

# **Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria**

**Comune di Lendinara  
frazione di Ramodipalo**

**c/o via Ramodipalo Centro**

**Periodo di attuazione**

**(06/08/2014 – 30/09/2014)**

**(01/10/2014 – 27/11/2014)**

**RELAZIONE TECNICA**

**ARPAV**

**Direttore Generale**

*Carlo Emanuele Pepe*

**Dipartimento Provinciale di Rovigo**

*Vincenzo Restaino*

**Progetto e realizzazione**

**Servizio Stato dell'Ambiente**

*Primo Munari*

*Luca Boldrin, Ermes Zanella, Giuliana Romanin*

**Con la collaborazione di:**

**Servizio Meteorologico di Teolo**

**Ufficio Agrometeorologia e Meteorologia Ambientale**

*Alberto Bonini*

**Dipartimento Regionale Laboratori**

*Francesca Daprà*

**Servizio Osservatorio Regionale Aria**

*Salvatore Patti*

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

**INDICE**

1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna	pag.4
2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione	pag.4
3. Contestualizzazione meteo climatica dell'area	pag.6
4. Inquinanti monitorati e normativa di riferimento	pag.8
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi	pag.9
6. Efficienza di campionamento	pag.10
7. Analisi dei dati rilevati	pag.11
8. Valutazione dell'IQA (Indice Qualità Aria)	pag.17
9. Conclusioni	pag.18
ALLEGATO	pag.19
GLOSSARIO	pag.31

## 1. Introduzione e obiettivi specifici della campagna

Il monitoraggio permette di fornire informazioni sulla qualità dell'aria nel territorio comunale.

## 2. Caratterizzazione del sito e tempistiche di realizzazione

La campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con stazione rilocabile si è svolta dal 06/08/2014 al 30/09/2014, nel semestre estivo e, dal 01/10/2014 al 27/11/2014, nel semestre invernale. L'area sottoposta a monitoraggio si trova in comune di Lendinara nella frazione di Ramodipalo ed è di tipologia Background di fondo sub-urbano.

Il comune di Lendinara ricade nella zona "Bassa Pianura e colli" ai sensi della zonizzazione regionale approvata con DGR n. 2130/2012 e rappresentata in Figura 1.

In Figura 2 è indicata l'ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio su carta tecnica regionale 1:5000.

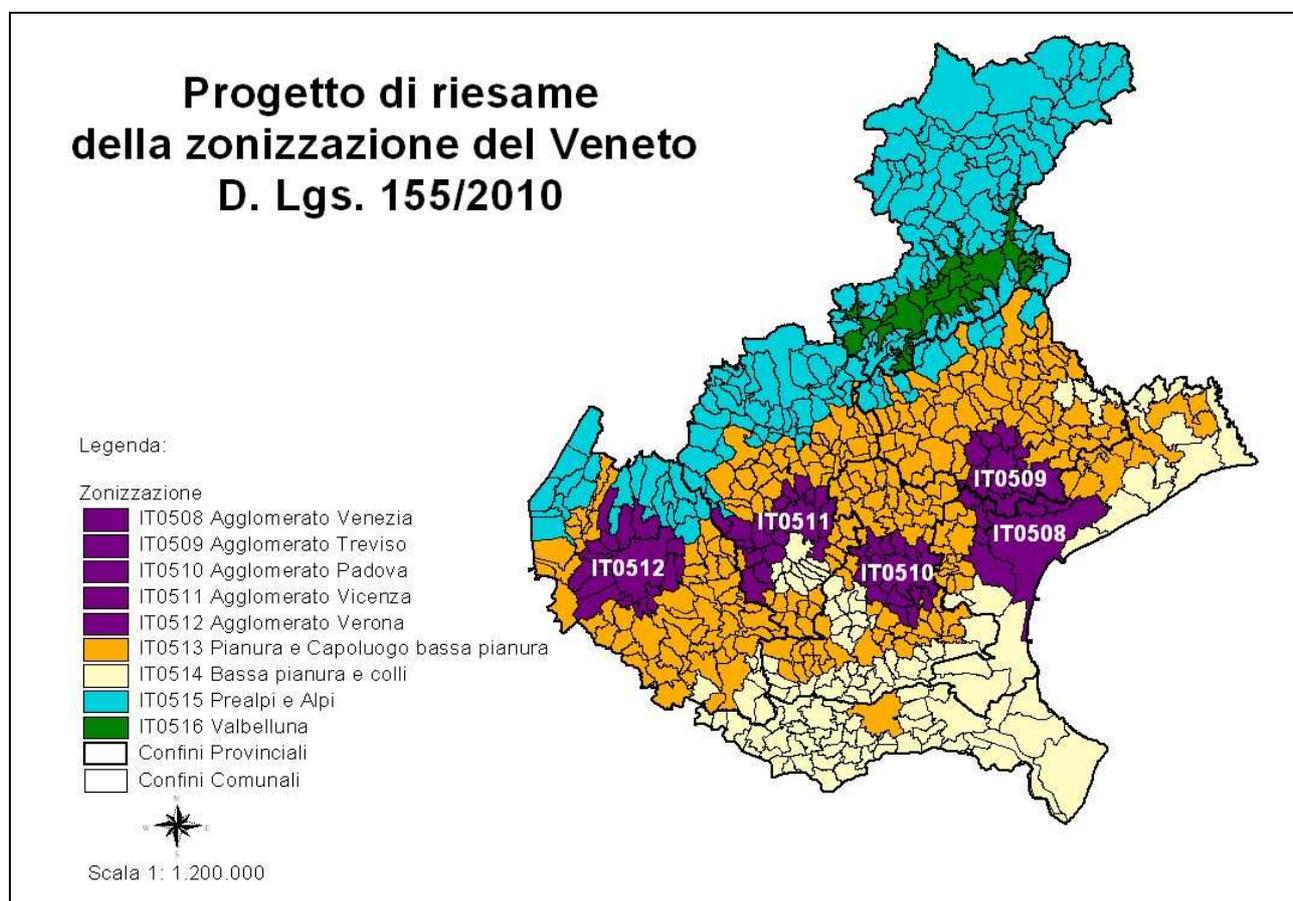


Figura 1. Zonizzazione del territorio regionale approvata con DGR n. 2130/2012.

## Posizione Stazione Rilocabile Comune di Lendinara – frazione di Ramodipalo - via Ramodipalo Centro

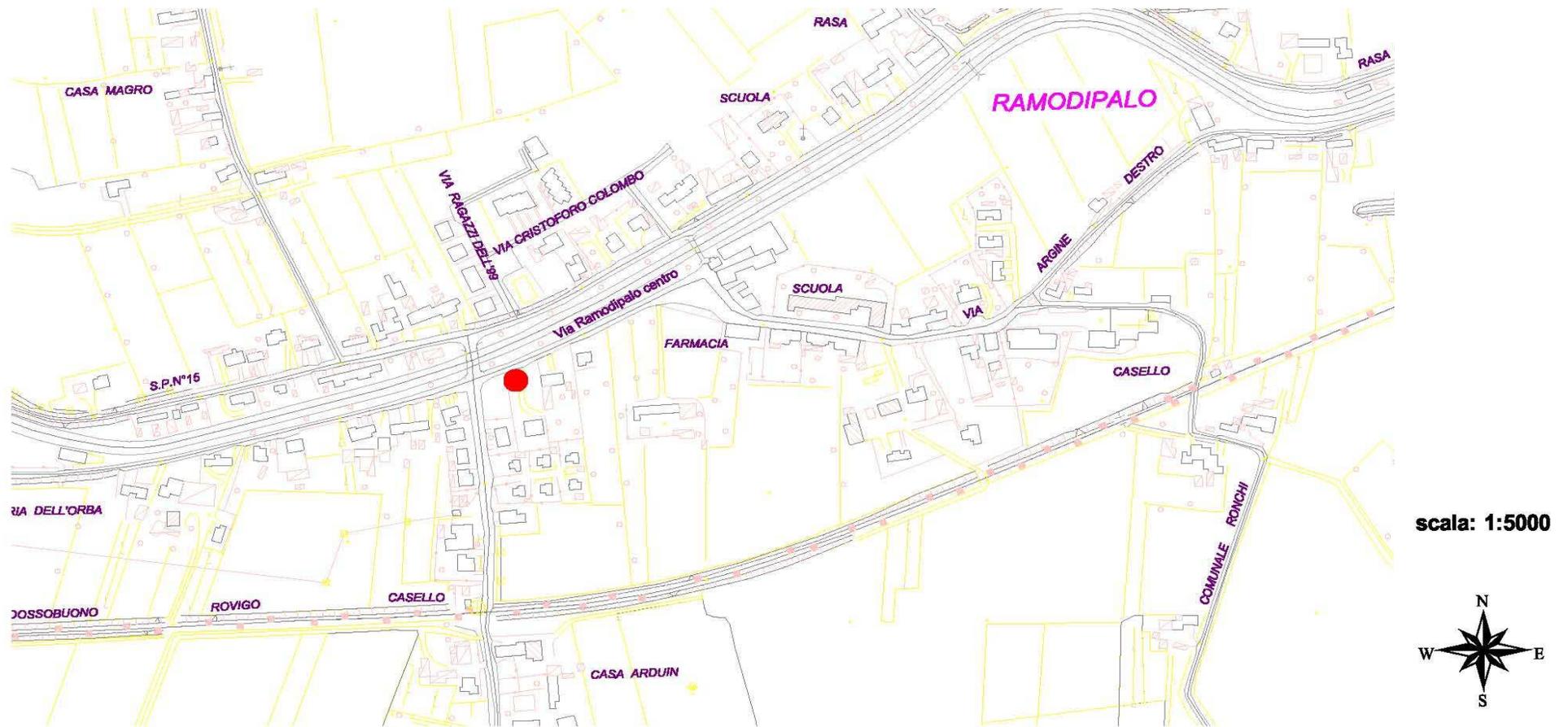


Figura 2. Ubicazione del punto sottoposto a monitoraggio (carta tecnica regionale 1:5000)

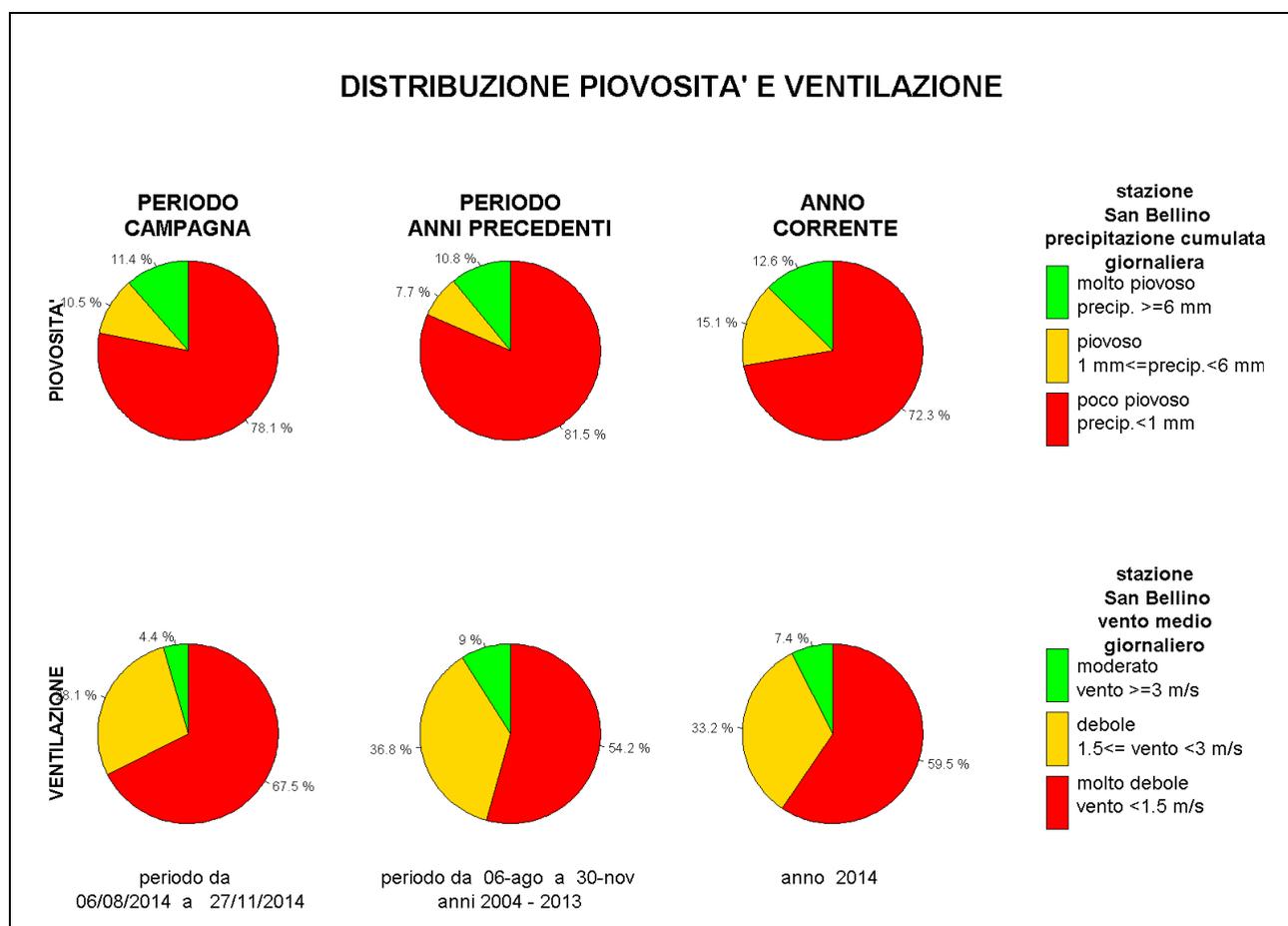
### 3. Contestualizzazione meteo climatica dell'area

#### Commento sulla situazione meteorologica del periodo di monitoraggio

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.



**Figura 1: 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).**

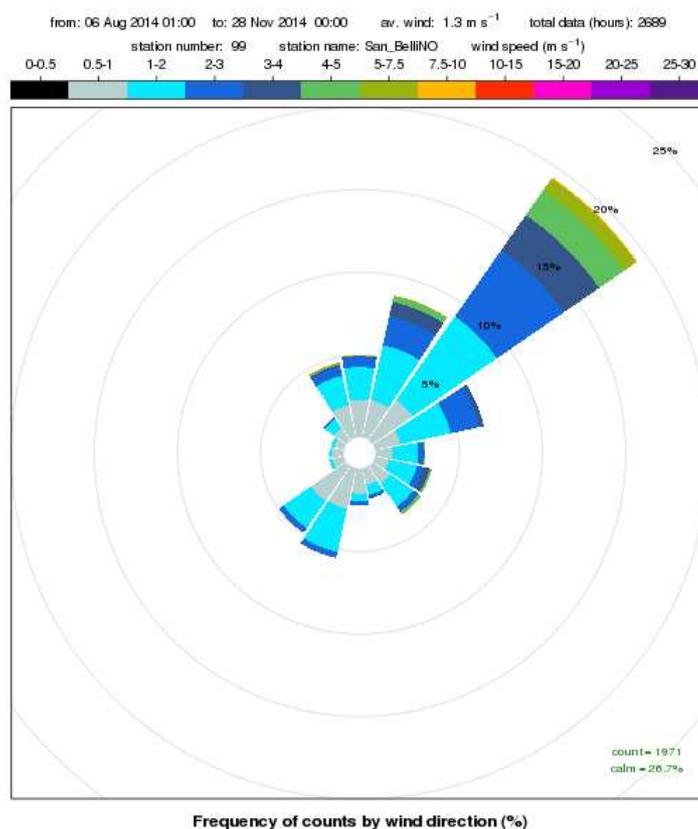
Nella Figura 1 si mettono a confronto le caratteristiche di piovosità e ventilazione ricavate dai dati rilevati presso le stazioni meteorologiche ARPAV di San Bellino in tre periodi:

- 6 agosto – 27 novembre 2014, periodo di svolgimento della campagna di misura,

- 6 agosto – 30 novembre dall'anno 2004 all'anno 2013 (pentadi di riferimento, ovvero (periodo anni precedenti)
- 1 gennaio – 31 dicembre 2014 (anno corrente).

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

- i giorni poco piovosi sono un po' meno frequenti rispetto alla climatologia del periodo e un po' più numerosi rispetto all'anno in corso;
- i giorni con vento molto debole risultano più frequenti rispetto ad entrambi i periodi di riferimento.



**Figura 2: rosa dei venti registrati presso la stazione meteorologica di San Bellino nel periodo 6 agosto – 27 novembre 2014**

In Figura 2 si riporta la rosa dei venti registrati presso la stazione di San Bellino durante lo svolgimento della campagna di misura: da essa si evince che la direzione prevalente di provenienza del vento è nord-est (19%). La frequenza delle calme (venti di intensità inferiore a 0.5 m/s) è stata pari a circa 27%; la velocità media pari a circa 1.3 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 l'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>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), polveri (PM10 e PM2.5).

Tutti gli inquinanti sopra specificati sono misurati in continuo, fatta eccezione per il particolato (PM10) che viene effettuato con campionamento sequenziale per la determinazione gravimetrica delle polveri PM10, per la determinazione in laboratorio degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), e dei metalli pesanti: 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.

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 è la norma che stabilisce i limiti di accettabilità per gli inquinanti considerati.

I limiti stabiliti dal suddetto decreto sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM2.5, i cui livelli nell'aria ambiente sono per la prima volta regolamentati in Italia.

Nelle Tabelle seguenti 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, limiti di legge a mediazione di lungo periodo. In Tabella 3 sono indicati i limiti di legge stabiliti dal D.Lgs. 155/2010 per la protezione degli ecosistemi.

**Tabella 1 - Limiti di legge a mediazione di breve periodo**

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>

(\*) 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.

**Tabella 2- Limiti di legge a mediazione di lungo periodo**

Inquinante	Tipologia	Valore
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM10	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM2.5	Valore limite annuale	26 µg/m <sup>3</sup> (per il 2014)
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>
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	1.0 ng/m <sup>3</sup>

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

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

## 5. Informazioni sulla strumentazione e sulle analisi

Gli analizzatori in continuo per l'analisi degli inquinanti, allestiti a bordo della stazione rilocabile, presentano caratteristiche conformi al D.Lgs. 155/2010 ed effettuano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico.

Il campionamento del particolato PM10 (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm) 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 degli idrocarburi policiclici aromatici (benzo(a)pirene e altri IPA) e del PM10 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 12341:2014".

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".

La determinazione gravimetrica del PM10 è stata effettuata su tutti i filtri campionati, mentre le determinazioni del benzo(a)pirene e dei metalli sono state eseguite nel rispetto degli obiettivi di qualità del dato previsti dal D.Lgs. 155/2010 (Allegato I).

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, differente 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

L’Allegato I del D.Lgs. 155/2010 stabilisce i 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 ed 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, monossido di carbonio, benzene, particolato e piombo, 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 almeno del 14% nell’arco dell’intero anno civile (pari a 52 giorni/anno), con una resa del 90%. Tali misurazioni possono essere uniformemente distribuite nell’arco dell’anno civile o, in alternativa, essere 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) ed in quello estivo (1aprile-30settembre), caratterizzati da una diversa prevalenza delle condizioni di rimescolamento dell’atmosfera.

Anche per gli IPA e per gli altri metalli la percentuale da rispettare, per le misurazioni indicative, è pari al 14% (con una raccolta minima dei dati del 90%); è comunque possibile applicare un periodo di copertura più basso, ma non inferiore al 6%, purché si dimostri che l’incertezza estesa nel calcolo della media annuale sia rispettata.

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

In relazione a quanto sopraesposto, nel periodo di monitoraggio relativo al “semestre invernale” di questa campagna la raccolta di dati orari è stata pari al 94,5 % per il biossido di zolfo, 93,6 % per il monossido di carbonio, al 94,4% per il biossido di azoto e al 94,3% per l’ozono. Durante il periodo di monitoraggio relativo al “semestre estivo” la raccolta di dati orari è stata pari al 94,5% per il biossido di azoto, 94,6% per il monossido di carbonio, al 92,4 % per il biossido di zolfo e al 94,6% per l’ozono.

Complessivamente sono stati campionati ed analizzati 107 filtri per PM10.

## 7. Analisi dei dati rilevati

### Monossido di carbonio (CO)

Durante le due campagne di monitoraggio la concentrazione di monossido di carbonio non ha mai superato il valore limite (Allegato - Grafico 1). Le medie di periodo sono risultate pari a 0.5 e 0.2 mg/m<sup>3</sup> rispettivamente per il “semestre invernale” e per il “semestre estivo”.

### Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Durante le due campagne di monitoraggio eseguite, la concentrazione di biossido di azoto non ha mai superato i valori limite orari (Grafici 2 e 3 in Allegato). La media di periodo relativa al “semestre invernale” è risultata pari a 41,6 µg/m<sup>3</sup> mentre quella relativa al “semestre estivo” pari a 24,3 µg/m<sup>3</sup>. La media complessiva delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> misurate nei due periodi è stata pari a 33,0 µg/m<sup>3</sup>, leggermente superiore al valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 30 µg/m<sup>3</sup>. Si ricorda 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>1</sup>.

### 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 (si confronti i Grafici 4 e 5 in Allegato). La media complessiva delle concentrazioni orarie misurate nei due periodi è risultata 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>).

### 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 e la soglia di informazione, pari, rispettivamente, a 240 µg/m<sup>3</sup> e 180 µg/m<sup>3</sup> (si confronti il Grafico 6 in Allegato).

L’obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m<sup>3</sup> non ha registrato superamenti nella campagna relativa al “semestre invernale” ed è stato registrato un solo valore pari a 120,1 µg/m<sup>3</sup> durante la campagna relativa al “semestre estivo” (Grafici 7, 8, e 9 in Allegato). 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.

### Polveri atmosferiche inalabili (PM10 e PM2,5)

Durante i due periodi di monitoraggio la concentrazione di polveri PM10 ha superato la concentrazione giornaliera per la protezione della salute umana (50 µg/m<sup>3</sup> da non superare per più di 35 volte per anno civile) per 8 giorni su 51 di misura nel “semestre invernale” mentre non ci sono stati superamenti nel “semestre estivo” (Grafici 10 e 11 in Allegato) per un totale di 8 giorni di superamento su 107 complessivi di misura (7,5%).

La concentrazione delle polveri PM2.5 durante i due periodi di monitoraggio è stata di 28,5 µg/m<sup>3</sup> e si sono verificati 42 giorni di superamento del valore limite per la protezione umana (26 µg/m<sup>3</sup>) su 110 complessivi di misura (38.2 %).

---

<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.

Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) o BTEX

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di benzene misurate a Ramodipalo è risultata pari a 1,0 µg/m<sup>3</sup> nel periodo del “semestre invernale” e pari a 0,4 µg/m<sup>3</sup> nel periodo del “semestre estivo”. La media complessiva ponderata dei due periodi, pari a 0,73 µg/m<sup>3</sup>, è ampiamente inferiore al valore limite annuale di 5 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 4** – Valori medi delle concentrazioni giornaliere di benzene misurate a Ramodipalo. Semestri “invernale” e “estivo”.

<b>Benzene (µg/m<sup>3</sup>)</b>		
<b>RAMODIPALO</b>		
<b>SEMESTRE INVERNALE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>1</b>
	<b>n° dati</b>	<b>6</b>
<b>SEMESTRE ESTIVO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>0,4</b>
	<b>n° dati</b>	<b>5</b>
<b>SEMESTRI INVERNALE E ESTIVO</b>	<b>MEDIA PONDERATA</b>	<b>0,73</b>
	<b>n° dati</b>	<b>11</b>

**Confronto fra le misure effettuate in Lendinara(fraz.Ramodipalo) e nelle stazioni fisse di ROVIGO-fraz.Borsea e BADIA POLESINE-Fraz.Villafora**

Il sito di posizionamento della stazione fissa di monitoraggio della qualità dell'aria in ROVIGO-Fraz. BORSEA Via Grotto è classificato “BACKGROUND di fondo SUB-URBANO” e quindi con caratteristiche tecniche analoghe al sito dove è stato posizionato il Laboratorio Mobile in Lendinara (fraz. Ramodipalo).

Risulta pertanto scientificamente appropriato un confronto fra le misure effettuate dalle strumentazioni nel periodo di monitoraggio.

Il sito di posizionamento della stazione fissa in BADIA POLESINE-Fraz.Villafora è classificato “BACKGROUND di fondo RURALE”, con caratteristiche tecniche di “Fondo Regionale” per l'assenza di zone edificate, impianti industriali, strade con traffico rilevante e quindi dove è prevedibile attendere valori di inquinamento ampiamente rispettosi dei limiti normativi.

1) Particolato PM 10

Il numero di giorni di superamento rilevato presso il sito di LENDINARA-Ramodipalo è stato di 8 giorni su 107 di monitoraggio e quindi percentualmente leggermente superiore.

La media di periodo delle concentrazioni giornaliere di PM10 misurate a LENDINARA-Ramodipalo è risultata pari a 32 µg/m<sup>3</sup> nel “semestre invernale” e a 21 µg/m<sup>3</sup> nel “semestre estivo”.

La media complessiva ponderata dei due periodi è risultata pari a 26 µg/m<sup>3</sup>, inferiore al valore limite annuale pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

Nei due periodi di monitoraggio le concentrazioni giornaliere del particolato misurato nella configurazione PM10 nella stazione fissa di ROVIGO-BORSEA sono risultate superiori al valore limite di 50 ngr/m<sup>3</sup> per 6 giorni su 111 di misura pari al 5.4% e la media ponderata delle concentrazioni giornaliere è risultata pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, mentre nella stazione di Badia Polesine – località Villafora durante il “semestre invernale” sono stati misurati 4 superamenti con un valore medio di 25 µg/m<sup>3</sup> e non sono stati misurati superamenti durante il “semestre estivo” e la media ponderata dei due periodi di monitoraggio è stata pari a 19 µg/m<sup>3</sup>.

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 µg/m<sup>3</sup> rapportato ad un anno di misure e del Valore Limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>, nei siti presso i quali si realizza una campagna di monitoraggio della qualità dell'aria di durata limitata (misurazioni indicative), viene utilizzata una metodologia di calcolo elaborata dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV.

Tale metodologia confronta 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 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 µg/m<sup>3</sup>, 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 µg/m<sup>3</sup>.

Per quanto sopra evidenziato, il sito di LENDINARA-Ramodipalo è stato confrontato alla stazione fissa di Borsea. La metodologia di calcolo stima per il sito sporadico di LENDINARA-Ramodipalo un valore medio annuale di 26 µg/m<sup>3</sup> (inferiore al valore limite annuale di 40 µg/m<sup>3</sup>) ed il 90° percentile di 47 µg/m<sup>3</sup> (inferiore al valore limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup>).

Nella seguente Tabella 5 sono riportate a confronto le concentrazioni di PM10 misurate in LENDINARA-Ramodipalo e ROVIGO-Borsea.

**Tabella 5 – Confronto delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Ramodipalo con quelle misurate a Borsea. Semestri “invernale” e “estivo”.**

		PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	
		RAMODIPALO	BORSEA
SEMESTRE INVERNALE	MEDIA	32	33
	n° super.	8	6
	n° dati	51	55
	% super.	15,7	10,9
SEMESTRE ESTIVO	MEDIA	21	18
	n° super.	0	0
	n° dati	56	56
	% super.	0	0
SEMESTRE INVERNALE E ESTIVO	MEDIA PONDERATA	26	25
	n° super.	8	6
	n° dati	107	111
	% super.	7,5	5,4

Nella seguente Tabella 6 sono riportate le concentrazioni di PM<sub>10</sub> misurate a BADIA-Villafora

**Tabella 6 – Concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> misurate a Villafora**

		PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
		VILLAFORA
<b>SEMESTRE INVERNALE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>25</b>
	<b>n° super.</b>	4
	<b>n° dati</b>	54
	<b>% super.</b>	7,4
<b>SEMESTRE ESTIVO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>12</b>
	<b>n° super.</b>	0
	<b>n° dati</b>	54
	<b>% super.</b>	0
<b>SEMESTRE INVERNALE E ESTIVO</b>	<b>MEDIA PONDERATA</b>	<b>19</b>
	<b>n° super.</b>	4
	<b>n° dati</b>	108
	<b>% super.</b>	11,4

2) Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) come Benzo(a)pirene (B(a)p)

La media di periodo delle determinazioni analitiche di benzo(a)pirene rilevate a LENDINARA-Ramodipalo è risultata pari a 0,8 ng/m<sup>3</sup> nel periodo del “semestre invernale” e pari a 0,03 ng/m<sup>3</sup> nel periodo del “semestre estivo”.

La media complessiva ponderata dei due periodi è risultata di 0,4 ng/m<sup>3</sup>, ampiamente inferiore al valore obiettivo di 1.0 ng/m<sup>3</sup>.

Presso la stazione fissa di Rovigo - Borsea la media complessiva ponderata dei due periodi è risultata pari a 0,33 ng/m<sup>3</sup> mentre a BADIA-Villafora è pari a 0,28 ng/m<sup>3</sup>.

Nella seguente Tabella 7 sono riportate a confronto le determinazioni analitiche di IPA come benzo(a)pirene rilevate nei tre siti di monitoraggio

**Tabella 7** – Confronto delle concentrazioni giornaliere di benzo(a)pirene misurate a Ramodipalo con quelle misurate a Borsea e Villafora. Semestri “invernale” e “estivo”.

<b>IPA - Benzo(a)pirene (ng/m<sup>3</sup>)</b>				
		<b>RAMODIPALO</b>	<b>BORSEA</b>	<b>VILLAFORA</b>
<b>SEMESTRE INVERNALE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>0,8</b>	<b>0,61</b>	<b>0,58</b>
	<b>n° dati</b>	<b>34</b>	<b>20</b>	<b>19</b>
<b>SEMESTRE ESTIVO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>
	<b>n° dati</b>	<b>37</b>	<b>19</b>	<b>21</b>
<b>SEMESTRI INVERNALE E ESTIVO</b>	<b>MEDIA PONDERATA</b>	<b>0,40</b>	<b>0,33</b>	<b>0,28</b>
	<b>n° dati</b>	<b>71</b>	<b>39</b>	<b>40</b>

3) Metalli (Pb, As, Cd, Ni)

Le medie delle concentrazioni giornaliere di metalli misurate a LENDINARA-Ramodipalo nei semestri “invernale” e “estivo” sono risultate le seguenti:

**Tabella 8** – Valori medi di periodo (semestre estivo, invernale) e media complessiva dei metalli..

<b>METALLI</b>			
<b>RAMODIPALO</b>			
<b>METALLO</b>	<b>"sem.invernale" ng/m<sup>3</sup></b>	<b>"sem. estivo" ng/m<sup>3</sup></b>	<b>MEDIA PONDERATA ng/m<sup>3</sup></b>
<b>Arsenico</b>	<b>1,12</b>	<b>&lt;1,0<sup>2</sup></b>	<b>0,8</b>
<b>Cadmio</b>	<b>0,4</b>	<b>&lt;0,2<sup>3</sup></b>	<b>0,2</b>
<b>Nichel</b>	<b>&lt;2,0<sup>4</sup></b>	<b>&lt;2,0<sup>4</sup></b>	<b>1,6</b>
<b>Piombo</b>	<b>14,71</b>	<b>2,8</b>	<b>8,3</b>

(2) minore del limite di rilevabilità analitica per Arsenico pari a 1,0 ng/m<sup>3</sup>(3) minore del limite di rilevabilità analitica per Cadmio pari a 0,2 ng/m<sup>3</sup>(4) minore del limite di rilevabilità analitica per Nichel pari a 2,0 ng/m<sup>3</sup>

Per completezza si riportano di seguito le medie complessive ponderate dei metalli calcolate nello stesso periodo di monitoraggio presso la stazione di LENDINARA-Ramodipalo, la stazione fissa di Rovigo - Borsea e la stazione di BADIA-Villafora.

**Tabella 9** – Valori medi delle concentrazioni di metalli registrate a Ramodipalo, a Borsea e a Villafora

METALLO	RAMODIPALO	BORSEA	VILLAFORA
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Arsenico	0,8	1,0	0,6
Cadmio	0,2	0,4	0,4
Nichel	1,6	2,0	2,0
Piombo	8,3	7,4	3,6

Si ricorda che, per ulteriori informazioni sulla qualità dell'aria del territorio provinciale di Rovigo, sul sito internet di ARPAV ([www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)) sono consultabili in tempo reale le concentrazioni degli inquinanti misurati presso le stazioni fisse della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria.

## 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 è normalmente associato ad una **scala di 5 giudizi sulla qualità dell'aria** come riportato nella tabella seguente.

Cromatismi	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 3 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/indice-di-qualita-dellaria-iqua>

Di seguito viene riportata la frequenza del numero di giorni ricadenti in ciascuna classe dell'IQA.

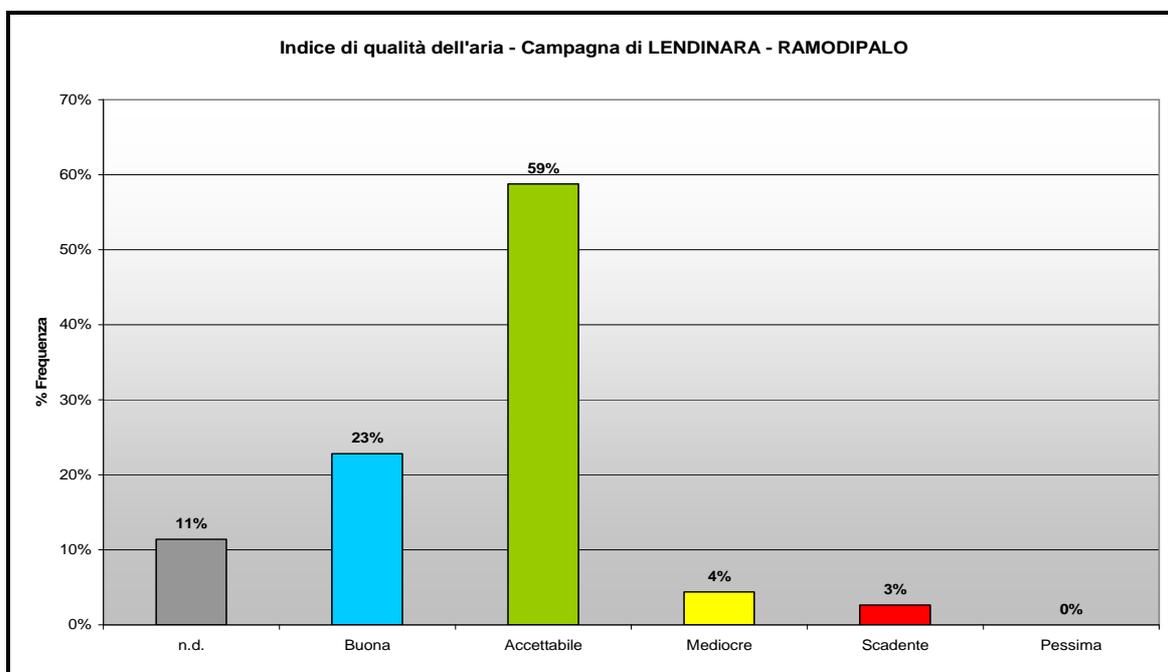


Figura 5. Calcolo dell'indice sintetico di qualità dell'aria per la campagna di Ramodipalo

## 8. Conclusioni

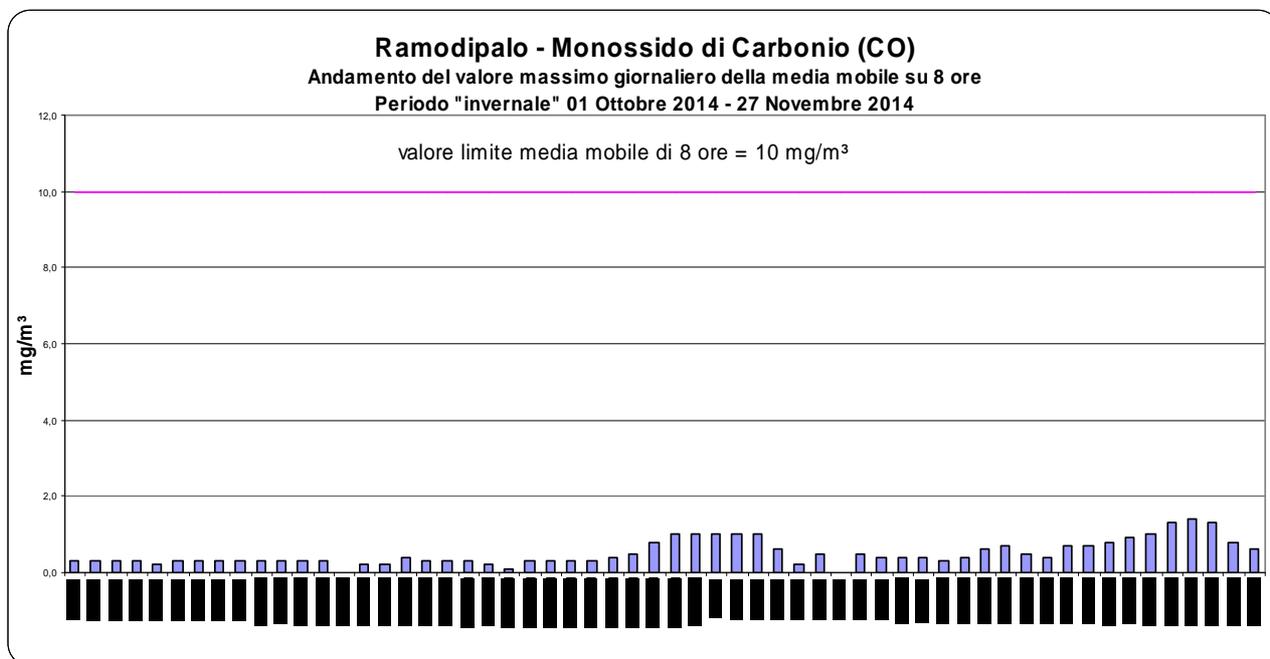
Nel seguente prospetto sono indicate le informazioni di sintesi della qualità dell'aria monitorata con Mezzo Mobile nel Comune di Lendinara (Fraz. Ramodipalo) risultante dal confronto degli inquinanti misurati con i limiti di legge vigenti.

COMUNE DI LENDINARA frazione di Ramodipalo					
CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE					
ESPOSIZIONE ACUTA:					
			Risultati		
			INVERNO	ESTATE	
			Dal 01-10-14 al 27-11-14	Dal 06-08-14 al 30-09-14	
Inquinante	Tipo Limite	Valore limite	SUPERAMENTI	SUPERAMENTI	Riferimento legislativo
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	500 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
SO <sub>2</sub>	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
SO <sub>2</sub>	Limite di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	400 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
NO <sub>2</sub>	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 ore da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>	8 superamenti nel periodo di monitoraggio	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
CO	Valore Limite_media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione	180 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
O <sub>3</sub>	Soglia di allarme	240 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	0 superamenti	D.Lgs. 155/2010
O <sub>3</sub>	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	120 µg/m <sup>3</sup>	0 superamenti	1 superamento	D.Lgs. 155/2010
	(media mobile su 8 ore, massima giornaliera)				

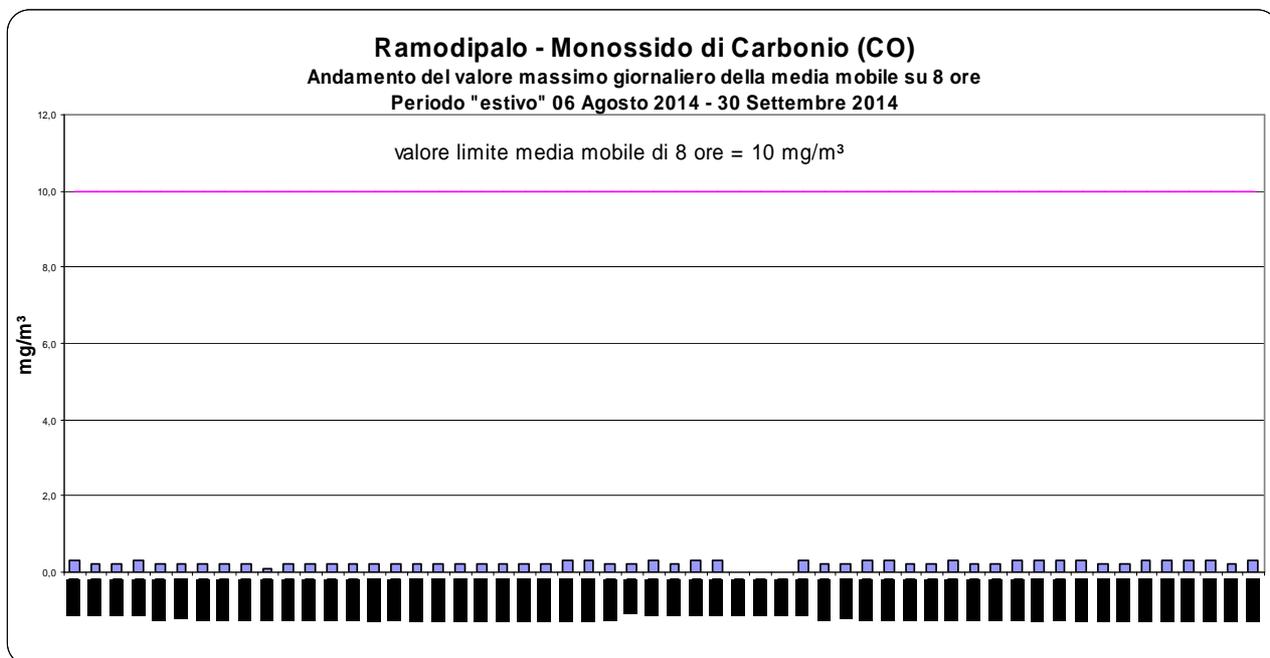
**ALLEGATO**

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

*Semestre “invernale”*

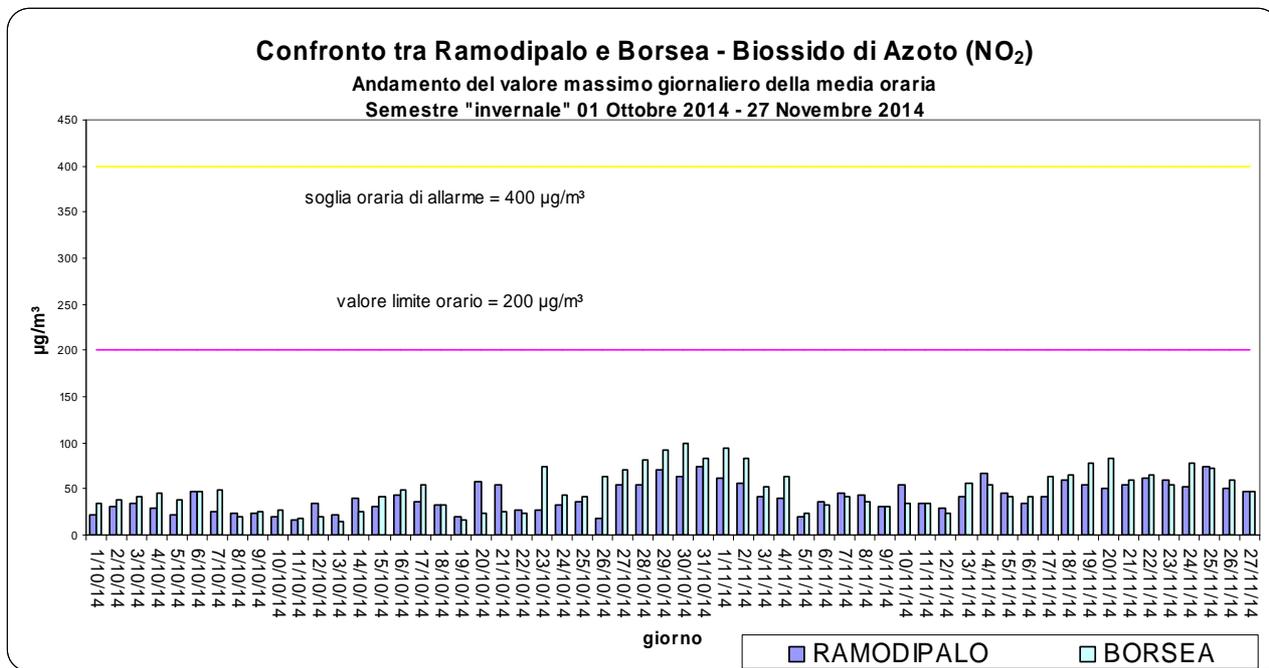


*Semestre “estivo”*

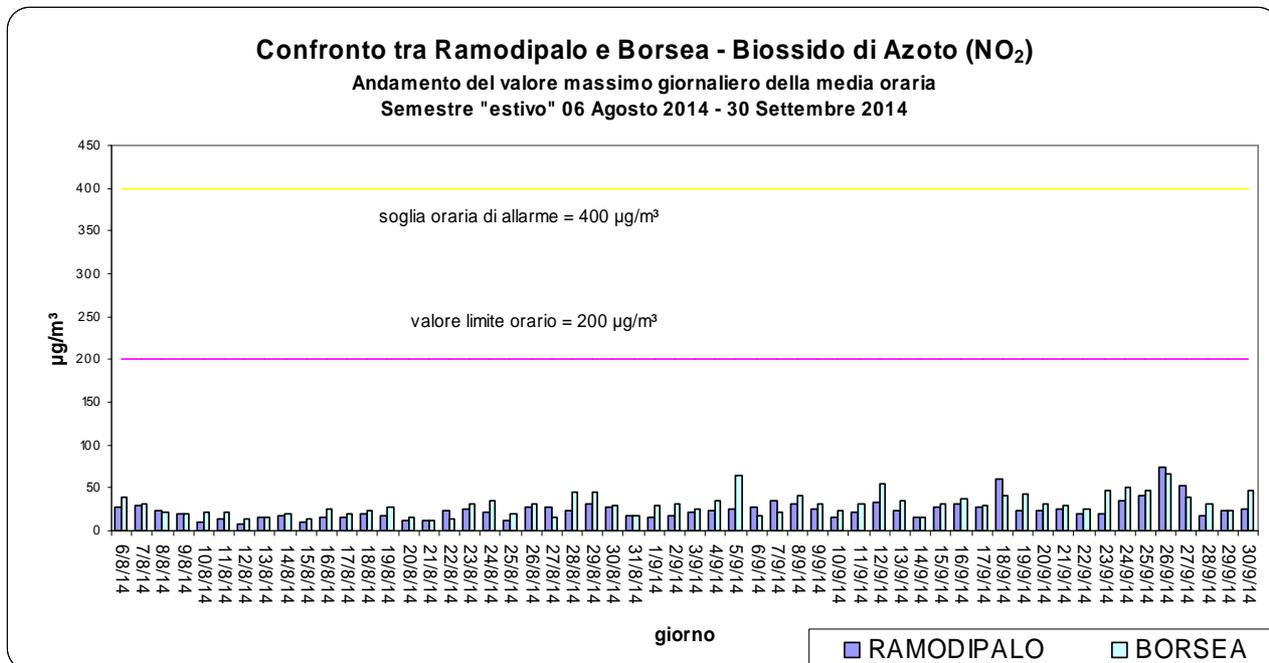


**Grafico 2 – Confronto tra Ramodipalo e Borsea della Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

**Semestre “invernale”**



**Semestre “estivo”**

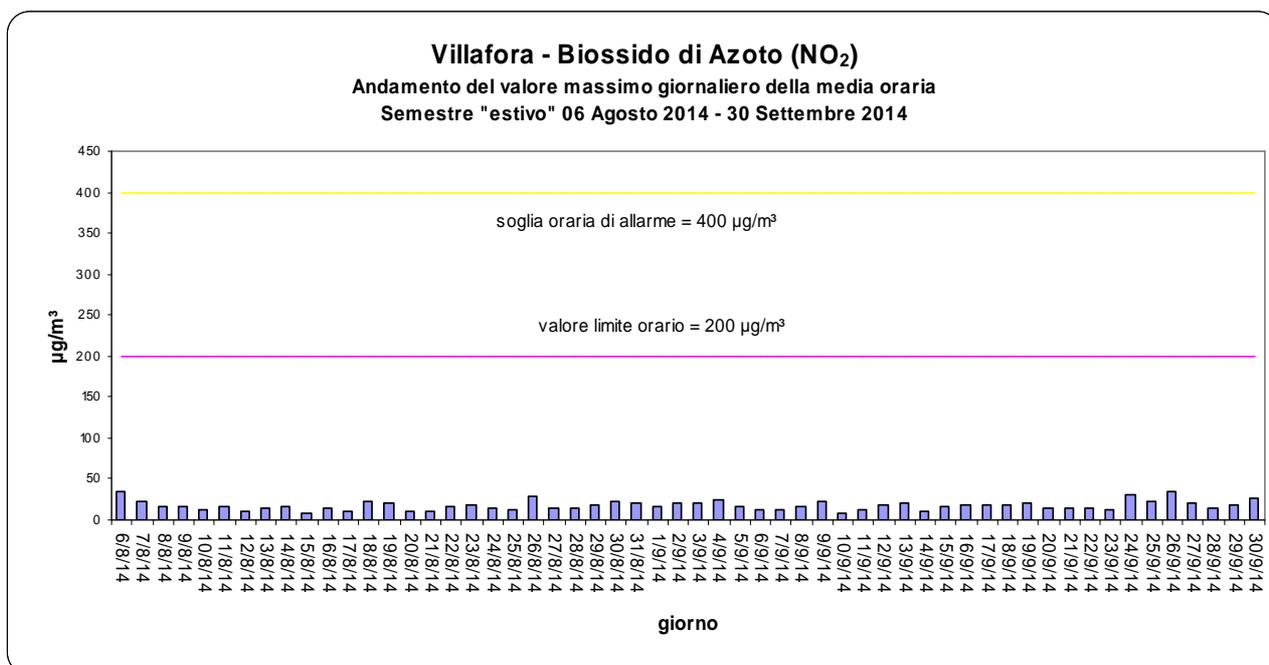


**Grafico 3 – Villafora Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

*Semestre “invernale”*

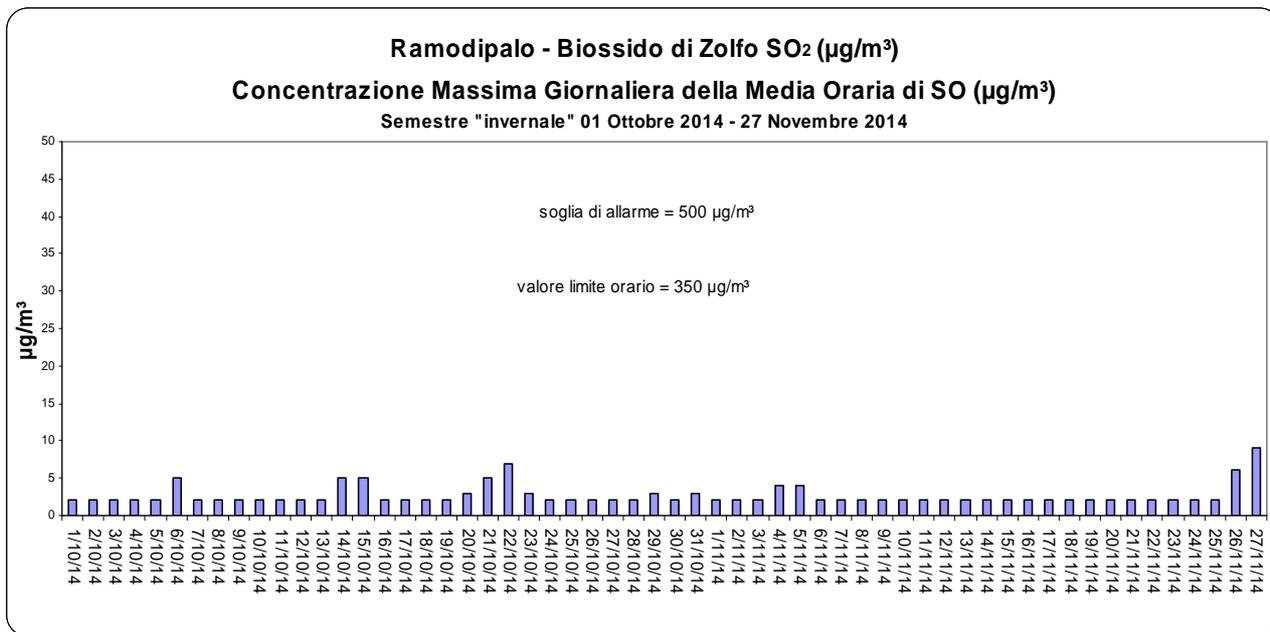


*Semestre “estivo”*

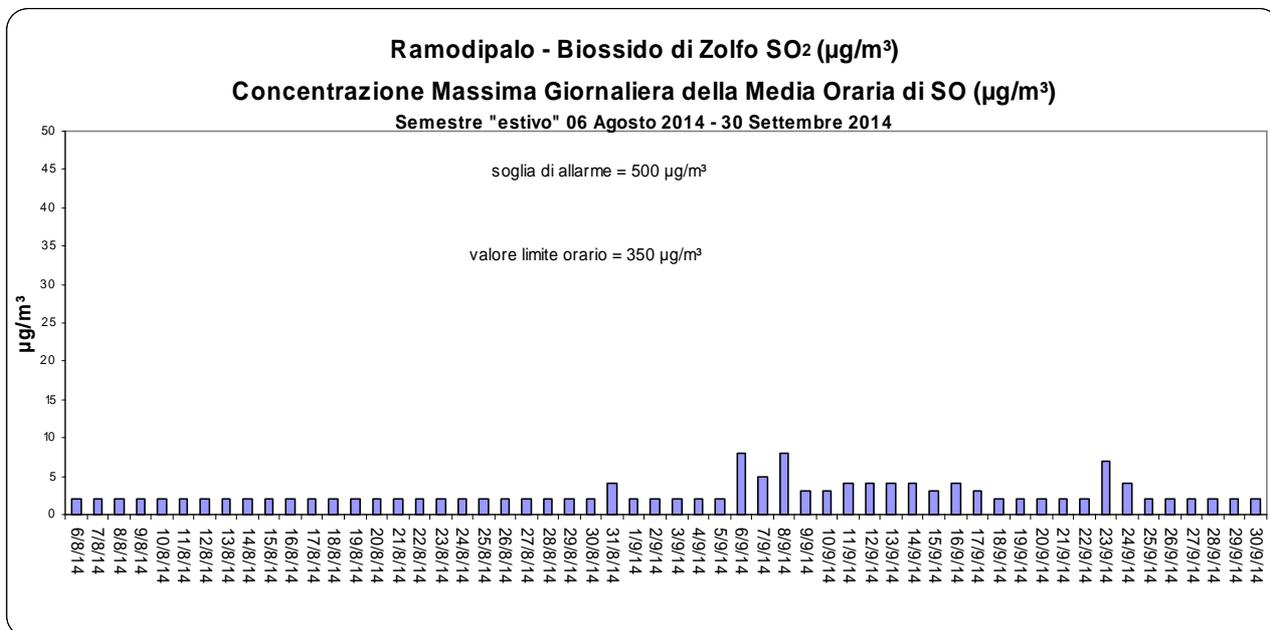


**Grafico 4 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

**Semestre “invernale”**

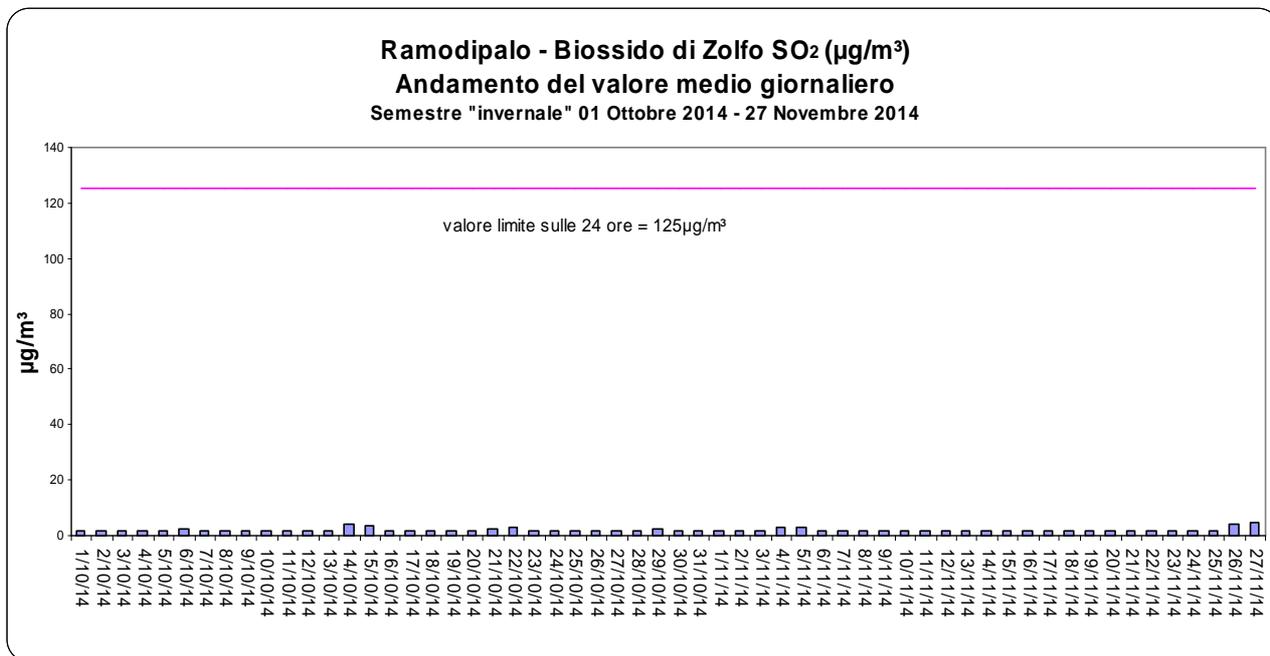


**Semestre “estivo”**

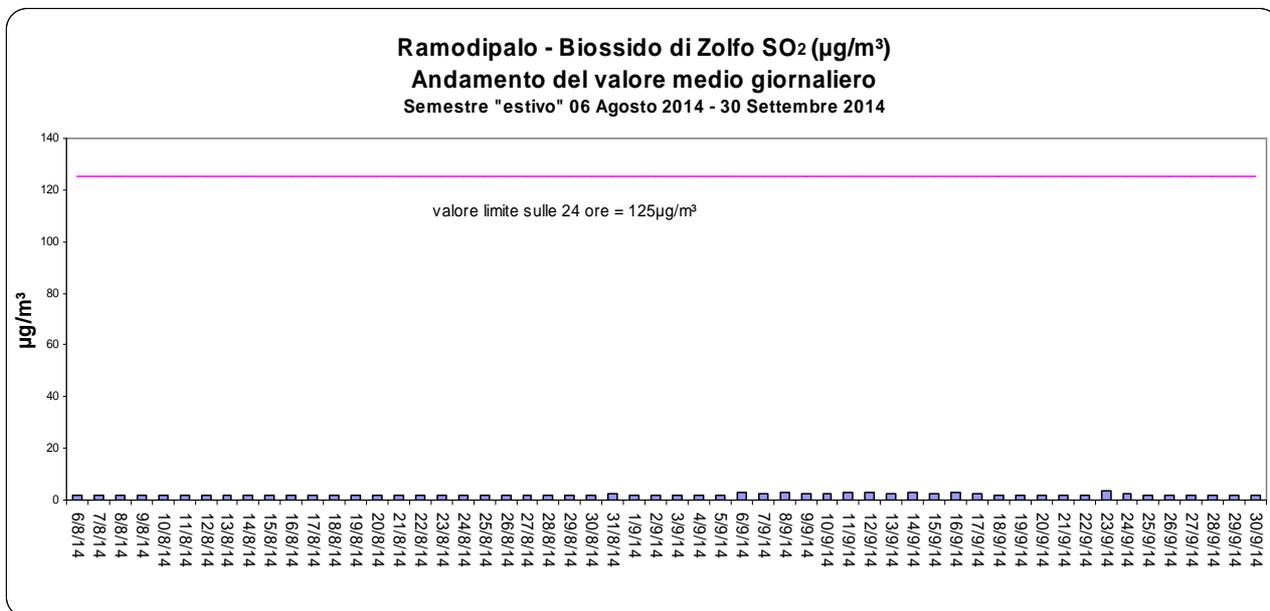


**Grafico 5** – Concentrazione Media Giornaliera di SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>).

*Semestre “invernale”*

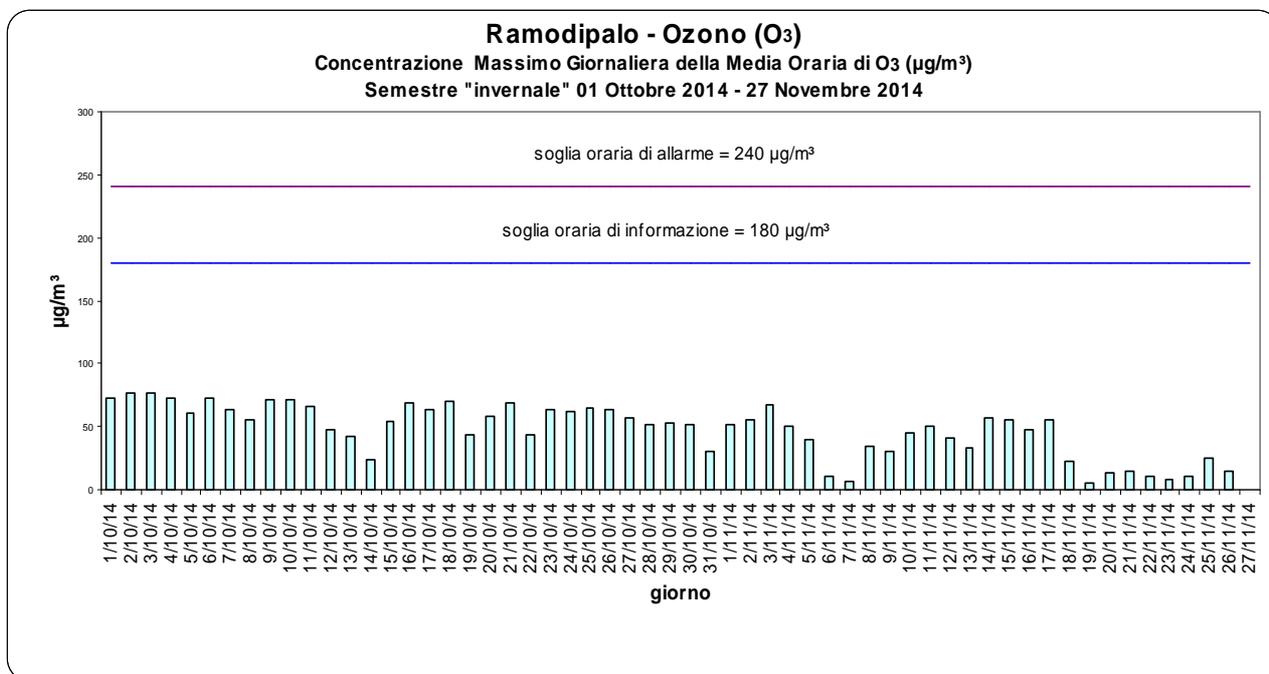


*Semestre “estivo”*

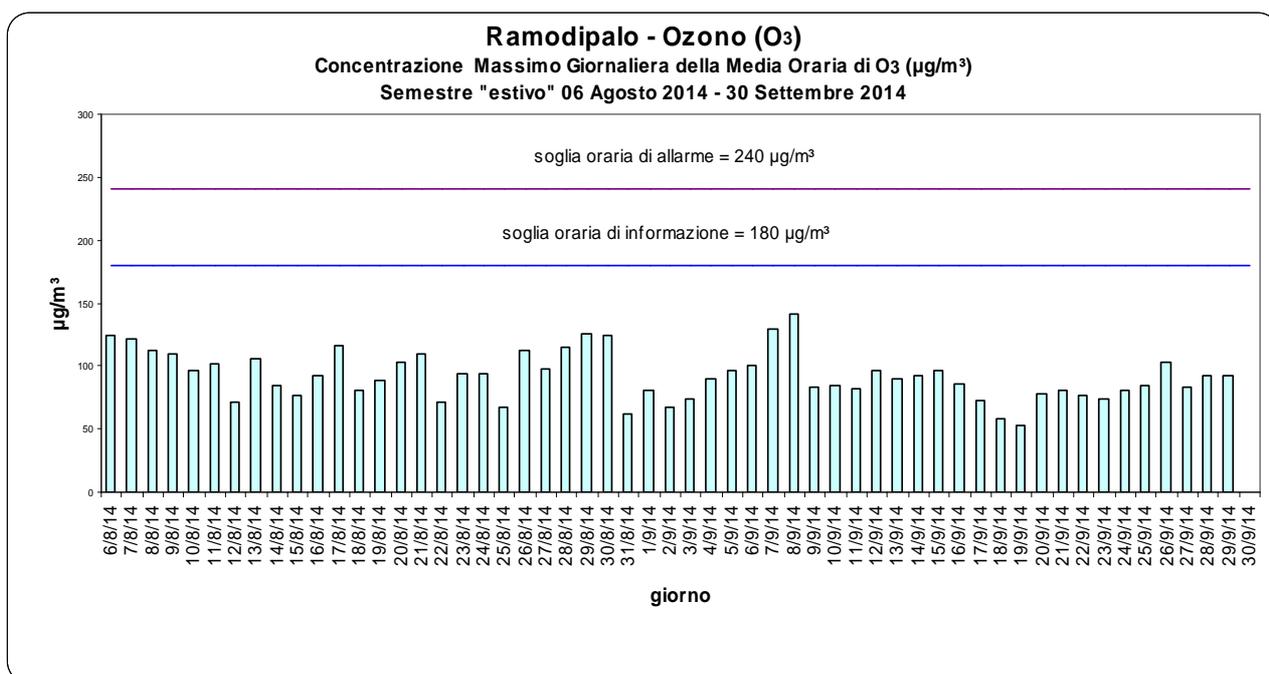


**Grafico 6** – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Oraria di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

*Semestre “invernale”*

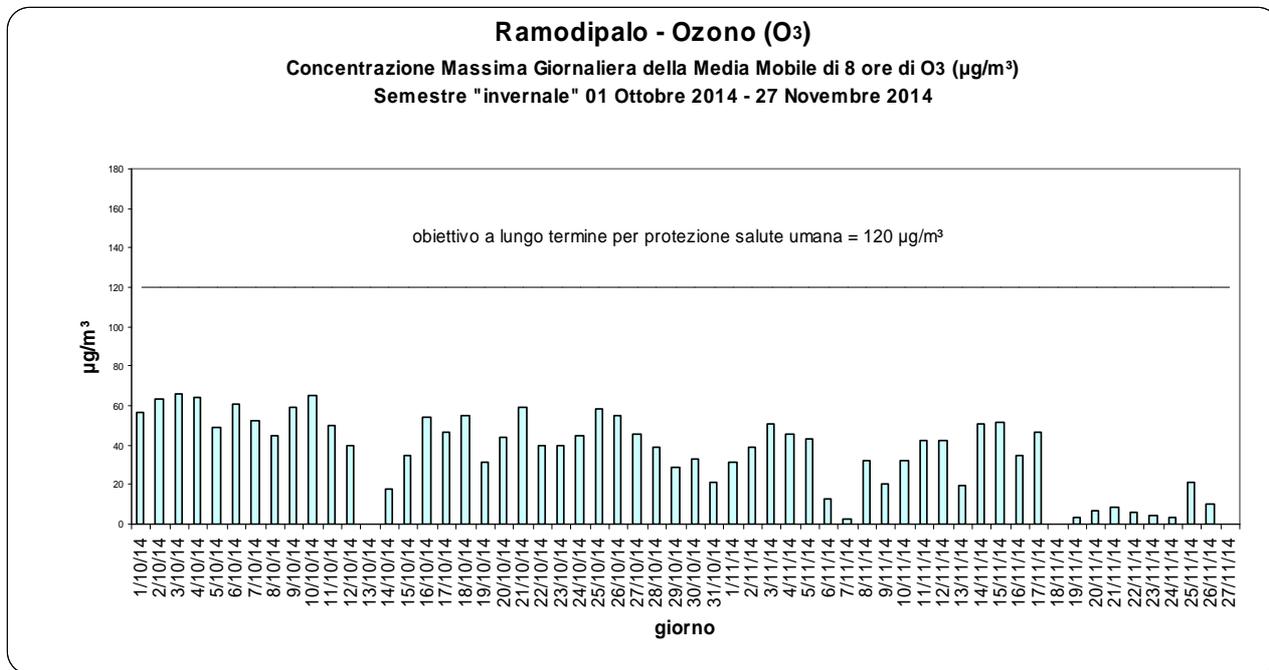


*Semestre “estivo”*

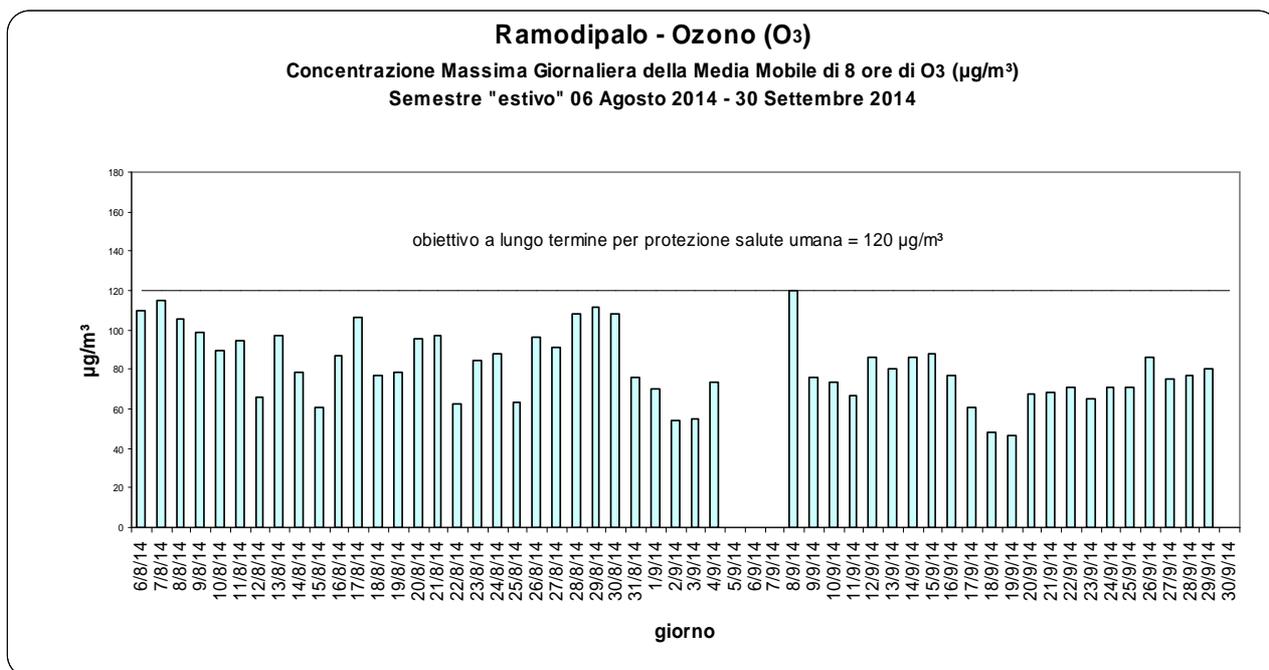


**Grafico 7 – Concentrazione Massima Giornaliera della Media Mobile di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>).**

*Semestre “invernale”*



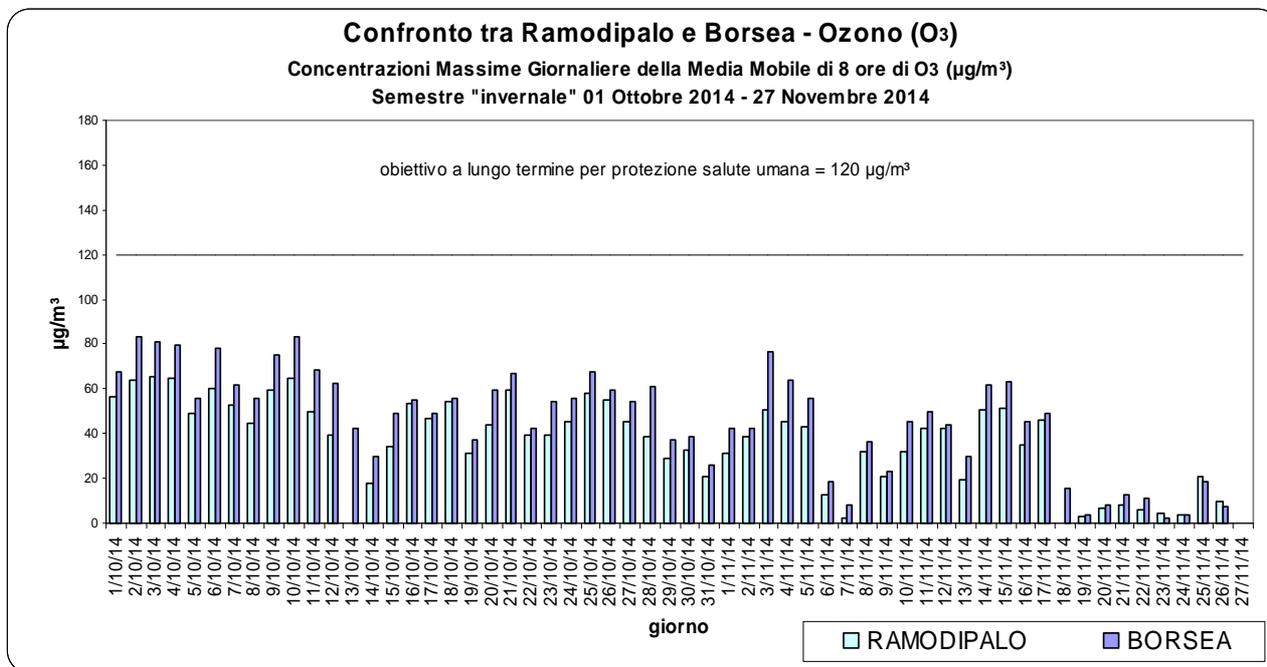
*Semestre “estivo”*



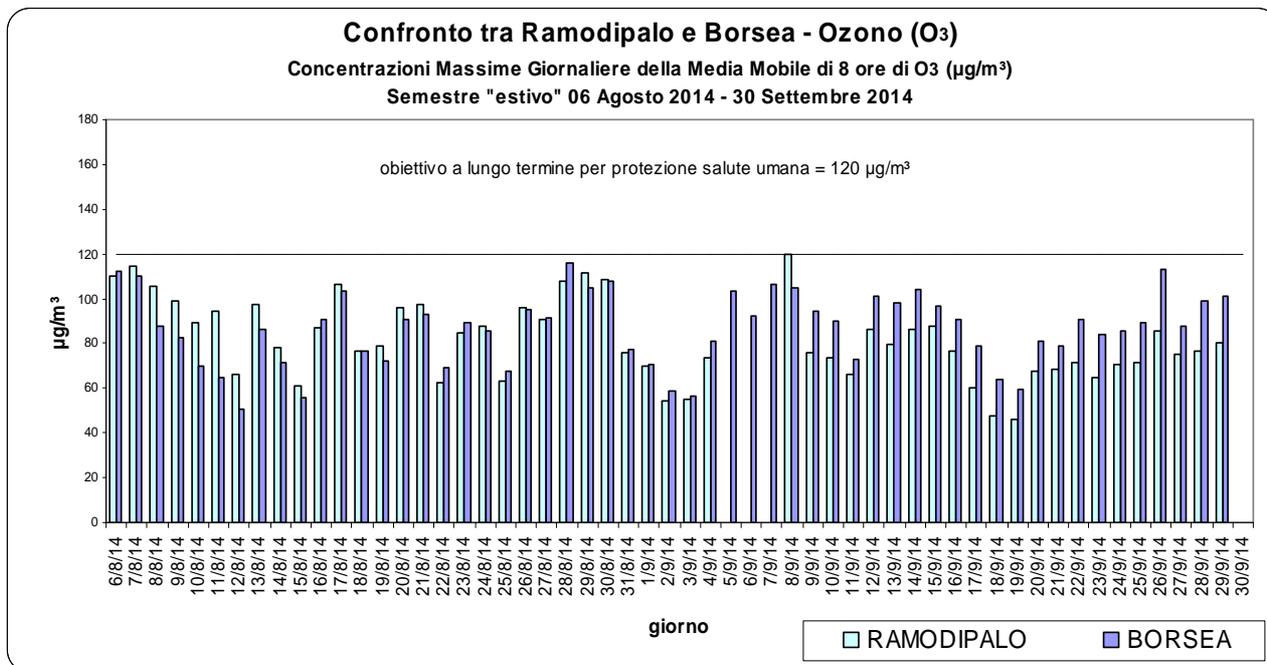
**Grafico 8** – Confronto tra Ramodipalo e Borsea - Ozono (O<sub>3</sub>)

Concentrazioni Massime Giornaliere della Media Mobile di 8 ore di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>)

*Semestre “invernale”*



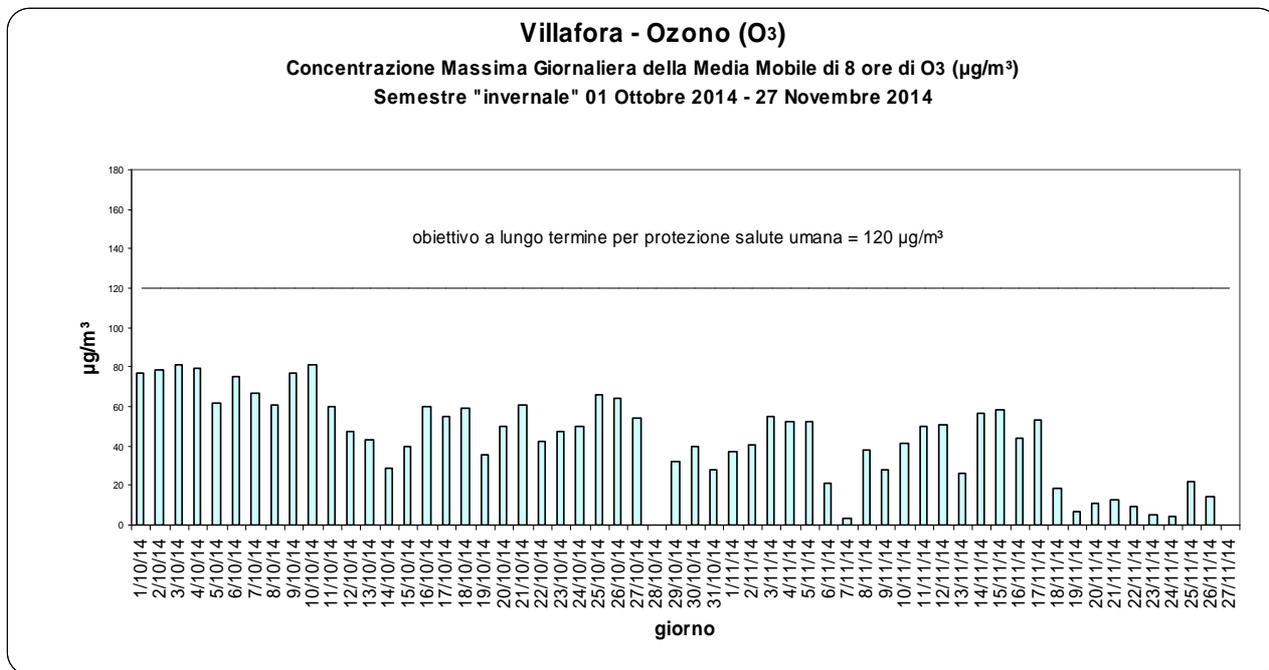
*Semestre “estivo”*



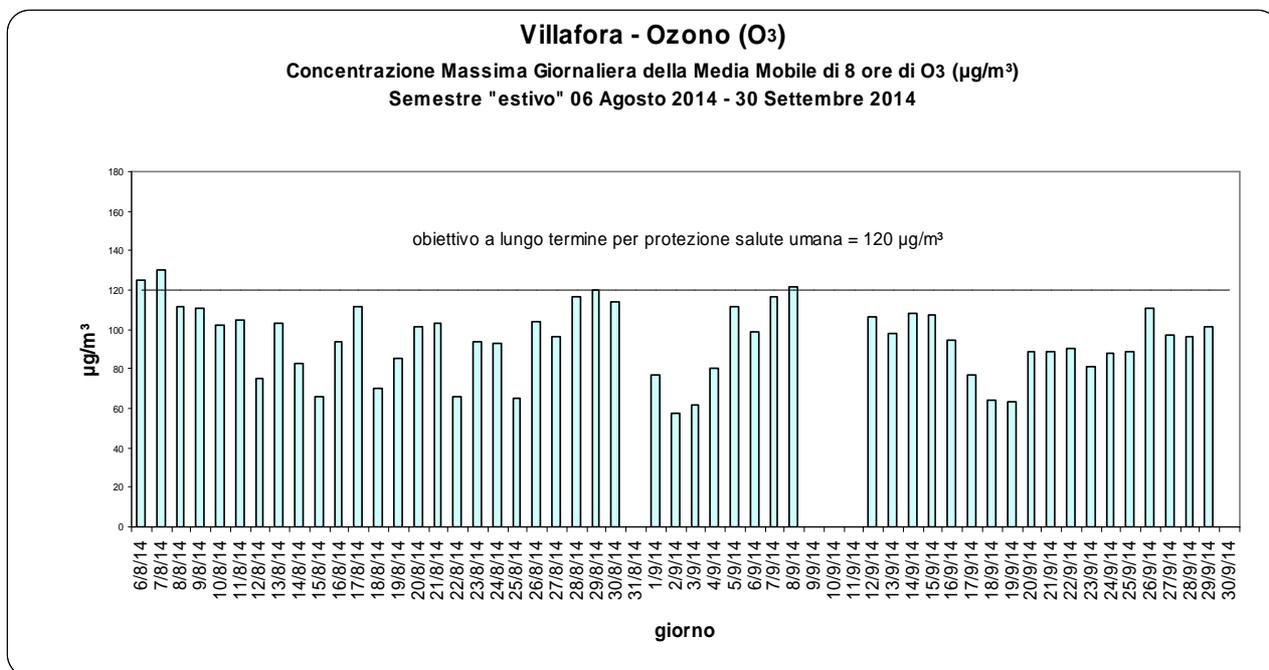
**Grafico 9 – Villafora**

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

**Semestre “invernale”**

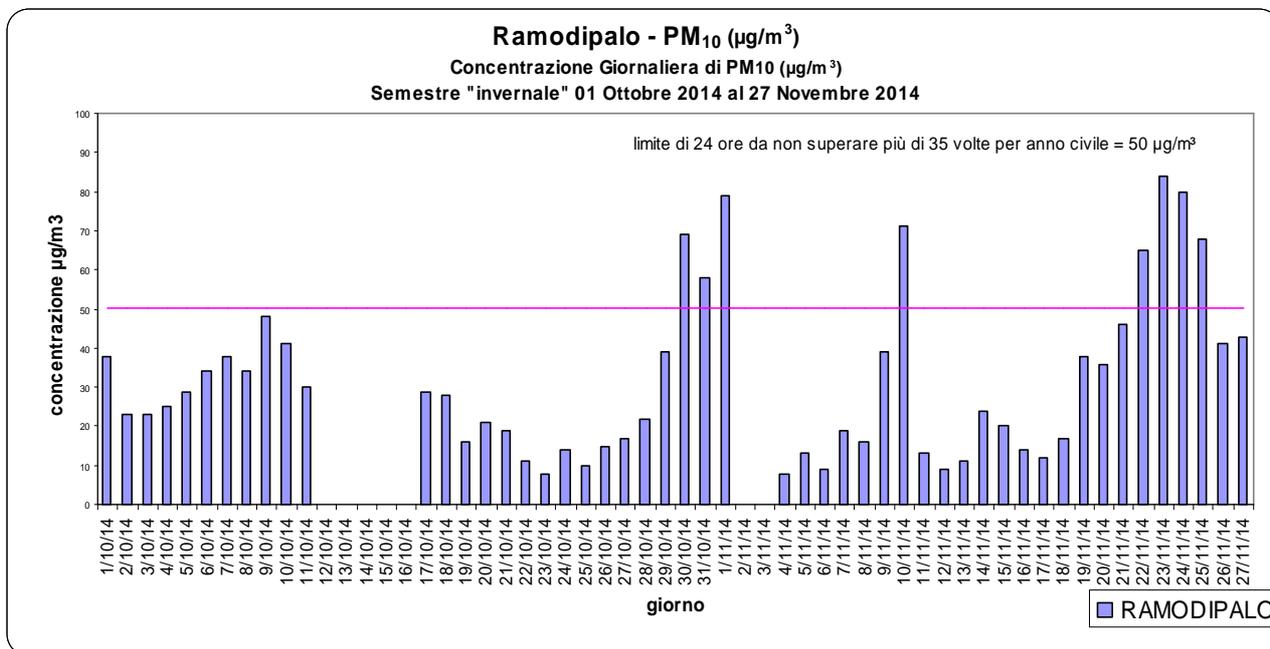


**Semestre “estivo”**

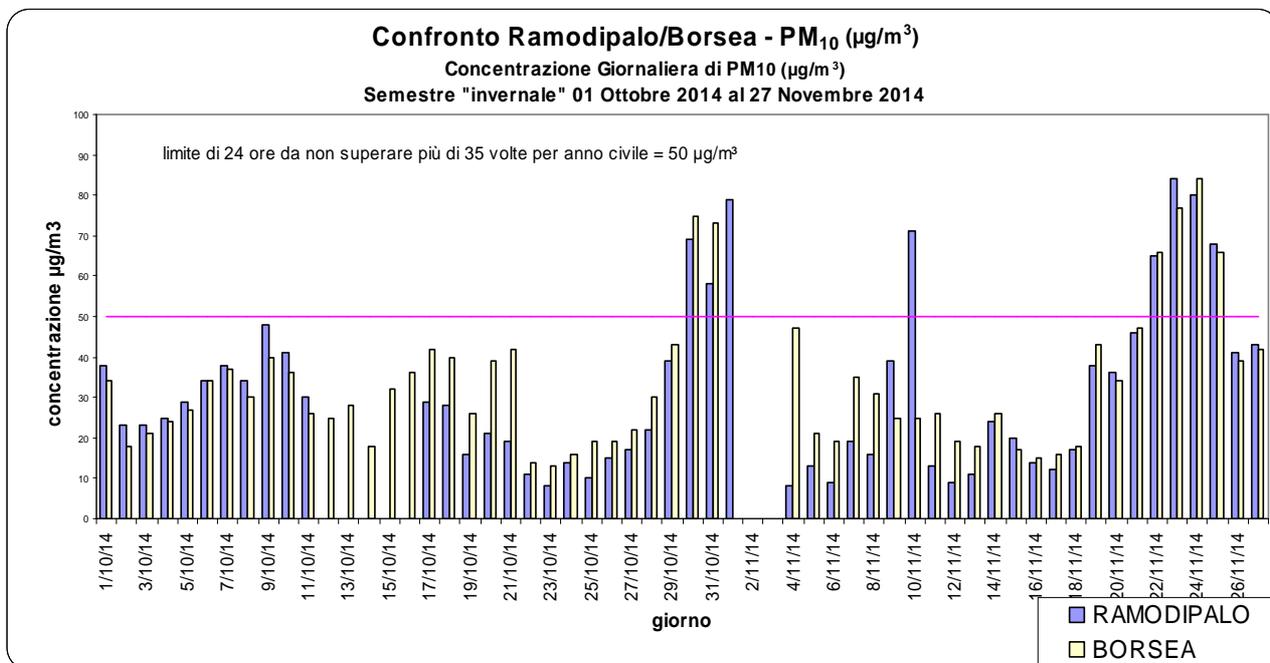


**Grafico 10** – Concentrazione Giornaliera di PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

*Semestre “invernale”*



*Semestre “invernale”*



Semestre “invernale”

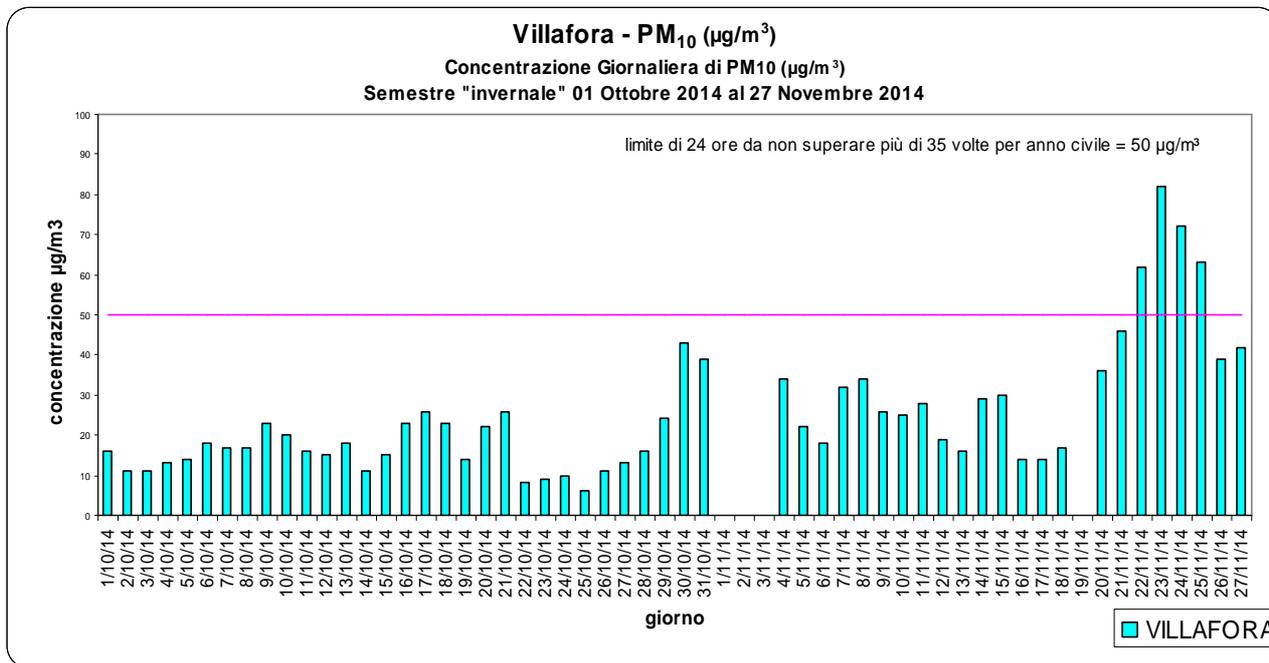
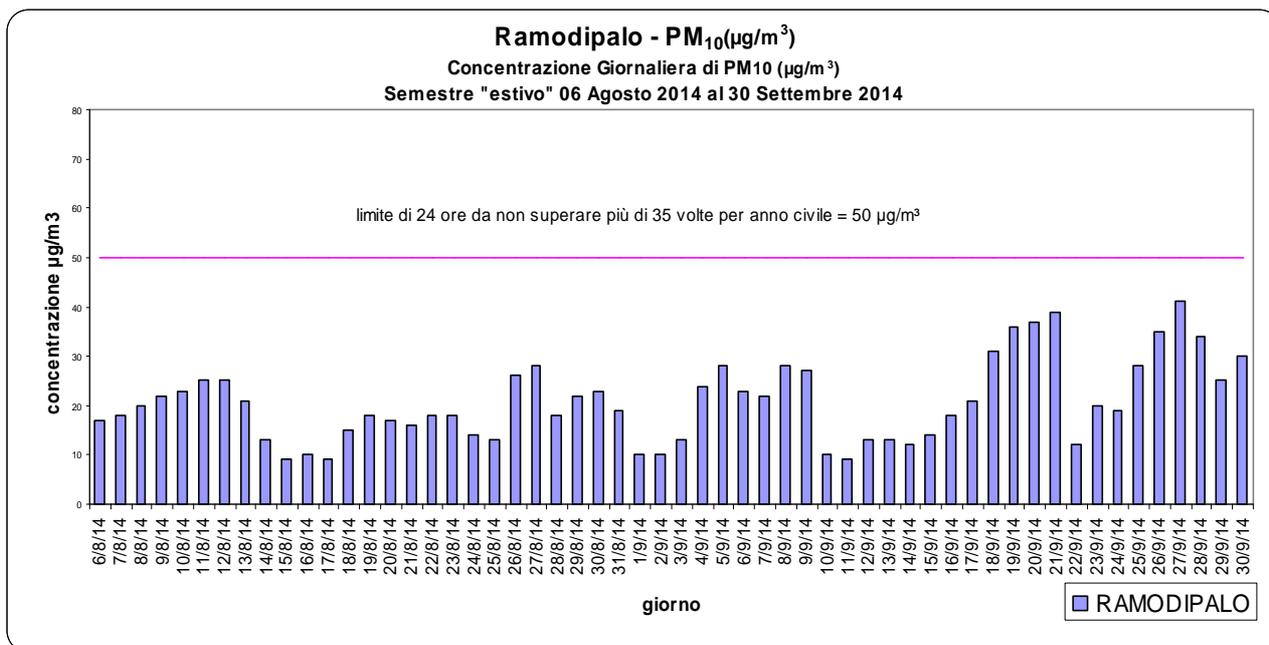
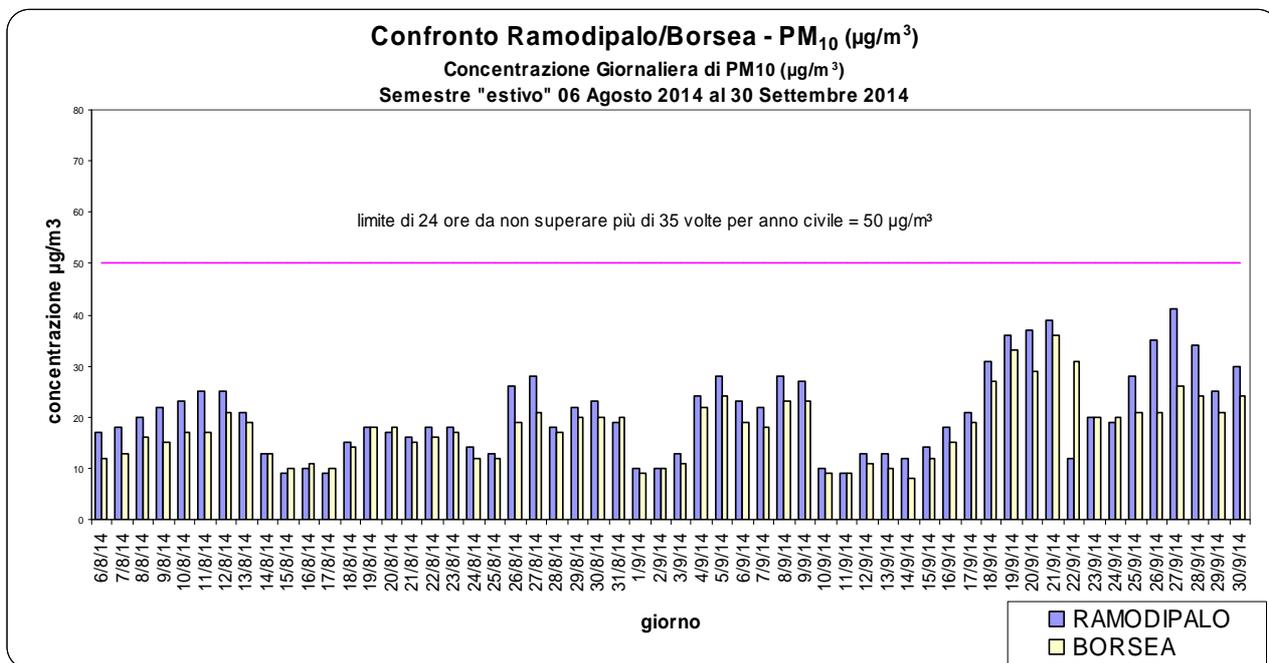


Grafico 11 – Concentrazione Giornaliera di PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>).

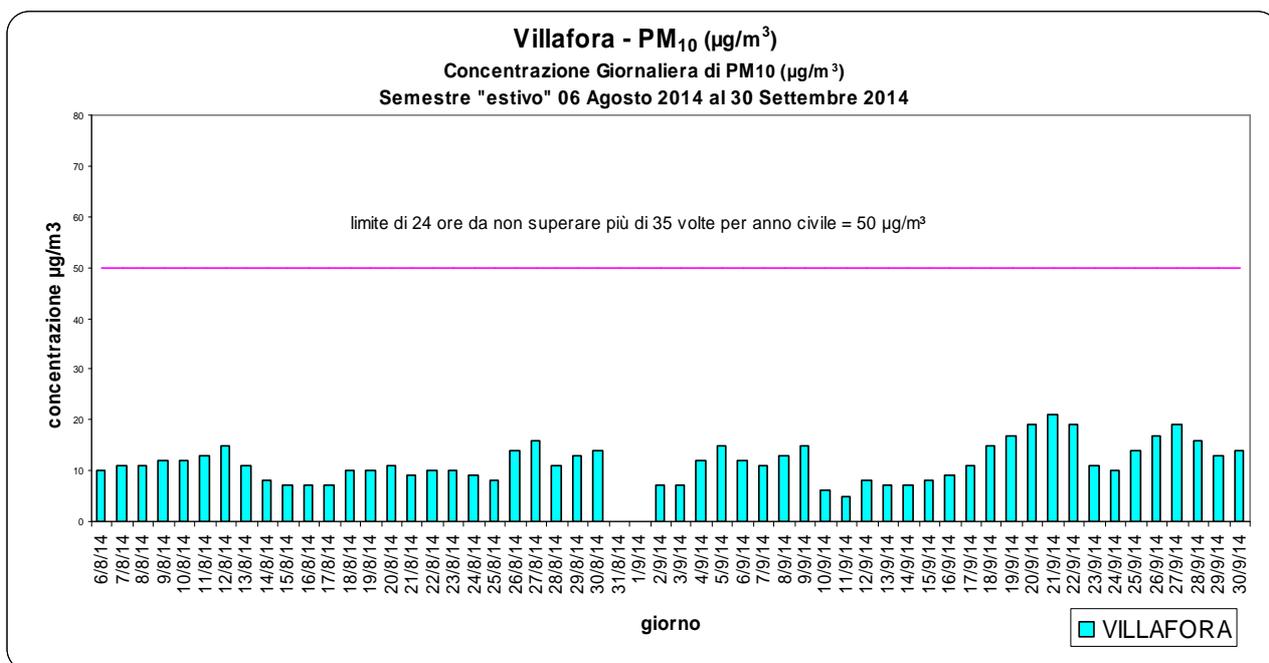
Semestre “estivo”



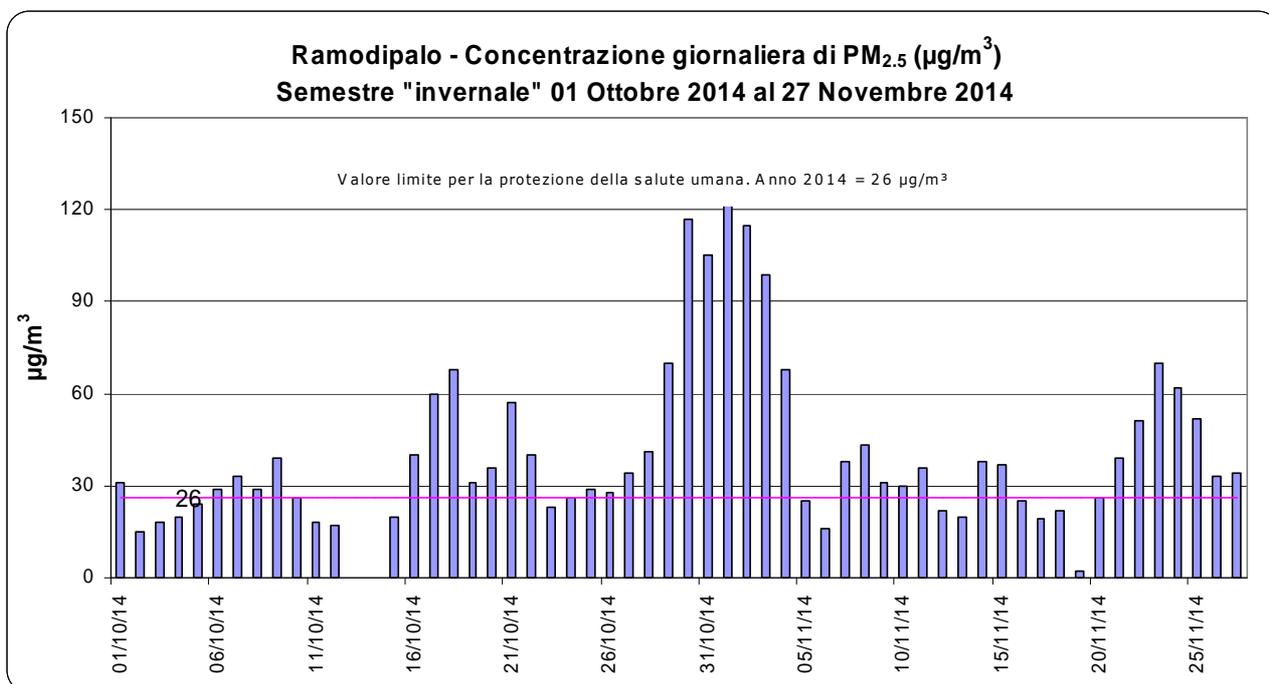
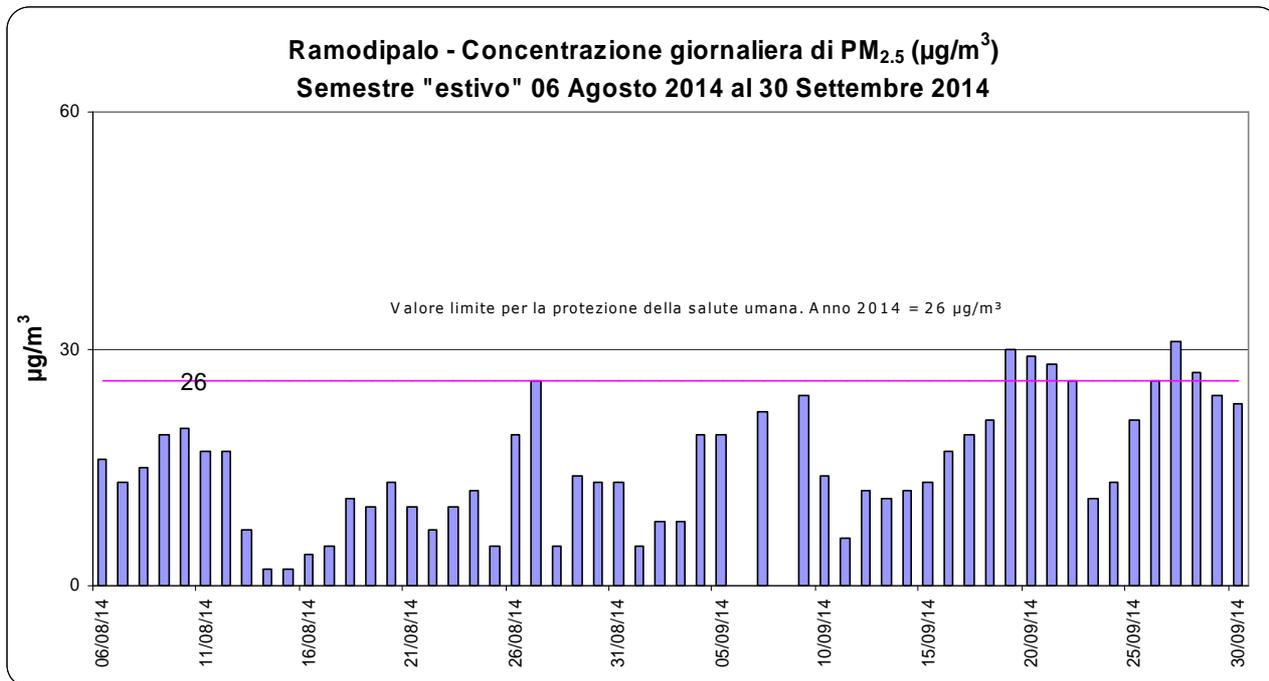
Semestre “estivo”



Semestre “estivo”



**Grafico 12 – Concentrazioni giornaliere di PM<sub>2.5</sub> misurate a Ramodipalo**



## **GLOSSARIO**

### **Agglomerato:**

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

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

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

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

Punto di campionamento 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 sopravvento 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.