

# Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

## Comune di Verona

### Via Roma – loc. Cadidavid

Periodo di attuazione:

date 17/07/2013-05/09/2013 (semestre estivo)

date 27/11/2013-31/12/2013 (semestre invernale)

RELAZIONE TECNICA

Realizzato a cura di:

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

**Dipartimento Provinciale di Verona**

(Ing. Giancarlo Cunego)

**Unità Operativa Fisica dell'Ambiente**

(Dr.ssa Francesca Predicatori)

**Ufficio Reti di Monitoraggio**

(Dr. Paolo Frontero)

(p.i. Andrea Salomoni)

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.

Relazione tecnica n. 03/2014		Data 10/04/2014
F.to Il Tecnico Ufficio Informativo Ambientale	F.to Il Dirigente Servizio Controlli Ambientali 	

## INDICE

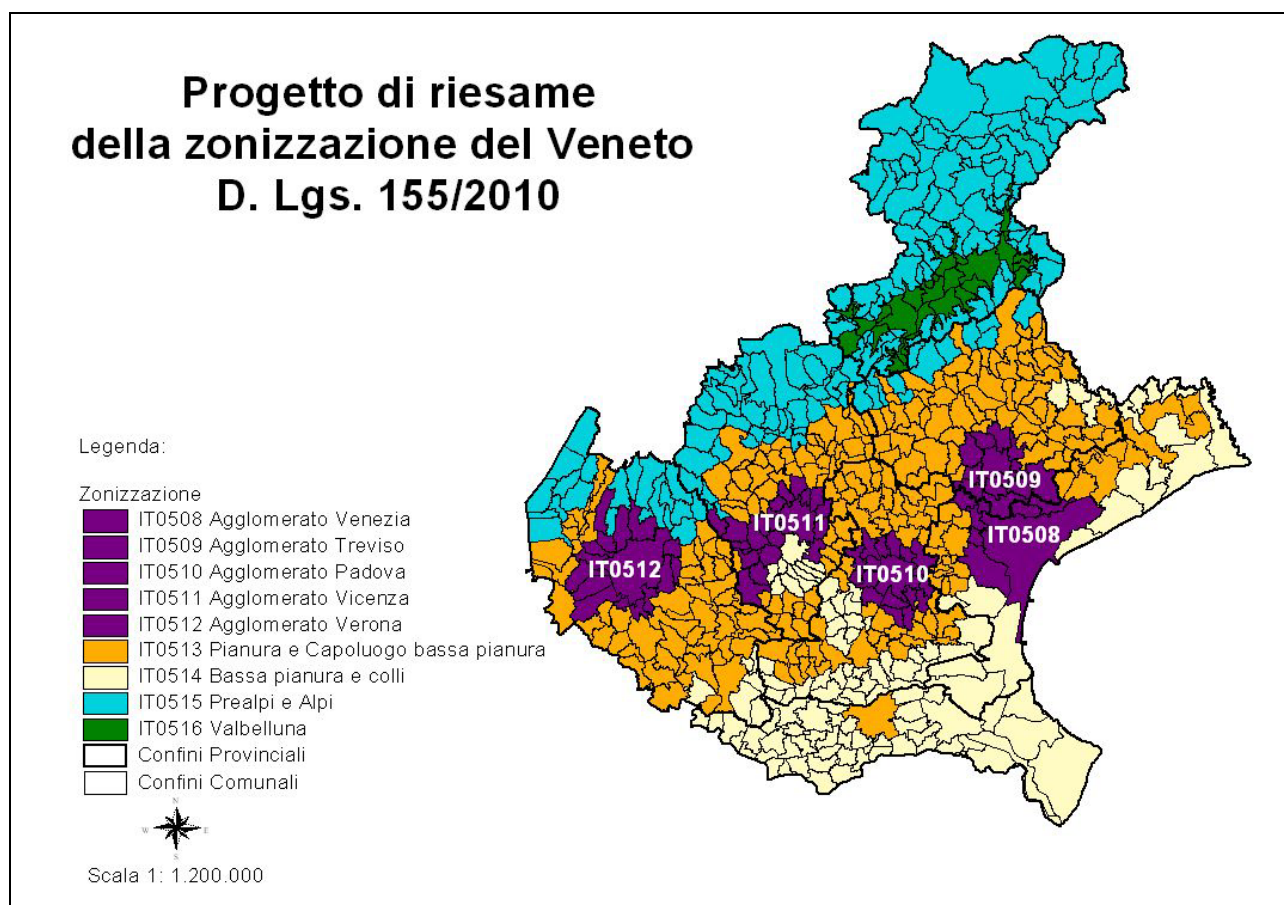
1	Introduzione e obiettivi specifici della campagna .....	4
2	Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione .....	4
3	Contestualizzazione meteo climatica .....	5
3.1	Campagna estiva .....	5
3.2	Campagna invernale .....	7
4	Inquinanti monitorati e normativa di riferimento .....	9
5	Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi .....	11
6	Efficienza di campionamento .....	12
7	Analisi dei dati rilevati.....	13
7.1	Monossido di carbonio (CO).....	13
7.2	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) – Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ) .....	14
7.3	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	15
7.4	Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	16
7.5	Polveri atmosferiche inalabili (PM10).....	16
7.6	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ).....	17
7.7	Benzo(a)pirene (B(a)p).....	18
7.8	Metalli (Pb, As, Cd, Ni).....	19
8	Conclusioni.....	20
9	ALLEGATO .....	24

## 1 Introduzione e obiettivi specifici della campagna

La campagna è stata richiesta dal Comune di Verona, e rientra nell'ambito delle *Attività in convenzione per il triennio 2013 -2015* (DDg n. 53 del 28/02/2013). Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio comunale, in una zona interessata da intenso traffico veicolare.

## 2 Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

Le campagne di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si sono svolte dal 18/07/2013 al 06/09/2013 nel semestre estivo e dal 27/11/2013 al 31/12/2013 nel semestre invernale. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Verona ed è di tipologia "traffico urbano". Il comune di Verona ricade nella zona "Agglomerato Verona", ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1. In Figura 2 sono indicate le posizioni del mezzo mobile durante la campagna di monitoraggio e della centralina fissa di misura di dati di qualità dell'aria.



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

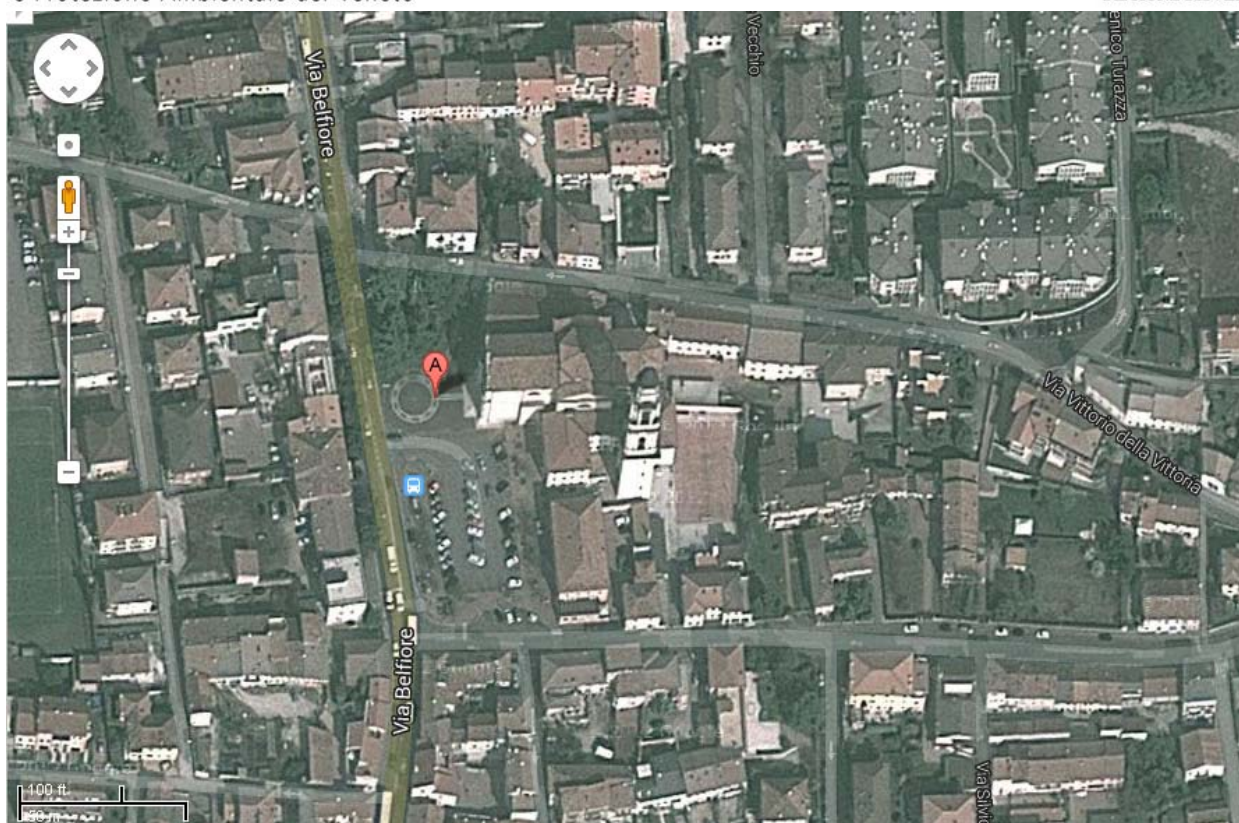


Figura 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio.

### 3 Contestualizzazione meteo climatica

#### 3.1 Campagna estiva

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.

Nella Figura 3 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni<sup>1</sup> meteorologiche ARPAV di Buttapietra per la precipitazione e di Sorgà per il vento in tre periodi:

- 18 luglio – 6 settembre 2013, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 16 luglio – 10 settembre dall'anno 1993 all'anno 2012 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)

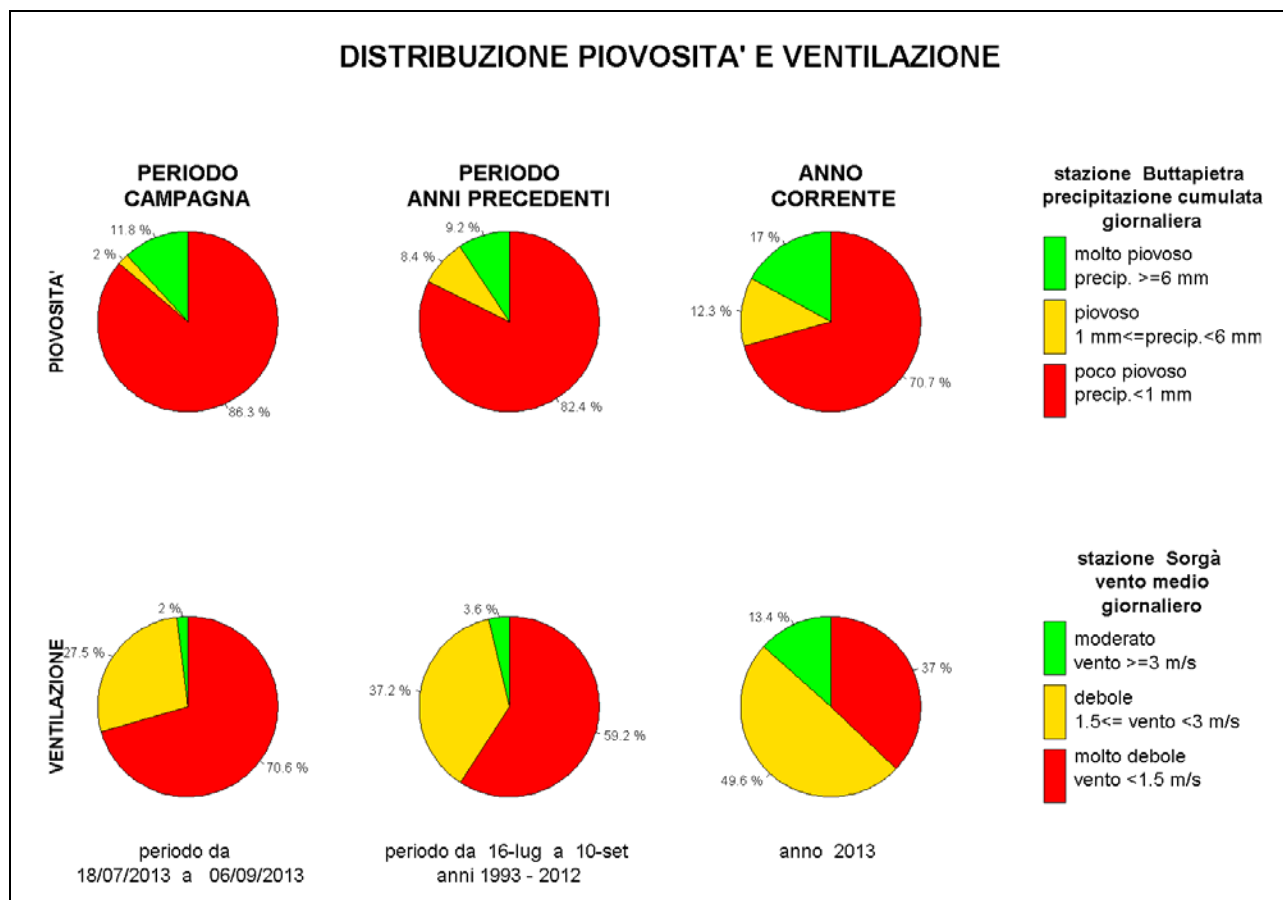
<sup>1</sup> La stazione meteorologica di Buttapietra è più vicina al sito di svolgimento della campagna di misura; essa è stata utilizzata per descrivere la piovosità dell'area, tuttavia per analizzare la ventosità è stata scelta al suo posto la stazione di Sorgà in quanto dotata di anemometro a 10 m e ubicata in un sito tale da poter essere ritenuta rappresentativa di un'area più vasta.



- 1 gennaio - 31 dicembre 2013 (ANNO CORRENTE).

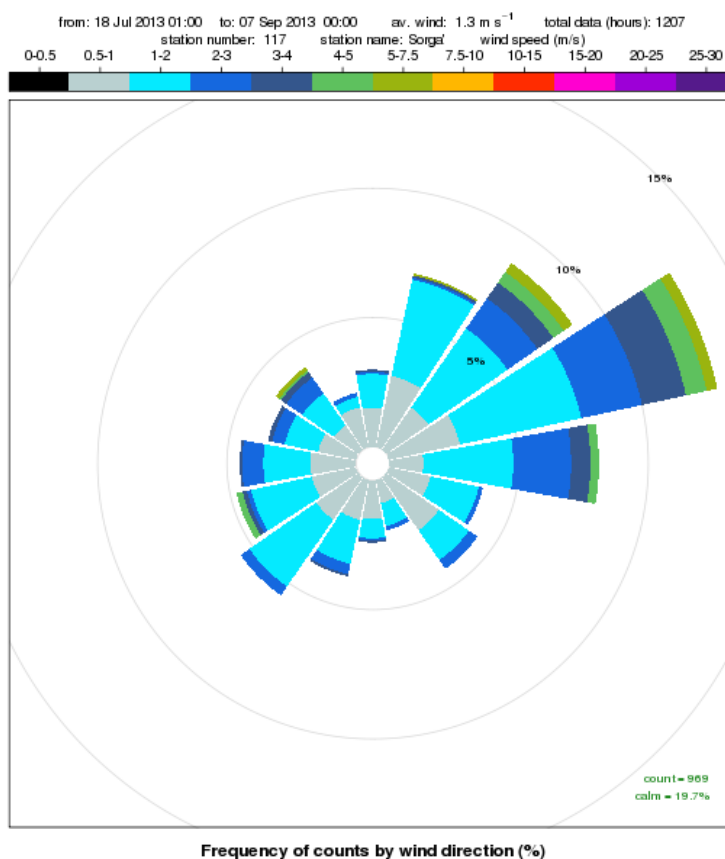
Dal confronto dei diagrammi circolari risulta che durante il periodo di svolgimento della campagna di misura:

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti sia rispetto alla climatologia che rispetto all'anno in corso, i giorni molto piovosi sono stati un po' più frequenti rispetto alla climatologia, ma meno frequenti rispetto all'anno in corso.
- i giorni con vento molto debole risultano più frequenti sia rispetto alla climatologia del periodo, sia rispetto all'anno corrente.



**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).**

In Figura 4 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Sorgà durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è Est-Nord-Est (14%), seguita da Nord-Est (10%) ed Est (9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 20%; la velocità media pari a circa 1.3 m/s.



**Figura 4:** rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Sorgà nel periodo 18 luglio – 6 settembre 2013

### 3.2 Campagna invernale

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:

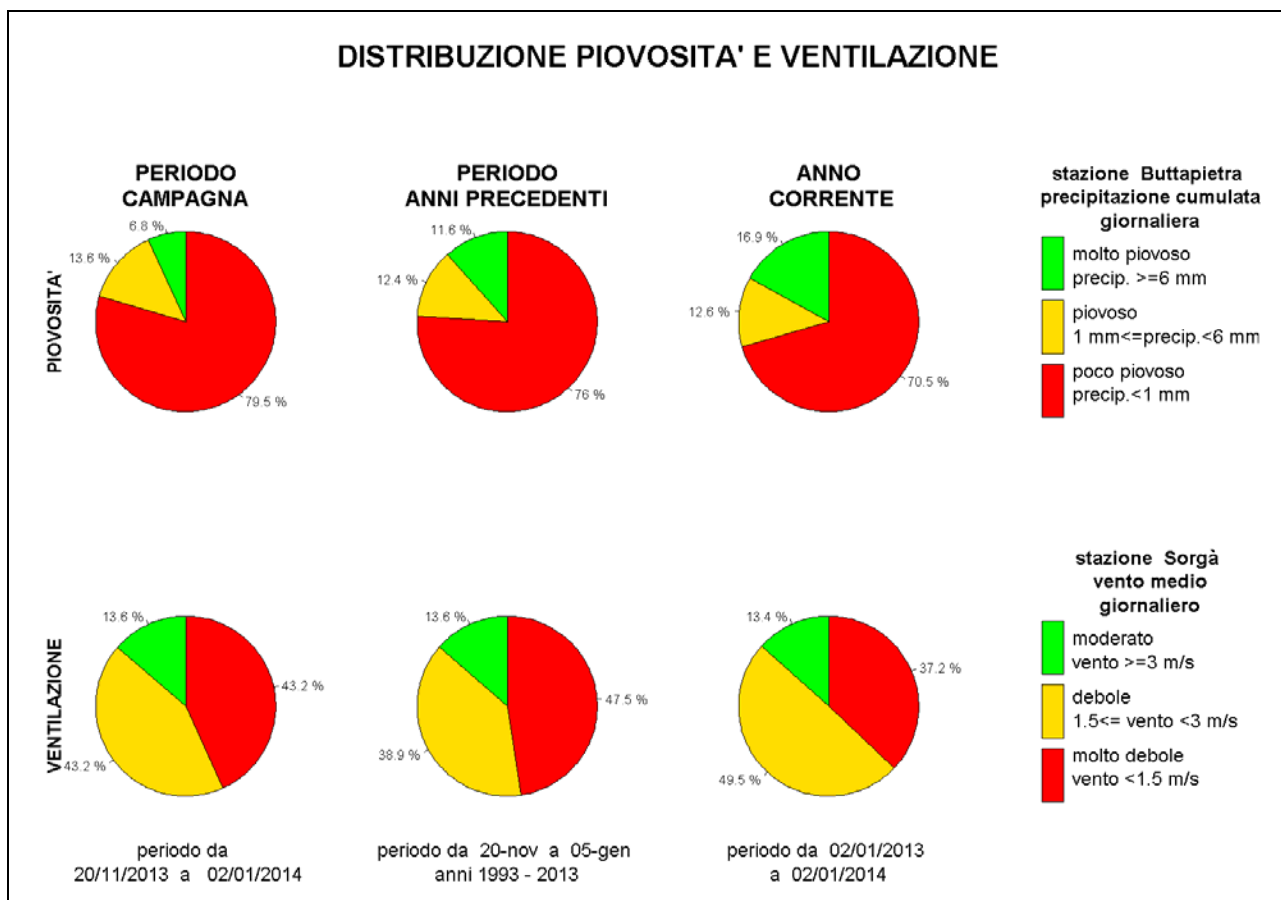
- in rosso (precipitazione giornaliera inferiore a 1 mm e intensità media del vento minore di 1.5 m/s): condizioni poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti,
- in giallo ( precipitazione giornaliera compresa tra 1 e 6 mm e intensità media del vento nell'intervallo 1.5 m/s e 3 m/s): situazioni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

Nella Figura 5 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni<sup>2</sup> meteorologiche ARPAV di Buttapietra per la precipitazione e di Sorgà per il vento in tre periodi:

- 20 novembre 2013 – 2 gennaio 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura,
- 20 novembre– 5 gennaio dall'anno 1993 all'anno 2013 (pentadi di riferimento, ovvero PERIODO ANNI PRECEDENTI)
- 2 gennaio 2013 - 2 gennaio 2014 (ANNO CORRENTE).

<sup>2</sup> La stazione meteorologica di Buttapietra è più vicina al sito di svolgimento della campagna di misura; essa è stata utilizzata per descrivere la piovosità dell'area, tuttavia per analizzare la ventosità è stata scelta al suo posto la stazione di Sorgà in quanto dotata di anemometro a 10 m e ubicata in un sito tale da poter essere ritenuta rappresentativa di un'area più vasta.



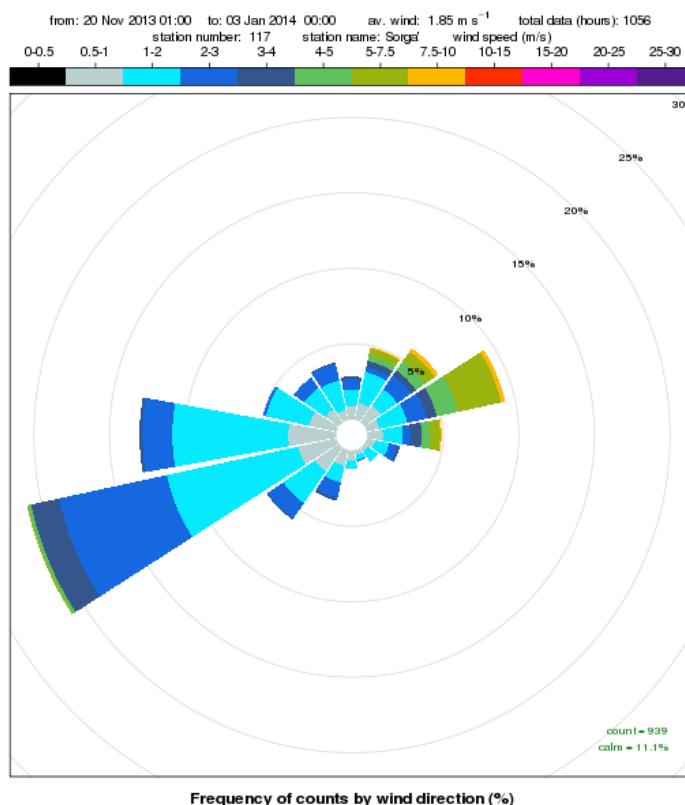
**Figura 5: diagrammi circolari con frequenza dei casi di vento e pioggia nelle diverse classi: rosso (scarsa dispersione), giallo (debole dispersione), verde (forte dispersione). Confronto tra le condizioni in atto nel periodo di svolgimento della CAMPAGNA DI MISURA, nel periodo pentadale corrispondente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

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

- i giorni poco piovosi sono stati più frequenti sia rispetto alla climatologia che rispetto all'anno in corso.
- i giorni con vento moderato si sono verificati più o meno con la stessa frequenza dei due periodi presi come riferimento, mentre i giorni con vento molto debole sono più frequenti rispetto all'anno in corso e meno frequenti rispetto alla climatologia del periodo.

In Figura 6 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di Sorgà durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è Ovest-Sud-Ovest (20%), seguita da Ovest (14%) ed Est-Nord-Est (9%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 11%; la velocità media pari a circa 1.85 m/s.





**Figura 6: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di Sorgà nel periodo 20 novembre 2013 – 2 gennaio 2014**

## 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, dei metalli presenti nella frazione PM<sub>10</sub> quali arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni) e piombo (Pb).

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

Per tutti gli inquinanti considerati risultano 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, correlati all'esposizione acuta della popolazione, e limiti di legge a mediazione di lungo periodo, correlati 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. In Tabella 4 sono riportati i valori di riferimento delle concentrazioni di metalli indicati dalle linee guida dell'Organizzazione mondiale della Sanità (OMS) per siti di fondo e siti urbani.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	<b>500</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	<b>350</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	<b>125</b> µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme (*)	<b>400</b> µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	<b>200</b> µg/m <sup>3</sup>
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	<b>50</b> µg/m <sup>3</sup>
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	<b>10</b> mg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione (Media 1 h)	<b>180</b> µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (Media 1 h)	<b>240</b> 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	<b>120</b> µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	<b>120</b> 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	<b>40</b> µg/m <sup>3</sup>
PM10	Valore limite annuale	<b>40</b> µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	Valore limite annuale	<b>26</b> µg/m <sup>3</sup> (per il 2013)
	Valore obiettivo (media su anno civile)	<b>25</b> µg/m <sup>3</sup>
Piombo	Valore limite annuale	<b>0.5</b> µg/m <sup>3</sup>
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	<b>6.0</b> ng/m <sup>3</sup>
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	<b>5.0</b> ng/m <sup>3</sup>
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	<b>20.0</b> ng/m <sup>3</sup>
Benzene	Valore limite annuale	<b>5.0</b> µg/m <sup>3</sup>
B(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	<b>1.0</b> 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)	<b>20</b> µg/m <sup>3</sup>
NOX	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	<b>30</b> 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)	<b>18000</b> 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	<b>6000</b> µg/m <sup>3</sup> h

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

Inquinante	Indicazioni OMS	
	Livello di fondo (ng/m <sup>3</sup> )	Aree urbane (ng/m <sup>3</sup> )
Arsenico	1-3	20-30
Cadmio	0.1	1-10
Nichel	1	9-60
Piombo	0.6	5-500

**Tabella 4. Linee guida di qualità dell'aria per i metalli da parte dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS).**

## 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) e 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, rispettivamente mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) "metodo UNI EN 15549:2008" e determinazione gravimetrica "metodo UNI EN 12341:1999".

Per quanto riguarda i metalli, le determinazioni analitiche sono state effettuate sui filtri esposti in nitrato di cellulosa mediante spettrofotometria di emissione con plasma ad accoppiamento induttivo (ICP-Ottico) e spettrofotometria di assorbimento atomico con fornetto a grafite "metodo UNI EN 14902:2005".

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 e non richiede quindi l'impiego di un dispositivo per l'aspirazione

dell'aria), attraverso il metodo Uni En 14662:2005, che prevede il campionamento per pompaggio su fiale di carbone per un periodo di 24 h, e analisi tramite desorbimento termico e gascromatografia capillare. 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 52 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 (1 ottobre -31 marzo) e in quello estivo (1 aprile - 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, il benzene e per gli altri metalli la percentuale per le misurazioni indicative è pari al 14% (51 giorni) (con una resa 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.

La percentuale dell'anno coperta da campionamento e l'efficienza di campionamento per i vari inquinanti sono riportati in Tabella 5 e Tabella 6, e mostrano che sono stati rispettati i limiti minimi richiesti dalla legislazione, con l'eccezione delle polveri sottili (PM10) per le quali non è stato possibile per motivi tecnici campionare più di 44 giorni.

	CO	NO <sub>2</sub>	Nox	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	PM10	Metalli	Benzo(a)pirene
N giorni di campionamento	88	88	88	88	88	60	22	60
% di anno campionato	24	24	24	24	24	16	6	16
% minima necessaria	14	14	14	10	14	14	6	14

Tabella 5. Percentuale dell'anno coperta da campionamento

	CO	NO <sub>2</sub>	NOx	O <sub>3</sub> estate	SO <sub>2</sub>	PM10	Metalli	Benzo(a)pirene
% dati validi	98	98	98	98	98	100	100	100
% minima necessaria	90	90	90	90	90	90	90	90

Tabella 6. Efficienza di campionamento per i dati orari e numero di campionatori passivi relativi alle due campagne di misura

## 7 Analisi dei dati rilevati

In questo capitolo vengono analizzati i risultati delle analisi svolte sulle concentrazioni dei vari inquinanti misurati durante le campagne di misura. Ove possibile, è stato realizzato un confronto con i corrispondenti valori misurati presso due centraline fisse di riferimento: la stazione di Cason del Chievo e quella di Borgo Milano, entrambe del comune di Verona. 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 dal trasporto delle emissioni in area urbana al di fuori di essa, e si definisce stazione di fondo urbano. La centralina di Borgo Milano invece, essendo situata presso 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.

### 7.1 Monossido di carbonio (CO)

La Tabella 7 e il Grafico 1 in Allegato mostrano che durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il 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.

Le medie di periodo, sia per la campagna invernale sia per quella estiva, sono superiori ai corrispondenti valori registrati presso la centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano.

La media relativa al periodo invernale è superiore a quella del periodo estivo, come anche accade nella centralina di riferimento di Borgo Milano: questo è legato alle condizioni meteorologiche, che nel periodo estivo favoriscono maggiormente il rimescolamento e la dispersione dell'inquinante.

		CO (mg/m <sup>3</sup> )	
		Campagna	Borgo Milano
ESTATE	MEDIA	0.4	0.3
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h 10 mg/m <sup>3</sup>	0	0
INVERNO	MEDIA	1.1	0.9
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h 10 mg/m <sup>3</sup>	0	0



ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	0.9	0.5
	Superamenti limite massimo giornaliero media mobile 8 h 10 mg/m <sup>3</sup>	0	0

**Tabella 7. Concentrazione media di CO e numero di superamenti del limite massimo giornaliero della media mobile di 8 ore (10 mg/m<sup>3</sup>): dati della campagna di misura e della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano.**

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

Come si può vedere in Tabella 8 e nel Grafico 2 in Allegato, durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori limite orari relativi all'esposizione acuta di 200 µg/m<sup>3</sup>. Relativamente all'esposizione cronica la media delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi è stata calcolata pari a 53 µg/m<sup>3</sup>, ed è quindi superiore sia al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> sia al limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m<sup>3</sup> (si ricorda tuttavia che 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>3</sup>).

Come già osservato per il CO, la media relativa al periodo invernale è superiore a quella del periodo estivo, in tutte le postazioni, a causa del maggior rimescolamento dell'aria nel periodo estivo.

La media misurata presso il sito di Verona Cadidavid è superiore a quella rilevata presso il sito fisso di riferimento di traffico urbano a Borgo Milano, in entrambi i periodi considerati. Tuttavia, presso quest'ultima stazione fissa vi sono stati, nel periodo della campagna invernale, 2 superamenti del limite orario di 200 µg/m<sup>3</sup>, mentre a Cadidavid non ve ne sono stati.

		NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
		Campagna	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	46	20	20
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m <sup>3</sup> )	0	0	0
INVERNO	MEDIA	64	56	54
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m <sup>3</sup> )	0	2	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	53	35	34
	Superamenti soglia di allarme 400 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0
	Superamenti limite orario 200 (µg/m <sup>3</sup> )	0	2	0
	Superamento limite annuale di 40 (µg/m <sup>3</sup> )	SI	NO	NO
	Superamento livello critico protezione vegetazione 30 (µg/m <sup>3</sup> )	SI	SI	NO

**Tabella 8. Concentrazione media di NO<sub>2</sub> e numero di superamenti del limite orario (200 µg/m<sup>3</sup>): dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.**

<sup>3</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.

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

Durante le due campagne di monitoraggio, la concentrazione di biossido di zolfo è stata ampiamente inferiore ai valori limite (Tabella 9), come tipicamente accade presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona.

La media complessiva delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi di campagna è inferiore al valore limite di rivelabilità strumentale analitica (< 5 µg/m<sup>3</sup>), quindi ampiamente inferiore al limite per la protezione degli ecosistemi (20 µg/m<sup>3</sup>). Anche le due medie di periodo invernale ed estivo sono inferiori al valore limite di rivelabilità strumentale analitica.

Il confronto con le concentrazioni misurate presso la centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano mostra che i valori registrati sono simili, leggermente superiori in inverno a Cadidavid

		SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
		Campagna	Borgo Milano
ESTATE	MEDIA	2	2
	Superamento soglia di allarme 500 µg/m <sup>3</sup>	0	0
	Superamento limite orario 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte l'anno	0	0
	Superamento limite orario 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte l'anno	0	0
INVERNO	MEDIA	3	2
	Superamento soglia di allarme 500 µg/m <sup>3</sup>	0	0
	Superamento limite orario 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte l'anno	0	0
	Superamento limite orario 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte l'anno	0	0
ESTATE + INVERNO	MEDIA PESATA	3	2
	Superamento soglia di allarme 500 (µg/m <sup>3</sup> )	0	0
	Superamento limite orario 350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte l'anno	0	0
	Superamento limite orario 125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte l'anno	0	0
	Superamento livello critico protezione vegetazione 20 (µg/m <sup>3</sup> )	NO	NO

**Tabella 9. Concentrazione media di SO<sub>2</sub> e numero di superamenti del limite orario (350 µg/m<sup>3</sup>): dati della campagna di misura e della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano.**

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

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione media oraria di ozono non ha mai superato la soglia di allarme pari a 240 µg/m<sup>3</sup>. Sono stati misurati 9 superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m<sup>3</sup> (Tabella 10 e Allegato - Grafico 3).

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m<sup>3</sup> non è mai stato superato (Tabella 10 e Allegato - Grafico 4).

Le concentrazioni medie registrate a Cadidavid sono confrontabili con quelle misurate presso la centralina fissa di fondo urbano di Cason.

		O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
		Campagna	Cason
ESTATE	MEDIA	77	80
	Superamenti soglia di informazione 180 µg/m <sup>3</sup>	9	13
	Superamenti soglia di allarme 240 (µg/m <sup>3</sup> )	0	0
INVERNO	MEDIA	7	12
	Superamenti soglia di informazione 180 µg/m <sup>3</sup>	0	0
	Superamenti soglia di allarme 240 (µg/m <sup>3</sup> )	0	0
ESTATE +INVERNO	MEDIA PESATA	48	46
	Superamenti soglia di informazione 180 µg/m <sup>3</sup>	0	0
	Superamenti soglia di allarme 240 (µg/m <sup>3</sup> )	0	0

**Tabella 10. Concentrazione media di O<sub>3</sub> e numero di superamenti del limite orario (180 µg/m<sup>3</sup>): dati della campagna di misura e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.**

## 7.5 Polveri atmosferiche inalabili (PM10)

In Tabella 11 sono riportate le statistiche relative alle concentrazioni di PM10. Mentre le misure della campagna di Verona – Cadidavid sono di tipo gravimetrico, quelle presso le centraline sono state realizzate con una linea di prelievo sequenziale, e misura di assorbimento beta. Le misurazioni sono state effettuate nella prima parte dei due periodi di campagna.

Il Grafico 10 in Allegato e Tabella 11 mostrano che durante il periodo invernale, a Verona - Cadidavid la concentrazione media giornaliera di polveri ha superato il limite giornaliero per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m<sup>3</sup>, 18 giorni su 31 in cui è avvenuto il campionamento.

Nello stesso periodo le concentrazioni medie sono state elevate anche presso le stazioni di Borgo Milano e Cason, determinando una percentuale di superamenti confrontabile. La caratteristica di questo inquinante, la cui formazione è il risultato di un complesso insieme di fenomeni che implicano l'emissione di sostanze inquinanti, il loro ricombinarsi e coagularsi in atmosfera, e il trasporto dovuto alle dinamiche dei bassi strati dell'atmosfera, è di essere distribuito in modo omogeneo su aree vaste: pertanto è normale trovare valori simili nelle tre località considerate e uguali tendenze temporali.

Durante il periodo estivo i valori medi di concentrazione di PM10 sono meno elevati e tali da non determinare superamenti, come accade anche per gli altri inquinanti a causa delle condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione.

		PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
		Campagna	Borgo Milano	Cason
ESTATE	MEDIA	30	25	23
	Superamenti limite 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0	0	0
	n° dati	29	36	34
	% superamenti	0	0	0
INVERNO	MEDIA	57	61	63
	Superamenti limite 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	18	22	23
	n° dati	31	32	33
	% superamenti	58	69	69
ESTATE +INVERNO	MEDIA PESATA	44	41	43
	Superamenti limite 50 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	18	22	23
	n° dati	60	60	60
	% superamenti	30	37	38

**Tabella 11. Concentrazione media di PM10 e numero di superamenti del limite giornaliero (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ): dati della campagna di misura, della centralina fissa di traffico urbano di Borgo Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.**

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

Per quanto detto il sito di Cadidavid è stato confrontato con la stazione fissa di riferimento di traffico urbano di Borgo Milano a Verona. La metodologia di calcolo stima per il sito sporadico di Cadidavid il valore medio annuale di 38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (inferiore al valore limite annuale di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed il 90° percentile di 66  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (superiore al valore limite giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

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

In tabella 12 e in tabella 13 sono riportati i dati di misura della concentrazione di benzene, etilbenzene, toluene e xilene durante la campagna di monitoraggio invernale ed estiva. Sono, inoltre riportati i dati di concentrazione misurati presso le stazioni fisse di Corso Milano e Verona Cason in periodi simili, con strumentazione di misura analoga a quella utilizzata per la determinazione delle concentrazioni di benzene a Verona - Cadidavid. Dai dati di misura riportati in tabella 12 e 13 si vede che, in tutti i periodi di campagna, la media delle concentrazioni di benzene misurate a Cadidavid è superiore a quella misurata a Borgo Milano, come anche a quella di Cason.

Cadidavid	inizio campionamento	fine campionamento	Benzene	Etilbenzene	Toluene	Xilene (o+m+p)
	21/11/13	06/12/14	7.3	0.25	5.5	0.25
	06/12/13	30/12/13	2	0.25	4.8	0.25
VERONA - LOC. CASON.	04/12/13	20/12/13	4.6	1.7	10.8	6.9
	07/01/14	29/01/14	3.9	0.25	0.6	0.25
VERONA - CORSO MILANO	04/12/13	20/12/13	3.9	0.9	12.9	1.6
	07/01/14	29/01/14	1.1	0.5	7.2	0.8

**Tabella 12. Concentrazione media di benzene: dati della campagna di misura invernale, della postazione di traffico urbano di Corso Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.**

Cadidavid	inizio campionamento	fine campionamento	Benzene	Etilbenzene	Toluene	Xilene (o+m+p)
	17/07/2013	31/07/2013	0.8	0.9	9.3	2.9
	31/07/2013	27/08/2013	0.25	0.6	2.9	2.4
VERONA - LOC. CASON.	15/07/2013	29/07/2013	0.6	1.20	3.8	2.6
	12/08/2013	27/08/2013	0.6	0.6	2.1	2.1
VERONA - BORGO MILANO	15/07/2013	29/07/2013	0.8	0.6	2.9	2
	12/08/2013	27/08/2013	0.8	1	4	3.4

**Tabella 13. Concentrazione media di benzene: dati della campagna di misura estiva, della postazione di traffico urbano di Corso Milano e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.**

## 7.7 Benzo(a)pirene (B(a)p)

Nelle tabelle seguenti (Tabella 14) sono riportate le concentrazioni medie di benzo(a)pirene e delle altre specie IPA misurate nelle campagne di misura a Cadidavid e negli stessi periodi presso la stazione di fondo urbano di Verona Cason.

La concentrazione media di benzo(a)pirene a Cadidavid è confrontabile con quella registrata a Cason, in entrambi i periodi di campagna. La media estiva delle concentrazioni di benzo(a)pirene misurate a Cadidavid è inferiore al limite di rivelabilità dello strumento, pari a 0.02 ng/m<sup>3</sup> (per convenzione, è stato attribuito alla media la metà di tale valore); durante l'inverno è invece più elevata, come accade anche presso la stazione di Cason. I valori della media pesata suggeriscono per Cadidavid la possibilità che venga superato il valore obiettivo pari a 1 ng/m<sup>3</sup> su base annua. Il valore obiettivo non viene superato nell'anno 2013 presso la stazione di Verona –Cason.



	23 novembre - 26 dicembre 2013 Cadidavid		20 novembre - 26 dicembre 2013 Verona-Cason	
Componente IPA	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzo(a)antracene	1.81	3.70	2.13	4.83
Benzo(a)pirene	2.82	5.48	2.74	6.19
Benzo(b)fluorantene	3.06	5.61	2.87	5.98
Benzo(ghi)perilene	2.35	4.26	2.15	4.48
Benzo(k)fluorantene	1.34	2.45	1.28	2.68
Crisene	3.10	6.33	3.20	7.37
Dibenzo(ah)antracene	0.19	0.35	0.18	0.39
Indeno(123-cd)pirene	2.18	3.97	2.09	4.43
	18 luglio - 22 agosto 2013 Cadidavid		12 luglio - 14 agosto 2013 Verona-Cason	
Componente IPA	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzo(a)antracene	0.01	0.02	0.01	0.01
Benzo(a)pirene	0.02	0.04	0.01	0.02
Benzo(b)fluorantene	0.04	0.06	0.04	0.05
Benzo(ghi)perilene	0.03	0.05	0.03	0.04
Benzo(k)fluorantene	0.01	0.02	0.01	0.01
Crisene	0.05	0.06	0.05	0.05
Dibenzo(ah)antracene	0.01	0.01	0.01	0.01
Indeno(123-cd)pirene	0.01	0.02	0.01	0.02
	Cadidavid		Verona-Cason	
Componente IPA	media pesata $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n. campioni	media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	n. campioni
Benzo(a)antracene	0.94	60	0.63	134
Benzo(a)pirene	1.47	60	0.85	134
Benzo(b)fluorantene	1.60	60	0.98	134
Benzo(ghi)perilene	1.23	60	0.73	134
Benzo(k)fluorantene	0.70	60	0.43	134
Crisene	1.63	60	1.00	134
Dibenzo(ah)antracene	0.10	60	0.06	134
Indeno(123-cd)pirene	1.13	60	0.73	134

**Tabella 14. Concentrazione media e massima di Benzo(a)pirene e numero di campioni analizzati: dati della campagna di misura e della centralina fissa di fondo urbano di Cason.**

## 7.8 Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

Le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a Cadidavid, in entrambi i periodi di campagna, sono ampiamente inferiori ai rispettivi limiti di legge relativi all'esposizione cronica.

La concentrazione media del piombo assume valori in linea con quelli rappresentativi delle aree urbane, con riferimento a quanto riportato nelle linee guida di qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (Tabella 4); per quanto riguarda l'arsenico, il cadmio e il nichel la media risulta in linea con i valori rappresentativi del livello di background.

Per completezza si riportano in Tabella 15 le medie complessive ponderate dei metalli, calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso la stazione fissa di background urbano di Cason: esse sono tutte inferiori o confrontabili a quelle misurate a Cadidavid

Metallo	ESTATE	INVERNO	Media complessiva	Limite esposizione cronica	Superamento del limite	Indicazioni OMS	
	(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )				Livello di fondo (ng/m <sup>3</sup> )	Aree urbane (ng/m <sup>3</sup> )
Arsenico	< 1	1.2	0.9	6.0	NO	1 - 3	20-30
Cadmio	< 0.2	0.4	0.3	5.0	NO	0.1	1 - 10
Nichel	< 2	1.5	1.2	20.0	NO	1	9 - 60
Piombo	2.5	10.3	6.4	500.0	NO	0.6	5-500

Tabella 15. Valori medi di periodo (semestre estivo, invernale) e media complessiva dei metalli.

Metallo		Campagna	Cason
		(ng/m <sup>3</sup> )	(ng/m <sup>3</sup> )
Arsenico	media	0.9	0.4
	n° dati	22	27
Cadmio	media	0.3	0.1
	n° dati	22	27
Nichel	media	1.2	1.8
	n° dati	22	27
Piombo	media	6.4	2.5
	n° dati	22	27

Tabella 16. Valori medi delle concentrazioni di metalli misurate durante le campagne di misura a Cadidavid e presso la stazione background urbano di Cason (Verona) nei periodi corrispondenti a quelli delle campagne di misura a Cadidavid.

## 8 Conclusioni

Il mezzo mobile per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato nel comune di Verona, in un'area residenziale posta a ridosso ad una delle principali direttrici di accesso alla città, a una distanza inferiore a 200 metri dai tratti stradali. Il sito, per le caratteristiche descritte, può considerarsi di traffico urbano.

Le campagne di misura sono state realizzate in due periodi dell'anno: il primo, che va dal 17 luglio al 5 settembre 2013, caratterizzato da un clima estivo; il secondo, che va dal 27 novembre 2013 al 31 dicembre 2013, da un clima invernale.

Sono state misurate le concentrazioni medie orarie di CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, le medie giornaliere di PM10, benzo(a)pirene e metalli (Arsenico, Nichel, Piombo e Cadmio), e la concentrazione media del benzene con campionatori passivi. I dati sono stati analizzati, sono stati calcolati vari parametri statistici ed è stato effettuato un confronto con le due stazioni fisse di riferimento di traffico urbano di Borgo Milano e Cason (del comune di Verona).

L'analisi dei dati ha evidenziato che la zona monitorata, nel comune di Verona, presenta le caratteristiche tipiche di un sito di traffico, essendo caratterizzata da valori elevati di concentrazione di ossidi di azoto e benzene, inquinanti legati proprio alle emissioni veicolari.

Infatti, la concentrazione media, nei due periodi di campagna, di biossido di azoto a Cadidavid è pari a 53 µg/m<sup>3</sup>, e supera sia il limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup> sia il limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m<sup>3</sup>. Tuttavia le medie orarie sono sempre state inferiori al valore limite orario relativo all'esposizione acuta di 200 µg/m<sup>3</sup>. In Figura 7 sono riportate le concentrazioni

medie giornaliere di biossido di azoto rilevate nelle campagne di misura estive ed invernali e negli stessi periodi presso le stazioni fisse di rilevamento di Verona. In periodo estivo le concentrazioni sono significativamente più alte, mentre in periodo invernale la differenza è meno significativa.

La concentrazione media di benzene, composto organico aromatico che deriva principalmente da processi di combustione incompleta che avviene nei veicoli a motore alimentati a benzina, è risultata pari a  $4.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel periodo invernale, valore che si avvicina al limite annuale di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che tuttavia non viene superato.

Il benzo(a)pirene (idrocarburo Policiclico aromatico la cui fonte antropica principale è data dalla combustione incompleta di legname, grassi, tabacco e combustibili fossili od organici in generale, classificato come cancerogeno) ha avuto una concentrazione critica nel periodo invernale, quando il suo valor medio è stato  $4.29 \text{ ng}/\text{m}^3$ . Il valor della media pesata è superiore al valore obiettivo di  $1.0 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

Anche per quanto riguarda il monossido di carbonio, altro inquinante legato alle emissioni da traffico, la sua concentrazione media durante le due campagne di misura (pari a  $0.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) è superiore a quella registrata a Borgo Milano. Tuttavia i valori sono sempre molto bassi rispetto al valore limite di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  (applicato alla media mobile di 8 ore), in linea con quanto si rileva presso tutte le stazioni di monitoraggio della Provincia di Verona.

Le concentrazioni medie di polveri sottili sono state elevate, sempre superiori a quelle delle stazioni fisse di riferimento, e tali da comportare il superamento dei limiti previsti dalla normativa relativi all'esposizione acuta. La concentrazione di polveri sottili (PM10) è stata molto elevata durante la campagna di misura invernale, e tale da determinare il superamento del limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in 18 giorni di misura su 31. Valori analoghi sono stati misurati dalle stazioni fisse di Verona

Il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ) invece, non è un inquinante critico. La concentrazione media di biossido di zolfo nei due periodi di campagna è stata inferiore al valore limite di rivelabilità strumentale analitica di  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e quindi ampiamente inferiore a tutti i limiti normativi relativi a questo inquinante, in linea con quanto si registra presso le altre centraline di riferimento della provincia di Verona.

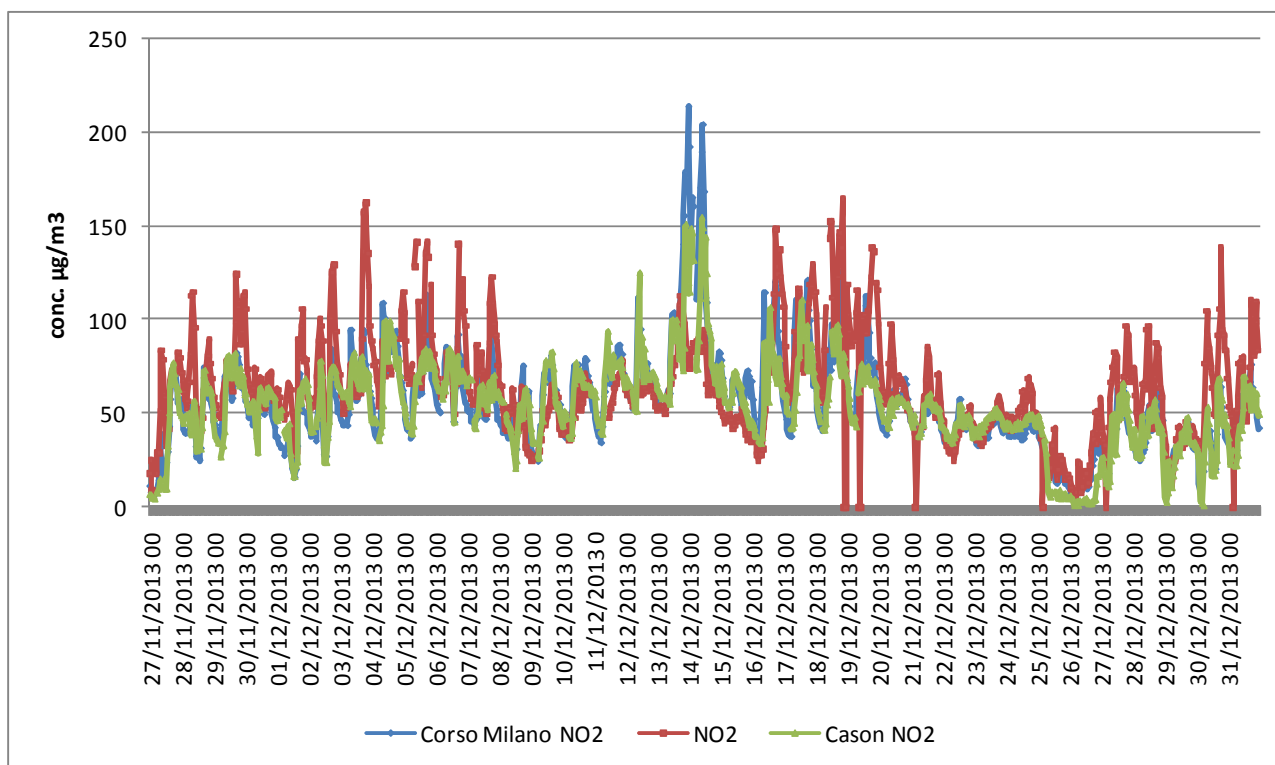
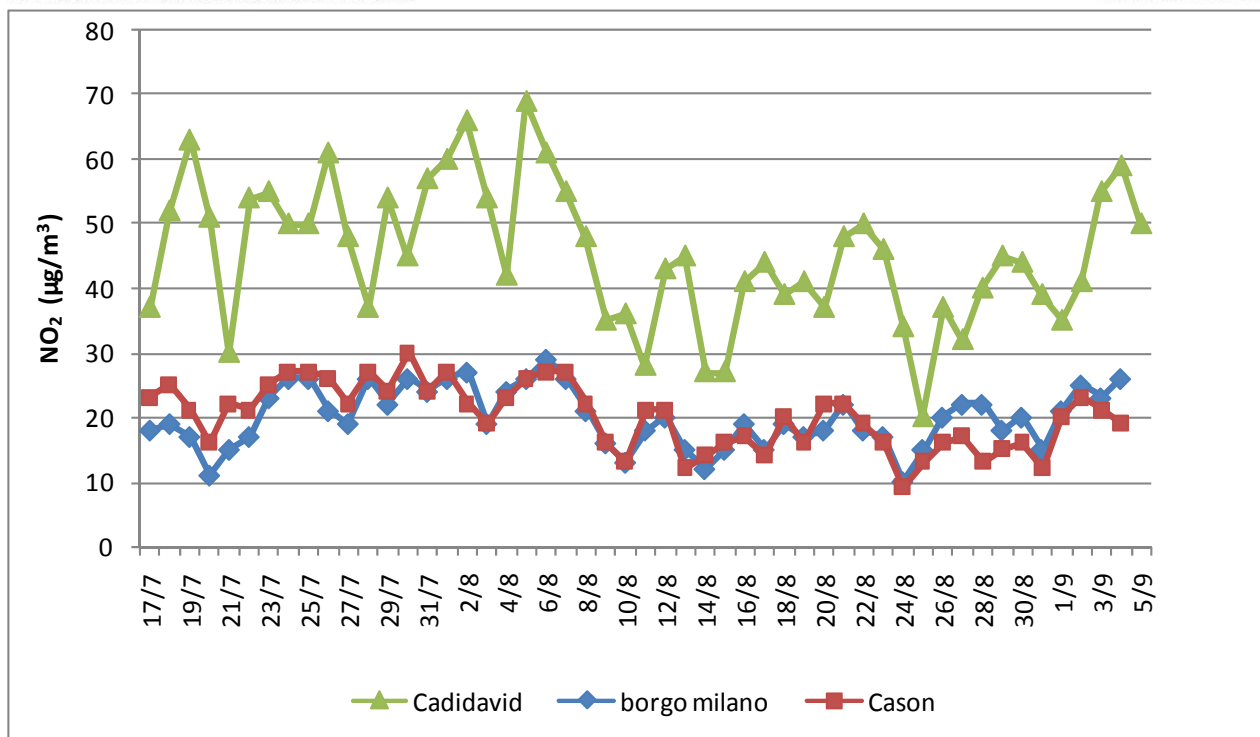
La concentrazione di ozono è confrontabile con quella misurata a Cason, ha superato i limiti normativi in misura leggermente inferiore a quella della centralina di fondo urbano di Cason. Tuttavia, la dipendenza di questo inquinante da alcune variabili meteorologiche, temperatura e radiazione solare in particolare, comporta una certa variabilità da un anno all'altro, pur in un quadro di vasto inquinamento diffuso.

Il periodo di campagna più critico è l'inverno, quando la qualità dell'aria, in base agli indici sintetici calcolati, è mediamente scadente, talvolta pessima. Invece, in estate, a causa delle condizioni meteorologiche più favorevoli alla dispersione degli inquinanti, le concentrazioni dei vari inquinanti sono più basse, in linea con quanto accade in tutte le stazioni di misura della qualità dell'aria della provincia di Verona, e la qualità dell'aria risulta mediamente accettabile.

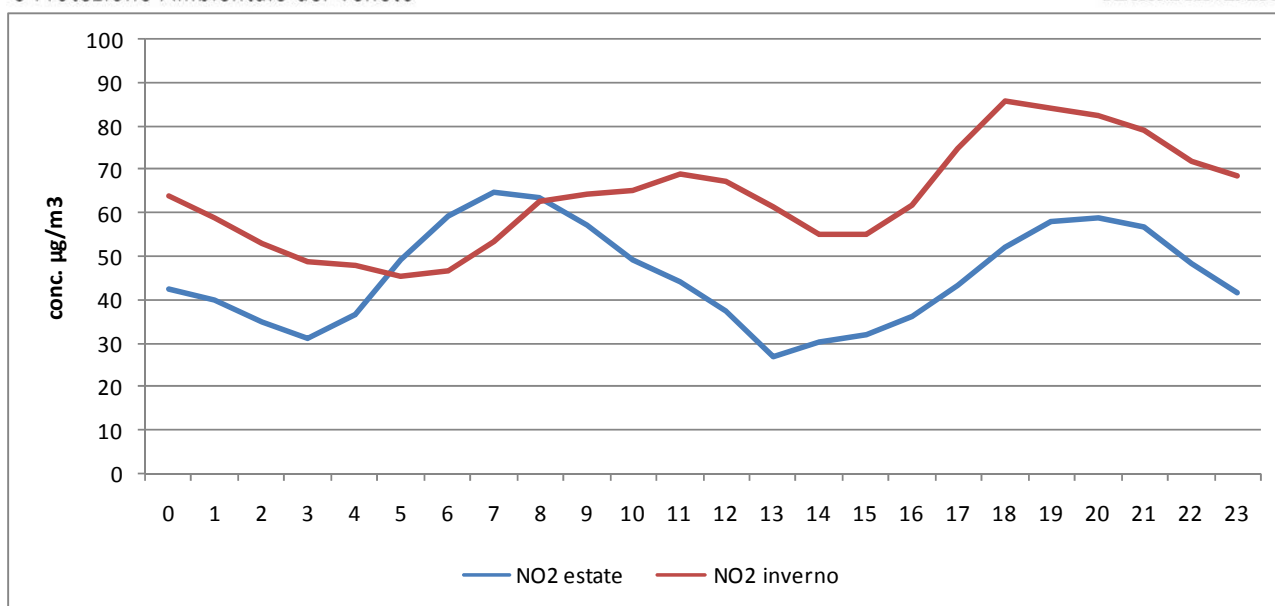
In inverno, i valori medi di concentrazione degli inquinanti più critici (ossidi di azoto, benzene, polveri sottili, benzo(a)pirene) a Cadidavid, sono superiori ai corrispondenti registrati presso le stazioni fisse di riferimento di traffico urbano di Borgo Milano e di fondo urbano di Cason, del comune di Verona.

Nella figura seguente (Figura 8) è riportato il giorno tipo delle concentrazioni di biossido di azoto, nel periodo invernale ed estivo: si nota un massimo relativo alla mattina ed uno alla sera in corrispondenza dei periodi di maggior traffico. L'ora del grafico corrisponde all'ora solare. I valori medi nel periodo invernale sono generalmente più elevati rispetto al periodo estivo anche a causa delle caratteristiche di minore dispersività dell'atmosfera.

Si ricorda che, per ulteriori informazioni sulla qualità dell'aria del territorio provinciale di Verona sul sito internet di ARPAV ([www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)) sono attualmente consultabili in tempo reale le concentrazioni di polveri inalabili PM10 determinate presso le stazioni fisse della rete ARPAV dislocate nel territorio Provinciale di Verona nonché di molte altre stazioni a livello regionale.



**Figura 7: confronto fra le concentrazioni medie giornaliere di NO<sub>2</sub> rilevate presso il sito di Cadidauid (in rosso) in periodo estivo ed invernale e negli stessi periodi presso le stazioni fisse di Verona Borgo Milano e Verona Cason**



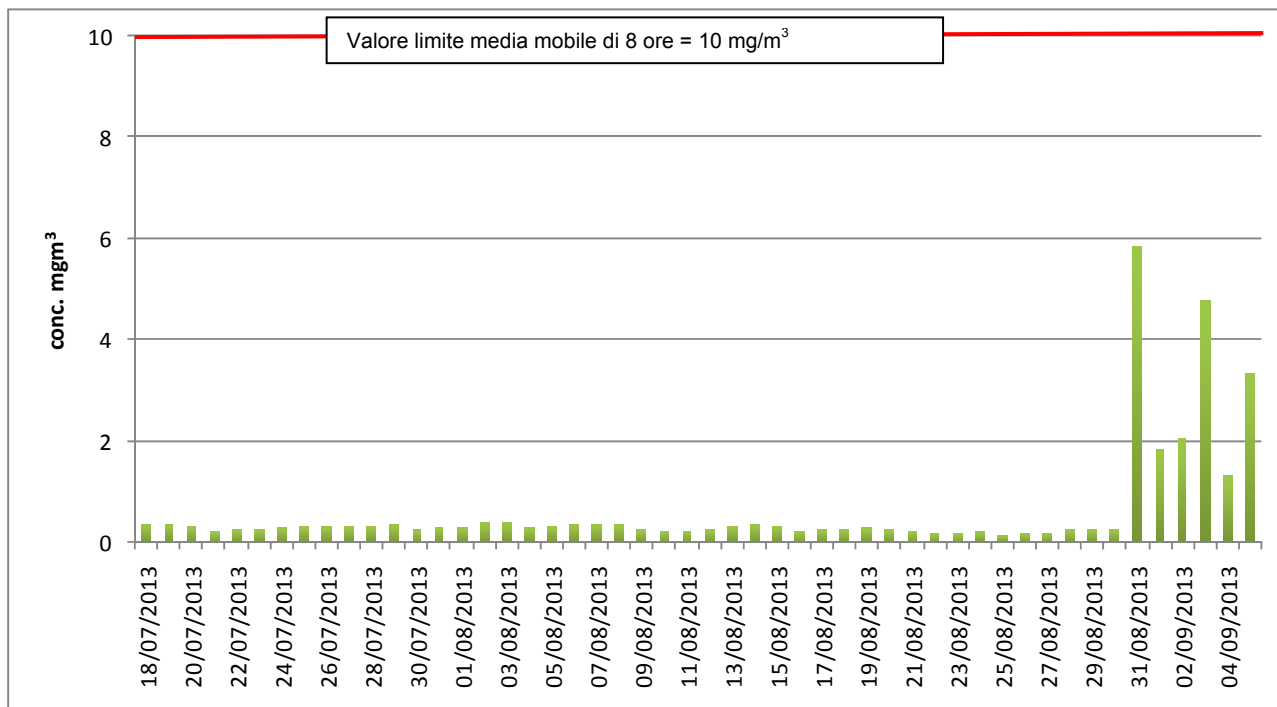
**Figura 8: giorno tipo delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub> rilevate presso il sito di Cadidavid (in rosso) in periodo estivo ed invernale**



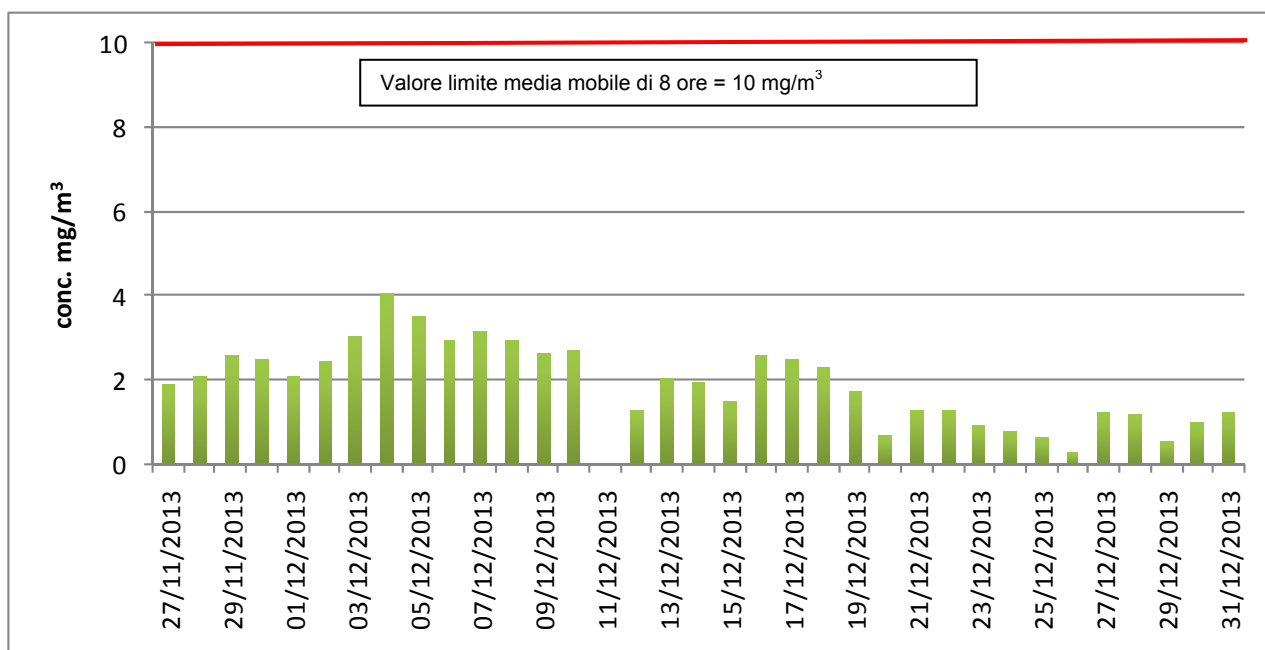
ALLEGATO

Grafico 1 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di CO (mg/m<sup>3</sup>).

Semestre “estivo”

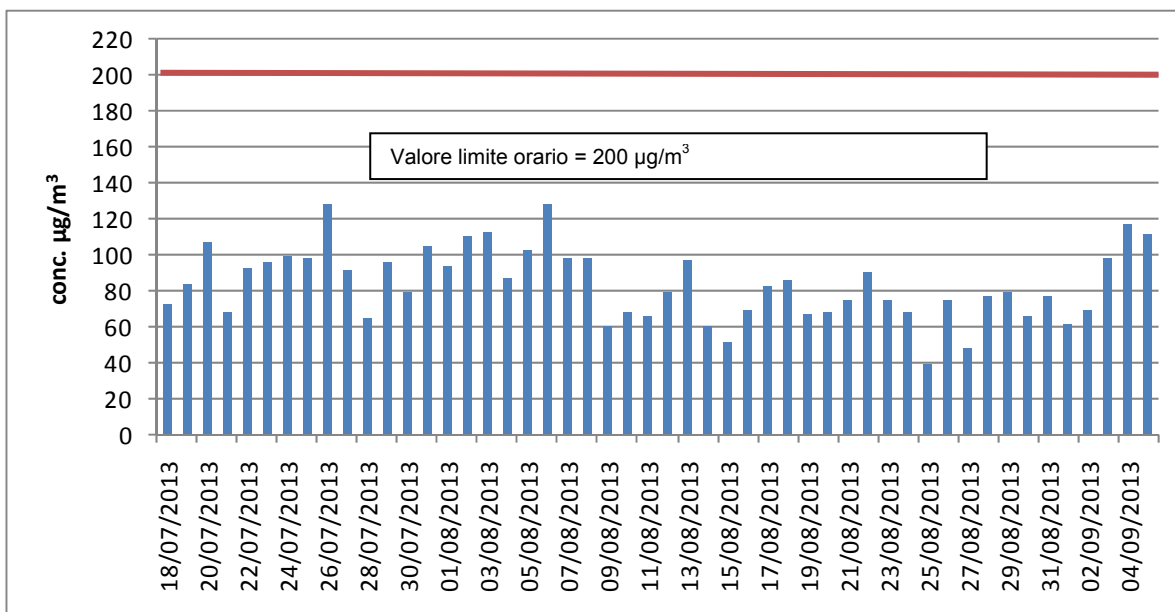


Semestre “invernale”

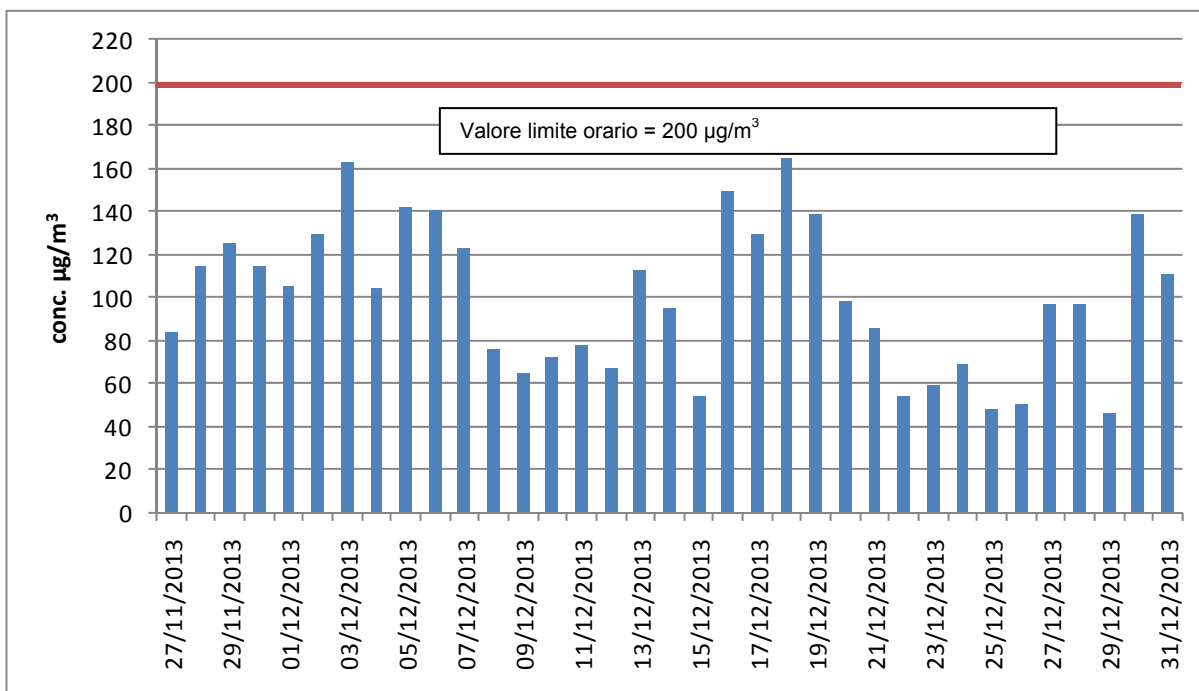


**Grafico 2 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>). “Esposizione acuta”.**

**Semestre “estivo”**

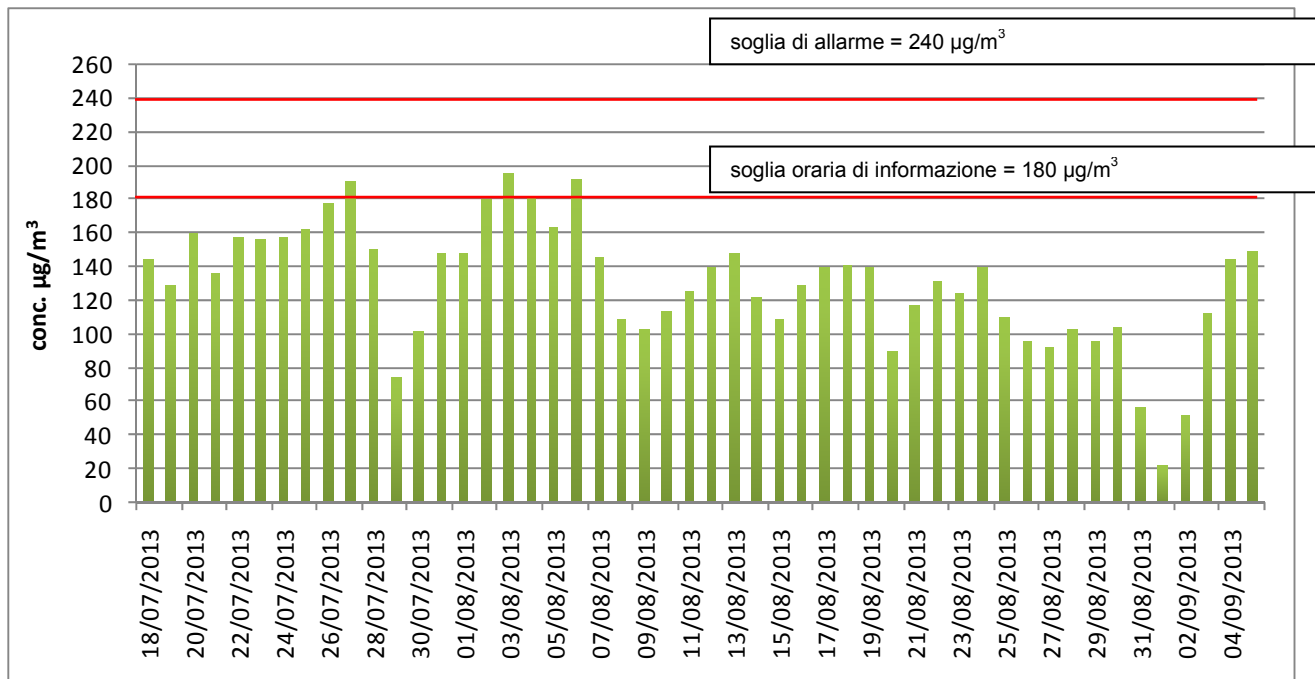


**Semestre “invernale”**

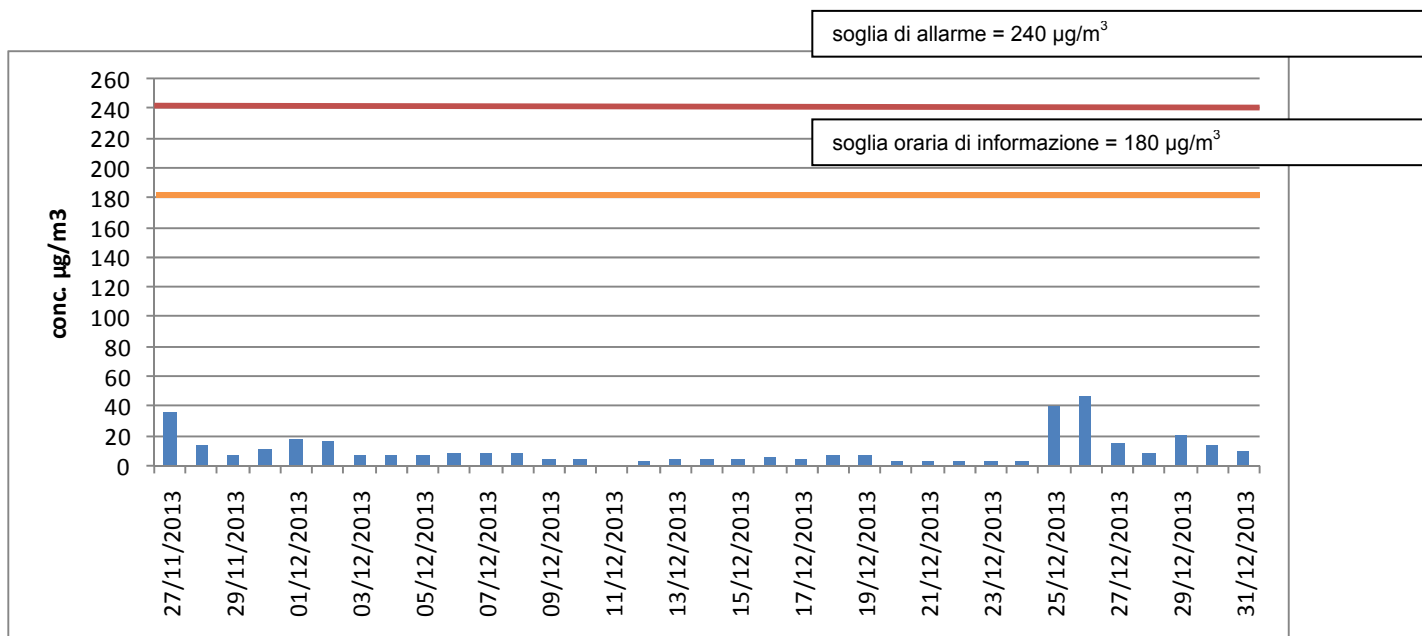


**Grafico 3 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

**Semestre “estivo”**

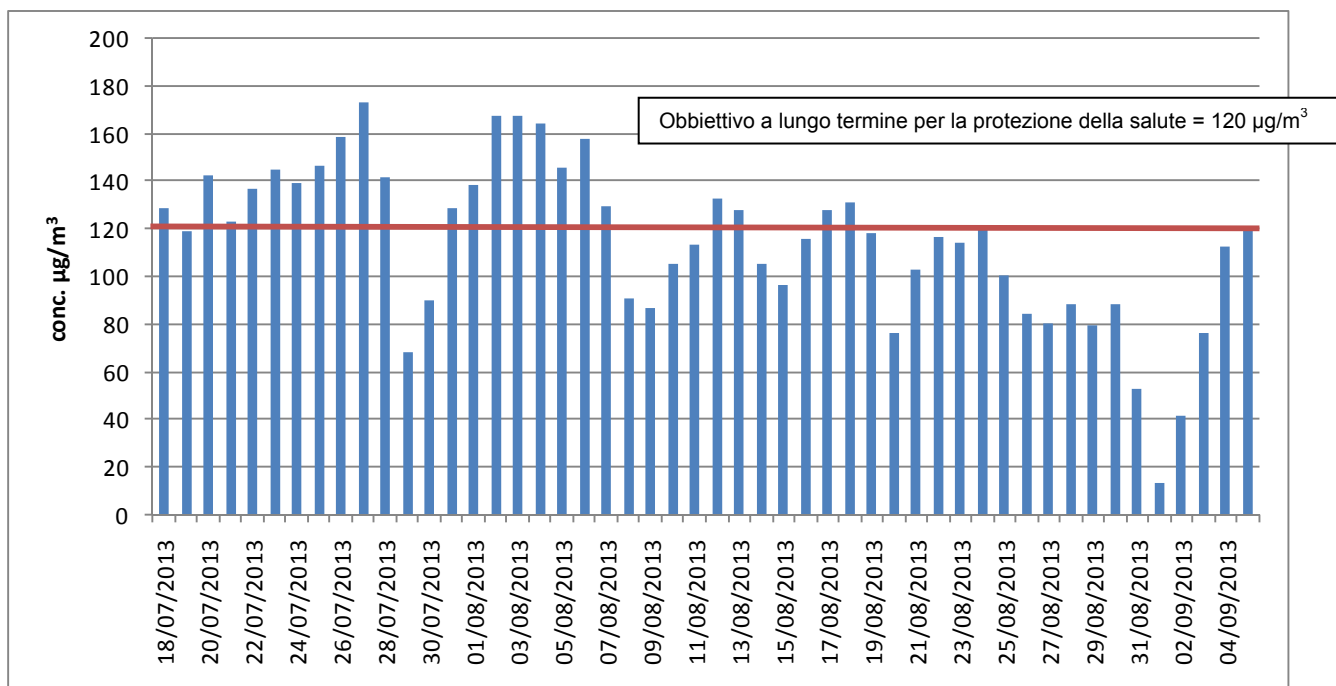


**Semestre “invernale”**

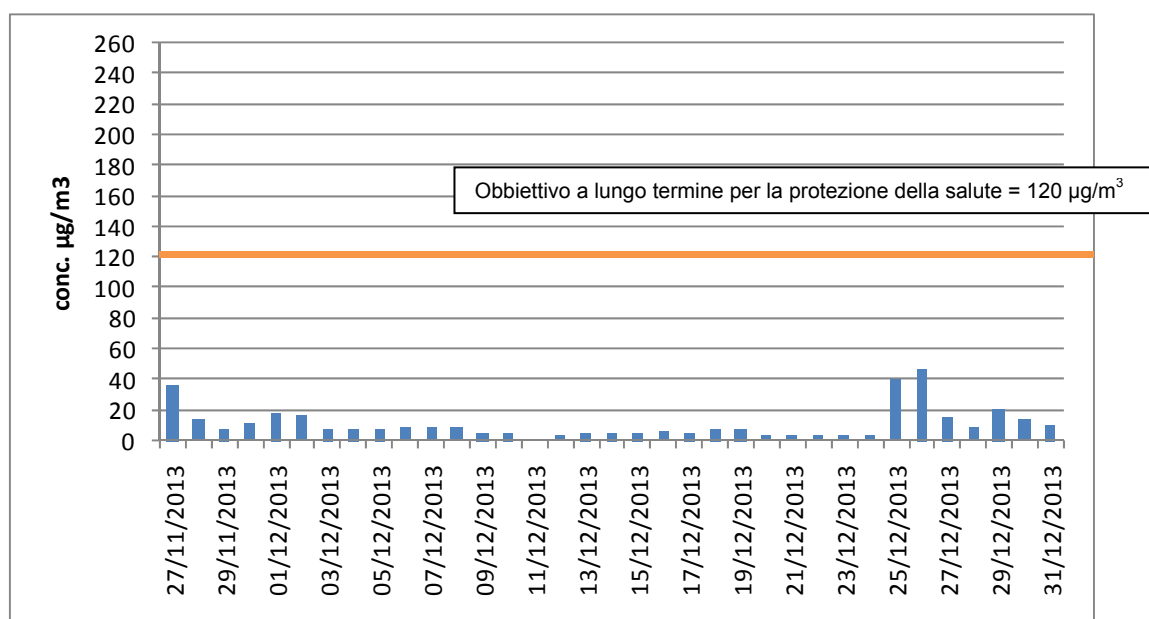


**Grafico 4 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

**Semestre “estivo”**

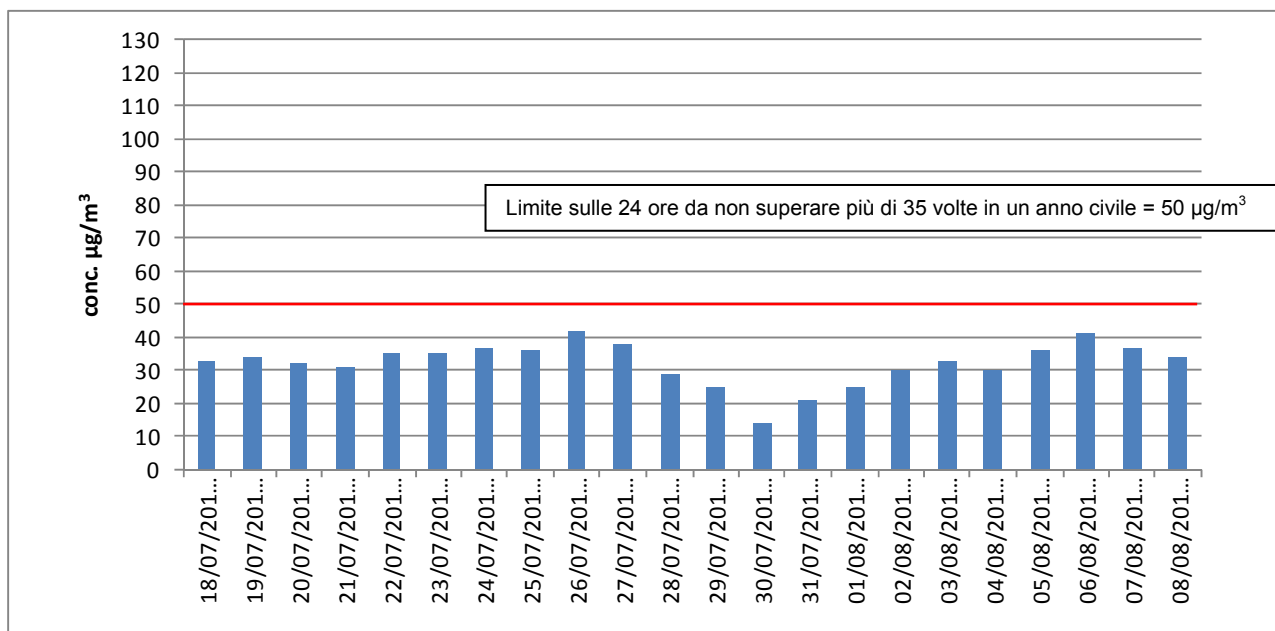


**Semestre “invernale”**



**Grafico 5 – Concentrazione Giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

**Semestre “estivo”**



**Semestre “invernale”**

