



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: 2017 -***

---

**ARPAV**

**Direttore Generale:** Nicola Dell'Acqua

**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* (revisore: *F. Zardini*).

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

## Sommario

1. Introduzione .....	2
2. Normativa di riferimento e indicatori di sintesi .....	2
3. Le stazioni della rete appartenenti al Programma di Valutazione .....	4
4. Biossido di zolfo, Monossido di carbonio, Biossido di azoto, Ozono.....	6
4.1 Biossido di azoto.....	6
4.2 Ozono.....	8
5. Particolato PM10 e PM2.5, Benzene, Benzo(a)pirene .....	11
5.1 Particolato PM10 .....	11
5.2 Particolato PM2.5 .....	14
5.3 Benzene .....	17
5.4 Benzo(a)pirene .....	18
6. Piombo ed elementi in tracce.....	19
6.1 Piombo .....	19
6.2 Elementi in tracce .....	20
7. Analisi delle tendenze nel periodo 2013-2017.....	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 2017.....	40
9.1 Situazione meteorologica.....	40
9.2 Qualità dell'aria.....	45
9.3 Analisi a livello regionale dei principali parametri meteorologici che influenzano l'andamento delle concentrazioni di PM10 e di ozono .....	46
<i>Dati</i> .....	46
9.4 Risultati.....	47
<i>Pioggia e Vento</i> .....	47
<i>Inversioni termiche</i> .....	50
<i>Temperatura</i> .....	53
9.5 Episodi di inquinamento da PM10 .....	55
<i>Elenco episodi</i> .....	55
Figura 49: mappe del vento sfilato del 2 gennaio e del 5 gennaio: è evidente l'intensificazione della ventilazione dovuta all'ingresso di correnti da Nord .....	57
9.6 Episodi di inquinamento da ozono .....	65
Episodi dal 22 al 24 maggio e dal 27 maggio al 4 giugno.....	66
Episodio dal 9 al 24 giugno .....	67
Episodi del mese di luglio (5-13; 17-23; 27-31) .....	68
Episodio dal 2 al 6 agosto .....	69
10. Previsione e valutazione modellistica degli inquinanti atmosferici.....	70
10.1 Obiettivi di qualità della stima modellistica per l'anno 2017.....	78
11. Il Progetto PREPAIR .....	84
12. Conclusioni.....	86
GLOSSARIO.....	87
BIBLIOGRAFIA.....	90

## 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 2013 in versione definitiva.

Per quanto riguarda la Relazione Regionale della Qualità dell'Aria, l'anno a cui si riferiscono le elaborazioni presentate è il 2017 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 2017 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 2013 al 2017 e su base regionale dal 2005 al 2017. 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.).**

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

### 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 9 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_Centro	TU	√	√	√		√	√	√		
RO	RO_Borsea	FU		√		√	√			√	√
RO	Badia Polesine - Villatora	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 Nord	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.

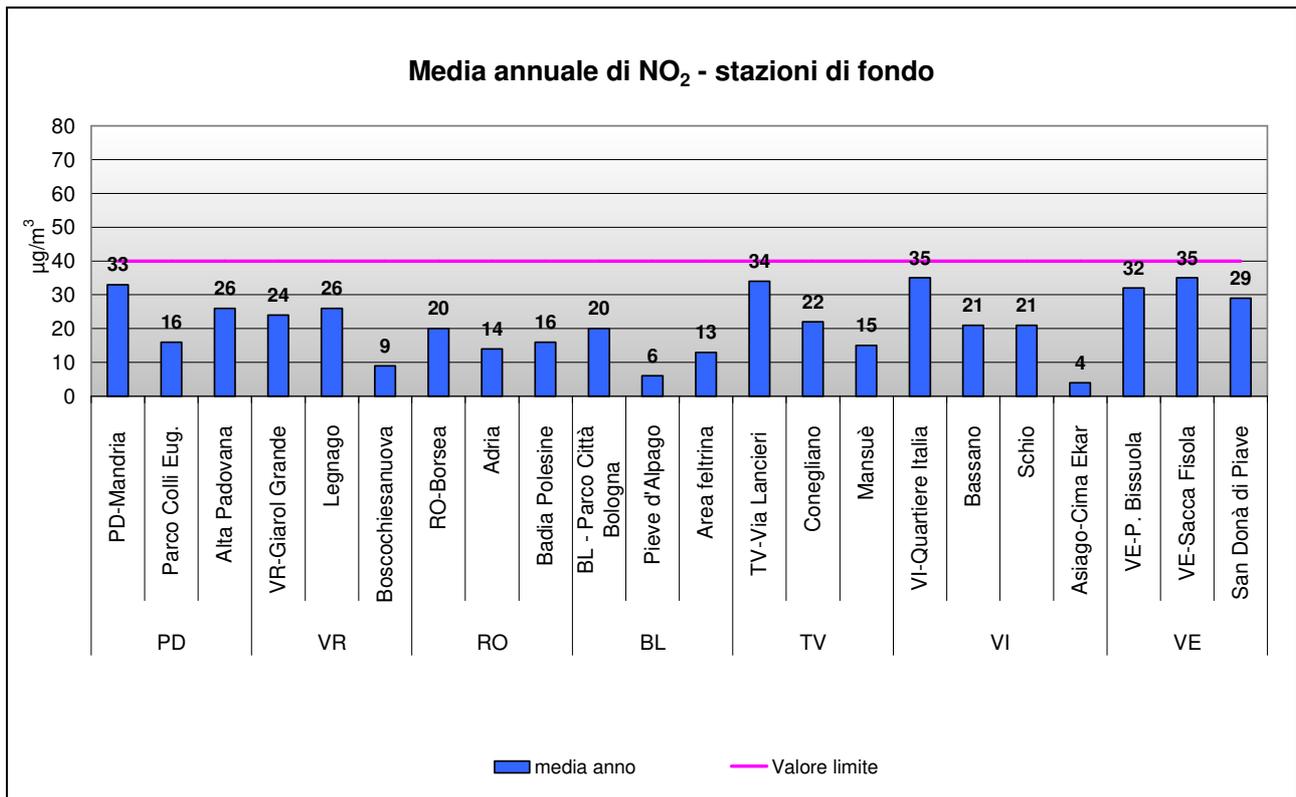
Considerati i livelli di  $\text{SO}_2$  e di CO si sono gradualmente ridotti i punti di campionamento per questi due inquinanti, essendo le concentrazioni rilevate inferiori alle soglie di valutazione inferiore (rispettivamente di  $5 \text{mg}/\text{m}^3$  per CO e di  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per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

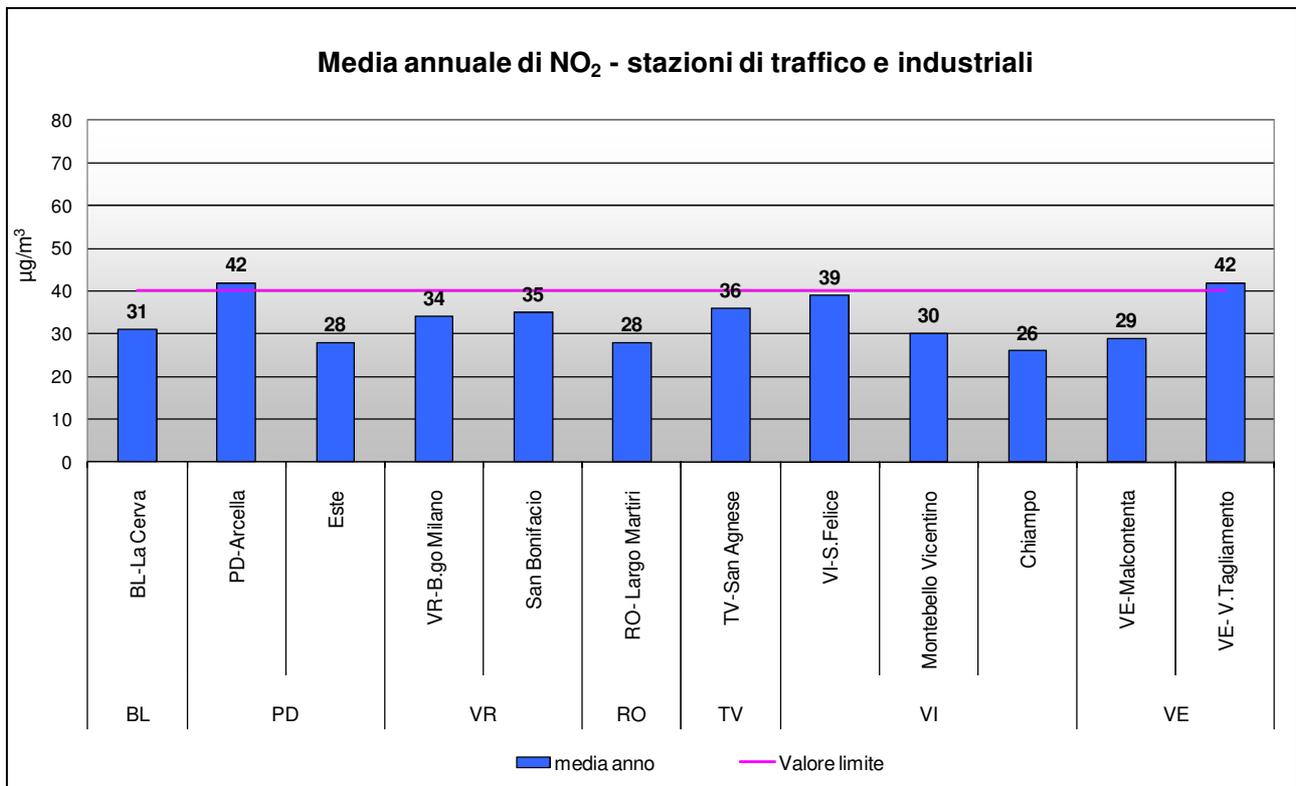
Per la valutazione dei livelli di  $\text{NO}_2$ , sono state considerate le stazioni elencate in Tabella 2: 22 stazioni di fondo (ulteriormente suddivise in fondo urbano, suburbano e rurale) e 12 stazioni di hot-spot (stazioni di traffico oppure di tipo industriale).

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 ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è stato superato presso la stazione di VE-Via Tagliamento ( $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e di PD-Arcella ( $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Le concentrazioni medie annuali più basse sono state registrate in alcune stazioni di fondo rurale: Pieve D'Alpago ( $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Boscovichianuova ( $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Asiago Cima Ekar ( $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



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



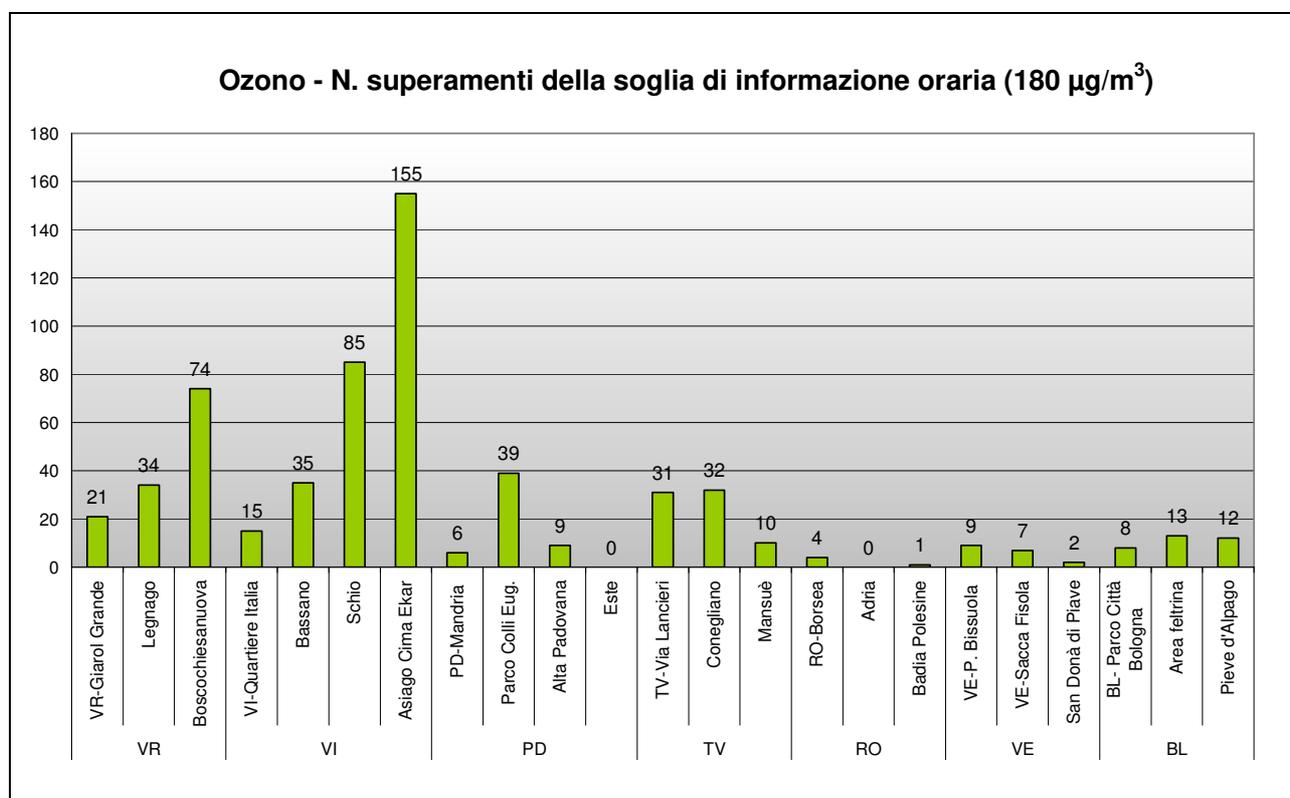
**Figura 3.** Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia “traffico” e “industriale”.

Per il biossido di azoto è stato verificato anche il numero dei superamenti del valore limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>; 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  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 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 (155), Schio (85) e Boscochiesanuova (74). I superamenti sono stati più contenuti in provincia di Padova e Treviso e molto più limitati nel bellunese, nel rodigino e nel veneziano.

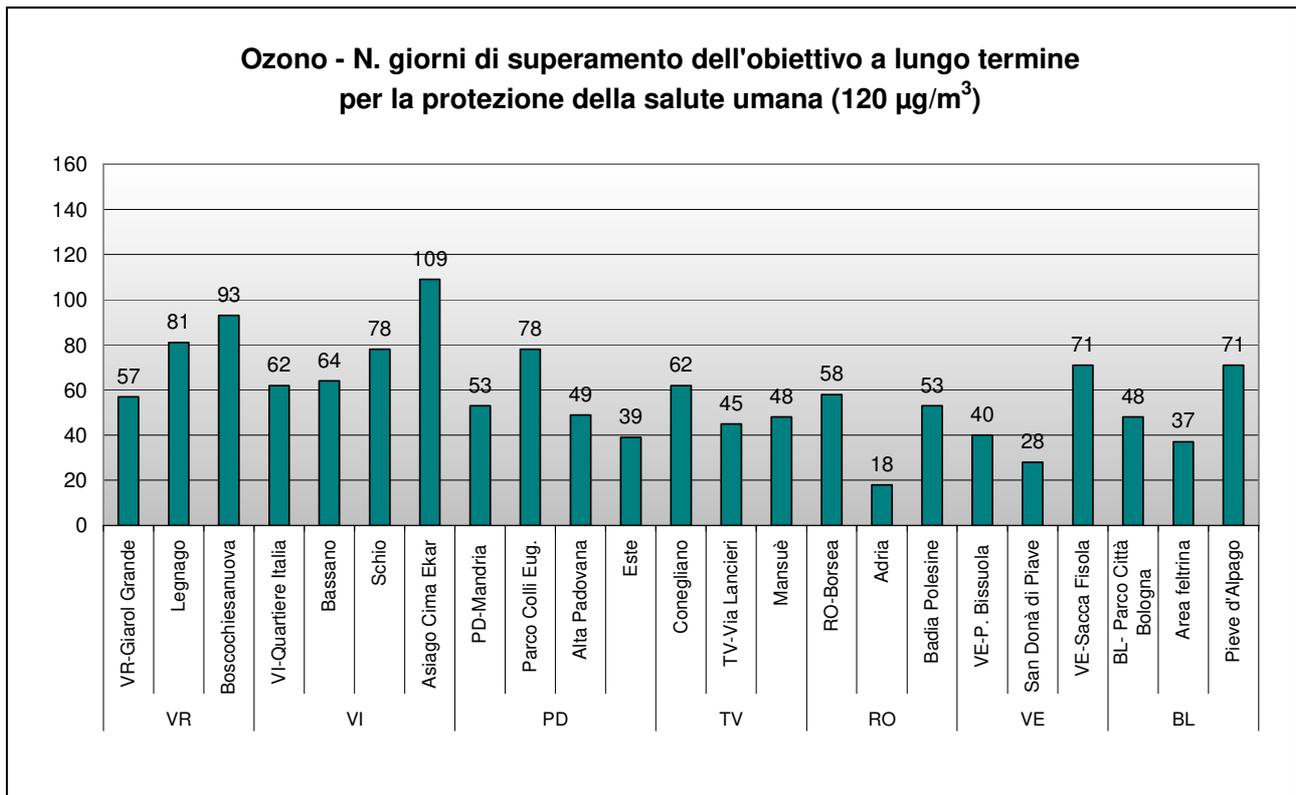


**Figura 4.** Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana.

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 viene 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 (109).

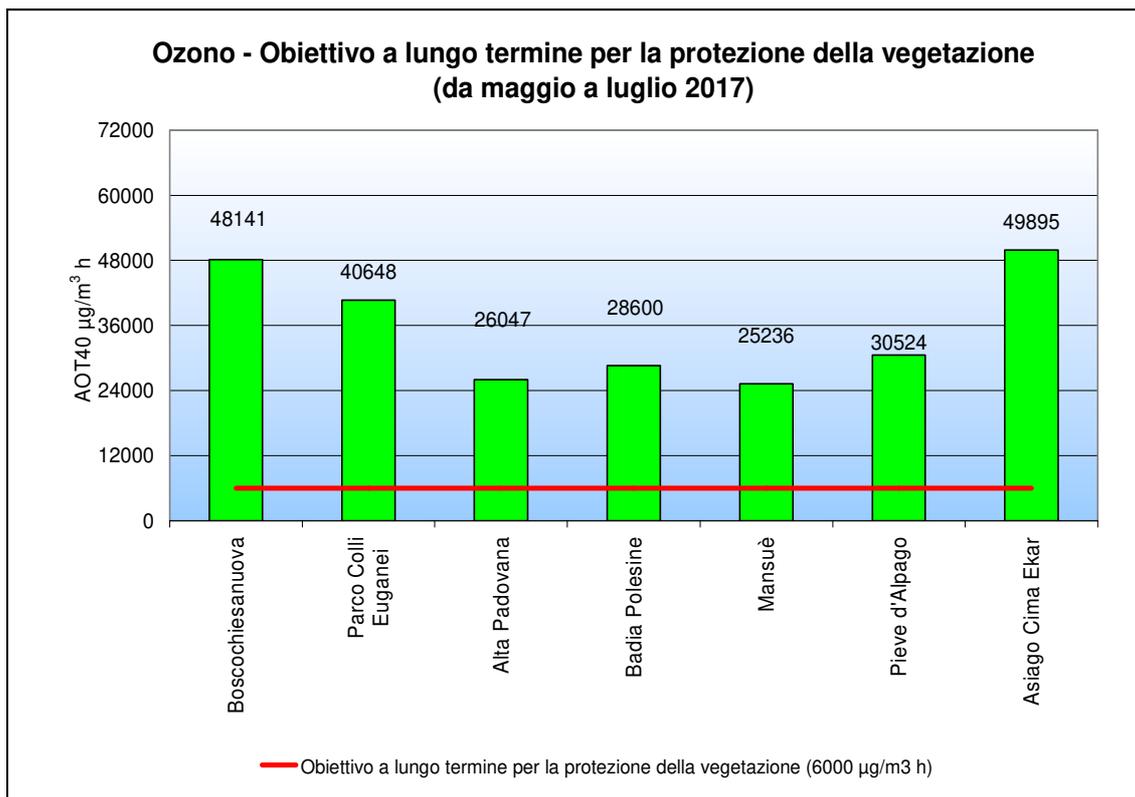


**Figura 5.** Ozono. Numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.

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

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

La verifica del rispetto degli altri due indicatori riportati in Tabella 1 (Valore obiettivo per la protezione della salute umana e Valore obiettivo per la protezione della vegetazione) è illustrata al capitolo 7, "Analisi delle tendenze nel periodo 2013-2017", 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 2017 la rete di monitoraggio ARPAV della qualità dell'aria ha rilevato 188 superamenti della soglia di informazione. Le ore totali di superamento della soglia di informazione sono state 665.

Nel 2017, il mese più critico per l'ozono è stato giugno, con 79 episodi di superamento. Il resto degli episodi sono avvenuti nei mesi di maggio (5), luglio (47) e agosto (57), senza alcun superamento registrato nei mesi di aprile e settembre.

Nel mese di luglio, dopo qualche giorno di relativa tregua, l'ozono ha superato diffusamente la soglia di informazione nei giorni 6, 7 e 8, con temperature che hanno superato i 35°C in pianura. Il passaggio di qualche breve perturbazione ha fatto scendere i livelli di ozono fino al 19 luglio quando per tre giorni si sono registrati superamenti in molte centraline della rete, senza tuttavia superare mai i 200 µg/m<sup>3</sup>.

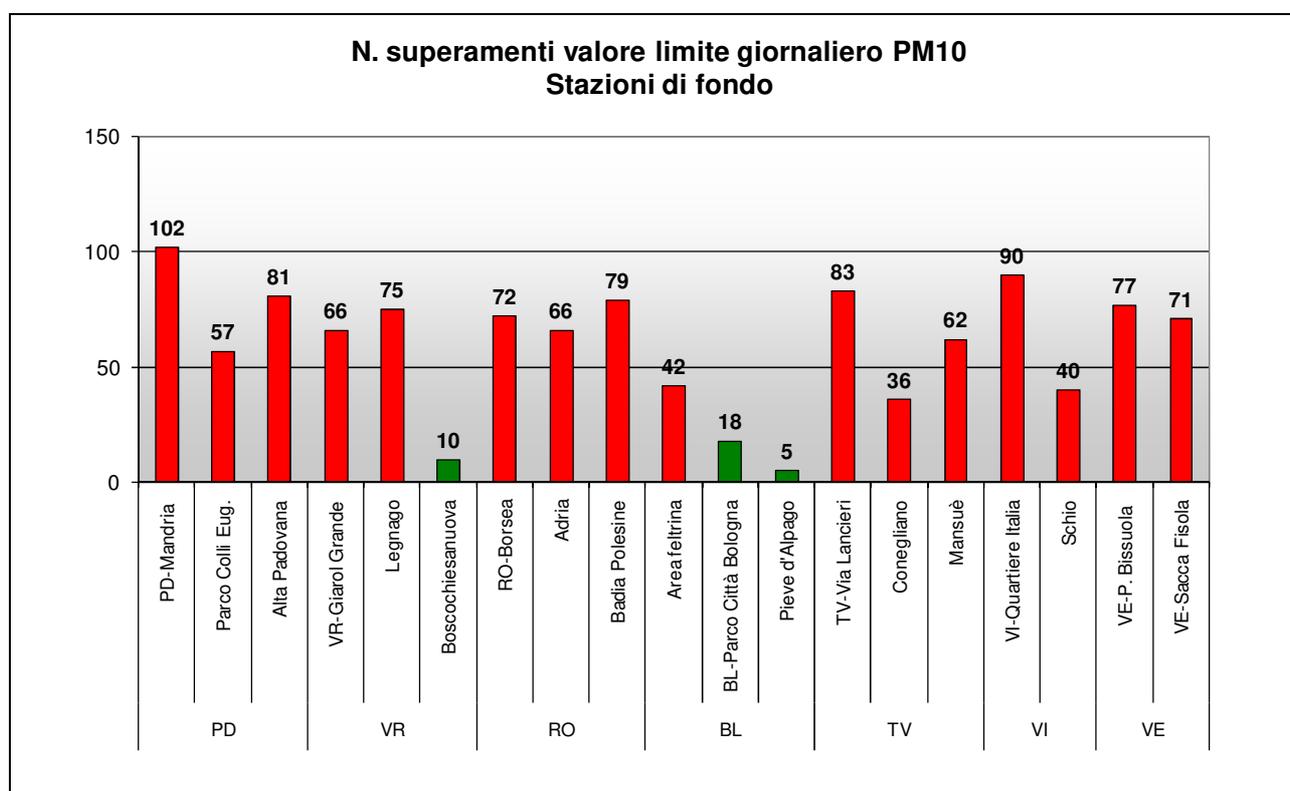
Durante il mese di agosto, dopo circa 10 giorni con livelli moderati di ozono, si sono registrati superamenti diffusi e persistenti della soglia di informazione tra i giorni 1 e 5 agosto, che hanno interessato tutte le province tranne Rovigo. Durante questi giorni si è verificato anche un picco isolato oltre la soglia di allarme a Treviso, il giorno 2, quando si è raggiunto il massimo assoluto di ozono per l'estate (256 µg/m<sup>3</sup>). Agosto è proseguito senza ulteriori superamenti fino al giorno 26 quando si sono verificati sporadici episodi di superamento conclusi il 27.

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

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

### 5.1 Particolato PM10

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

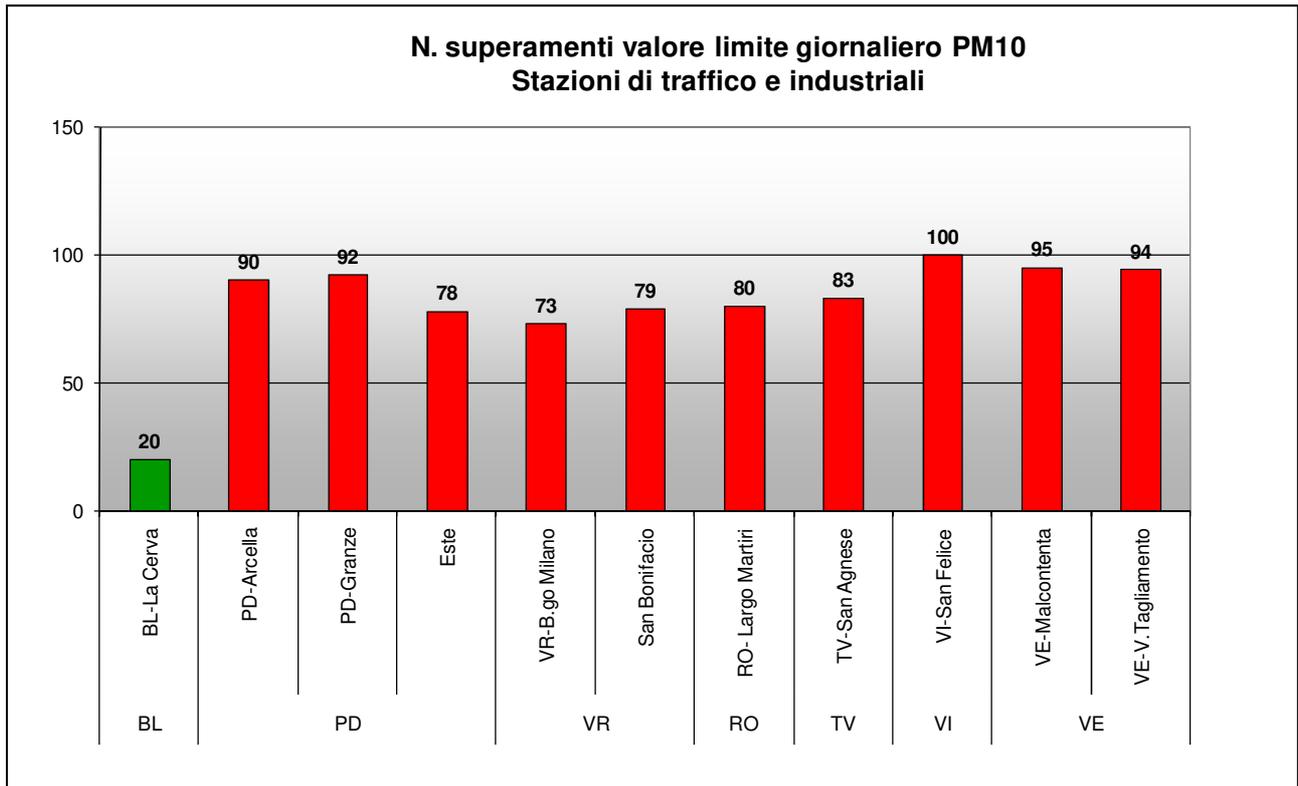


**Figura 7.** Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "fondo".

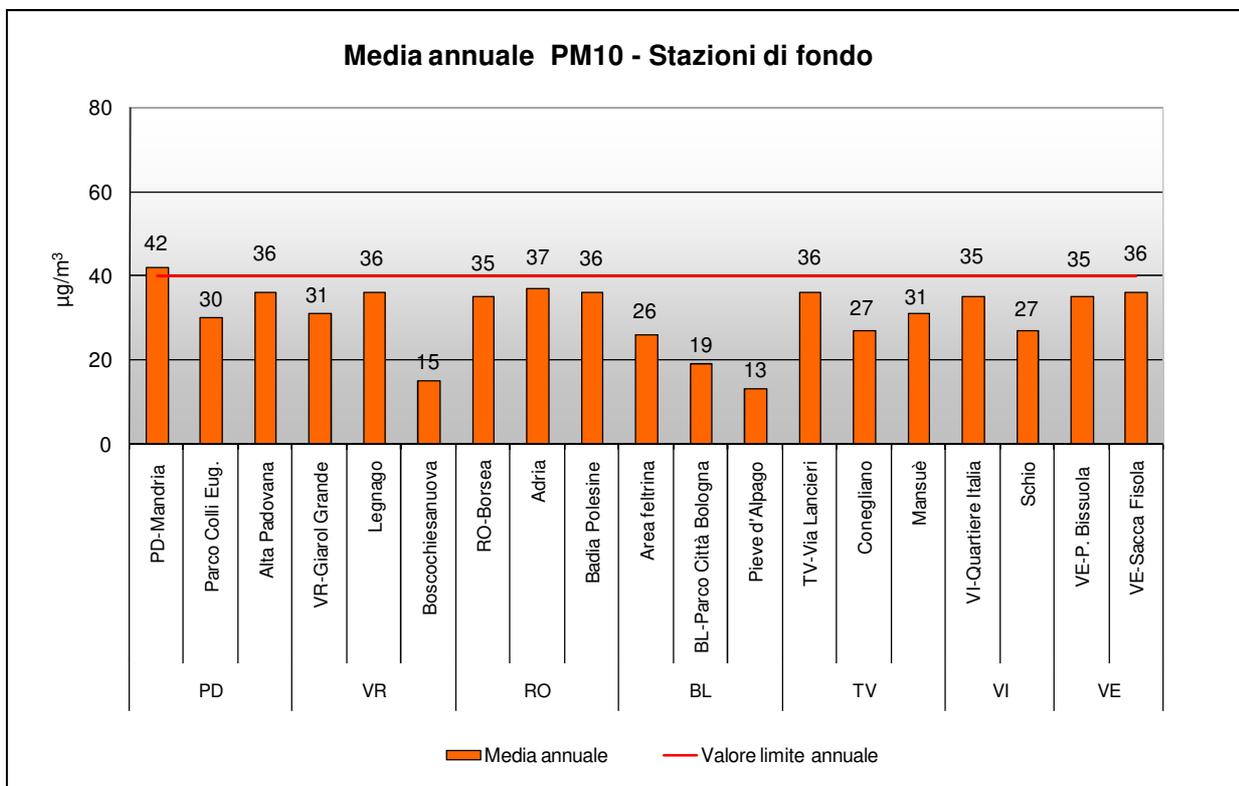
Per quanto riguarda le stazioni di fondo, nel 2017, solo 3 stazioni su 19 hanno rispettato il valore limite giornaliero. Due sono ubicate in provincia di Belluno e una in provincia di Verona (Boscochiesanuova).

Invece per le stazioni di traffico e industriali (Figura 8), una sola centralina rispetta il valore limite giornaliero, BL-La Cerva (20 giorni di superamento), confermando la minore criticità dei livelli di PM10 in zona montana, anche nelle stazioni di traffico, rispetto alla pianura. Tutte le altre stazioni registrano un numero di superamenti tra i 73 giorni di VR-Borgo Milano e i 100 di VI-San Felice. Come per gli anni precedenti, nel 2017, questo indicatore della qualità dell'aria resta il più critico tra quelli normati.

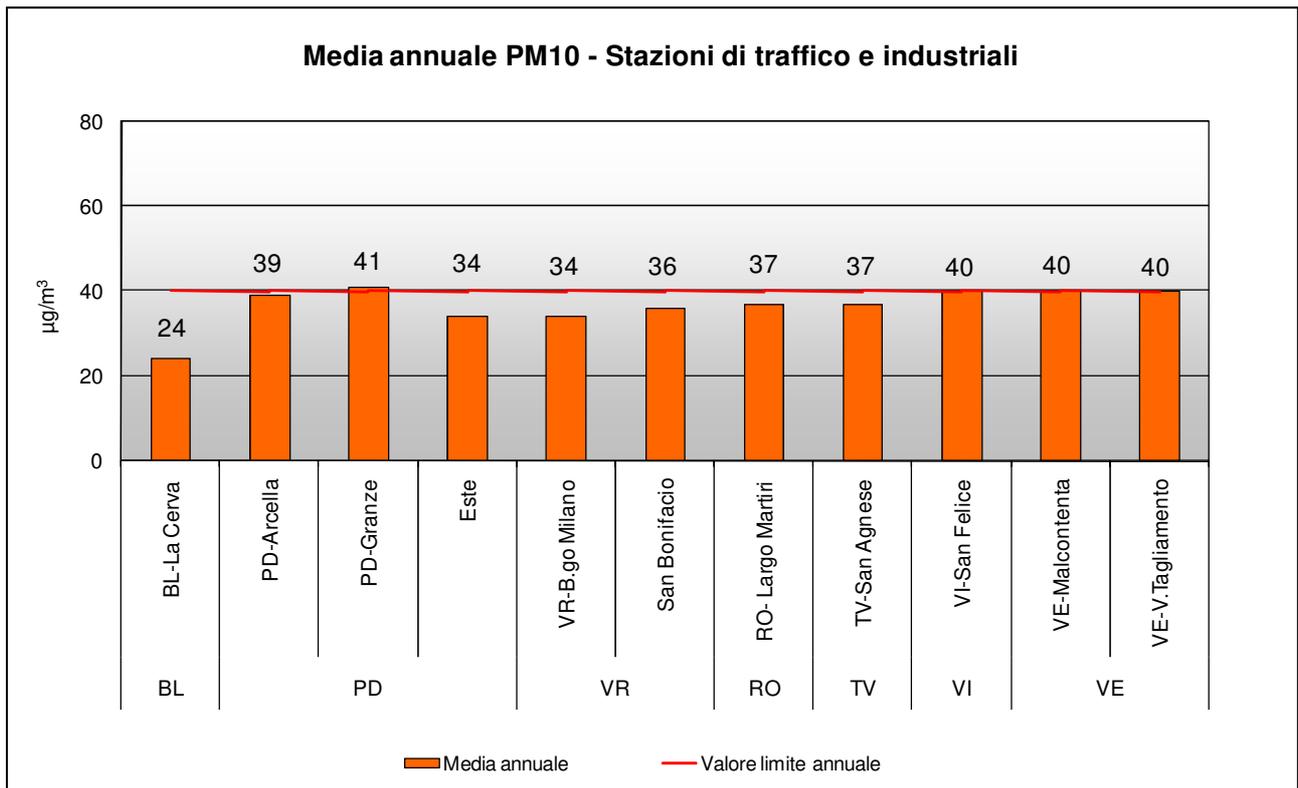
Nei grafici in Figura 9 e Figura 10 sono riportate le medie annuali registrate rispettivamente nelle stazioni di tipologia "fondo" e "traffico" o "industriale".



**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 2017, a differenza dell’anno precedente, il valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> è stato localmente superato sia nelle stazioni di fondo che in quelle di traffico e industriali della rete, in particolare in due centraline della provincia di Padova (PD-Mandria e PD-Granze). Da segnalare anche il raggiungimento del valore limite, senza superamento, a VI-San Felice, VE-Malcontenta e VE-Via Tagliamento.

In Tabella 3 è riportato il numero di campioni di PM10 effettuati nel 2017 presso ciascun sito di campionamento e il metodo utilizzato. Per le misure in siti fissi il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull’anno. Per comodità sono riportati anche i campioni raccolti presso le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione, la cui trattazione è rimandata al capitolo 8.

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

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	353	Automatico
PD	PD-Mandria	Padova	BU	361	Automatico
PD	PD-Granze	Padova	IU	355	Automatico
PD	PD_APS1	Padova	IU	362	Automatico
PD	PD_APS2	Padova	IU	359	Automatico
PD	Parco Colli Euganei	Cinto Euganeo	BR	357	Automatico
PD	Monselice	Monselice	BU	346	Automatico
PD	Este	Este	IS	356	Aut. / Grav.
PD	Alta Padovana	S.Giustina in C.	BR	344	Gravimetrico
VR	VR-Borgo Milano	Verona	TU	355	Automatico
VR	VR-Giarol Grande	Verona	BU	355	Automatico
VR	Legnago	Legnago	BU	359	Automatico
VR	San Bonifacio	San Bonifacio	TU	352	Automatico
VR	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	BR	352	Automatico
RO	RO-Largo Martiri	Rovigo	TU	359	Automatico
RO	RO-Borsea	Rovigo	BU	359	Gravimetrico
RO	Adria	Adria	BU	337	Automatico
RO	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	BR	365	Gravimetrico
RO	GNL Porto Levante	Porto Levante	IS	355	Automatico
BL	BL-Parco Città Bologna	Belluno	BU	356	Automatico
BL	BL-La Cerva	Belluno	TU	364	Gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	BS	363	Automatico
BL	Pieve d'Alpago	Pieve d'Alpago	BR	363	Automatico
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	BU	356	Automatico
TV	TV-S. Agnese	Treviso	TU	361	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	BU	358	Automatico
TV	Mansuè	Mansuè	BR	347	Automatico
VI	VI-San Felice	Vicenza	TU	364	Gravimetrico
VI	VI-Quartiere Italia	Vicenza	BU	360	Automatico
VI	VI-Ferrovieri	Vicenza	BU	342	Automatico
VI	Schio	Schio	BU	361	Automatico
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	BU	359	Automatico
VE	VE-Sacca Fisola	Venezia	BU	365	Automatico
VE	VE-Via Tagliamento	Venezia	TU	361	Automatico
VE	VE-Via Malcontenta	Venezia	IS	365	Gravimetrico
VE	VE-Via Beccaria	Venezia	TU	364	Automatico

## 5.2 Particolato PM2.5

Il particolato PM2.5 è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm. 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 2017.

E' evidenziato il valore limite (linea rossa).

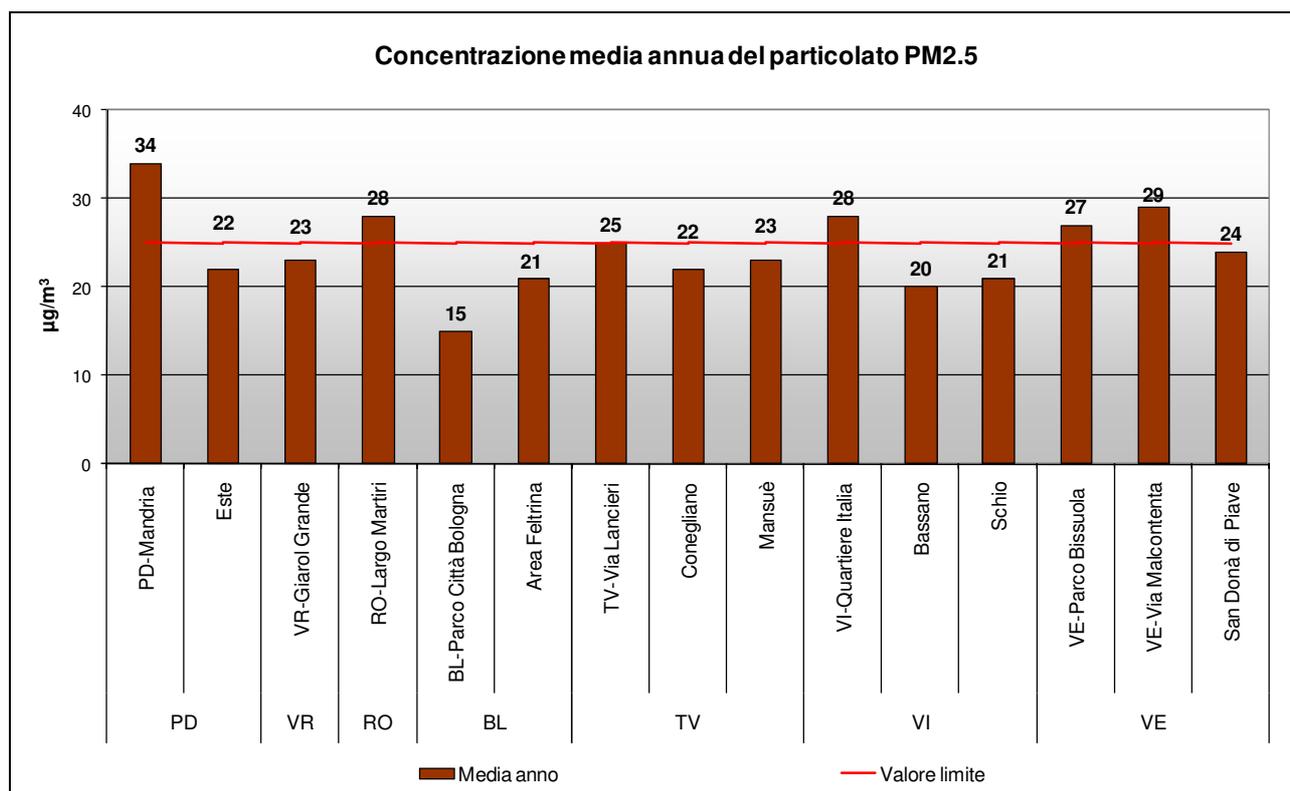


Figura 11. Particolato PM2.5. Verifica del rispetto del valore limite annuale per le stazioni di fondo, traffico e industriali.

Si può osservare che il valore limite ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), è stato superato in 5 stazioni della rete (PD-Mandria, RO-Largo Martiri, VI-Quartiere Italia, VE-Parco Bissuola e VE-Malcontenta), mentre nella maggior parte delle centraline tale limite è stato rispettato. Il valore medio annuale più elevato è stato registrato a PD-Mandria con  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

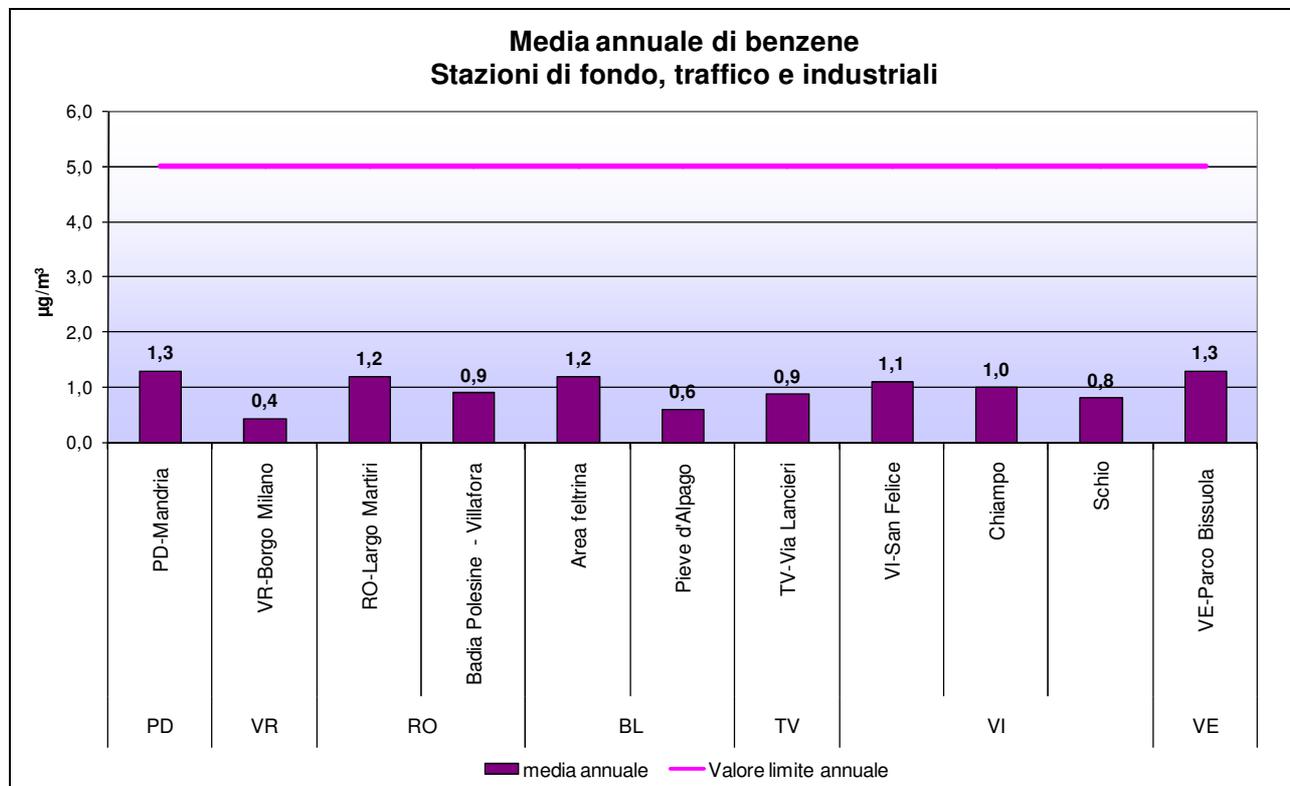
In Tabella 4 è riportato il numero di campioni di PM2.5 effettuati nel 2017 presso ciascun sito di campionamento e il metodo utilizzato. Per le misure in siti fissi il D.Lgs.155/2010 prevede una raccolta minima di dati pari al 90% sull'anno. Per comodità sono riportati anche i campioni raccolti presso le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione, la cui trattazione è rimandata al capitolo 8.

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

Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno	Metodo di analisi
PD	PD_Mandria	Padova	BU	346	Automatico
PD	Monselice	Monselice	BU	352	Automatico
PD	Este	Este	IS	351	Automatico
PD	PD_APS1	Padova	IU	361	Automatico
PD	PD_APS2	Padova	IU	361	Automatico
VR	VR_Giarol Grande	Verona	BU	331	Automatico
RO	RO_Largo Martiri	Rovigo	TU	364	Gravimetrico
RO	GNL Porto Levante	Porto Levante	IS	347	Automatico
BL	BL_Parco Città Bologna	Belluno	BU	359	Gravimetrico
BL	Area Feltrina	Feltre	BS	361	Gravimetrico
TV	TV_Via Lancieri	Treviso	BU	339	Automatico
TV	Conegliano	Conegliano	BU	352	Gravimetrico
TV	Mansuè	Mansuè	BR	326	Automatico
VI	VI_Quartiere Italia	Vicenza	BU	362	Gravimetrico
VI	VI-Ferrovieri	Vicenza	BU	339	Automatico
VI	Bassano	Bassano	BU	353	Automatico
VI	Schio	Schio	BU	357	Automatico
VE	VE_Parco Bissuola	Venezia	BU	361	Gravimetrico
VE	VE_Via Malcontenta	Venezia	IS	362	Gravimetrico
VE	San Donà di Piave	San Donà di Piave	BU	363	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 in siti fissi, una raccolta minima di dati pari al 35% sull'anno (circa 128 valori giornalieri per anno). Per le misure indicative, realizzate presso la stazione “Area Feltrina” la percentuale minima è pari al 14% dell'anno (almeno 51 giorni di campionamento l'anno).

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

Nome stazione		Tipologia Stazione	N. campioni anno 2017	Metodo di campionamento/analisi
PD	PD-Mandria	FU	118	campionamento attivo
VR	VR-Borgo Milano	TU	274	campionamento attivo
RO	RO-Largo Martiri	TU	8184*	BTEX
	Badia Polesine - Villafora	BR	141	campionamento attivo
BL	Area feltrina	FS	58	campionamento attivo
	Pieve d'Alpago	FR	142	campionamento attivo
TV	TV-Via Lancieri	FU	145	campionamento attivo
VI	VI-San Felice	TU	153	campionamento attivo
	Chiampo	IU	8625*	BTEX
	Schio	FU	156	campionamento attivo
VE	VE-Parco Bissuola	BU	8370*	BTEX

\* campioni orari per anno

## 5.4 Benzo(a)pirene

In Figura 13 si riportano le medie annuali di Benzo(a)pirene determinate sul PM10, registrate nelle diverse tipologie di stazioni. Si osservano superamenti del valore obiettivo di 1.0 ng/m<sup>3</sup> presso le stazioni di Area Feltrina (2.0 ng/m<sup>3</sup>), Alta Padovana (2.1 ng/m<sup>3</sup>), nelle stazioni di Padova (PD-Granze 1.4 ng/m<sup>3</sup>, PD-Mandria 1.5 ng/m<sup>3</sup>, PD-Arcella 1.4 ng/m<sup>3</sup>), a BL-città (1.3 ng/m<sup>3</sup>), a Badia Polesine (1.1 ng/m<sup>3</sup>), a TV-Via Lancieri (1.3 ng/m<sup>3</sup>), a VI-Quartiere Italia (1.1 ng/m<sup>3</sup>) e nelle stazioni di Venezia (VE-Parco Bissuola 1.2 ng/m<sup>3</sup>, VE-Malcontenta 1.5 ng/m<sup>3</sup>). Si conferma quindi 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).

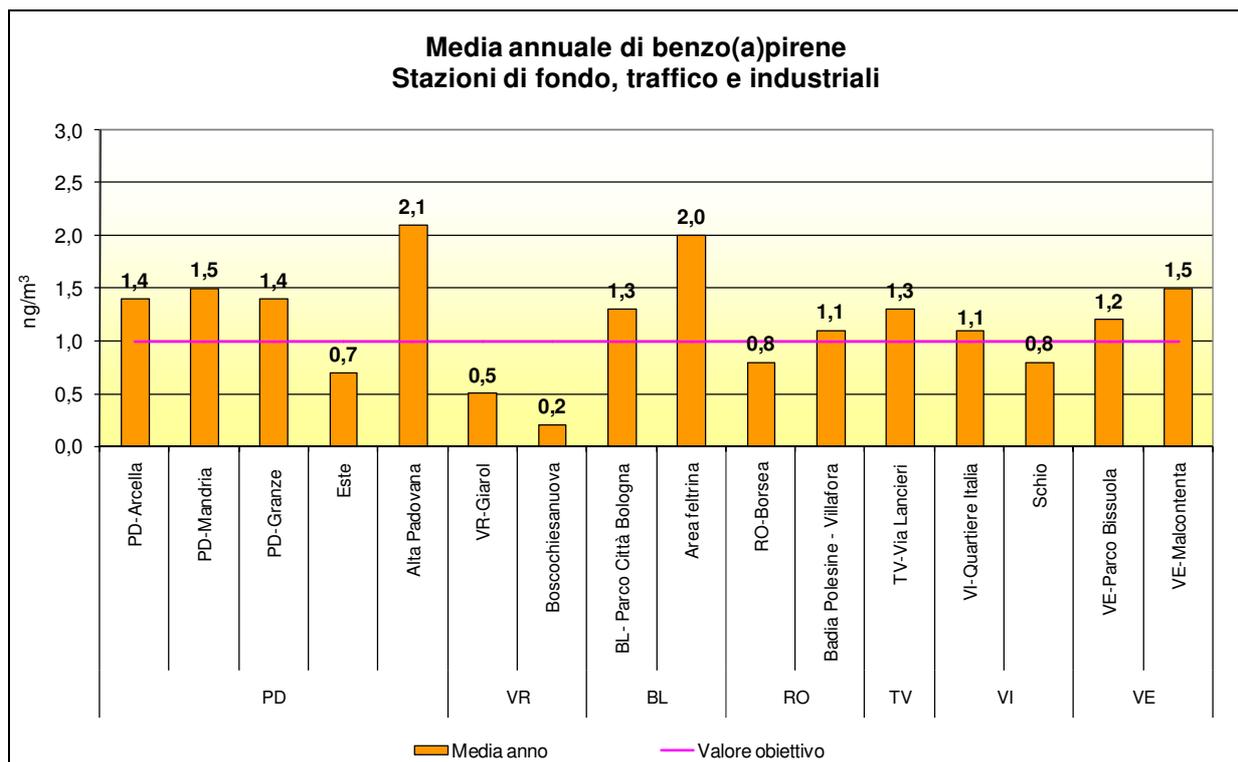


Figura 13. Benzo(a)pirene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

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

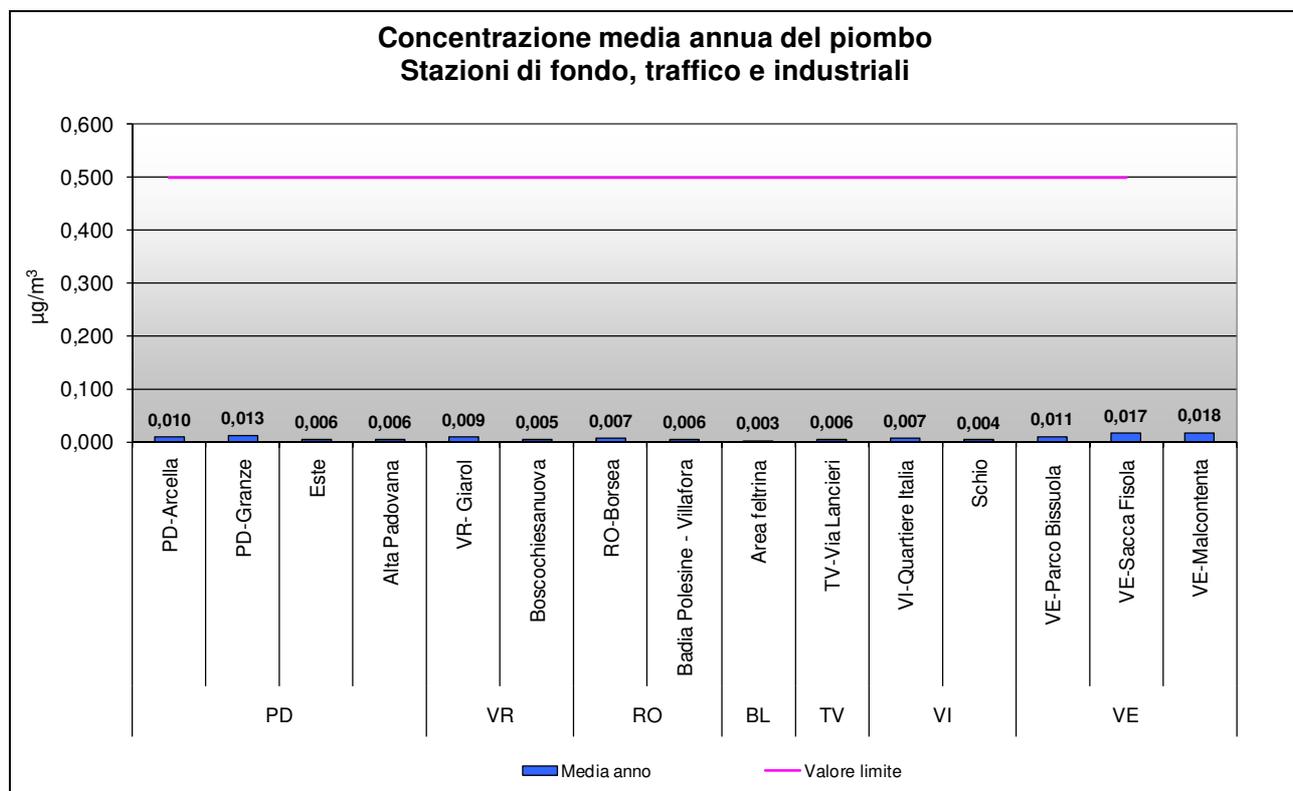
Provincia	Nome stazione	Comune	Tipologia stazione	N. campioni anno 2017	Metodo di analisi
PD	PD-Arcella	Padova	TU	131	HPLC
	PD-Mandria	Padova	BU	177	HPLC
	PD-Granze	Padova	IU	132	HPLC
	Este	Este	IS	134	HPLC
	Alta Padovana	S.Giustina in Colle	BR	141	HPLC
VR	VR-Giarol	Verona	BS	133	HPLC
	Boscochiesanuova	Boscochiesanuova	BR	132	HPLC
BL	BL- Parco Città Bologna	Belluno	BU	134	HPLC
	Area feltrina	Feltre	BS	133	HPLC
RO	RO-Borsea	Rovigo	BU	133	HPLC
	Badia Polesine - Villafora	Badia Polesine	BR	133	HPLC
TV	TV-Via Lancieri	Treviso	BU	210	HPLC
VI	VI-Quartiere Italia	Vicenza	BU	132	HPLC
	Schio	Vicenza	TU	135	HPLC
VE	VE-Parco Bissuola	Venezia	BU	133	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 2017. 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.



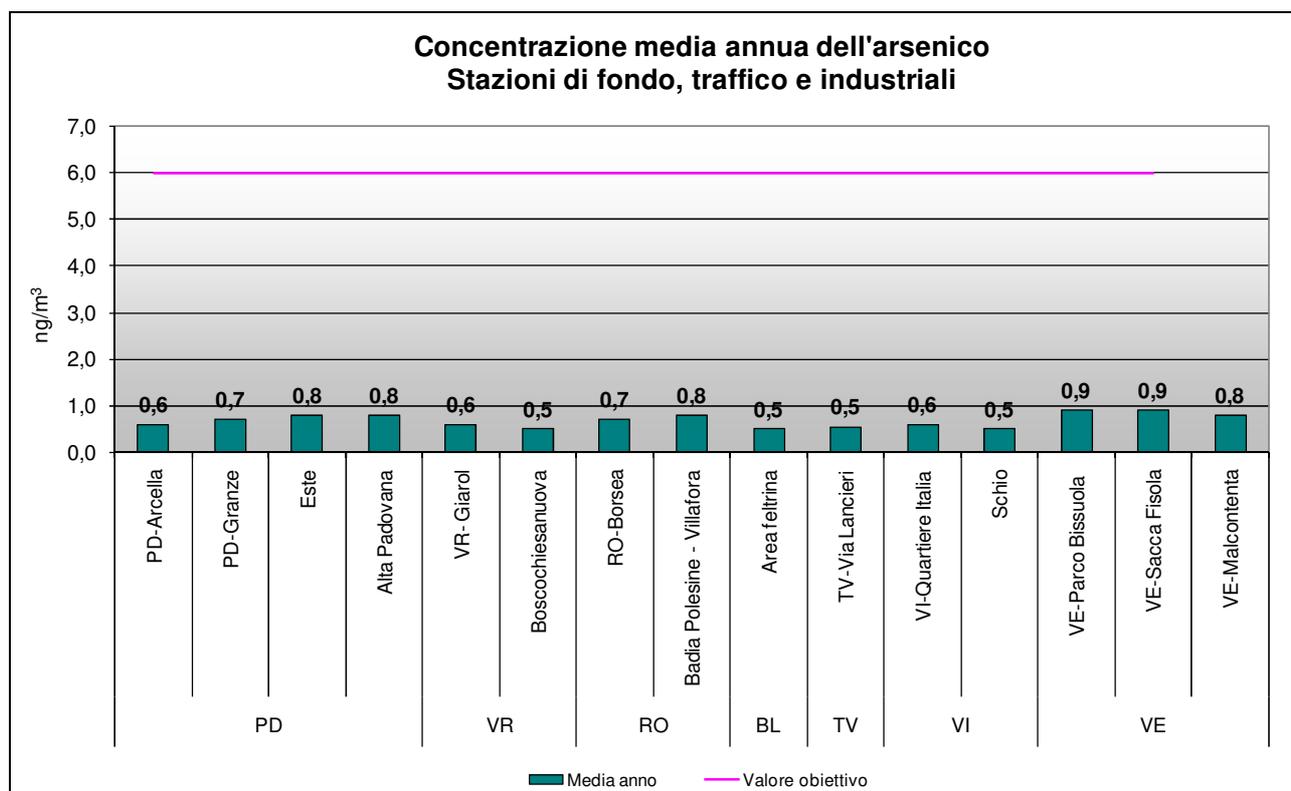
**Figura 14.** Piombo. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia "fondo", "traffico" e "industriale".

## 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  $1.0 \text{ ng/m}^3$ .

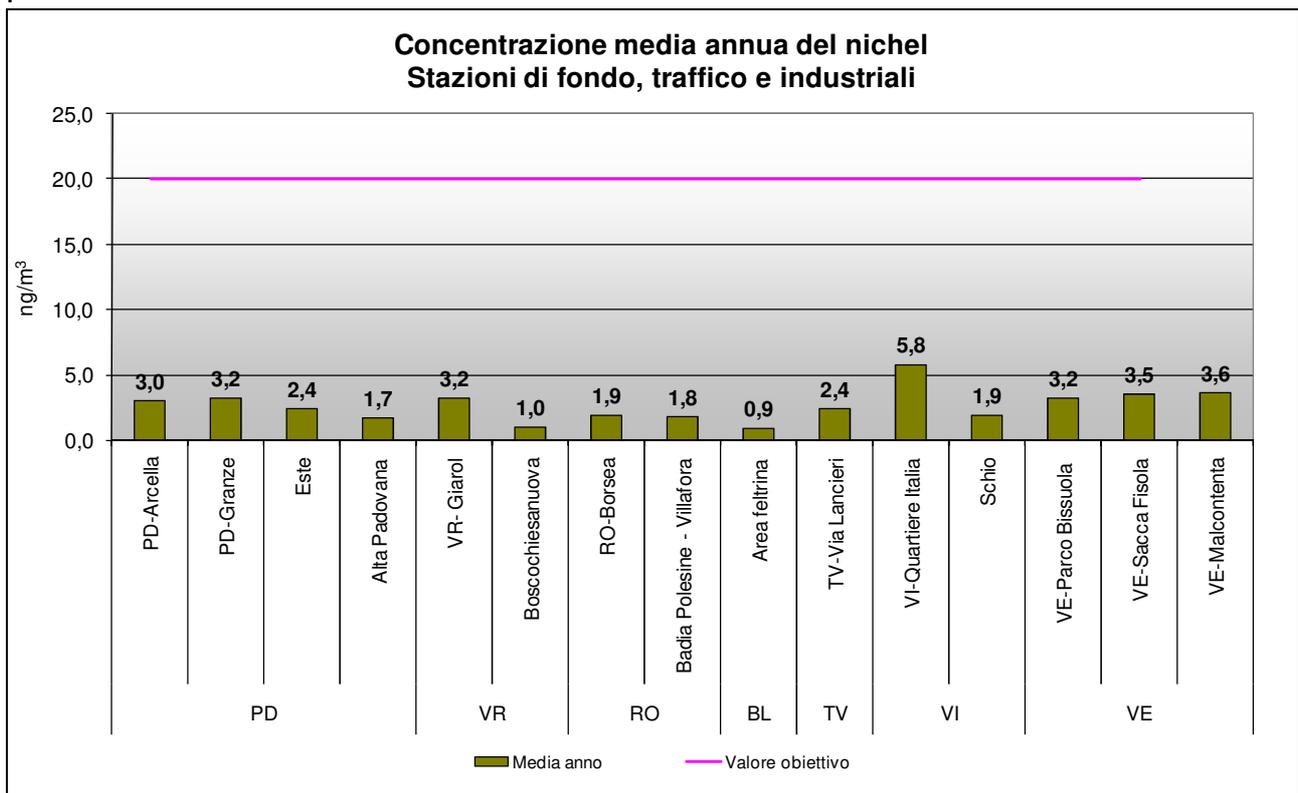
I monitoraggi effettuati per l'arsenico (Figura 15) mostrano che il valore obiettivo di  $6.0 \text{ ng/m}^3$ , calcolato come media annuale, è rispettato in tutti i punti di campionamento considerati, con livelli di Arsenico sempre inferiori a  $1 \text{ ng/m}^3$ .



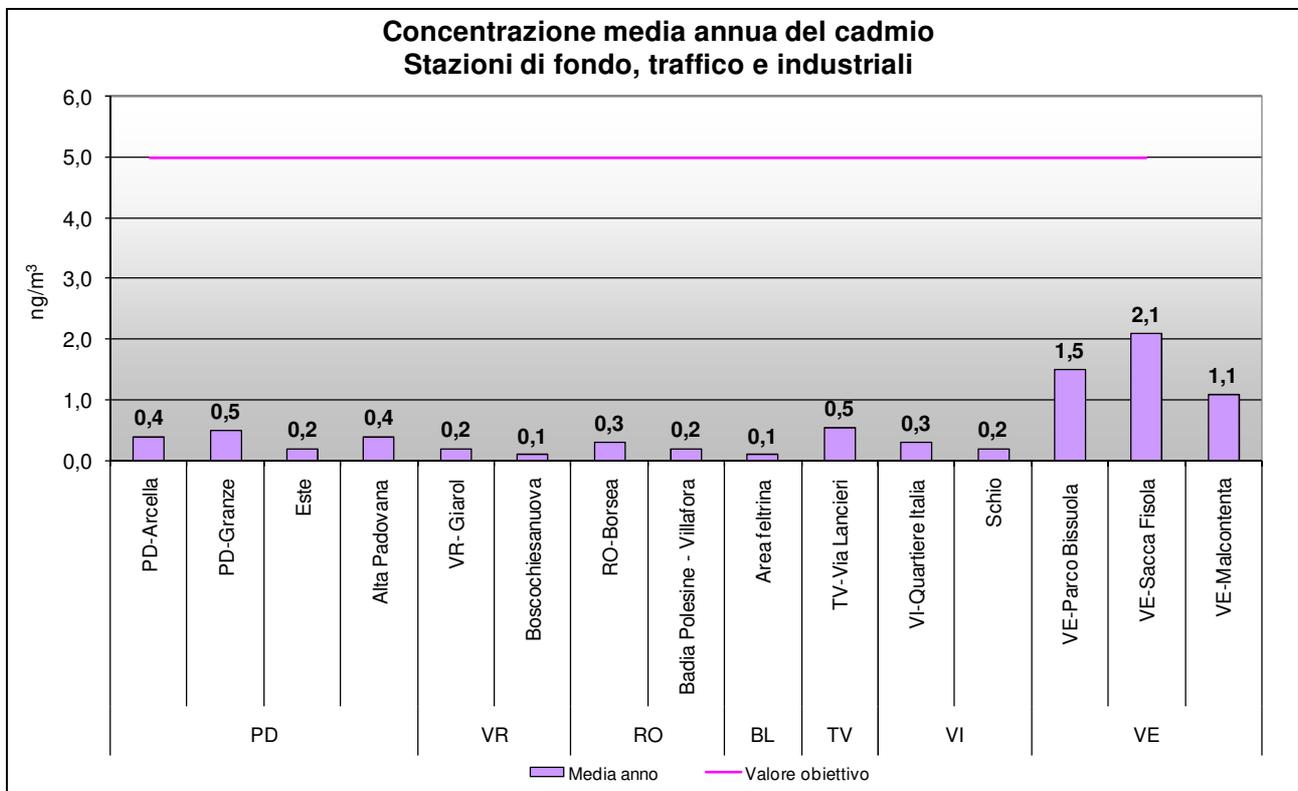
**Figura 15.** Arsenico. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” e “industriale”.

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 VI-Quartiere Italia ( $5.8 \text{ ng/m}^3$ ).

Nella Figura 17 sono rappresentate le medie annuali per il cadmio. Il valore obiettivo di  $5.0 \text{ ng/m}^3$  è sempre rispettato. I valori medi più elevati si sono registrati nelle stazioni del veneziano, con il massimo a VE-Sacca Fisola ( $2.1 \text{ ng/m}^3$ ).



**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 2013-2017

In questo paragrafo viene presentato l'andamento degli inquinanti nel quinquennio 2013-2017. 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.

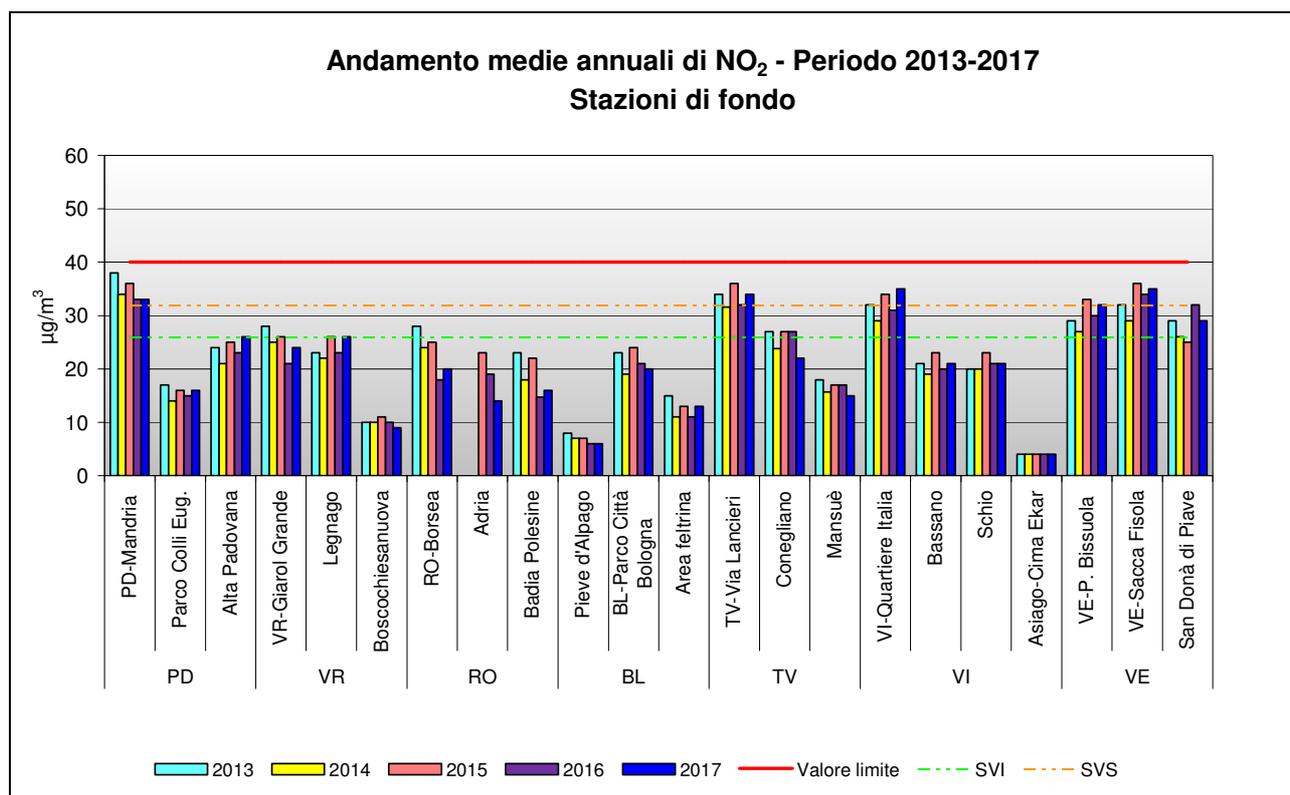
Si precisa che per gli ossidi di azoto e il particolato PM10 è stato predisposto un grafico delle medie annue su scala regionale per le stazioni di fondo e traffico, utilizzando i dati aggregati delle centraline appartenenti al programma di valutazione.

### 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 2013-2017, 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 2017 sono, per 12 stazioni su 22, in aumento rispetto al 2016, mentre per 6 stazioni su 22 sono in diminuzione e per 4 sono rimaste stabili rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda le soglie di valutazione, 15 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 3 al di sopra della soglia di valutazione superiore. Si precisa che per la stazione di VR-Giarol sono stati utilizzati i dati VR-Cason per gli anni 2013-2015.

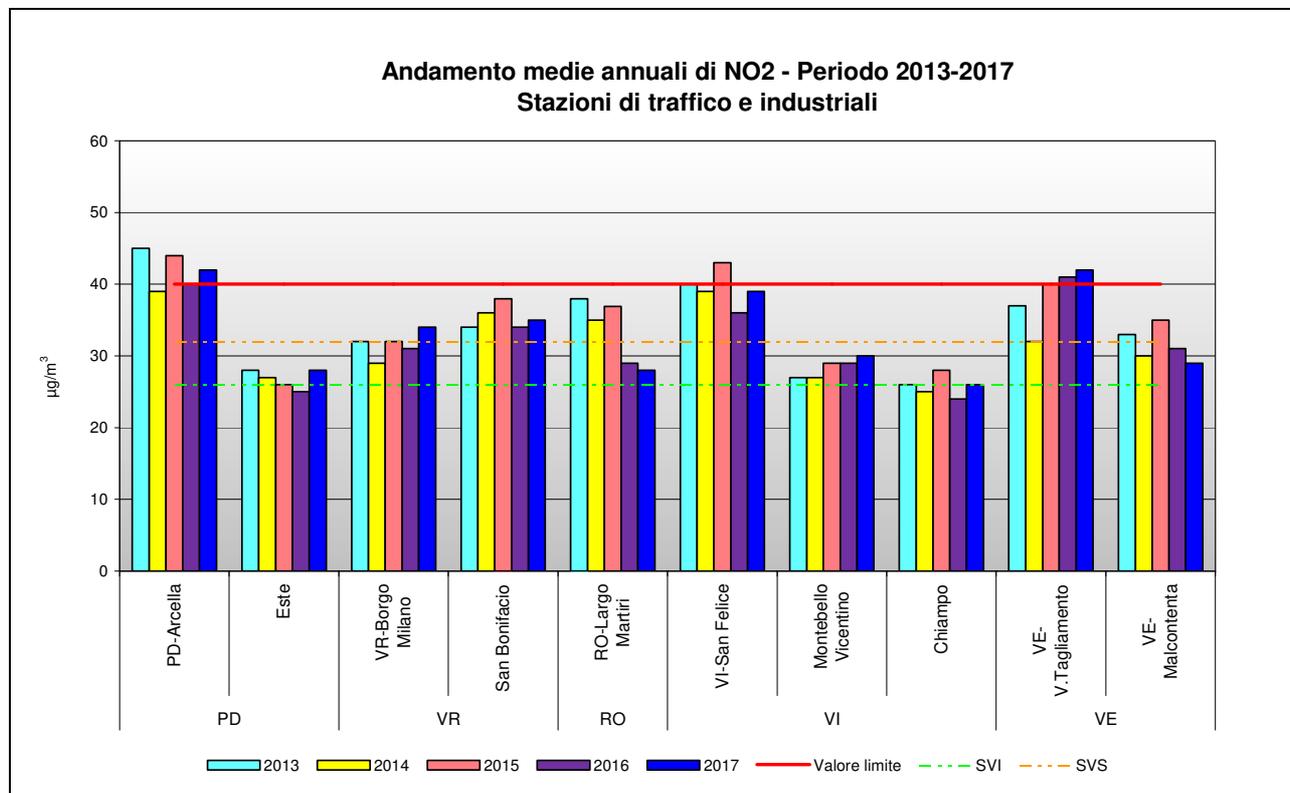


**Figura 18.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con il anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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

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

La variazione delle concentrazioni medie annuali per il biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali (Figura 19) mette in evidenza diverse situazioni di superamento del valore limite, come per PD-Arcella, VI-San Felice, VE-Via Tagliamento. Le stazioni di traffico complessivamente mostrano livelli significativamente superiori rispetto alle stazioni di fondo, con 5 stazioni su 10 sopra la soglia di valutazione superiore. La stazione di BL-La Cerva non è inserita in quanto sono disponibili solo i dati relativi al 2017.



**Figura 19.** Medie annuali di biossido di azoto nelle stazioni di traffico e industriali, durante il periodo 2012-2016.

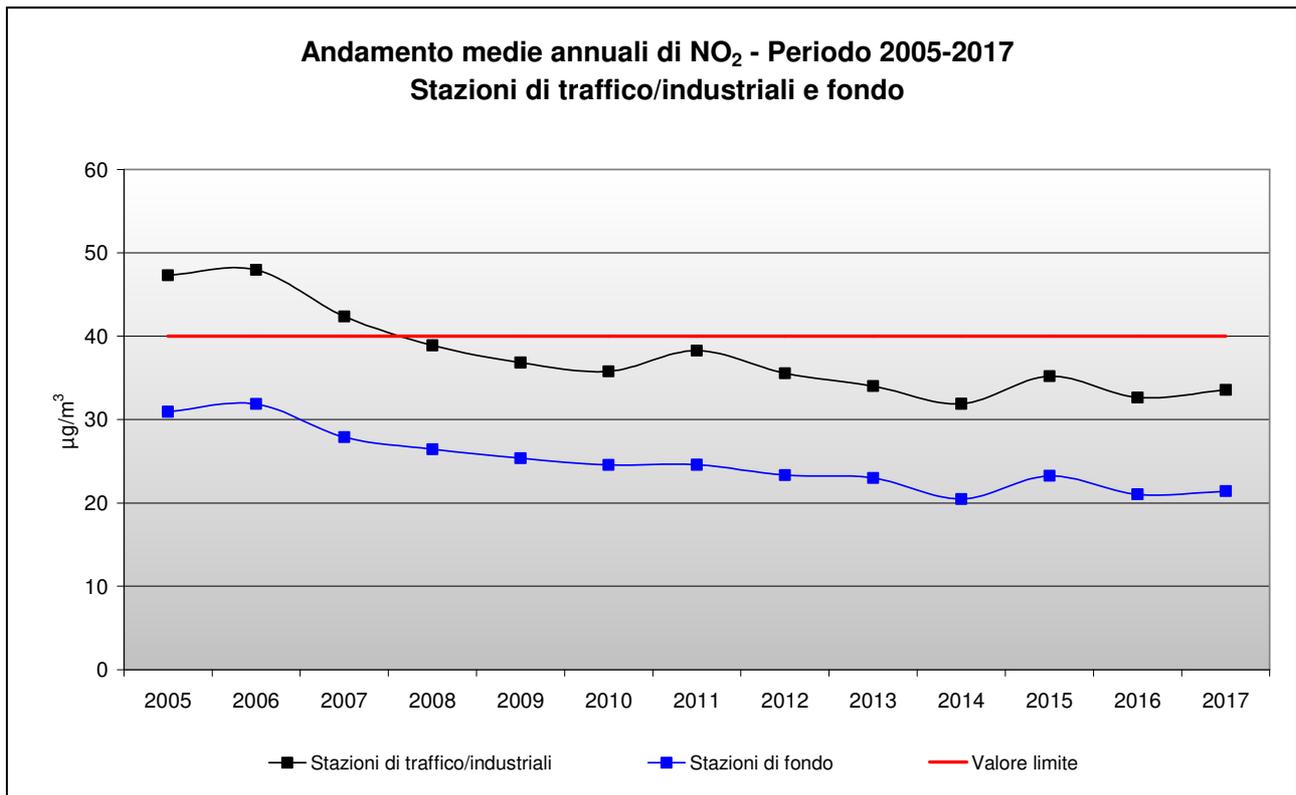
Occorre sottolineare che i valori registrati in tutte le centraline di traffico nel 2017 rispetto a quelli del 2016, con l'eccezione di VE-Malcontenta e RO-Largo Martiri, sono in aumento, confermando la tendenza registrata anche nella maggior parte delle stazioni di fondo.

Il grafico in Figura 20 mostra gli andamenti regionali nel periodo 2005-2017, 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 2017 sono in larga parte da attribuire alle condizioni meteorologiche più o meno dispersive dell'anno preso in considerazione.

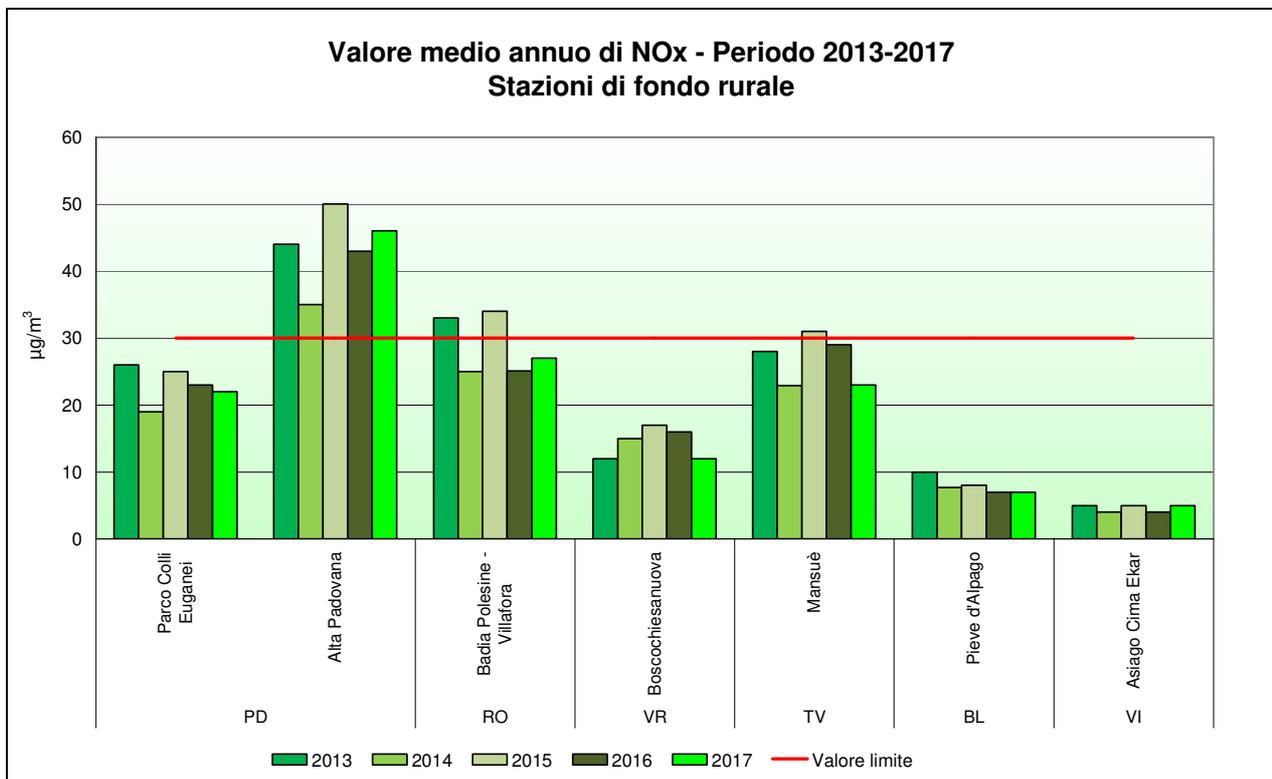
Gli ossidi di azoto NO<sub>x</sub>, prodotti dalle reazioni di combustione principalmente da sorgenti industriali, da traffico e da riscaldamento, costituiscono un parametro da tenere sotto stretto controllo per la tutela della salute umana, soprattutto in corrispondenza alle stazioni di traffico.

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 2005-2017, calcolate a livello regionale.

Per la protezione della vegetazione sono state prese in considerazione le stazioni di fondo rurale, aventi almeno tre anni di dati disponibili. Il grafico evidenzia come questo parametro risulti nei limiti di legge nel 2017 in 6 delle 7 stazioni considerate. Presso la stazione di Alta Padovana (S. Giustina in Colle) permangono valori molto elevati di NOx.



**Figura 21.** Medie annuali di NOx nel quinquennio 2013-2017 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 2017 si sono verificati alcuni superamenti della soglia di allarme presso le stazioni di: Asiago cima-Ekar (2) e di TV-Via Lancieri (1). Presso la stazione di TV-Via Lancieri il superamento della soglia di allarme si è verificato il 2 agosto (valore massimo orario  $256 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alle ore 16) mentre ad Asiago-cima Ekar il superamento della soglia di allarme si è verificato il 22 giugno (valore massimo orario  $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alle ore 18).

La soglia di informazione per la protezione della salute umana ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Nel grafico in Figura 22 sono posti a confronto i superamenti della soglia di informazione registrati nell'ultimo quinquennio nelle stazioni della rete aventi almeno tre anni di dati, escluse quelle di traffico. Nel Veneto Centrale e Occidentale sono stati registrati, nel 2017, diversi superamenti della soglia di informazione, in particolare presso le stazioni di: Schio (85), Asiago cima-Ekar (155), Boscochiesanuova (74). 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 2017 è stata paragonabile alla stagione 2015 quando erano stati rilevati 206 episodi di superamento della soglia di informazione per un totale di 622 ore. Rispetto al 2016, che contava solo 35 episodi e 101 ore totali di superamento, il 2017 è stato sicuramente peggiore, ma si deve sottolineare l'atipicità del 2016, che ha fatto registrare per motivi meteorologici le concentrazioni di ozono più basse degli ultimi 10 anni.

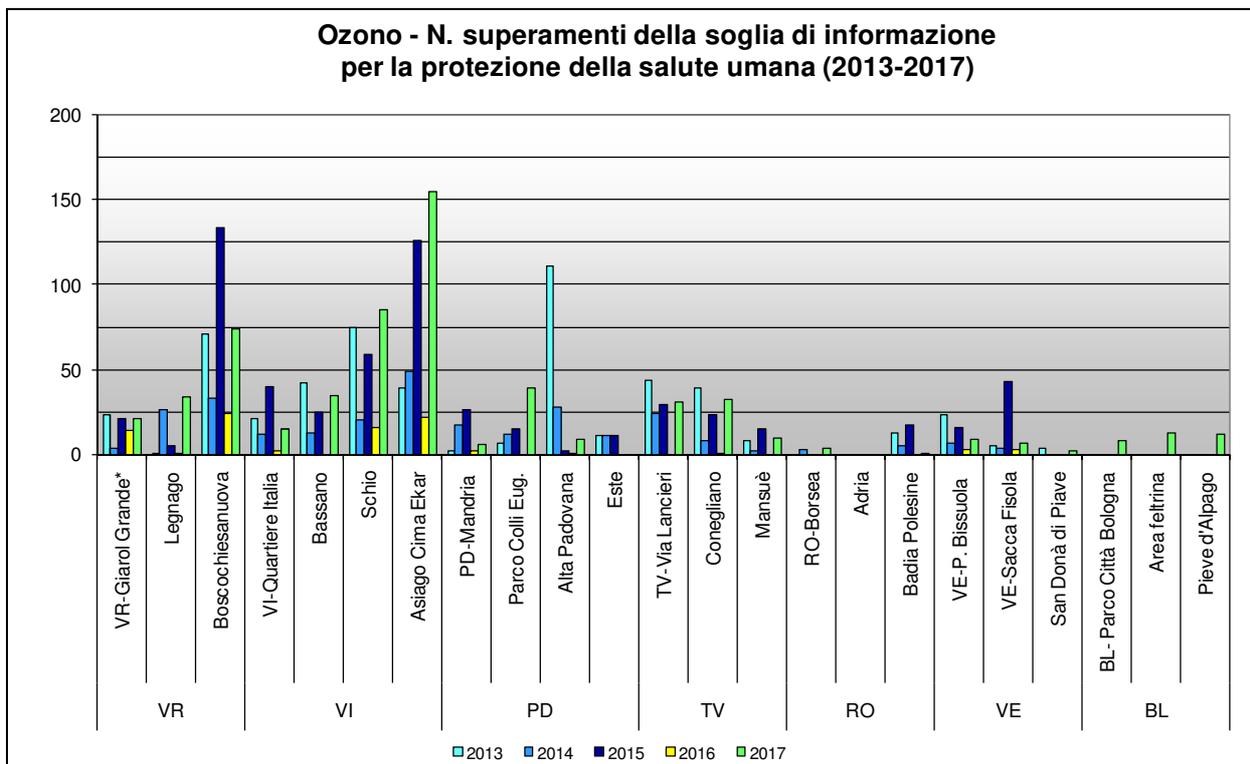
Il valore obiettivo viene calcolato rispetto alla soglia dei  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni.

Nel grafico in Figura 23 si riportano le medie su tre anni dei giorni di superamento del valore obiettivo per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di fondo (triennio 2015-2017), per un confronto con il valore obiettivo (media nel triennio inferiore a 25 superamenti). Il valore obiettivo non è stato rispettato in nessuna delle stazioni della rete. Tale dato indica che, in generale, le concentrazioni medie di fondo dell'ozono su scala regionale sono più elevate rispetto agli standard imposti dalla Comunità Europea.

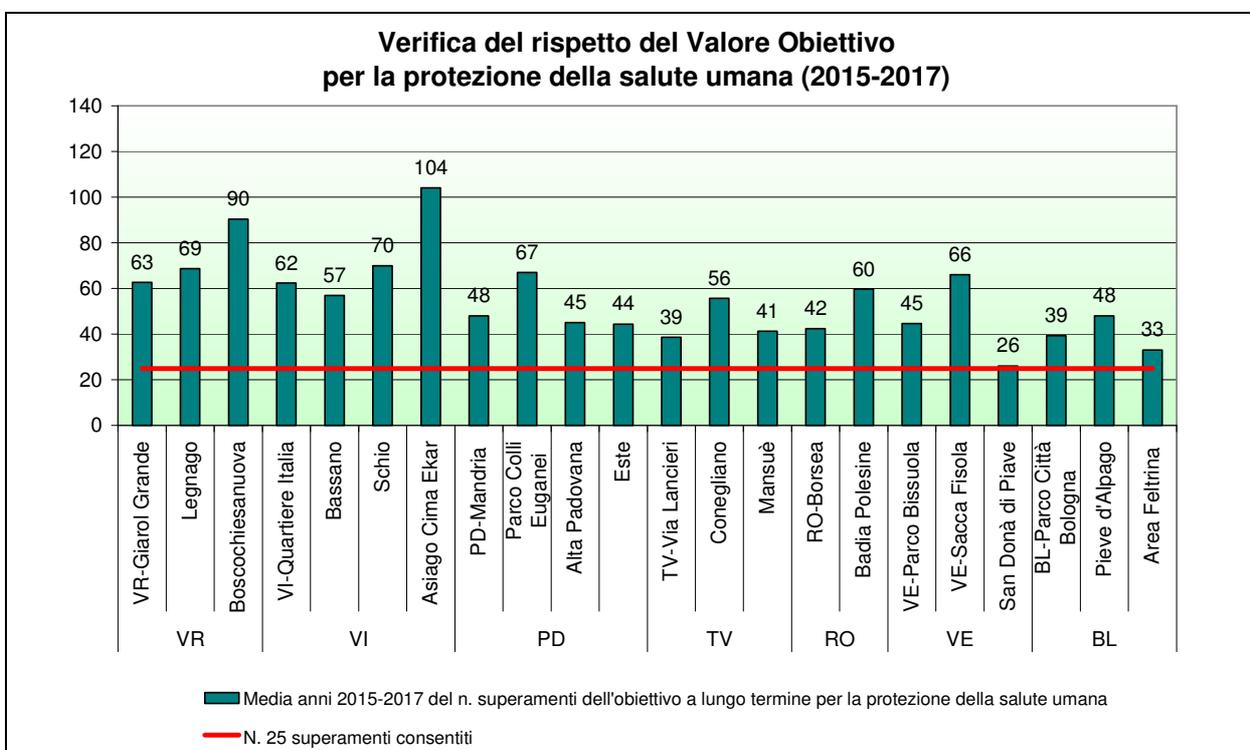
Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione ( $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) è calcolato solo per le stazioni di tipologia "fondo rurale". La verifica del rispetto del valore obiettivo è effettuata sulla base

<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".

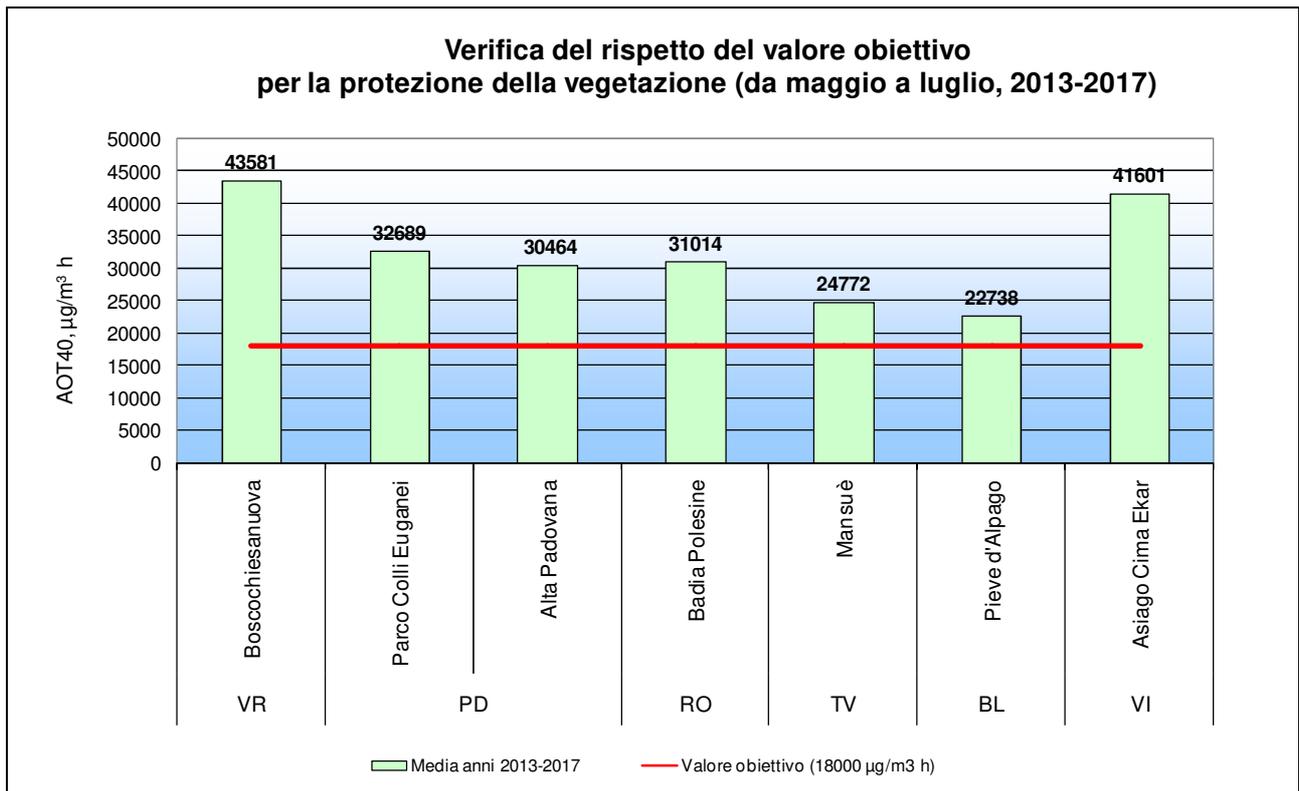
della media dei valori calcolati nei cinque anni precedenti. Nella Figura 24 si riporta dunque la valutazione del valore obiettivo calcolato sul quinquennio 2013-2017. Si osserva che il valore obiettivo non è rispettato in nessuna delle stazioni considerate.



**Figura 22** Ozono. Confronto del numero di superamenti della soglia di informazione per la protezione della salute umana registrati nel quinquennio 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con il anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.



**Figura 23.** Verifica del rispetto del valore obiettivo per la protezione della salute umana per il triennio 2015-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.



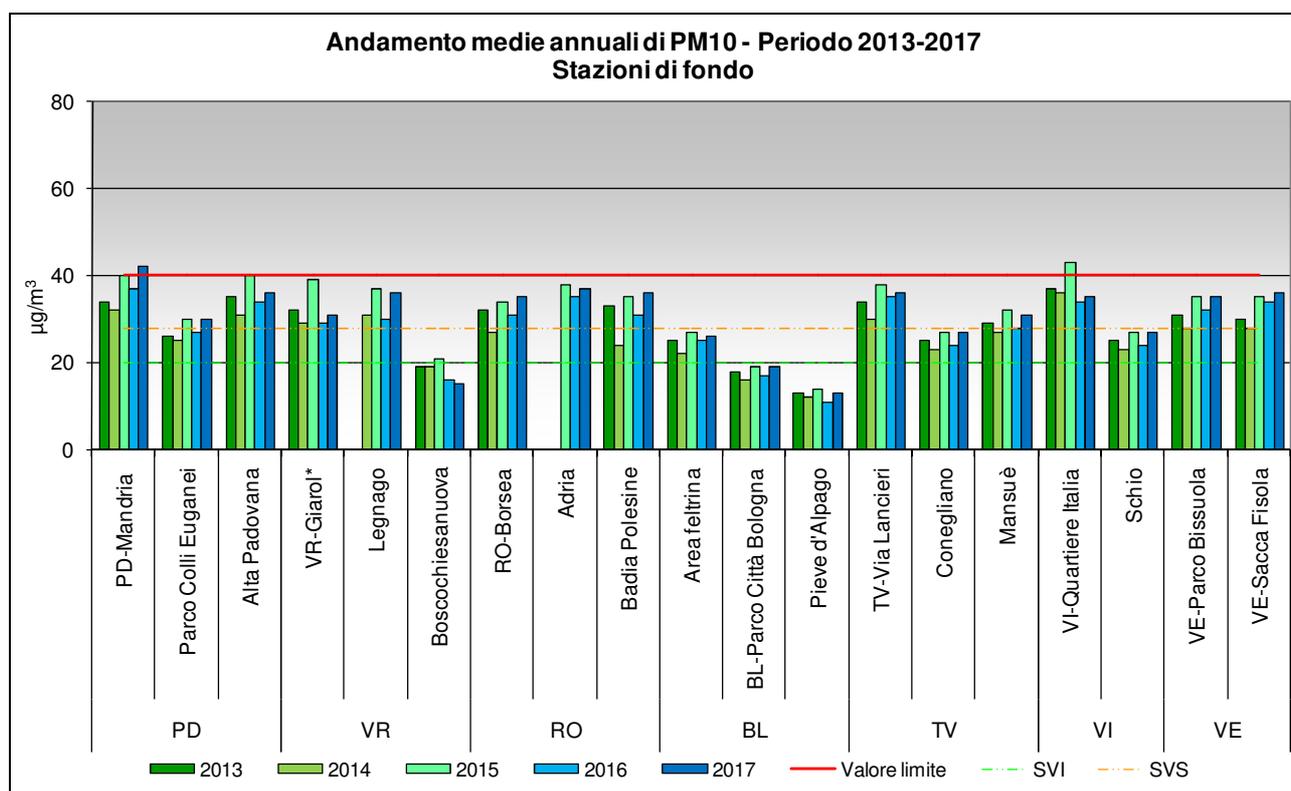
**Figura 24.** Valore obiettivo per la protezione della vegetazione calcolato per le stazioni di tipologia “fondo rurale” nel quinquennio 2013-2017.

### 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 2013-2017 per le stazioni di fondo distinte da quelle di traffico, aventi almeno tre anni di dati.

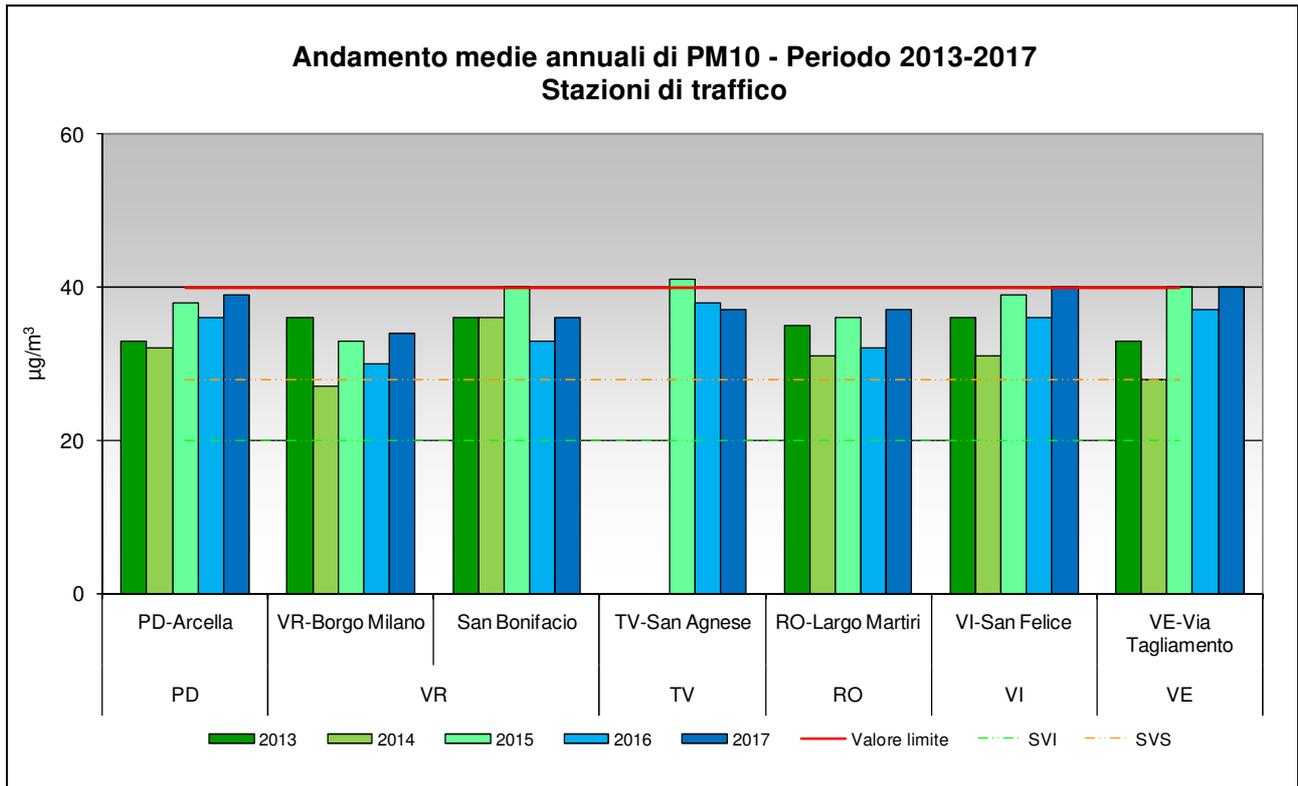
Per quanto riguarda le stazioni di fondo (Figura 25), si può osservare che le concentrazioni, nel 2017, sono state tendenzialmente più alte rispetto all'anno precedente.

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



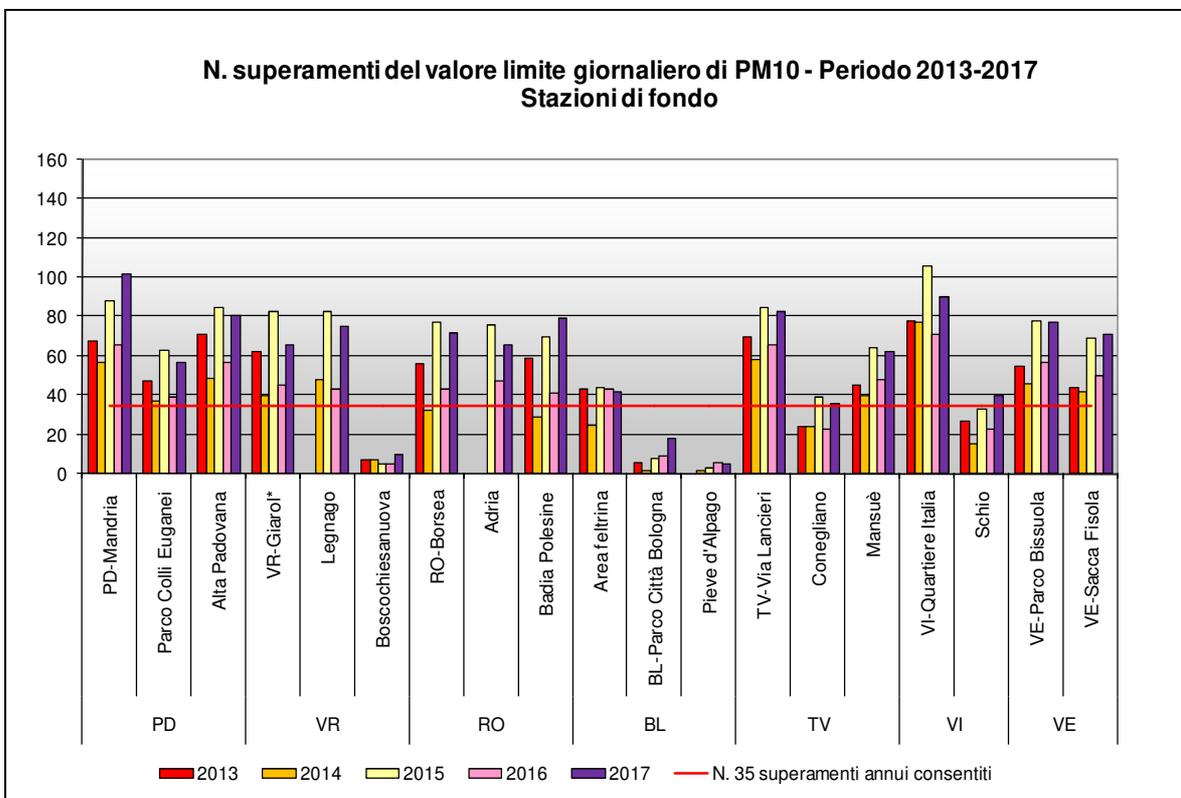
**Figura 25.** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con il anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 un incremento della concentrazione del PM10 rispetto al 2016. Dall'analisi delle serie annuali si evidenzia che, per quanto riguarda il valore limite annuale del PM10, il 2017 ha registrato concentrazioni medie generalmente in linea con il 2015 e più alte del 2016.



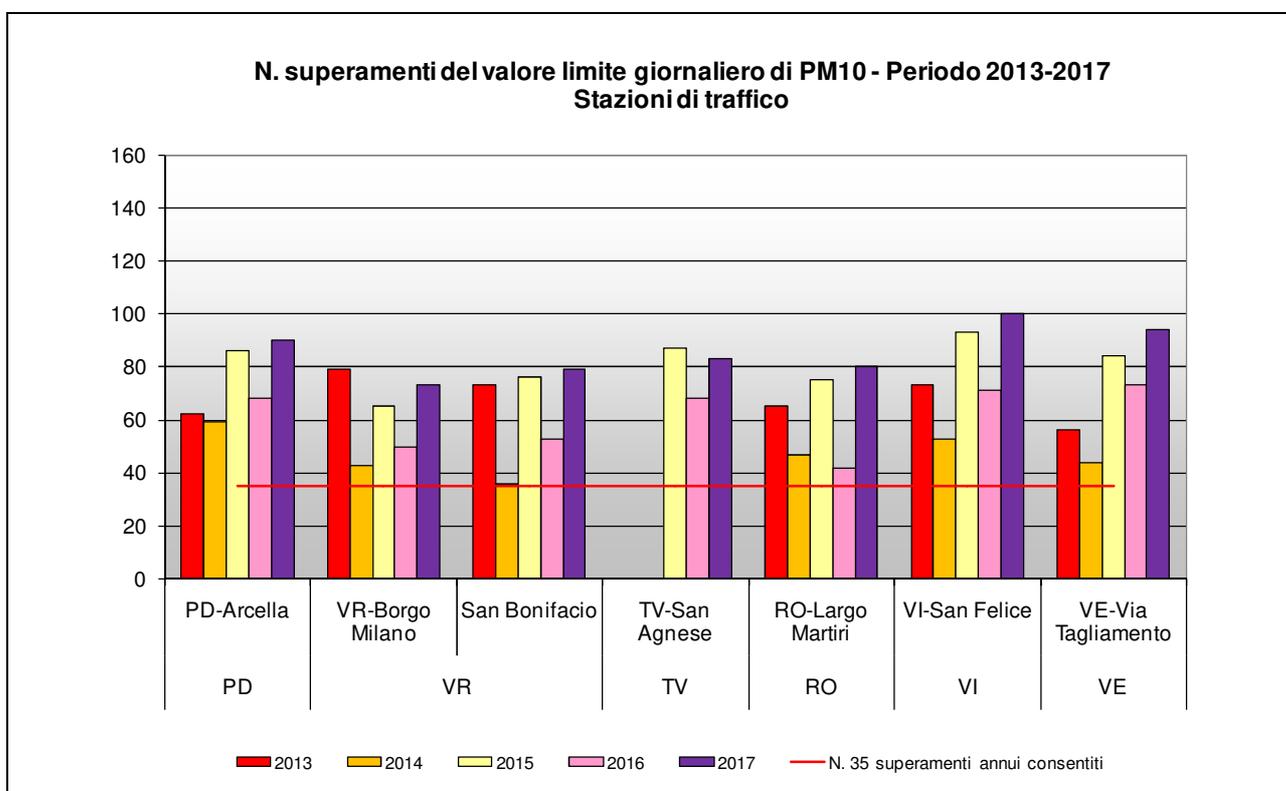
**Figura 26.** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2013-2017.

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 27.** Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di fondo, durante il periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

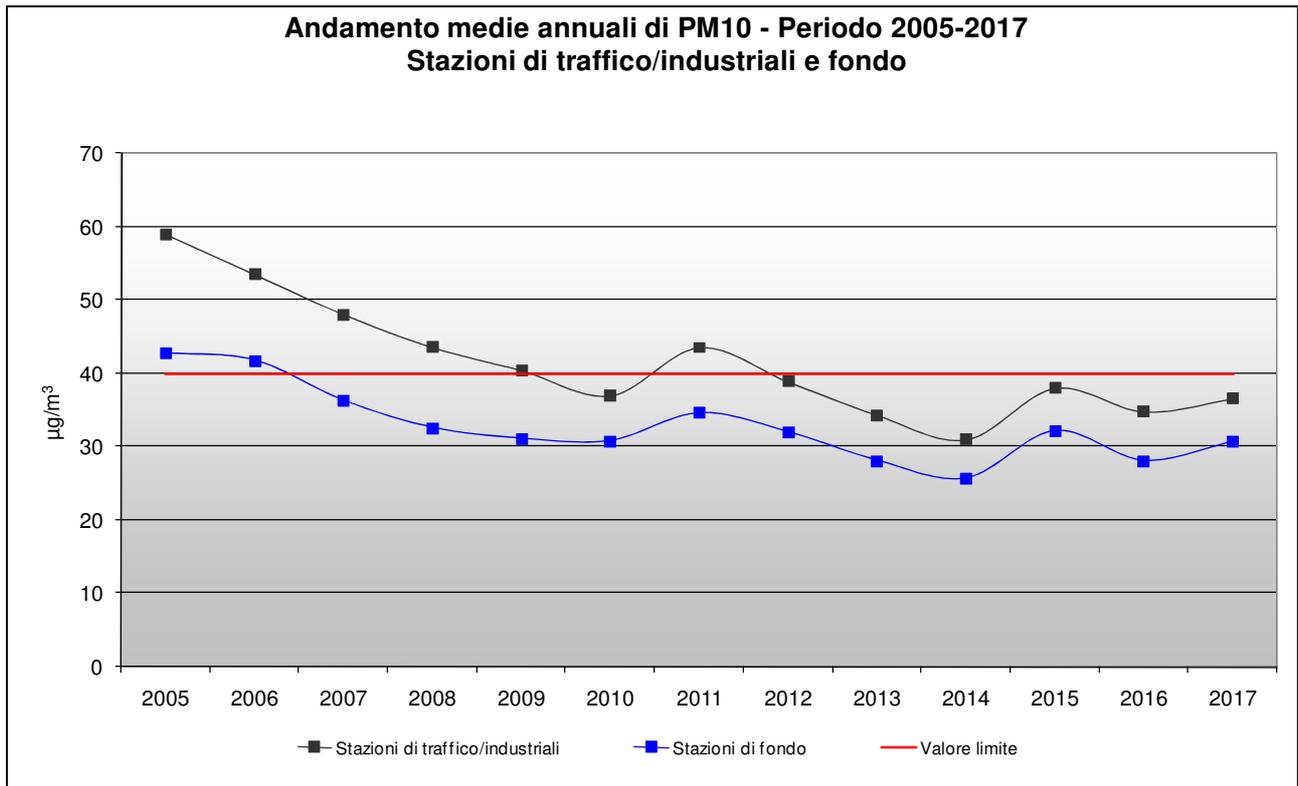
Si osserva che solo le stazioni di Boscohiesanuova, BL-Città e Pieve d'Alpago hanno rispettato i 35 superamenti annuali consentiti durante tutto il quinquennio. In generale, per le stazioni di fondo, si registra, nel 2017, un significativo aumento del numero dei superamenti rispetto all'anno precedente.



**Figura 28.** Numero di superamenti annuali del valore limite giornaliero di PM10 nelle stazioni di traffico, durante il periodo 2013-2017.

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. Inoltre, a differenza delle stazioni di fondo, non vi è alcuna centralina che si attesti al di sotto dei superamenti annui consentiti, anzi si può osservare che complessivamente per le stazioni di traffico vi è una situazione ancora lontana dagli standard definiti dalla normativa europea.

Infine il grafico in Figura 29 mostra i valori medi annuali regionali nel periodo 2005-2017 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 2017 si registra un incremento della concentrazione media regionale sia nelle stazioni di traffico che in quelle di fondo rispetto al 2016. Ciò è da attribuire in larga misura alla particolarità del 2017, caratterizzato da lunghi periodi di stabilità atmosferica registrati, nel semestre invernale, in particolare a Gennaio, Ottobre e Novembre, con ristagno delle masse d'aria e accumulo degli inquinanti.

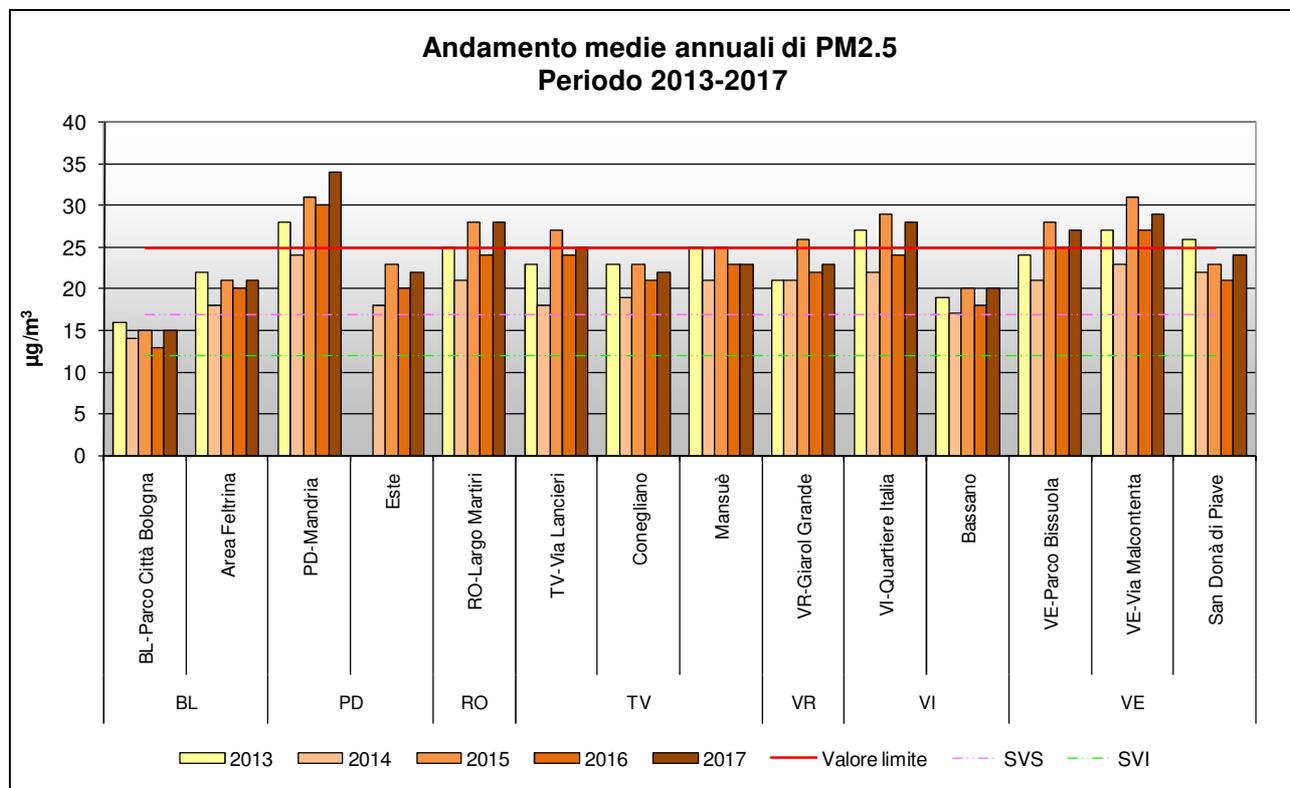


**Figura 29** Medie annuali di PM10 nelle stazioni di tipologia traffico/industriale e di fondo, durante il periodo 2005-2017, calcolate a livello regionale.

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

## 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 2013 e il 2017.



**Figura 30.** Medie annuali di PM2.5 durante il periodo 2013-2017. Per la centralina di VR-Giarol il confronto con gli anni precedenti 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-Città, (la soglia si intende superata se lo è almeno per 3 anni su 5). Le stazioni che non fanno registrare superamenti dei 25 µg/m<sup>3</sup>, in tutto il periodo considerato, sono BL-Città, Area Feltrina, Este, Bassano, Mansuè e Conegliano. Nel 2017 si osserva un generale aumento delle concentrazioni di PM2.5 rispetto al 2016. Si può affermare che il particolato PM2.5 mostra ancora criticità in Veneto, soprattutto negli agglomerati urbani. Per tale motivo il monitoraggio di questo inquinante è stato potenziato al fine di ottenere un'informazione più omogenea dei livelli di PM2.5 sul territorio regionale.

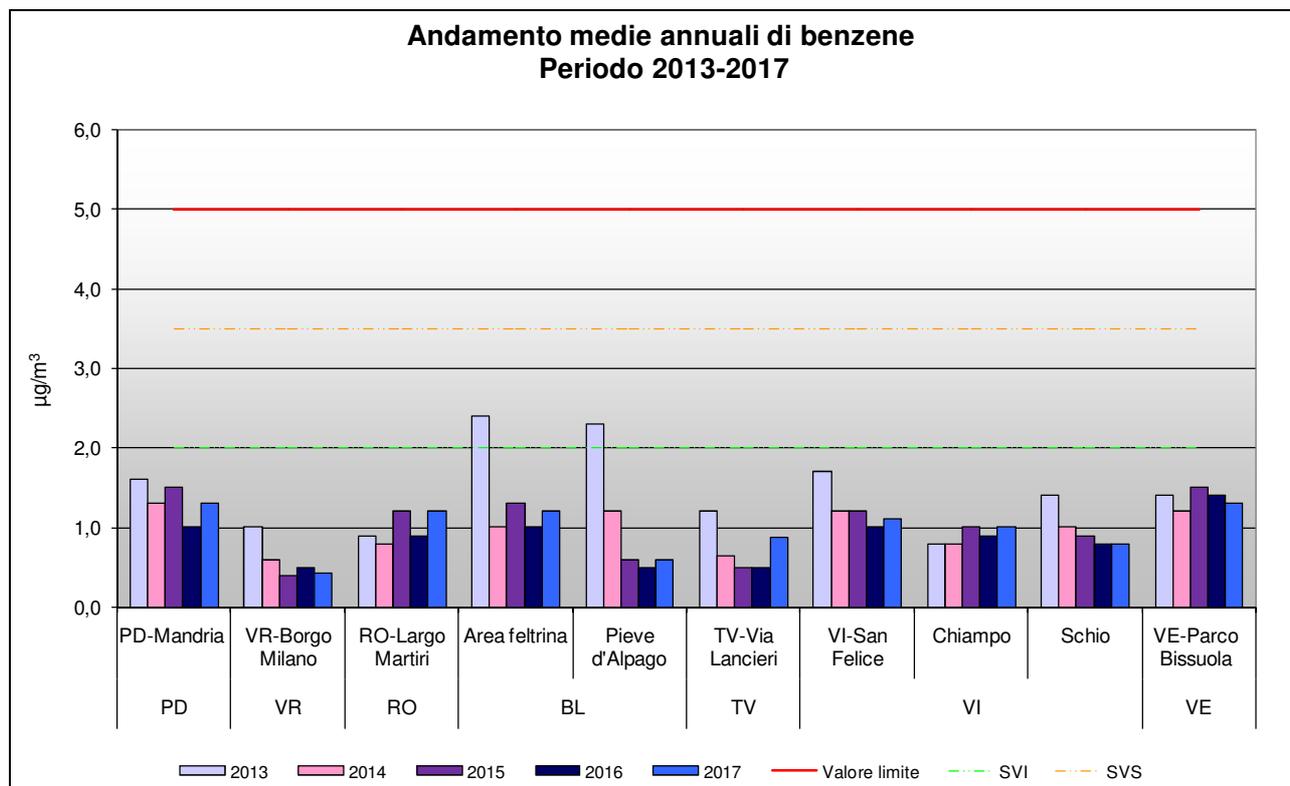
## 7.5 Analisi delle variazioni annuali per i parametri benzene, benzo(a)pirene, piombo ed elementi in tracce

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.

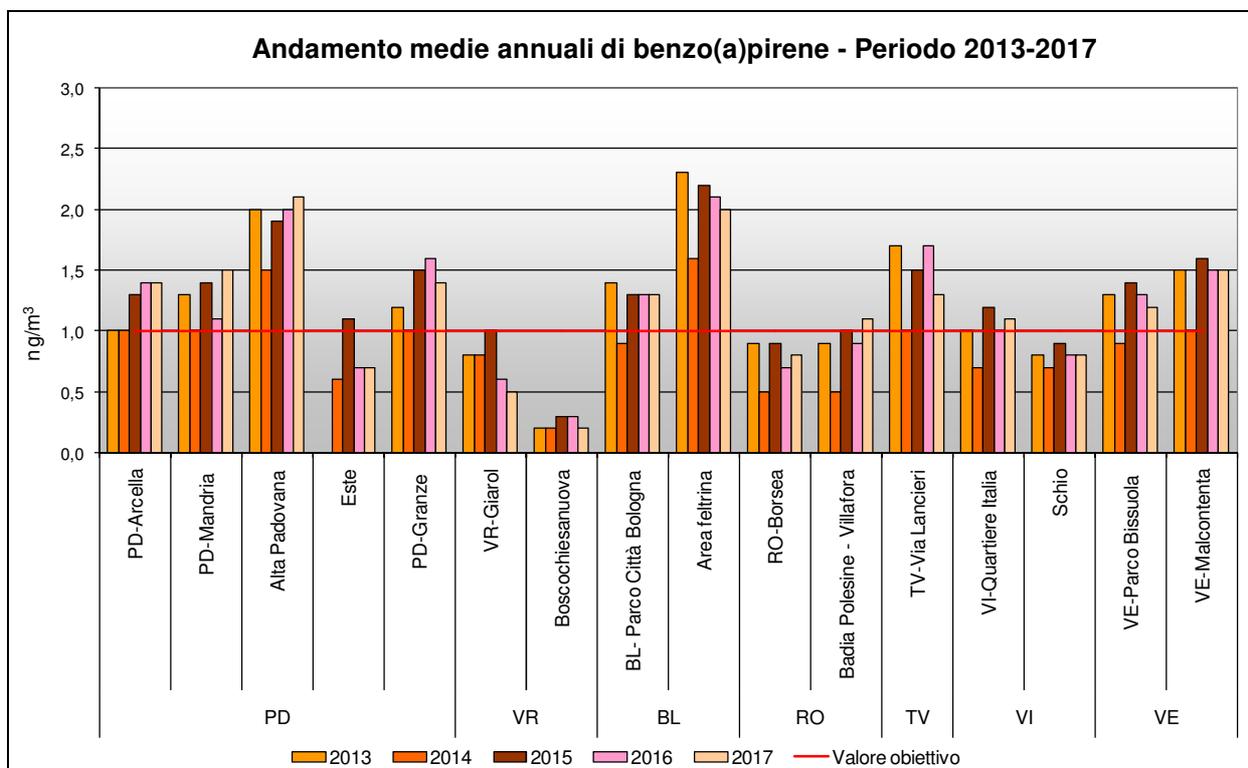
Esaminando i dati per il benzene, la Figura 31 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2013 al 2017.

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 marcate criticità per la Regione Veneto.



**Figura 31.** Confronto tra le medie annuali di benzene nel quinquennio 2013-2017.

Per quanto riguarda il benzo(a)pirene, la Figura 32 mostra l'andamento della concentrazione media annuale dal 2013 al 2017. Si precisa che sono state confrontate le stazioni ove il dato di questo inquinante è presente per almeno quattro anni.

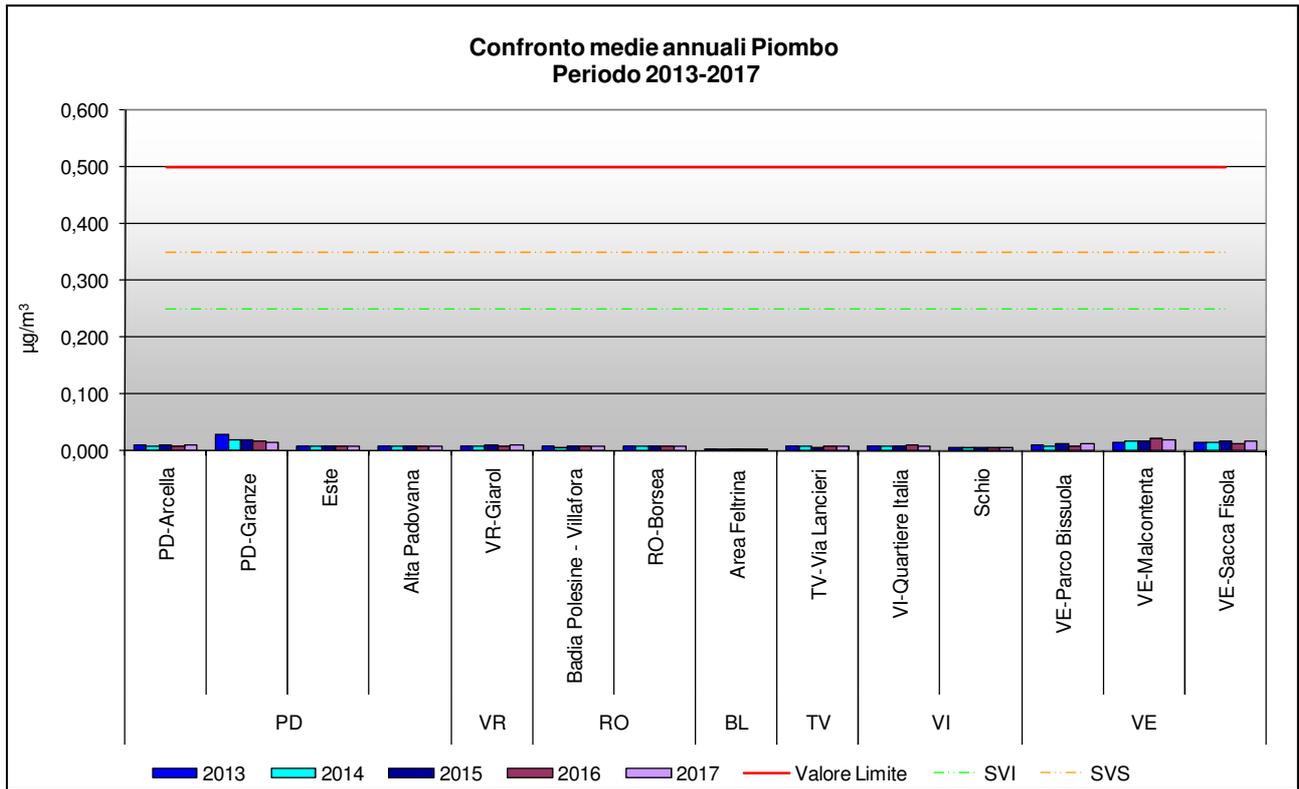


**Figura 32.** Confronto tra le medie annuali di benzo(a)pirene nel quinquennio 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

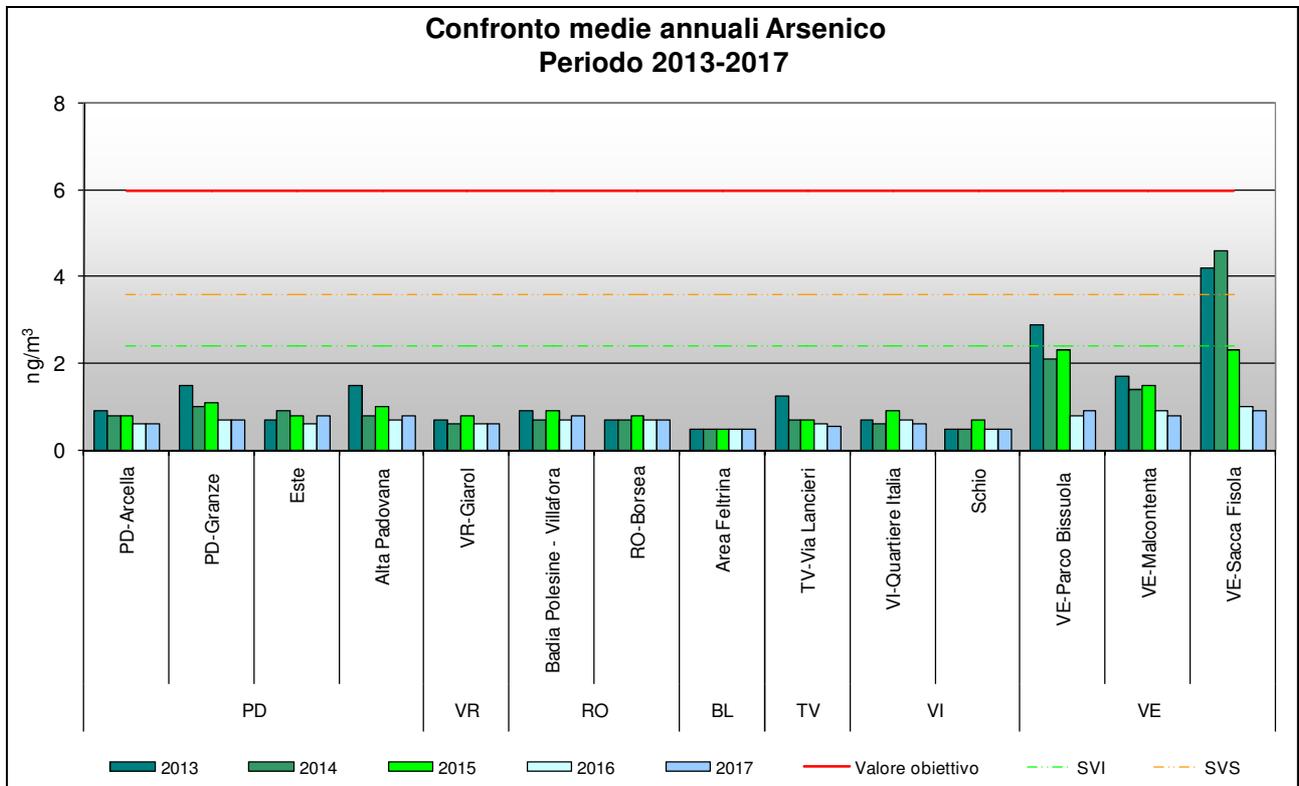
Si può osservare che, negli anni considerati, il valore obiettivo per il benzo(a)pirene non è mai stato superato a Boscochiasanuova, VR-Giarol, RO-Borsea e Schio, mentre nelle altre stazioni si registra per almeno un anno il superamento di tale valore obiettivo. In generale questo inquinante, identificato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

Nella Figura 33 si illustrano le variazioni della concentrazione media annuale di piombo, dal 2013 al 2017. 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 2013 e il 2017 per l'arsenico, per le stazioni con almeno 3 anni di dati. Inoltre viene evidenziato (linea rossa) il valore obiettivo fissato ( $6.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), unitamente alle soglie di valutazione superiore ( $3.6 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) e inferiore ( $2.4 \text{ ng}/\text{m}^3$ ).



**Figura 33.** Confronto tra le medie annuali di piombo nel periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

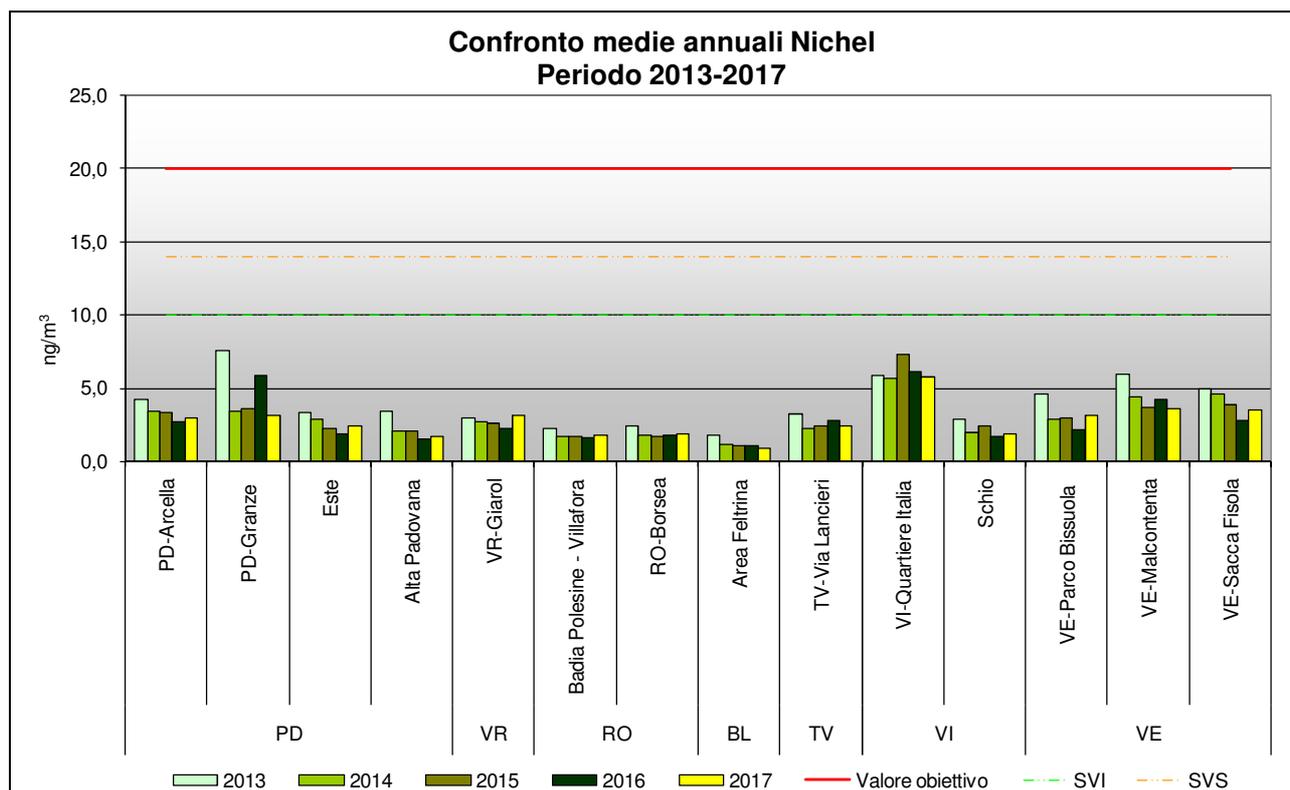


**Figura 34.** Confronto tra le medie annuali di arsenico nel periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

Si osserva che per l'arsenico le medie annuali nel quinquennio in tutte le stazioni sono al di sotto del valore obiettivo fissato dalla normativa. Nel 2017, la concentrazione è rimasta sostanzialmente invariata rispetto all'anno precedente in tutte le stazioni.

Da osservare che presso la stazione di VE-Sacca Fisola si sono registrate negli ultimi 2 anni concentrazioni di arsenico in linea con le altre centraline della regione, molto al di sotto del valore obiettivo, dopo il triennio 2013-2015 con livelli piuttosto elevati di questo inquinante.

In Figura 35 si illustra la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2013 ed il 2017 per il nichel, per le stazioni con almeno quattro anni di dati. Inoltre viene evidenziato il valore obiettivo (20.0 ng/m<sup>3</sup>), unitamente alle soglie di valutazione superiore (14.0 ng/m<sup>3</sup>) e inferiore (10.0 ng/m<sup>3</sup>).

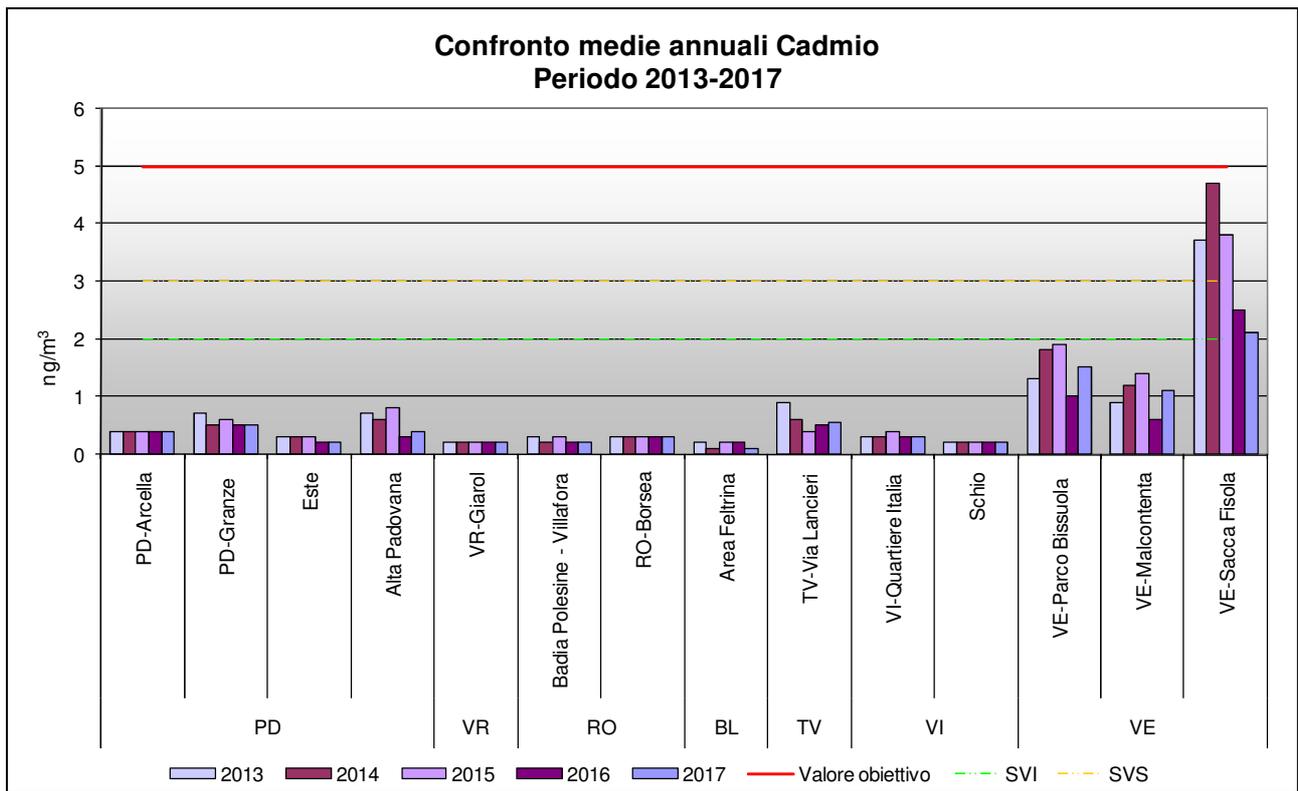


**Figura 35.** Confronto tra le medie annuali di nichel nel periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto tenendo conto dei dati della stazione di VR-Cason.

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 2017 sono pressoché stabili rispetto a quelli del 2016, al di fuori di PD-Granze, che ha fatto registrare una concentrazione più bassa del 2016, in linea con gli anni precedenti. E' opportuno sottolineare che tutte le stazioni del Veneto sono al di sotto della soglia di valutazione inferiore. Complessivamente si può affermare che il nichel non presenta criticità per la qualità dell'aria in Veneto.

In Figura 36 si illustra la variazione delle concentrazioni medie annue tra il 2013 e il 2017 per il cadmio. Viene evidenziato il valore obiettivo (5.0 ng/m<sup>3</sup>), unitamente alle soglie di valutazione superiore (3.0 ng/m<sup>3</sup>) e inferiore (2.0 ng/m<sup>3</sup>). Sono state considerate le centraline in cui sono presenti valori medi annuali per almeno 3 anni.

Si osserva che le concentrazioni nel quinquennio 2013-2017 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 3 anni su 5 sopra la soglia di valutazione superiore, anche se al di sotto del valore obiettivo. Per il 2017 si registra in questa stazione una netta diminuzione dei livelli di cadmio, mentre nelle altre stazioni di Venezia le concentrazioni di tale inquinante sono in aumento. In tutto il resto della regione le concentrazioni sono sostanzialmente stabili nel quinquennio.



**Figura 36.** Confronto tra le medie annuali di cadmio nel periodo 2013-2017. Per la centralina di VR- Giarol il confronto con gli anni precedenti è stato fatto 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 2013-2017 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 2017, 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 2013-2017, 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 segnalano superamenti del valore limite annuale per il biossido di azoto a VE-Via Beccaria (46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), del valore limite giornaliero per il PM10 a VE-Via Beccaria (88 superamenti), a PD-APS-1 (93 superamenti), PD-APS-2 (83 superamenti), a Monselice (78 superamenti), a GNL-Porto Levante (49 superamenti) e a VI-Ferrovieri (72 superamenti). Il valore limite annuale per il PM10 non è stato superato e mentre quello per il PM2.5 risulta superato a PD-APS-1 (29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), PD-APS-2 (26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e VI-Ferrovieri (27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il valore obiettivo per il Benzo(a)pirene è stato superato a PD-APS-1 (1.4  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) e a PD-APS-2 (1.4  $\text{ng}/\text{m}^3$ ). Non sono stati registrati superamenti della soglia di allarme di ozono e dei limiti per  $\text{SO}_2$  e CO.

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

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

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

**Tabella 8** Indicatori qualità dell'aria per le stazioni non appartenenti al Programma di Valutazione (anni 2013-2017).

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
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
Monselice	2017	22	71	26	78	38	22	1	-	0.007	0.7	2.4	0.3
Pederobba	2016	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-	-
Portogruaro	2013	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-
	2016	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
	2017	-	-	-	-	-	23**	-	-	-	-	-	-
GNL-Porto Levante	2013	13	46	8	25	21	15	-	1.5	-	-	-	-
	2014	13	23	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2015	13	54	0	47	27	18	-	-	-	-	-	-
	2016	13	11	0	41	25	16	-	-	-	-	-	-
	2017	14	29	0	49	27	18	-	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-	-

\* n. campioni insufficienti per il calcolo della media

\*\* dal 01.01.17 al 10.01.17 presso P.zza della Repubblica, dal 12.01.17 al 05.07.17 in Via del lavoro fraz. Summaga, dal 07.07 al 31.12.2017 a Borgo Sant 'Agnese

## 9. Analisi della situazione meteorologica dell'anno 2017

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

Per l'analisi meteorologica dell'anno 2017 ci si è basati sui commenti meteorologici stagionali riferiti al territorio regionale, pubblicati sul sito internet dell'Agenzia alla pagina di Climatologia a cura del Dipartimento per la Sicurezza del Territorio – Centro Valanghe di Arabba.

### 9.1 Situazione meteorologica

**Gennaio** inizia con tempo stabile che favorisce la formazione delle inversioni termiche in pianura e nel catino bellunese. Il giorno 5, una discesa d'aria artica porta un'ondata di freddo, con forti venti in quota. Le minime scendono a -4/-8°C in pianura e ancora più in basso in montagna. Il giorno più freddo in quota è stato il 6, mentre il giorno 7 risultava particolarmente freddo in pianura con valori ovunque inferiori a -2°C e minime prossime a -10/-12°C. Nei giorni successivi il freddo si mantiene nei bassi strati e il giorno 9 si verificano una spruzzatina di neve ed un po' di gelicidio; poi il tempo ritorna ad essere stabile, rimanendo freddo. Il giorno 11 si intensifica l'inversione termica per l'arrivo di correnti d'aria più miti da sud-ovest in quota, prima dell'arrivo di una saccatura atlantica, che porta deboli neviccate fino in pianura. Il giorno 12 inizia a nevicare ed a fare pioggia congelante sui settori occidentali, in estensione al resto della pianura, inizia a nevicare debolmente in montagna. Dal 14 gennaio ritorna l'alta pressione, anche se il clima rimane ventilato e a tratti anche ventoso soprattutto in pianura fino al giorno 26; in seguito si attenua la ventilazione e prevalgono condizioni anticicloniche. Occorre aspettare il 31 gennaio perché una goccia fredda porti un cambiamento del tempo sul Nord-Est con pioggia soprattutto sui settori sud-orientali della regione con massimi in provincia di Venezia, mentre in montagna il maltempo è molto marginale.

All'inizio di **febbraio**, la presenza di una goccia fredda sul centro-sud Italia porta un po' di nuvolosità con qualche pioggia in pianura e qualche fiocco di neve in montagna sopra gli 800/1000 metri. Dal 2, una saccatura un po' più intensa si affaccia sul Veneto, dapprima con nubi stratificate e precipitazioni sporadiche e debolissime, poi, tra il 3 ed il 4 febbraio, con piogge diffuse e neve oltre i 1200/1800 m. Dopo l'avvezione calda, la suddetta saccatura si isola in depressione chiusa sull'Italia centrale, apportando un episodio più significativo di pioggia in pianura e neve in montagna tra il 5 pomeriggio e la mattina del 6 febbraio. I giorni 7 ed 8 il tempo ritorna ad essere stabile, anche se con annuvolamenti stratiformi irregolari. Tra il 10 e l'11 febbraio una saccatura atlantica transita velocemente sulla nostra regione provocando un episodio perturbato sui rilievi e sulla pedemontana. Dall'11 pomeriggio fino al 20 il tempo si ristabilisce grazie inizialmente ad un promontorio continentale, in seguito ad una alta pressione atlantica con sole e qualche velatura in montagna e molte nubi basse e stratiformi in pianura, dove in alcuni casi fa più fresco che non in montagna (giorni 21 e 22 febbraio). Il 24 febbraio il tempo peggiora leggermente per il transito di una saccatura poco profonda che porta deboli precipitazioni sparse ed un rinforzo dei venti. Tra il 25 ed il 27 una dorsale riporta tempo stabile e ben soleggiato su gran parte della regione, ma il 27 sera e soprattutto il 28 febbraio una saccatura atlantica transita sul Veneto, provocando un episodio pluvio-nevoso, con piogge significative in montagna e sulla pedemontana.

**Marzo** inizia con 3 giornate quasi primaverili, ben soleggiate, con clima diurno mite. Il giorno 4 una saccatura atlantica provoca un episodio perturbato con pioggia debole, a tratti moderata sulle Prealpi e la pedemontana, quasi assenti sulla pianura centro-meridionale. Nevica sopra i 1200/1400 m. Il giorno 5 persiste un po' d'instabilità con dei rovesci, specie sui monti e sulla pedemontana. Il 6 marzo il tempo migliora, anche se alla sera il passaggio di una piccola depressione in quota porta un lieve peggioramento. Dall' 8 fino al 21 marzo il succedersi di giornate anticicloniche per la presenza di un campo d'alta pressione atlantico o europeo (a tratti di matrice Azzorriana, in altri momenti di matrice mediterranea) portano tempo completamente secco, a tratti anche assai mite con temperature che raggiungono i 18/20°C in pianura e sulla pedemontana (giorno 17). Il 22 ed il 23 una saccatura atlantica determina l'isolamento di un minimo depressionario sulla Spagna, che convoglia correnti meridionali d'aria assai mite e più umida sulla nostra regione (lo zero termico oscilla tra 2400 e 3000 m), e il tempo peggiora con

qualche debole precipitazione sui settori occidentali (provincia di Verona e Vicenza) il giorno 22 e su quasi tutta la montagna veneta il 23; si tratta di fenomeni deboli, eccetto sui monti Lessini e sul settore del lago di Garda. Il 24 ed il 25 marzo una dorsale riporta il sole con clima molto mite. Il giorno 26 il minimo depressionario spagnolo si avvicina maggiormente riportando condizioni d'instabilità sulla nostra regione, assieme ad un lieve raffreddamento in quota. Piove sui settori occidentali e soprattutto sulla pianura veronese. Dal 27 marzo il tempo si ristabilisce grazie all'espansione dell'alta pressione. Situazione che perdura fino alla fine del mese con temperature al di sopra delle medie stagionali.

**Aprile** inizia con tempo variabile e relativamente mite con qualche sporadico rovescio. Il 3 aprile si avvicina una goccia fredda da Nord-Est con locali fenomeni d'instabilità; il giorno 4 l'instabilità si diffonde su buona parte del Veneto con rovesci assai frequenti, specie al pomeriggio sera, assieme ad un calo termico che porta la neve sui 1700/1900 m. Il 5 maltempo notturno con diffuse precipitazioni sulle Dolomiti, più sparse altrove, la neve scende fino sui 1100 m. In seguito un promontorio si forma sul Mediterraneo occidentale, garantendo clima mite ma non del tutto soleggiato per velature e nubi medio-alte. Tale configurazione resiste fino al 10. Il giorno 11 una veloce saccatura determina un modesto peggioramento prima dell'affermarsi di una modesta dorsale che consente al tempo d'essere di nuovo stabile per tre giorni. Il giorno 14 un asse di saccatura, legato ad un profondo minimo sulla Spagna determina un po' d'instabilità sui monti. In seguito vi sono 3 giorni di variabilità con molta umidità negli strati medi. Tra il 16 e il 18 una depressione, molto fredda in quota, giunge sull'Italia settentrionale, dove il tempo risulta instabile con il ritorno della neve fino sui 1000/1200 m. Dal 19, il tempo migliora, anche se inizialmente rimane ventoso e freddo. Nei giorni 20, 21 e 22 le temperature sono molto basse con intense gelate in montagna. Il 25 aprile finisce il periodo stabile e fresco con l'ingresso di correnti occidentali d'aria umida che determina un episodio perturbato sulla nostra regione con apporti di pioggia che consentono di riassorbire parte della siccità invernale e d'inizio primavera. La fine del mese risulta piuttosto bella, anche se i giorni 27 e 28 il tempo è a tratti instabile in montagna con la neve fino sui 1000/1200 m, per la presenza di una vasta depressione sull'Europa nord-occidentale che convoglia aria fredda in quota sull'arco alpino. Nevica in montagna i giorni 28 e 29 fino sui 1000/1200 m. Poi il tempo risulta variabile e fresco fino alla fine del mese.

Nei primi giorni di **maggio** 2017 il tempo è instabile e fresco, particolarmente freddo il giorno 2 con il ritorno della neve fino sui 1000/1200 m e condizioni invernali in alta montagna con freddo e vento. Dal 3 fino al 9 la situazione sinottica si caratterizza per la presenza d'aria fresca in quota per l'ingresso di correnti atlantiche con transito di assi di saccatura. Piove per alcuni giorni con rovesci e temporali i giorni 3, 4, 6 e 9, ma anche nelle altre giornate qualche piovasco si verifica qua e là. Tra il 10 e il 13 una dorsale riporta bel tempo sulla nostra regione con netto rialzo termico grazie a correnti meridionali. In pianura le temperature risalgono di circa 8/10°C in 24 ore, passando da 17/18°C a 27/28°C. Il giorno 14 un po' d'instabilità interessa la montagna e la pedemontana; da segnalare forti temporali sulla Pedemontana, specie nella serata del 14 sul vicentino con grandine media e molti danni. Il giorno 15 la situazione migliora un po', anche se una residua instabilità interessa una parte del Veneto, specie tra l'alto Trevigiano e ed il basso Veneto. Poi tra il 16 ed il 18 una dorsale riporta tempo buono di stampo primaverile con temperature che superano ovunque i 25°C in pianura con punte fino a 29°C, e i 21/24°C in montagna sui 1000 m, primo assaggio tardo primaverile sulla regione. Tra il 19 ed il 20, il transito di una piccola goccia fredda determina un po' d'instabilità nei pomeriggi di entrambi i giorni, poi il tempo migliora nettamente il giorno 21, ma le temperature risentono dell'instabilità dei giorni precedenti e della presenza d'aria fredda in quota. Il giorno 22 una piccola depressione scivola appena ad Est della nostra regione, provocando un po' d'instabilità sui monti. Dal 23 Maggio il tempo migliora nettamente per la presenza di un promontorio di stampo mediterraneo che determina una fase di tempo molto soleggiato, salvo nubi basse mattutine tra Prealpi e pedemontana; si tratta della prima fase tardo primaverile, addirittura quasi estiva su piano termico con valori che superano i 31/33°C in pianura e giungono fino ai 25/26°C a 800/1000 m di quota. Il giorno 30 risulta essere il più caldo. Tale situazione perdura fino alla fine del mese, anche se nel giornate tra il 29 e il 31 qualche focolaio temporalesco si verifica sulle Dolomiti ed esclusivamente su quel settore con rovesci a volte intensi.

L'inizio del mese di **giugno** è caratterizzato da tempo caldo (30/33°C in pianura) e qualche temporale convettivo sulle Dolomiti, alcuni di essi abbastanza forti sulla Trevigiana e l'Ampezzano. Questa situazione di tempo instabile perdura fino al 6 con temporali a volte forti, anche grandinigeni tra la pedemontana e l'Alpago. Dal 7 il tempo inizia a migliorare e tra l'8 e il 13 un promontorio d'origine atlantica determina tempo stabile e la prima ondata di calore, inizialmente più avvertita in quota (il giorno 11 lo zero termico sfiora i 5000 m), poi nei giorni successivi il caldo e l'afa si amplificano in pianura con temperature di 32/34°C e nei fondovalle prealpini (29/31°C). Il giorno 14 una piccola saccatura in quota determina il veloce passaggio di una linea d'instabilità dalle Dolomiti verso la pianura con temporali piuttosto forti tra la trevigiana e il settore di Venezia. Il giorno 15 una residua instabilità si verifica sui monti (Dolomiti) con qualche rovescio, lo stesso sulla pianura orientale nella notte del 16, poi il tempo migliora e diventa decisamente caldo fino al 20, con punte oltre i 32/33°C in pianura. Tra il 20 e il 22 un po' d'instabilità convettiva si verifica sui monti con qualche focolaio temporalesco (alcuni temporali sono forti e grandinigeni), mentre il caldo si accentua in pianura grazie alla presenza di un promontorio di matrice mediterranea. Punte di 35/36°C sono osservate e il livello d'umidità elevato determina clima assai afoso. Questa situazione perdura fino al 24, anche se i temporali montani tendono a essere sempre più sporadici, ma a volte violenti. Il 24 è anche la giornata più calda in pianura con punte di 35/36°C. Il giorno 25 una saccatura atlantica, presente solo in quota, determina un episodio pluvio-temporalesco con effetti anche in pianura. Le zone più colpite sono le Prealpi e la pedemontana con forti temporali e grandinate dannose tra Conegliano e Vittorio Veneto (chicchi grossi come mele), molti piccoli smottamenti in montagna. Il giorno 26 il tempo migliora temporaneamente grazie ad una dorsale. Dal 27 fino al 29 il tempo torna ad essere instabile, specie il giorno 28 con piogge abbondanti alla sera, quando un minimo in quota transita sul Nord-Est provocando fenomeni intensi che imperversano su tutta la regione, specie sul settore dell'Alpago e l'alto Trevigiano. L'ultimo giorno del mese la pressione aumenta un po' e la giornata è discreta con un po' d'instabilità al pomeriggio.

**Luglio** inizia con una fase di tempo caldo, anche se il primo luglio un forte temporale convettivo interessa il settore delle Prealpi bellunesi e la pedemontana trevigiana. Nei giorni seguenti un promontorio garantisce bel tempo con qualche isolato focolaio d'instabilità convettiva in montagna, ma non particolarmente rilevanti. I giorni 7 e 8 si rivelano molto caldi (35/37°C di punte massime in pianura e fino a 20°C a 2000 m) a tutte le quote e alla sera alcuni settori montuosi e la pedemontana orientale della regione vengono interessati da temporali, localmente forti (Vittorio Veneto e Conegliano) con nuove grandinate, in alcuni casi piuttosto significative con danni alle coltivazioni. Il giorno 9 forti correnti meridionali apportano aria calda a tutti i livelli e alla sera una piccola saccatura d'alta quota determina una breve fase temporalesca sulle Dolomiti. Nei giorni seguenti continua a fare caldo e la convezione diurna innesca qualche focolaio temporalesco, localmente intenso per convezione profonda legata al transito di piccole anomalie dinamiche in alta quota. Tra il 12 e il 13 il tempo è più stabile, anche se con qualche sporadico e breve temporale in serata sui monti. Nella notte del 14 un fronte freddo transita sulla nostra regione, apportando dai 20 ai 45 mm di pioggia nella notte sulle Dolomiti e 5/10 mm sulle Prealpi bellunesi, mentre altrove non succede niente durante la notte. Al primo mattino l'aria fredda presente in quota determina tempo instabile in pianura con rovesci e temporali su gran parte del Veneto. I giorni 15 e 16 sono molto stabili, più freschi con aria tersa grazie alla presenza di una dorsale, mentre dal 17 al 20 un promontorio, non del tutto consolidato in quota, determina tempo buono e caldo, ma con qualche focolaio temporalesco sulle Dolomiti; i temporali più forti sono sull'Ampezzano con 20/30 mm il giorno 19 e sul Comelico il giorno 20. Poi fino al 23 il tempo è buono grazie ad un promontorio di matrice mediterranea, anche caldo in pianura e nelle conche prealpine, con qualche focolaio temporalesco sul bellunese, ma complessivamente il tempo è buono. Il giorno 24 una saccatura transita sul Veneto, provocando un episodio di marcata instabilità con due fasi, una nella notte e l'altra al pomeriggio. Nei giorni seguenti il tempo migliora, eccetto un breve temporale sul basso veronese nel pomeriggio del 28. Il 29 il tempo è discreto/buono con temporali di nuovo sul veronese alle ore 23, stessa situazione il 30 con temporali un po' più diffusi, ma brevi in serata. Il mese si chiude con una giornata splendida e calda.

Nei primi cinque giorni di **agosto** un'alta pressione di matrice africana porta sulla regione un'ondata di caldo: si battono i record di caldo in pianura e nelle conche prealpine, nonché in quota. Il 4 sera un temporale autorigenante, cioè persistente e stazionario, interessa l'Ampezzano. Il giorno 6 una saccatura atlantica transita velocemente sul Veneto, provocando un breve episodio di instabilità con forti temporali, anche grandinigeni tra montagna e pianura, ma soprattutto il fronte temporalesco provoca su vari settori fortissime raffiche di vento (front gust) con varie trombe d'aria tra montagna e pianura. Poi il tempo si stabilizza fino al 9 grazie ad un promontorio mediterraneo, con temperature di nuovo piuttosto alte, ma non su valori record come nella fase precedente. Il giorno 10 una saccatura atlantica giunge dalla Francia con fenomeni prefrontali molto intensi sul litorale veneto e sulla provincia di Venezia. Il giorno dopo residua instabilità, più presente sui monti. Dal 12 il tempo si ristabilisce fino al 15 con giornate piuttosto belle e stabili, nonostante qualche annuvolamento pomeridiano sui monti. In seguito il tempo risulta essere di nuovo bello e caldo fino al 18 con picchi di 34/36°C in pianura e fino sui 20°C a 2000 m sulle Dolomiti. Il 19 una saccatura giunge sul Veneto, provocando un episodio di tempo instabile, piuttosto diffuso. In seguito il tempo torna ad essere perlopiù soleggiato, più fresco e stabile, eccetto locali brevi temporali di calore in montagna. I giorni 25 e 26 risultano di nuovo caldi con il transito di una linea d'instabilità alla sera del 26, che interessa le Dolomiti occidentali con brevi rovesci e temporali che si esauriscono a ridosso del catino bellunese e dell'altopiano di Asiago. Il 27 tempo buono con brevi episodi di pioviggine in prima serata sui monti. Il giorno 28 il tempo risulta variabile con molte nubi e brevi schiarite. Nel tardo pomeriggio/sera una doppia linea temporalesca transita da Nord-Ovest verso Sud-Est, interessando gran parte della regione con fenomeni localmente violenti tra la pedemontana veronese e il catino bellunese (grandinate dannose). I giorni 29 e 30 risultano stabili e assai caldi, con massimi che raggiungono di nuovo i 34/36°C in pianura. Nell'ultimo giorno del mese, una saccatura atlantica, preceduta da aria umida, anche più fresca in quota, provoca un nuovo episodio fortemente instabile con temporali particolarmente violenti tra le Prealpi e la pianura.

**Settembre** inizia all'insegna del tempo perturbato: una saccatura atlantica scesa dal nord Europa determina piogge significative su buona parte del Veneto, con temporali un po' ovunque, localmente grandinigeni e dannosi, e forti raffiche di vento. Il 2 il passaggio di un secondo fronte determina un netto calo termico con la prima neve sui passi dolomitici. Nei giorni seguenti il tempo rimane variabile, a tratti leggermente instabile con qualche sporadico rovescio, anche con un temporale il giorno 3 sul delta del Po. Dal 4 all'8 il tempo è piuttosto piacevole, anche se non del tutto soleggiato per correnti nord-occidentali d'aria un po' umida di matrice oceanica, con temperature nella norma. Il giorno 9 correnti sud-occidentali interessano il Veneto apportando un peggioramento del tempo alla sera con piogge sparse e locali temporali. Il giorno 10 la saccatura è transitata sul Veneto, provocando un episodio perturbato con piogge deboli/moderate in pianura e moderate in montagna. Il giorno 12 un fronte freddo transita velocemente sul Veneto in mattinata con piogge significative e temporali in pianura e sulle Prealpi, mentre la neve scende fino ai 1500 metri sulle Dolomiti e 2200 m sulle Prealpi. Il giorno 13 il tempo migliora in parte con qualche nube stratiforme per lee-clouds. Il giorno dopo molte nubi basse su gran parte della regione, in attesa del passaggio di un fronte freddo, responsabile di precipitazioni serali, nevose oltre i 2200/2400 m. I successivi giorni sono instabili per la presenza di un minimo appena ad oriente rispetto al Veneto; la curvatura ciclonica determina dell'instabilità, specie nelle giornate del 16 e del 19 con la neve che scende di nuovo sui 1600/1800 m e clima particolarmente fresco il 19. Nei giorni seguenti tempo variabile e fresco fino al 22 settembre, mentre il 23 risulta essere una splendida giornata con clima diurno mite. Il giorno 24 una depressione chiusa sull'Europa orientale riporta tempo instabile con rovesci piuttosto diffusi, già al primo mattino, e alcuni temporali in pianura al pomeriggio. Il 25 vede il tempo migliorare in parte, anche se residue precipitazioni si verificano sulle pianure orientali. Poi un promontorio riporta tempo stabile con clima notturno un po' fresco e mitezza diurna, specie tra il 28 e il 29, quando il soleggiamento risulta essere più generoso. L'ultimo giorno del mese vede una saccatura atlantica sfiorare le Alpi, ma con effetti molto marginali sulle Dolomiti, con qualche goccia. Altrove il tempo rimane buono.

Il mese di **ottobre** inizia con una giornata molto umida, molte nubi basse e qualche pioggia al pomeriggio per il transito di un fronte freddo specie sulle zone occidentali. Il giorno 2 la presenza di

una dorsale riporta il sole con clima diurno mite sul Veneto. Il giorno 3 si assiste al veloce transito di una saccatura nord-atlantica, con pochissimi effetti ed esclusivamente sulle Dolomiti. Poi una dorsale riporta tempo buono per 2 giorni. Il giorno 6 una saccatura scende velocemente dal Nord Europa, provocando qualche temporale su pedemontana e pianura occidentale al pomeriggio. I giorni seguenti sono più freschi con ingresso d'aria fredda da Nord in quota ed episodi di Foehn nelle valli. Il giorno 8 nubi stratiformi apportano qualche isolato piovasco in pianura al mattino e isolate burrasche di neve in quota, prima che il tempo migliori. Dal 9 ottobre fino al 18 il tempo risulta molto soleggiato, stabile e piuttosto mite per la stagione, specie nelle giornate del 15 e 16 ottobre, quando lo zero termico risale fino ai 4200/4300 m nella libera atmosfera. I giorni seguenti risultano buoni con sole e nubi alte, alcune giornate sono ottime senza una nuvola (giorno 20), ma solo in quota, in quanto alcuni settori della pianura sono interessati da nebbia, con livelli di polveri sottili PM10 al di sopra dei livelli consentiti. Il giorno 22 una saccatura atlantica transita sulla regione con un episodio instabile, a tratti perturbato, anche temporalesco alla sera tra Prealpi e pianura. La neve scende fino ai 1600/1800 m sui monti. Il giorno 23 forti correnti da Nord determinano un miglioramento del tempo con aria tersa ovunque, clima freddo e ventoso in quota e Föhn nelle valli. Nei giorni seguenti tempo buono con sole e qualche velatura grazie alla presenza di un promontorio di matrice atlantica. La situazione rimane anticlonica fino alla fine del mese con belle giornate, salvo nebbie in pianura. In alcuni giorni fa più caldo sui monti a 1000 m rispetto ai fondovalle prealpini e a certi settori della pianura. Alla fine del mese una discesa d'aria più fresca da Nord, determina delle diffuse gelate in montagna, fino a -3/-5°C nelle valli dolomitiche.

Nei primi quattro giorni di **novembre** il tempo è soleggiato grazie ad un'alta pressione di matrice mediterranea. Poi il giorno 5 una saccatura atlantica giunge sull'Italia, provocando uno spiccato episodio pluvio-nevoso. Le precipitazioni sono deboli tra il rodigino e la provincia di Padova, altrove abbondanti, anche molto abbondanti in montagna e sulla pedemontana orientale. Dopo questo episodio, un minimo depressionario sosta per tre giorni sull'Italia centrale, interessando il Veneto, dove le piogge imperversano, anche se in modo discontinuo e perlopiù concentrate sulla pianura. In seguito una fase anticlonica imperversa su tutta la regione con temperature piuttosto basse in relazione ad un'avvezione d'aria fredda in arrivo da Nord, con ristagno d'aria umida nei bassi strati. Tra il giorno 12 ed il 13 una saccatura scende dal Nord Europa, generando un episodio pluvio-nevoso tra il pomeriggio del 12 e la mattina del 13. Nei giorni seguenti il tempo migliora nettamente con clima fresco di notte, anche freddo nei settori innevati, relativamente mite di giorno grazie al generoso soleggiamento, anche in pianura, dove le nebbie sono piuttosto rare. Tale situazione perdura fino al 23 del mese. Poi l'avvicinarsi di una saccatura atlantica determina un peggioramento del tempo con fenomeni diffusi di moderata intensità sulla pedemontana e la pianura centrale, deboli sui monti con neve sopra i 1500/1900 m. Al suo seguito il tempo migliora parzialmente per due giorni, prima dell'ingresso di una saccatura Nord Atlantica, responsabile di un lieve peggioramento la sera del 28 con neve fino a bassa quota (300/500 m). Il giorno 29 il tempo risulta debolmente perturbato con piogge intermittenti, più frequenti in montagna, dove continua a nevicare, localmente fino a bassa quota. Una residua instabilità persiste il giorno 30 per la presenza di una vasta circolazione depressionaria (minimo chiuso sulla Francia), nevica debolmente oltre i 300/600 m in montagna e ci sono rovesci sulla pianura. Il tempo migliora al pomeriggio e le temperature si abbassano sensibilmente specie in montagna con fortissime gelate nella notte tra il 30 novembre e il primo dicembre 2017.

Fino al tre **dicembre** il tempo risulta variabile per la marginale influenza di un'area ciclonica di origine artica in allontanamento verso sud-est. Successivamente, fino al giorno sette il tempo è stato stabile con clima freddo e inversioni termiche. Una veloce saccatura da Nord passa nella serata dell'8 con qualche burrasca di neve sui monti, al suo seguito una discesa d'aria polare riporta clima freddo su tutto il Veneto. Il 10 una saccatura atlantica giunge sulla nostra regione e provoca un episodio perturbato con neve fino in pianura. Nella giornata dell'11 il cuscinetto d'aria fredda scompare e piove fino sui 1900 m (forte riscaldamento per intensa sciroccata). Nei giorni seguenti il tempo rimane variabile con correnti sud-occidentali e clima relativamente mite per la stagione. Il 15 sera l'ingresso d'aria fredda in quota determina un episodio d'instabilità sull'alto trevigiano e il basso bellunese con fenomeni temporaleschi. Dal 16 fino al 26 un promontorio di

matrice subtropicale (anticiclone delle Azzorre) interessa la nostra regione, determinando tempo stabile e ben soleggiato, inizialmente freddo, poi via via più mite, specie in alta quota. L'inversione termica determina una relativa mitezza in quota, mentre fa più fresco in pianura. Subito dopo Natale (giorni 26 e 27), una saccatura atlantica interessa il Veneto con un significativo episodio pluvio-nevoso, specie sulla montagna e la pedemontana. Dal 28 il tempo inizia a migliorare con calo termico, più sensibile in montagna, ma avvertito anche in pianura. La presenza della dorsale favorisce tempo soleggiato in giornata, ma il 30 una saccatura da Nord-Ovest scorre velocemente sulla regione, provocando qualche fenomeno sui monti, seguita da una forte avvezione d'aria mite con netto rialzo termico in quota e ricomparsa dell'inversione termica.

## **9.2 Qualità dell'aria**

In gennaio, tratti di variabilità nella prima metà del mese e la presenza di venti nord-orientali su buona parte della pianura fino a metà della terza decade hanno in parte contenuto l'accumulo delle polveri sottili, mentre a fine mese hanno prevalso condizioni di alta pressione favorevoli al ristagno degli inquinanti.

In febbraio nella prima decade si susseguono sulla regione diversi impulsi perturbati che favoriscono il dilavamento ed il rimescolamento dell'atmosfera, ma poi fino quasi a fine mese prevalgono condizioni di alta pressione che determinano un maggiore accumulo di inquinanti.

Nel mese di marzo nella prima e nella terza decade il passaggio di alcune saccature di origine atlantica favoriscono la dispersione degli inquinanti, ma nella seconda decade prevalgono condizioni di alta pressione che risulta favorevole all'accumulo delle polveri sottili.

In aprile e nelle prime due decadi di maggio, il tempo è quasi sempre variabile o instabile e questo favorisce il rimescolamento atmosferico e la dispersione degli inquinanti. Nell'ultima decade di maggio il tempo è stabile, ma il rimescolamento termico innescato dal soleggiamento favorisce ugualmente la dispersione delle polveri sottili; si creano invece condizioni termiche favorevoli all'incremento delle concentrazioni di ozono troposferico.

Nei tre mesi estivi (giugno, luglio e agosto) il rimescolamento termo-convettivo e alcune fasi di tempo instabile favoriscono la dispersione delle polveri sottili. Dall'altra parte si verificano anche prolungati periodi con situazioni anticicloniche e temperature elevate che incrementano la formazione di ozono.

In settembre il tempo è in prevalenza variabile o instabile e questo contiene l'accumulo degli inquinanti.

In ottobre prevalgono soprattutto nella seconda e nella terza decade condizioni di alta pressione con forti inversioni termiche che causano l'aumento delle polveri fini.

In novembre e in dicembre, i periodi caratterizzati da condizioni anticicloniche, che rendono il tempo stabile e sfavoriscono la dispersione delle polveri sottili, si sono alternati a fasi con tempo variabile o perturbato, nel corso delle quali le precipitazioni e il rinforzo dei venti hanno favorito l'abbattimento e la dispersione degli inquinanti.

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

Sono state prese in considerazione le seguenti variabili:

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

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

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

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

Mediante un diagramma circolare si rappresenta la frequenza delle volte in cui per ognuna delle variabili si è verificata una delle suddette classi. I diagrammi circolari per l'anno 2017 vengono messi a confronto con quelli degli anni precedenti.

#### *Dati*

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

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

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

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

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

- Padova;
- Rovigo.

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

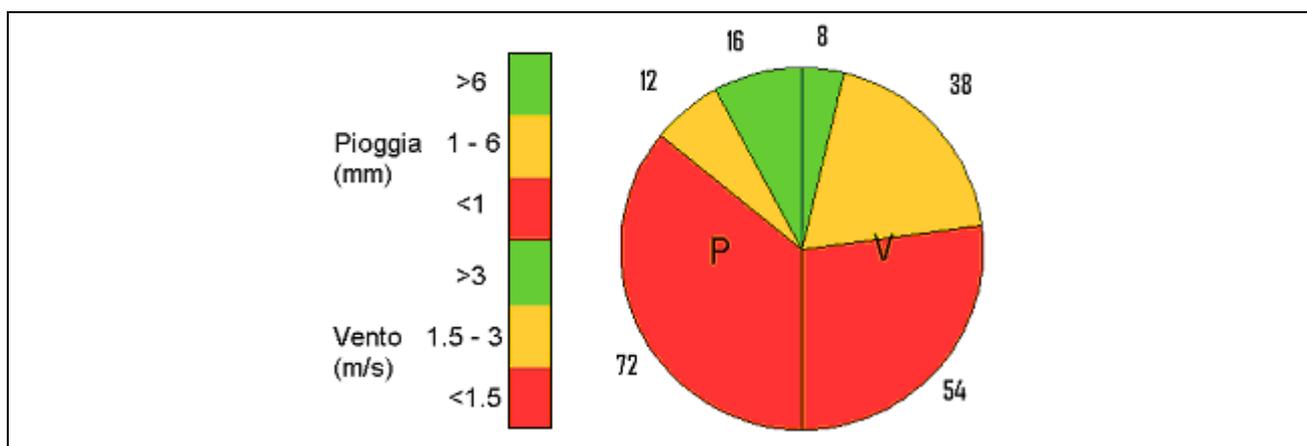
- provincia di Belluno: Belluno (aeroporto), Feltre, Passo Valles, Torch (Pieve d'Alpago);
- provincia di Padova: Ca' Oddo (Monselice), Cittadella, Legnaro, Teolo;

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

## 9.4 Risultati

### Pioggia e Vento

In Figura 37, si riporta un esempio per agevolare la lettura dei grafici relativi alla pioggia e al vento. L'area del diagramma circolare è suddivisa in due semicerchi di uguale superficie, una per la pioggia (P), e una per il vento (V). La somma dei valori su ognuna delle due fette è 100 (100%). Nella legenda a sinistra si riportano le classi per il vento e per la pioggia: i colori rossi rappresentano le classi "poco dispersive", quelli arancio "abbastanza dispersive" e in verde "molto dispersive". Si rende noto che l'assegnazione delle classi è stata definita in maniera soggettiva, in base ad una prima analisi di un campione pluriennale di dati. I diagrammi del 2017 sono messi a confronto con quelli della serie 2003-2016, e, con i corrispondenti periodi degli ultimi dieci anni in cui si sono verificate con maggior frequenza condizioni di piovosità e ventilazione rispettivamente favorevoli alla dispersione (migliore) o al ristagno (peggiore).



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

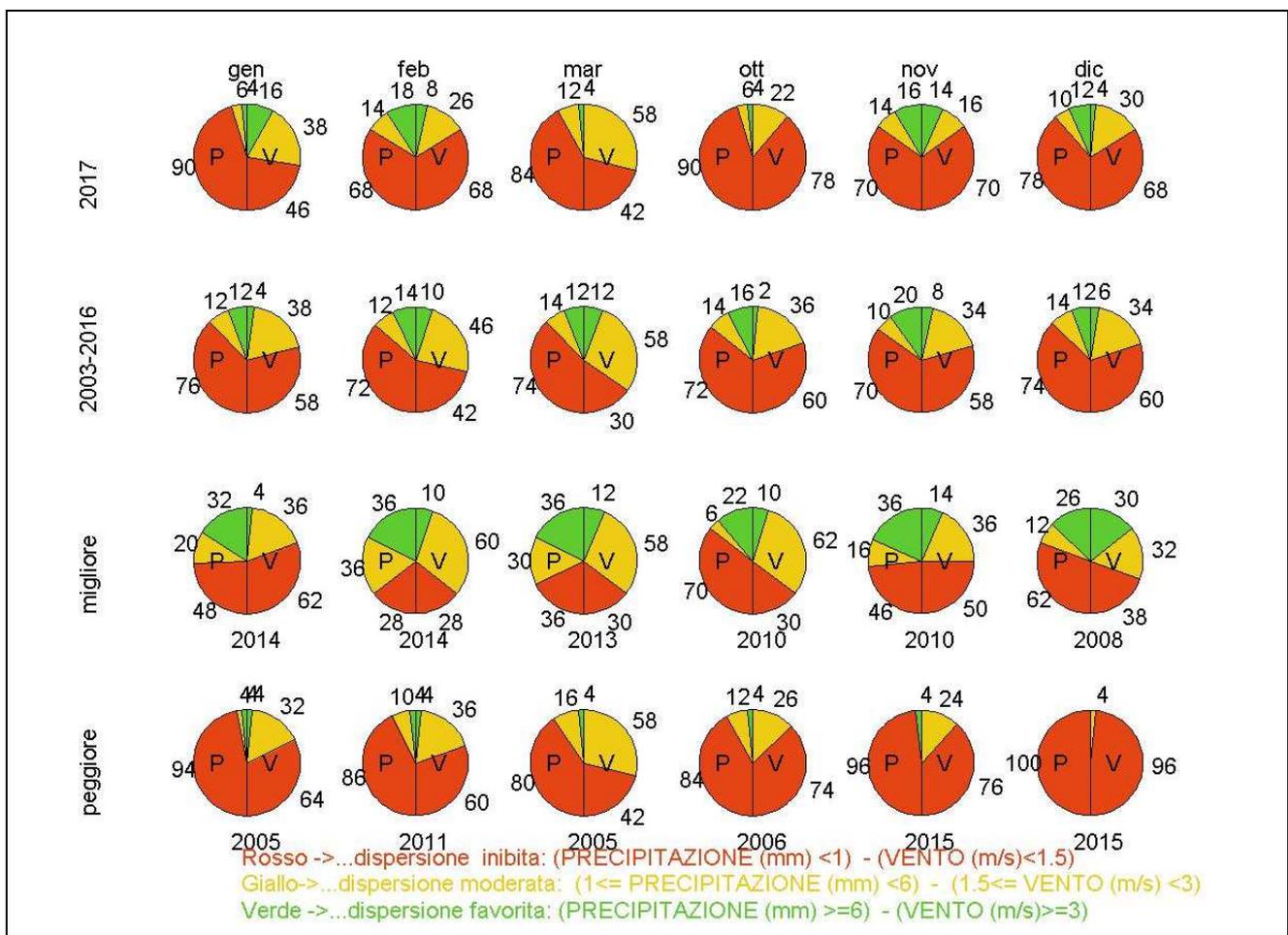
In Figura 38 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da PM10 (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) per l'anno 2017, per la serie clima (anni 2003-2016) e per i corrispondenti mesi degli anni precedenti, in cui si sono verificate rispettivamente le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o più critiche per il ristagno (peggiore). In particolare notiamo che nell'anno 2017:

- in gennaio, le condizioni di dispersione inibita si sono verificate con una frequenza un poco superiore alla media degli ultimi quattordici anni, soprattutto a causa di una scarsa piovosità; infatti, se si considera la ventilazione, le condizioni di dispersione favorita e moderata sono più frequenti anche rispetto al gennaio migliore (2014);
- in febbraio, le condizioni di dispersione inibita sono più frequenti rispetto alla media ma meno presenti rispetto al peggiore (2011).
- in marzo le condizioni di dispersione inibita sono un più frequenti rispetto a tutte le serie e di poco anche in confronto al marzo peggiore (2005);

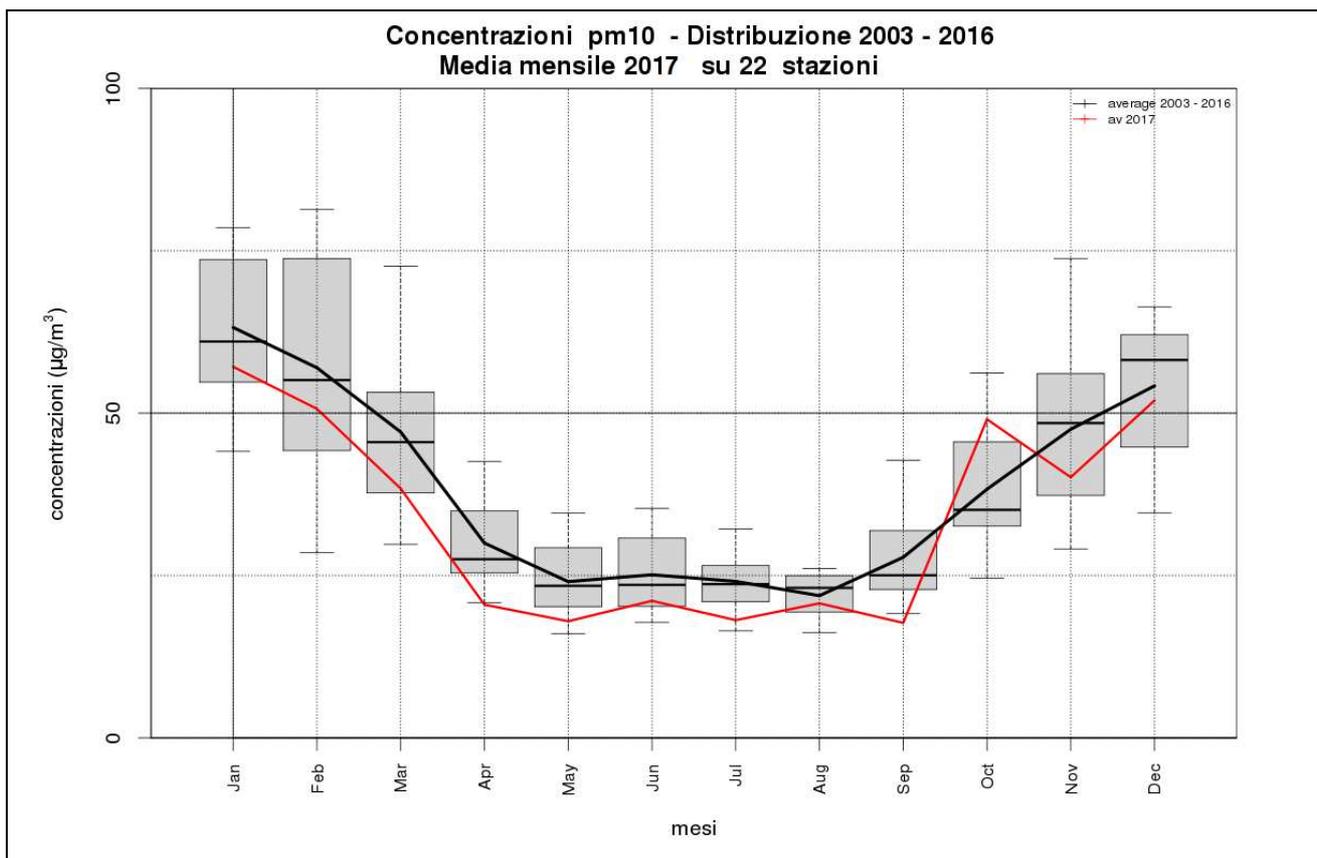
- in ottobre i giorni con condizioni di dispersione inibita sono stati più frequenti rispetto a tutte le serie di riferimento, di poco anche rispetto all'ottobre peggiore (2006).
- in novembre e dicembre la frequenza delle condizioni di dispersione inibita sono state di poco superiori alla media, ma molto meno frequenti rispetto ai corrispondenti peggiori che si sono verificati entrambi nel 2015.

In generale in tutti i mesi critici per l'inquinamento da polveri nel corso del 2017 le condizioni di dispersione inibita si sono presentate più frequentemente rispetto alla media e in alcuni casi (marzo e ottobre), la percentuale dei giorni meno favorevoli alla dispersione è stata un po' superiore anche rispetto a quella dei corrispondenti mesi peggiori. Come si può vedere in Figura 39, nel corso del 2017 le concentrazioni di PM10 in ottobre sono state tra le più alte registrate dal 2003 ad oggi, e questo è coerente con il fatto che le condizioni di dispersione inibita sono state più frequenti anche rispetto al corrispondente mese peggiore del passato.

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 2017 con la distribuzione climatica (anni 2003-2016) e con i periodi corrispondenti in cui si sono verificate le condizioni più favorevoli alla dispersione delle polveri sottili (migliore) o quelle più critiche per il ristagno (peggiore); per queste ultime due serie di dati sul diagramma circolare è riportato l'anno in cui si sono verificate mese per mese condizioni rispettivamente migliori o peggiori.



**Figura 39:** concentrazioni, medie mensili, di PM10 delle stazioni di qualità dell'aria automatiche di pianura inserite nel piano di valutazione di ARPA Veneto per l'anno 2017 (linea rossa) e media degli anni 2003-2016 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2016 è rappresentato anche mediante box and whiskers plot. Per l'interpretazione del box and whiskers plot fare riferimento alla **Tabella 9** Come interpretare il box and whiskers .

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

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

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

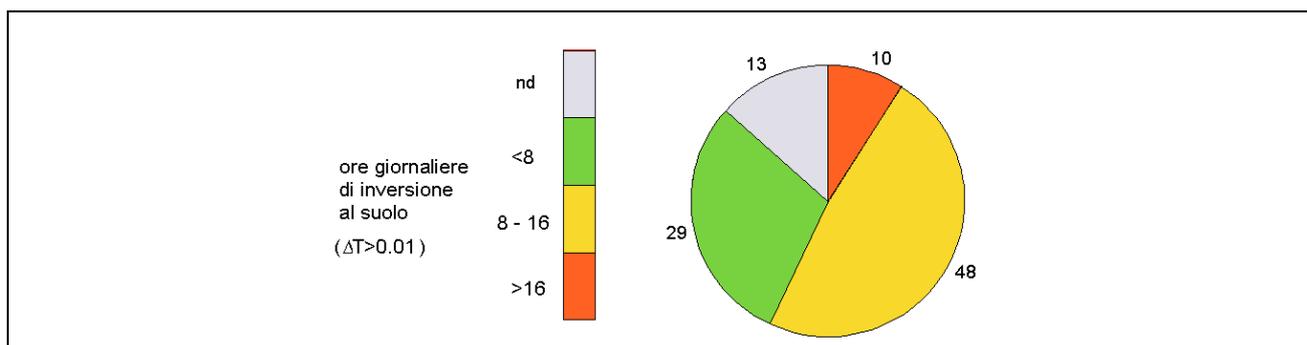
## Inversioni termiche

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

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

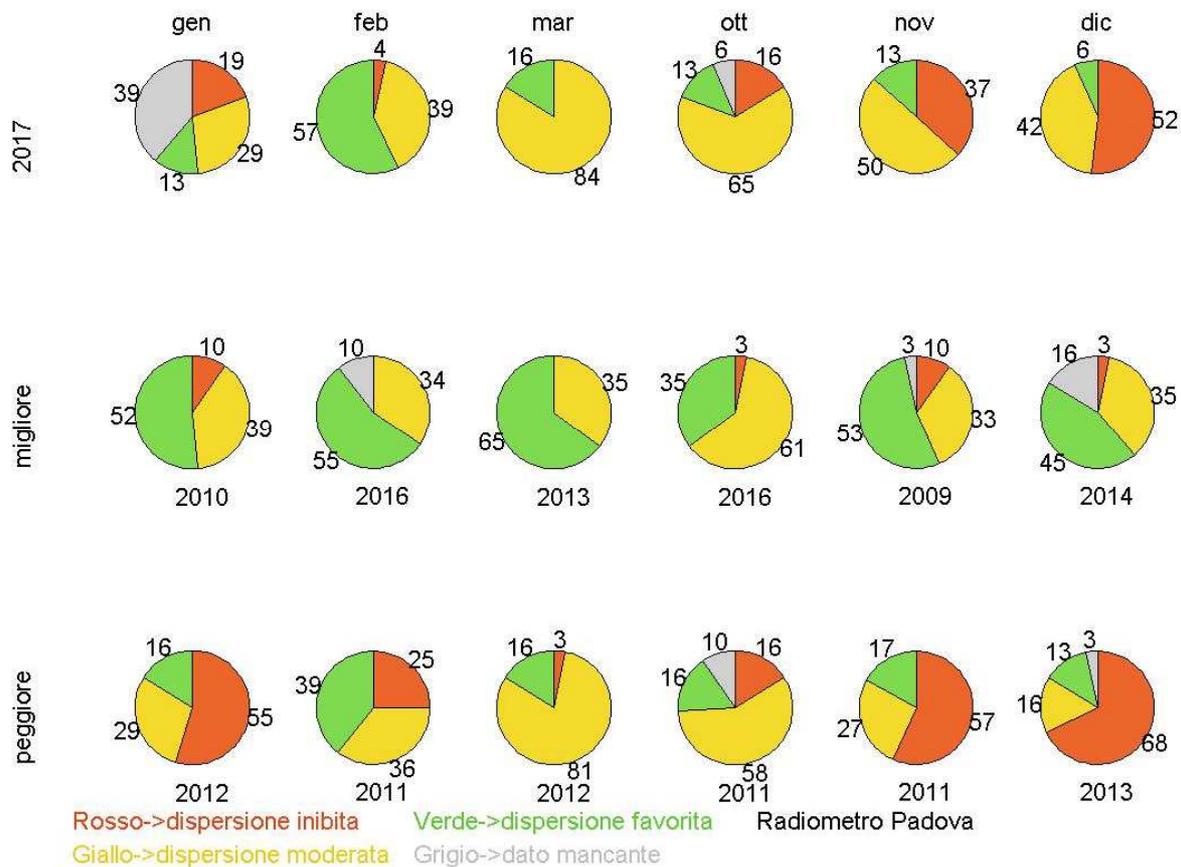
I profilatori di temperatura (radiometri passivi) di Padova e Rovigo sono stati installati nel 2005, pertanto la serie di riferimento è più breve di quella delle variabili pioggia, vento e temperatura.

Inoltre, dal momento che la rete dei profilatori è sperimentale, i dati non sono sempre disponibili, in quanto, in alcuni periodi si sono verificati dei malfunzionamenti oppure lo strumento è stato trasferito per una campagna di misura. Pertanto nel diagramma delle ore di inversione è stata aggiunta anche la categoria dei dati mancanti, dal momento che, come si vedrà nel seguito, in alcuni casi la percentuale dei dati mancanti è rilevante e questo altera la statistica del conteggio delle ore di inversione. Per lo stesso motivo si è preferito riportare in due figure separate i diagrammi circolari per il radiometro di Padova e per quello di Rovigo, in modo che la statistica delle ore giornaliere di inversione fosse maggiormente significativa.



**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.

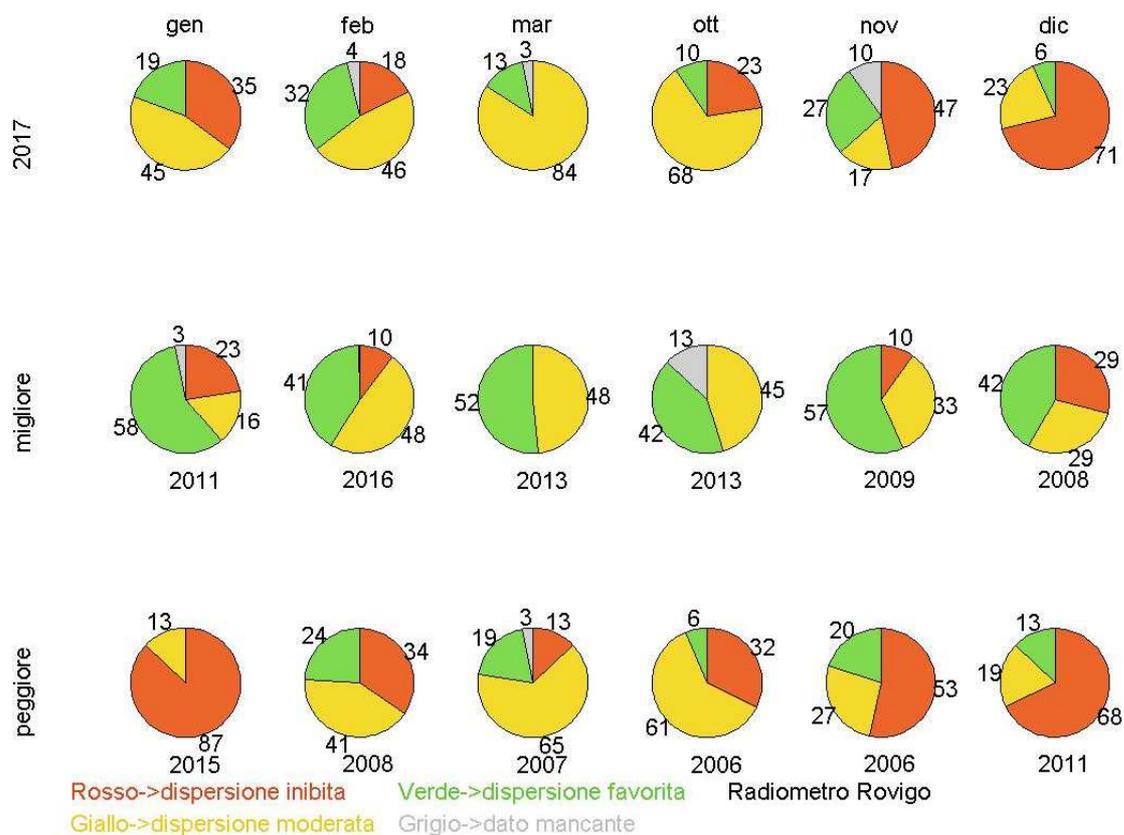
In Figura 41 e in Figura 42 si riportano rispettivamente per Padova e per Rovigo i diagrammi circolari dei giorni caratterizzati dalle tre classi di ore di inversione relativamente ai mesi invernali del 2017 ed ai periodi corrispondenti degli anni precedenti in cui sono stati più frequenti i giorni con 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.



**Figura 41:** confronto della distribuzione delle ore giornaliere di inversione nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2017 con i corrispondenti periodi con minor presenza di inversioni (migliori) o con maggior frequenza di inversioni (peggiori) negli anni tra il 2006 e il 2016 ottenuta dall'elaborazione dei dati del radiometro di Padova.

Analizzando la figura, si deduce che nel corso del 2017:

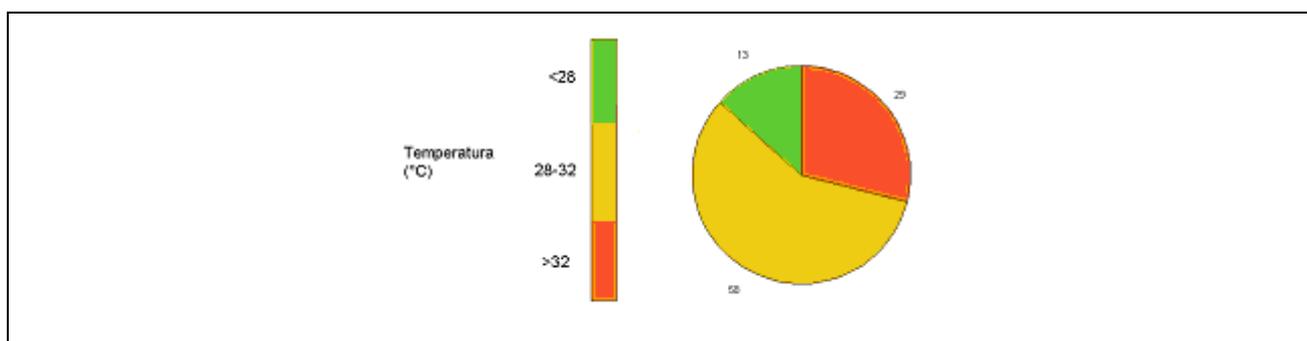
- in gennaio le condizioni di dispersioni inibita sono più frequenti rispetto al corrispondente migliore, ma meno frequenti rispetto al peggiore; tali considerazioni sono valide soprattutto per Rovigo, in quanto a Padova l'analisi è parziale perché lo strumento non ha funzionato per poco più di un terzo del mese;
- in febbraio i giorni con condizioni di dispersione favorita sono stati più frequenti al corrispondente peggiore e nel caso di Padova anche rispetto al migliore (2016);
- in marzo prevalgono le condizioni di dispersione moderata, che risultano più frequenti rispetto al corrispondente migliore (2013) e sono del tutto assenti quelle di dispersione inibita.
- in ottobre, a Padova la distribuzione delle condizioni dispersive in base alla presenza di inversione termica è simile a quella dell'ottobre peggiore, mentre a Rovigo, le condizioni di dispersione inibita sono un po' meno frequenti rispetto al corrispondente peggiore (2006).
- in novembre le condizioni di dispersione inibita sono più frequenti rispetto ai corrispondenti migliori, ma meno frequenti rispetto ai peggiori.
- in dicembre, a Rovigo le condizioni di dispersione inibita sono un po' più frequenti anche rispetto al corrispondente peggiore (2011), mentre a Padova rispetto al corrispondente peggiore (2013) sono meno frequenti.



**Figura 42:** confronto della distribuzione delle ore giornaliere di inversione nelle tre classi di dispersione dei mesi più critici per l'inquinamento da polveri sottili (gennaio, febbraio, marzo, ottobre, novembre e dicembre) dell'anno 2017 con i corrispondenti periodi con minor presenza di inversioni (migliori) o con maggior frequenza di inversioni (peggiori) negli anni tra il 2006 e il 2016 ottenuta dall'elaborazione dei dati del radiometro di Rovigo.

## Temperatura

In Figura 43 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.

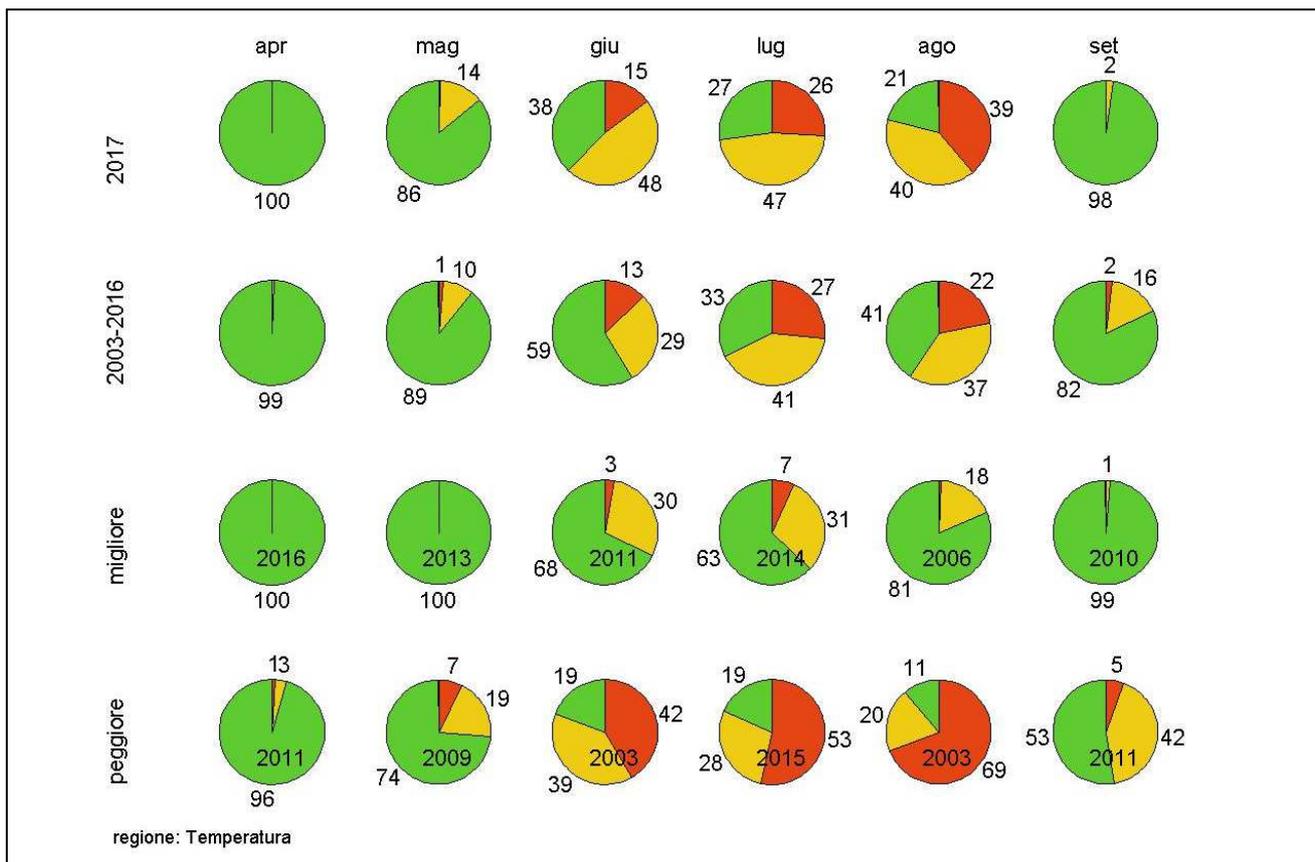


**Figura 43:** diagramma circolare con frequenza di temperatura nelle diverse classi: il rosso è associato alle classi più favorevoli alla formazione di ozono, il giallo alle classi moderatamente favorevoli alla formazione di ozono, il verde a quelle meno favorevoli alla formazione di ozono.

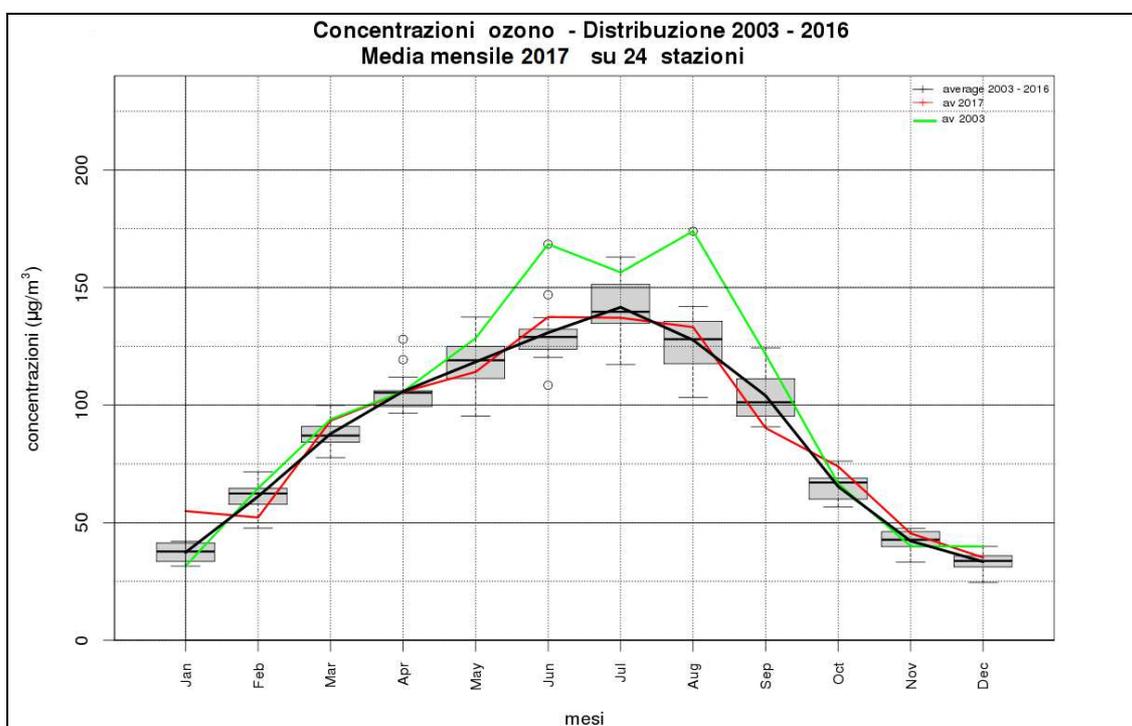
In Figura 44 si riportano i diagrammi circolari dei mesi più critici per l'inquinamento da ozono per l'anno 2017, per la serie clima (anni 2003-2016), per i periodi in cui si sono verificate condizioni climatiche sfavorevoli alla formazione di ozono (migliore) o più idonee all'incremento dell'inquinante (peggiore). Dalla Figura 45 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 44 notiamo che nel corso del 2017:

- in aprile, non si sono verificati superamenti della soglia dei 28°C, quindi le condizioni sono state generalmente sfavorevoli alla formazione di ozono;
- in maggio, le condizioni moderatamente favorevoli alla formazione di ozono si sono verificate più frequentemente della media, tuttavia la percentuale delle situazioni sfavorevoli alla formazione di ozono resta più alta rispetto al maggio peggiore (2009);
- in giugno, le condizioni più favorevoli alla formazione di ozono e quelle moderatamente favorevoli sono state più frequenti rispetto alla media ma meno numerose rispetto all'anno peggiore (2003);
- in luglio la distribuzione delle condizioni nelle tre classi (più favorevole, moderatamente favorevole e poco favorevole) è simile alla media degli ultimi quattordici anni;
- in agosto le temperature più favorevoli alla formazione dell'ozono sono state raggiunte con una frequenza maggiore rispetto alla media, ma minore rispetto all'agosto peggiore (2003);
- in settembre la distribuzione delle temperature massime è simile a quella del settembre migliore (2010).

L'andamento termico dei mesi più caldi del 2017 trova corrispondenza nei valori mensili delle concentrazioni di ozono. Infatti, come si può vedere in Figura 45, in giugno e agosto, mesi nei quali la frequenza dei giorni con temperature massime superiori ai 28°C e 32°C è maggiore rispetto alla media degli ultimi quattordici anni, le concentrazioni medie mensili di ozono sono state superiori alle medie degli anni precedenti; in settembre le concentrazioni di ozono sono state inferiori alla media e nei restanti mesi estivi prossime alla media.



**Figura 44:** 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 2017 con la distribuzione climatica (anni 2003-2016), e con i periodi corrispondenti in cui si sono verificate le condizioni meno favorevoli alla formazione dell'ozono (migliore) o quelle più favorevoli (peggiore); per queste ultime due serie di dati sul diagramma circolare è riportato l'anno in cui si sono verificate mese per mese condizioni rispettivamente migliori o peggiori.



**Figura 45:** Concentrazioni medie mensili di Ozono di tutte le stazioni di qualità dell'aria di ARPA Veneto per gli anni 2003 (linea verde), 2017 (linea rossa), media anni 2003-2016 (linea nera). L'andamento medio mensile degli anni dal 2003 al 2016 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

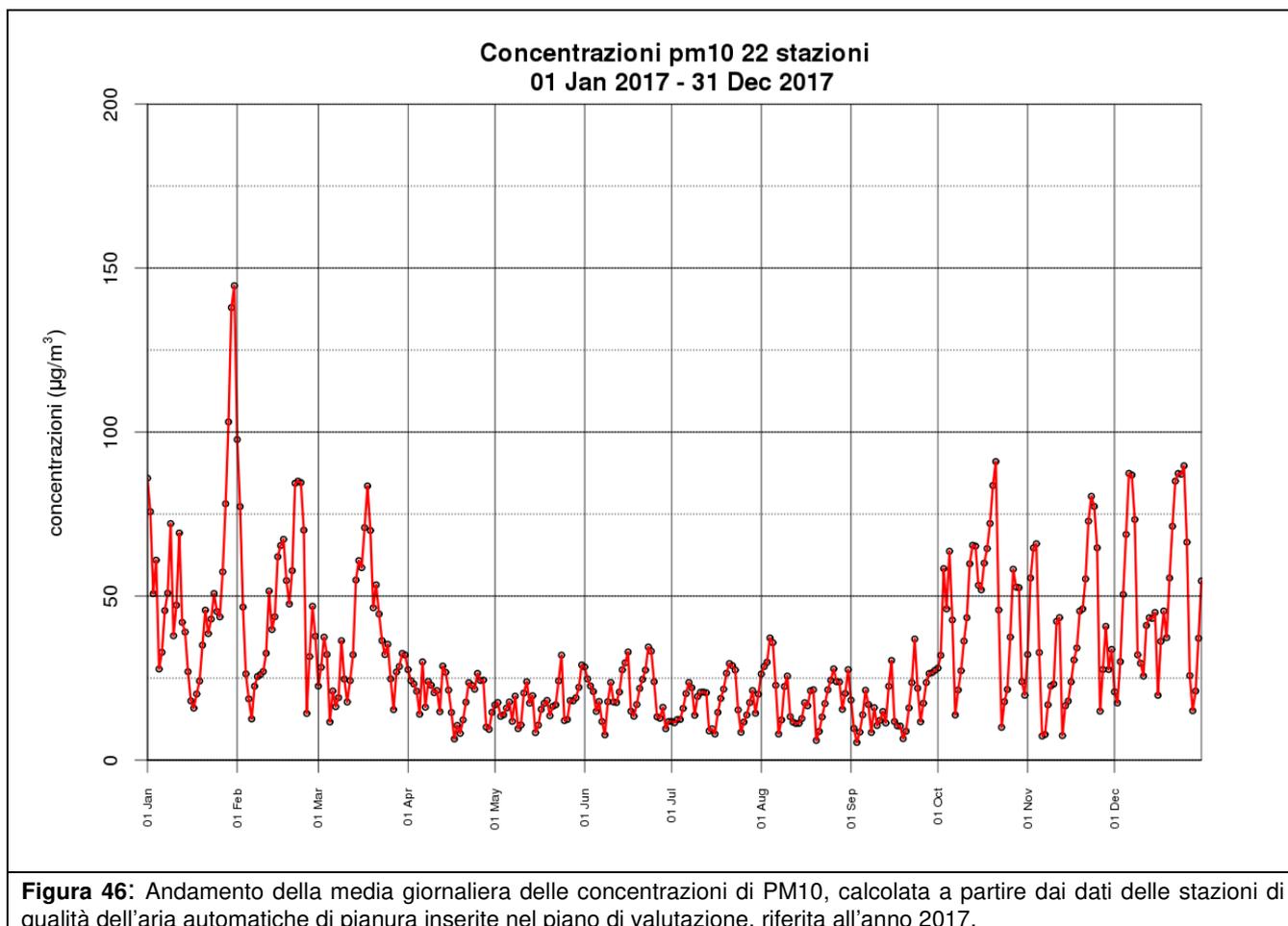
### Elenco episodi

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.

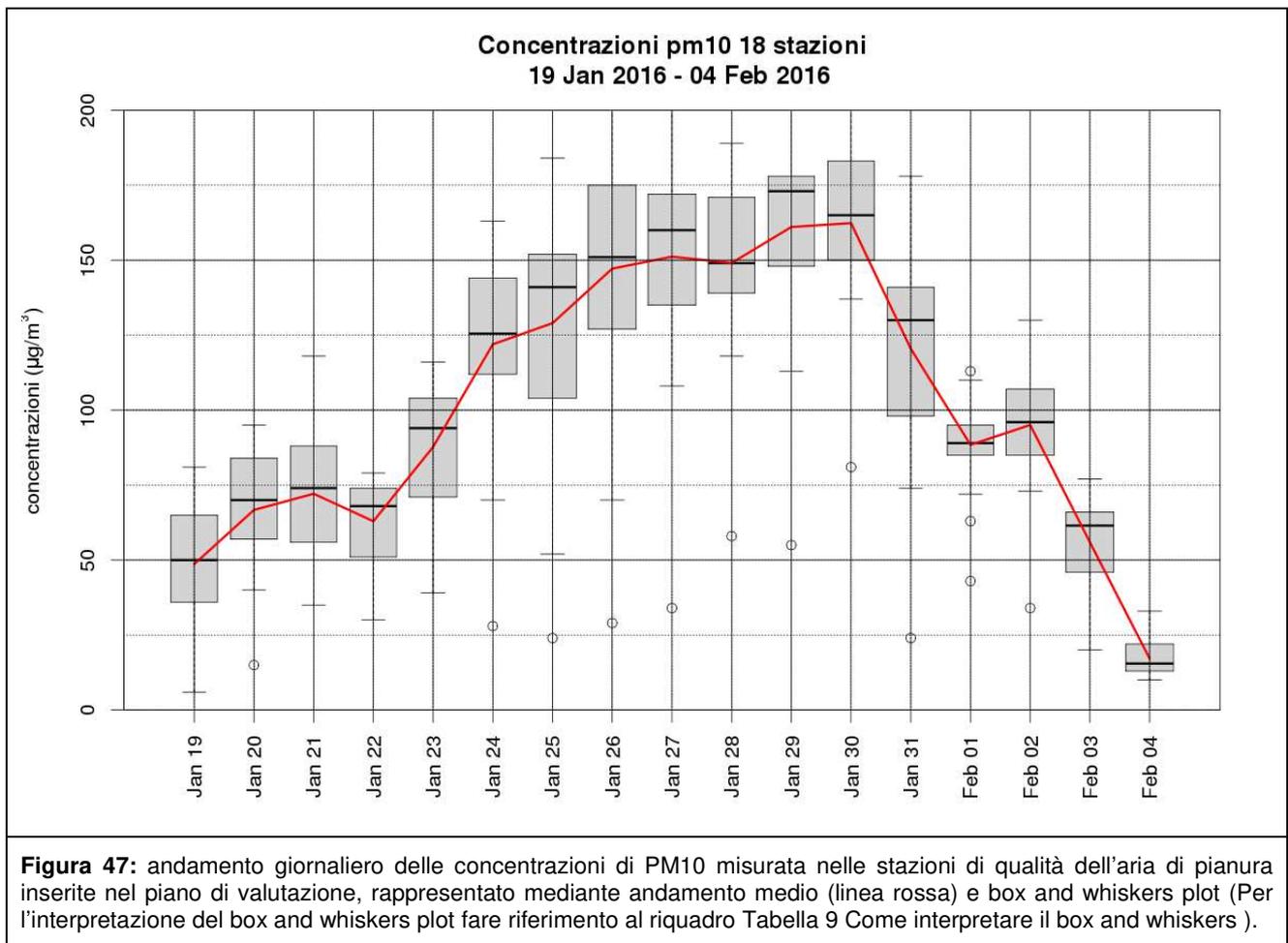
- I - dal 30 dicembre 2016 al 4 gennaio 2017;
- II - dal 27 gennaio al 3 febbraio 2017;
- III - dal 15 febbraio al 24 febbraio 2017;
- IV - dal 14 marzo al 21 marzo 2017;
- V - dal 12 ottobre al 22 ottobre 2017;
- VI - dal 27 ottobre al 29 ottobre 2017;
- VII- dal 2 novembre al 4 novembre 2017;
- VIII- dal 21 novembre al 25 novembre 2017;
- IX- dal 4 dicembre all'8 dicembre 2017;
- X- dal 20 dicembre al 26 dicembre 2017.

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

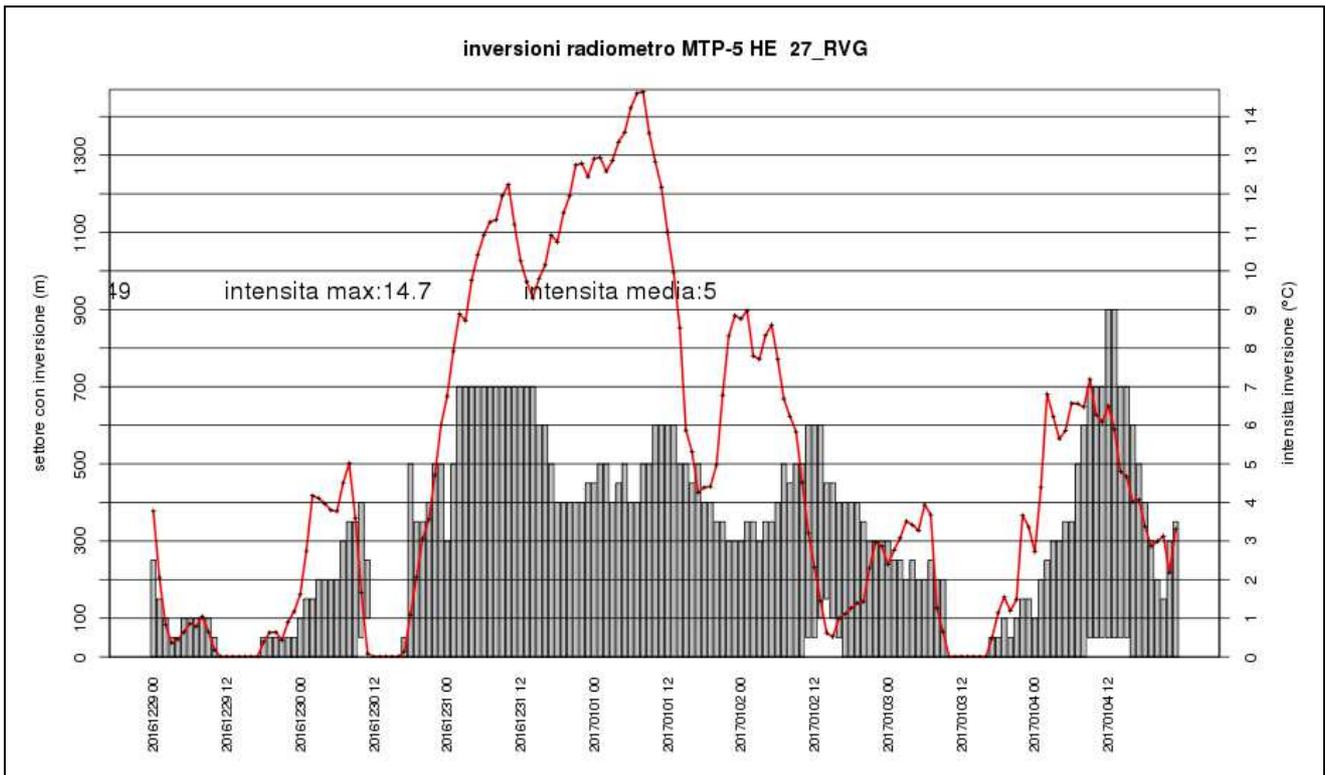


Episodio dal 30 dicembre 2016 al 4 gennaio 2017

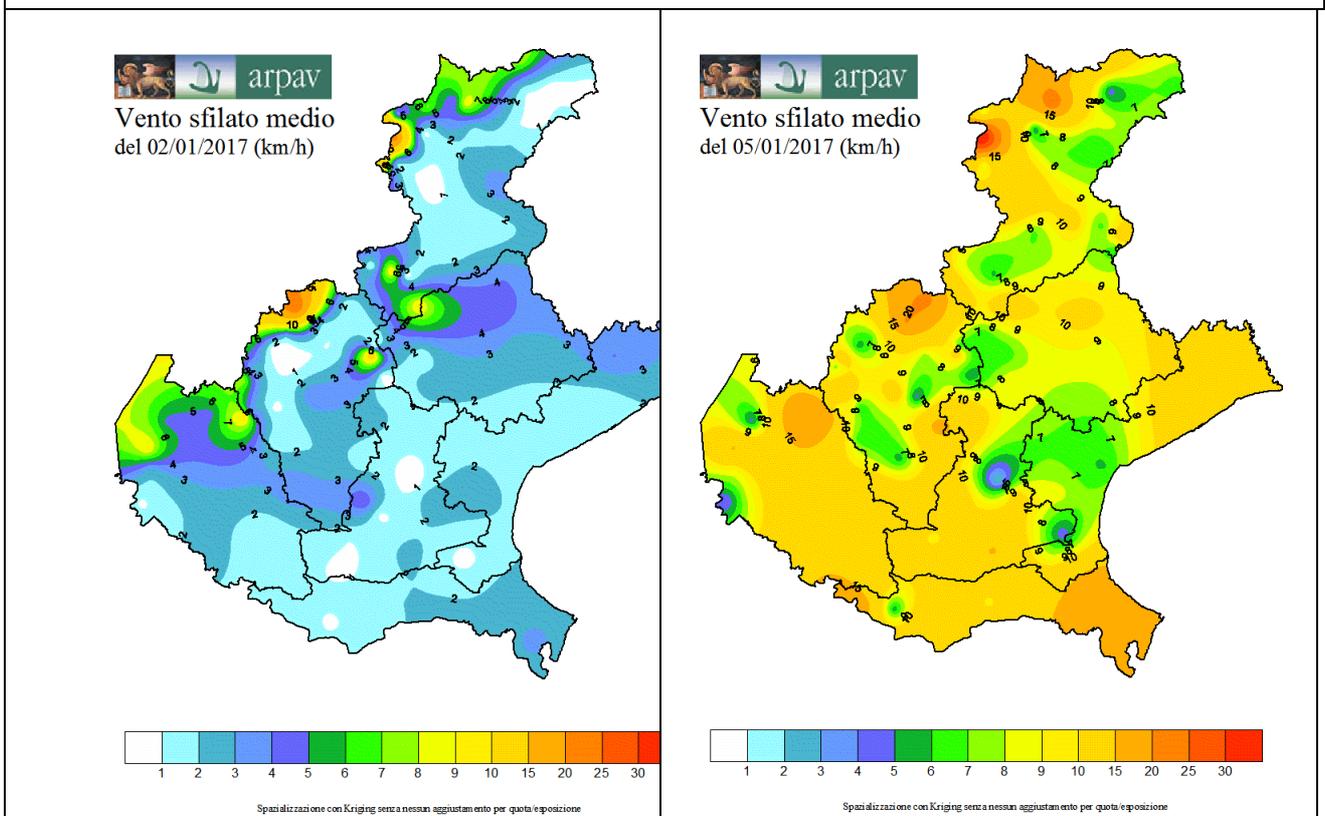
Nel periodo compreso tra il 30 dicembre 2016 e i primi giorni del 2017 si espande da ovest un promontorio di alta pressione che rende il tempo stabile e favorisce la formazione di forti inversioni termiche in pianura (Figura 48) e in Val Belluna e l'accumulo delle polveri sottili. Dal 3 gennaio, la regione è marginalmente interessata da una saccatura associata ad una depressione artica, che il giorno 5 convoglia sulla regione un'ondata di aria fredda, con venti tesi o anche forti, che favoriscono la dispersione delle polveri sottili e mettono fine all'episodio di inquinamento acuto.



**Figura 47:** 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 ).



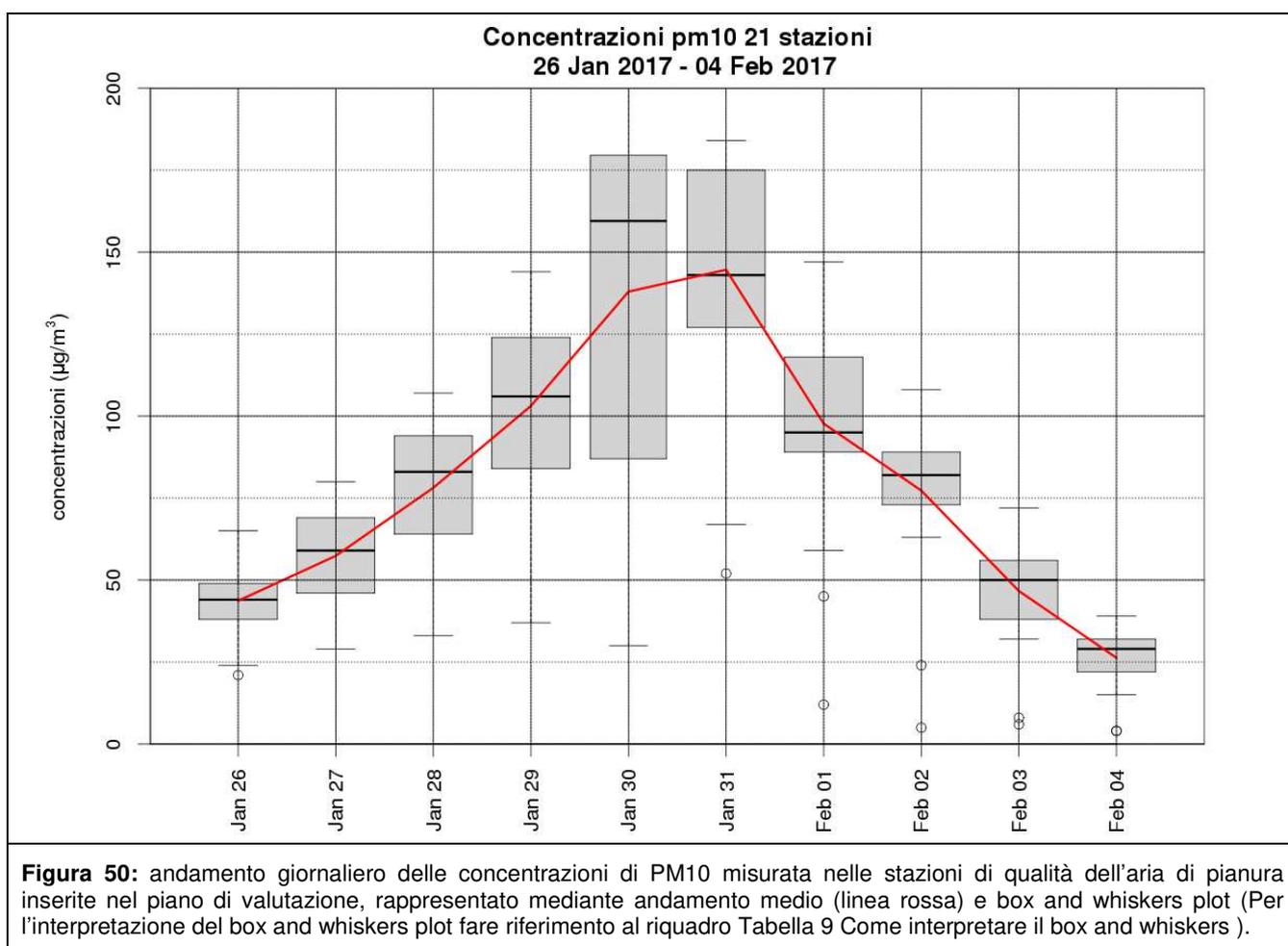
**Figura 48:** inversioni registrate dal radiometro di Rovigo nel periodo dal 29-12-2016 al 5-1-2017 ore 00:00: gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione

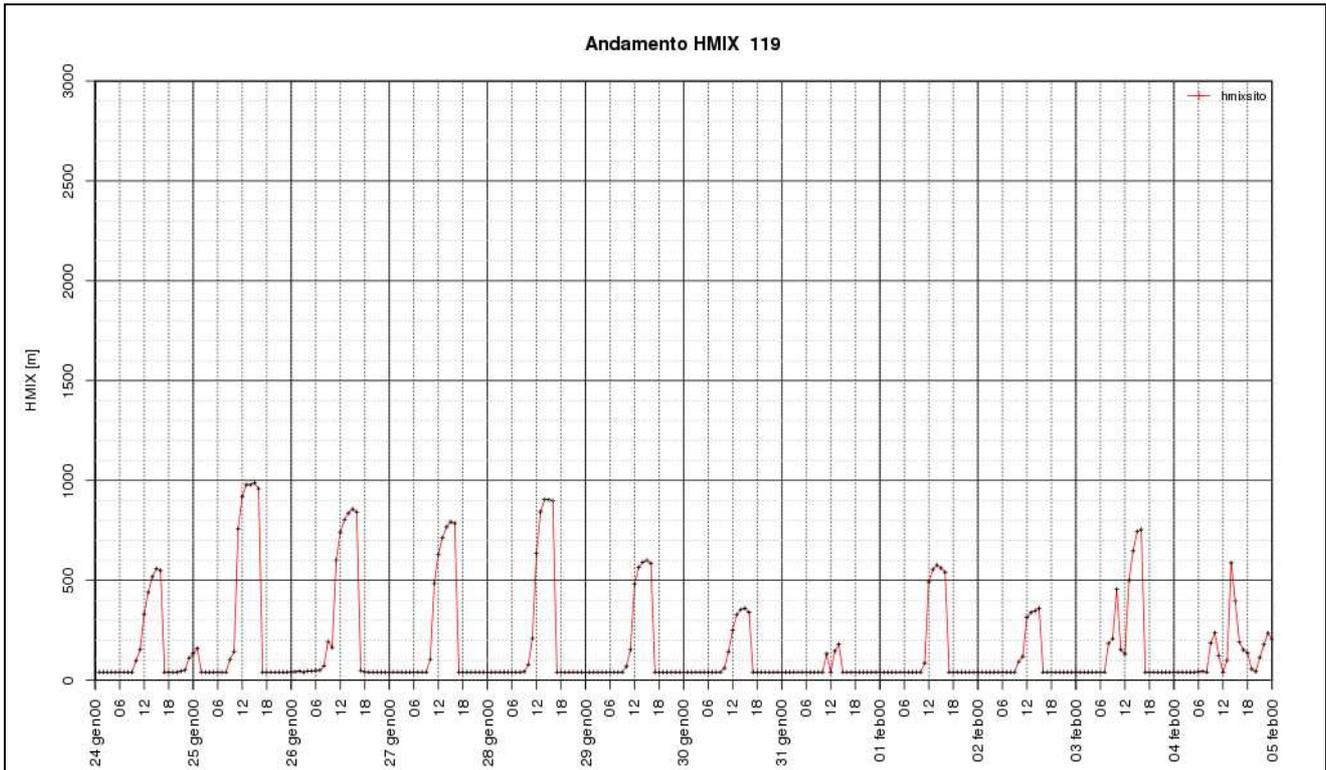


**Figura 49:** mappe del vento sfilato del 2 gennaio e del 5 gennaio: è evidente l'intensificazione della ventilazione dovuta all'ingresso di correnti da Nord

Episodio dal 27 gennaio al 3 febbraio 2017

Negli ultimi cinque giorni di gennaio, la regione si trova in prevalenza in condizioni di alta pressione; questo a causa di un anticiclone che inizialmente si estende tra l'Europa settentrionale e la penisola Balcanica, e verso fine mese si ricongiunge con l'alta pressione atlantica. In questa seconda fase, l'arrivo di aria più calda in quota inibisce fortemente il rimescolamento dell'atmosfera: infatti, come si può vedere nella Figura 51, a partire dal giorno 29, l'altezza di rimescolamento nelle ore diurne diminuisce progressivamente, fino ad essere inferiore ai 200 m il giorno 31. Questo fa sì che gli inquinanti siano sempre più schiacciati negli strati di aria più bassi, ne consegue un progressivo notevole aumento delle concentrazioni di polveri sottili, che raggiungono i livelli più elevati dell'intero anno 2017. A inizio febbraio alcuni impulsi perturbati di origine atlantica determinano una diminuzione della pressione atmosferica, ma le precipitazioni deboli e poco estese favoriscono solo una parziale diminuzione delle concentrazioni di PM10. Bisogna attendere il passaggio di una perturbazione con precipitazioni più estese ed intense (nei giorni 3 e 4) per avere un dilavamento efficace che riporti le concentrazioni di polveri sotto la soglia dei  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

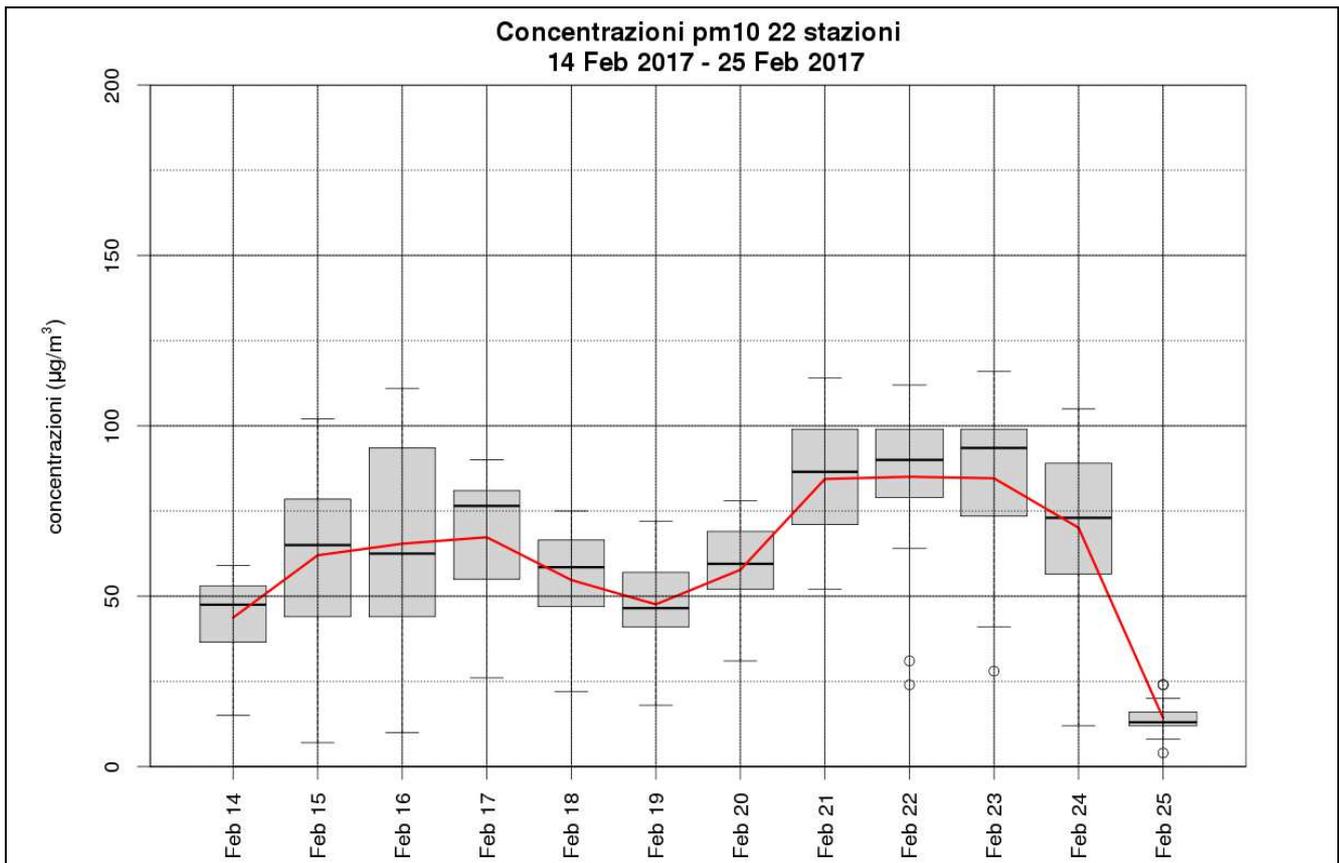




**Figura 51:** altezza di rimescolamento stimata per una stazione di pianura (Roverchiara, in provincia di Verona) nel periodo dal 24-01-2017 al 05-02-2017. L'altezza di rimescolamento è la quota sotto la quale l'atmosfera è rimescolata grazie agli effetti termici (riscaldamento del suolo) o meccanici (vento); maggiore è l'altezza di rimescolamento, maggiore è il volume d'aria all'interno del quale sono diluiti gli inquinanti

## Episodio dal 15 febbraio al 24 febbraio 2017

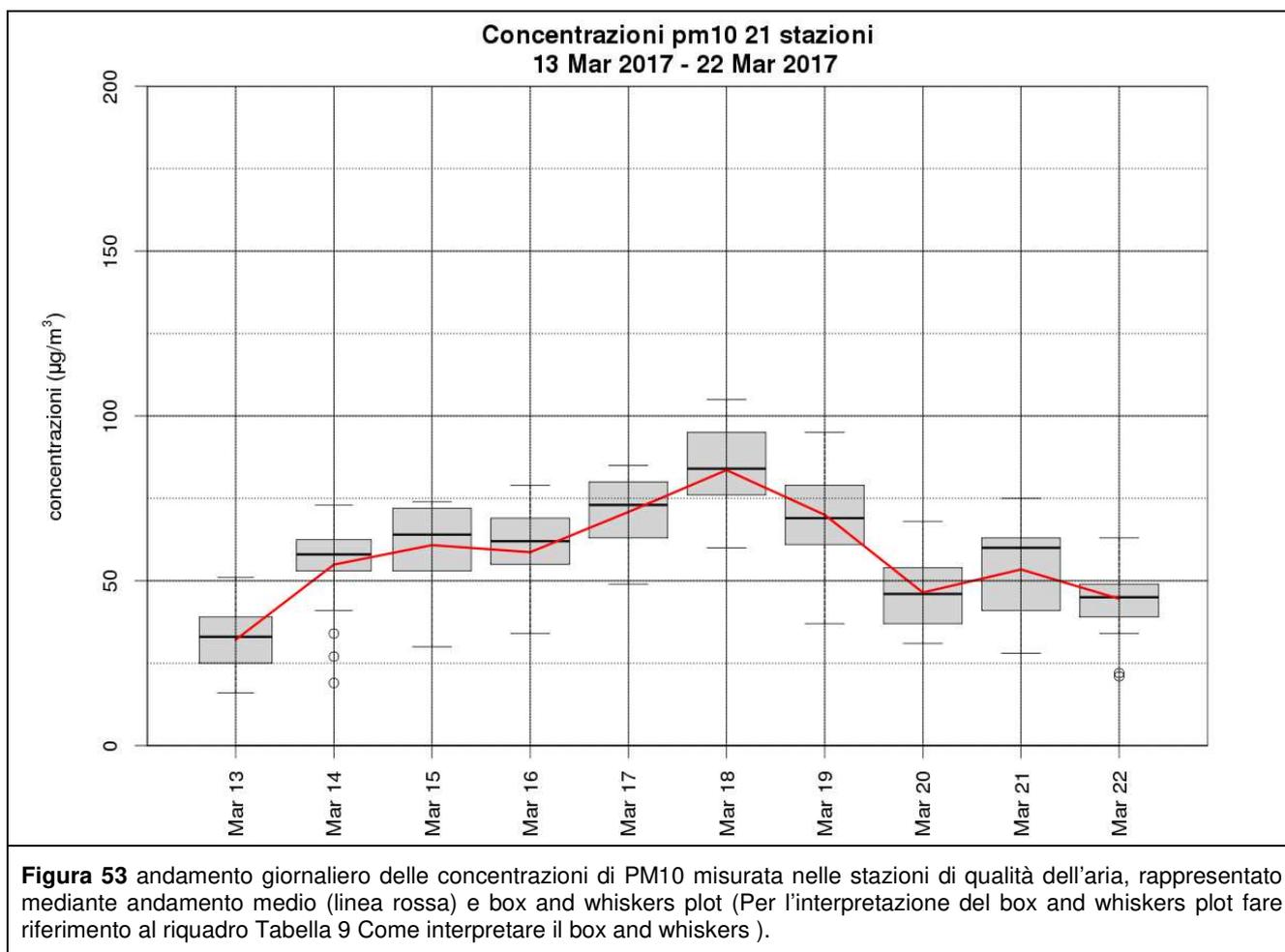
All'inizio della seconda decade di febbraio, l'espansione di un promontorio continentale rende il tempo stabile, creando condizioni favorevoli al ristagno delle polveri sottili; tra il 17 e il 20 febbraio il tempo è variabile, a causa della marginale influenza di due saccature; in questo contesto è in parte contenuto l'accumulo degli inquinanti. In seguito l'espansione di un'alta pressione atlantica rende il tempo nuovamente stabile, con inversioni termiche che favoriscono la formazione di nubi basse e il ristagno degli inquinanti. Il 24 febbraio, il transito di una saccatura poco profonda porta deboli precipitazioni sparse ed un rinforzo dei venti che determinano il dilavamento e il rimescolamento dell'atmosfera, mettendo fine all'episodio di inquinamento acuto da PM10.



**Figura 52** andamento giornaliero delle concentrazioni di PM10 misurata nelle stazioni di qualità dell'aria, 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 ).

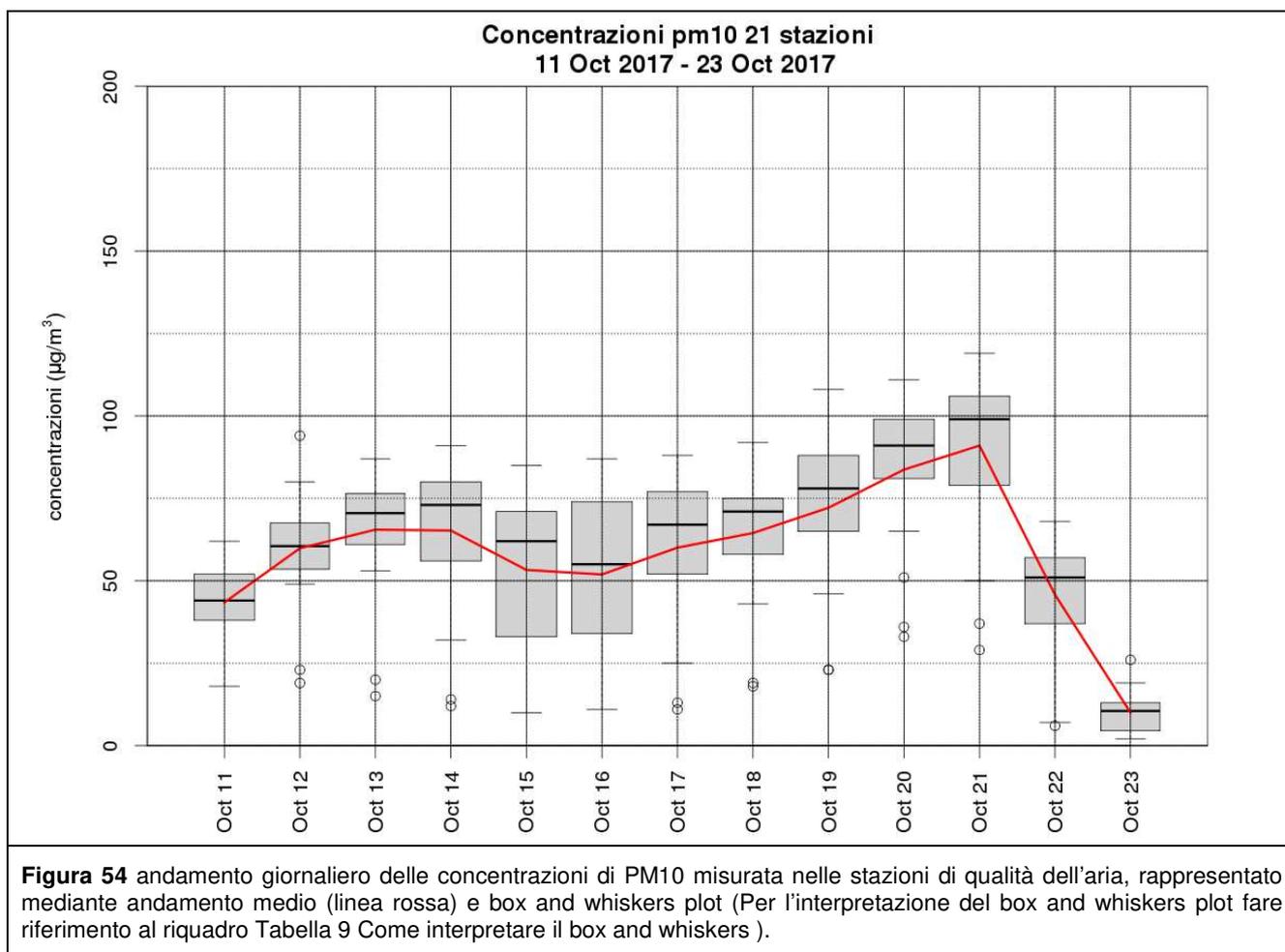
## Episodio dal 14 marzo al 21 marzo 2017

Nel corso della seconda decade di marzo, grazie alla presenza di un campo d'alta pressione a tratti di matrice azzorriana, in altri momenti di matrice mediterranea, il tempo è stabile senza precipitazioni e con temperature ben superiori alla media del periodo, soprattutto dopo il 15. Questo determina un progressivo accumulo di polveri sottili che raggiungono valori superiori al limite di legge. Dal giorno 20, l'alta pressione incomincia ad indebolirsi per l'avvicinamento di una perturbazione atlantica, che il giorno 22 porta delle precipitazioni, che, favorendo la deposizione delle polveri sottili, mettono fine all'episodio di inquinamento.



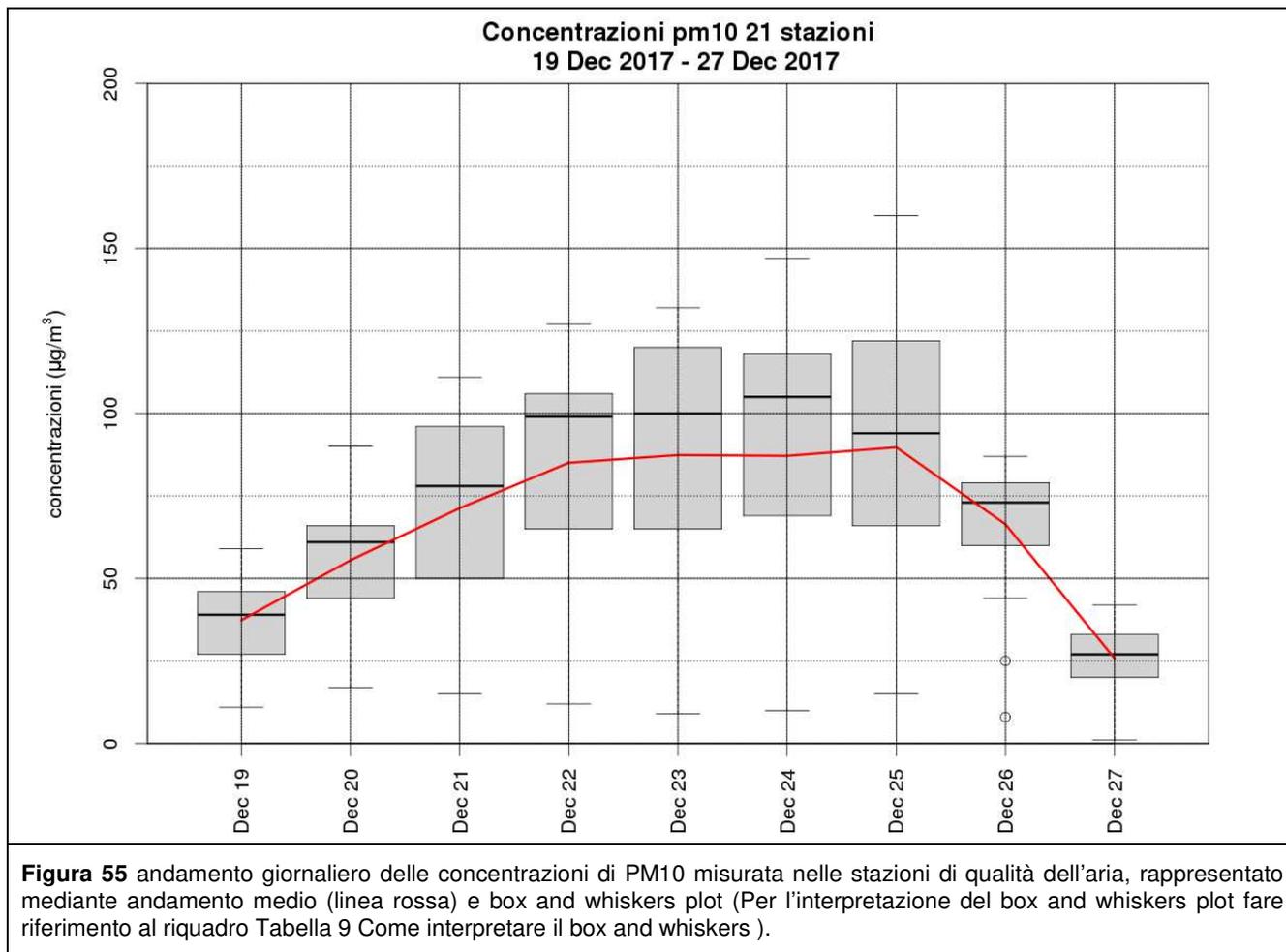
Episodio dall'11 ottobre al 22 ottobre 2017

Nella seconda decade di ottobre la persistenza di un'alta pressione sull'area mediterranea rende il tempo stabile e piuttosto mite per la stagione, anche in alta quota; infatti, ad esempio, nelle giornate del 15 e 16 ottobre, lo zero termico risale fino ai 4200/4300 m nella libera atmosfera. Questo determina anche un'accentuazione dell'inversione termica che da luogo anche alla formazione di nebbia su alcuni settori della pianura e all'aumento dei livelli di polveri sottili. Il giorno 22 una saccatura atlantica transita sulla regione con un episodio di instabilità che favorisce l'abbattimento delle polveri sottili.

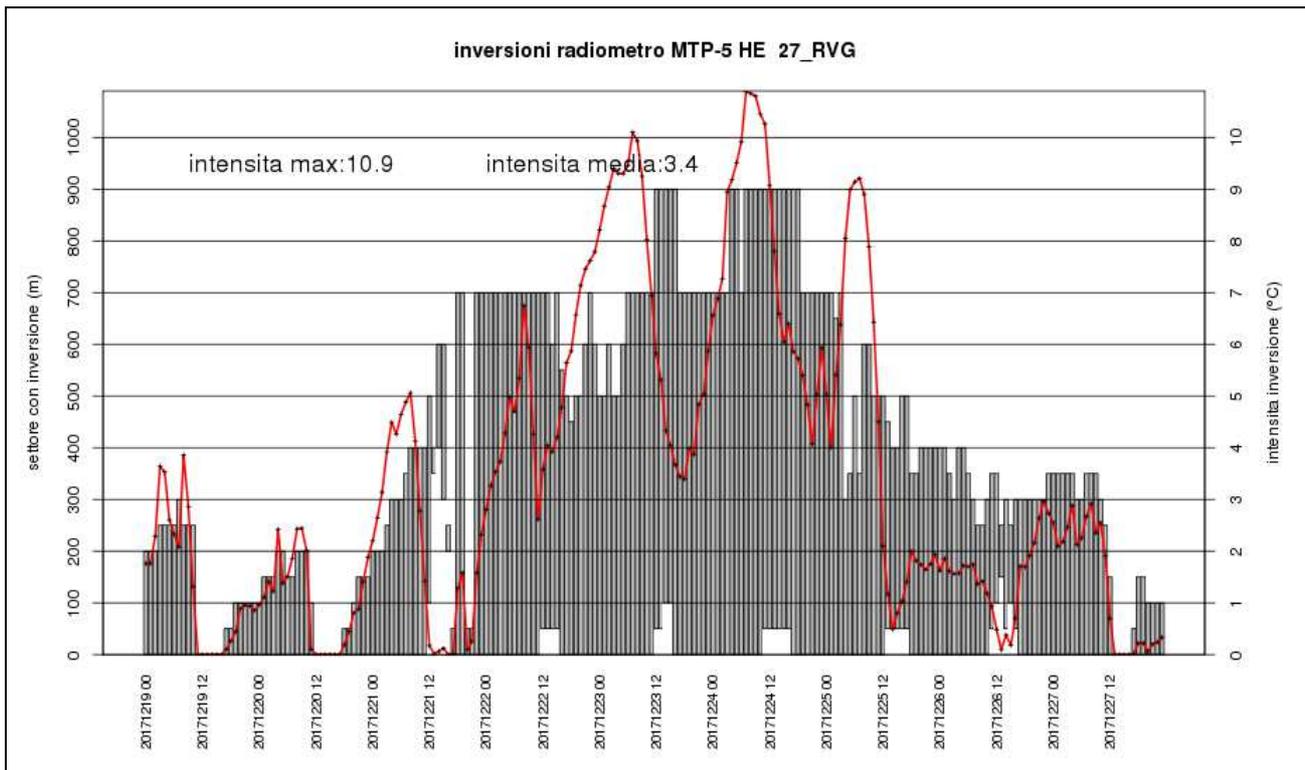


Episodio dal 20 al 26 dicembre.

Da metà dicembre fino al 26 la regione è interessata da condizioni anticicloniche con tempo stabile; inoltre dal 20 dicembre si verifica anche l'ingresso di aria più calda in alta quota che determina l'intensificazione dell'inversione termica che fino al 25 dicembre risulta persistente e marcata anche durante il giorno (Figura 56). Tale situazione di forte subsidenza determina un aumento delle concentrazioni di polveri sottili, le cui concentrazioni restano per una settimana su valori superiori ai 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il passaggio di una saccatura atlantica nei giorni 26 e 27 porta sulla regione delle precipitazioni, che, favorendo il dilavamento, fanno diminuire i livelli di polveri sottili e mettono fine all'episodio di inquinamento acuto.



**Figura 55** andamento giornaliero delle concentrazioni di PM10 misurata nelle stazioni di qualità dell'aria, 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 ).



**Figura 56:** inversioni registrate dal radiometro di Rovigo nel periodo dal 19-12-2017 al 28-12-2017 ore 00:00: gli istogrammi rappresentano a quali quote si è verificata l'inversione, la linea rossa la differenza di temperatura tra la sommità e la base dell'inversione

## 9.6 Episodi di inquinamento da ozono

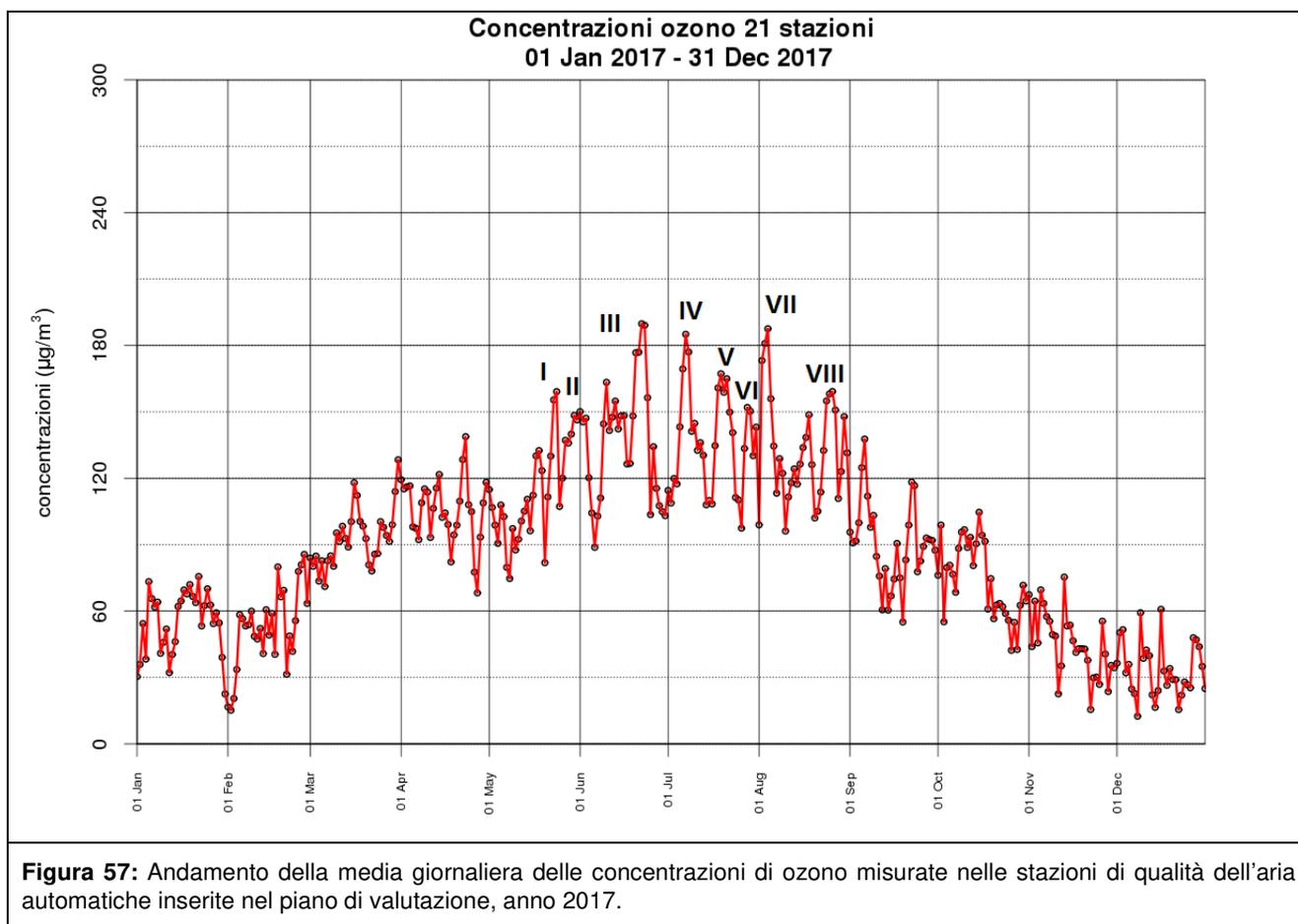
### Elenco episodi

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

Seguendo questo criterio gli episodi di inquinamento acuto da ozono del 2017 sono stati:

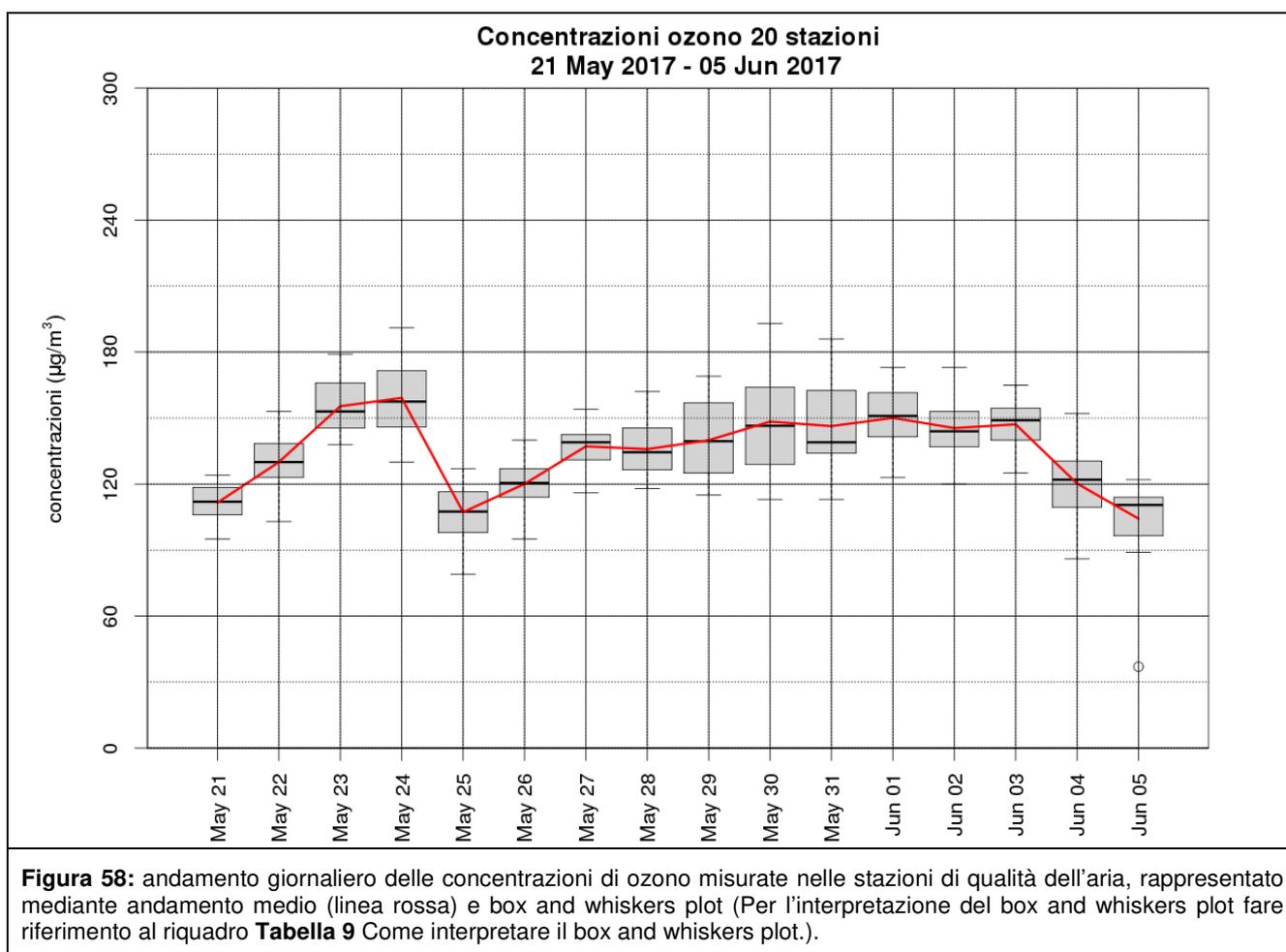
- I - dal 22 maggio al 24 maggio 2017;
- II - dal 27 maggio al 4 giugno 2017;
- III - dal 9 giugno al 24 giugno 2017;
- IV - dal 5 luglio al 13 luglio 2017;
- V - dal 17 luglio al 23 luglio 2017;
- VI - dal 27 luglio al 31 luglio 2017;
- VII - dal 2 agosto al 6 agosto 2017;
- VIII - dal 23 agosto al 27 agosto 2017.

Di seguito, si analizzano gli episodi dal primo al settimo che sono risultati i più significativi o per il periodo in cui si sono verificati o per la durata o per le concentrazioni raggiunte.



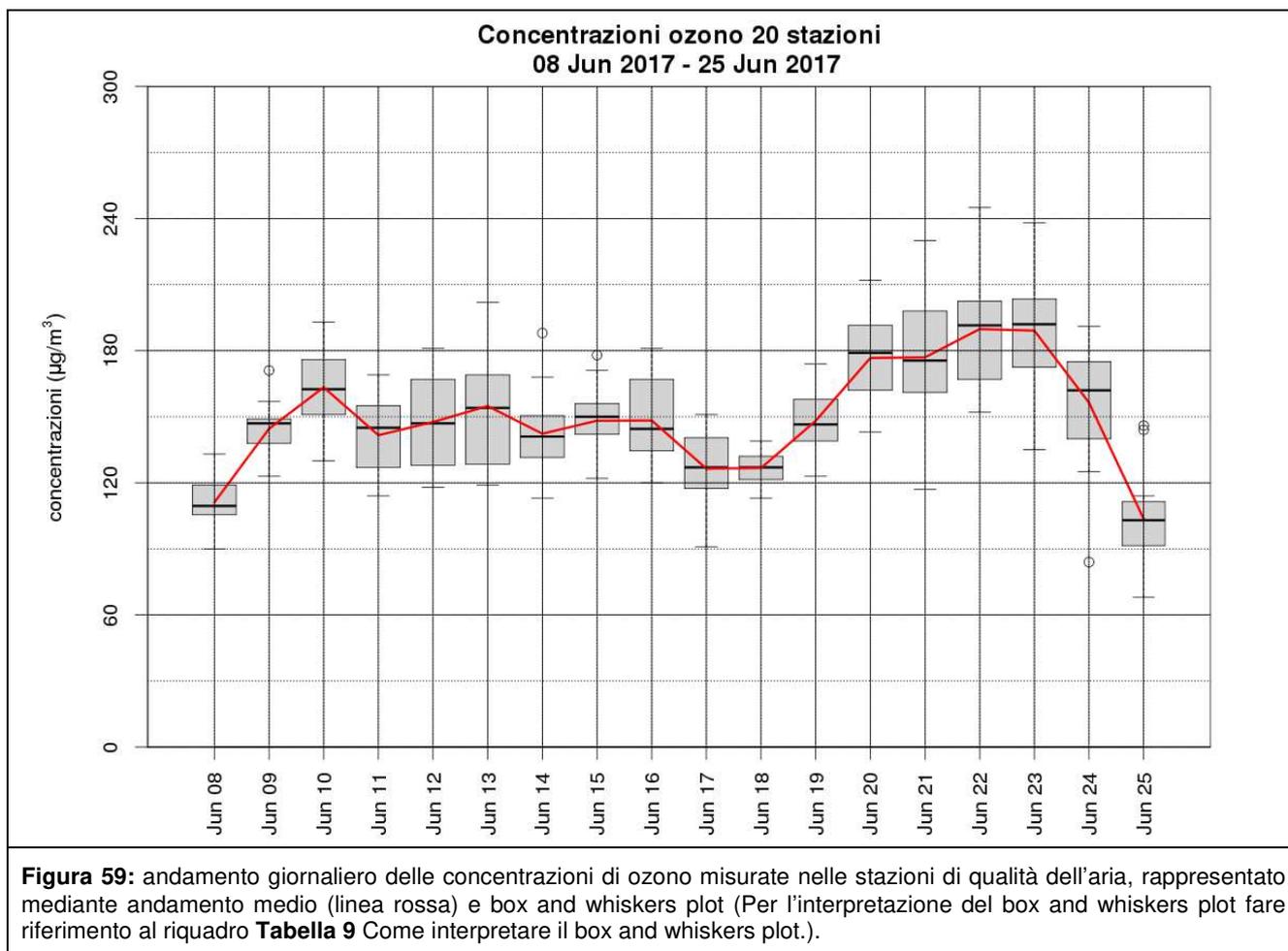
## Episodi dal 22 al 24 maggio e dal 27 maggio al 4 giugno.

I primi due episodi di inquinamento acuto da ozono si presentano piuttosto precocemente nel 2017. Questo a causa di un periodo caratterizzato da tempo stabile e ben soleggiato, con temperature superiori ai 28°C su gran parte della pianura, tra la terza decade di maggio e i primi giorni di giugno. I due episodi sono intervallati da una breve fase di variabilità che interessa il Veneto il 25 maggio, riducendo il soleggiamento e determinando una temporanea diminuzione delle concentrazioni di ozono. A partire dai primi di giugno, l'alta pressione comincia ad indebolirsi e tra il 4 e il 5, l'ingresso di correnti umide da sud-ovest da luogo a tempo variabile e a tratti instabile che favorisce la diminuzione delle concentrazioni di ozono; tale situazione mette fine al secondo episodio di inquinamento acuto da ozono.



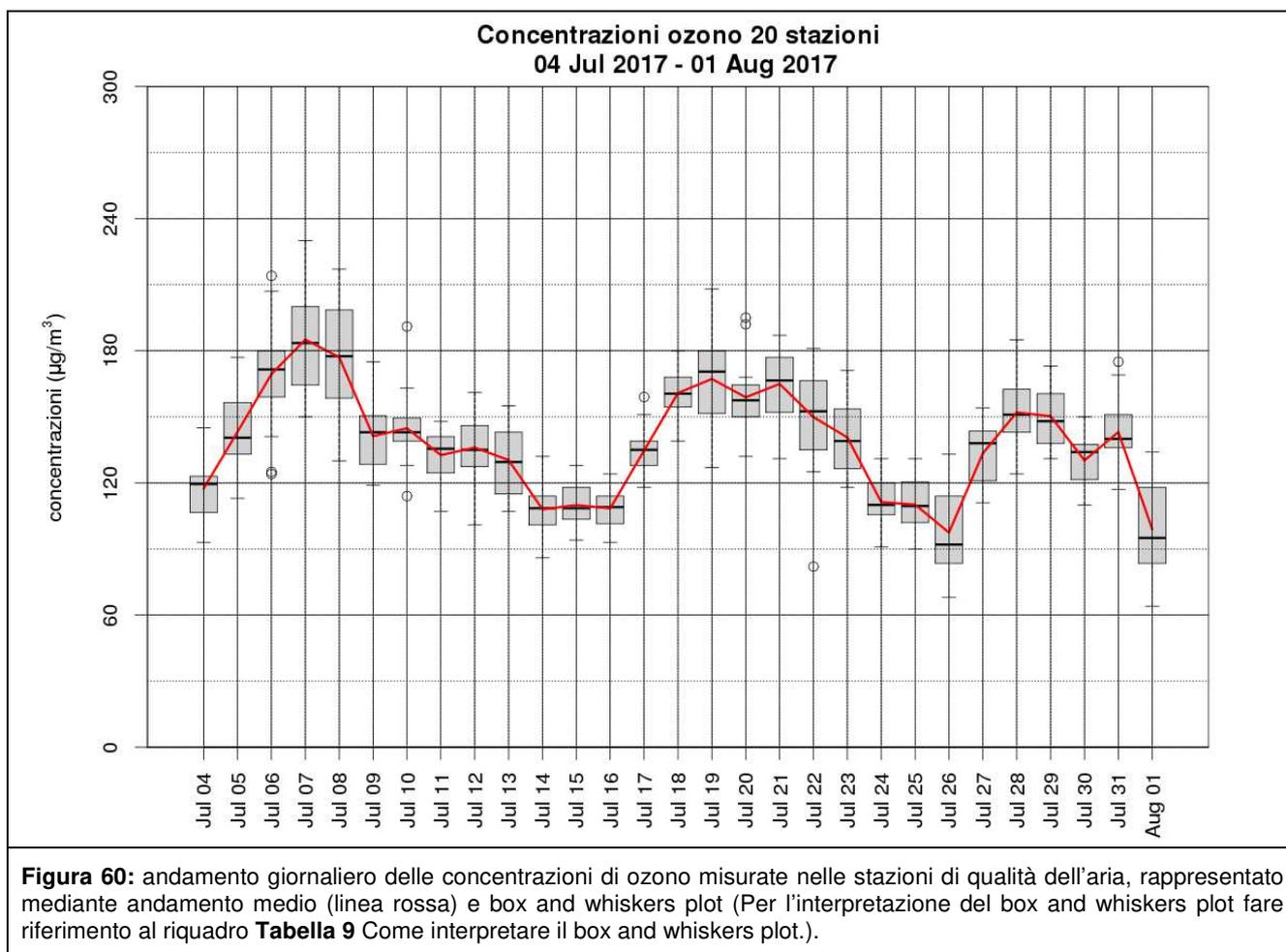
## Episodio dal 9 al 24 giugno

La prima vera ondata di calore del 2017 dura circa due settimane, tra il 7 e il 24 giugno, questo a causa della presenza di aree anticicloniche, inizialmente di origine atlantica e nella terza decade del mese di origine mediterranea. Nei giorni dal 20 al 24 giugno sono stati superati in pianura anche i 34-35°C e il 22, presso la stazione di Asiago - Cima Ekar, le concentrazioni di ozono hanno superato la soglia di allarme ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il passaggio di una saccatura atlantica il 25 giugno con una fase di marcata instabilità mette fine all'episodio di inquinamento acuto da ozono, che è il più lungo di tutta l'estate.



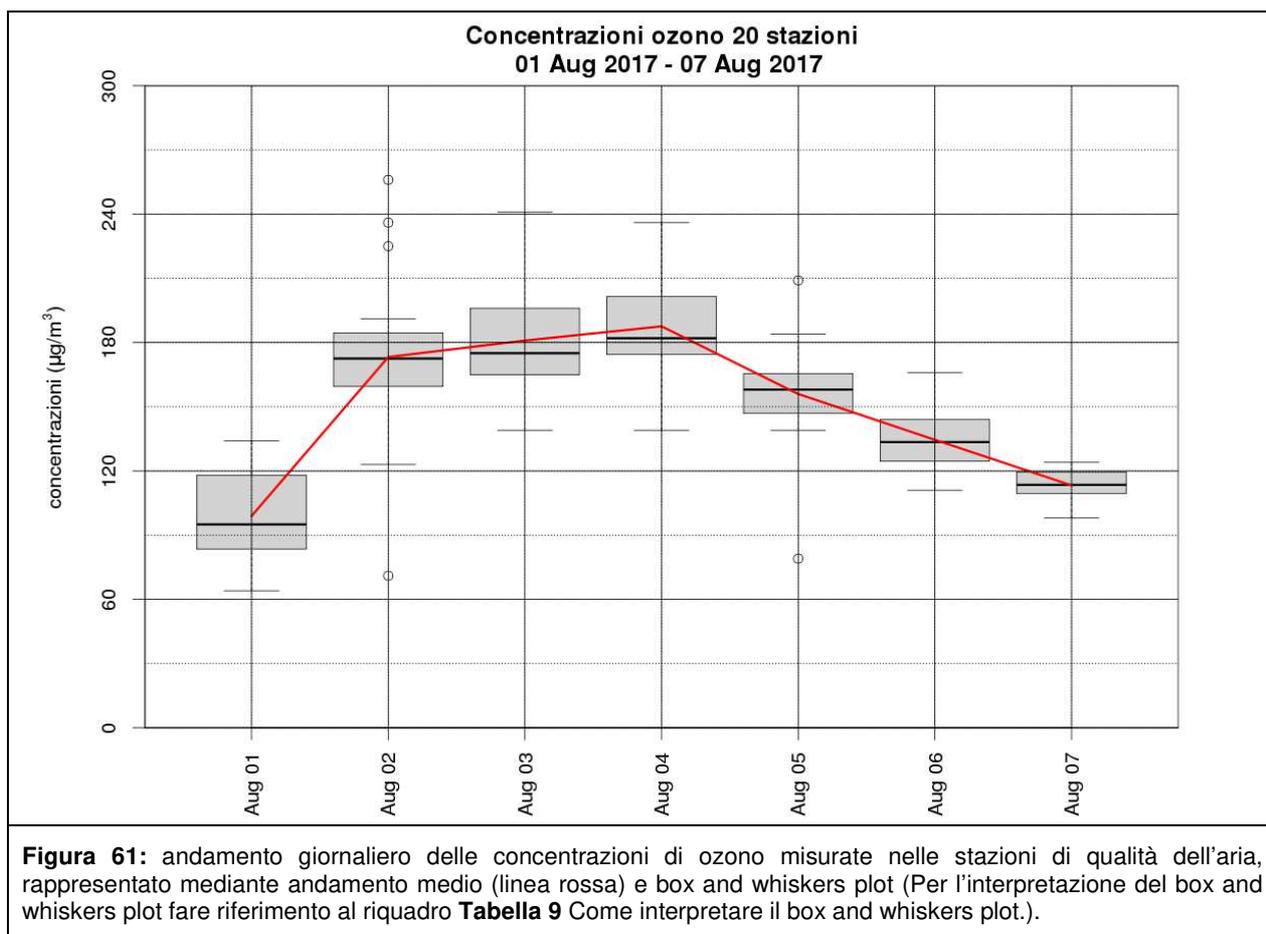
## Episodi del mese di luglio (5-13; 17-23; 27-31)

Gli episodi di luglio sono stati più brevi rispetto a quello di giugno, perché i periodi in cui hanno prevalso le condizioni anticicloniche sono stati intervallati dal passaggio di fronti (a metà mese) e saccature (24 luglio). Le temperature più elevate sono state registrate nella seconda pentade di luglio, quando in pianura le temperature massime hanno superato anche i 36°C; valori superiori ai 34°C sono stati registrati in maniera diffusa a cavallo tra la seconda e la terza decade e localmente anche verso fine mese. In corrispondenza di queste tre fasi si sono verificati i tre episodi di inquinamento acuto da ozono.



## Episodio dal 2 al 6 agosto

Il periodo più caldo dell'estate 2017 si è verificato nella prima pentade del mese di agosto, a causa dell'espansione di un promontorio anticiclonico di origine africana: le temperature hanno superato i 36°C su gran parte della pianura e localmente sono stati raggiunti anche i 38-39°C. In questo periodo le concentrazioni di ozono sono state molto elevate, come nel corso dell'ultima fase dell'episodio di giugno, e in alcune località hanno superato anche la soglia dei 240 µg/m<sup>3</sup>. Il giorno 6 il passaggio di una saccatura atlantica determina una fase di instabilità che favorisce la diminuzione delle concentrazioni di ozono e mette fine all'episodio di inquinamento acuto.



## 10. Previsione e valutazione modellistica degli inquinanti atmosferici

Il sistema modellistico SPIAIR (Sistema per la Previsione dell'Inquinamento dell'Aria), implementato dall'Osservatorio Aria, è fondato sul modello fotochimico CAMx (Comprehensive Atmospheric Model with eXtensions), sviluppato e liberamente distribuito da Ramboll Environ (<http://www.camx.com/>). Per la stima delle concentrazioni degli inquinanti simulati, il sistema SPIAIR si avvale di un complesso set di input di tipo meteorologico (modello meteo COSMO-LAMI7), geo-morfologico (orografia e uso del suolo) ed emissivo. Il dominio di simulazione copre l'intera regione Veneto e gran parte di Friuli Venezia Giulia e Trentino Alto Adige, oltre alle intere provincie di Brescia e Mantova e alla porzione nord-orientale dell'Emilia Romagna; si tratta di un dominio di circa 250 km di lato con risoluzione di 4 km.

Rispetto alle elaborazioni presentate nel precedente rapporto regionale sulla qualità dell'aria, il sistema, in continuo aggiornamento, ha subito le seguenti variazioni principali :

- da febbraio 2017 è stata aggiornata la versione del modello CAMx; si è passati dalla versione 5.4 alla versione 6.3 (Ramboll Environ, marzo 2016);
- da maggio 2017 sono state aggiornate le condizioni al contorno del sistema modellistico, in seguito all'aggiornamento e all'incremento di risoluzione del sistema modellistico PREV'AIR;
- da settembre 2017 è stato aggiornato l'input emissivo del sistema modellistico; l'attuale anno di riferimento delle emissioni è il 2015, ottenuto attraverso la proiezione, secondo le previsioni del sistema GAINS Italy, degli inventari regionali INEMAR più recenti per i territori compresi nel dominio di indagine (2014 per la Lombardia e 2013 per le restanti regioni compreso il Veneto).

Il sistema SPIAIR pubblica giornalmente, da aprile 2017, le mappe di previsione fino a + 72 ore della media giornaliera del PM10 e del massimo orario (su base giornaliera) di ozono, ma può essere utilizzato anche per la valutazione della qualità dell'aria, assumendo come miglior stima delle concentrazioni la previsione a +24 ore.

### Valutazione dei livelli delle Polveri PM10

Al fine di limitare lo scarto con i dati misurati è stata introdotta una correzione della mappa previsionale basata sullo scarto effettivo tra modello e misura rilevato in corrispondenza di un set di stazioni ritenute idonee (le stazioni di fondo rurale e urbano dotate di analizzatore automatico). In tal modo è possibile produrre, con un ritardo di 24 ore (il cosiddetto "near real time"), una mappa realistica delle concentrazioni di PM10 sul territorio regionale.

Tale metodologia ha subito un'evoluzione nel corso dell'anno ed è da considerarsi ancora in fase sperimentale, tuttavia si ritiene che possa essere applicata efficacemente per calcolare le mappe degli indicatori annuali del PM10. Nel paragrafo successivo, dedicato agli obiettivi di qualità della stima modellistica, viene presentata una verifica dell'algoritmo di correzione.

In Figura 62 è presentata la mappa della media annuale del PM10 relativa all'anno 2017; con un pallino circolare sono state riportate le medie misurate presso i siti di background urbano e rurale, rappresentate nella stessa scala di colore del modello. Si confermano gli andamenti spaziali già riscontrati nelle valutazioni precedenti, 2015 e 2016, con concentrazioni decrescenti con la quota e in vicinanza alla linea di costa, anche se sulla parte centro-orientale della provincia di Rovigo permane una tendenza alla sottostima delle concentrazioni; rispetto al 2016 spicca l'area urbana di Padova, dove il limite annuale di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  è stato superato.

Nelle mappe di Figura 63 e Figura 64 sono riportati invece, rispettivamente, il numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero di protezione della salute ed il 36° massimo valore, ottenuto ordinando in senso decrescente le medie giornaliere simulate per ogni cella dal modello o

registrate presso le stazioni di monitoraggio (per rispettare il limite normativo questo valore dovrebbe essere strettamente al di sotto di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); anche in questo caso risalta l'area urbana di Padova dove infatti la stazione di Mandria ha registrato più di 100 superamenti.

### Valutazione dei livelli di Ozono

La valutazione su scala regionale delle concentrazioni di ozono e il relativo confronto con i livelli di protezione della salute umana è stata effettuata a partire dagli output modellistici "puri" della previsione +24 ore. A differenza di quanto presentato per il PM10, le elaborazioni descritte di seguito sono il risultato diretto delle simulazioni modellistiche (attualmente non è stata implementata una procedura di correzione delle concentrazioni massime di ozono).

Le mappe di Figura 65 e Figura 66 sono relative rispettivamente al numero di giorni di superamento del valore obiettivo per la salute umana (calcolato come il valore massimo giornaliero della media mobile di 8 ore) e al numero di giorni in cui si è registrato almeno un superamento della soglia di informazione di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Figura 65 si nota la tendenza del modello a una sovrastima generalizzata delle massime medie mobili giornaliere, ad eccezione del veneziano, dove si concentrano numerose fonti di ossidi di azoto che riducono la concentrazione di ozono (per ovviare a tale situazione nell'ultima parte dell'anno è stata attivata un'opzione del modello CAMx, - denominata "plume-in-grid"- che tratta le maggiori sorgenti puntuali con un modulo langragiano innestato sulla griglia euleriana; si effettua cioè una simulazione del pennacchio di emissione di alcune importanti sorgenti industriali dell'area di Porto Marghera). La mappa di Figura 66 evidenzia d'altra parte una sottostima significativa per la stazione di Asiago ed una sovrastima su Alta Padovana e pianura meridionale.

In entrambe le mappe gli andamenti spaziali sono abbastanza ben riprodotti, e si può notare che la zona con le concentrazioni simulate più critiche è la zona pedemontana ed in particolare la parte tra Vicenza e Verona, dove anche le stazioni di monitoraggio tendenzialmente rilevano i livelli di ozono più elevati (ad eccezione di Asiago).

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

La mappa di Figura 67 riporta l'IQA, calcolato a partire dalle concentrazioni di PM10, Ozono e Biossido di azoto come descritto in dettaglio alla pagina <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa>.

Tale elaborazione è stata ottenuta a partire dagli output modellistici puri +24h, sia per Ozono che per  $\text{NO}_2$  e PM10, ed ha l'obiettivo di individuare in modo integrato le aree più critiche per la qualità dell'aria. Nella mappa è rappresentata la percentuale di giorni in cui il modello (e con i pallini, la misura) registra un IQA maggiore di 100, che implica il superamento del limite giornaliero del PM10 o del valore obiettivo di protezione della salute dell'ozono (dato che il limite orario dell' $\text{NO}_2$  non viene mai superato nelle stazioni di fondo). In altri termini è la percentuale di giorni con una qualità dell'aria mediocre, scadente o pessima. Come si può notare, nella zona centrale e sud occidentale della pianura veneta, tra il 40 e il 50% dei giorni dell'anno si registrano livelli di qualità dell'aria potenzialmente dannosi per le fasce più sensibili della popolazione, mentre nella restante parte della regione i livelli si attestano comunque tra il 30 ed il 40%. Come precedentemente indicato, nell'area del veneziano si denota una sottostima dei livelli critici per l'ozono e quindi una relativa sottostima anche dell'IQA.

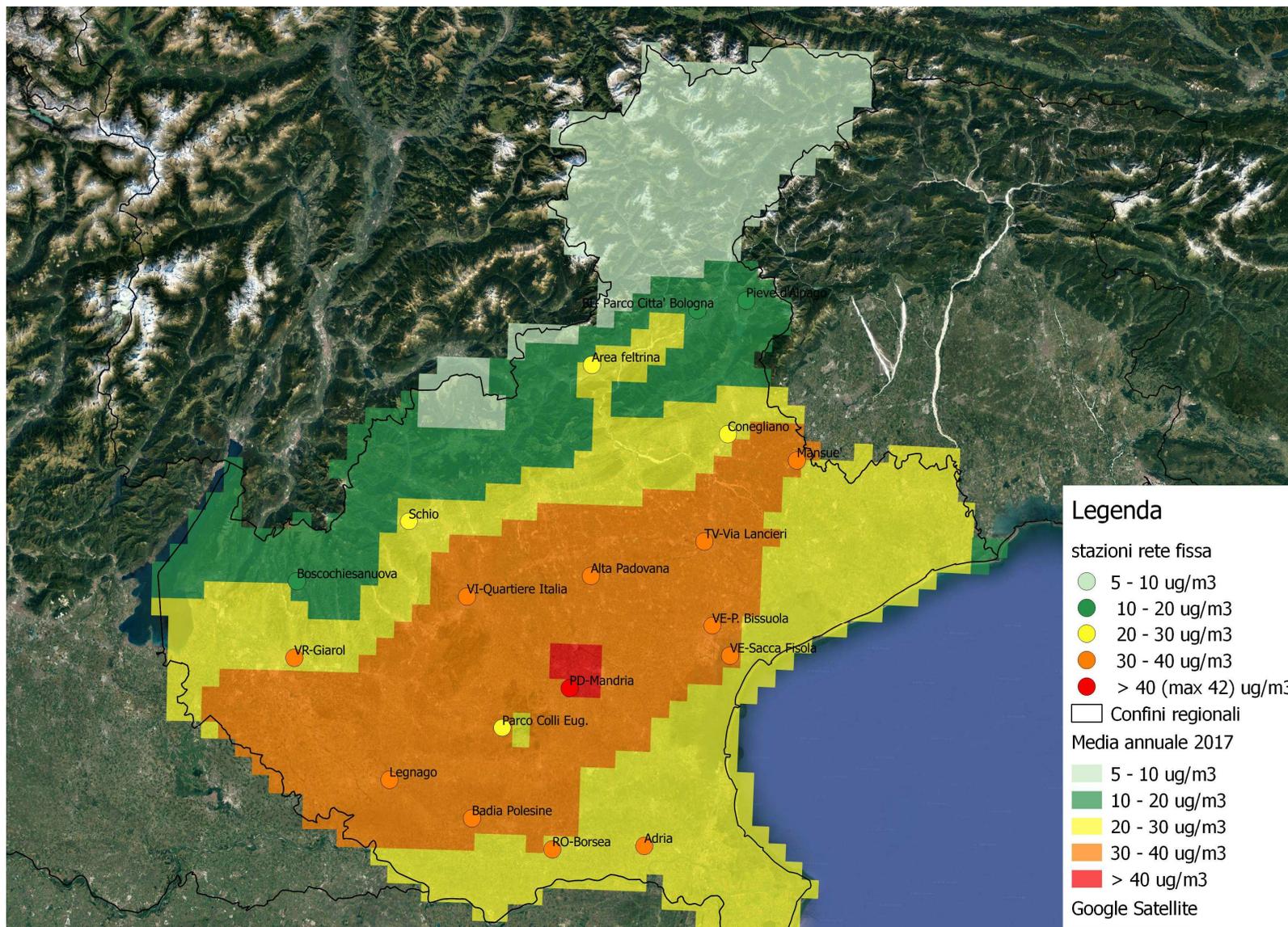


Figura 62 Media annuale PM10 anno 2017

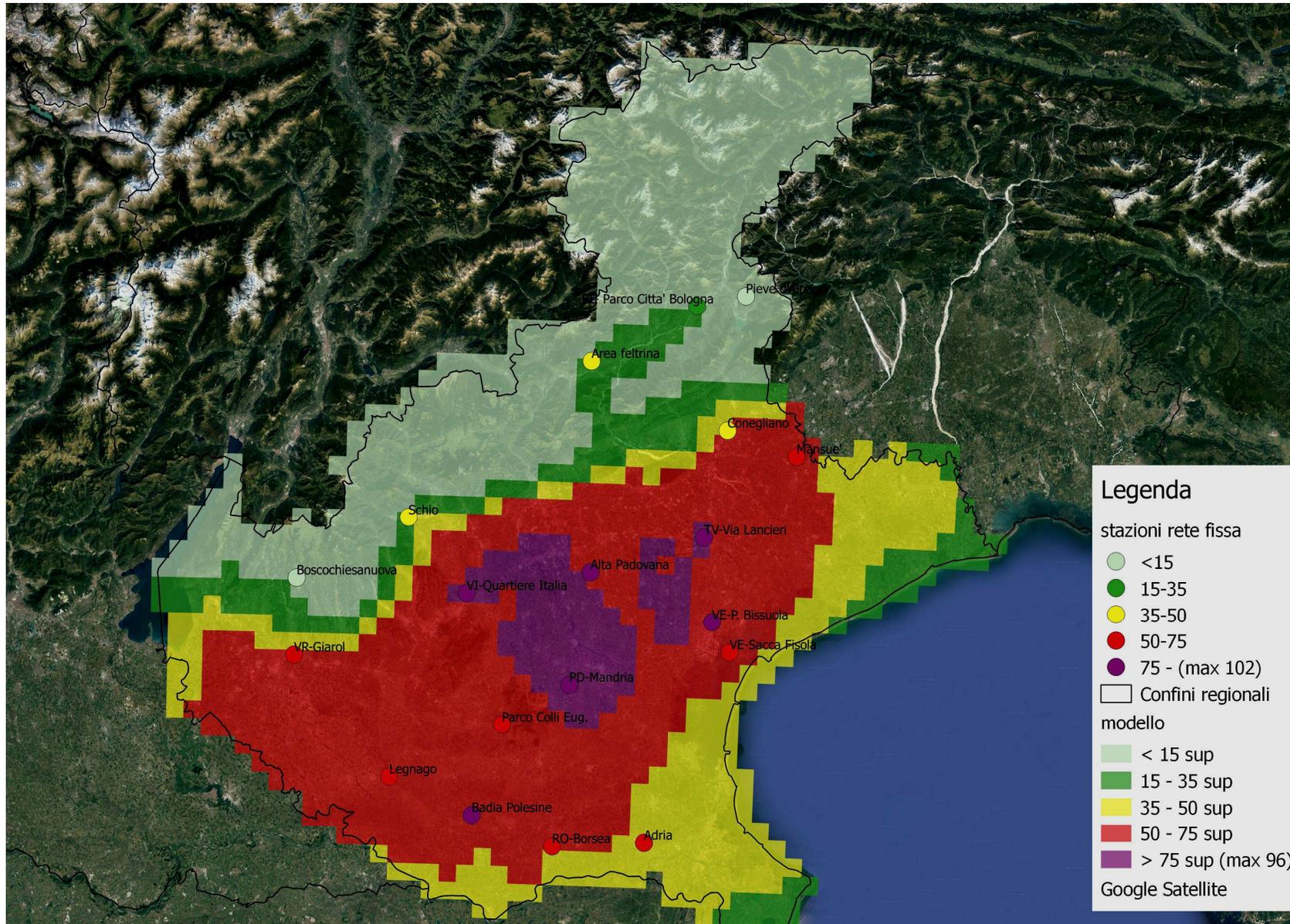
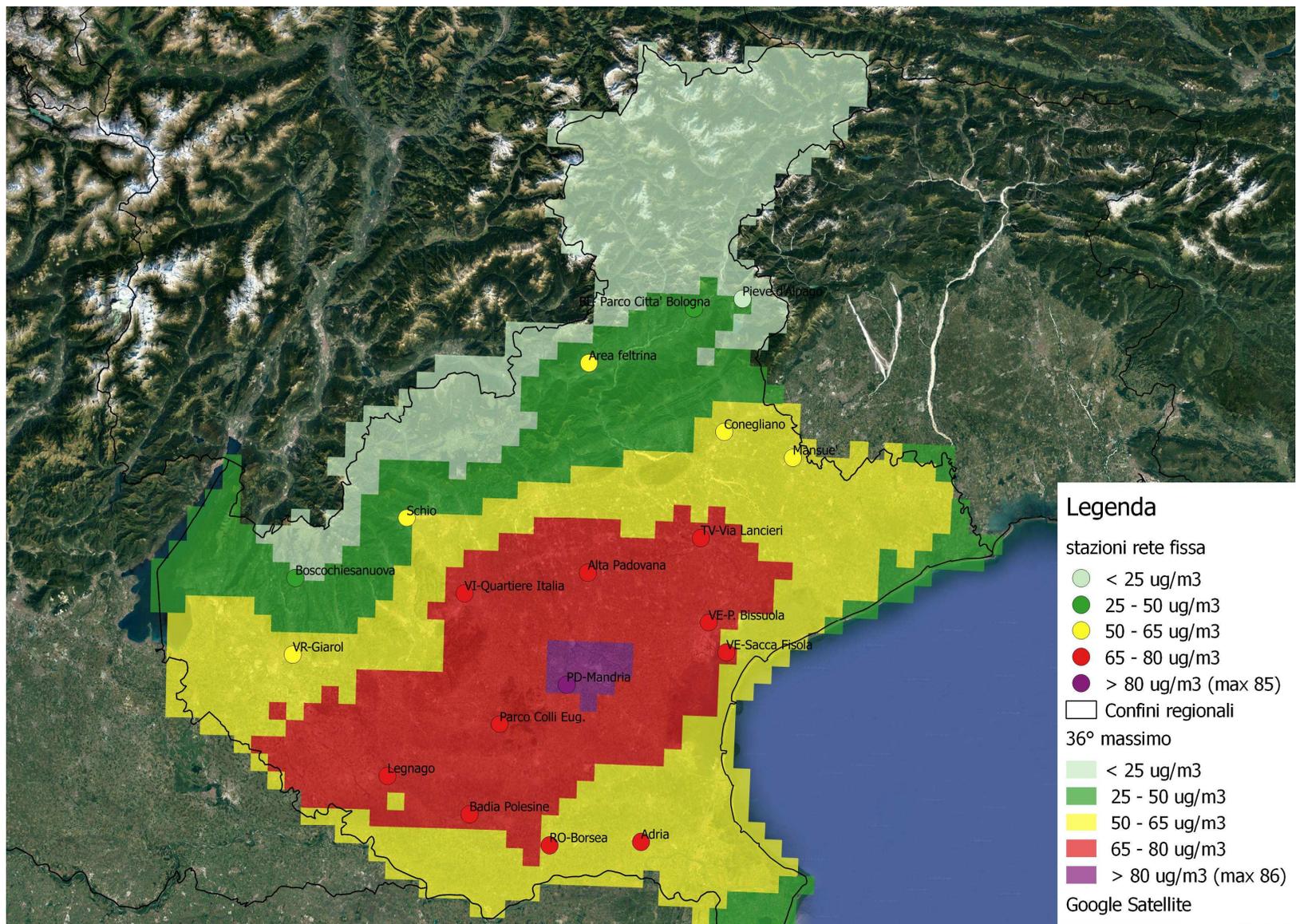
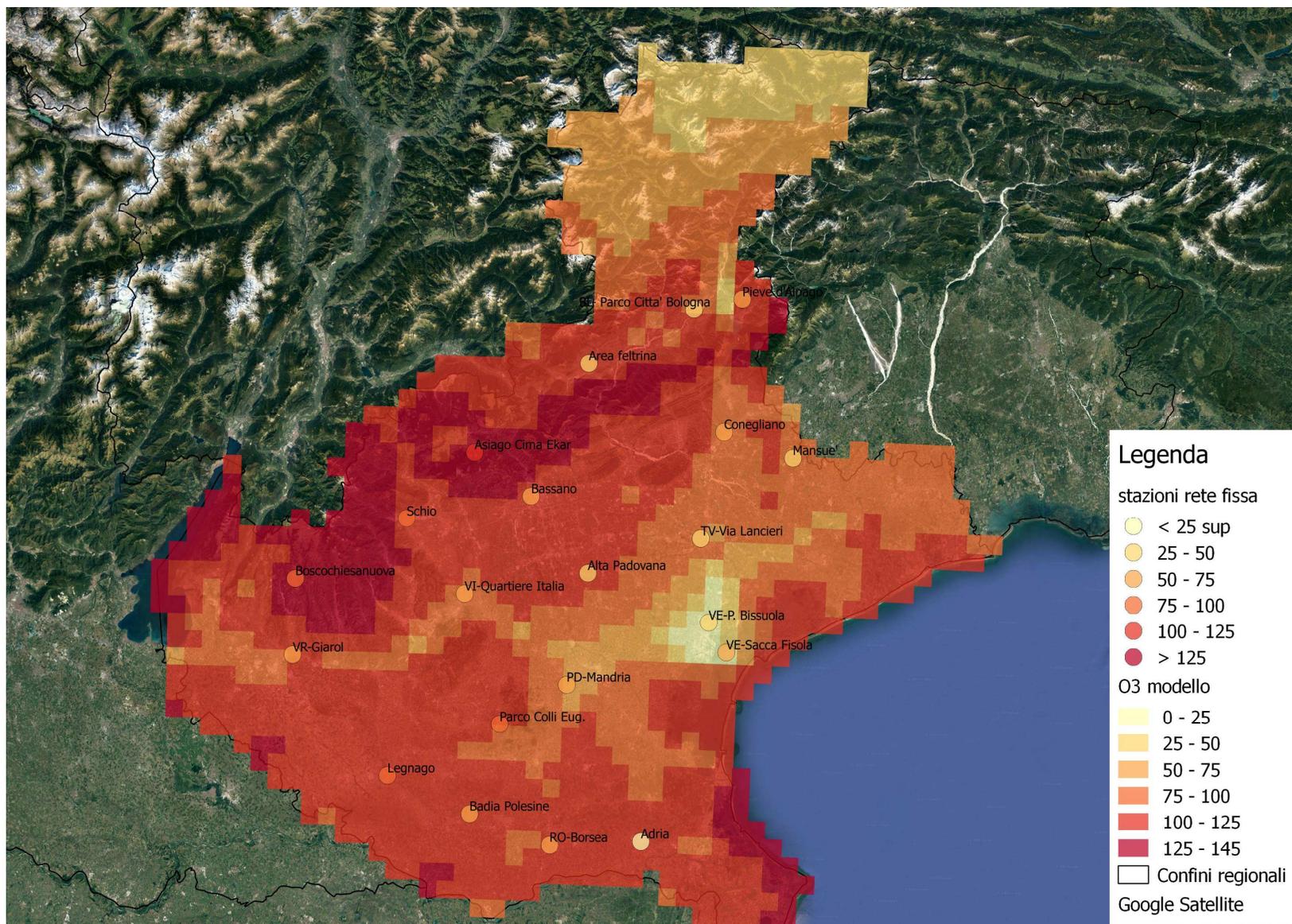


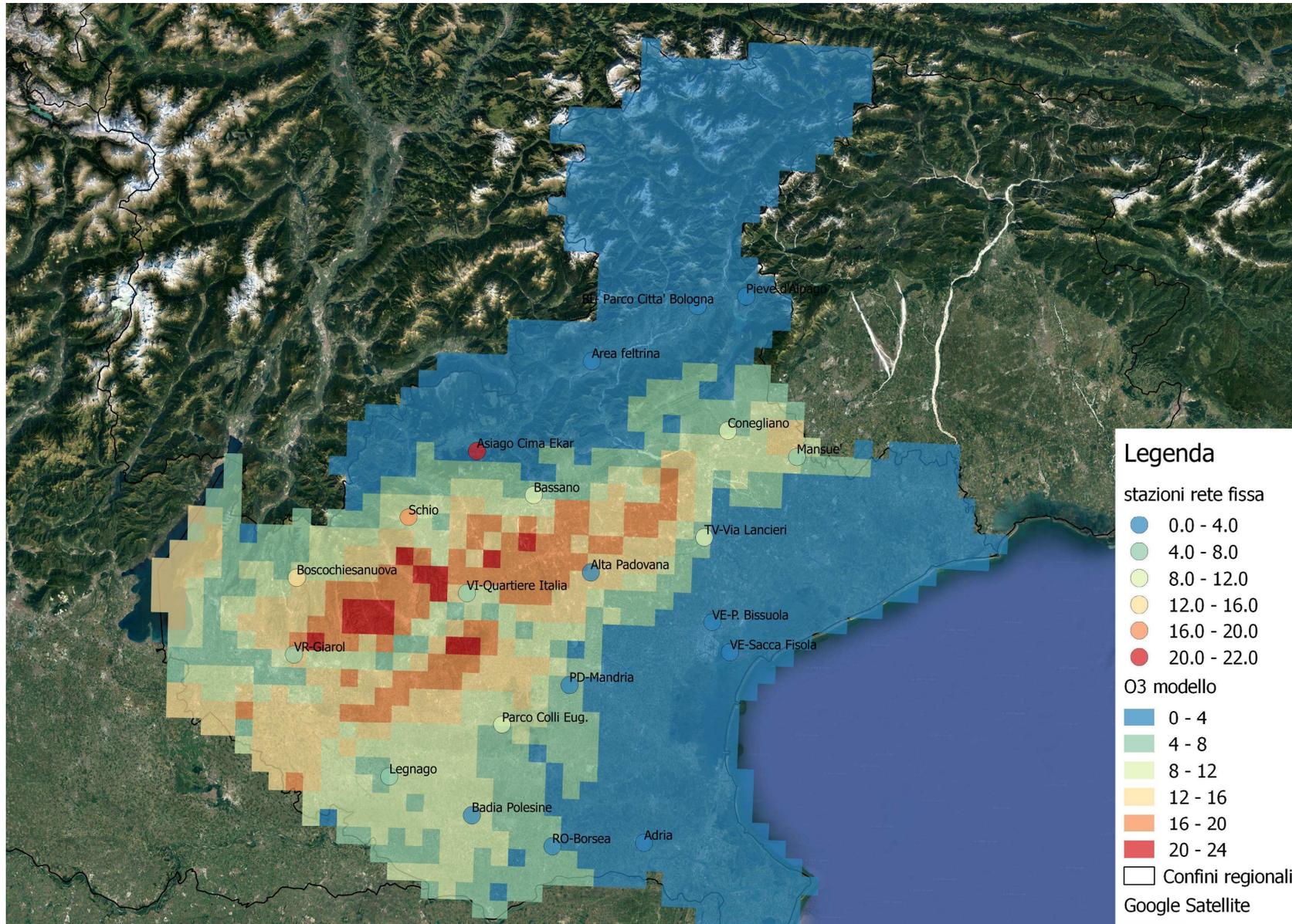
Figura 63: N° giorni superamento PM10



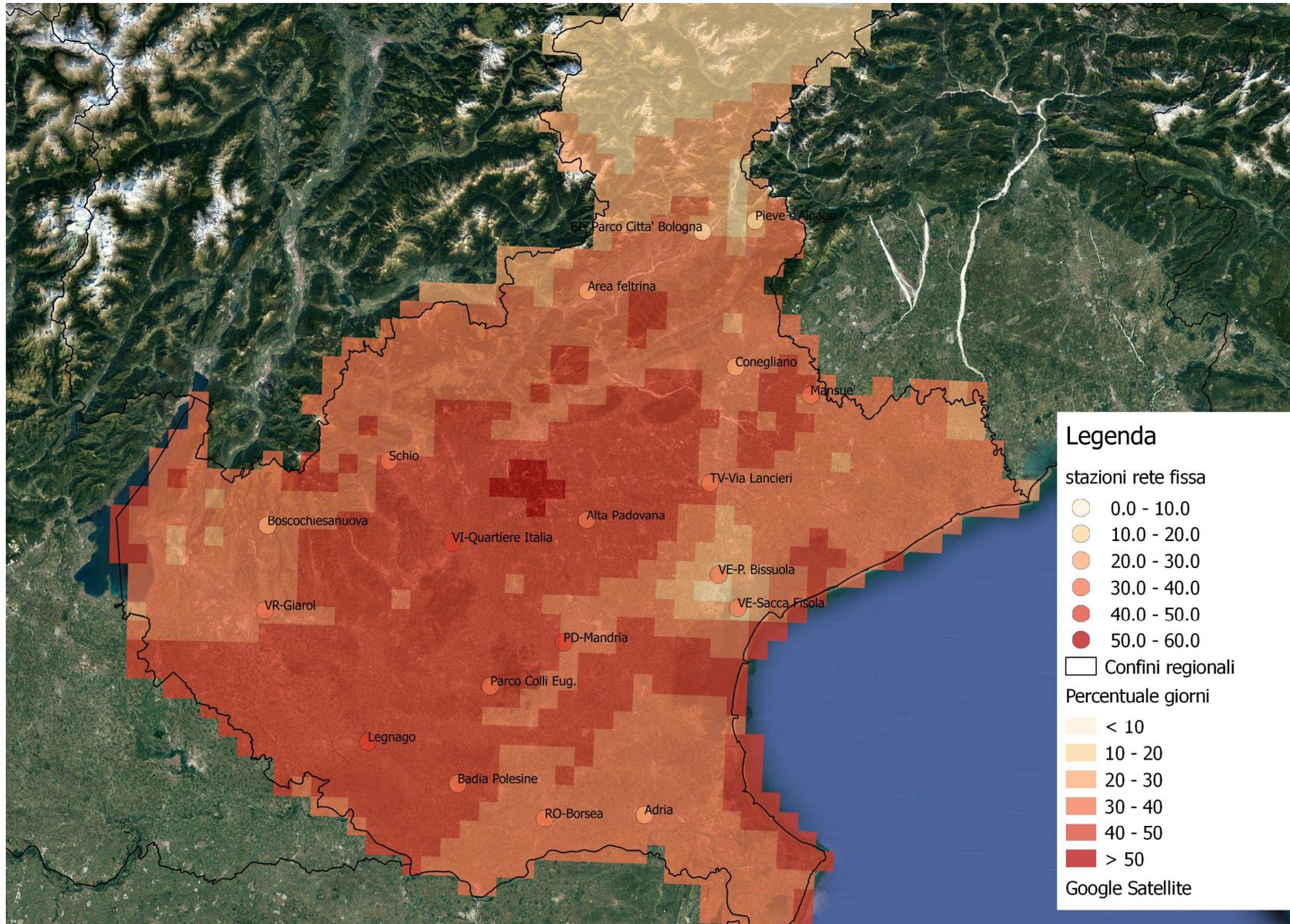
**Figura 64:** 36° massimo delle concentrazioni giornaliere di PM10



**Figura 65:** N° giorni di superamento del valore obiettivo dell'ozono



**Figura 66:** N° giorni con superamento della soglia di informazione



**Figura 67:** percentuale di giorni con IQA da mediocre a pessimo (si registra almeno un superamento dei limiti di protezione della salute umana).

## 10.1 Obiettivi di qualità della stima modellistica per l'anno 2017

La direttiva Europea 2008/50/CE, rispetto alle precedenti, ha posto una maggiore enfasi sull'uso dei modelli per la valutazione della qualità dell'aria. I modelli utilizzati a tale scopo devono soddisfare dei requisiti minimi di qualità che consistono nel contenere lo scarto rispetto alle misure entro certi limiti. La Tabella I dell'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 (che ha recepito a livello nazionale la direttiva) riporta le seguenti incertezze per le stime modellistiche, differenziate secondo l'inquinante e il tempo di mediazione.

**Tabella 10** Obiettivi di qualità per la stima degli indicatori mediante calcolo modellistico.

Incertezza della modellizzazione	Biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, monossido di carbonio	Benzene	Particolato (PM10/PM2,5) e piombo	Ozono e relativi NO e NO <sub>2</sub>
Medie orarie	50%	-	-	50%
Medie su otto ore	50%	-	-	50%
Medie giornaliere	50%	-	da definire	-
Medie annuali	30%	50%	50%	-

L'incertezza è stata calcolata seguendo quanto riportato al punto 6 dell'Allegato I del decreto: "Per le tecniche di modellizzazione l'incertezza corrisponde allo scarto massimo tra le concentrazioni determinate con tali tecniche e quelle rilevate nel 90% di una selezione di siti fissi di campionamento, indipendentemente dall'ordine cronologico a cui si riferiscono i dati nel periodo considerato, rapportato al valore limite o al valore obiettivo. L'incertezza è calcolata come indicato nell'Appendice III, par. 1.4". Per le medie annuali la formula di calcolo generale dell'errore relativo (ER), riportata al par. 1.4 dell'Appendice III del decreto, diventa:

$$ER = \frac{|\bar{O} - \bar{M}|}{VL}$$

dove  $\bar{O}$  è la media annuale delle misure,  $\bar{M}$  è la media annuale calcolata dal modello e VL è il valore limite.

Per le medie giornaliere si ha :

$$ER = \frac{|O_{vl} - M_{vl}|}{VL}$$

Dove  $O_{vl}$  è la concentrazione misurata più vicina al valore limite VL e  $M_{vl}$  è la corrispondente concentrazione simulata calcolata nella distribuzione quantile-quantile (distribuzione in cui valore misurato e valore simulato sono abbinati ordinando tutte le concentrazioni misurate e simulate in ordine crescente). In accordo con quanto prescritto nel decreto, l'errore relativo ER si calcola per il 90% di una selezione di stazioni. Dato che la risoluzione del modello di dispersione è di 4 x 4 km<sup>2</sup> si è ritenuto di escludere le stazioni più rappresentative di realtà locali, come quelle classificate "di traffico". Il Massimo Errore Relativo (MER), definito come il massimo degli errori ER calcolati per (almeno) il 90% delle stazioni, rappresenta l'incertezza della stima modellistica.

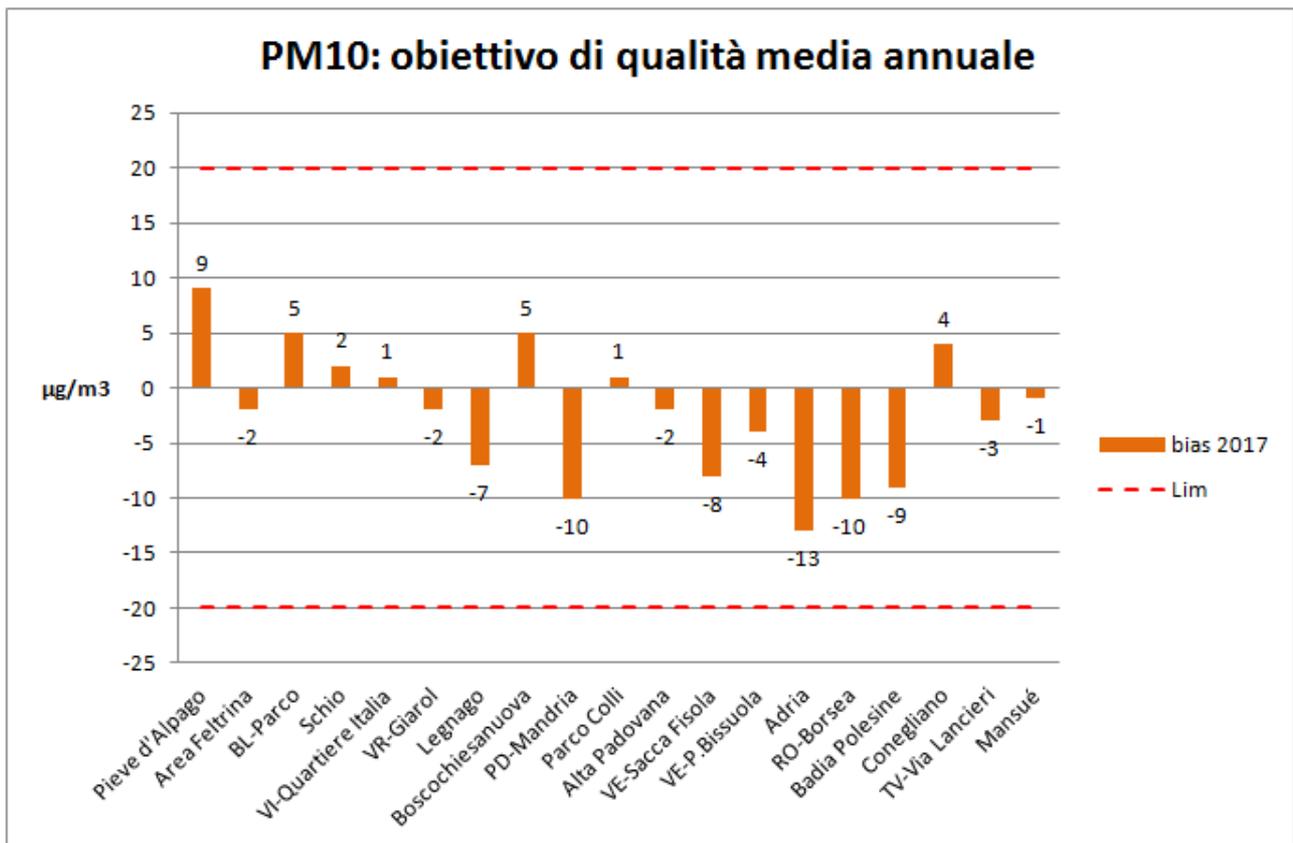
Gli inquinanti considerati per la valutazione degli obiettivi di qualità sono: PM10 (media giornaliera e media annuale), PM2.5 (media annuale) e O<sub>3</sub> (valore orario e massima media mobile giornaliera). La verifica riguarda la scadenza +24h dell'output modellistico puro.

## Obiettivi di qualità per il PM10 e PM2.5

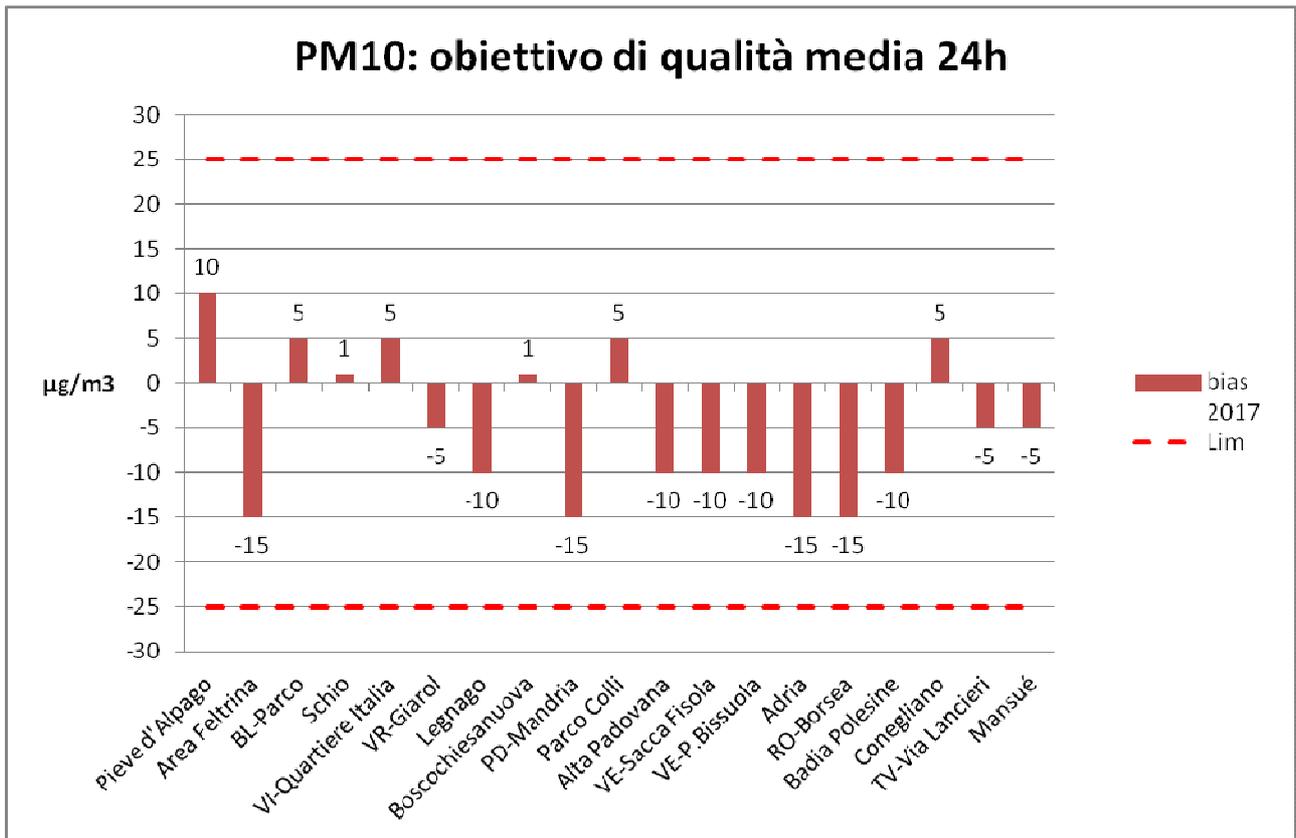
Per le medie annuali delle polveri PM10 e PM2.5 è prevista una incertezza pari al 50%. Anche se per le medie giornaliere PM10 non è previsto un obiettivo, si può comunque ipotizzare una incertezza pari al 50%, per valutare la performance del modello rispetto a questo parametro.

L'obiettivo di qualità implica un MER inferiore al 50% del Valore Limite o, in maniera del tutto equivalente, che il massimo valore assoluto dello scarto modello-misura sia inferiore al 50% del Valore Limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ossia  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le medie annuali PM10 e  $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le medie annuali PM2.5, e al 50% del Valore Limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ossia  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , per le medie giornaliere PM10.

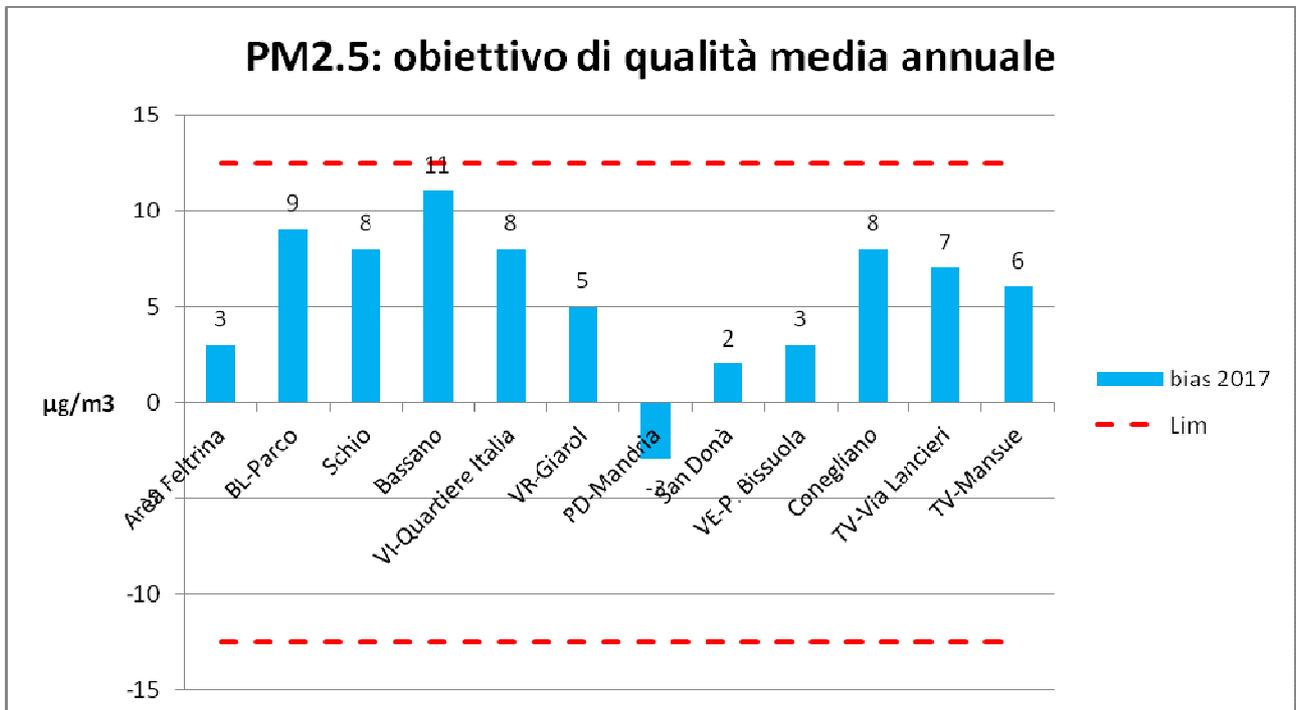
I grafici seguenti riportano la situazione; in ogni grafico è riportato il bias (scarto) modello-misura per ogni stazione, inoltre sono riportate le linee corrispondenti al  $\pm 50\%$  del rispettivo Valore Limite.



(a)



(b)

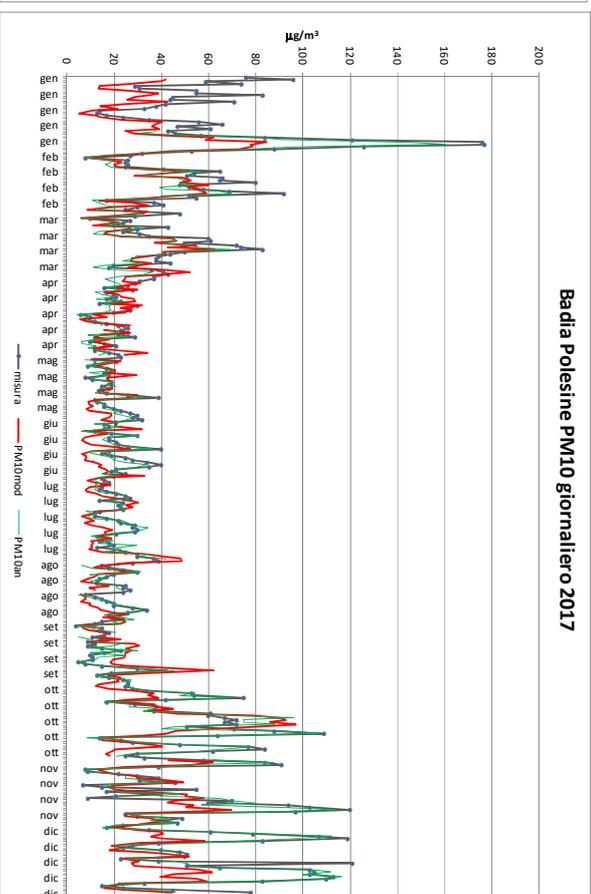
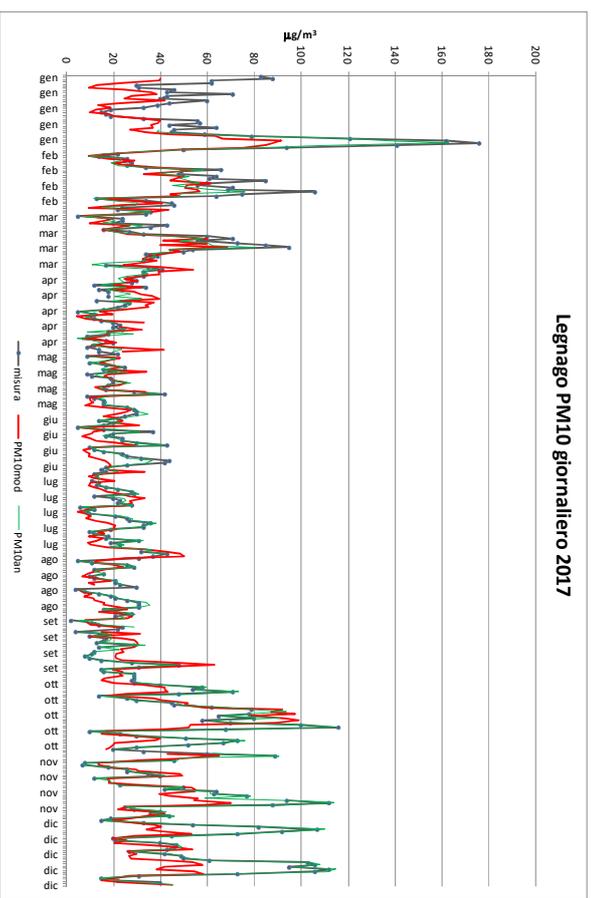
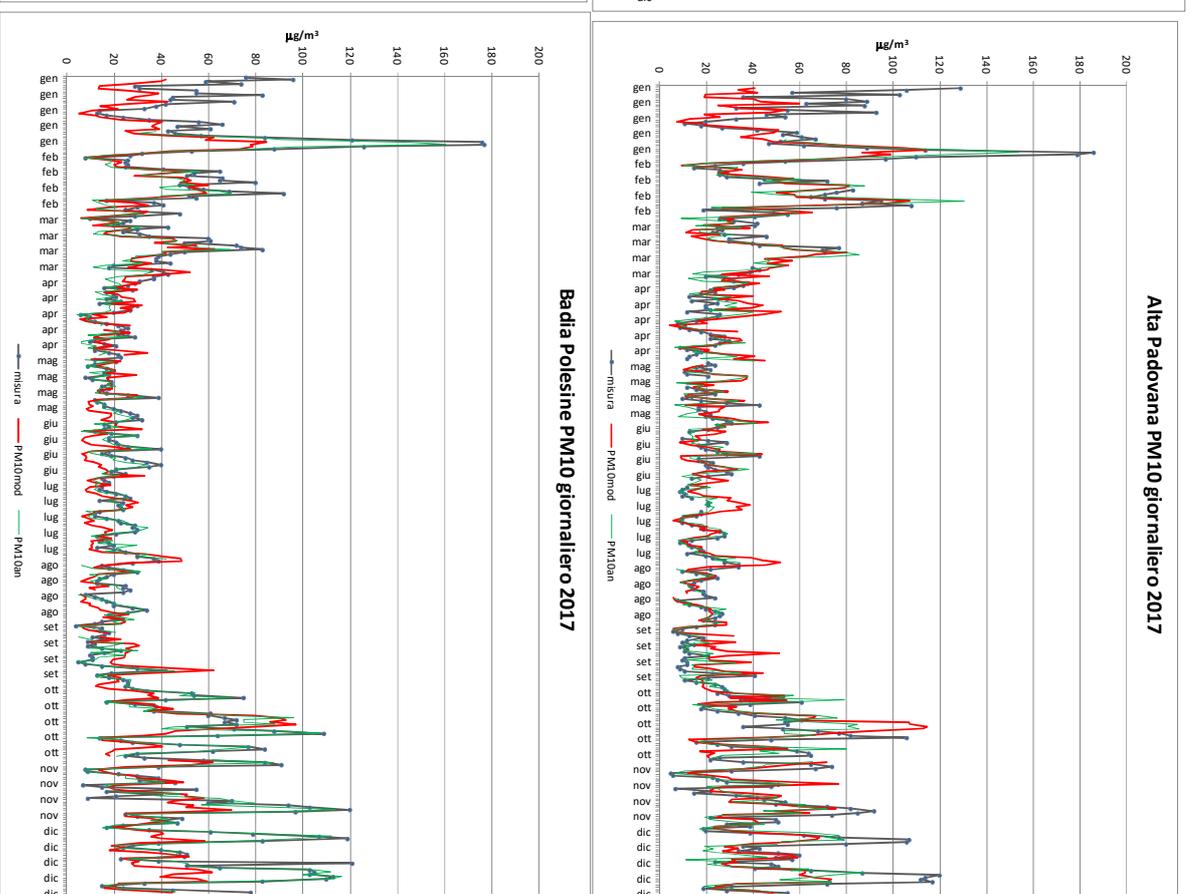
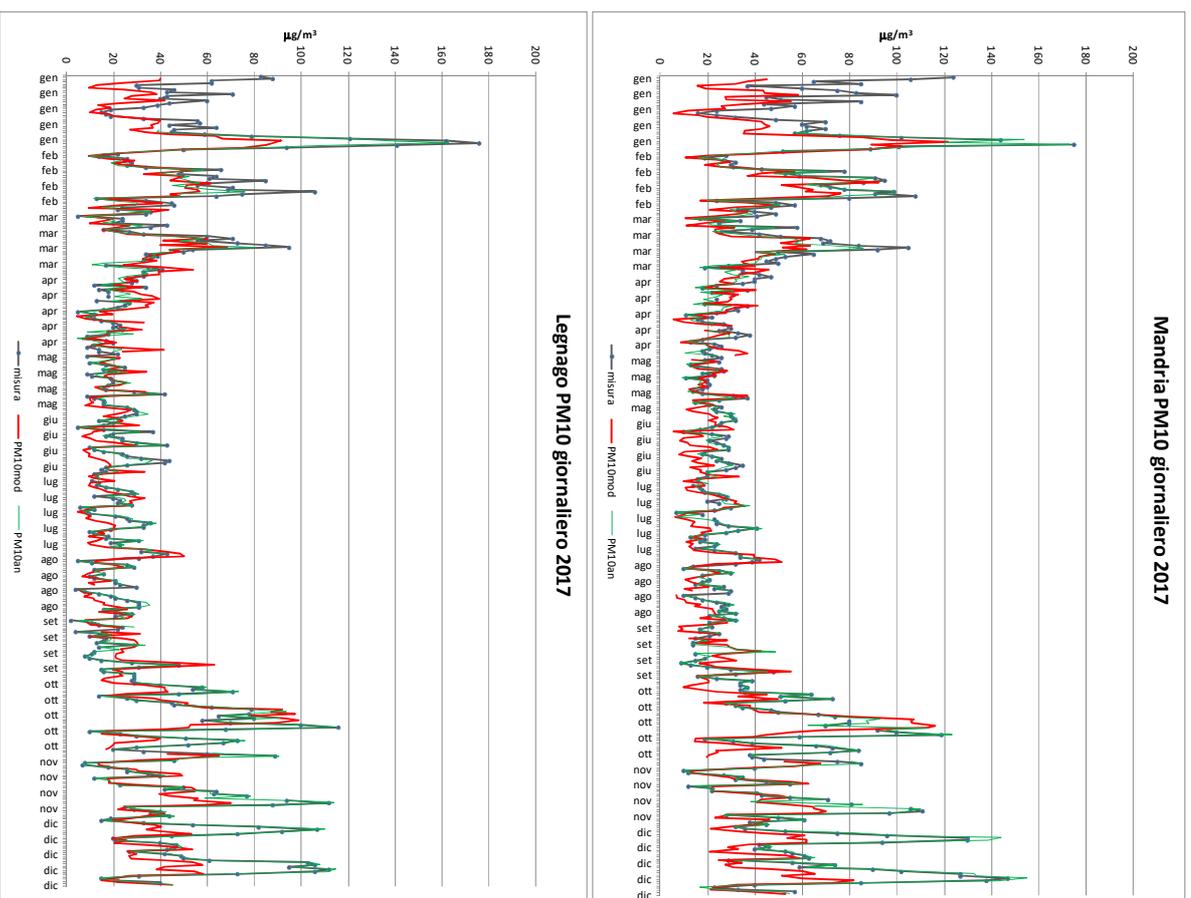


(c)

**Figura 68** Confronto modello-misura per le medie annuali (a) e medie giornaliere (b) del PM10. Confronto modello-misura per le medie annuali PM2.5(c)

Gli obiettivi di qualità sono rispettati; le stazioni “peggiori” in termini di scarto modello-misura risultano Adria per la media annuale PM10 e Adria, PD-Mandria e Area Feltrina Feltre per la media

giornaliera PM10. Per il PM10 nella maggior parte dei casi vi è una sottostima di 5-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , eccezion fatta per BL-Parco città di Bologna e soprattutto Pieve d'Alpago dove la sovrastima è significativa. La sottostima è sistematica sulla pianura meridionale dove in tutte le stazioni si rilevano 10-15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in meno. Per il PM2.5 invece la sovrastima è sistematica (5-10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), pur rimanendo entro i limiti, con la sola eccezione di PD-Mandria per cui si ha una leggera sottostima. Come riportato nel paragrafo precedente è stata introdotta una procedura di correzione della previsione a +24 ore del giorno precedente, con il fine di effettuare una mappa di analisi "near real time" della concentrazione di PM10. La procedura è basata sul calcolo dello scarto modello-misura in corrispondenza ai siti delle stazioni di misura provvisti di analizzatore automatico (appartenenti alle stazioni di fondo). Lo scarto è quindi interpolato sui punti della griglia del modello in funzione della distanza e della quota delle stazioni rispetto al punto considerato. La correzione apporta, ovviamente, un netto miglioramento della stima modellistica nei siti delle stazioni incluse nell'algoritmo di correzione stesso, tuttavia porta un miglioramento anche negli altri siti. Ciò è evidente nella Figura 69 in cui a sinistra sono riportate le serie temporali di PD-Mandria e Legnago, inserite nell'algoritmo di correzione, e a destra quelle di Alta Padovana e Badia Polesine, non inserite nell'algoritmo di correzione. Si nota come anche per quest'ultime si ottiene un miglioramento della correlazione oltre che una migliore stima dei livelli giornalieri e dei superamenti (nelle mappe PM10mod, in rosso, indica l'output puro, PM10an, in verde, l'output corretto).



**Figura 69:**

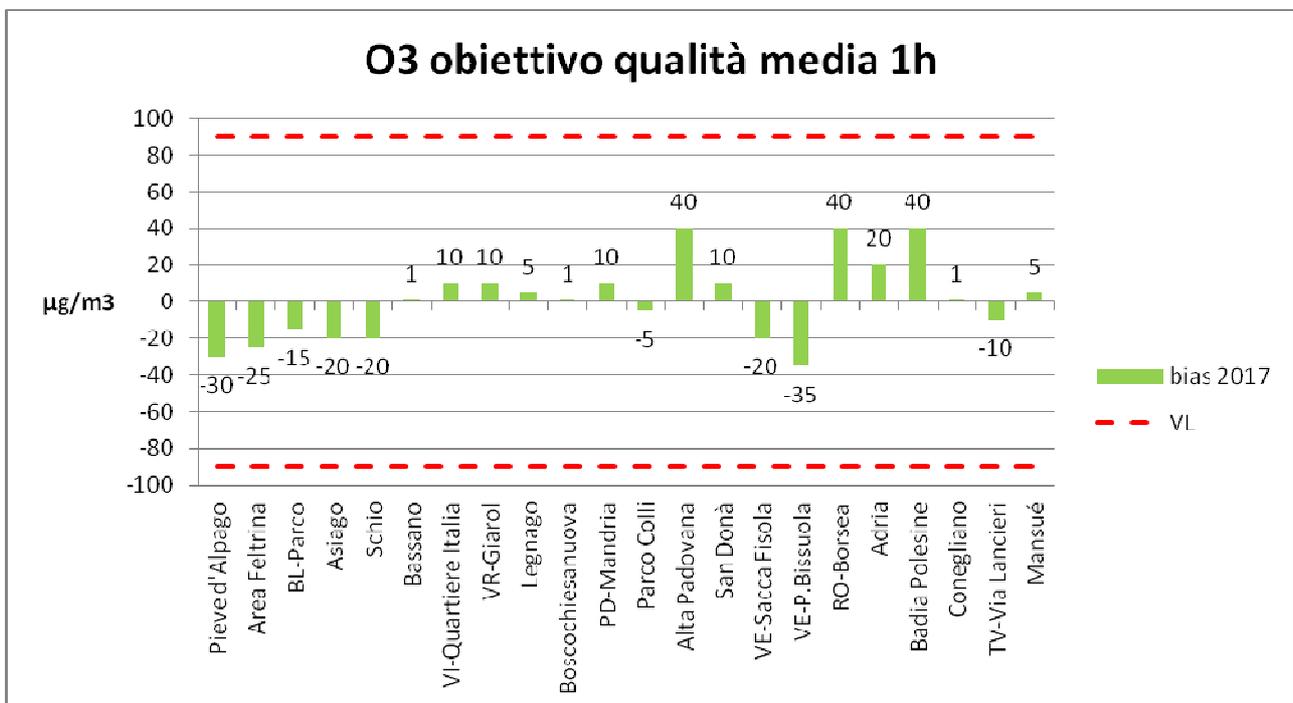
Stazione inserita nell'algoritmo di correzione

Stazione non inserita nell'algoritmo di correzione

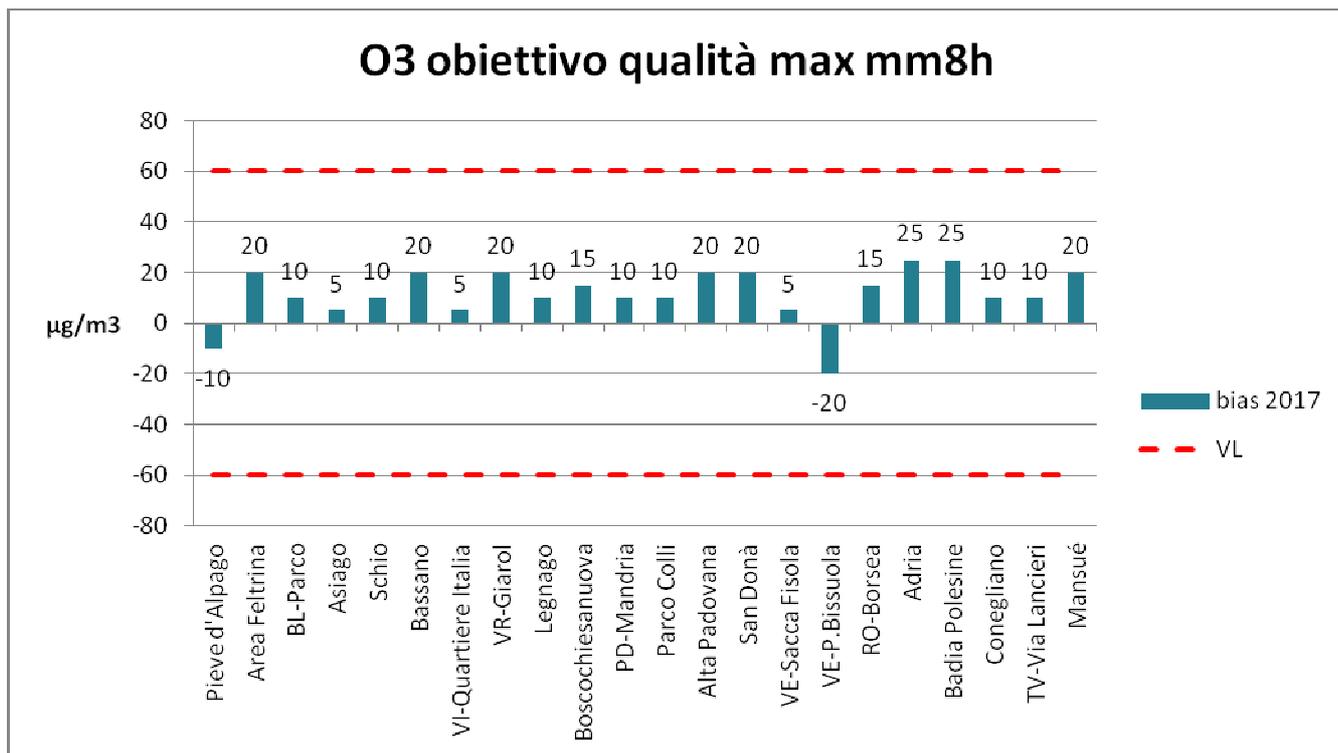
## Obiettivi di qualità per l'Ozono

Per l'ozono la tabella prevede una incertezza del 50% sia per il massimo orario che per la massima media mobile (su 8 ore) giornaliera. L'obiettivo di qualità implica che MER < 50% del Valore Limite o, in maniera del tutto equivalente, che il massimo valore assoluto dello scarto modello-misura sia inferiore al 50% del valore limite di 180 µg/m<sup>3</sup>, ossia 90 µg/m<sup>3</sup>, per la media oraria e inferiore al 50% del valore limite di 120 µg/m<sup>3</sup>, ossia 60 µg/m<sup>3</sup>, per la massima media mobile giornaliera.

I grafici seguenti riportano la situazione; in ogni grafico è riportato il bias (scarto) modello-misura per ogni stazione, inoltre sono riportate le linee corrispondenti al +/- 50 % del rispettivo Valore Limite.



(a)



(b)

**Figura 70** Confronto modello-misura per le medie orarie (a) e max medie mobili giornaliere (b) di Ozono

Anche per l'Ozono gli obiettivi di qualità sono rispettati. In generale vi è una sovrastima abbastanza sistematica (10-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) della massima media mobile giornaliera, mentre intorno alla soglia di informazione il modello sottostima sulle zone montane e sovrastima in pianura, con qualche eccezione (Venezia). La sovrastima è piuttosto marcata su Rodigino e Alta Padovana dove arriva a 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 11. Il Progetto PREPAIR

Il progetto PREPAIR è un Progetto finanziato dall'area tematica "Air" del programma "Life for Environment", il programma dell'Unione Europea che ha come obiettivo lo sviluppo e l'applicazione delle Direttive in tema di clima e ambiente. L'intervallo di svolgimento è di sette anni, dal febbraio 2017 al 31 gennaio 2024.

Obiettivo del Progetto è la creazione di un coordinamento permanente tra le Regioni del Bacino Padano per la realizzazione di azioni di risanamento della qualità dell'aria in modo integrato ed armonizzato sull'intero territorio del Bacino. PREPAIR si configura come progetto finalizzato all'applicazione su larga scala (regionale, multi-regionale, nazionale o transnazionale) di piani di risanamento ambientale previsti dalla legislazione comunitaria.

I partner coinvolti sono 17; oltre a tutte le Regioni e Agenzie Regionali del Bacino Padano, anche il Ministero dell'Ambiente Sloveno e alcuni istituti privati. Leader del progetto ("Coordinating Beneficiary") è la Regione Emilia Romagna. Le attività sono molteplici e sono organizzate in quattro filoni:

- azioni preparatorie (azioni "A") : si tratta di attività volte a mettere a punto gli strumenti per la valutazione dell'efficacia delle azioni di risanamento dell'atmosfera, quali il dataset

preliminare delle emissioni e delle misure regionali e interregionali per la loro riduzione, l'implementazione degli strumenti per la quantificazione delle azioni previste dai Piani regionali, la realizzazione delle valutazioni modellistica preliminari;

- azioni concrete (azioni "C"): vengono realizzate delle azioni che completano e rafforzano le misure di risanamento messe in atto dalle regioni nei diversi settori, quali agricoltura, combustione di biomassa, trasporti, energia;
- azioni di monitoraggio e valutazione (azioni "D"): sono inerenti la produzione di report e di studi settore chiave come il consumo di biomassa e il traffico, nonché riguardano la realizzazione di valutazioni periodiche della qualità dell'aria e dell'efficacia delle misure di risanamento messe in campo e dell'esposizione della popolazione;
- azioni di comunicazione (azioni "E" e "F"): dedicate alla disseminazione delle informazioni e delle conoscenze, management e al coordinamento delle azioni di progetto e dei risultati ottenuti.

ARPAV, alla pari delle altre Agenzie, è coinvolta in numerose azioni ed in particolare è Beneficiario Responsabile per l'implementazione dell'azione D3 dedicata alla quantificazione del consumo di legna ad uso residenziale e del bilancio energetico domestico ("Residential Wood Consumption Estimation In The Po Valley"). L'azione D3 inizierà a luglio 2018 per protrarsi fino a Marzo 2020 e produrrà un database completo sull'uso della biomassa legnosa e delle apparecchiature per il riscaldamento domestico in tutta la Val Padana, incluse le province di Trento e Bolzano, oltre al bilancio del consumo energetico domestico, differenziato per quantità e composizione delle fonti energetiche. Per ulteriori informazioni si consulti il link: <http://www.lifeprepare.eu/>

## 12. Conclusioni

I risultati presentati evidenziano che, nel 2017, 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 nei capoluoghi di Padova, Rovigo, Vicenza e Venezia. Il valore limite annuale per il PM10 invece è stato superato solo a Padova.

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, Treviso, Venezia e Vicenza oltre che nelle stazioni di Area Feltrina, Badia Polesine e Alta Padovana, dove è stato raggiunto il massimo regionale, con una concentrazione di 2.1 ng/m<sup>3</sup>.

Nel 2017 si è verificato il superamento del valore limite annuale per il biossido di azoto a Venezia (VE-Tagliamento) e a Padova (PD-Arcella) mentre nella stazione di fondo di Alta Padovana è stato superato il valore limite annuale per gli ossidi di azoto per la protezione della vegetazione.

Durante i mesi estivi si sono verificati numerosi superamenti della soglia di informazione per l'ozono, in particolare nelle stazioni di Asiago Cima Ekar (155), Schio (85) e Boscochiesanuova (74). Il valore obiettivo per la protezione della salute umana per l'ozono, in riferimento al triennio 2015-2017, è stato superato in tutte le stazioni; analogamente il valore obiettivo per la protezione della vegetazione è stato abbondantemente oltrepassato in tutte le stazioni di fondo rurale della rete.

Per quanto negli ultimi anni si sia registrata una riduzione delle emissioni di buona parte degli inquinanti atmosferici, la qualità dell'aria del Bacino Padano risulta ancora critica, specialmente in relazione alle polveri sottili, rendendo necessari ulteriori sforzi per la riduzione delle emissioni.

A tale scopo il 9 giugno 2017, le regioni Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia Romagna hanno siglato, insieme al Ministero dell'Ambiente, il Nuovo Accordo di Bacino Padano che prevede una serie di impegni stringenti a carico delle regioni e del ministero finalizzati alla riduzione delle emissioni nei settori dell'agricoltura, dei trasporti e del riscaldamento domestico. Durante il semestre 2017-2018 è stata effettuata anche la prima sperimentazione della valutazione degli episodi critici di superamento del valore limite di PM10 a livello di Bacino Padano mediante la verifica dei Livelli di Allerta stabiliti nell'Accordo. ARPAV, a tale scopo, ha implementato il Nuovo Bollettino dei Livelli di Allerta reso disponibile, in home-page, insieme alla previsione delle concentrazioni di PM10.

Il sistema SPIAIR di previsione della qualità dell'aria mediante modello numerico, attivato lo scorso anno, 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 utilizzando, per il PM10, una procedura di correzione dell'output numerico che incorpora i dati misurati dalle stazioni, ottenendo una mappa diagnostica inclusiva delle zone non rappresentate dalle stazioni. L'incertezza del modello è stata calcolata secondo quanto previsto dal Dlgs 155/2010 ed è risultata entro i limiti di accettabilità previsti dal decreto medesimo.

## GLOSSARIO

### **Agglomerato**

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

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

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

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

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

### **Condizioni al contorno**

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

### **Fattore di emissione**

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

### **Industriale (stazione)**

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

### **Input**

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

### **Inquinante**

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

### **Inventario delle emissioni**

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

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

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

**Margine di tolleranza**

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

**Media mobile (su 8 ore)**

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

**Modelli deterministici**

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

**Modelli di dispersione degli inquinanti**

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

**Modelli euleriani**

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

**Obiettivo a lungo termine**

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

**Percentile**

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

**Proxy**

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

**Soglia di allarme**

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

**Soglia di informazione**

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

**Sorgente (inquinante)**

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

**Traffico (stazione di)**

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

**Valore limite**

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

**Valore obiettivo**

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

**Zonizzazione**

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

## BIBLIOGRAFIA

- Commenti <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/climatologia/dati/commenti-meteoclimatici> ;
- Archivio interno: mappe Tmin, Tmax e Vento Sfilato;
- “Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation” pubblicata su Atmospheric Environment, 42 (2008) 2895-2921 Khaiwal Ravindra, Ranjeet Sokhi, Renè Van Grieken;
- <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/emissioni-di-inquinanti/inventario-emissioni>;
- <http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2014>;
- <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/combustione-in-loco-di-residui-vegetali>.
- Approfondimenti modellistici: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/applicazioni-modellistiche-1>;
- Metodi e modelli per l'indagine scientifica su emissioni e concentrazioni in atmosfera: risultati principali per la laguna di Venezia, APICE Project Report, [http://www.apiceproject.eu/img\\_web/pagine/files/Publication/APICE\\_componente\\_Scientifica\\_Venezia\\_invio\[1\].pdf](http://www.apiceproject.eu/img_web/pagine/files/Publication/APICE_componente_Scientifica_Venezia_invio[1].pdf)
- Inventario regionale delle emissioni in atmosfera in atmosfera INEMAR Veneto 2010, Risultati dell'edizione 2010 in VERSIONE DEFINITIVA, [http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/relazione-inemar-veneto-2010-def/RELAZIONE%20GENERALE%20-%20INEMAR%20Veneto%202010\\_DEF.pdf](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/file-e-allegati/relazione-inemar-veneto-2010-def/RELAZIONE%20GENERALE%20-%20INEMAR%20Veneto%202010_DEF.pdf)

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

Maggio 2018



**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)