

# Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

## Comune di Villa Bartolomea

Via I Maggio, Villa Bartolomea (VR)



**Periodo di attuazione:**

**12/01/2018 – 14/02/2018 (periodo invernale)**

**29/05/2018 – 03/07/2018 (periodo estivo)**

**RELAZIONE TECNICA**

**Realizzato a cura di:**

**A.R.P.A.V.**

**Dipartimento Provinciale di Verona**

Direttore: Cunego Giancarlo

**Servizio Controlli Ambientali**

Dirigente: Predicatori Francesca

De Zolt Sappadina Simona

**Ufficio Reti di Monitoraggio**

Responsabile: Salomoni Andrea

Fusato Giampaolo

Sarego Giacomo

**Servizio Meteorologico di Teolo**

**Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

*(Contestualizzazione meteo-climatica)*

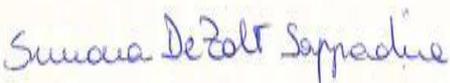
Sansone Maria

**Dipartimento Regionale Laboratori**

*(analisi dati manuali)*

Daprà Francesca

*NOTA: La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Verona e la citazione della fonte stessa.*

<b>Relazione tecnica n. 12/2018</b>		<b>Data : 09/11/2018</b>
F.to Il Tecnico Unità Operativa Fisica Dr.ssa Simona De Zolt Sappadina  	F.to Il Dirigente Unità Operativa Fisica Dr.ssa Francesca Predicatori  	

## INDICE

1.	Introduzione e obiettivi specifici della campagna.....	4
2.	Caratterizzazione del sito e tempi di realizzazione.....	4
3.	Contestualizzazione meteo climatica.....	7
3.1.	Periodo estivo: 29/05/2018– 03/07/2018.....	8
3.2.	Periodo invernale: 12/01/2018 – 14/02/2018.....	10
4.	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento.....	12
5.	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi.....	13
6.	Efficienza di campionamento.....	14
7.	Analisi dei dati rilevati.....	16
7.1.	Monossido di carbonio (CO).....	17
7.2.	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) – Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ).....	17
7.3.	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ).....	20
7.4.	Ozono (O <sub>3</sub> ).....	21
7.5.	Polveri atmosferiche inalabili (PM10).....	23
7.6.	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	26
7.7.	Benzo(a)pirene e IPA.....	27
8.	Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria).....	28
9.	Valutazione dei trend storici per il sito di interesse.....	31
10.	Conclusioni.....	34
11.	Sintesi.....	36
12.	Allegato.....	38
13.	Glossario.....	52

## **1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna**

La campagna è stata richiesta dal Comune di Villa Bartolomea e rientra nell'attività di monitoraggio programmata annualmente dal Dipartimento ARPAV di Verona. Il monitoraggio, che permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel centro del comune di Villa Bartolomea, è stato eseguito in via I Maggio. Il punto di monitoraggio si trova a nord-ovest del centro del paese, in una zona residenziale, vicino agli impianti sportivi. Tra le fonti di pressione si segnalano la Strada Rodigina SS499, 70m a sud-ovest del punto di misura, la Transpolesana SS434, che corre 1 km a sud-ovest del punto di misura, e la zona industriale del paese 1 km a sud.

## **2. Caratterizzazione del sito e tempi di realizzazione**

Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile sono state svolte dal 12/01/2018 al 14/02/2018 nel semestre invernale, dal 29/05/2018 al 03/07/2018 nel semestre estivo. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Villa Bartolomea ed è di tipologia "fondo sub-urbano". Il comune di Villa Bartolomea ricade nella zona "Pianura e Capoluogo Bassa Pianura", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in figura 1.

In figura 2 è indicata la posizione del mezzo mobile durante le campagne di monitoraggio.

# Progetto di riesame della zonizzazione del Veneto D. Lgs. 155/2010

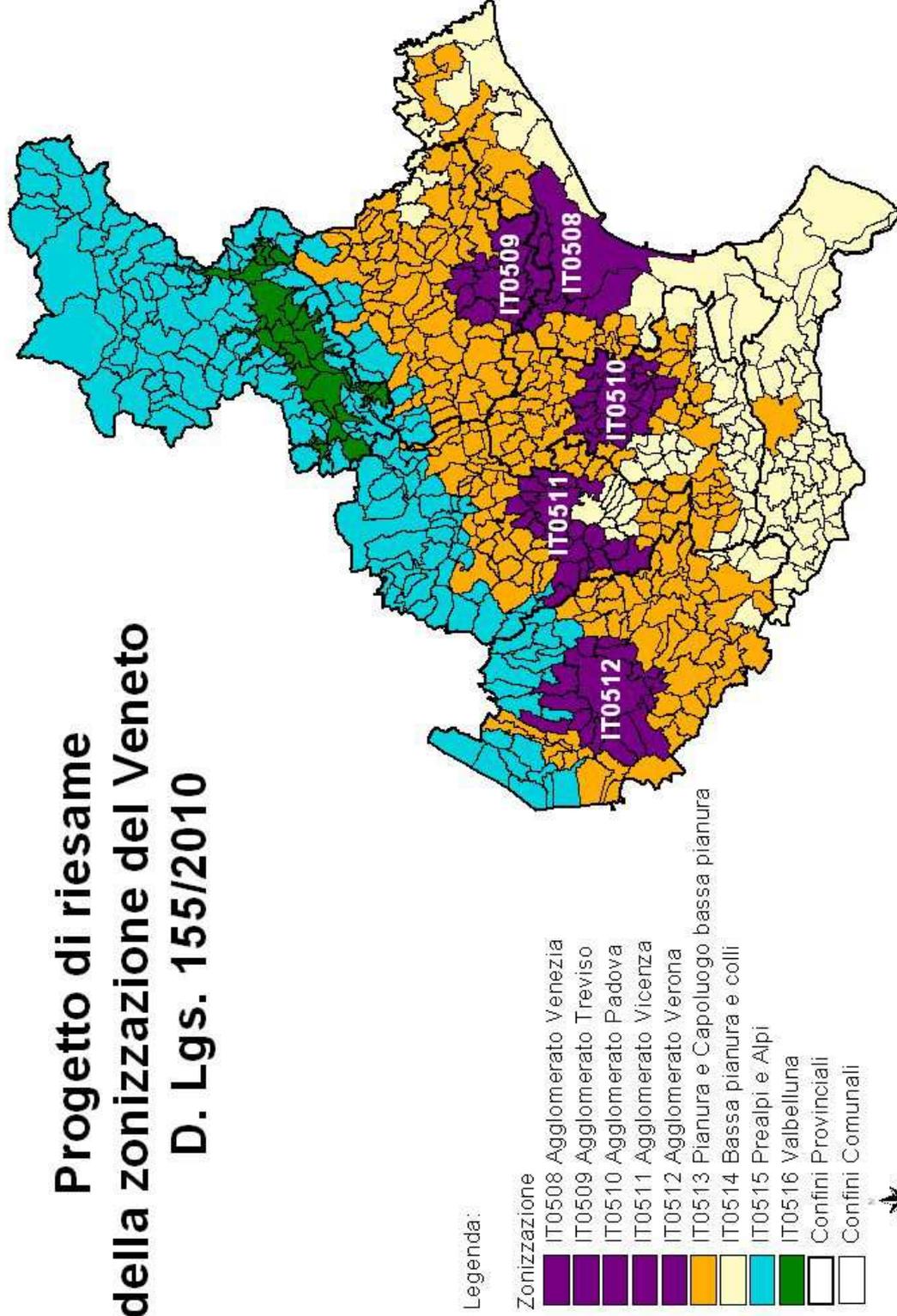


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012

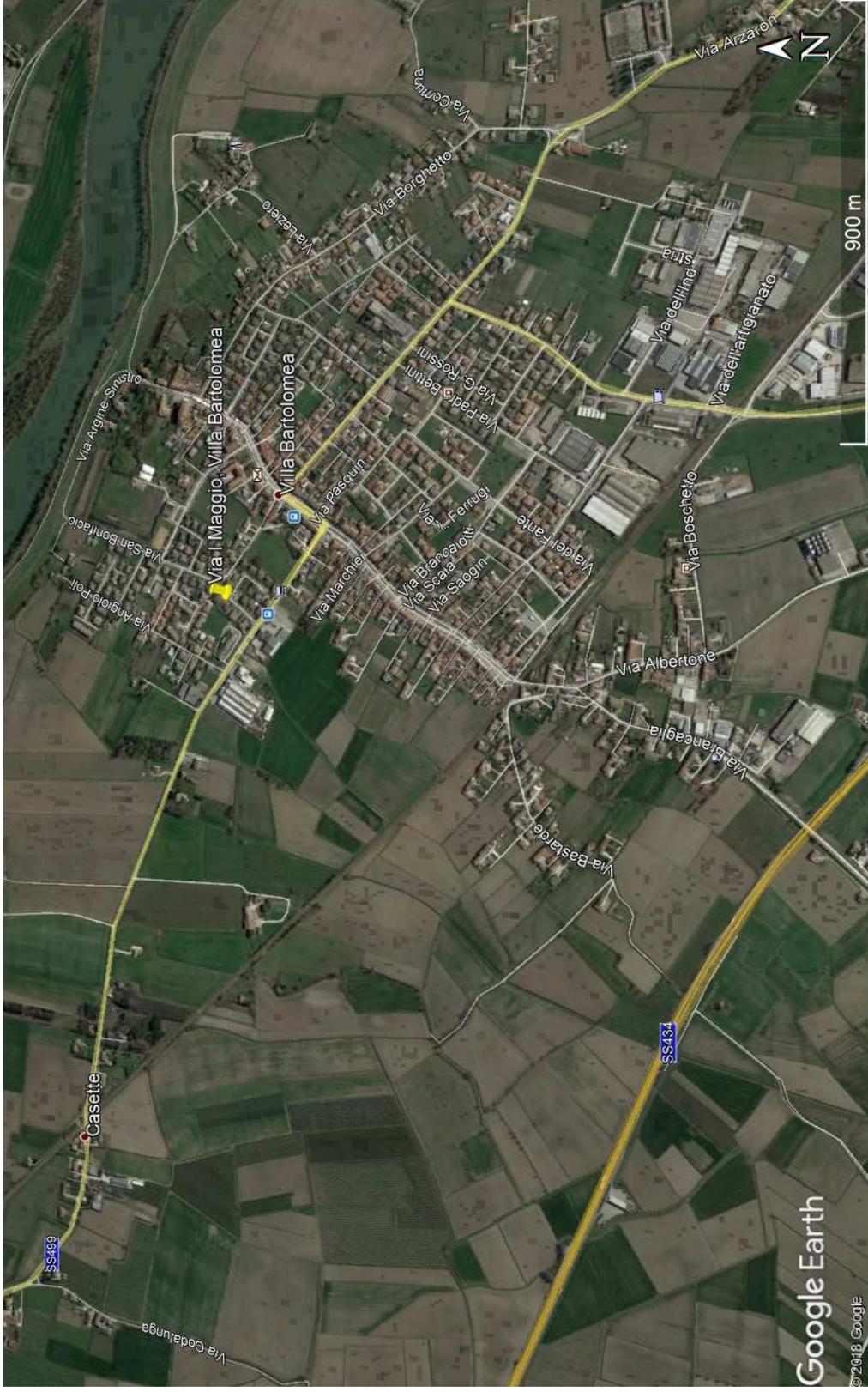


Figura 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio, in via I Maggio, Villa Bartolomea.

### **3. Contestualizzazione meteo climatica.**

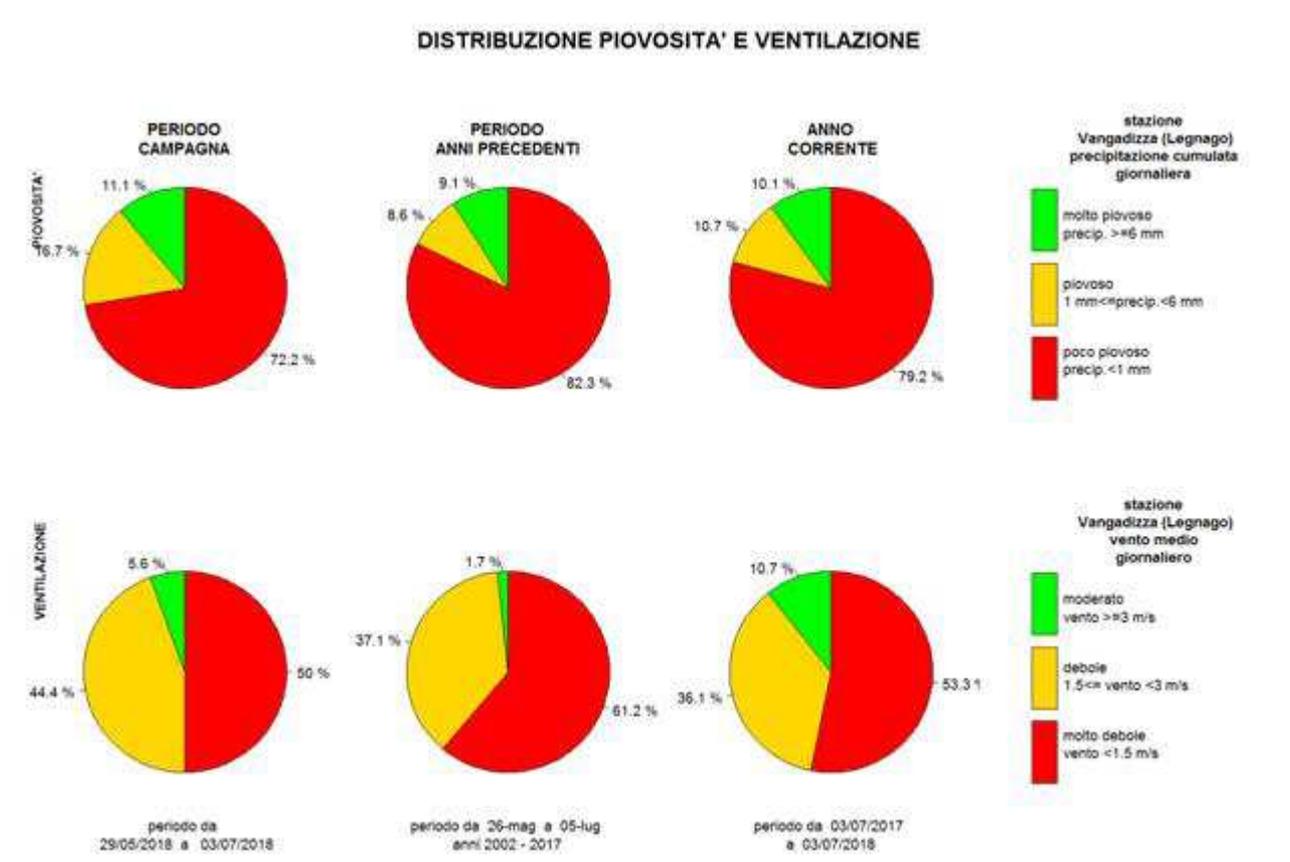
La situazione meteorologica è stata analizzata mediante l'uso di diagrammi circolari nei quali si riporta la frequenza dei giorni con caratteristiche di piovosità e ventilazione definite in tre classi:

- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti;
- in giallo (precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni debolmente dispersive;
- in verde (precipitazione giornaliera superiore a 6 mm e intensità media del vento maggiore di 3 m/s): situazioni molto favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

I valori delle soglie per la ripartizione nelle tre classi sono state individuate in maniera soggettiva in base ad un campione pluriennale di dati.

Per la descrizione della situazione meteorologica sono stati utilizzati i dati della stazione ARPAV Vangadizza (VR), che dista dal sito di svolgimento della campagna circa 5 km.

### 3.1. Periodo estivo: 29/05/2018– 03/07/2018



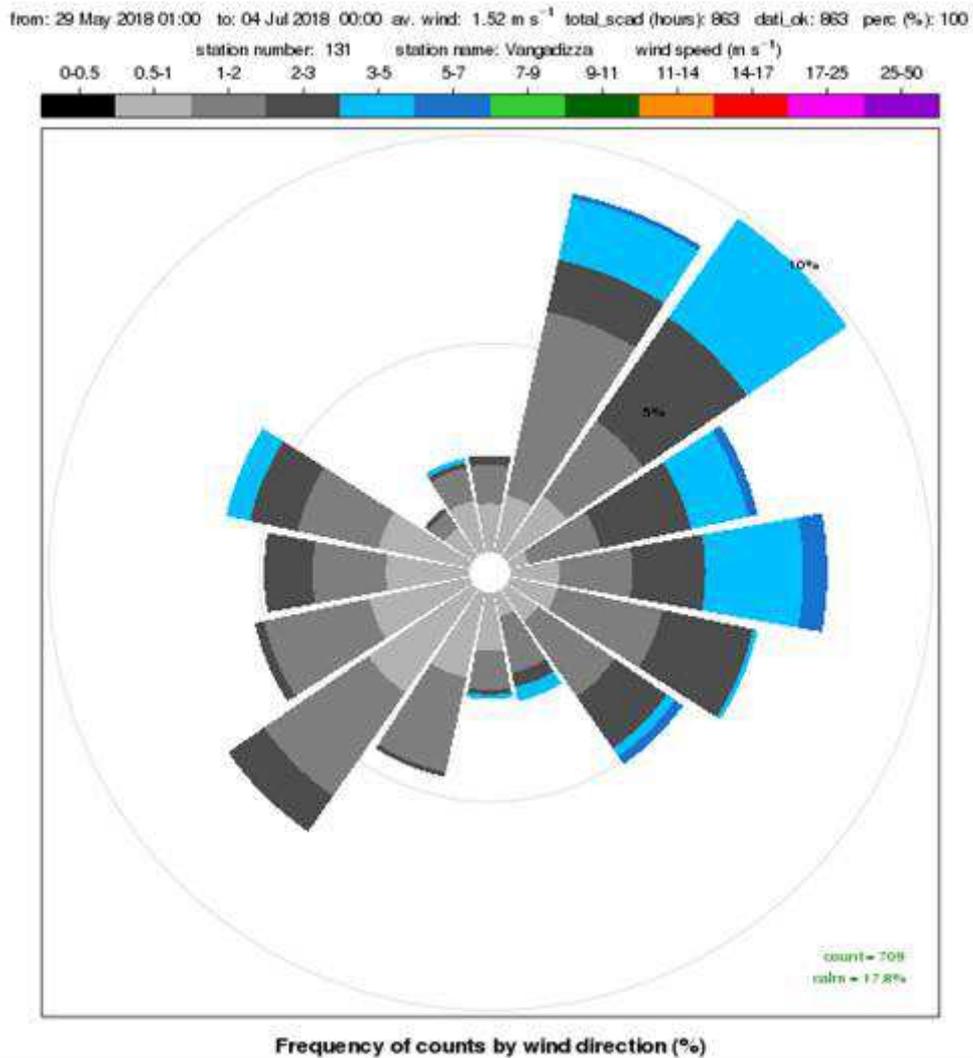
**Figura 3: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).**

Nella figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Vangadizza in tre periodi:

- 29 maggio - 3 luglio 2018, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 26 maggio - 5 luglio dall'anno 2002 all'anno 2017 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 3 luglio 2017 – 3 luglio 2018 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

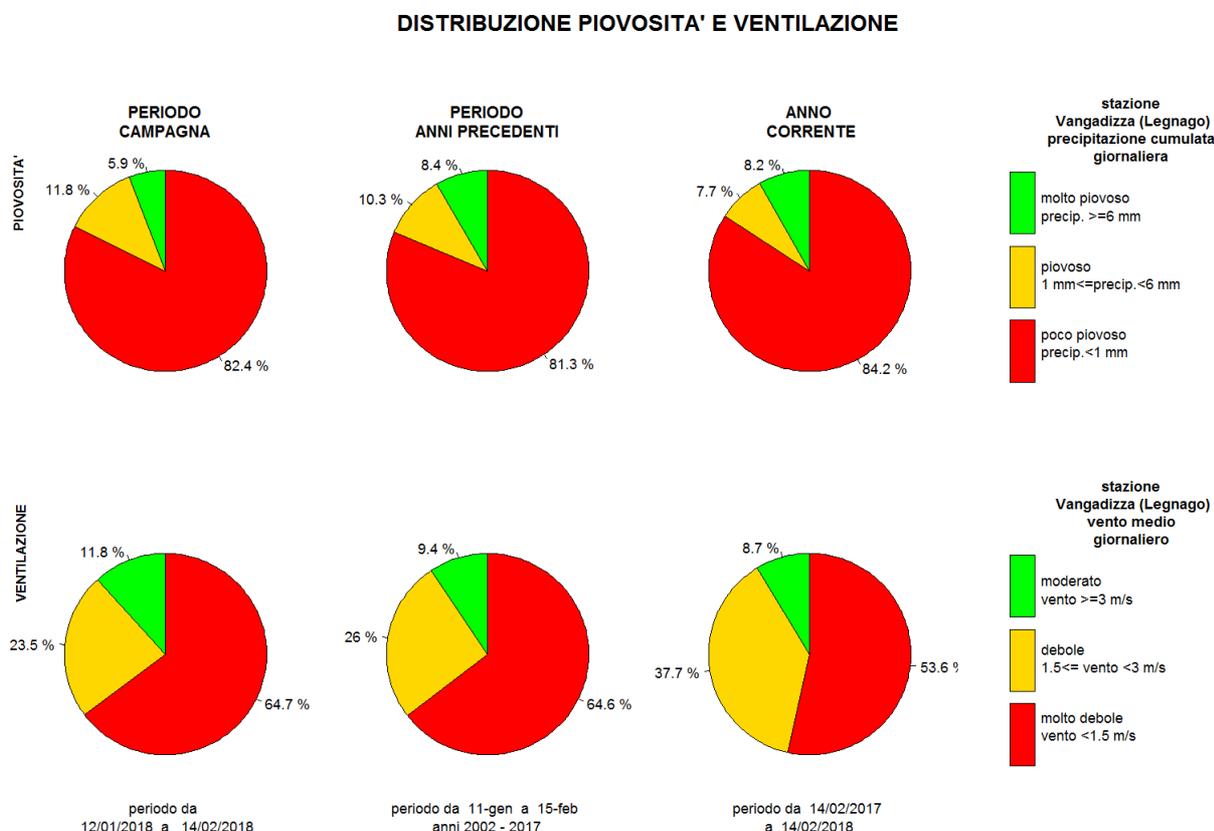
- i giorni poco piovosi sono meno frequenti rispetto sia all'anno corrente che allo stesso periodo degli anni precedenti;
- rispetto allo stesso periodo degli anni precedenti sono meno numerosi i giorni con vento molto debole, mentre rispetto all'anno corrente sono di poco meno frequenti i giorni con vento moderato.



**Figura 4: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Vangadizza nel periodo 29 maggio - 3 luglio 2018.**

In figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Vangadizza durante lo svolgimento della campagna di misura: la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-est (circa 10% dei casi), seguita da nord-nord-est (circa 9%), est (circa 8%), sud-ovest (circa 7%), ovest-nord-ovest, est-nord-est e est-sudest (tutte e tre circa 6%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 18%; la velocità media pari a circa 1.5 m/s.

## 3.2. Periodo invernale: 12/01/2018 – 14/02/2018



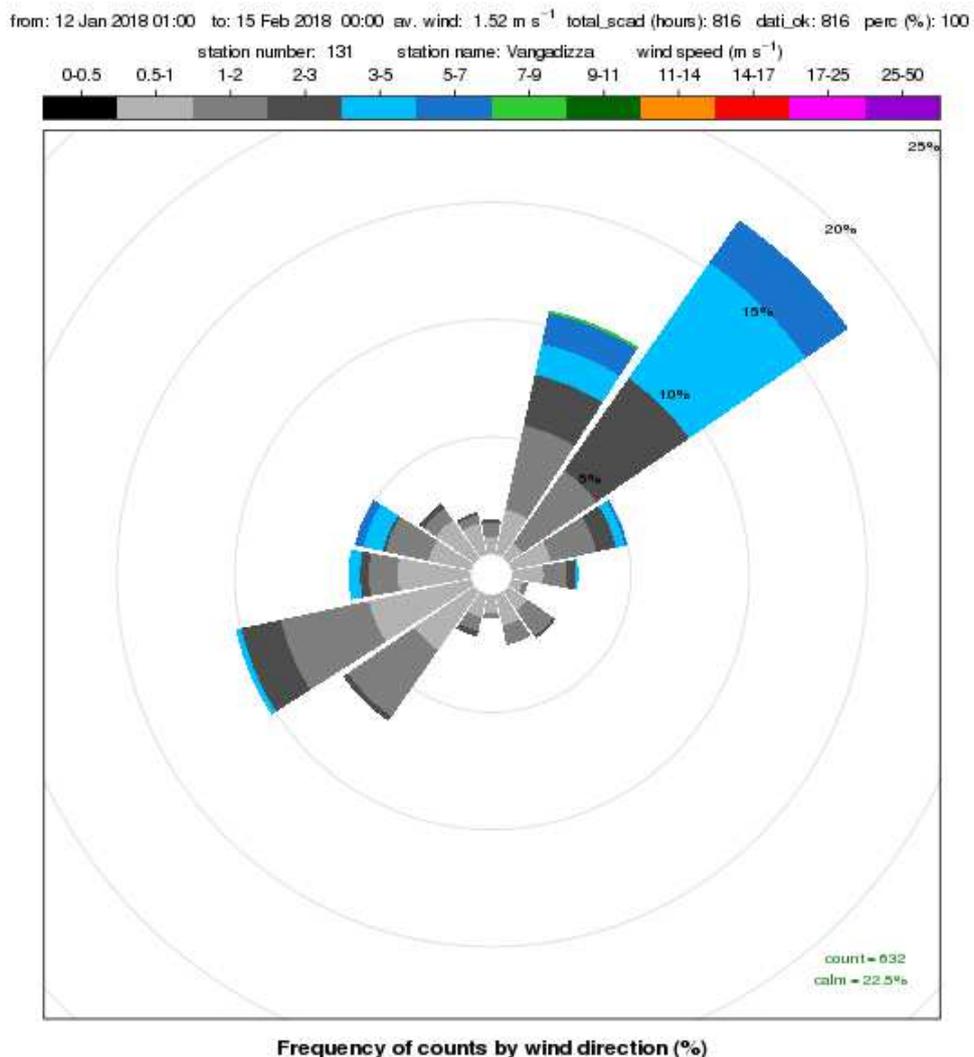
**Figura 5: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente degli anni precedenti (PERIODO ANNI PRECEDENTI) e durante l'intero anno in corso (ANNO CORRENTE).**

Nella figura 5 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso la stazione meteorologica ARPAV di Vangadizza in tre periodi:

- 12 gennaio - 14 febbraio 2018, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 11 gennaio - 15 febbraio dall'anno 2002 all'anno 2017 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 14 febbraio 2017 – 14 febbraio 2018 (ANNO CORRENTE).

Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- la distribuzione delle giornate in base alla piovosità è simile a quelle di entrambi i periodi di riferimento;
- la distribuzione delle giornate in base alla ventosità è simile a quella dello stesso periodo degli anni precedenti, mentre i giorni con vento molto debole sono un po' più frequenti rispetto all'anno corrente.



**Figura 6: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Vangadizza nel periodo 12 gennaio – 14 febbraio 2018**

In figura 6 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Vangadizza durante lo svolgimento della campagna di misura: la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-est (circa 18% dei casi), seguita da nord-nordest (circa 11%) e da ovest-sudovest (10%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 23%; la velocità media pari a circa 1.5 m/s.

## 4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento

La stazione rilocabile è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente, inerente all'inquinamento atmosferico, e più precisamente monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), ozono (O<sub>3</sub>).

Contestualmente alle misure eseguite in continuo, sono stati effettuati anche dei campionamenti sequenziali per la determinazione gravimetrica delle polveri inalabili PM<sub>10</sub>, per l'analisi in laboratorio del benzene, degli idrocarburi policiclici aromatici IPA (con riferimento al benzo(a)pirene).

Sono stati inoltre misurati in continuo alcuni parametri meteorologici quali temperatura, umidità relativa, pressione, intensità e direzione del vento.

Per tutti gli inquinanti considerati sono in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, attuazione della Direttiva 2008/50/CE. Il D.Lgs. 155/2010 riveste particolare importanza nel quadro normativo della qualità dell'aria perché costituisce, di fatto, un vero e proprio testo unico sull'argomento. Infatti, secondo quanto riportato all'articolo 21 del decreto, sono abrogati il D.Lgs. 351/1999, il DM 60/2002, il D.Lgs. 183/2004 e il D.Lgs. 152/2007, assieme ad altre norme di settore. E' importante precisare che il valore aggiunto di questo testo è quello di unificare sotto un'unica legge la normativa previgente, mantenendo un sistema di limiti e di prescrizioni analogo a quello già in vigore.

Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, fatta eccezione per il particolato PM<sub>2,5</sub>, i cui livelli nell'aria ambiente vengono per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto.

Nelle Tabelle 1 e 2 si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010, suddivisi in limiti di legge a mediazione di breve periodo, relativi all'esposizione acuta della popolazione, e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, relativi all'esposizione cronica della popolazione. In Tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	500 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	400 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	10 mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione (Media 1 h)	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (Media 1 h)	240 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	120 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 1. Limiti di legge relativi all'esposizione acuta**

(\*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km<sup>2</sup>, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale	25 µg/m <sup>3</sup>
Piombo	Valore limite annuale	0.5 µg/m <sup>3</sup>
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	20.0 ng/m <sup>3</sup>
Benzene	Valore limite annuale	5.0 µg/m <sup>3</sup>
B(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m <sup>3</sup>

**Tabella 2. Limiti di legge relativi all'esposizione cronica.**

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	18000 µg/m <sup>3</sup> h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> h

**Tabella 3. Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.**

## 5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti convenzionali e non, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 (i volumi sono stati normalizzati ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa) ed effettuano acquisizione, misura e registrazione dei risultati in modo automatico.

Il campionamento del particolato inalabile PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) e degli IPA (con riferimento al benzo(a)pirene) è stato realizzato con una linea di prelievo sequenziale, posta all'interno della stazione rilocabile, che utilizza filtri da 47 mm di diametro e cicli di prelievo di 24 ore. Detti campionamenti sono stati condotti con l'utilizzo di apparecchiature conformi alle specifiche tecniche dettate dal D.Lgs. 155/2010 (il volume campionato si riferisce alle condizioni ambiente in termini di temperatura e di pressione atmosferica alla data delle misurazioni). Le determinazioni analitiche sui campioni prelevati sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti in quarzo, mediante determinazione gravimetrica per il PM10 ("metodo UNI EN 12341:1999") e cromatografia liquida ad alta prestazione per gli IPA (HPLC "metodo UNI EN 15549:2008").

Il benzene è stato misurato attraverso "campionamento passivo", tecnica di monitoraggio così definita poiché la cattura dell'inquinante avviene per diffusione molecolare della sostanza attraverso il campionatore (radiello), e non richiede quindi l'impiego di un dispositivo per l'aspirazione dell'aria. I dati ottenuti dai rilevamenti effettuati con tecnica di campionamento passivo, pertanto, non possono essere confrontati direttamente con i limiti di legge ma costituiscono ugualmente un riferimento utile per l'identificazione di eventuali azioni da intraprendere da parte delle Amministrazioni Comunali.

Con riferimento ai risultati riportati di seguito si precisa che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rivelabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale in cui la metà del limite di rivelabilità rappresenta il valore più probabile. Si è scelto pertanto di attribuire tale valore ai dati inferiori al limite di rivelabilità, diverso a seconda dello strumento impiegato e della metodologia adottata.

Allo stato attuale, ai fini delle elaborazioni e per la valutazione della conformità al valore limite si utilizzano le "Regole di accettazione e rifiuto semplici", ossia le regole più elementari di trattamento dei dati, corrispondenti alla considerazione delle singole misure prive di incertezza e del valore medio come numero esatto. ("Valutazione della conformità in presenza dell'incertezza di misura". di R. Mufato e G. Sartori nel Bollettino degli esperti ambientali. Incertezza delle misure e certezza del diritto/anno 62, 2011 2-3).

## 6. Efficienza di campionamento

Al fine di assicurare il rispetto degli obiettivi di qualità di cui all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 e l'accuratezza delle misurazioni, la normativa stabilisce dei criteri in materia di incertezza dei metodi di valutazione, di periodo minimo di copertura e di raccolta minima dei dati.

I requisiti relativi alla raccolta minima dei dati e al periodo minimo di copertura non comprendono le perdite di dati dovute alla taratura periodica o alla manutenzione ordinaria della strumentazione.

Per le misurazioni in continuo di biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto e monossido di carbonio, la raccolta minima di dati deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile. Altresì, per le misurazioni indicative il periodo minimo di copertura deve essere del 14% nell'arco dell'intero anno civile (pari a 51 giorni/anno); in particolare le misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell'arco dell'anno civile o, in alternativa, effettuate per otto settimane equamente distribuite nell'arco dell'anno. Nella pratica, le otto settimane di misura nell'arco dell'anno possono essere organizzate con rilievi svolti in due periodi di quattro settimane consecutive ciascuno, tipicamente nel semestre invernale (1ottobre-31marzo) e in quello estivo (1aprile-30 settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell'atmosfera.

Per l'ozono, nelle misurazioni indicative, il periodo minimo di copertura necessario per raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati deve essere maggiore del 10% durante l'estate (pari a 36 giorni/anno) con una resa minima del 90%.

Anche per il PM10 misurato con metodo gravimetrico, gli IPA, e il benzene la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (51 giorni), con una resa minima del 90%; è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6% (22 giorni), purché si dimostri che l'incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

Il numero di giorni dell'anno in cui è stato effettuato il campionamento e la resa di campionamento per i vari inquinanti sono riportati in tabella 4. Si vede che il periodo di campionamento con dati validi è stato superiore al minimo richiesto per tutti gli inquinanti monitorati.

	CO	NO <sub>2</sub>	NOx	O <sub>3</sub> estate	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	Benzo(a) pirene	Benzene
N giorni di campionamento	70	70	70	36	70	63	57	72
N minimo di giorni di campionamento	51	51	51	36	51	51	da 22 a 51	da 22 a 51
Resa di campionamento (%)	94	95	95	96	98	100	100	100
Resa di campionamento minima (%)	90	90	90	90	90	90	90	90
N giorni di campionamento con dati validi	66	66	66	35	69	63	57	72
N minimo di giorni di campionamento con dati validi	46	46	46	32	46	46	20	20

**Tabella 4. Numero di giorni in cui è stata eseguita la misurazione dei vari inquinanti e resa di campionamento: valori relativi alle campagne di misura e valori minimi necessari.**

## 7. Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo vengono analizzati i risultati delle analisi della concentrazione dei vari inquinanti, misurata durante le campagne di monitoraggio. Ove possibile, è stato realizzato un confronto con i corrispondenti valori rilevati presso due centraline fisse di riferimento: la stazione di Legnago e quella di San Bonifacio. La prima, essendo situata lontano da fonti emissive dirette come strade e industrie, è un punto di campionamento rappresentativo di un'area in cui l'inquinamento è determinato prevalentemente dalla diffusione delle emissioni all'interno dell'area urbana, e si definisce stazione di fondo urbano. La centralina di San Bonifacio, invece, essendo situata nelle vicinanze di una strada ad alta intensità di traffico, è rappresentativa di situazioni urbane caratterizzate per lo più da emissioni legate al traffico veicolare e si definisce stazione di traffico urbano.

Nelle tabelle riportate, sono stati calcolati vari parametri statistici, che consentono una descrizione sintetica ed esaustiva della concentrazione di inquinanti misurata a Villa Bartolomea. I parametri sono descritti in modo esteso in tabella 5.

Per rappresentare graficamente i risultati delle analisi sono stati utilizzati anche dei grafici tipo box-whisker, che sono spiegati in dettaglio nella figura 20 in Allegato.

<b>Grandezza statistica</b>	<b>Significato</b>
N	Numero totale di ore del periodo di analisi
dati mancanti	Numero di ore in cui il dato è mancante
data.capture	Percentuale di dati validi in tutto il periodo di analisi
media	Media
sd	Deviazione Standard
min	Minimo
max	Massimo
mediana	Mediana
max giornaliero	Massimo calcolato sulle medie giornaliere
N superamenti limite	Numero di superamenti di un certo limite

**Tabella 5. Principali parametri statistici calcolati e riportati nella presente relazione.**

## 7.1. Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas tossico per l'uomo, che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili, la cui fonte prevalente è il traffico veicolare, ma a cui contribuiscono anche gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio, di ghisa e la raffinazione del petrolio

La tabella 6 e il grafico 1 in Allegato mostrano che durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio è sempre stata ampiamente inferiore al valore limite di 10 mg/m<sup>3</sup> (applicato alla media mobile di 8 ore), in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona in tutti i periodi dell'anno. In entrambe le stagioni, i valori medi sono stati vicini al limite di rivelabilità dello strumento, pari a 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

CO (mg/m <sup>3</sup> )	ESTATE	INVERNO	ESTATE+INVERNO
	Villa Bartolomea	Villa Bartolomea	Villa Bartolomea
media	0.1	0.5	0.3
sd	0.1	0.2	
min	<0.1	<0.1	<0.1
max	0.4	1.4	1.4
mediana	0.1	0.5	
N	863	816	1679
dati mancanti	36	61	97
data.capture (%)	96	93	94
max giornaliero	0.2	0.7	0.7
max.rolling.8	0.3	1	
95°percentile	0.2	0.9	
99°percentile	0.3	1.1	
N superamenti 10 mg/m <sup>3</sup>	0	0	0

Tabella 6. Concentrazione di CO: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura a Villa Bartolomea. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 0.1 mg/m<sup>3</sup>.

## 7.2. Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) – Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di azoto sono inquinanti prodotti prevalentemente dai processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico), ma anche da processi produttivi senza combustione (ad esempio la produzione di acido nitrico e di fertilizzanti azotati). Contribuiscono alla formazione dello smog fotochimico, come precursori dell'ozono troposferico, e al fenomeno delle "piogge acide", attraverso la trasformazione in acido nitrico.

Come si può vedere in tabella 7 e figura 9, durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha superato il valore limite orario relativo all'esposizione acuta di 200 µg/m<sup>3</sup>. Nello stesso periodo, anche nelle stazioni di riferimento di San Bonifacio e Legnago non sono stati rilevati dei superamenti. Relativamente all'esposizione cronica, la media delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi è pari a 19 µg/m<sup>3</sup>, ed è quindi indicativamente inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>. Il valore medio di NO<sub>x</sub>, pari a 32 µg/m<sup>3</sup> (tabella 8) supera il limite annuale per la protezione della vegetazione di 30 µg/m<sup>3</sup>; tuttavia il confronto con il

valore limite di protezione degli ecosistemi rappresenta un riferimento puramente indicativo, in quanto il sito indagato non risponde esattamente alle caratteristiche previste dal D.Lgs. 155/10<sup>1</sup>.

I valori medi e massimi di concentrazione di NO<sub>2</sub>, a Villa Bartolomea come presso le centraline di riferimento, nel periodo invernale sono superiori a quelli del periodo estivo: questo è in accordo con quanto in genere ci si attende, in quanto le condizioni meteorologiche tipiche invernali sono più favorevoli al ristagno degli inquinanti.

Se si confrontano i dati delle tre postazioni, i valori medi e massimi invernali di NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> a Villa Bartolomea sono inferiori a quelli delle centraline, in entrambi i periodi di monitoraggio.

Nel grafico 9 in Allegato, è riportato il giorno tipo della concentrazione di NO<sub>2</sub>, calcolato per i due periodi di campagna. In entrambe le stagioni sono evidenti due picchi, al mattino e alla sera, in corrispondenza delle ore di maggiore traffico, in tutte le tre postazioni di misura. Si nota che i valori relativi a Villa Bartolomea sono inferiori a quelli delle centraline di riferimento, in tutte le ore della giornata.

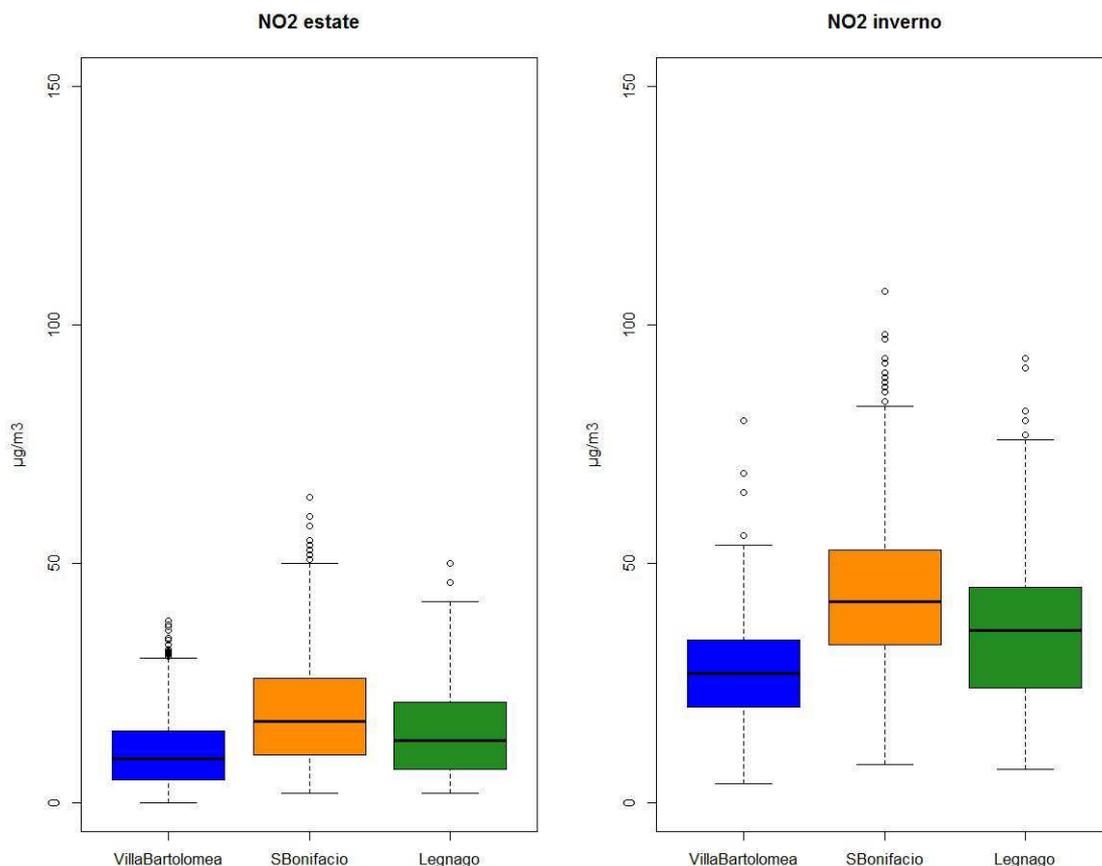
Il grafico 10 in Allegato, che riporta la settimana tipo della concentrazione di NO<sub>2</sub>, mostra che nelle tre postazioni le concentrazioni sono più elevate nei giorni centrali della settimana.

In base alle analisi effettuate sugli ossidi di azoto, il punto di misura di Villa Bartolomea mostra le caratteristiche di un sito di "fondo sub-urbano", come Legnago.

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago
media	10	19	15	27	43	35	19	31	25
sd	8	11	9	10	16	14			
min	<4	<4	<4	4	8	7	<4	<4	<4
max	38	64	50	80	107	93	80	107	93
mediana	9	17	13	27	42	36			
N	863	863	863	816	816	816	1679	1679	1679
dati mancanti	35	92	164	52	121	27	87	213	191
data.capture	96	89	81	94	85	97	95	87	89
max giornaliero	17	25	22	40	64	49	40	64	49
95°percentile	24	43	33	44	72	59			
99°percentile	32	53	40	50	89	74			
N superamenti 200 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N superamenti 400 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7. Concentrazione di NO<sub>2</sub>: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di San Bonifacio e della centralina di fondo urbano di Legnago. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 4 µg/m<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup> L'Allegato III, punto 3.2, del citato decreto stabilisce che i siti di campionamento in cui si valuta la qualità dell'aria ambiente ai fini della protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali debbano essere ubicati ad oltre 20 Km dalle aree urbane ed oltre 5 Km da zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali con conteggi di traffico superiori a 50000 veicoli al giorno.



**Figura 9. Box-plot della concentrazione di NO<sub>2</sub>. Dati relativi a Villa Bartolomea e alle due centraline di riferimento di San Bonifacio e Legnago. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**

NOx (µg/m <sup>3</sup> )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago
media	17	24	22	48	93	65	32	58	43
sd	9	16	11	29	77	44			
min	4	5	<4	5	7	5	4	5	<4
max	73	116	64	205	605	357	205	605	357
mediana	15	20	21	42	69	53			
N	863	863	863	816	816	816	1679	1679	1679
dati mancanti	35	92	163	52	121	27	87	213	190
data.capture	96	89	81	94	85	97	95	87	89
max giornaliero	26	34	32	86	241	120	86	241	120
95°percentile	33	57	43	102	238	147			
99°percentile	49	90	54	149	429	212			

**Tabella 8. Concentrazione di NOx: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di San Bonifacio e della centralina di fondo urbano di Legnago. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 4 µg/m<sup>3</sup>.**

### 7.3. Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Il biossido di zolfo è un gas irritante, le cui fonti di emissione principali sono legate a produzione di energia, impianti termici, processi industriali e traffico. Esso è il principale responsabile delle "piogge acide", in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico.

Durante le due campagne di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite di 350 µg/m<sup>3</sup> e 500 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 9 e Allegato – Grafico 3), come tipicamente accade presso tutte le stazioni di monitoraggio della provincia di Verona.

I valori medi misurati nei due periodi di campagna sono vicini al limite di rivelabilità strumentale analitica (3 µg/m<sup>3</sup>), quindi ampiamente inferiori al limite per la protezione degli ecosistemi (20 µg/m<sup>3</sup>).

SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Villa Bartolomea	Villa Bartolomea	Villa Bartolomea
media	<3	3	<3
sd	1	2	
min	<3	<3	<3
max	15	14	15
mediana	<3	<3	
N	863	816	1679
dati mancanti	27	13	40
data.capture	97	98	98
max giornaliero	5	10	10
95°percentile	5	6	
99°percentile	6	12	
N superamenti 350 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0
N superamenti 125 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0

**Tabella 9. Concentrazione di SO<sub>2</sub>: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 3 µg/m<sup>3</sup>.**

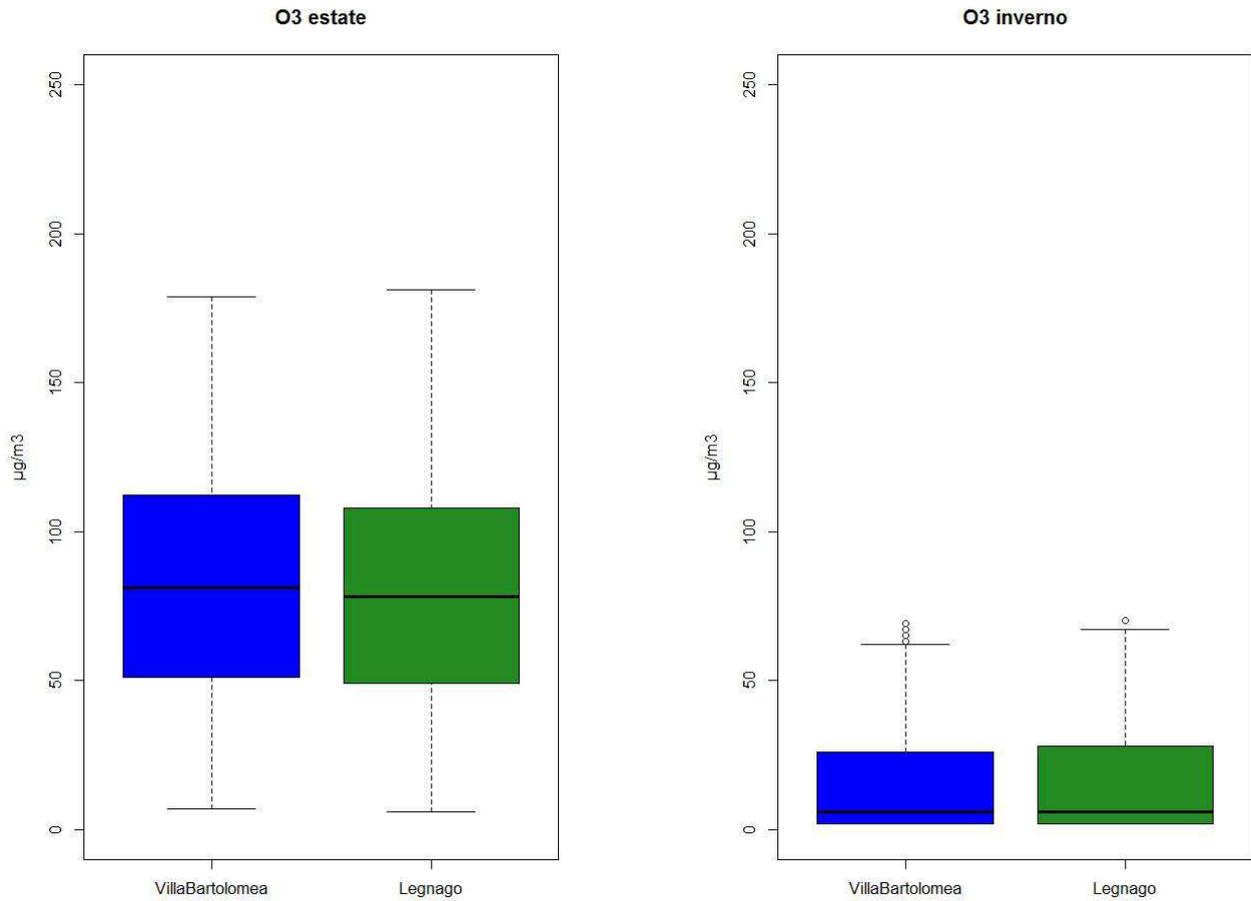
## 7.4. Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono è un inquinante molto tossico per l'uomo, irritante per tutte le membrane mucose ed una esposizione critica e prolungata a questo gas può causare tosse, mal di testa e perfino edema polmonare. Inoltre esso svolge una marcata azione fitotossica nei confronti degli organismi vegetali. Si forma a partire da precursori quali ossidi di azoto e composti organici volatili, in presenza di radiazione solare. Per questo motivo le sue concentrazioni sono particolarmente elevate durante il periodo estivo e nelle ore centrali della giornata, quando la radiazione solare è più intensa (grafico 11 in Allegato).

Durante la campagna estiva di Villa Bartolomea sono stati registrati 16 superamenti del limite di 120 µg/m<sup>3</sup> sulla media mobile di 8 ore (tabella 10 e grafico 5 in Allegato), un numero superiore ma confrontabile con quello delle due centraline fisse di riferimento. Essi si sono verificati in corrispondenza di giornate soleggiate con elevate temperature (vedasi grafico 12 in Allegato). Non sono stati osservati superamenti della soglia di informazione di 180 µg/m<sup>3</sup> sul dato orario (grafico 4 in Allegato), a Villa Bartolomea come anche presso le stazioni di riferimento. I valori medi e massimi sono confrontabili con quelli di Legnago.

O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago
media	82	74	79	15	12	16	49	44	48
sd	38	42	37	17	15	18			
min	7	<4	6	<4	<4	<4	<4	<4	<4
max	179	173	181	69	60	70	179	173	181
mediana	81	71	78	6	<4	6			
N	863	863	863	816	816	816	1679	1679	1679
dati mancanti	37	33	26	55	75	31	92	108	57
data.capture	96	96	97	93	91	96	95	94	97
max giornaliero	102	107	100	34	36	46	102	107	100
max.rolling.8	165	166	170	56	45	59			
95°percentile	143	142	138	54	46	55			
99°percentile	162	163	161	63	55	67			
N superamenti 120 µg/m <sup>3</sup> sulla media mobile di 8h	16	15	14	0	0	0	16	15	14
N superamenti 180 µg/m <sup>3</sup>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
N superamenti 240 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 10. Concentrazione di O<sub>3</sub>: principali parametri statistici. Dati della campagna di misura e della centralina di fondo urbano di Legnago. Il limite di rivelabilità dello strumento è 4 µg/m<sup>3</sup>.**



**Figura 10. Box-plot della concentrazione di O<sub>3</sub>. Dati relativi a Villa Bartolomea e alla centralina di riferimento di Legnago. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**

## 7.5. Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

Le polveri fini, denominate PM10 quando hanno un diametro inferiore a 10  $\mu\text{m}$ , sono delle particelle solide o liquide presenti nell'aria che respiriamo, di natura organica o inorganica, in grado di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche, quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili. Date le loro dimensioni, esse possono essere inalate e penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio. La loro tossicità dipende dalla loro composizione. Gli effetti sanitari principali dell'esposizione, sia a breve sia a lungo termine, alle polveri sottili sono disturbi respiratori e problemi di tipo cardiovascolare, e recentemente sono emerse evidenze di un possibile legame anche con altre malattie croniche come il diabete.

In tabella 11, sono riportate le statistiche relative alle concentrazioni di PM10, misurate con metodo gravimetrico a Villa Bartolomea durante le campagne di misura. Nei 63 giorni di misurazione, sono stati registrati 11 superamenti del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (che non deve essere superato più di 35 volte all'anno), pari al 17% del periodo monitorato. I superamenti sono avvenuti nel corso del monitoraggio invernale.

In tabella 12, i dati relativi a Villa Bartolomea sono stati confrontati con quelli delle due centraline di riferimento di San Bonifacio e Legnago. Si consideri che mentre le misure della campagna di Villa Bartolomea sono di tipo gravimetrico, quelle presso le centraline sono state realizzate con una linea di prelievo sequenziale e misura di assorbimento beta. Per il calcolo dei parametri riportati in tabella 12, sono stati considerati solo i giorni in cui il dato era disponibile per tutte e tre le postazioni: i dati relativi a Villa Bartolomea, usati per produrre questa tabella, sono quindi di meno rispetto a quelli utilizzati per le statistiche di tabella 11, e questo spiega le leggere discrepanze. Le statistiche relative ai dati sono rappresentate graficamente in figura 11. I valori medi e massimi di concentrazione di PM10 a Villa Bartolomea e presso le due centraline di riferimento sono molto vicini in tutto il periodo di monitoraggio. La relativa omogeneità della distribuzione delle polveri sottili sul territorio provinciale è dovuta loro origine, in larga parte secondaria, e al fatto che abbiano lunghi tempi di permanenza in atmosfera.

Allo scopo di valutare il rispetto dei valori limite di legge previsti dal D.Lgs. 155/10 per il parametro PM10 (ovvero il rispetto del valore limite sulle 24 ore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e del valore limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nei siti presso i quali si realizza una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di lunghezza limitata (misurazioni indicative), è stata utilizzata una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV.

Tale metodologia prevede di confrontare il "sito sporadico" (campagna di monitoraggio) con una stazione fissa, considerata rappresentativa per vicinanza o per stessa tipologia di emissioni e di condizioni meteorologiche. Sulla base di considerazioni statistiche è possibile così stimare, per il sito sporadico, il valore medio annuale e il 90° percentile delle concentrazioni di PM10; quest'ultimo parametro statistico è rilevante in quanto corrisponde, in una distribuzione di 365 valori, al 36° valore massimo. Poiché per il PM10 sono consentiti 35 superamenti del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in una serie annuale di 365 valori giornalieri, il rispetto del valore limite è garantito se il 36° valore in ordine di grandezza è minore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

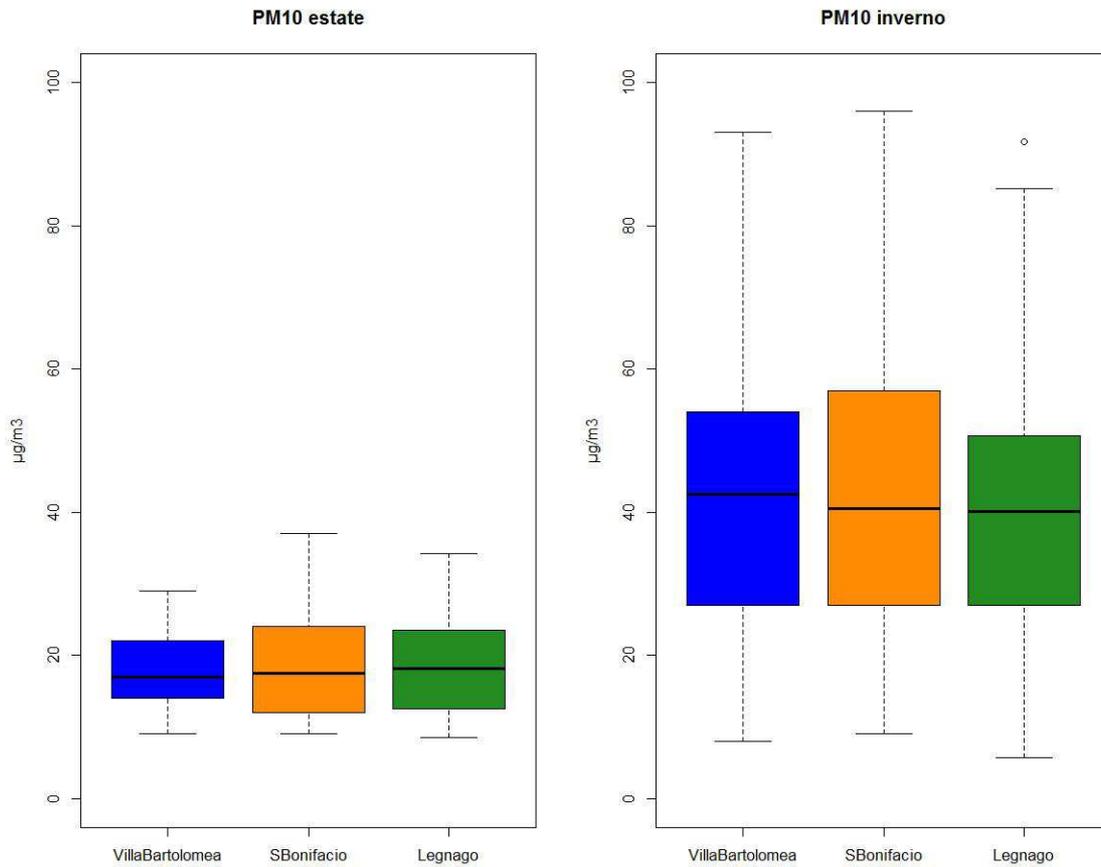
In base ai risultati dell'analisi dei dati, il sito di Villa Bartolomea è stato confrontato con la stazione fissa di riferimento di di Legnago. La metodologia di calcolo stima, per il sito sporadico di Villa Bartolomea, il valore medio annuale di  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (inferiore al valore limite annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e il 90° percentile di  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (che supera il valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE	INVERNO	ESTATE + INVERNO
media	19	44	32
N giorni	30	33	63
sd	7	19	
max	36	93	93
min	9	8	8
N superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	11	11

**Tabella 11. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), misurata con metodo gravimetrico a Villa Bartolomea. Sono stati utilizzati tutti i dati raccolti nei due periodi di campagna di misura.**

PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ESTATE			INVERNO			ESTATE + INVERNO		
	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago
media	18	19	19	44	44	41	31	32	30
N giorni	28	28	28	30	30	30	58	58	58
sd	6	8	7	19	21	20			
max	29	37	34	93	96	92	93	96	92
min	9	9	9	8	9	6	8	9	6
N superamenti 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	0	0	9	11	8	9	11	8

**Tabella 12. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di PM10: dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di San Bonifacio e della centralina fissa di fondo urbano di Legnago. Per il calcolo, sono stati considerati solo i giorni in cui il dato è disponibile per tutte e tre le postazioni. Il limite di rivelabilità dello strumento è 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .**



**Figura 11. Box-plot della concentrazione di PM<sub>10</sub>. Dati relativi a Villa Bartolomea e alle centraline di riferimento di San Bonifacio e Legnago. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).**

## 7.6. Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene è un inquinante cancerogeno presente nell'aria ambiente, prevalentemente di origine antropica, che deriva principalmente da processi di combustione incompleta (emissioni industriali, veicoli a motore, incendi). La più importante fonte emissiva è rappresentata dai veicoli a motore alimentati a benzina.

In tabella 13 sono stati riportati i principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzene misurata con campionatori passivi nei due periodi di campagna a Villa Bartolomea e nelle stazioni fisse di riferimento di San Bonifacio e Legnago. Il confronto è indicativo, in quanto questo tipo di misura comporta l'esposizione di un radiello per circa 15-20 giorni, e i periodi di esposizione dei radielli delle tre postazioni non coincidono esattamente. I dati utilizzati per elaborare le statistiche in tabella sono rappresentati graficamente in Allegato–Grafico 7.

In tabella 13, si può vedere che in inverno il valore misurato nel periodo di campagna a Villa Bartolomea è vicino a quello di Legnago e superiore a quello di San Bonifacio. In estate, invece, tutti i valori sono inferiori al limite di rivelabilità strumentale.

In tabella 14 sono riportati i valori medi di benzene, ottenuti utilizzando tutti i dati disponibili. Sia i valori medi sia i massimi, nei periodi di monitoraggio, sono inferiori al limite normativo di 5 µg/m<sup>3</sup>, che si riferisce alla media annuale. Questo limite è stato rispettato presso le centraline di riferimento nell'anno 2017; d'altra parte, i valori medi e massimi relativi a Villa Bartolomea sono vicini a quelli delle centraline: queste considerazioni portano a pensare che anche nel sito di monitoraggio di Villa Bartolomea il limite relativo al benzene sia stato rispettato.

benzene (µg/m <sup>3</sup> )	ESTATE			INVERNO			ESTATE+INVERNO		
	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago	Villa Bartolomea	San Bonifacio	Legnago
Media	<0.5	<0.5	<0.5	2.1	1.8	2.1	1.3	1.2	1.3
N giorni	14	14	14	20	20	20	34	34	34
sd	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.1			
max	<0.5	<0.5	<0.5	2.7	1.8	2.9	2.7	1.8	2.9
min	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	1.8	0.6	<0.5	<0.5	<0.5

**Tabella 13. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzene: dati della campagna di misura di Villa Bartolomea, della centralina fissa di traffico urbano di San Bonifacio e della centralina fissa di fondo urbano di Legnago. I dati delle quattro postazioni non si riferiscono esattamente agli stessi giorni di campionamento, pertanto il confronto è solamente indicativo. Il limite di rivelabilità dello strumento è 0.5 µg/m<sup>3</sup>.**

Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	ESTATE	INVERNO	ESTATE+INVERNO
Media pesata	<0.5	1.6	0.9
Sd	0	1.2	
Max	<0.5	2.7	2.7
Min	<0.5	1	<0.5
N campioni	3	2	5
N giorni esposizione	37	35	72

**Tabella 14. Parametri statistici relativi alle varie specie di idrocarburi aromatici a Villa Bartolomea. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura per tutti gli inquinanti è 0.5 µg/m<sup>3</sup>.**

## 7.7. Benzo(a)pirene (BaP) e IPA

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono dei composti organici che si originano principalmente dalla combustione incompleta di materiale organico. Essi comprendono varie specie, la più conosciuta delle quali è il benzo(a)pirene, che rappresenta l'unico parametro normato. Essi tendono a legarsi alla parte più sottile del particolato atmosferico, quello con diametro inferiore ai 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>): l'inalazione del particolato aerodisperso determina la deposizione di queste sostanze a livello polmonare e la loro assimilazione da parte dell'organismo umano. Le varie specie di IPA hanno caratteristiche tossicologiche differenti, ma per tutte sono riconosciute proprietà mutagene e cancerogene.

In tabella 15 sono stati riportati i principali parametri statistici relativi alla concentrazione di benzo(a)pirene a Villa Bartolomea e Verona- Giarol. Infatti, questo inquinante non viene misurato a Legnago, e la stazione di riferimento per l'area "Pianura e bassa pianura", a cui appartiene Villa Bartolomea, sarebbe Schio, in provincia di Vicenza. Tuttavia, per la sua maggior prossimità, si è ritenuto opportuno utilizzare il dato della centralina di fondo urbano di Giarol.

I parametri di tabella 15 sono stati calcolati a partire dai soli dati relativi a giorni in cui sono disponibili misure per entrambe le località. Invece, in tabella 16, gli stessi parametri sono stati calcolati utilizzando tutti i dati disponibili per Villa Bartolomea, per tutte le specie di IPA misurate. Tutti i dati sono visibili nella serie temporale rappresentata nel Grafico 8 in Allegato.

I dati delle tabelle e le serie temporali del Grafico 8 in allegato mostrano che, mentre in estate la concentrazione media giornaliera è inferiore al limite di rivelabilità strumentale, in inverno i valori sono più alti, arrivando a superare, a Villa Bartolomea, il riferimento del limite normativo di 1 ng/m<sup>3</sup>, che tuttavia si riferisce a una media annuale. Il valore medio calcolato per Villa Bartolomea, considerando tutti i dati disponibili nelle campagne di misura, è 1.02 ng/m<sup>3</sup>.

Il comportamento di questo inquinante esibisce una forte stagionalità, assumendo valori elevati in inverno. Le concentrazioni misurate a Villa Bartolomea durante la campagna invernale mostrano valori decisamente più elevati di quelli di Verona-Giarol.

Benzoapirene (ng/m <sup>3</sup> )	ESTATE		INVERNO		ESTATE + INVERNO	
	Villa Bartolomea	Verona- Giarol	Villa Bartolomea	Verona- Giarol	Villa Bartolomea	Verona- Giarol-
media	<0.02	0.02	1.97	0.79	0.91	0.37
N	12	12	10	10	22	22
sd	0.01	0.01	0.6	0.24		
max	0.03	0.03	2.63	1.26	2.63	1.26
min	<0.02	<0.02	1.34	0.6	<0.02	<0.02

**Tabella 15. Concentrazione di benzo(a)pirene: dati della campagna di misura a Villa Bartolomea e della centralina fissa di fondo urbano di Verona-Giarol. I principali parametri statistici sono stati calcolati solo in base ai dati relativi a giorni in cui sono disponibili misure per entrambe le postazioni di misura. Il limite di rivelabilità dello strumento di misura è 0.02 ng/m<sup>3</sup>.**

(ng/m <sup>3</sup> )	ESTATE					INVERNO					ESTATE + INVERNO			
	N	media	sd	max	min	N	media	sd	max	min	N	media pesata	max	min
Benzoantracene	30	<0.02	0	0.02	<0.02	27	0.99	0.25	1.27	0.62	57	0.48	1.27	<0.02
Benzoapirene	30	<0.02	0.01	0.03	<0.02	27	2.14	0.55	2.63	1.34	57	1.02	2.63	<0.02
Benzobfluorantene	30	0.03	0.01	0.05	0.02	27	1.66	0.37	2	1.12	57	0.80	2	0.02
Benzoghiperilene	30	0.03	0.01	0.05	0.02	27	2.38	0.45	2.83	1.73	57	1.14	2.83	0.02
Benzokfluorantene	30	<0.02	0	0.02	<0.02	27	1.06	0.23	1.26	0.72	57	0.51	1.26	<0.02
Dibenzoantracene	30	<0.02	0	<0.02	<0.02	27	0.10	0.02	0.12	0.06	57	0.05	0.12	<0.02
Indeno123cdpirene	0					27	1.27	0.26	1.62	0.93	27	1.27	1.62	0.93
Crisene	30	0.03	0	0.03	0.02	27	1.05	0.25	1.29	0.67	57	0.51	1.29	0.02

**Tabella 16. Principali parametri statistici relativi alla concentrazione di diverse specie di IPA, misurata a Villa Bartolomea, calcolati utilizzando tutti i dati di campagna disponibili.**

## 8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza che permette di rappresentare in maniera sintetica lo stato di qualità dell'aria tenendo conto contemporaneamente del contributo di molteplici inquinanti atmosferici. L'indice utilizzato è associato a una scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria: buona, accettabile, mediocre, scadente, pessima.

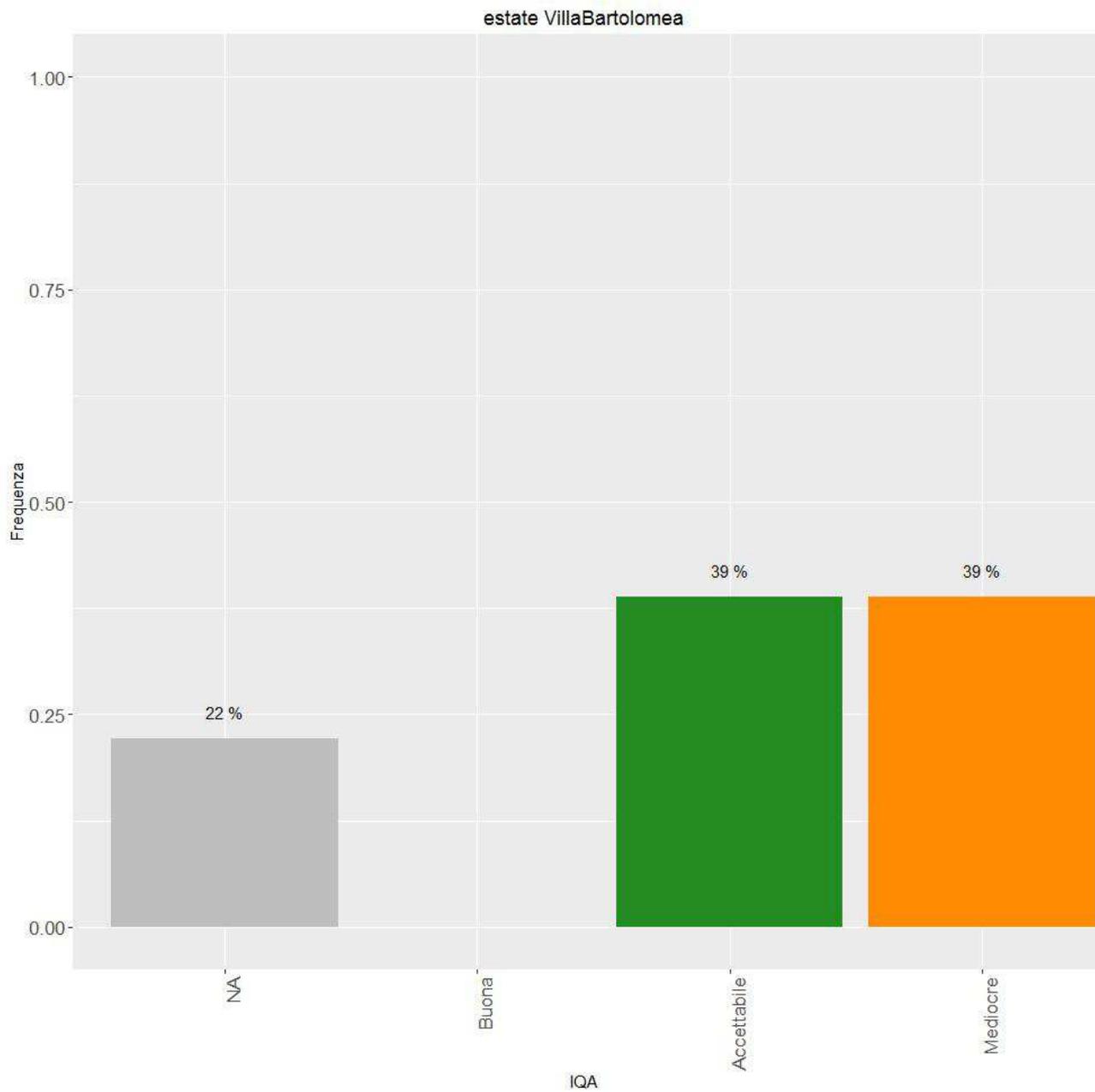
Il calcolo dell'indice, che può essere effettuato per ogni giorno di campagna, è basato sull'andamento delle concentrazioni di tre inquinanti: PM10, biossido di azoto e ozono.

Le prime due classi (buona e accettabile) informano che per nessuno dei tre inquinanti vi sono stati superamenti dei relativi indicatori di legge e che quindi non vi sono criticità legate alla qualità dell'aria in una data stazione.

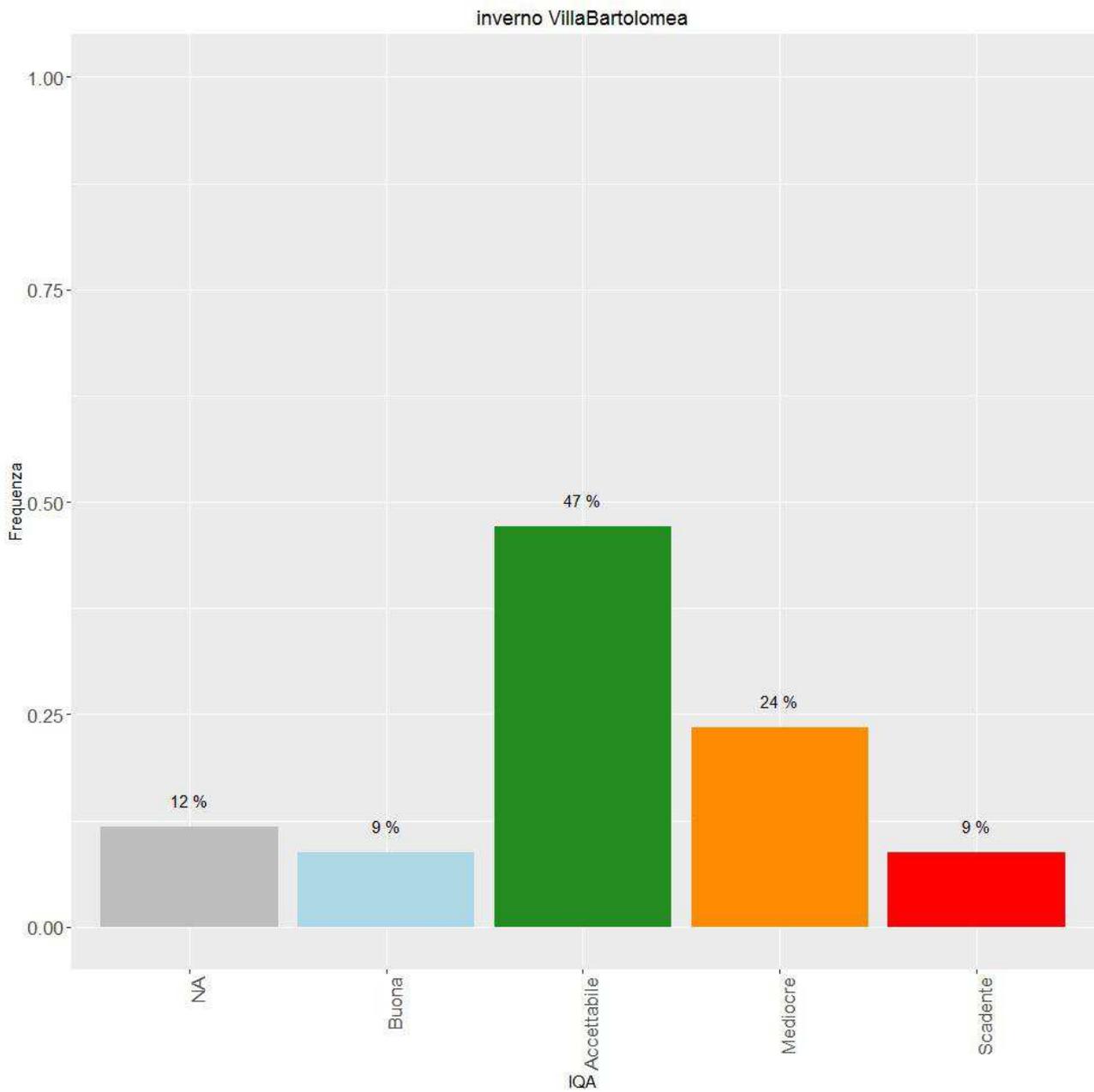
Le altre tre classi (mediocre, scadente e pessima) indicano invece che almeno uno dei tre inquinanti considerati ha superato il relativo indicatore di legge. In questo caso la gravità del superamento è determinata dal relativo giudizio assegnato ed è possibile quindi distinguere situazioni di moderato superamento da altre significativamente più critiche.

Per maggiori informazioni sul calcolo dell'indice di qualità dell'aria si può visitare la seguente pagina web: <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/iqa>

In figura 12 e figura 13 è riportata la percentuale di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA, per le due campagne di misura, estiva e invernale, rispettivamente. Durante la campagna estiva prevalgono le giornate in cui la qualità dell'aria è stata "Accettabile" o "Mediocre" (39% per entrambe le categorie). Nel corso della campagna invernale la qualità dell'aria è stata prevalentemente "Accettabile" (47%) e per il 24% è stata "Mediocre"; a seguire, il 9% delle giornate è stata "Scadente" e il 9% "Buona".



**Figura 12. Indice di Qualità dell'aria a Villa Bartolomea, campagna ESTIVA: frequenza delle diverse "classi" di qualità dell'aria. Elaborazione eseguita a partire da tutti i dati disponibili per Villa Bartolomea.**



**Figura 13. Indice di Qualità dell'aria a Villa Bartolomea, campagna INVERNALE: frequenza delle diverse "classi" di qualità dell'aria. Elaborazione eseguita a partire da tutti i dati disponibili per Villa Bartolomea.**

## 9. Valutazione dei trend storici per il sito di interesse

La centralina di traffico urbano di San Bonifacio, posta circa 20 km a nord di Villa Bartolomea, e la centralina di fondo urbano di Legnago, 7 km a nord, sono le stazioni di riferimento per il monitoraggio della qualità dell'aria nell'area individuata dalla zonizzazione come IT0513 "Pianura e capoluogo bassa pianura", a cui appartiene anche il punto di monitoraggio di Villa Bartolomea. È stato effettuato un confronto tra i dati degli inquinanti più significativi (NO<sub>2</sub>, benzene, PM10 e benzo(a)pirene) misurati durante il periodo di campagna e i corrispondenti valori medi registrati negli anni precedenti presso le stazioni fisse di riferimento. I risultati sono riportati in forma grafica nelle figure da 14 a 17. Nelle figure sono rappresentate le due serie temporali della concentrazione media annua di un dato inquinante, misurata dalle centraline fisse di San Bonifacio (linea-quadrato arancione) e Legnago (linea-quadrato verde); le barre di istogramma si riferiscono invece alla concentrazione media durante le campagne di monitoraggio, misurata dal mezzo mobile a Villa Bartolomea (barra blu), e dalle centraline di San Bonifacio (barra arancione) e Legnago (barra verde). Il benzo(a)pirene, viene regolarmente misurato solo presso la centralina di monitoraggio di Verona-Giarol, nella provincia di Verona. La stazione di riferimento per la zona "Pianura e Capoluogo Bassa Pianura" è in realtà Schio, in provincia di Vicenza. Pertanto, per questo inquinante, il confronto è stato effettuato con le centraline di Verona-Giarol e Schio-Vicenza.

Per quanto riguarda il biossido di azoto, si osserva una tendenza alla diminuzione della concentrazione di questo inquinante negli anni dal 2007 al 2013, sia presso la stazione di traffico di San Bonifacio sia presso la stazione di fondo di Legnago; in seguito si verifica una stabilizzazione dei valori medi negli ultimi cinque anni. I valori misurati presso le stazioni fisse nel periodo di campagna sono in linea con la rispettiva media annuale. Il valore medio durante la campagna a Villa Bartolomea è più basso della media registrata nello stesso periodo a Legnago e San Bonifacio.

La concentrazione di PM10 mostra una tendenza alla diminuzione tra il 2011 e il 2016, pur essendoci un massimo locale nel 2015, e un lieve incremento negli ultimi due anni. Nel periodo di campagna i valori medi di PM10 di San Bonifacio e Legnago sono stati inferiori della loro media relativa al 2017. La concentrazione media a Villa Bartolomea è confrontabile con quella misurata a San Bonifacio e Legnago.

Il benzo(a)pirene, negli anni tra il 2010 e il 2015 ha avuto un andamento variabile. A Verona-Cason si osserva una tendenza all'aumento, dal 2010 al 2015; nel 2016, la centralina di Verona-Cason è stata spostata a Verona-Giarol, e negli ultimi due anni si è assistito a un lieve decremento. A Schio (Vicenza) non si osserva alcuna tendenza, ma piuttosto oscillazioni dei valori medi annuali. La concentrazione misurata durante la campagna di misura nella stazione di fondo urbano di Verona-Giarol sono più bassi del valore medio annuale misurato nel 2017 presso la centraline stessa. Invece il valore medio relativo a Villa Bartolomea è molto più elevato, si avvicina al limite annuale di 1 ng/m<sup>3</sup>, pur non superandolo. Il confronto con i dati annuali delle centraline porta a non escludere che, nel 2018, in questa località, si possa assistere a un superamento del limite annuale.

Il benzene, nel periodo considerato, mostra una tendenza alla diminuzione. I valori misurati presso le centraline nel periodo di monitoraggio sono in linea con quelli medi del 2017. I valori di benzene misurati a Villa Bartolomea sono confrontabili con quelli di Legnago e San Bonifacio.

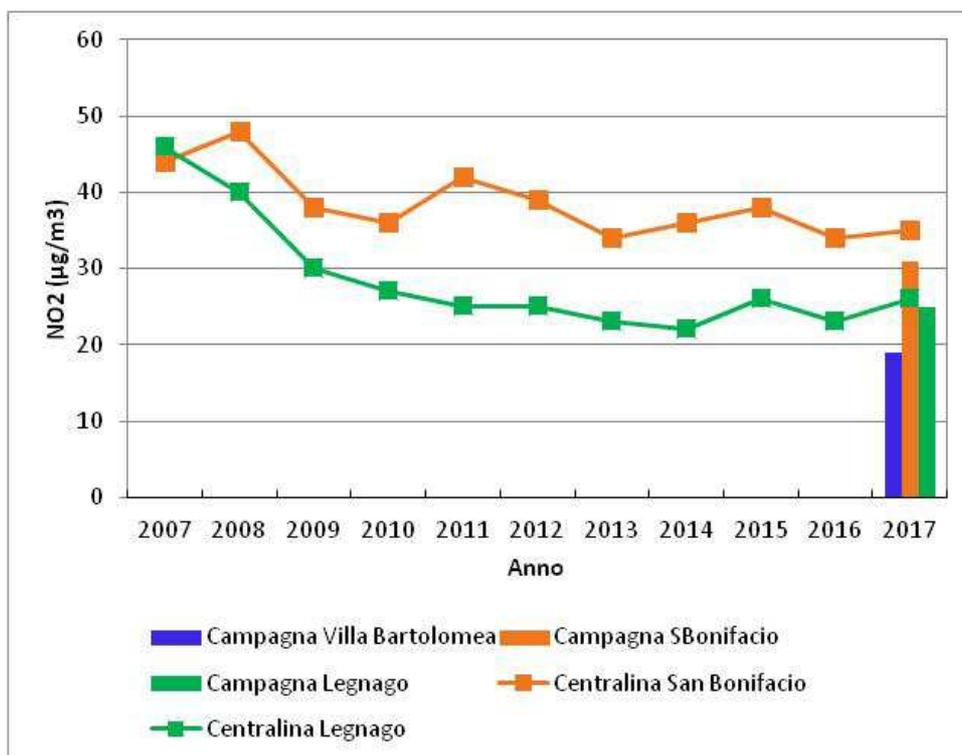


Figura 14: NO<sub>2</sub>. Serie temporali della concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di San Bonifacio (linea-quadrato arancione) e Legnago (linea-quadrato verde). Le barre di istogramma si riferiscono alla concentrazione media durante le campagne di misura del 2018, misurata dal mezzo mobile a Villa Bartolomea (barra blu), e dalle centraline di San Bonifacio (barra arancione) e Legnago (barra verde).

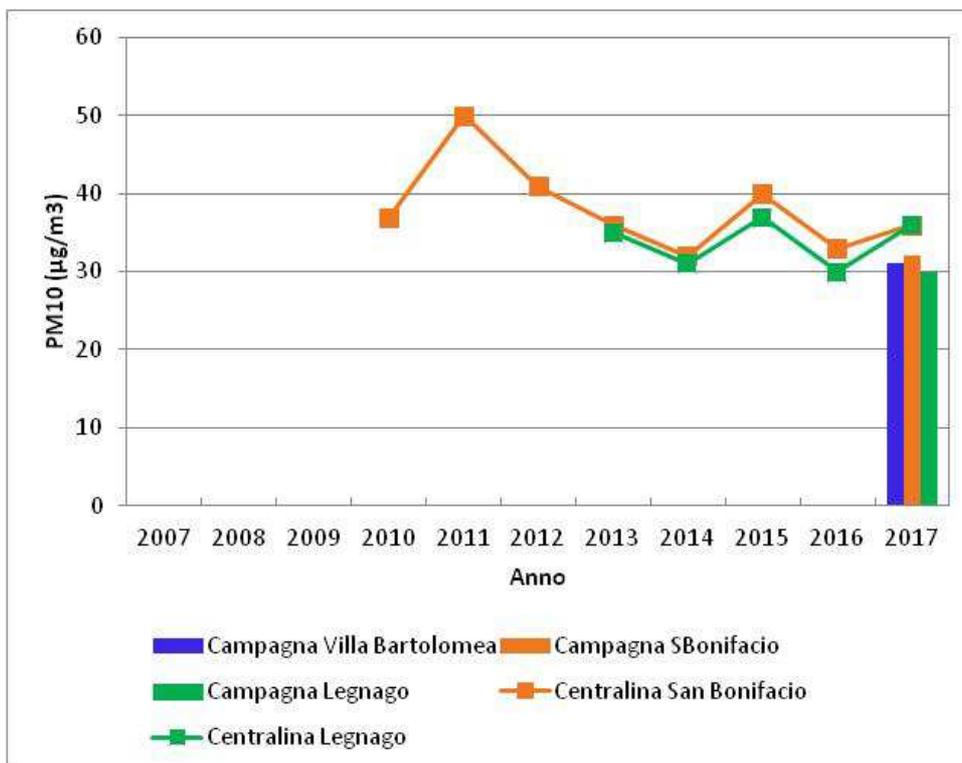


Figura 15. PM10: concentrazione media annua misurata dalle centraline fisse di San Bonifacio e Legnago, e concentrazione media durante le campagne di misura del 2018, misurata dal mezzo mobile a Villa Bartolomea, e dalle centraline di San Bonifacio e Legnago (come in figura 16).

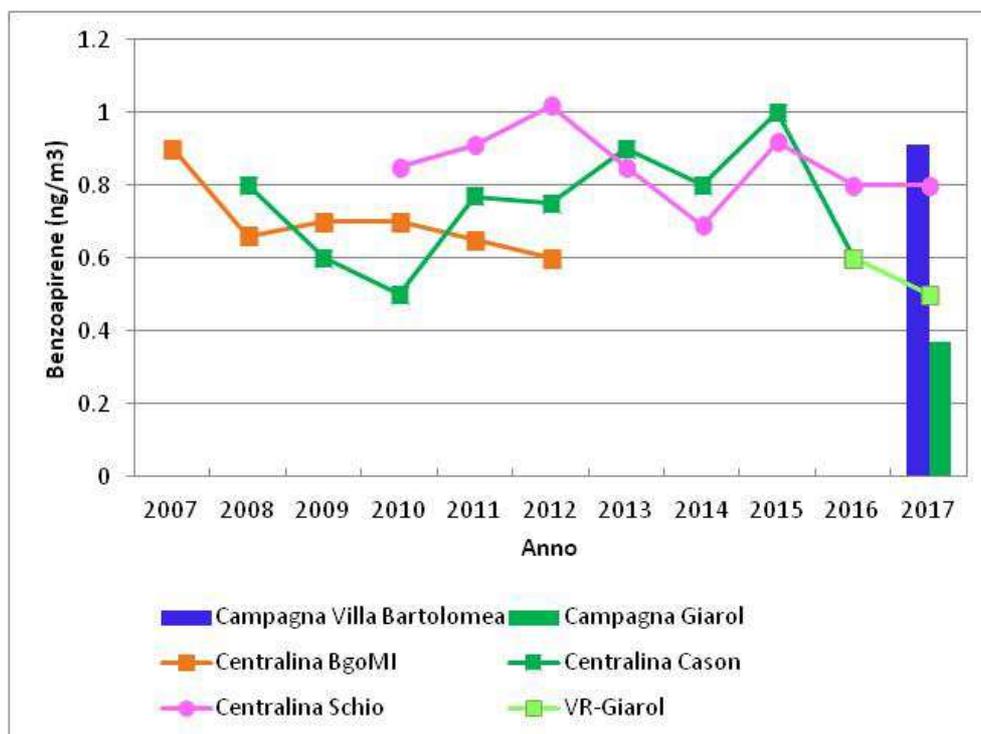


Figura 16. Benzo(a)pirene: concentrazione media annua misurata presso le centraline fisse di Verona-Borgo Milano, Verona-Giarol, Schio (VI) e concentrazione media durante le campagne di misura del 2018, misurata dal mezzo mobile a Villa Bartolomea, dalla centralina di Verona-Giarol (come in figura 16).

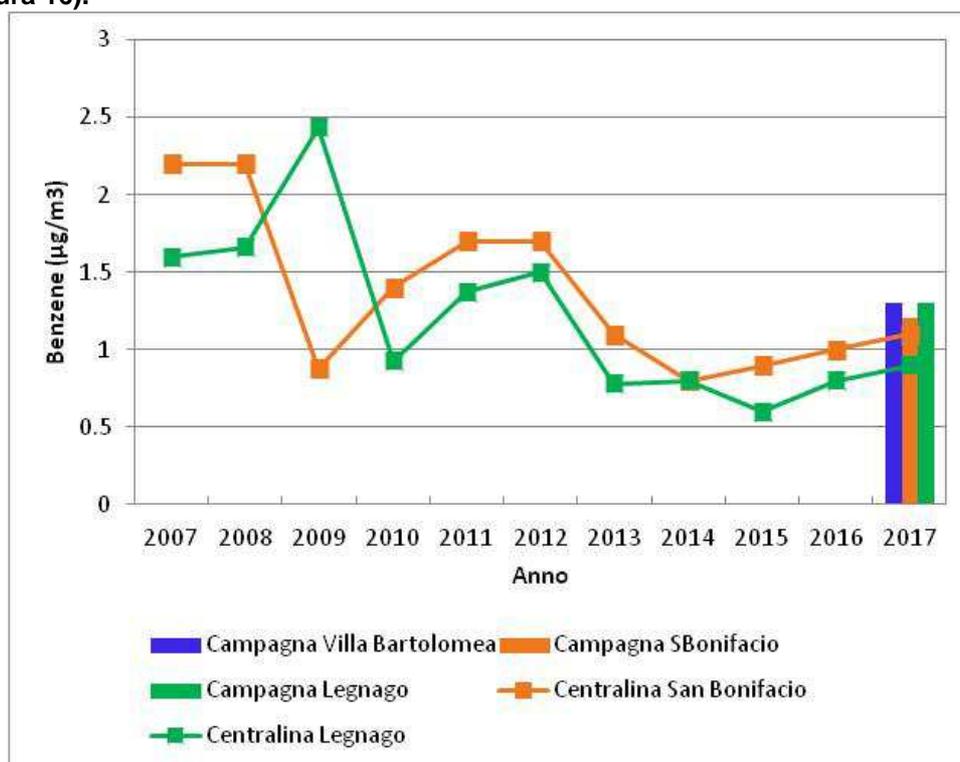


Figura 17. Benzene: concentrazione media annua misurata presso le centraline fisse di Legnago e San Bonifacio, e concentrazione media durante le campagne di misura del 2018, misurata dal mezzo mobile a Villa Bartolomea, dalla centralina di Legnago e da quella di San Bonifacio (come in figura 16).

## 10. Conclusioni

Il mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato nel comune di Villa Bartolomea, in Via I Maggio. Il punto di misura si trova a nord-ovest del centro del paese, in una zona residenziale, vicino agli impianti sportivi. Tra le fonti di pressione si segnalano la Strada Rodigina SS499, 70m a sud-ovest del punto di misura, la Transpolesana SS434, che corre 1 km a sud-ovest del punto di misura, e la zona industriale del paese 1 km a sud.

La campagna di misura estiva di Villa Bartolomea è stata svolta dal 29 maggio al 3 luglio 2018, quella invernale dal 12 gennaio al 14 febbraio 2018. La campagna estiva è stata svolta in un periodo critico per le elevate temperature che l'hanno caratterizzato; quella invernale è stata caratterizzata da ventilazione e piovosità nella norma.

Sono state misurate le concentrazioni medie orarie di CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, le medie giornaliere di PM10 e benzo(a)pirene, e la media su un periodo di più giorni del benzene.

E' stata realizzata un'analisi dei dati, sono stati calcolati vari parametri statistici ed è stato effettuato un confronto con le due stazioni fisse di riferimento: quella di traffico urbano di San Bonifacio e quella di fondo urbano di Legnago.

Il benzo(a)pirene rappresenta l'inquinante più critico per il sito monitorato: si tratta di un composto che fa parte del gruppo degli idrocarburi policiclici aromatici, una famiglia di composti presenti sul particolato sottile, con proprietà cancerogene. La sua concentrazione esibisce una forte stagionalità, rimanendo inferiore al limite di rivelabilità in estate, e assume in inverno a Villa Bartolomea valori elevati, superiori a 2 ng/m<sup>3</sup> (come confronto si ricorda che il limite normativo relativo alla media annuale è pari a 1 ng/m<sup>3</sup>). Il valore medio, calcolato considerando tutti i dati disponibili nelle due campagne di misura, è 1.02 ng/m<sup>3</sup>. I valori medi e massimi rilevati a Villa Bartolomea sono decisamente superiori a quelli della stazione fissa di riferimento di Verona-Giarol: dal confronto con i dati misurati presso questa stazione, non si può escludere che il limite annuale di 1 ng/m<sup>3</sup> possa essere stato superato a Villa Bartolomea. In provincia di Verona, in base alle stime dell'inventario delle emissioni INEMAR (anno), la principale sorgente emissiva di questo tipo di inquinanti è data dal riscaldamento a biomassa.

Le concentrazioni di ossidi di azoto, non hanno superato alcun limite normativo relativo all'esposizione acuta, a Villa Bartolomea come anche nelle stazioni di riferimento della provincia di Verona. I valori misurati a Villa Bartolomea sono mediamente inferiori a quelli delle centraline di riferimento, in tutte le ore della giornata e in entrambe le stagioni, e si avvicinano di più a quelli della centralina di Legnago, rispetto a quelli di San Bonifacio. Questa analisi indica che il punto di monitoraggio mostra le caratteristiche di un sito di fondo sub-urbano.

Per quanto riguarda le polveri sottili, nei due periodi di campagna si sono verificati 11 superamenti, pari al 17% del periodo monitorato, un numero confrontabile con quello delle centraline di riferimento. Anche i valori medi di concentrazione misurata a Villa Bartolomea sono confrontabili con quelli di San Bonifacio e Legnago.

La stima del valore medio annuale per il sito di Villa Bartolomea, ottenuta dal confronto con i valori della centralina fissa più rappresentativa del sito stesso (Legnago), è stata 35 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>. In base alla stessa metodologia si stima il 90° percentile pari a 69 µg/m<sup>3</sup>, che determina un superamento del valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> per un numero di volte superiore al limite di 35 su base annua.

L'ozono ha mostrato concentrazioni confrontabili con quelle misurate presso la centralina fissa di fondo urbano di Legnago. Il limite di 120 µg/m<sup>3</sup> sulla media mobile di 8 ore, relativo all'esposizione cronica, è stato superato 16 giorni su 36 durante la campagna estiva a Villa Bartolomea, numero superiore, ma vicino a quello relativo alla centralina di riferimento di Legnago. Il limite di 180 µg/m<sup>3</sup>, associato all'esposizione acuta per le fasce deboli della popolazione, non è stato superato né a Villa Bartolomea, né a Legnago.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio e il biossido di zolfo, i valori medi di concentrazione sono molto bassi rispetto ai limiti indicati dalla normativa, e vicini al limite di rilevabilità strumentale.

Il benzene, misurato con campionatori passivi, mostra valori medi e massimi vicini a quelli della centraline di Legnago, superiori a quelli di San Bonifacio. Il confronto con i dati delle centraline di riferimento e con i dati storici suggerisce che il limite annuale per questo inquinante ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sia stato rispettato anche a Villa Bartolomea.

L'indice di qualità dell'aria, durante la campagna di monitoraggio estiva a Villa Bartolomea, è risultato prevalentemente "Accettabile" (per il 39% del periodo di monitoraggio in estate e per il 57% in inverno) . Tuttavia, in entrambe le stagioni, un numero consistente di giornate è stato caratterizzato da qualità dell'aria "Mediocre" o "Scadente" a causa degli elevati livelli di ozono e polveri sottili.

## 11. Sintesi

Inquinante	Tipo di limite	Indicatore statistico	Valore limite	Risultato del monitoraggio	Sintesi valutazione	
PM <sub>10</sub>	Limite annuale (media)	Media	40 µg/m <sup>3</sup>	35 µg/m <sup>3</sup> (media stimata)	Elevato numero di superamenti del limite giornaliero (cfr. par. 7.5)	
	Limite giornaliero da non superare più di 35 volte in un anno (media 24 h)	Media 24 h	50 µg/m <sup>3</sup>	Più di 35 superamenti/anno stimati		
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione (media 1 h)	Media 1 h	180 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	Elevato numero di superamenti del valore obiettivo (cfr. par. 7.4)	
	Soglia di allarme	Media 1 h	240 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti		
NO <sub>2</sub>	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Massimo della media mobile su 8 h	120 µg/m <sup>3</sup>	16 superamenti	Rispetto dei limiti normativi (cfr. par. 7.2)	
	Soglia di allarme	Media 1h. Superamento per 3 ore consecutive del valore di soglia	400 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti		
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1h da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti		
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>	19 µg/m <sup>3</sup> (media delle due campagne di misura)		
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	Superamento per 3 h consecutive del valore di soglia	500 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	Concentrazione media nettamente inferiore ai limiti normativi (cfr. paragrafo 7.3)	
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti		
	Limite di 24 ore per la protezione della salute umana anno civile	Media su 24 ore, da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti		
CO	Valore limite	Massimo giornaliero della media mobile su 8 h	10 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	Concentrazione media nettamente inferiore ai limiti normativi (cfr. paragrafo 7.1)	
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annua	5 µg/m <sup>3</sup>	0.9 µg/m <sup>3</sup> (media delle due campagne di misura)	Valore medio durante la campagna di monitoraggio superiore al limite annuale (cfr. par. 7.6)	
BaP	Valore obiettivo	Media annua	1 ng/m <sup>3</sup>	1.02 ng/m <sup>3</sup> (media delle due campagne di misura)	Valore medio durante la campagna di monitoraggio superiore al limite annuale (cfr. par. 7.7)	

**Tabella 17. Sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio a Villa Bartolomea.**

### Indice di qualità dell'aria estate VillaBartolomea



Figura 18. Grafico-calendario dell'indice di qualità dell'aria, campagna di Villa Bartolomea, ESTATE 2018.

### Indice di qualità dell'aria inverno VillaBartolomea



Figura 19. Grafico-calendario dell'indice di qualità dell'aria, campagna di Villa Bartolomea, INVERNO 2018.

## 12. Allegato

In questa relazione sono stati riportati anche alcuni grafici di tipo “box-whisker”, il cui significato è illustrato in figura 20.

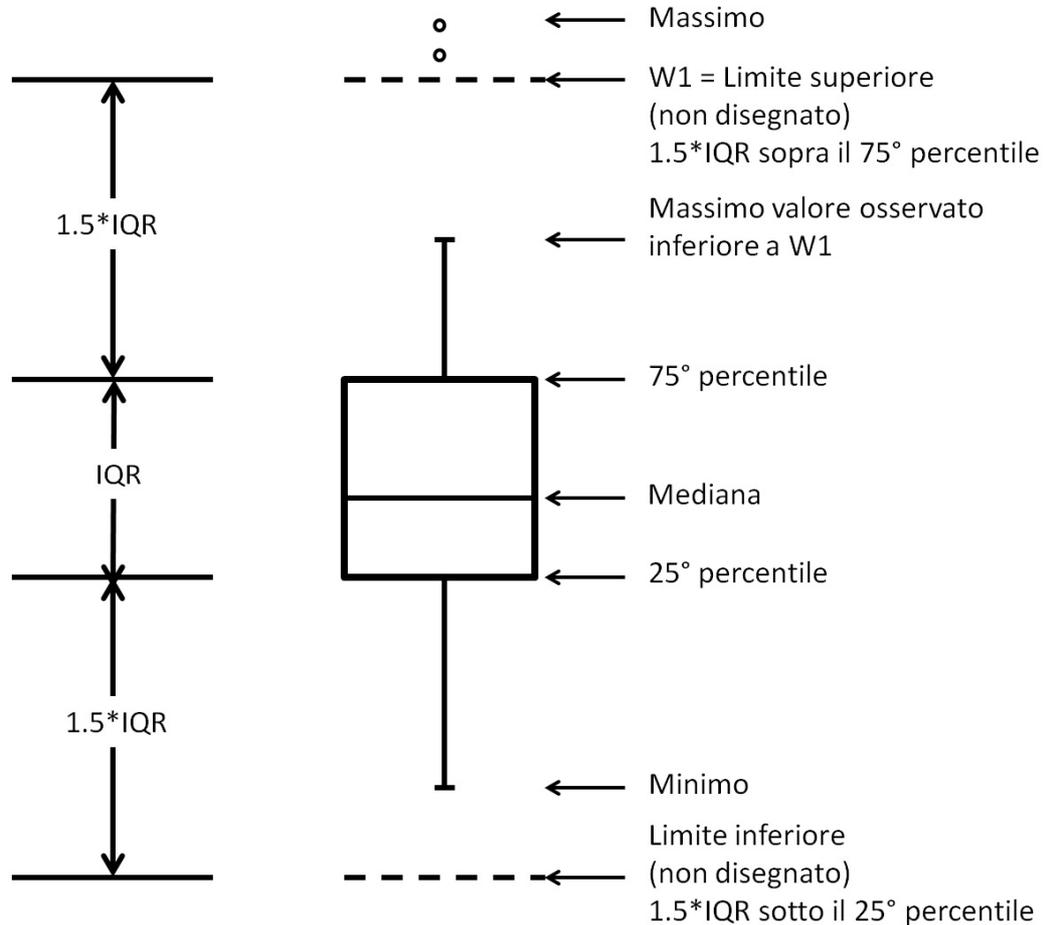


Figura 20. Schema esplicativo del box-whisker plot, utilizzato più volte nella presente relazione. La linea orizzontale nel mezzo della scatoletta (“box”) indica il valore della mediana (o 50° percentile) della distribuzione, cioè di quel valore rispetto al quale il 50% dei dati della popolazione rappresentata dal grafico è inferiore. Il segmento orizzontale che delimita inferiormente il “box” è il 25° percentile, cioè il valore rispetto al quale il 25% dei dati è inferiore. Il segmento orizzontale che delimita superiormente il “box” è il 75° percentile, cioè il valore rispetto al quale il 75% dei dati è inferiore. La differenza tra il 25° e 75° percentile si definisce “Inter Quartile Range” (IQR). In base all’IQR si definiscono i “baffi”, cioè le barre che si estendono in alto e in basso: lo spazio tra esse compreso dà un’indicazione della dispersione dei dati della serie rappresentata. Oltre i baffi, si trovano solo pochi dati della popolazione rappresentata, i valori minimi e massimi, che vengono chiamati “outliers” e indicati con dei pallini.

Grafico 1 – Concentrazione di CO (mg/m<sup>3</sup>), media mobile di 8 ore, box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).

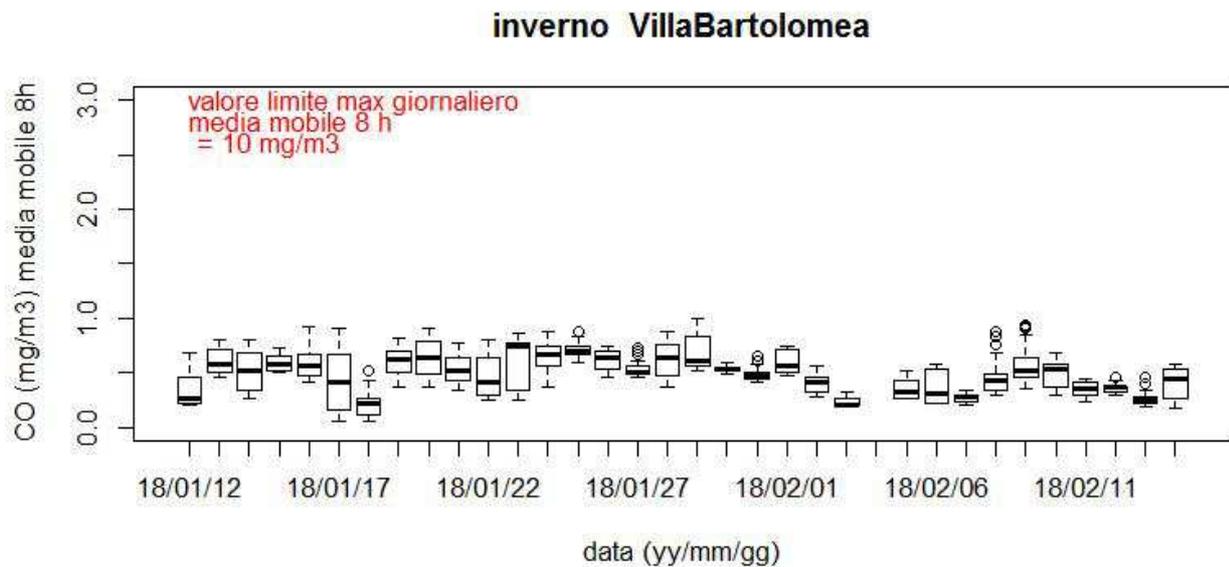
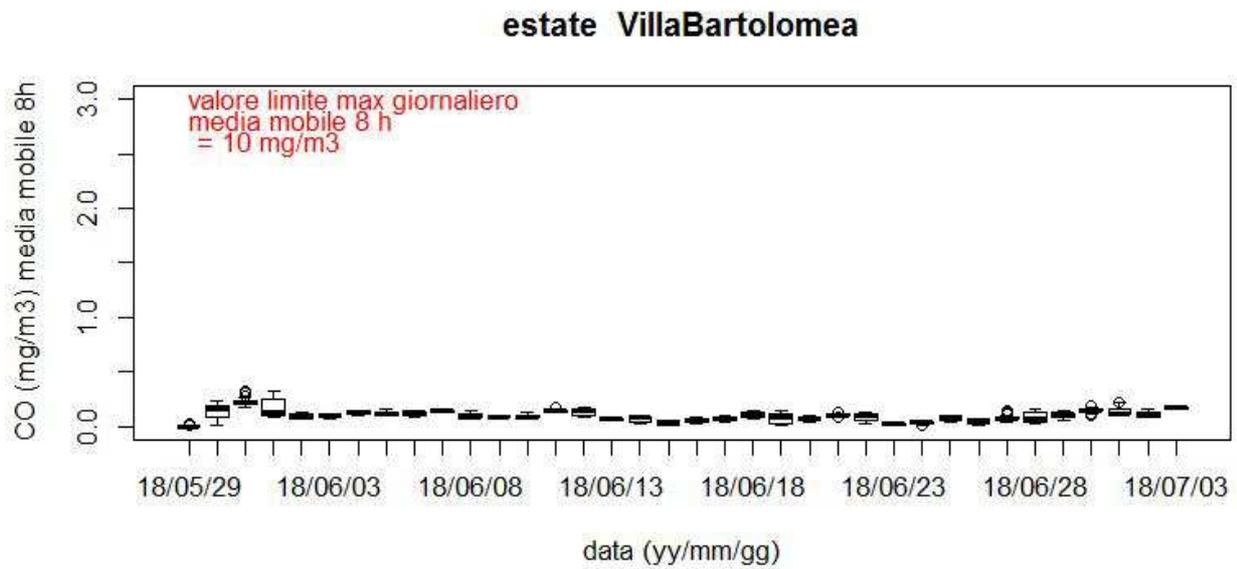


Grafico 2 – Concentrazione di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).

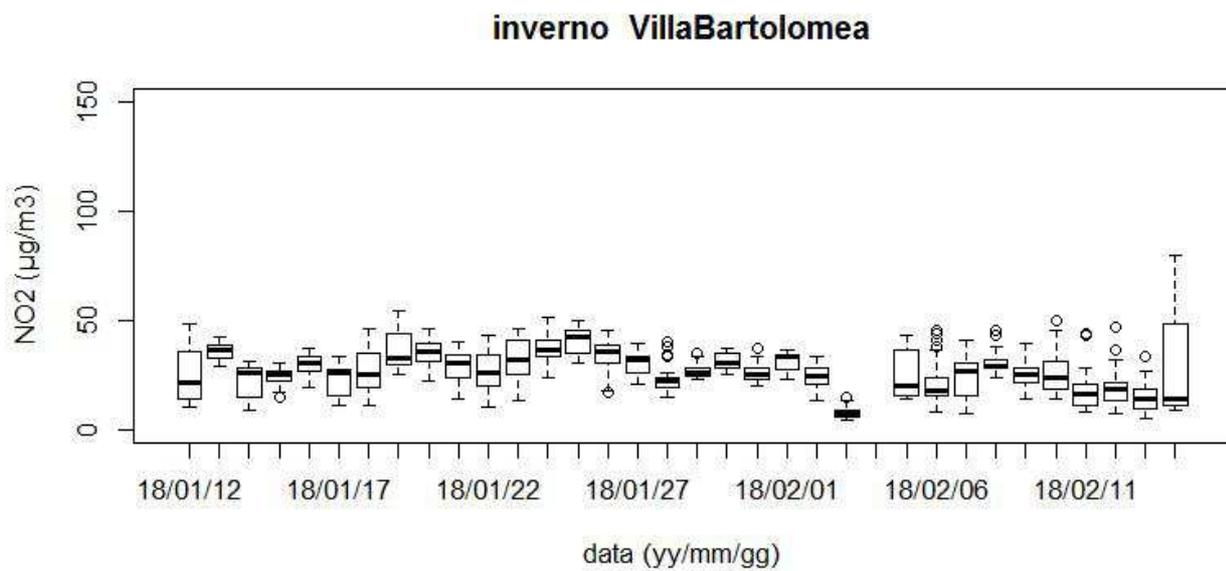
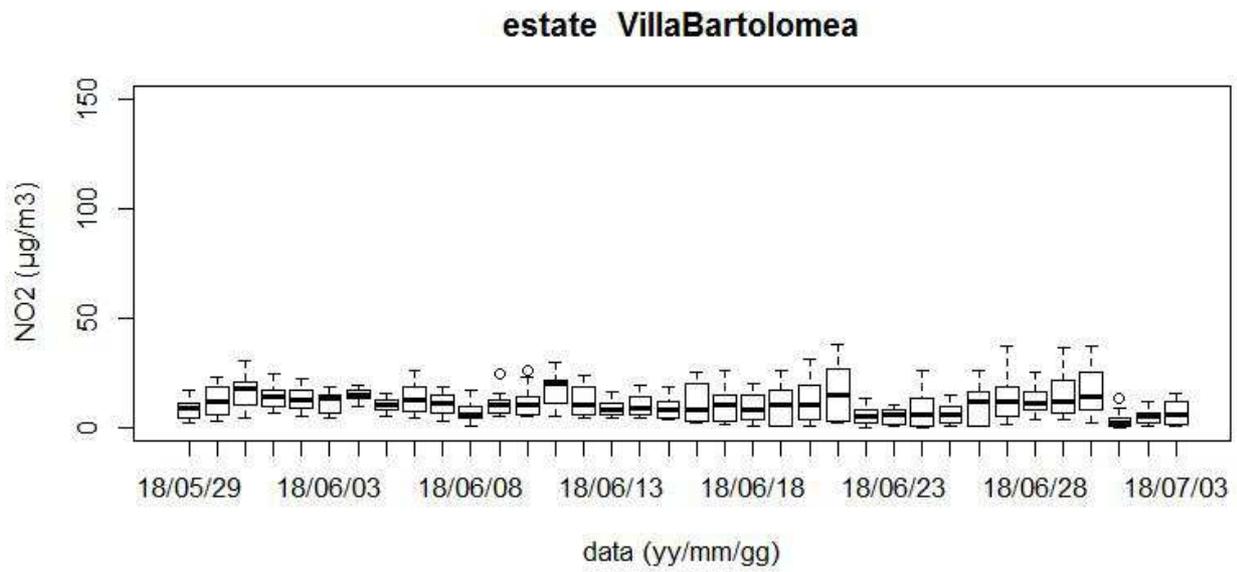


Grafico 3 – Concentrazione di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>), box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).

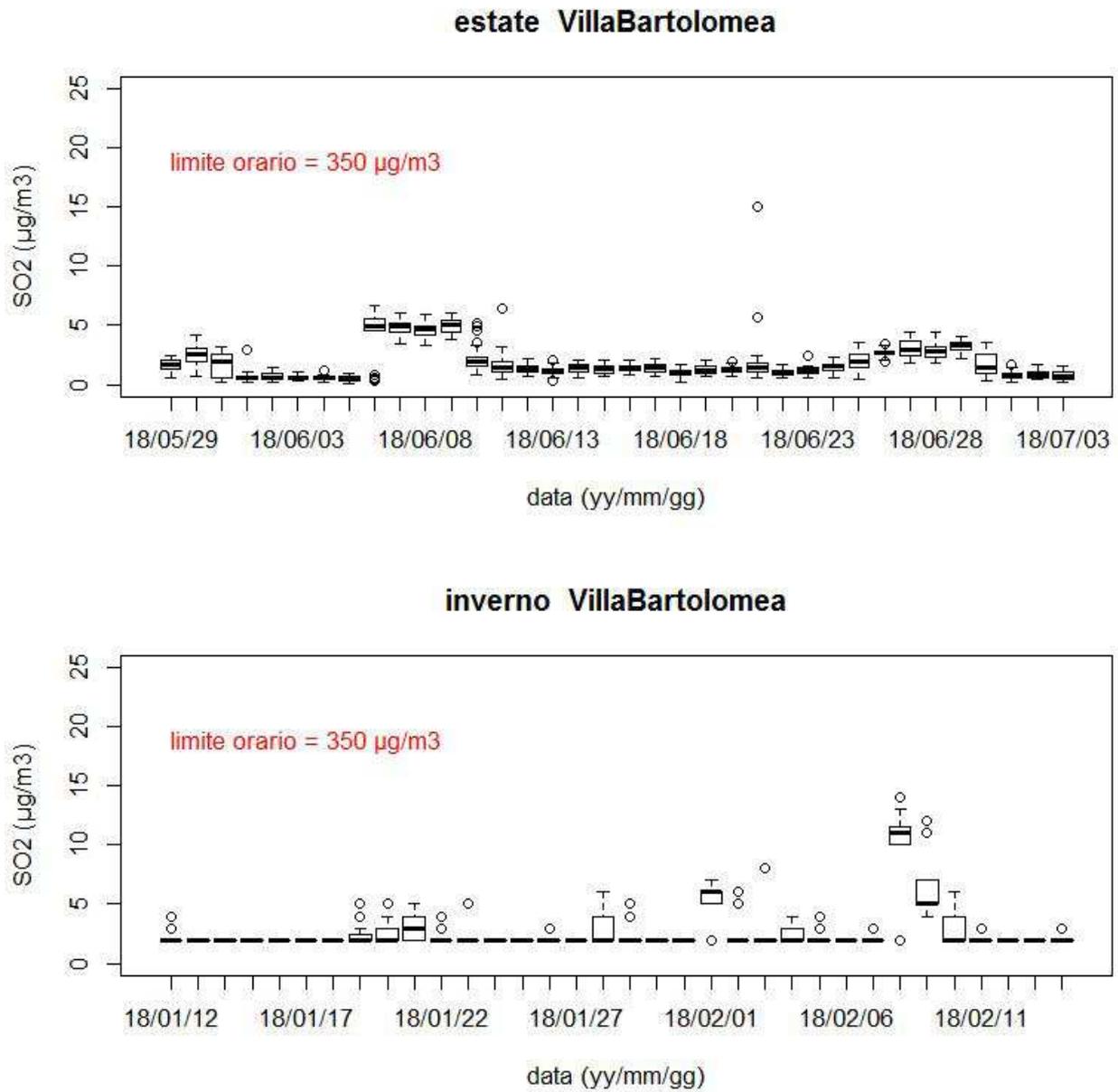


Grafico 4 – Concentrazione di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>), box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).

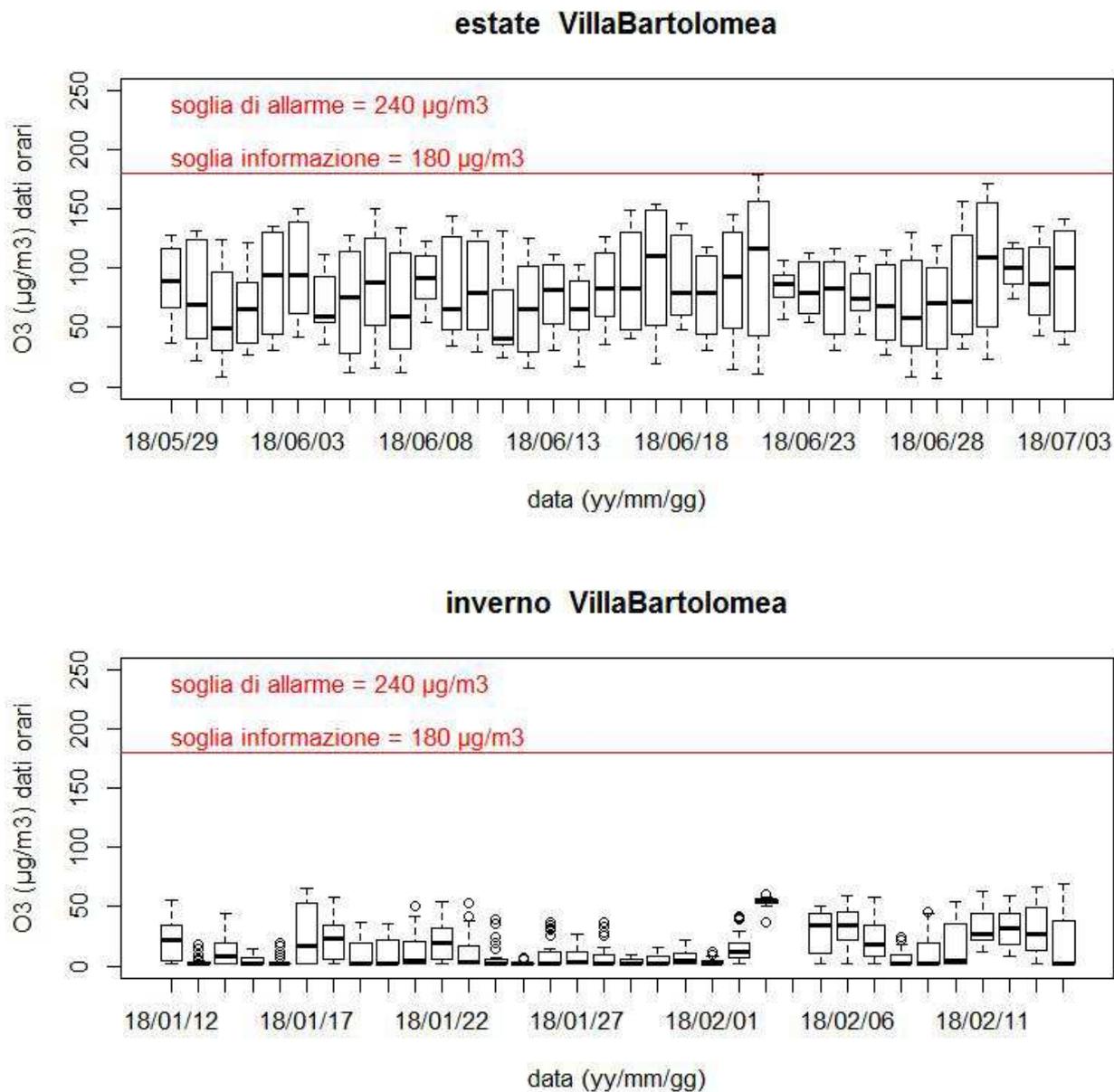
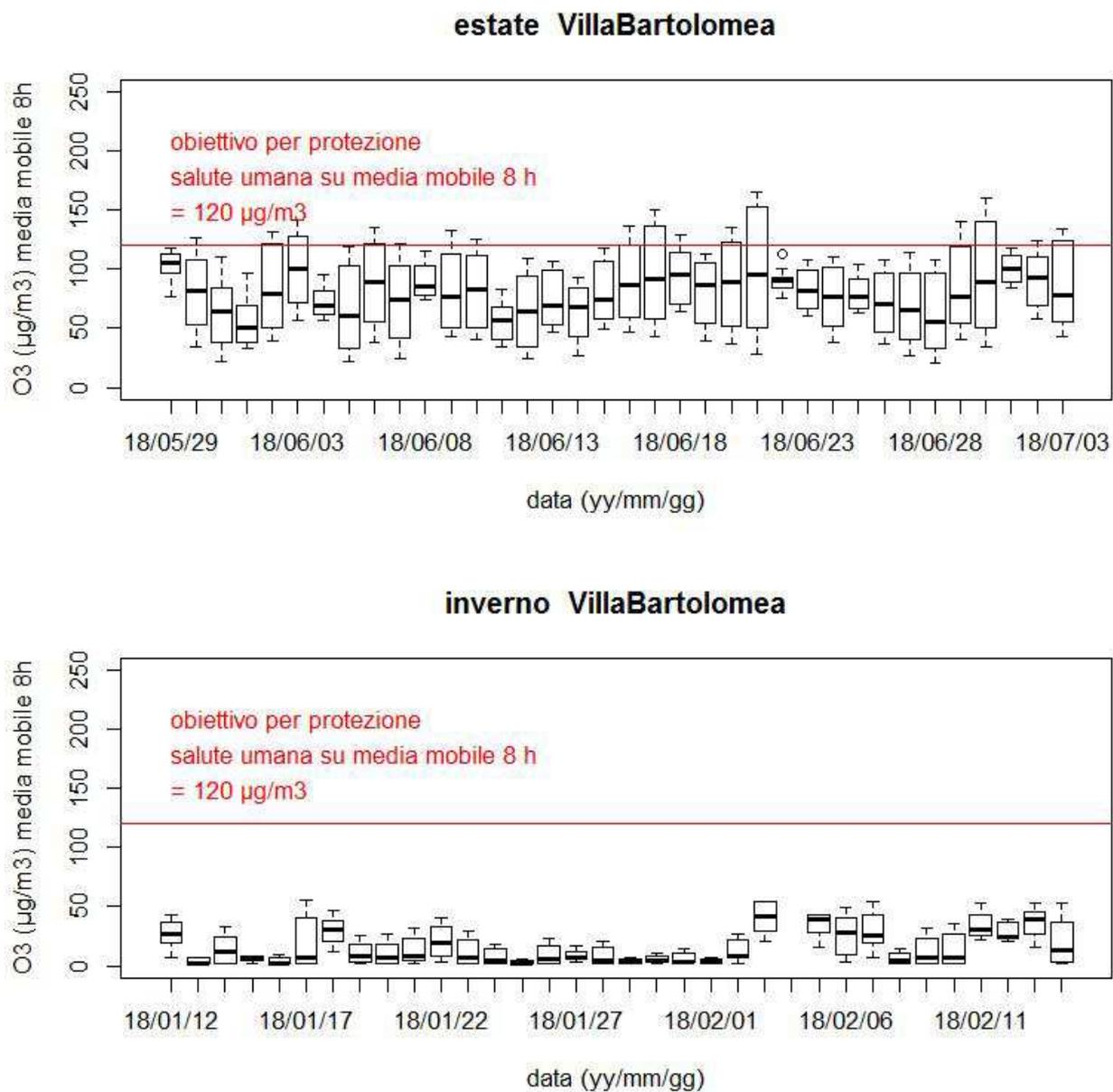
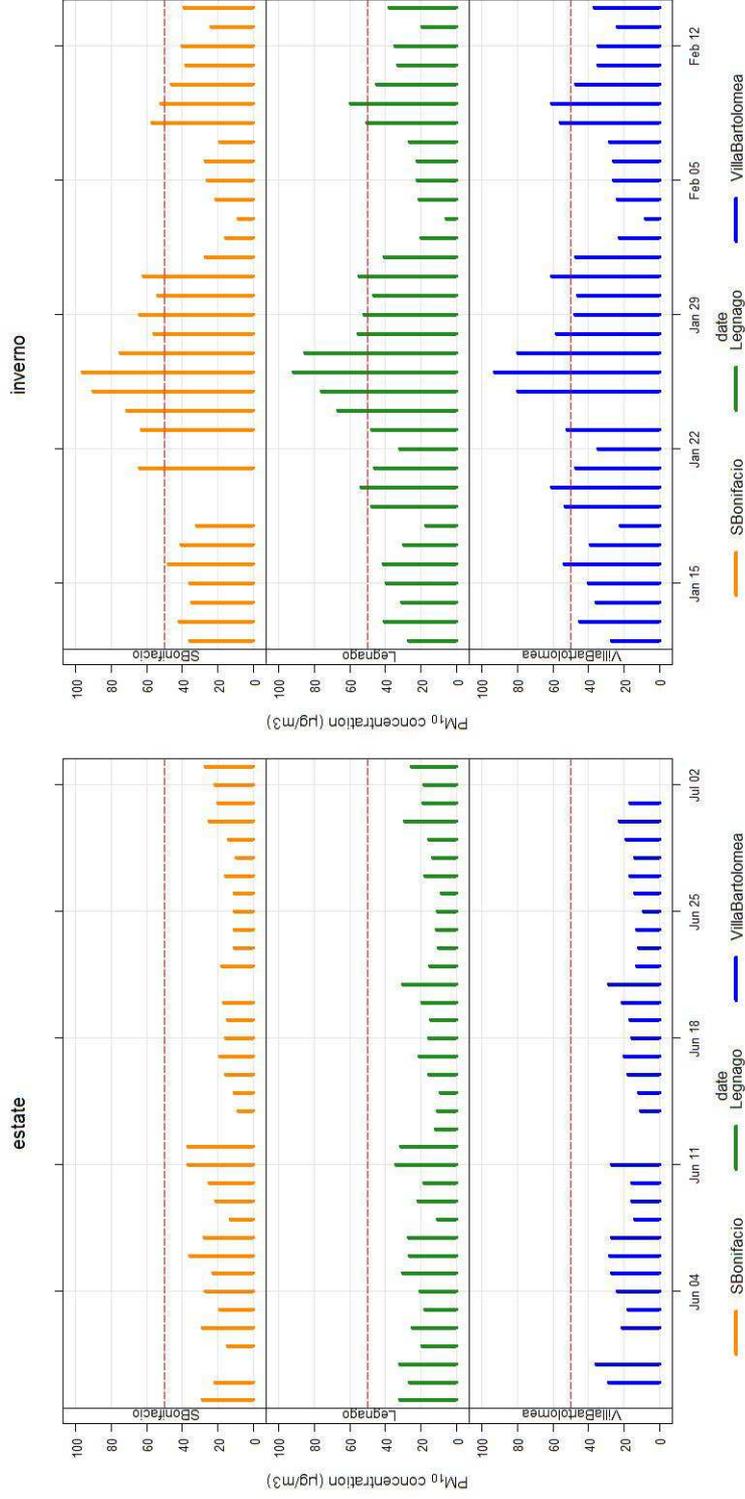


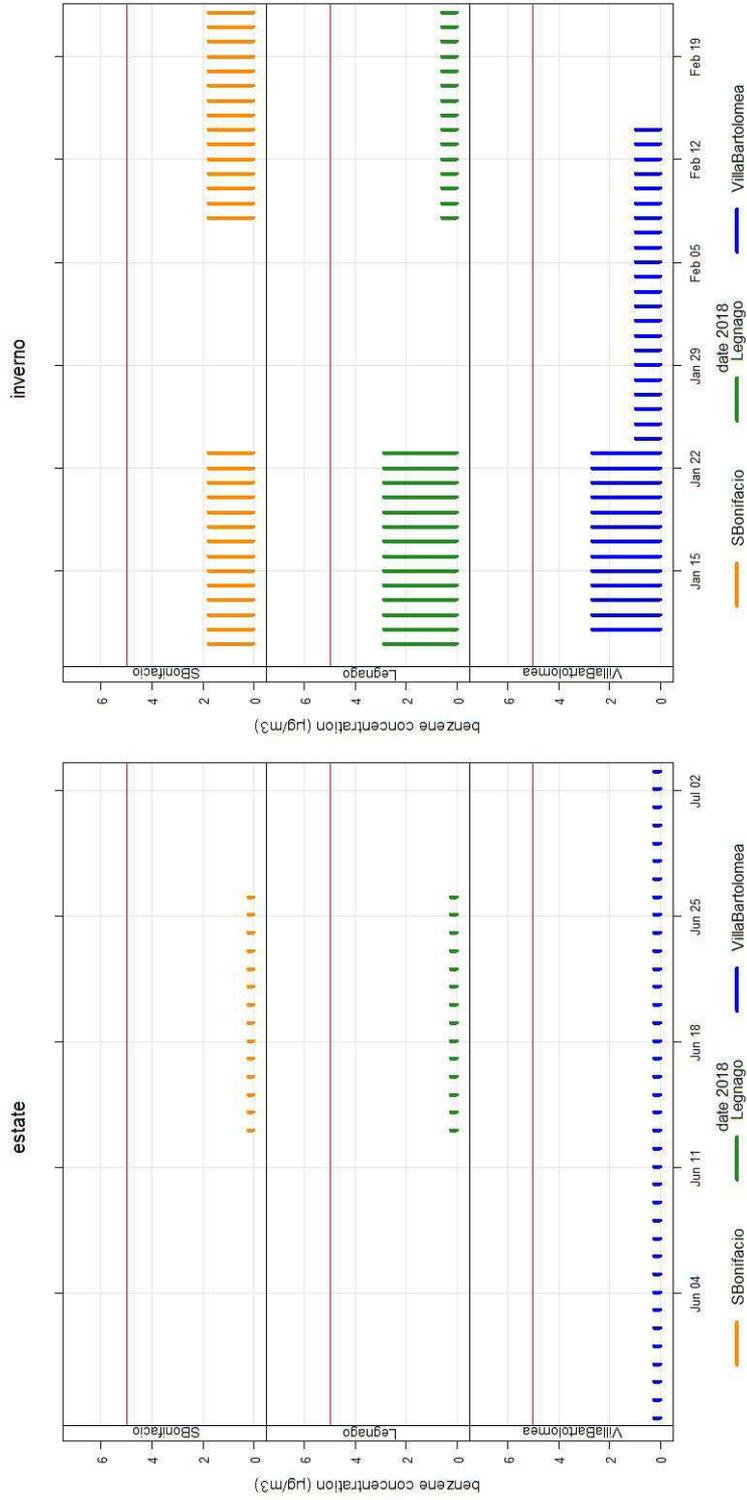
Grafico 5 – Concentrazione di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>), media mobile di 8 ore, box-wisker plot. Campagna di misura estiva (pannello sopra) e invernale (pannello sotto).



**Grafico 6 – Concentrazione giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Villa Bartolomea, San Bonifacio e Legnago. La linea tratteggiata indica il valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 35 volte l'anno.**



**Grafico 7 – Concentrazione di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a Legnago, San Bonifacio e Villa Bartolomea nella campagna di misura invernale. La linea rossa indica il valore obiettivo (annuale) di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il valor medio, misurato tramite campionario passivo esposto per un certo numero di giorni, viene attribuito a ogni giorno di esposizione.**



**Grafico 8 – Concentrazione di benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>) a Legnago e Villa Bartolomea nella campagna di misura estiva (a sinistra) e invernale (a destra). La linea rossa indica il valore obiettivo (annuale) di 1 ng/m<sup>3</sup>.**

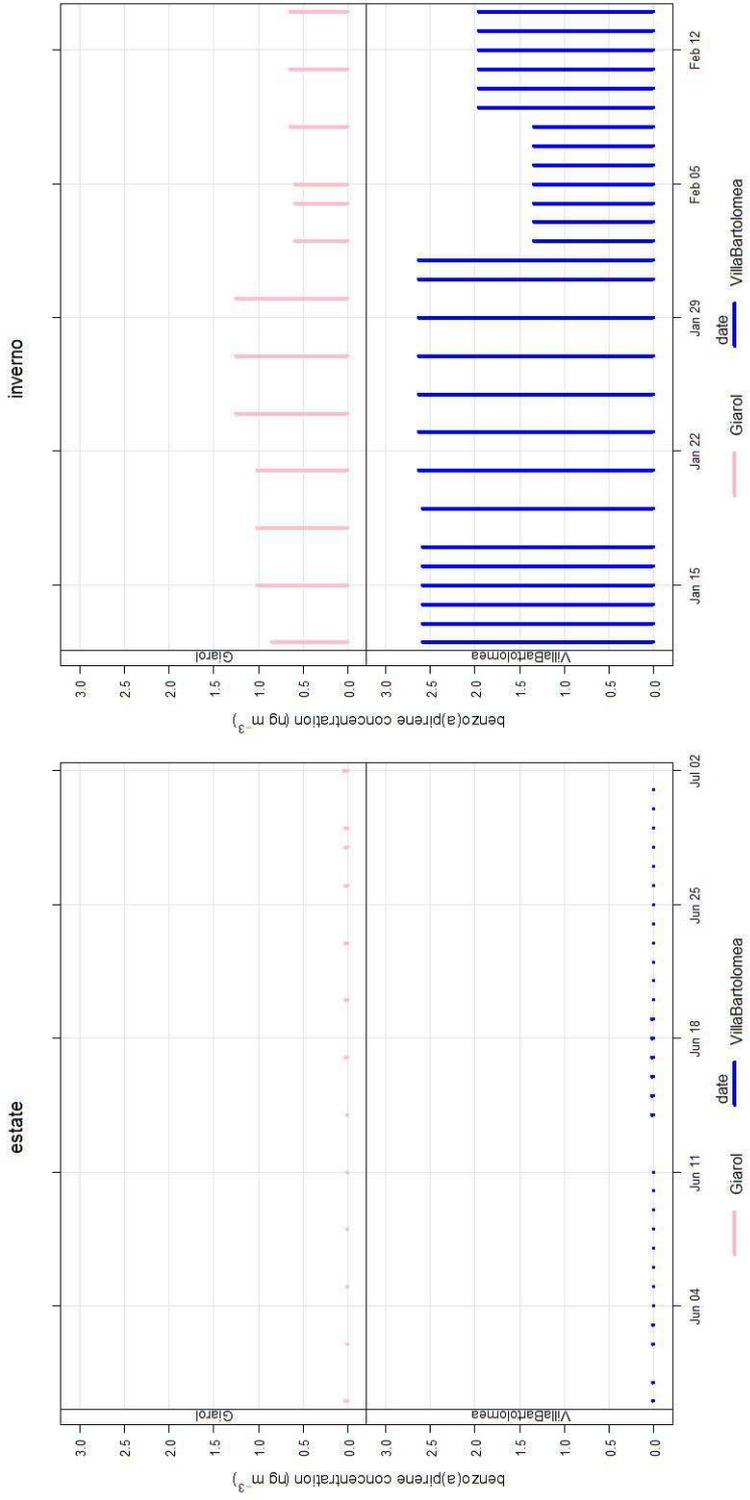


Grafico 9 – Giorno-tipo di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Le fasce ombreggiate rappresentano l'intervallo di confidenza della media del 95%. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernate (pannello a destra).

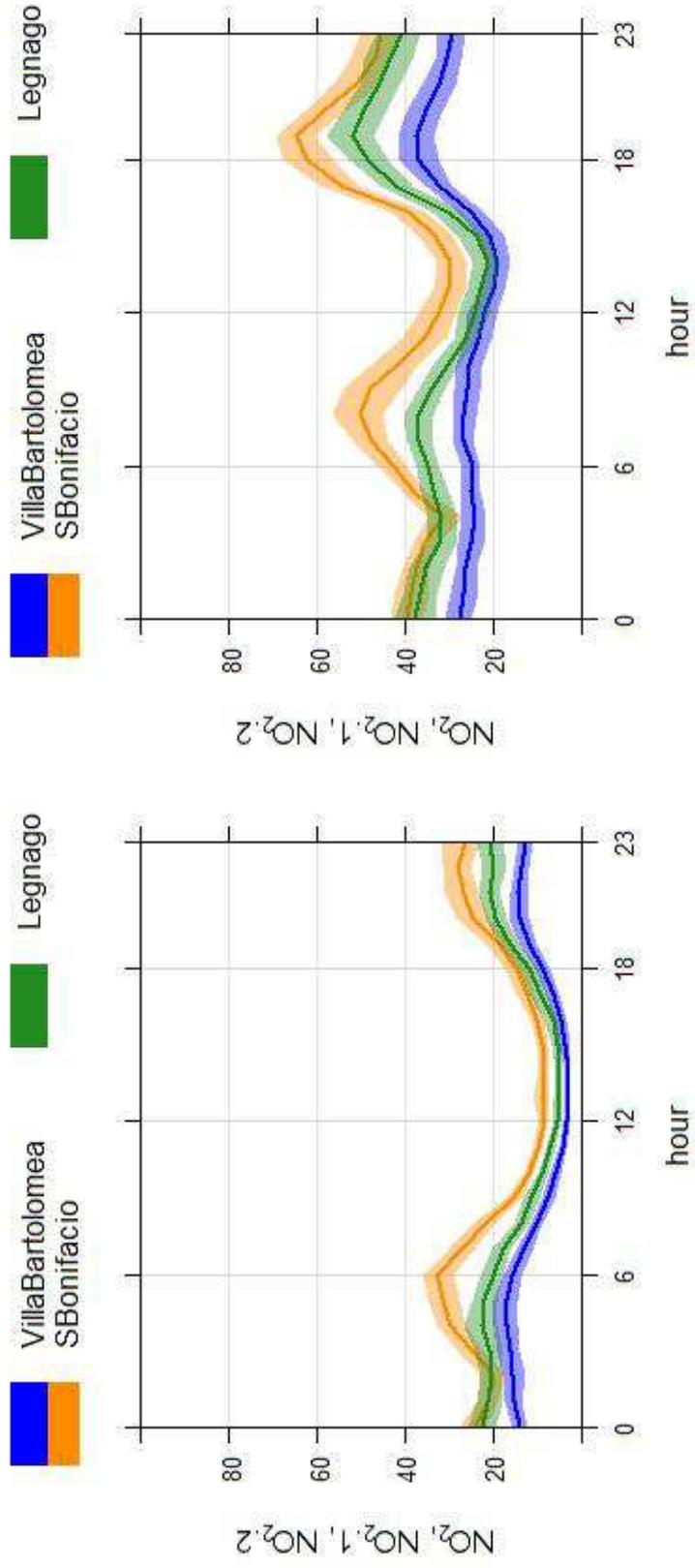


Grafico 10 – Settimana-tipo di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). Le fasce ombreggiate rappresentano l'intervallo di confidenza della media del 95%. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).

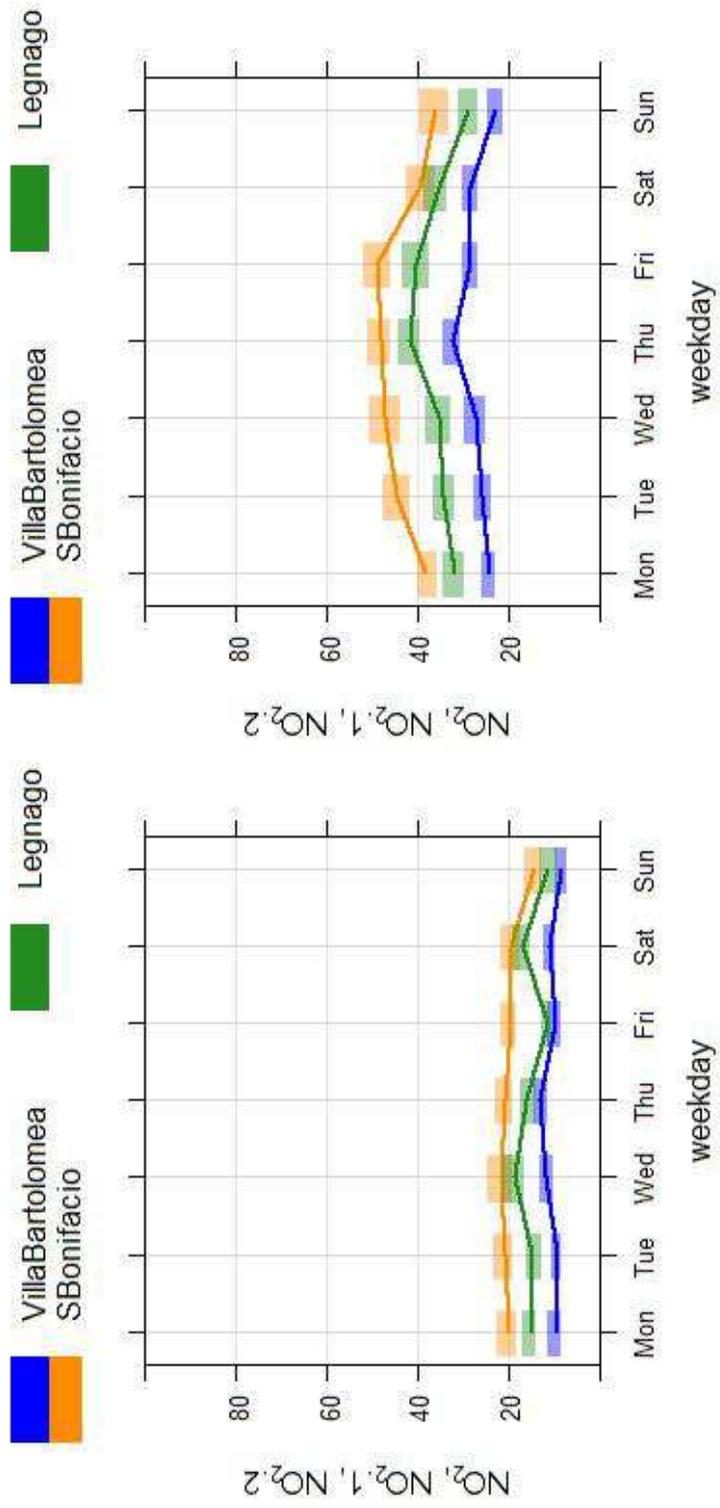


Grafico 11 – Giorno tipo  $O_3$  ( $\mu g/m^3$ ). Le fasce ombreggiate rappresentano l'intervallo di confidenza della media del 95%. Campagna di misura estiva (pannello a sinistra) e invernale (pannello a destra).

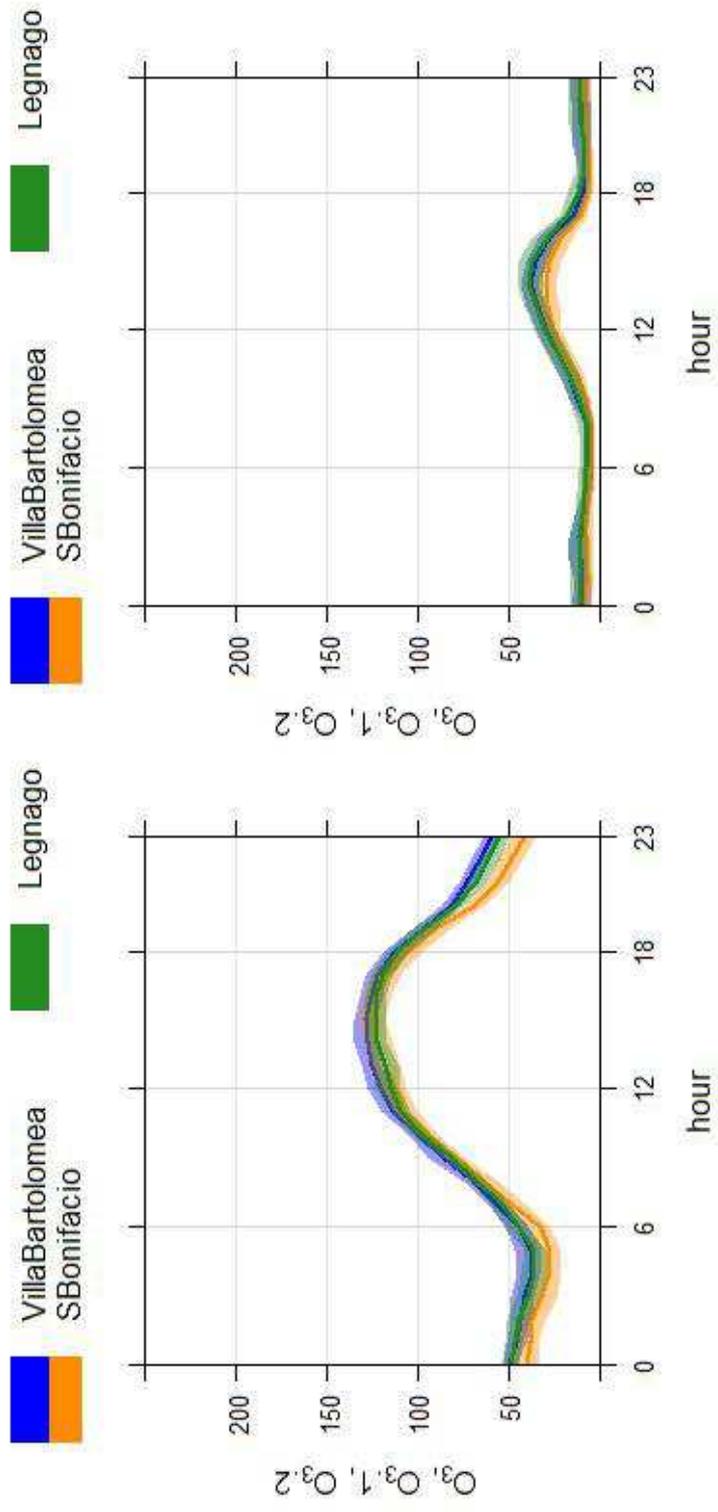
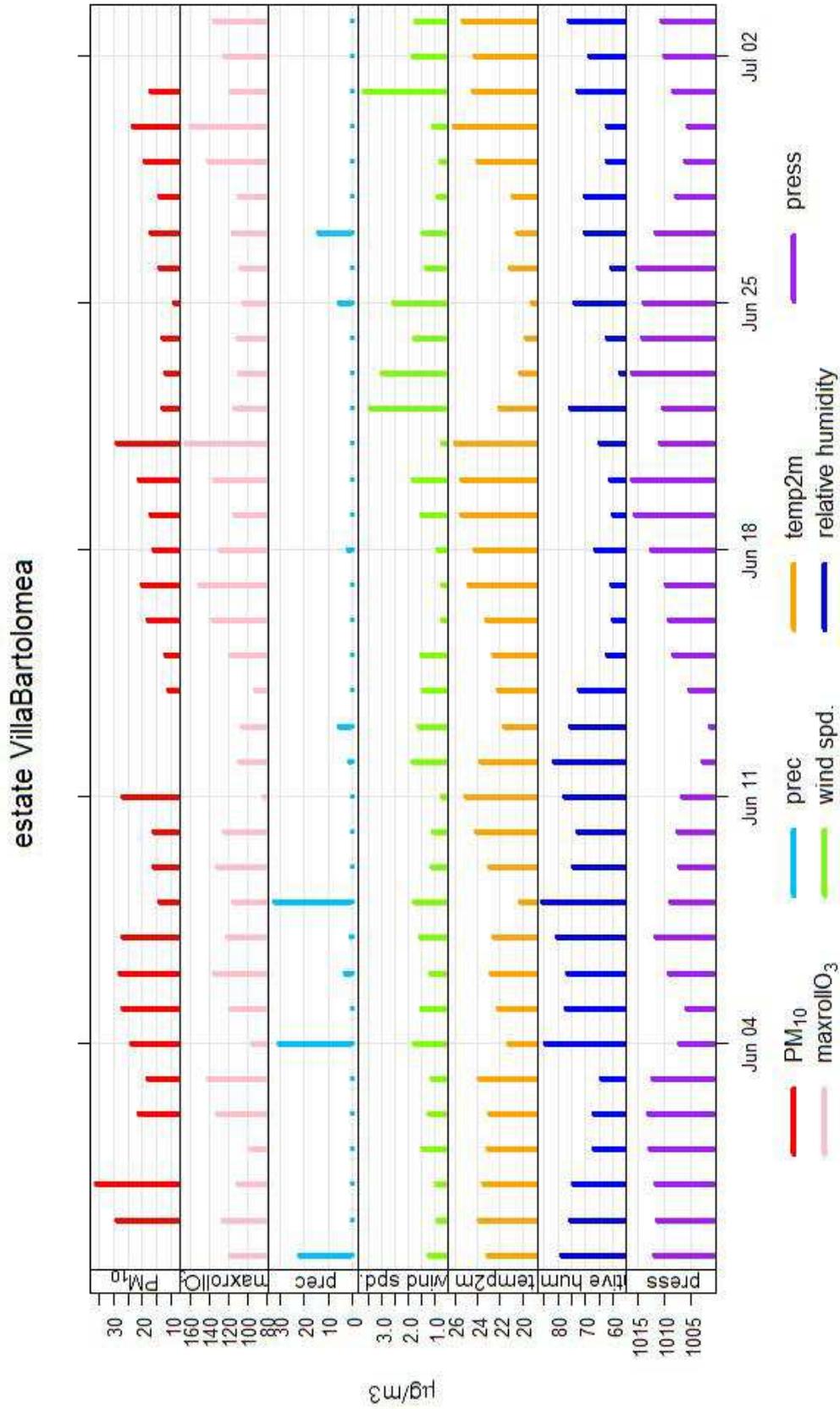
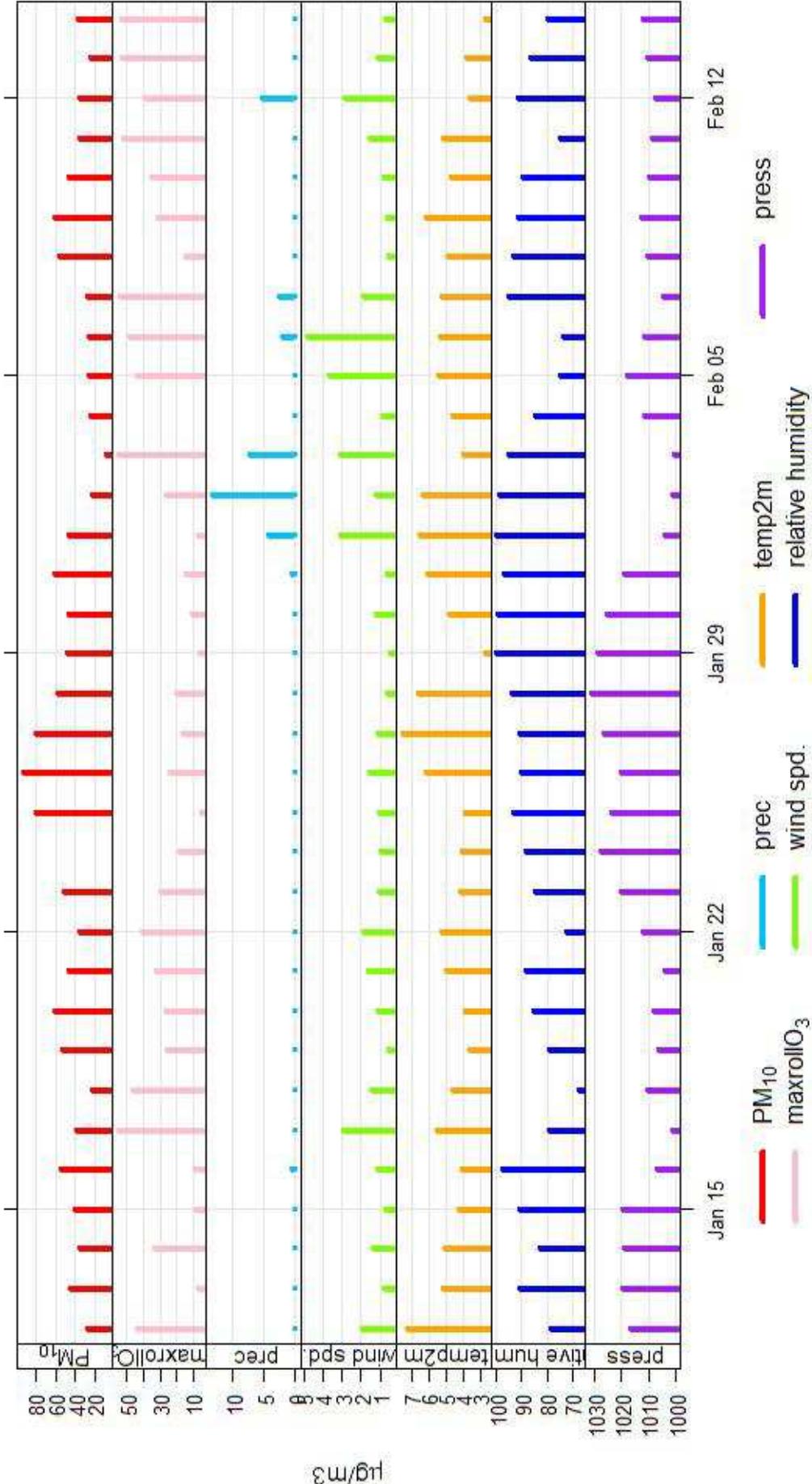


Grafico 12 – Concentrazione media giornaliera di PM10 e massimo giornaliero della media mobile su 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a Villa Bartolomea, e variabili meteorologiche della stazione di Vangadizza: prec=precipitazione accumulata in un giorno (mm); wind spd= velocità del vento a 10m (m/s); temp2m=temperatura a 2m (°C); relative humidity= umidità relativa (%). La pressione (press, mbar) è stata rilevata presso la stazione mobile di Villa Bartolomea.



# inverno VillaBartolomea



## 13. 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 (µg/m<sup>3</sup>)\*h. Rappresenta la differenza tra le concentrazioni orarie di ozono superiori a 40 ppb (circa 80 µg/m<sup>3</sup>) 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 ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito

### **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).

### **Industriale (stazione)**

Punto di campionamento ubicato in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.

### **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**

Serie organizzata di dati, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, relativi alle quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da sorgenti naturali e/o da attività antropiche. Le quantità di inquinanti emesse dalle diverse sorgenti della zona in esame si possono ottenere tramite misure dirette, campionarie o continue o tramite stima.

### **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.

### **Obiettivo a lungo termine**

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

### **Percentile**

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

### **Soglia di allarme**

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

### **Soglia di informazione**

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

### **Sorgente (inquinante)**

Fonte da cui ha origine l'emissione della sostanza inquinante. Può essere naturale (acque, sole, foreste) o antropica (infrastrutture e servizi). A seconda della quantità di inquinante emessa e 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.