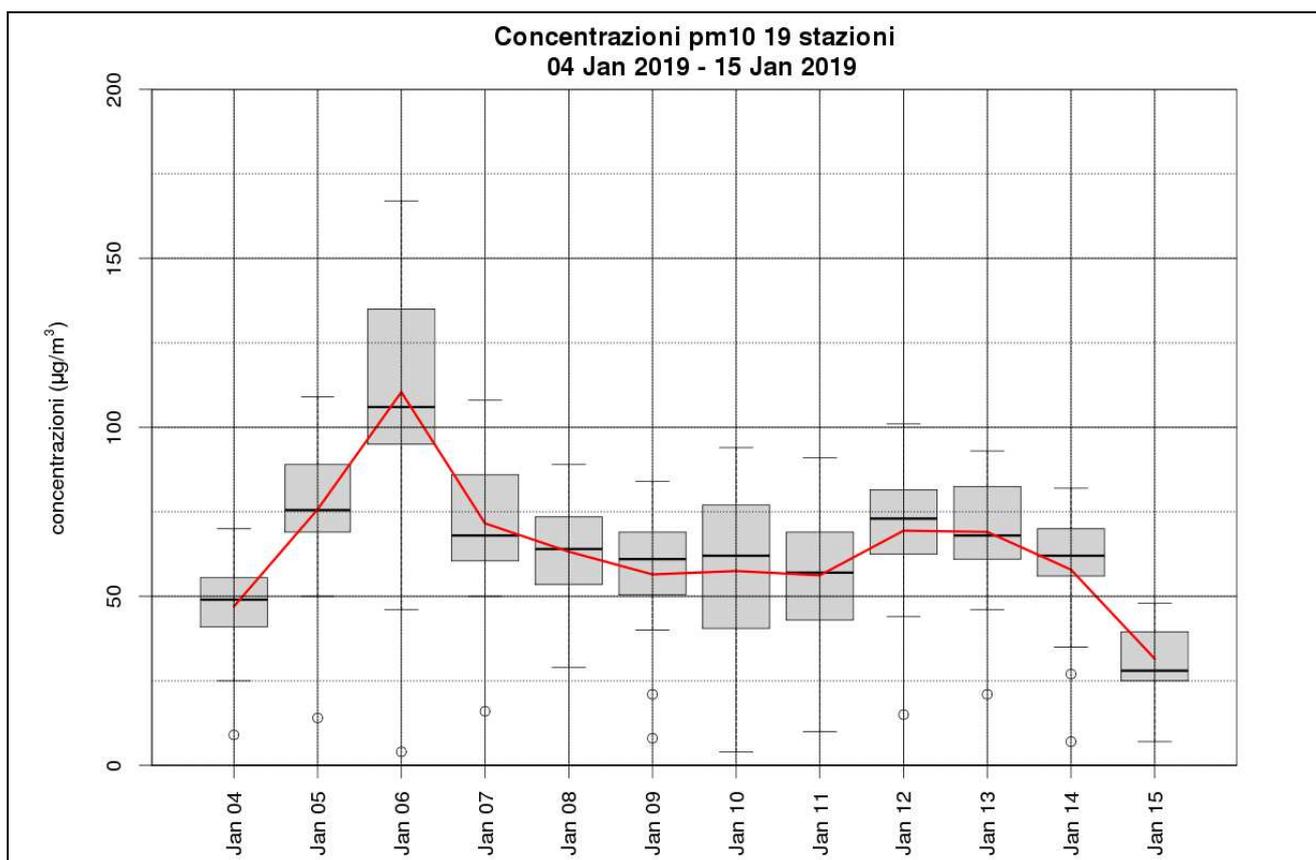
VI - dal 6 dicembre al 9 dicembre 2019.

Nel corso del 2019, gli eventi di inquinamento acuto più prolungati ed intensi si sono verificati nei primi due mesi dell'anno, mentre sono stati sporadici e piuttosto brevi negli ultimi mesi dell'anno, quando si sono verificati numerosi passaggi di perturbazioni che hanno favorito il dilavamento e il rimescolamento dell'atmosfera.

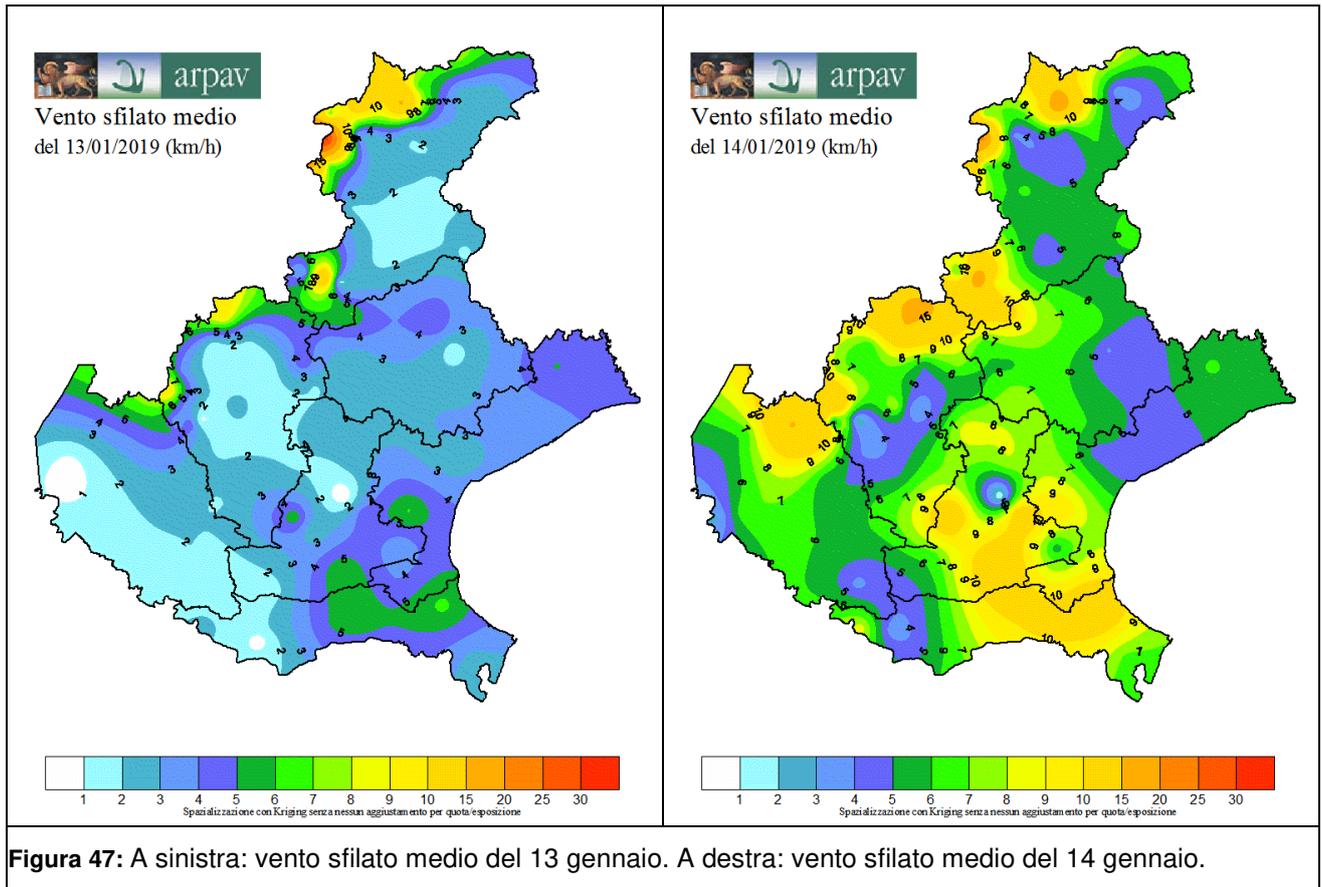


### 9.4.1 Episodio dal 5 al 14 gennaio 2019

La prima metà del mese di gennaio 2019 è caratterizzata dall'assenza di precipitazioni. Il tempo è stabile e, solo sulle zone montane, a tratti ventilato per correnti dai quadranti settentrionali; solo occasionalmente, alcune zone della pianura, quelle meridionali il 9 e quelle occidentali il 10 sono interessate da temporanei rinforzi dei venti. Pertanto in pianura prevalgono condizioni meteorologiche favorevoli al ristagno degli inquinanti. Il giorno 14, arriva sulla regione un fronte dal Nord-Europa, al quale non risultano associate precipitazioni significative, se non qualche modesta nevicata sulle Dolomiti, ma al suo seguito (tra il pomeriggio del giorno 14 e le prime ore del 15) entrano correnti secche settentrionali che determinano il ricambio della massa d'aria e la diminuzione delle concentrazioni di polveri sottili, mettendo fine all'episodio di inquinamento acuto. Confrontando le mappe di vento dei giorni 13 e 14 (Figura 47), si può osservare l'intensificazione dei venti che ha interessato tutta la regione, dopo il passaggio del fronte.

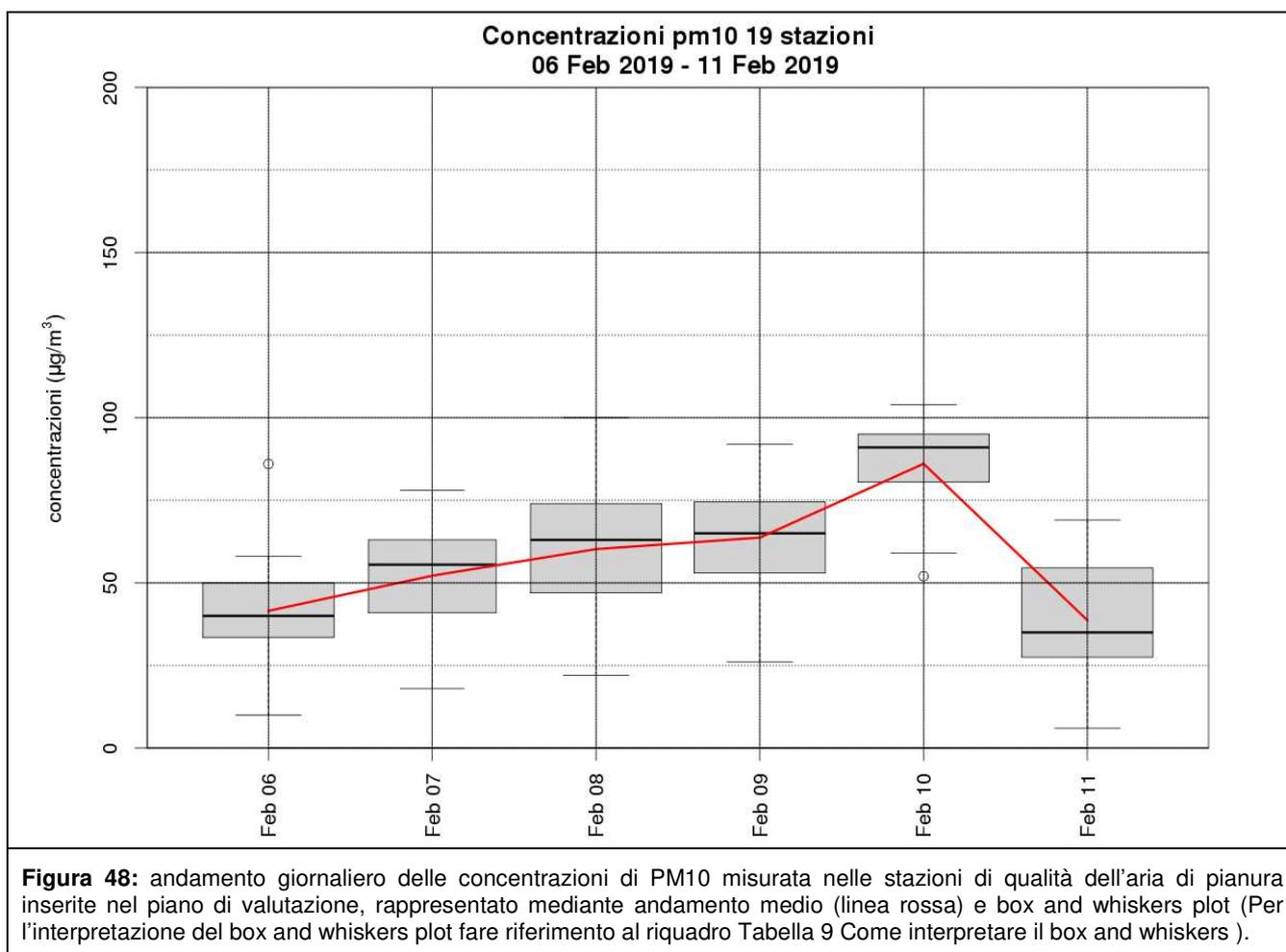


**Figura 46:** andamento giornaliero delle concentrazioni di PM10 misurata nelle stazioni di qualità dell'aria di pianura inserite nel piano di valutazione, rappresentato mediante andamento medio (linea rossa) e box and whiskers plot (Per l'interpretazione del box and whiskers plot fare riferimento al riquadro Tabella 9 Come interpretare il box and whiskers ).



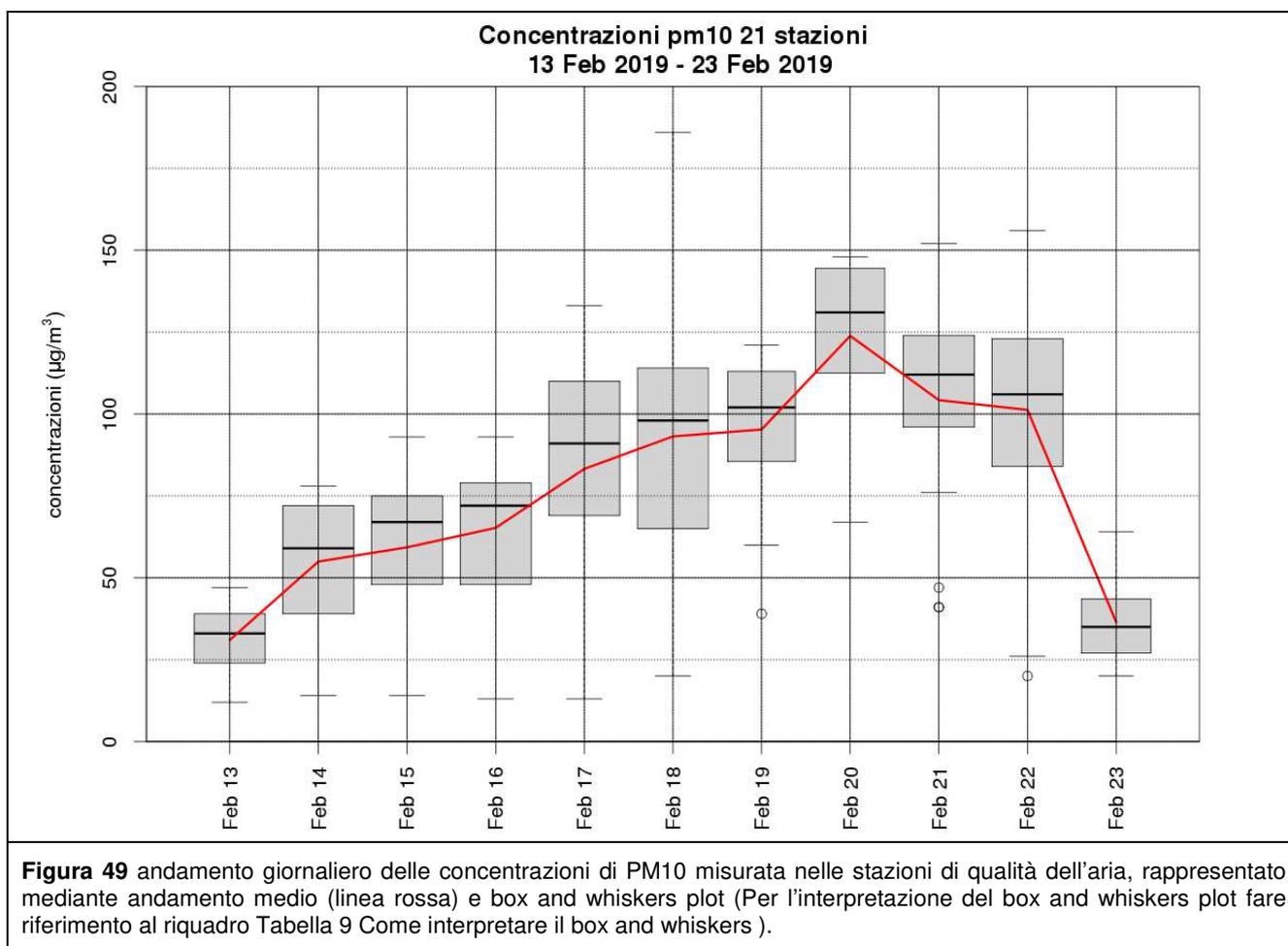
## Episodio dal 7 al 10 febbraio 2019

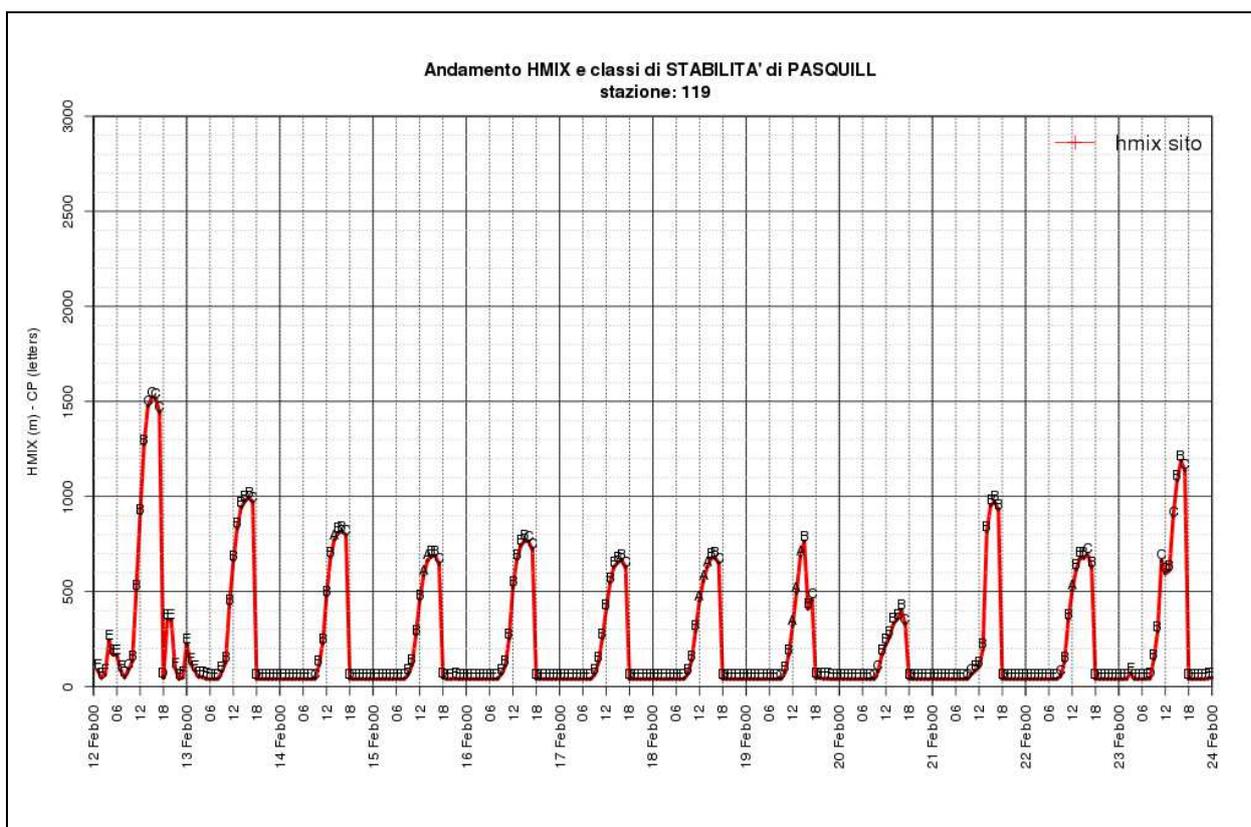
Dal 4 febbraio il tempo risulta stabile, a causa dell'espansione di un promontorio anticiclonico sul Mediterraneo centro-occidentale. Tale situazione meteorologica, caratterizzata dall'assenza di precipitazioni determina condizioni favorevoli al ristagno delle polveri sottili. Il passaggio di una saccatura atlantica, che porta precipitazioni e rinforzo dei venti tra il pomeriggio del 10 e il giorno 11, crea una situazione favorevole al dilavamento e al rimescolamento atmosferici: si conclude così il secondo episodio di inquinamento acuto da polveri sottili del 2019.



## Episodio dal 14 al 22 febbraio 2019

A partire dal 12 febbraio, un promontorio anticiclonico si espande dal Mediterraneo occidentale fino a raggiungere anche l'Italia settentrionale; a questa situazione di tempo stabile si aggiunge a partire dal 14, l'avvezione di aria più calda in quota, che determina un'accentuazione dell'inversione termica e una riduzione dello strato di rimescolamento (vedi Figura 50): la colonna d'aria risulta quindi più compressa e gli inquinanti sono maggiormente concentrati in prossimità del suolo. In questo contesto meteorologico si verifica l'episodio di inquinamento acuto da polveri sottili più prolungato e con le concentrazioni più elevate dell'intero anno. Un rinforzo dei venti da nord-est, associato al passaggio di una veloce saccatura, tra il 23 e il 24, favorisce un buon rimescolamento e la temporanea diminuzione delle concentrazioni di polveri sottili.

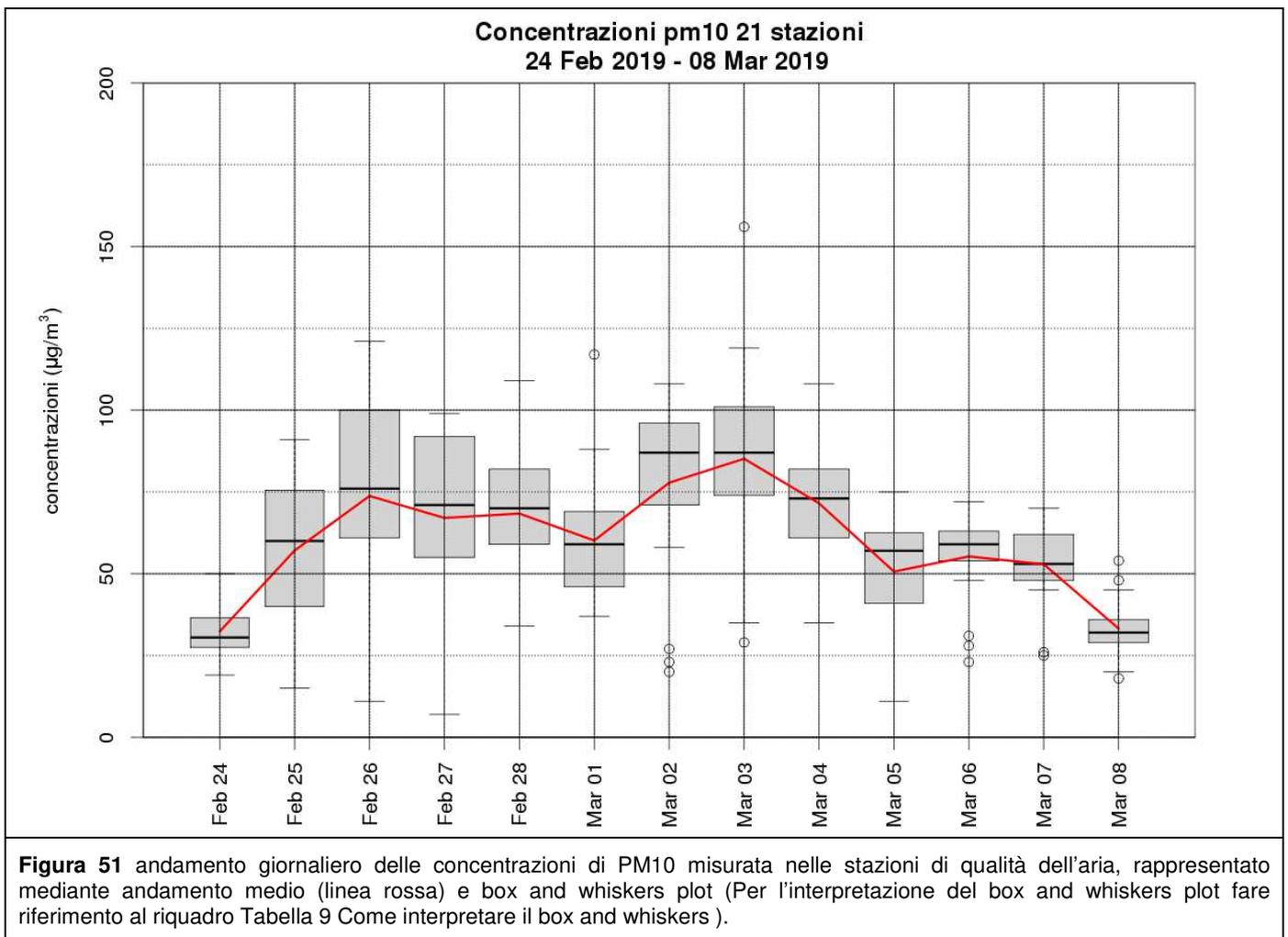




**Figura 50:** altezza di rimescolamento stimata per una stazione di pianura (Roverchiara, in provincia di Verona) nel periodo dal 12-02-2019 al 24-02-2019. L'altezza di rimescolamento è la quota sotto la quale l'atmosfera è rimescolata grazie agli effetti termici (riscaldamento del suolo) o meccanici (vento); maggiore è l'altezza di rimescolamento, maggiore è il volume d'aria all'interno del quale sono diluiti gli inquinanti.

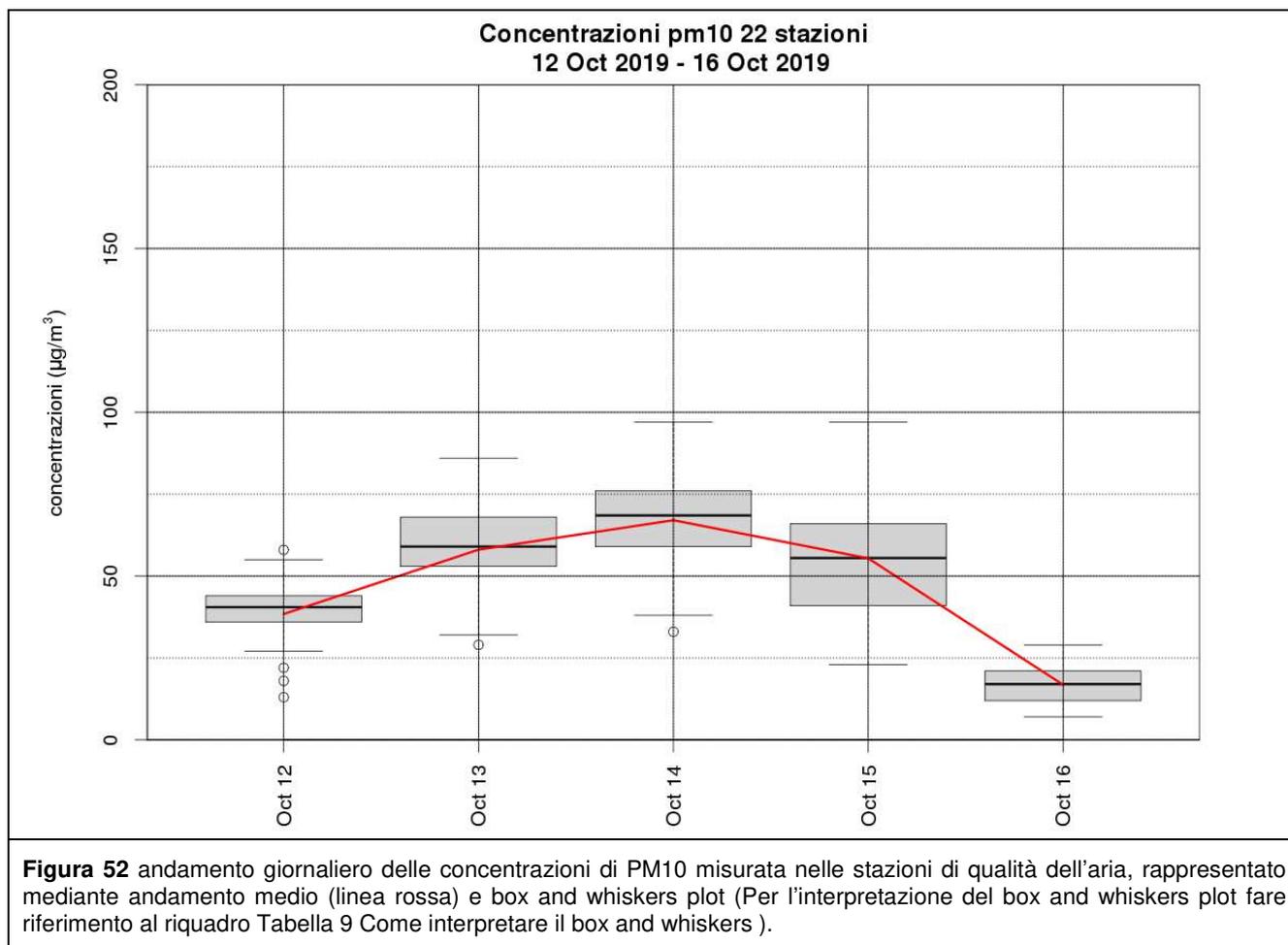
## Episodio dal 25 febbraio al 7 marzo 2019

Dopo la temporanea pausa, verificatasi tra il 23 e il 24 febbraio, grazie al rimescolamento apportato dal rinforzo dei venti, ritornano condizioni di prevalente alta pressione, senza precipitazioni, con venti deboli e con inversione termica notturna, che favoriscono il ristagno delle polveri sottili. Tra la fine di febbraio e l'inizio di marzo transita una modesta saccatura atlantica che produce solo un lieve miglioramento della qualità dell'aria. Nei giorni successivi le precipitazioni sono assenti e il clima è ventilato solo in montagna, quindi gli inquinanti tendono a ristagnare sulle zone pianeggianti. Un po' di instabilità accompagnata da diffusi rovesci nella sera del 4 marzo favorisce una parziale diminuzione delle polveri sottili. Per la fine del prolungato episodio di inquinamento acuto da polveri sottili, bisogna aspettare il giorno 7, quando una saccatura dall'Europa settentrionale, associata ad un rinforzo dei venti favorisce un significativo calo delle concentrazioni di polveri sottili.



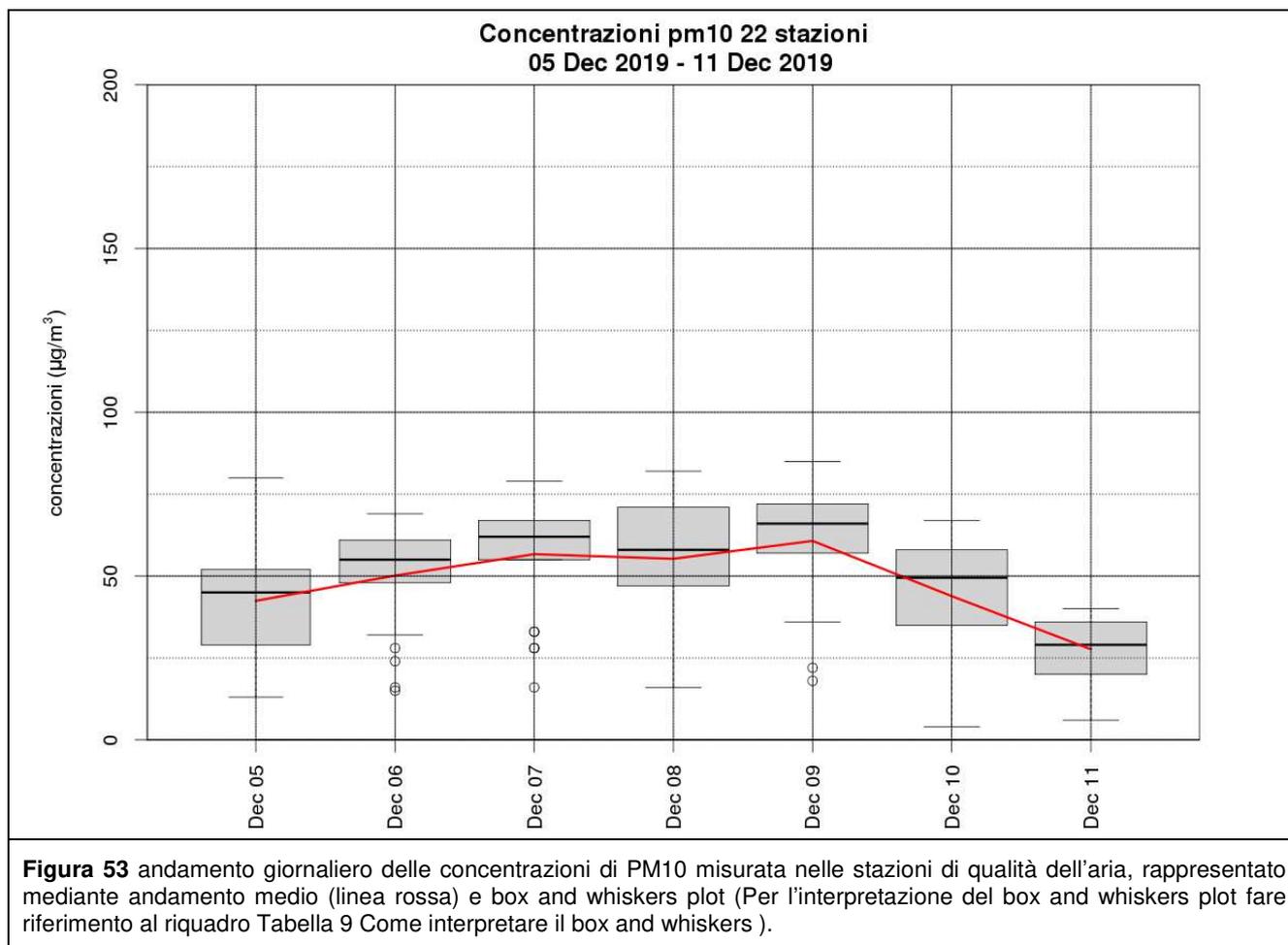
## Episodio dal 13 al 15 ottobre 2019

Questo è l'unico episodio degno di nota dell'autunno 2019. Esso si verifica in una fase di espansione di un promontorio anticiclonico di matrice mediterranea che assicura tempo stabile, caldo per il periodo, solo in parte soleggiato in pianura per la presenza di nubi basse e foschie. L'arrivo di una saccatura atlantica il giorno 15 porta instabilità e precipitazioni, soprattutto nella seconda parte della giornata, che favoriscono l'abbattimento delle polveri sottili e determinano la fine del breve episodio di inquinamento acuto.



## Episodio dal 6 al 9 dicembre 2019

La seconda pentade del mese di dicembre è caratterizzata da condizioni di tempo stabile, senza precipitazioni e con venti deboli, a causa dell'espansione di un promontorio anticiclonico di matrice atlantica, che determina anche la formazione di inversioni termiche notturne. In questo periodo è favorito l'accumulo delle polveri sottili, che superano il valore limite giornaliero nella maggior parte delle stazioni. Il giorno 9 una prima perturbazione da ovest che porta qualche precipitazione e, nei giorni seguenti, un rinforzo dei venti, che favoriscono un maggior rimescolamento e la diminuzione delle concentrazioni di polveri.



## 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.

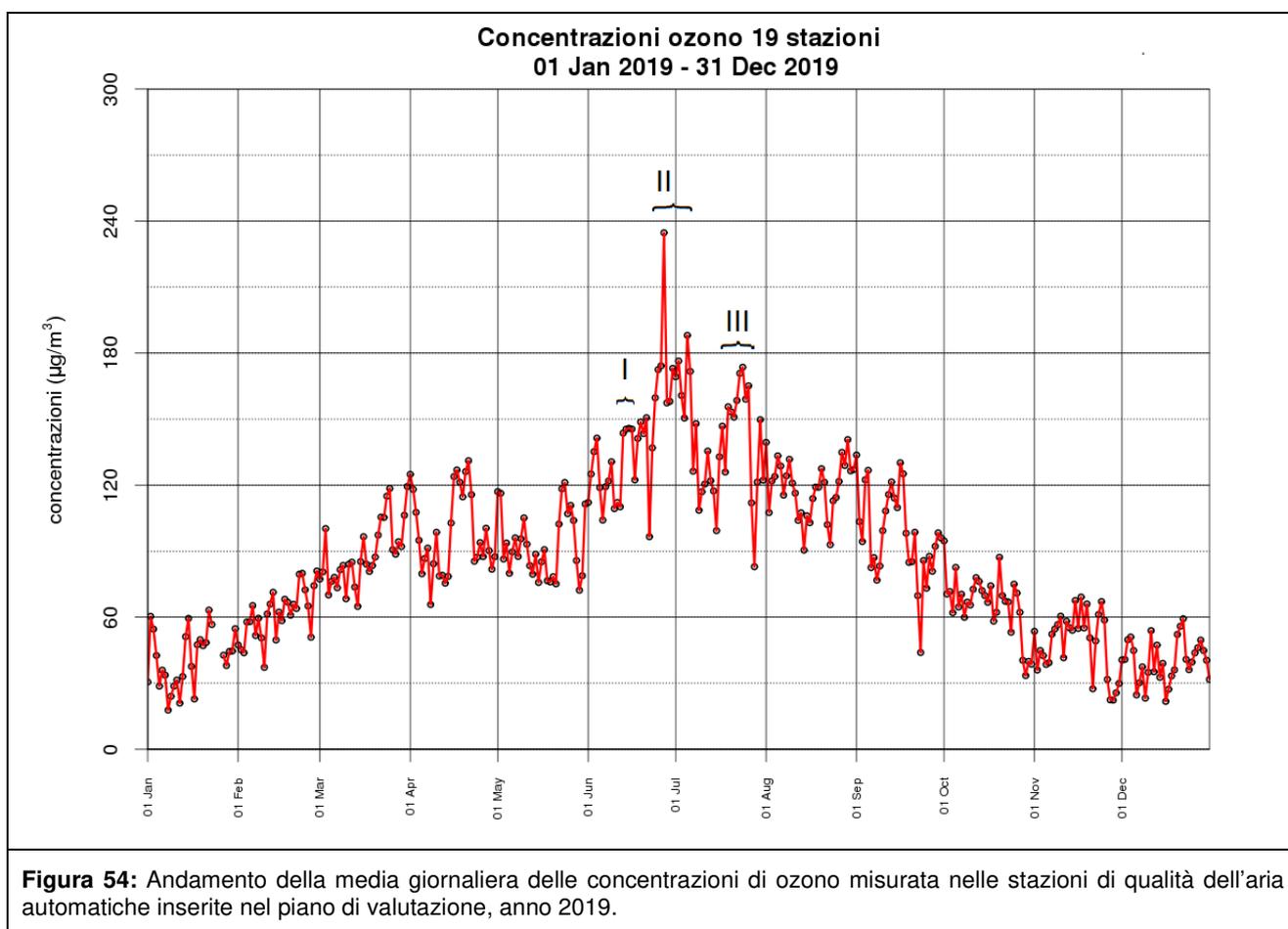
Seguendo questo criterio gli episodi di inquinamento acuto da ozono del 2019 sono stati:

I - dal 13 giugno al 16 giugno 2019;

II - dal 24 giugno al 6 luglio 2019;

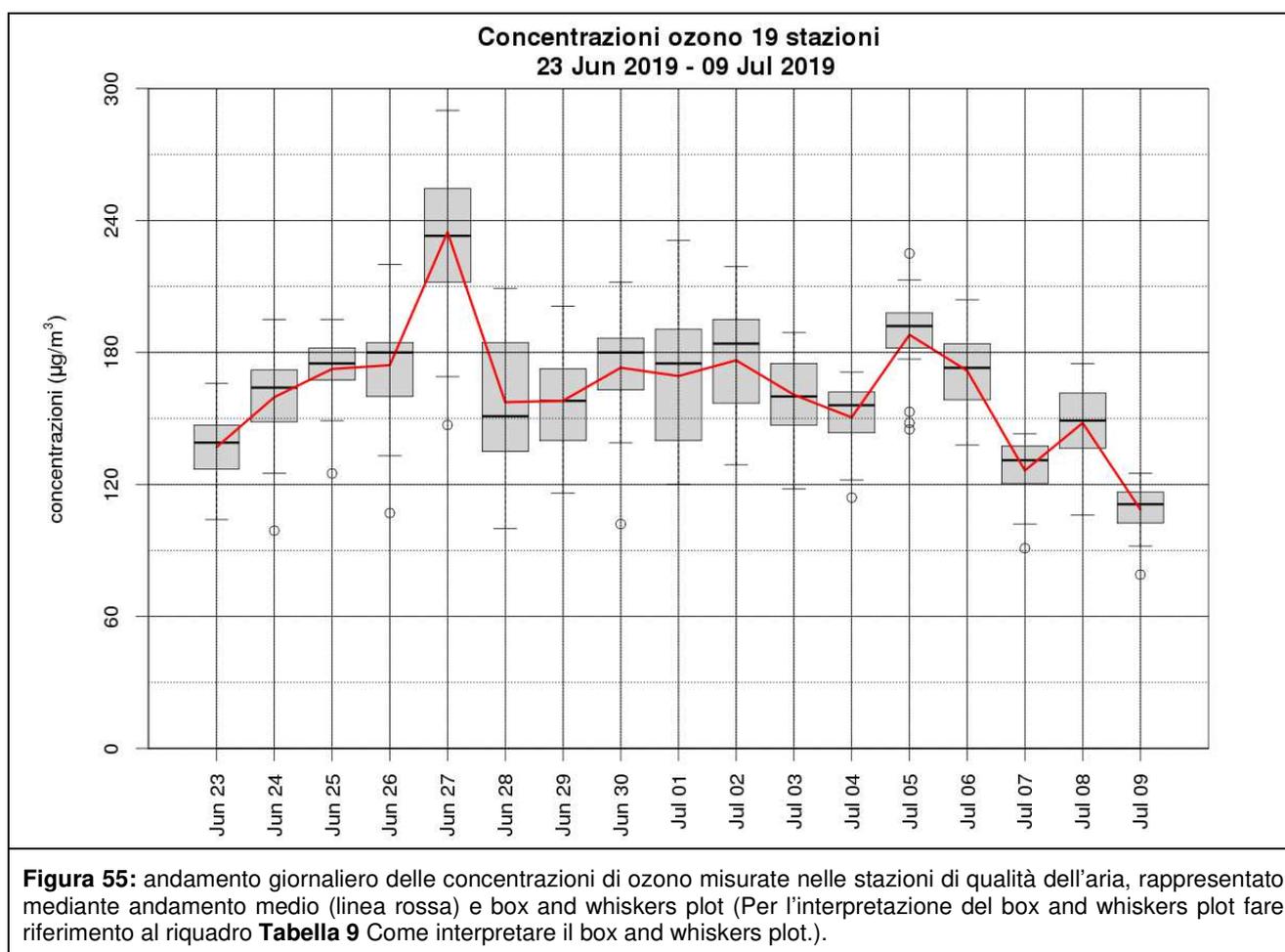
III - dal 19 luglio al 26 luglio 2019.

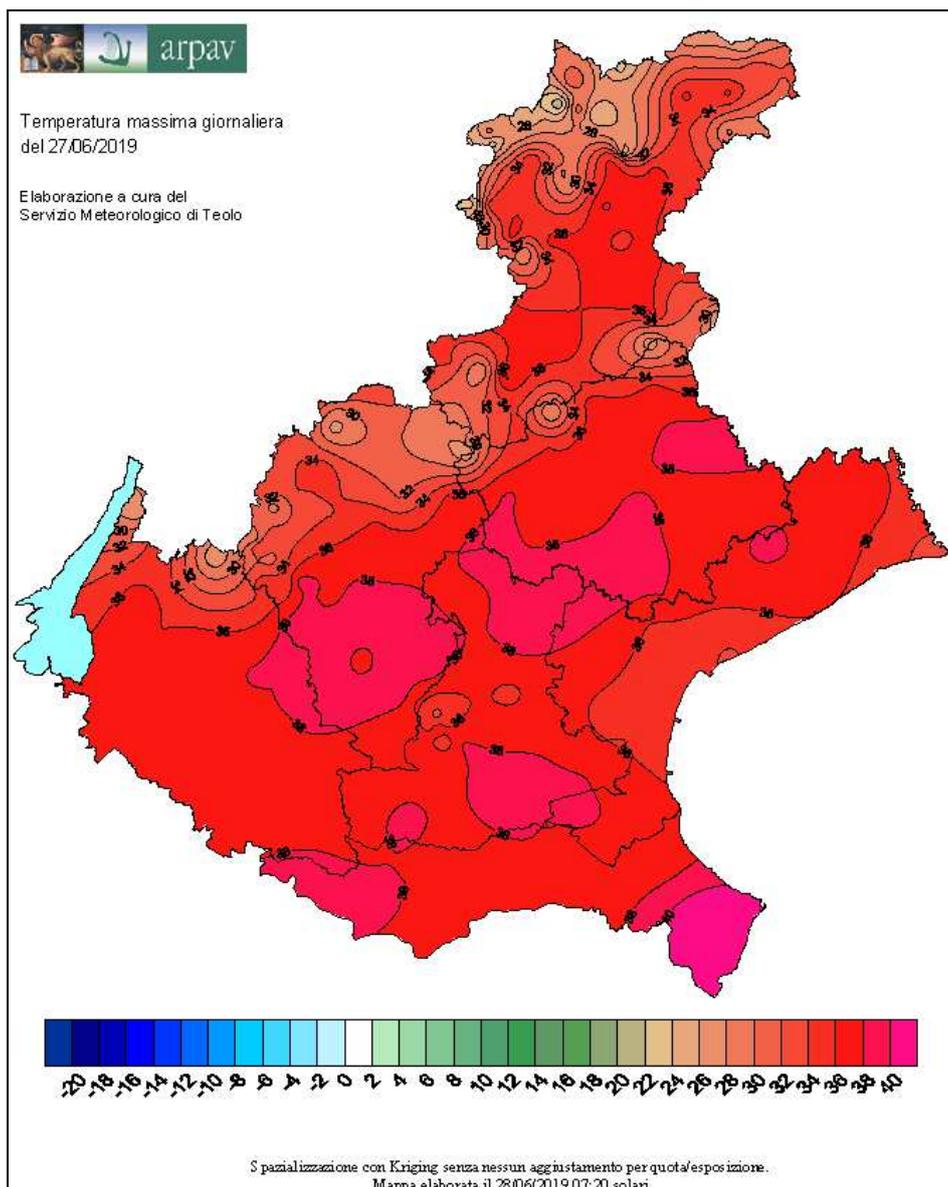
Nei paragrafi successivi saranno analizzati nel dettaglio il secondo e il terzo episodio di inquinamento acuto da ozono, dal momento che sono più prolungati e nel loro corso si raggiungono le concentrazioni più elevate.



## Episodio dal 24 giugno al 6 luglio 2019

Dopo un fase con tempo instabile tra il 21 e il 23 giugno, dovuto al passaggio di una saccatura atlantica, dal giorno 24 la rimonta di un promontorio di matrice africana garantisce tempo stabile e molto caldo a tutte le quote. Il picco di temperatura viene raggiunto il 27 (Figura 56), quando i valori massimi superano diffusamente i 38 °C in pianura e vengono raggiunti valori record in numerose stazioni meteorologiche. In seguito il tempo rimane stabile e ben soleggiato fino alla fine di giugno, ma il giorno 28 un rinforzo dei venti dai quadranti orientali determina una leggera diminuzione delle temperature massime che comunque restano superiori alla media del periodo. Nella prima settimana di luglio, il tempo continua ad essere in prevalenza stabile su buona parte della pianura, mentre in montagna, si verificano episodi di instabilità, che in alcuni giorni si estendono anche alla fascia pedemontana. In questo lungo periodo, il buon soleggiamento e le temperature elevate favoriscono la formazione di ozono troposferico, le cui concentrazioni risultano particolarmente elevate il 27 giugno, in concomitanza con il picco di temperatura massima raggiunta. Tra il 6 e il 7 luglio la pressione comincia a diminuire: fasi di instabilità interessano gradualmente tutta la regione fino al giorno 9 e le temperature massime diminuiscono gradualmente. Si attenuano così le condizioni meteorologiche e termiche favorevoli alla formazione di ozono, le cui concentrazioni diminuiscono nettamente: si conclude così questo prolungato episodio di inquinamento fotochimico.

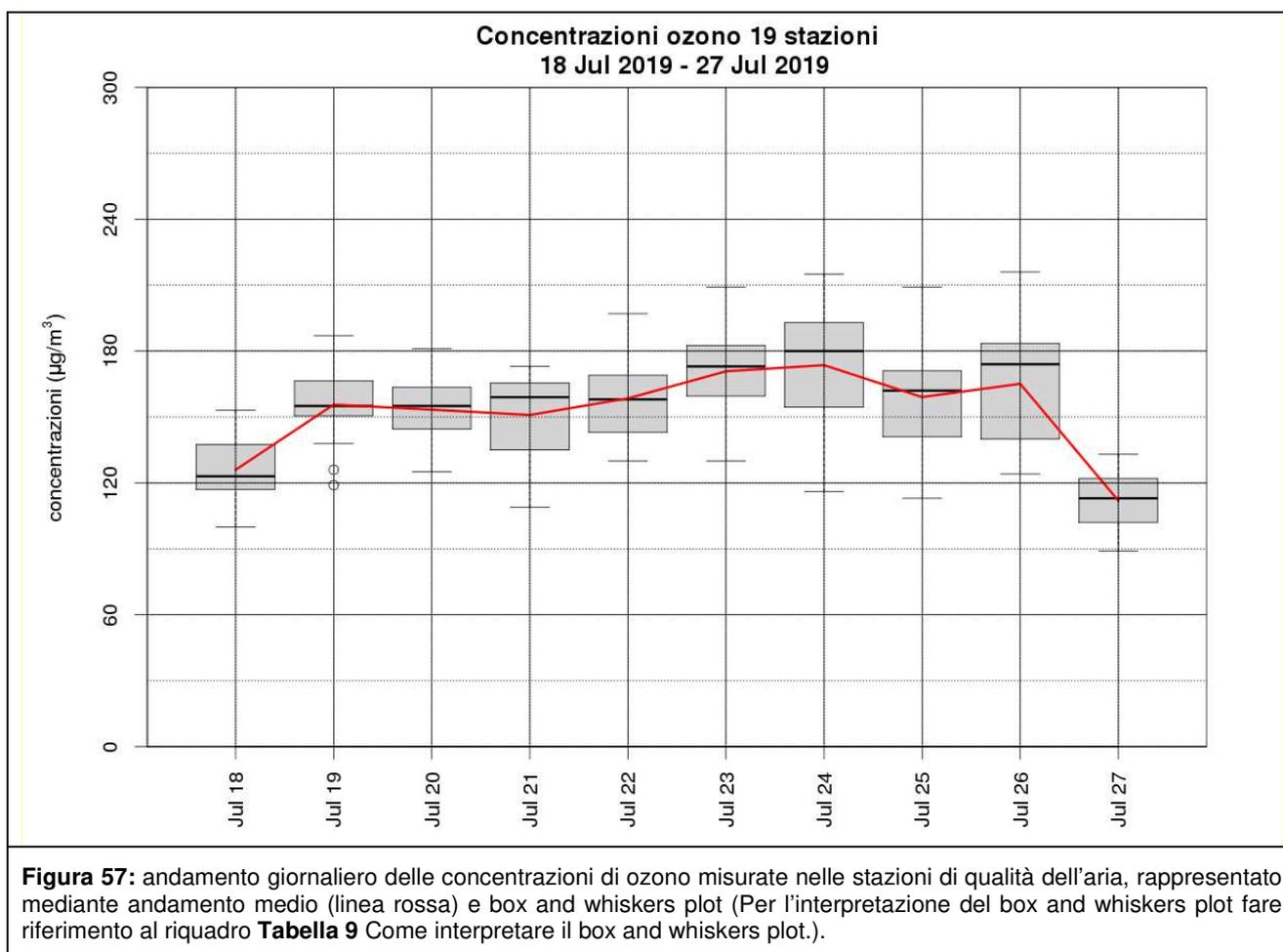




**Figura 56:** mappa delle temperature massime del 27 giugno 2019, giorno in cui in numerose stazioni vengono raggiunti valori record dell'intera serie di misure.

## Episodio dal 19 luglio al 26 luglio 2019

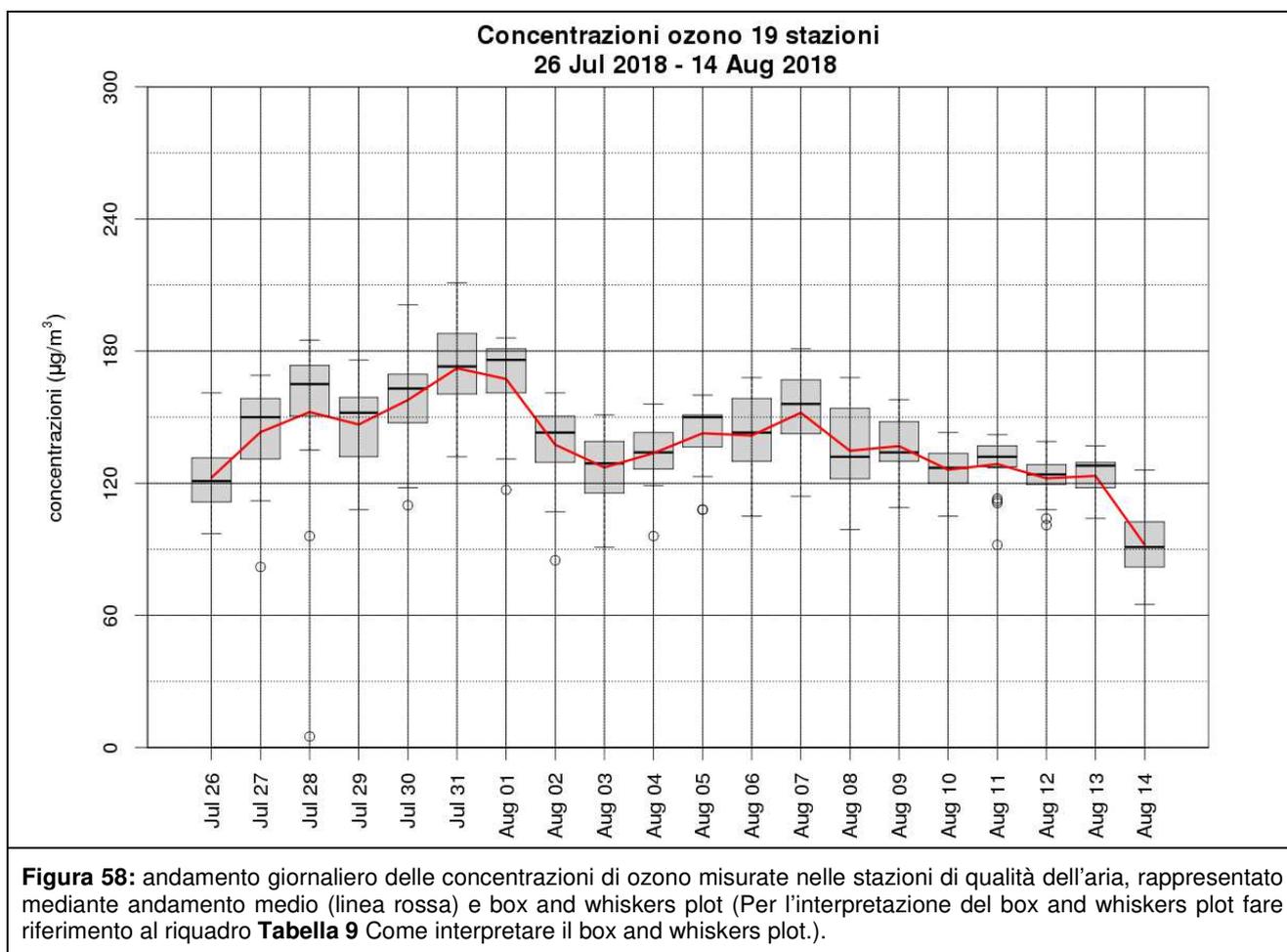
A partire dal 19 luglio sulla regione si instaurano condizioni di crescente stabilità meteorologica e a partire dal 21 luglio un promontorio di alta pressione di matrice africana determina nuovamente il rialzo delle temperature che in pianura raggiungono i 34/38°C. Il tempo stabile, ben soleggiato e le temperature elevate favoriscono la formazione di ozono troposferico. Tra il 26 e il 27 luglio il passaggio di una perturbazione atlantica porta tempo instabile e un marcato calo delle temperature, che permettono la diminuzione delle concentrazioni di ozono, mettendo fine all'episodio di inquinamento acuto.



## 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 di PM10 e O3 su scala regionale

L'utilizzo del sistema modellistico SPIAIR a supporto ed integrazione della rete di qualità dell'aria, permette di aumentare la scala spaziale della valutazione della qualità dell'aria dalle singole stazioni di misura all'intero territorio regionale. Analogamente alle passate edizioni della Relazione Regionale, nel seguito si presentano le elaborazioni modellistiche relative alla media annuale e ai superamenti giornalieri del particolato (PM10), e ai giorni di superamento della soglia di informazione e del valore obiettivo per la salute umana dell'Ozono (O<sub>3</sub>).

Il sistema SPIAIR produce, quotidianamente, previsioni numeriche fino a + 72 ore delle concentrazioni di PM10 e O<sub>3</sub> su una griglia di calcolo di 4 Km di risoluzione. 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; dalla correzione, mediante opportune tecniche di interpolazione, della previsione a +24 ore della media giornaliera di PM10 si ottiene una mappa delle concentrazioni giornaliere relativa al giorno di emissione della previsione. 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 tra valore previsto del modello e valore misurato;
- calcolo dello scarto in ogni punto della griglia come media pesata degli scarti nei siti di misura circostanti con coefficienti (pesi) inversamente proporzionali al quadrato della distanza (metodo conosciuto come "inverse distance weighting").

Tutte le stazioni di "fondo" dotate di analizzatore automatico di PM10 e O<sub>3</sub> sono state incluse nell'algoritmo di analisi.

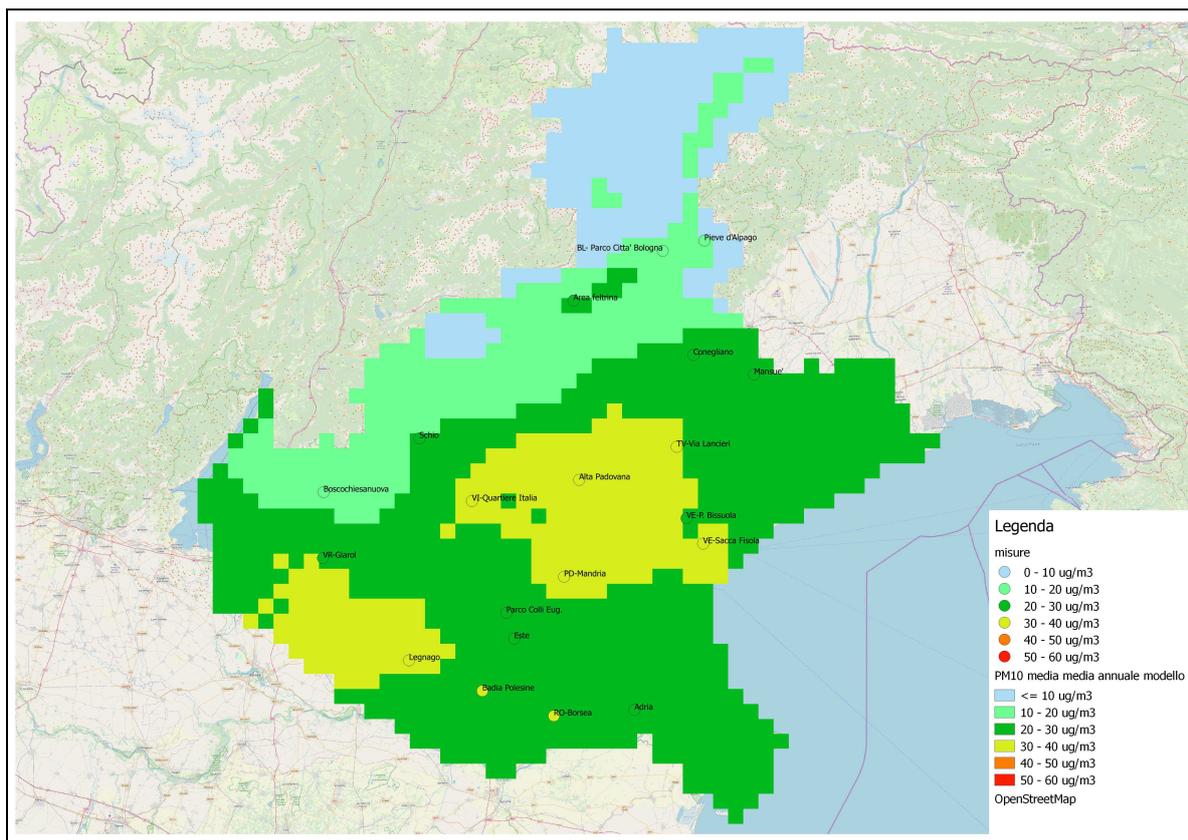
Nel corso del 2019 sono stati effettuati alcuni aggiornamenti del sistema modellistico SPIAIR, in costante revisione. In particolare sono stati sostituiti gli input emissivi, aggiornandoli con l'inventario regionale INEMAR Veneto 2015, pubblicato in versione definitiva a fine maggio 2019. Inoltre è stato attivato un modulo per la modulazione delle emissioni da riscaldamento domestico in funzione della temperatura media giornaliera prevista.

### 10.1 Stima degli indicatori di PM10

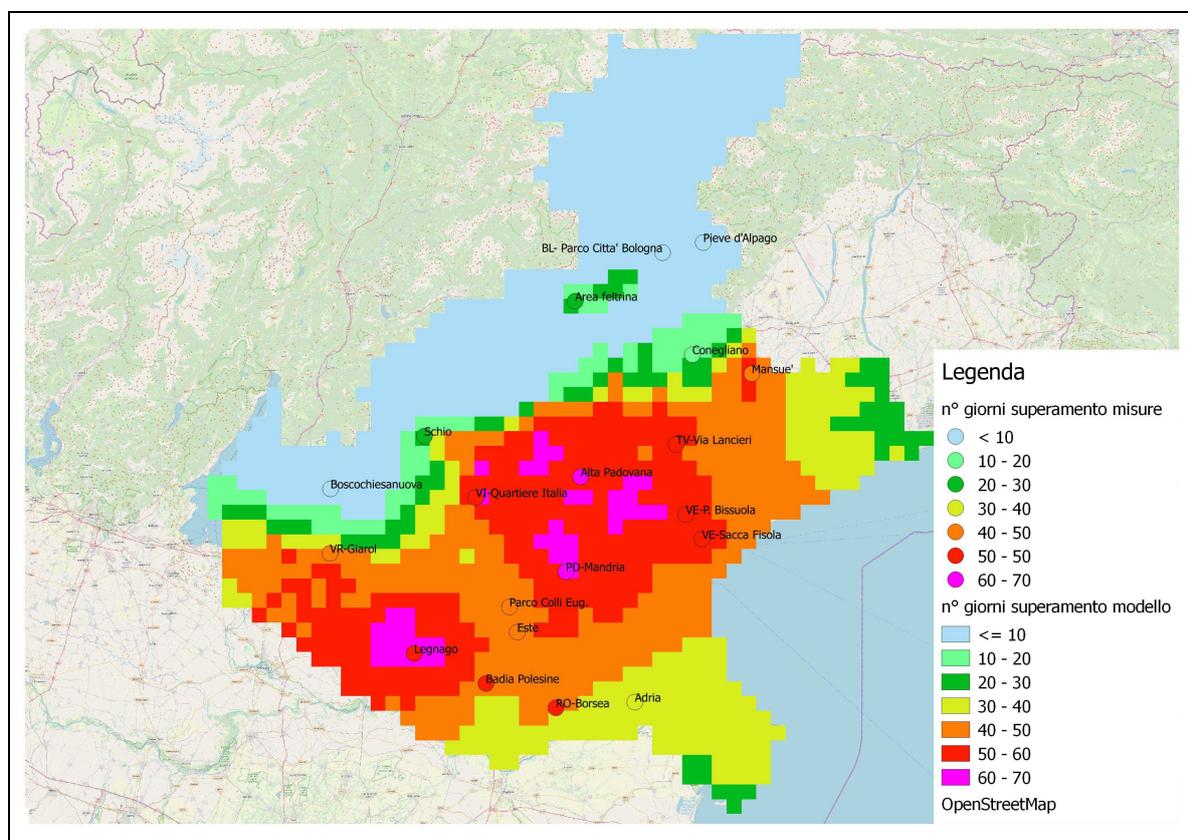
Le mappe seguenti (Figura 59 e Figura 60) riportano gli indicatori statistici del PM10, valutati sulla griglia del modello a partire dalle mappe di analisi giornaliere prodotte con la tecnica descritta. Si riportano anche i corrispondenti indicatori per le stazioni, con la stessa scala di colori in modo da facilitare il confronto.

Le mappe individuano chiaramente tre macroaree con diverso regime delle concentrazioni di PM10: l'area montana, in cui sia i valori registrati che modellizzati sono ampiamente entro i limiti di protezione della salute, l'area pedemontana e la Val Belluna, in cui nel 2019 si sono rilevati meno di 35 superamenti del valore limite giornaliero, e la zona di pianura in cui si rilevano le concentrazioni più elevate. In particolare in quest'ultima area si evidenziano due zone di maggior accumulo delle polveri sottili, in cui sono più frequenti le condizioni meteorologiche di ristagno, separate dall'area dei Colli Euganei e Berici.

Anche se permane la tendenza del modello alla sottostima per le stazioni di RO-borsea e Badia Polesine, si nota tuttavia un miglioramento rispetto al 2018 specie per quanto riguarda il numero dei superamenti che risultano meno sottostimati. Ciò è dovuto all'inclusione nella procedura di analisi della stazione di Este.



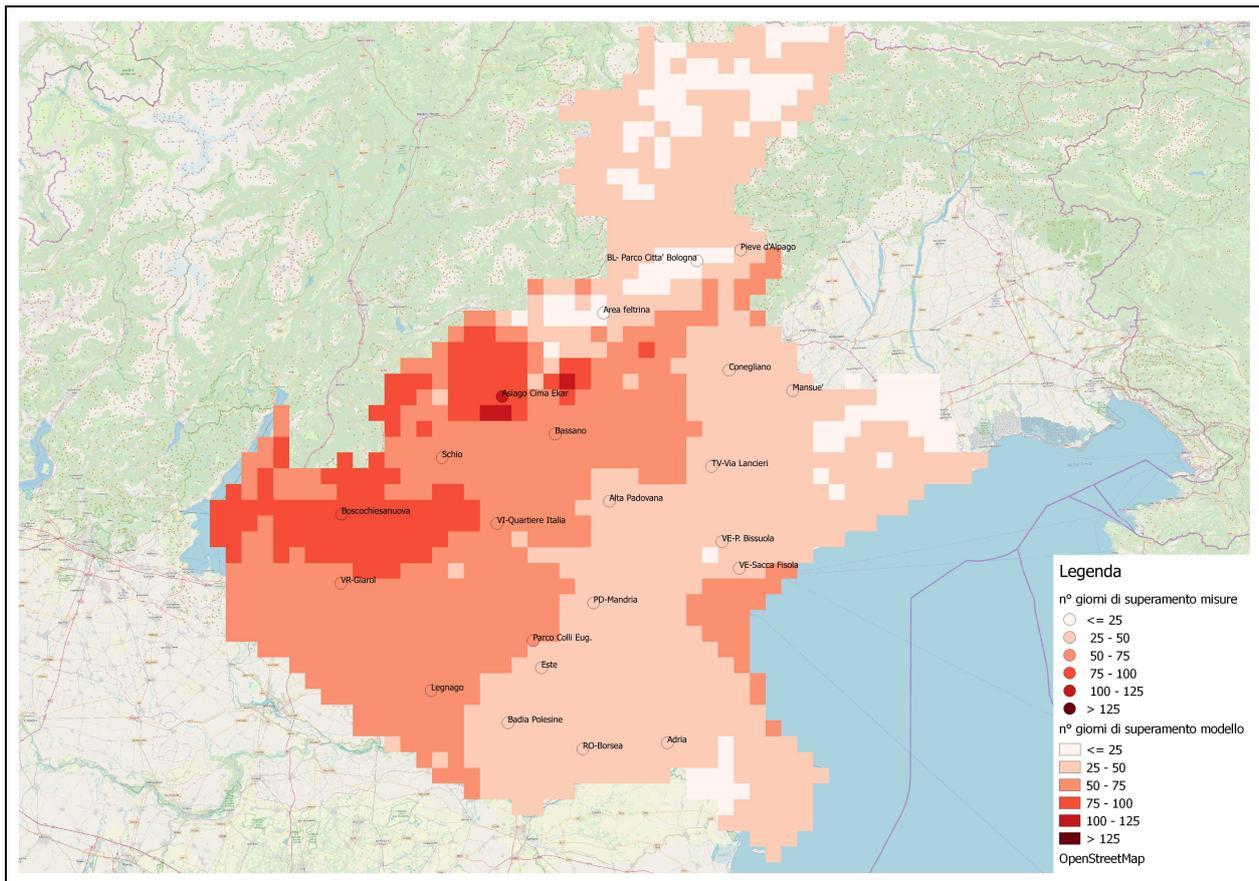
**Figura 59:** PM10: Media annuale calcolata dal sistema modellistico. La mappa riporta, nella stessa scala di colori, l'indicatore calcolato per le stazioni di misura



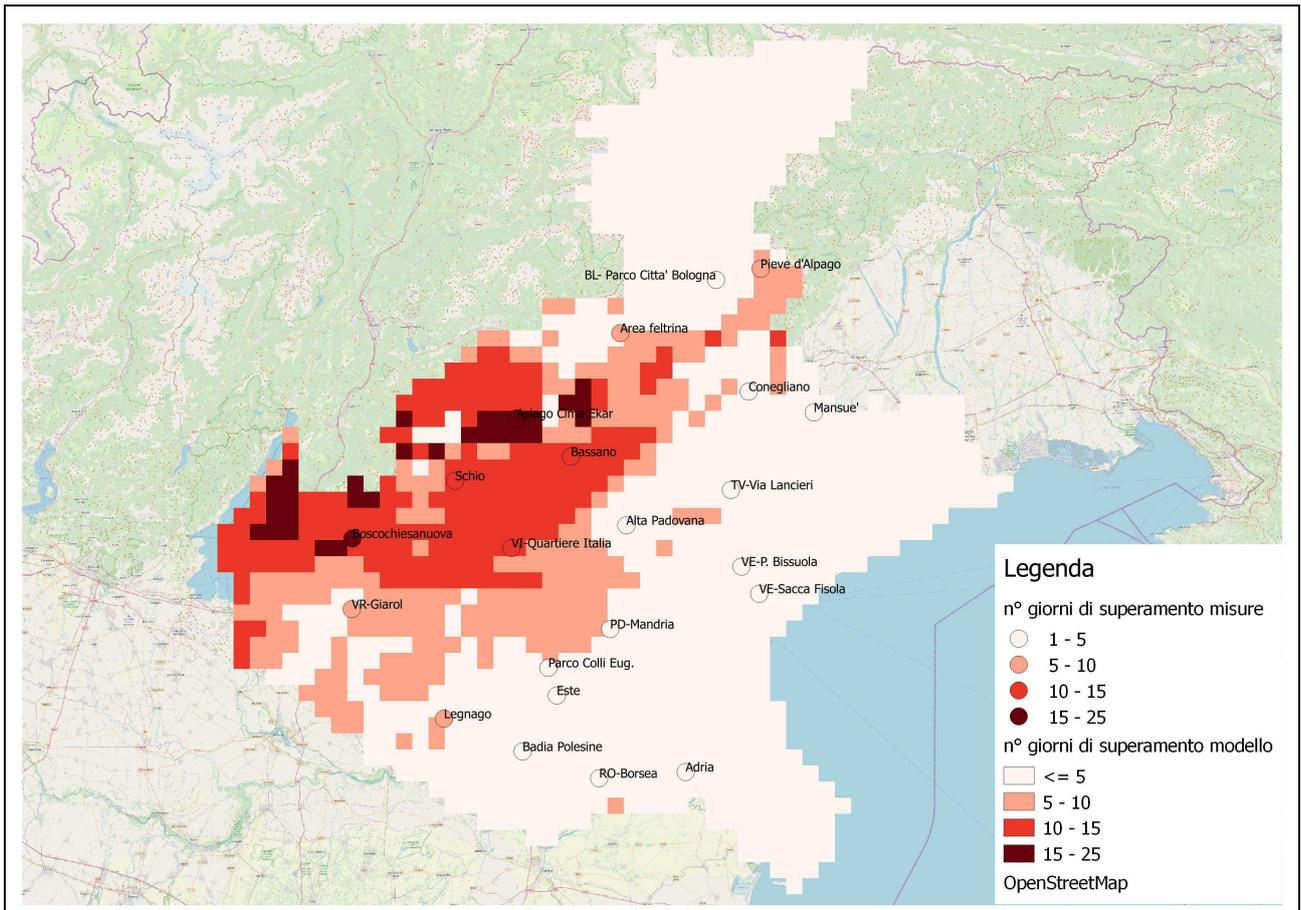
**Figura 60:** Numero di superamenti del limite giornaliero calcolati dal sistema modellistico. La mappa riporta, nella stessa scala di colori, l'indicatore calcolato per le stazioni di misura.

## 10.2 Stima degli indicatori di ozono

La distribuzione spaziale delle concentrazioni di O<sub>3</sub> (Figura 61 e Figura 62), differisce sostanzialmente da quella del PM10; le aree in cui si rilevano le concentrazioni più elevate sono quelle occidentali, tra Vicenza e Verona, mentre su pianura centro-orientale, fascia costiera e Bellunese le concentrazioni raggiungono picchi meno elevati. Resta diffuso in tutta la regione il superamento del valore obiettivo dell'ozono (la massima media mobile di otto ore calcolata per ogni giorno non dovrebbe superare i 120 µg/m<sup>3</sup> per più di 25 giorni all'anno); solo le due stazioni della Val Belluna rispettano nel 2019 tale valore obiettivo.



**Figura 61:** Numero di giorni con superamento del valore obiettivo per l'O<sub>3</sub> calcolati dal sistema modellistico. La mappa riporta, nella stessa scala di colori, l'indicatore calcolato per le stazioni di misura.



**Figura 62:** Numero di giorni in cui si verifica almeno 1 ora di superamento della soglia di informazione per l'O<sub>3</sub> calcolati dal sistema modellistico. La mappa riporta, nella stessa scala di colori, l'indicatore calcolato per le stazioni di misura.

## 11. Conclusioni

I risultati presentati evidenziano che, nel 2019, 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 (APS-1) e Vicenza (Quartiere Italia). Il valore limite annuale per il PM10 invece, come per il 2018, 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> nei capoluoghi di Padova, Belluno, Venezia, Treviso e nelle centraline di Alta Padovana e Area Feltrina, dove è stato registrato il massimo regionale (1.8 ng/m<sup>3</sup>).

Nel 2019 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 la concentrazione media annuale di PM10 rilevata nella stazione di VE-Rio Novo è la più bassa registrata tra le 6 centraline del Comune di Venezia.

Nella stazione di fondo rurale di Alta Padovana, analogamente agli scorsi anni, è stato superato il valore limite annuale degli ossidi di azoto per la protezione della vegetazione.

Durante i mesi di giugno e luglio si sono verificati diffusi superamenti della soglia di informazione per l'ozono, in particolare nelle stazioni di Asiago Cima Ekar (137) e Boscochiesanuova (95), entrambe di riferimento per la zona montana. Inoltre si segnala un episodio eccezionale di superamenti diffusi della soglia di allarme, avvenuto il giorno 27 giugno a causa delle straordinarie condizioni di stabilità atmosferica e temperature elevate (fino a 40 °C). Il valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'ozono, in riferimento al triennio 2017-2019, è stato superato in tutte le stazioni, tranne che nella centralina di Area Feltrina. Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione è stato abbondantemente oltrepassato in tutte le stazioni di fondo rurale della rete.

Durante il semestre 2019-2020 è stata effettuata a cura di ARPAV e, in conformità con l'Accordo di Bacino Padano<sup>6</sup>, la valutazione, per tutti i comuni del Veneto al di fuori della zona montana, 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. Tale studio ha evidenziato che per il PM10 si possono rilevare a scala regionale tre macroaree con diverso regime delle concentrazioni di PM10: l'area montana, in cui sia i valori registrati che modellizzati sono ampiamente entro i limiti di protezione della salute, l'area pedemontana e la Val Belluna, in cui nel 2019 si sono rilevati meno di 35 superamenti del valore limite giornaliero, e la zona di pianura in cui si rilevano le concentrazioni più elevate. Per l'ozono invece si evidenzia che le aree in cui si registrano le concentrazioni più elevate sono quelle occidentali, tra Vicenza e Verona, mentre su pianura centro-orientale, fascia costiera e Bellunese le concentrazioni di questo inquinante raggiungono picchi meno elevati.

---

<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).

### **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.

### **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.

### **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

Per la compilazione dei commenti meteo sono stati utilizzati:

- Commenti <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici> ;
- Quaderno del previsore di Teolo;
- Archivio interno: mappe Tmin, Tmax e Vento Sfilato;
- Analisi delle mappe di pressione al suolo del Wetter DWD
- [http://www2.wetter3.de/Archiv/archiv\\_dwd.html](http://www2.wetter3.de/Archiv/archiv_dwd.html)
- Immagini del satellite Sat24
- <http://www.sat24.com/history.aspx>

Per le considerazioni a scala sovra regionale della qualità dell'aria si è fatto riferimento al report seguente:

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2019>

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)

Marzo 2020



**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)