



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto

# **MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA MEDIANTE STAZIONE RILOCABILE**

Sito di

**Bergantino**

c/o Campo sportivo in Via Pasino 200-240

**Anno 2011**

ARPAV

Dipartimento Provinciale di Rovigo

*Direttore:* Primo Munari

Progetto e Realizzazione

Servizio Sistemi Ambientali

*Responsabile Struttura:* Alberto Munari

*Autore:* Anna Caruso

*Validazione dati e gestione centraline a cura di:* Ermes Zanella, Giuliana Romanin

## Introduzione

Il 30 settembre 2010 con l'entrata in vigore del D.Lgs. n. 155 del 13 agosto 2010 (in attuazione della Direttiva 2008/50/CE), viene abrogata tutta la normativa previgente sulla qualità dell'aria. Di fatto il nuovo Decreto non modifica i valori limite/obiettivo o gli obiettivi a lungo termine per gli inquinanti già normati dalle precedenti leggi. Tuttavia introduce limiti per il PM2.5 e un nuovo concetto di suddivisione del territorio nazionale in agglomerati/zone (vedi paragrafo 4 dedicato ai riferimenti normativi).

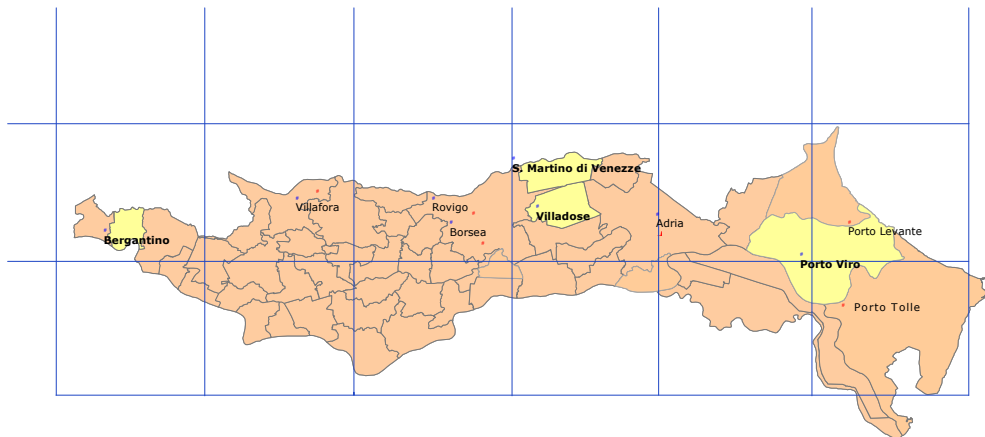
Il Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera (PRTRA), approvato dal Consiglio Regionale nel 2004, prevede che le attività di monitoraggio siano orientate alla conoscenza dello stato della qualità dell'aria ai fini della corretta applicazione delle azioni e delle misure per il risanamento e/o il mantenimento della qualità dell'aria stessa. Il monitoraggio viene realizzato mediante l'ausilio di una rete di centraline fisse ed una rete di centraline mobili.

Nell'ambito del PRTRA il Dipartimento ARPAV di Rovigo effettua il controllo della qualità dell'aria utilizzando una rete di sei centraline di monitoraggio fisse ed una stazione di monitoraggio rilocabile (mezzo mobile).

Le stazioni fisse sono situate presso i comuni di:

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| - Badia Polesine (loc. Villafora) | - Adria                           |
| - Rovigo                          | - Porto Tolle                     |
| - Borsea                          | - Porto Viro (loc. Porto Levante) |

L'utilizzo del mezzo mobile, con la collaborazione delle Amministrazioni locali competenti, permette il monitoraggio di aree non coperte dalla rete di rilevamento fissa. Le campagne di monitoraggio con il mezzo mobile sono generalmente programmate per un periodo temporale di circa 70-80 giorni distribuiti nel periodo invernale (ottobre-marzo), per focalizzare l'attenzione sulle emissioni antropogeniche e misurare gli inquinanti primari e secondari non foto-indotti (con particolare riferimento al particolato atmosferico PM10), e nel semestre estivo (aprile-settembre) più indicato per lo studio di inquinanti d'origine fotochimica in condizioni di elevato rimescolamento atmosferico (con particolare riferimento ozono O<sub>3</sub>). Il dipartimento di Rovigo dispone inoltre giornalmente dei dati di 2 stazioni di monitoraggio fisse site in Ceneselli e Melara, gestite da ARPA Lombardia - Dipartimento di Mantova.



Nel corso dell'anno 2011 sono stati monitorati col mezzo mobile, qui sotto rappresentato, i Comuni di: Porto Viro, S. Martino di Venezze, Villadose e Bergantino.



## MONITORAGGIO DELL'ARIA NEL COMUNE DI BERGANTINO

### 1. Periodo di indagine

Dal 15/02/2011 al 28/03/2011 (semestre invernale) e dal 29/03/2011 al 23/05/2011 (semestre estivo) si è svolta un'indagine sulla qualità dell'aria con la stazione rilocabile nella posizione di seguito riportata (vedi anche mappa a pag.45).

### 2. Localizzazione del sito

<b>Informazioni sulla località sottoposta a controllo</b>	
Comune	<b>Bergantino</b>
Posizione	c/o impianti sportivi in Via Pasino 200-240
Tipologia del sito	Background sub-urbano

### 3. Inquinanti monitorati

La stazione rilocabile di monitoraggio è dotata di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici previsti dalla normativa e più precisamente:

- monossido di carbonio (CO)
- anidride solforosa (SO<sub>2</sub>)
- ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)
- ozono (O<sub>3</sub>)
- particolato PM 10 (tramite campionamento manuale dei filtri e successiva analisi in Laboratorio).

Sul particolato PM10 si è provveduto inoltre a determinare la concentrazione di microinquinanti:

- metalli pesanti (mercurio, arsenico, nichel, cadmio, piombo)
- IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) (come B[a]P, BenzoaPirene).

Sono stati misurati in continuo alcuni parametri meteorologici (funzionali esclusivamente all'interpretazione dei dati analitici) quali temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, velocità del vento prevalente, direzione del vento prevalente e globale.

Le analisi manuali sono state eseguite in collaborazione con il Dipartimento Regionale Laboratori di ARPAV.

Infine sono state realizzate: 1 campagna invernale di 43 giorni (suddivisa in 6 campionamenti: dal 22 febbraio al 5 aprile 2011) ed 1 campagna estiva di 43 giorni (suddivisa in 6 campionamenti: dal 5 aprile al 17 maggio 2011) dedicata all'indagine degli inquinanti volatili organici (detti BTEX ossia Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xilene) mediante l'impiego di Radielli, che utilizzano la tecnica del campionamento passivo (vedi pag.37).

#### **4. Riferimenti normativi**

La normativa di riferimento è costituita dal D. Lgs. 155/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, abrogando il corpus normativo previgente in materia. Il decreto stabilisce:

- a) i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10;
- b) i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- c) le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- d) il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2.5 (di questi a livello regionale si considera solo il valore limite poiché gli altri indicatori sono da calcolarsi a livello nazionale);
- e) i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene;
- f) i valori obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono.

In Tabella 1 vengono riportati, per ciascun inquinante, i valori limite ed obiettivo, i livelli critici e le soglie sopra descritte.

**Tabella 1\_**

Inquinante	Tipo Limite	Parametro Statistico	Valore
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme <sup>1</sup>	Media 1 ora	500 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di <b>24</b> volte per anno civile	Media 1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di <b>3</b> volte per anno civile	Media 1 giorno	125 µg/m <sup>3</sup>
	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale (1° gennaio – 31 dicembre) e media invernale (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme <sup>1</sup>	Media 1 ora	400 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di <b>18</b> volte per anno civile	Media 1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Livello critico per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di <b>35</b> volte per anno civile	Media 1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup>
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>Fase 1: 25 µg/m<sup>3</sup></b> più margine di tolleranza di 5 µg/m <sup>3</sup> ridotto a zero entro il 01/01/2015
	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	<b>Fase 2</b> Valore da stabilire <sup>2</sup> dal 01/01/2020
Benzene	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m <sup>3</sup>
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Pb	Valore limite per la protezione della salute umana	Media annuale	0.5 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione	Superamento del valore su 1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme	Superamento del valore su 1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo <sup>4</sup> per la protezione della salute umana da non superare più di <b>25</b> giorni per anno civile come media su 3 anni	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
	Valore obiettivo <sup>4</sup> per la protezione della vegetazione come media su 5 anni	AOT40 <sup>5</sup> calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 µg/m <sup>3</sup> ·h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione	AOT40 <sup>5</sup> calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> ·h
As	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	6.0 ng/m <sup>3</sup>
Cd	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	5.0 ng/m <sup>3</sup>
Ni	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	20.0 ng/m <sup>3</sup>
B(a)P	Valore obiettivo <sup>6</sup>	Media annuale	1.0 ng/m <sup>3</sup>

## Note

<sup>(1)</sup> Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

<sup>(2)</sup> Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m<sup>3</sup> e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce di ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.

<sup>(3)</sup> La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

<sup>(4)</sup> Il raggiungimento dei valori obiettivo è valutato nel 2013, con riferimento al triennio 2010-2012, per la protezione della salute umana e nel 2015, con riferimento al quinquennio 2010-2014, per la protezione della vegetazione.

<sup>(5)</sup> Per AOT40 (Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion, espresso in µg/m<sup>3</sup> h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m<sup>3</sup> (40 parti per miliardo) e 80 µg/m<sup>3</sup> in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale (CET).

<sup>(6)</sup> Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile. Ai sensi dell'art. 9, comma 2: "Se, in una o più aree all'interno di zone o di agglomerati, i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, comma 2, superano, sulla base della valutazione di cui all'articolo 5, i valori obiettivo di cui all'allegato XIII, le regioni e le province autonome, adottano, anche sulla base degli indirizzi espressi dal Coordinamento di cui all'articolo 20, le misure che non comportano costi sproporzionati necessari ad agire sulle principali sorgenti di emissione aventi influenza su tali aree di superamento ed a perseguire il raggiungimento dei valori obiettivo entro il 31 dicembre 2012".

---



## 5. Elaborazione dei dati

Il confronto tra le concentrazioni rilevate durante la campagna di monitoraggio 2011 ed i limiti imposti dalla normativa vigente sono riportati nella presente Relazione tecnica in tabelle e grafici per ciascun inquinante monitorato.

Si premette che i limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria degli inquinanti sono riferiti ad uno stato di qualità dell'aria monitorato per mezzo di centraline fisse rispondenti a ben precisi criteri di posizionamento e numero minimo di dati raccolti.

Nella presente circostanza invece la valutazione è riferita ad un monitoraggio di breve periodo effettuato con una centralina rilocabile che non garantisce le stesse condizioni di rappresentatività temporale (numero di campioni raccolti) previste dalla normativa per le stazioni di tipo fisso.

Perciò la valutazione del rispetto dei limiti stabiliti dalla legge per i dati ambientali rilevati a Bergantino deve essere considerata come valore indicativo, in particolare per i parametri a lungo termine (esposizione cronica).

Verrà fornita, a confronto con Bergantino, l'indicazione dei valori medi registrati nel medesimo periodo di tempo presso la stazione fissa più vicina spazialmente e compatibile dal punto di vista dell'intorno antropizzato. Nel caso specifico di Bergantino verrà effettuato un confronto con i dati della centralina fissa di Villafora (Badia Polesine).

## 6. Analisi dei risultati per il materiale particolato PM10

Per particolato atmosferico si intende un insieme complesso di particelle solide e liquide, minerali ed organiche, con composizione e morfologia che variano significativamente nel tempo e nello spazio e che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi.

Il particolato atmosferico è caratterizzato da due aspetti fondamentali che ne determinano il comportamento aerodinamico:

- dimensione: da 0.01 a 100 micron circa (spessore di un capello umano  $\approx 100 \mu\text{m}$ ): distinguiamo le polveri sottili aerodisperse aventi diametro inferiore a  $10 \mu\text{m}$ , definite **PM10 o polveri inalabili** (dal naso alla laringe) le quali peraltro sono costituite per circa un 60-70% dalla frazione più sottile con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$  denominata **PM2,5 o polveri respirabili** (dalla trachea fino agli alveoli polmonari).
- composizione chimica: possono contenere Carbonio, Piombo, Nichel, Nitrati, Solfati, composti organici e altro.

Il particolato si origina sia da fonti antropiche che naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, idrocarburi, legno, rifiuti), emissioni industriali (cementifici, fonderie, etc.). Le fonti naturali invece sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, aerosol biogenico, incendi boschivi, emissioni vulcaniche, ecc.

Entrambe le fonti possono dar luogo a particolato primario (emesso direttamente nell'atmosfera) o secondario (formatosi in atmosfera attraverso reazioni chimiche di sostanze gassose con formazione di Nitrati e Solfati di Ammonio etc.).

Questa miscela di inquinanti (primari e secondari) è ubiquitaria e può diffondere anche a grande distanza dalla sorgente, soprattutto la frazione più fine. Studi recenti hanno confermato il rilevamento di concentrazioni giornaliere sostanzialmente sovrapponibili a distanze anche "consistenti" dalle fonti emissive. Le precipitazioni meteorologiche abbattano le polveri mentre, nel periodo primaverile ed estivo, i venti attuano una diluizione degli inquinanti nell'atmosfera.

Le cause principali delle alte concentrazioni di polveri in ambito cittadino sono dovute in gran parte alla crescente intensità di traffico veicolare, e in particolare alle emissioni dei motori diesel e dei ciclomotori. Una percentuale minore è legata all'usura degli pneumatici e dei corpi frenanti delle auto. Un ulteriore elemento che contribuisce alle alte concentrazioni di polveri è connesso al risollevarsi delle frazioni depositate nelle strade a causa del traffico.

Gli effetti dei PM10 sulla salute umana variano a seconda si parli di esposizione di breve periodo (acuta): irritazione di polmoni, broncocostrizione, tosse e mancanza di respiro; o esposizione cronica: danni alle cellule per rilascio delle sostanze adsorbite alle particelle e cancerogenesi.

Per il **PM10** la normativa impone due valori limite, uno su base annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e uno su base giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La stazione rilocabile di monitoraggio della qualità dell'aria in Bergantino è stata confrontata con la stazione di riferimento più vicina, ovvero con la centralina fissa di Villafora (Badia Polesine), classificata come "stazione di background rurale", come indicato nel DM 20/05/1991 (abrogato dal D.Lgs. 351/99). (vedi i grafici: 1a-1b e le tabelle: 1a-1b a fine paragrafo).

TIPOLOGIA SITO	NR. SITO	SITO	PERIODO Semestre freddo	PERIODO Semestre caldo
Background-suburbano	1	Bergantino	15/02 – 28/03/11	29/03 – 23/05/11
Background-rurale	2	Villafora	15/02 – 28/03/11	29/03 – 23/05/11

## Commento Risultati

### **Periodo invernale (16/02/11 – 28/03/11)**

I dati di PM10 registrati nel periodo invernale a Bergantino hanno un valore medio pari a  $43.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con 11 superamenti del valore limite (di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  da non superare più di 35 volte all'anno), e presso la stazione di Villafora abbiamo un valore medio di PM10 pari a  $42.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con 12 superamenti del valore limite.

### **Risultati:**

<b>PM10 – Periodo di indagine dal 16/02 al 28/03/11 (semestre invernale) (N=41 giorni)</b>		
	<b>Bergantino</b>	<b>Villafora</b>
Numero giorni campionati	41	40
%misure validate/giorni monitoraggio	100 %	97.6 %
media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	43.7	42.2
<b>numero superamenti VL <math>50 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	11	12
% giorni superamento/giorni validi monitorati	26.9 %	30 %

### **Periodo estivo (29/03/11 – 22/05/11)**

Per quanto riguarda il periodo estivo le medie di PM10 hanno un valore di  $33.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Bergantino e  $32.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Villafora.

Si rilevano 5 superamenti del valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Bergantino e 6 a Villafora.

### **Risultati:**

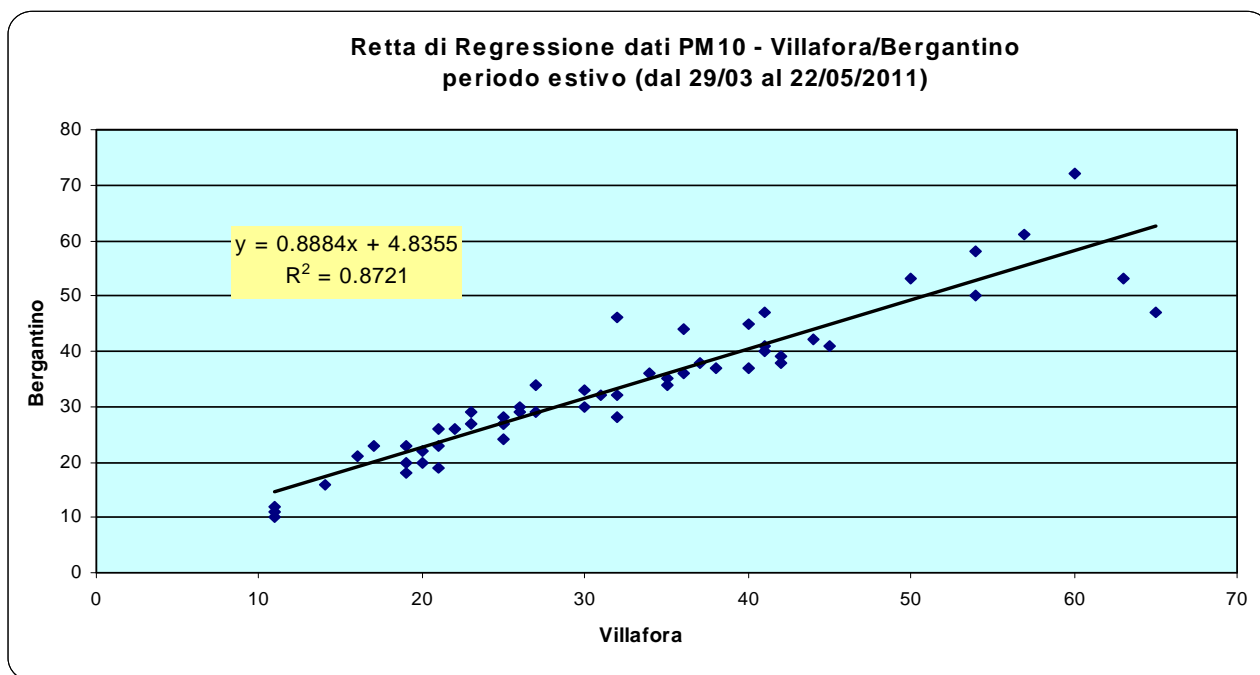
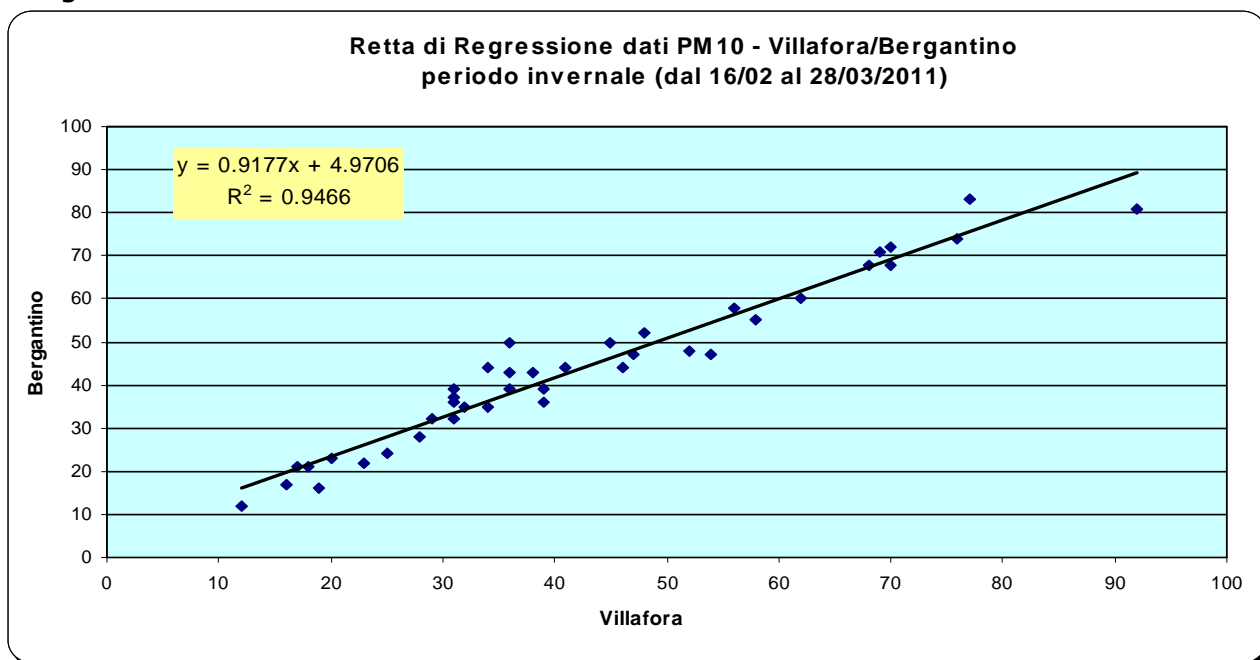
<b>PM10 – Periodo di indagine dal 29/03 al 22/05/11 (semestre estivo) (N=55 giorni)</b>		
	<b>Bergantino</b>	<b>Villafora</b>
Numero giorni campionati	54	55
%misure validate/giorni monitoraggio	98.2 %	100 %
media periodo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	33.3	32.0
<b>numero superamenti VL <math>50 \mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	5	6
% giorni superamento/giorni validi monitorati	9.3 %	10.9 %

### Analisi tra dati PM10 di stazioni diverse

Come si rileva dai grafici sottostanti, le serie di dati di PM10 in siti diversi variano in modo abbastanza omogeneo, soprattutto nel periodo invernale: è possibile dimostrare tale legame rappresentando i dati in un grafico a dispersione ed evidenziando la retta che meglio approssima l'insieme di dati (retta di regressione lineare).

Il coefficiente  $R^2$  indicato nel grafico seguente dà una indicazione della qualità di approssimazione della funzione lineare: quanto più un valore è prossimo ad 1 tanto maggiore è il livello di somiglianza dei dati.

Nel caso specifico dei dati di PM10 nel sito di *Bergantino* e nel *sito di riferimento di Villafora*, si evidenzia la buona linearità della funzione nel periodo invernale (95% dei dati) che può essere rappresentata con una funzione lineare con Coefficienti  $R^2 = 0,95$ ; e anche nel periodo estivo (87%) con  $R^2 = 0,87$ . Quindi i due siti possono essere considerati omogenei.



E' possibile dare una indicazione sul legame tra serie di dati, nell'ipotesi di insiemi di dati numerici bivariati, esprimendo la dipendenza (correlazione) tra un parametro e un altro con il coefficiente di correlazione lineare. Nel caso specifico possiamo confermare la discreta dipendenza tra i dati di PM10 di Bergantino e Villafora (i valori del coefficiente di correlazione possono variare tra 0 e 1): si evidenzia un coefficiente di correlazione di 0,97 per il periodo invernale e un coefficiente di correlazione di 0.93 nel periodo estivo.

***Correlazioni tra dati PM10 nel sito di Bergantino e nel sito di riferimento di Villafora:***

<i>Dal 16/02 al 28/03/2011</i>		
	<i>Bergantino</i>	<i>Villafora</i>
Bergantino		
Villafora	0,97	

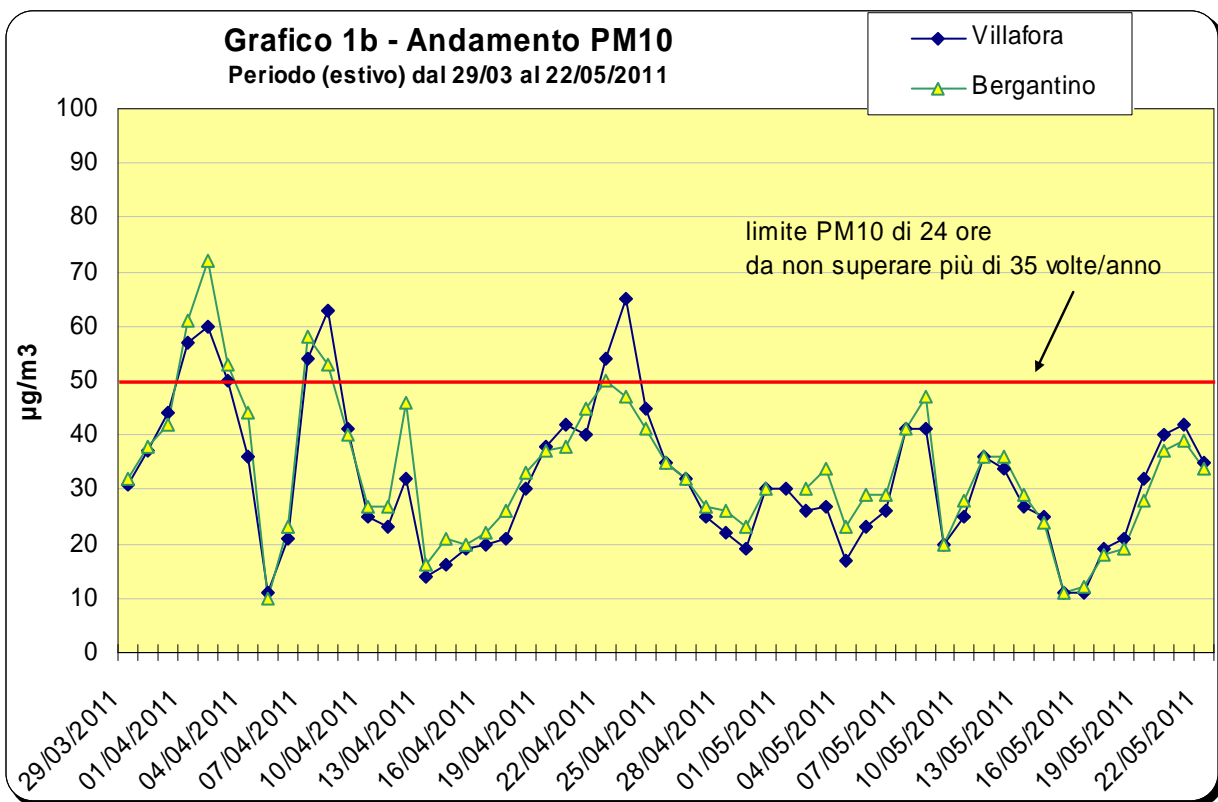
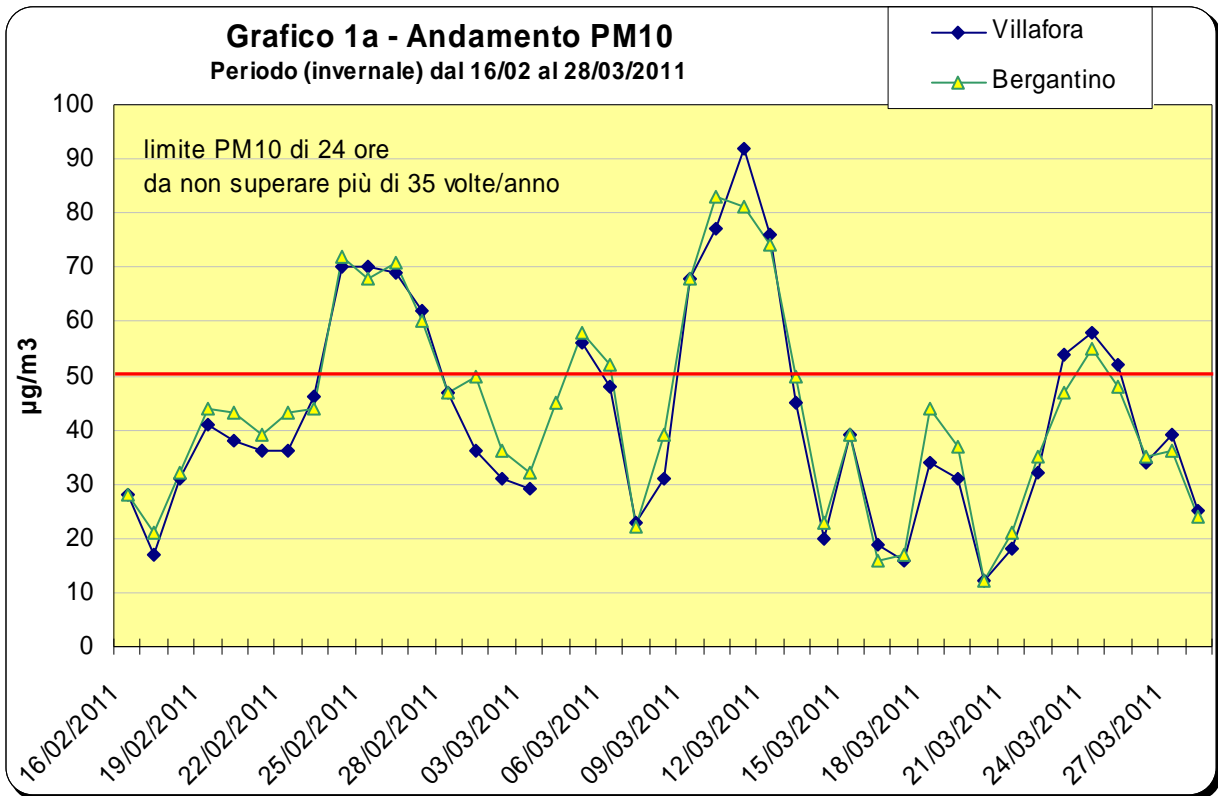
<i>Dal 29/03 al 22/05/2011</i>		
	<i>Bergantino</i>	<i>Villafora</i>
Bergantino		
Villafora	0,93	

In conclusione, vista la buona correlazione tra dati di PM10 a Bergantino e nel sito di riferimento di Villafora, si può ipotizzare l'andamento nel Comune di Bergantino per tutto l'anno 2011 conoscendo l'andamento delle registrazioni annue del sito di riferimento di Villafora.

Per l' anno 2011 il valore medio di PM10 nel sito fisso di riferimento di Villafora (n° giorni validati= 355 giorni, pari al 97.3 %) risulta pari a 39.8 µg/m<sup>3</sup>. Detto valore rispetta il limite annuale per **l'esposizione cronica** ai PM10 previsto per legge, pari a 40 µg/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda **l'esposizione acuta**, a Villafora nel 2011 sono stati rilevati 94 giorni di superamento del valore 50 µg/m<sup>3</sup> e quindi abbiamo un superamento del limite di legge (35 superamenti ammessi del valore di 50 µg/m<sup>3</sup> di PM10 nell'anno civile).

**Visto il grado di omogeneità dei dati tra le 2 stazioni considerate si può ipotizzare che anche per la stazione di Bergantino non vi siano superamenti dei limiti di legge per quanto riguarda l'esposizione cronica ai PM10, mentre ci sia un superamento dei limiti relativi all' esposizione acuta.**



*Tabella 1a - Concentrazione **PM10** giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) **periodo invernale***

DATA	PM10 SITO DI BERGANTINO	PM10 SITO DI VILLAFORA
16/02/2011	28	28
17/02/2011	21	17
18/02/2011	32	31
19/02/2011	44	41
20/02/2011	43	38
21/02/2011	39	36
22/02/2011	43	36
23/02/2011	44	46
24/02/2011	<b>72</b>	<b>70</b>
25/02/2011	<b>68</b>	<b>70</b>
26/02/2011	<b>71</b>	<b>69</b>
27/02/2011	<b>60</b>	<b>62</b>
28/02/2011	47	47
01/03/2011	50	36
02/03/2011	36	31
03/03/2011	32	29
04/03/2011	45	f.s.
05/03/2011	<b>58</b>	<b>56</b>
06/03/2011	<b>52</b>	48
07/03/2011	22	23
08/03/2011	39	31
09/03/2011	<b>68</b>	<b>68</b>
10/03/2011	<b>83</b>	<b>77</b>
11/03/2011	<b>81</b>	<b>92</b>
12/03/2011	<b>74</b>	<b>76</b>
13/03/2011	50	45
14/03/2011	23	20
15/03/2011	39	39
16/03/2011	16	19
17/03/2011	17	16
18/03/2011	44	34
19/03/2011	37	31
20/03/2011	12	12
21/03/2011	21	18
22/03/2011	35	32
23/03/2011	47	<b>54</b>
24/03/2011	<b>55</b>	<b>58</b>
25/03/2011	48	<b>52</b>
26/03/2011	35	34
27/03/2011	36	39
28/03/2011	24	25

LIMITE DI 24 ORE DA NON SUPERARE PIÙ DI 35 VOLTE NELL'ANNO CIVILE :  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

VALORE LIMITE ANNUALE \_ MEDIA ANNO CIVILE:  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

**Note: in grassetto sono evidenziati i superamenti dei Valori Limite previsti.**

f.s.: FUORI SERVIZIO

*Tabella 1b - Concentrazione **PM10** giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) periodo estivo*

DATA	PM10 SITO DI BERGANTINO	PM10 SITO DI VILLAFORA
29/03/2011	32	31
30/03/2011	38	37
31/03/2011	42	44
01/04/2011	<b>61</b>	<b>57</b>
02/04/2011	<b>72</b>	<b>60</b>
03/04/2011	<b>53</b>	50
04/04/2011	44	36
05/04/2011	10	11
06/04/2011	23	21
07/04/2011	<b>58</b>	<b>54</b>
08/04/2011	<b>53</b>	<b>63</b>
09/04/2011	40	41
10/04/2011	27	25
11/04/2011	27	23
12/04/2011	46	32
13/04/2011	16	14
14/04/2011	21	16
15/04/2011	20	19
16/04/2011	22	20
17/04/2011	26	21
18/04/2011	33	30
19/04/2011	37	38
20/04/2011	38	42
21/04/2011	45	40
22/04/2011	50	<b>54</b>
23/04/2011	47	<b>65</b>
24/04/2011	41	45
25/04/2011	35	35
26/04/2011	32	32
27/04/2011	27	25
28/04/2011	26	22
29/04/2011	23	19
30/04/2011	30	30
01/05/2011	f.s.	30
02/05/2011	30	26
03/05/2011	34	27
04/05/2011	23	17
05/05/2011	29	23
06/05/2011	29	26
07/05/2011	41	41
08/05/2011	47	41
09/05/2011	20	20
10/05/2011	28	25
11/05/2011	36	36
12/05/2011	36	34
13/05/2011	29	27
14/05/2011	24	25
15/05/2011	11	11
16/05/2011	12	11
17/05/2011	18	19
18/05/2011	19	21
19/05/2011	28	32
20/05/2011	37	40
21/05/2011	39	42
22/05/2011	34	35

LIMITE DI 24 ORE DA NON SUPERARE PIÙ DI 35 VOLTE NELL'ANNO CIVILE :  **$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$**   
 VALORE LIMITE ANNUALE \_ MEDIA ANNO CIVILE:  **$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$**

**Note: in grassetto sono evidenziati i superamenti dei Valori Limite previsti.**

f.s.: FUORI SERVIZIO



## **7. Analisi dei risultati del monitoraggio degli inquinanti: CO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, benzene.**

### **Monossido di Carbonio (CO)**

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico; viene emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste, a livello globale, il 90 % deriva dal traffico veicolare).

È un inquinante primario ad alto gradiente spaziale, ossia la sua concentrazione varia rapidamente nello spazio e di conseguenza si rileva una forte riduzione dell'inquinante anche a breve distanza dalla fonte di emissione.

L'origine antropica del monossido di carbonio è fortemente legata alla combustione incompleta per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno) degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili: per tale ragione le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 Km/h, per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

Già da diversi anni il monossido di carbonio non è più un inquinante critico poiché le sue concentrazioni in aria ambiente sono molto basse. Esso comunque continua ad essere rilevato in modo sistematico. La concentrazione media di CO nell'atmosfera oscilla tra 0.1 e 0.2 ppm nell'emisfero Nord e tra 0.04 e 0.06 ppm nell'emisfero Sud, a dimostrazione dell'importanza del consumo di combustibili come fonte dell'inquinamento; nelle città e nelle aree intensamente urbanizzate, la concentrazione di CO può raggiungere 1-10 ppm.

Il CO è scarsamente reattivo, permane in atmosfera per circa 3-4 mesi e viene rimosso attraverso reazioni di ossidazione ad anidride carbonica o attraverso reazioni fotochimiche coinvolgenti il metano e i radicali OH.

Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari. Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossiemoglobina con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare.

Il valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010 è pari a 10 mg/m<sup>3</sup> inteso come massima giornaliera delle medie di 8 ore.

Come precedentemente sottolineato, il monossido di carbonio è un caratteristico prodotto dei gas di scarico dei veicoli a motore, in particolare delle autovetture a benzina e quindi la riduzione delle concentrazioni di questo inquinante in atmosfera è attribuibile al miglioramento tecnologico degli automezzi e all'attenzione posta negli ultimi anni, sia a livello nazionale che locale, al controllo delle emissioni autoveicolari.

La seguente tabella 2 riporta i massimi giornalieri delle medie su fasce di 8 ore, relativi al periodo invernale ed al periodo estivo. Nei grafici 2a e 2b sono rappresentati gli andamenti delle concentrazioni di CO presso la centralina di Bergantino.

Tutti i valori registrati sono notevolmente inferiori al valore limite di legge di 10 mg/m<sup>3</sup>.

**In sostanza, quindi, la situazione relativamente al monossido di carbonio si presenta buona (anche nelle altre stazioni ARPAV Provinciale) con valori bassi rispetto al limite di legge.**

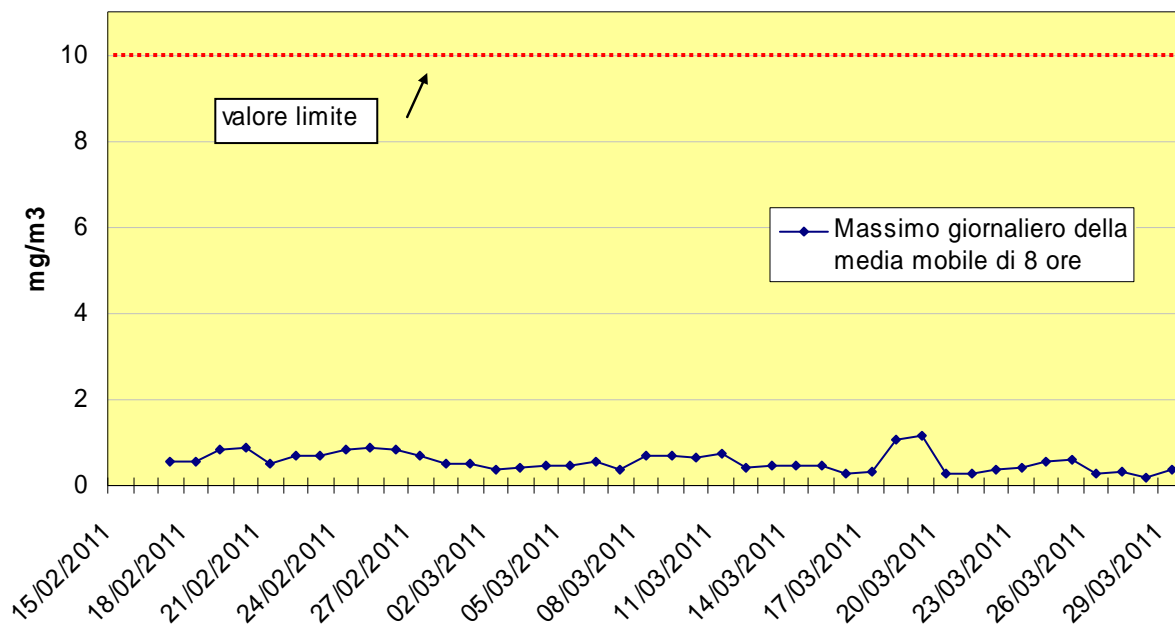
*Tabella 2 – Concentrazione CO (mg/m<sup>3</sup>) nel Comune di Bergantino*

SEMESTRE FREDDO (15/02 AL 28/03/11)			SEMESTRE CALDO (29/03 AL 23/05/11)		
DATA	MASSIMO GIORNALIERO DELLE MEDIE SU 8 ORE	VALORE LIMITE	DATA	MASSIMO GIORNALIERO DELLE MEDIE SU 8 ORE	VALORE LIMITE
15/02/2011	f.s.	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>	29/03/2011	0.4	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>
16/02/2011	f.s.		30/03/2011	0.4	
17/02/2011	0.6		31/03/2011	0.3	
18/02/2011	0.6		01/04/2011	0.4	
19/02/2011	0.8		02/04/2011	0.4	
20/02/2011	0.9		03/04/2011	0.3	
21/02/2011	0.5		04/04/2011	0.2	
22/02/2011	0.7		05/04/2011	0.2	
23/02/2011	0.7		06/04/2011	0.2	
24/02/2011	0.8		07/04/2011	0.3	
25/02/2011	0.9		08/04/2011	0.2	
26/02/2011	0.9		09/04/2011	0.2	
27/02/2011	0.7		10/04/2011	0.1	
28/02/2011	0.5		11/04/2011	0.2	
01/03/2011	0.5		12/04/2011	0.2	
02/03/2011	0.4		13/04/2011	0.2	
03/03/2011	0.4		14/04/2011	0.2	
04/03/2011	0.5		15/04/2011	0.2	
05/03/2011	0.5		16/04/2011	0.2	
06/03/2011	0.6		17/04/2011	0.2	
07/03/2011	0.4		18/04/2011	0.3	
08/03/2011	0.7		19/04/2011	0.3	
09/03/2011	0.7		20/04/2011	0.3	
10/03/2011	0.7		21/04/2011	0.2	
11/03/2011	0.7		22/04/2011	0.2	
12/03/2011	0.4		23/04/2011	0.2	
13/03/2011	0.5		24/04/2011	0.2	
14/03/2011	0.5		25/04/2011	0.1	
15/03/2011	0.5	26/04/2011	0.1		
16/03/2011	0.3	27/04/2011	0.1		
17/03/2011	0.3	28/04/2011	0.2		
18/03/2011	1.1	29/04/2011	0.2		
19/03/2011	1.1	30/04/2011	0.2		
20/03/2011	0.3	01/05/2011	0.2		
21/03/2011	0.3	02/05/2011	0.1		
22/03/2011	0.4	03/05/2011	0.2		
23/03/2011	0.4	04/05/2011	0.2		
24/03/2011	0.6	05/05/2011	0.2		
25/03/2011	0.6	06/05/2011	0.2		
26/03/2011	0.3	07/05/2011	0.2		
27/03/2011	0.3	08/05/2011	0.2		
28/03/2011	0.2	09/05/2011	0.2		
		10/05/2011	0.2		
		11/05/2011	0.2		
		12/05/2011	0.2		
		13/05/2011	0.1		
		14/05/2011	0.1		
		15/05/2011	0.1		
		16/05/2011	0.1		
		17/05/2011	0.1		
		18/05/2011	0.1		
		19/05/2011	0.1		
		20/05/2011	0.1		
		21/05/2011	0.2		
		22/05/2011	0.2		
		23/05/2011	0.2		

f.s.: fuori servizio

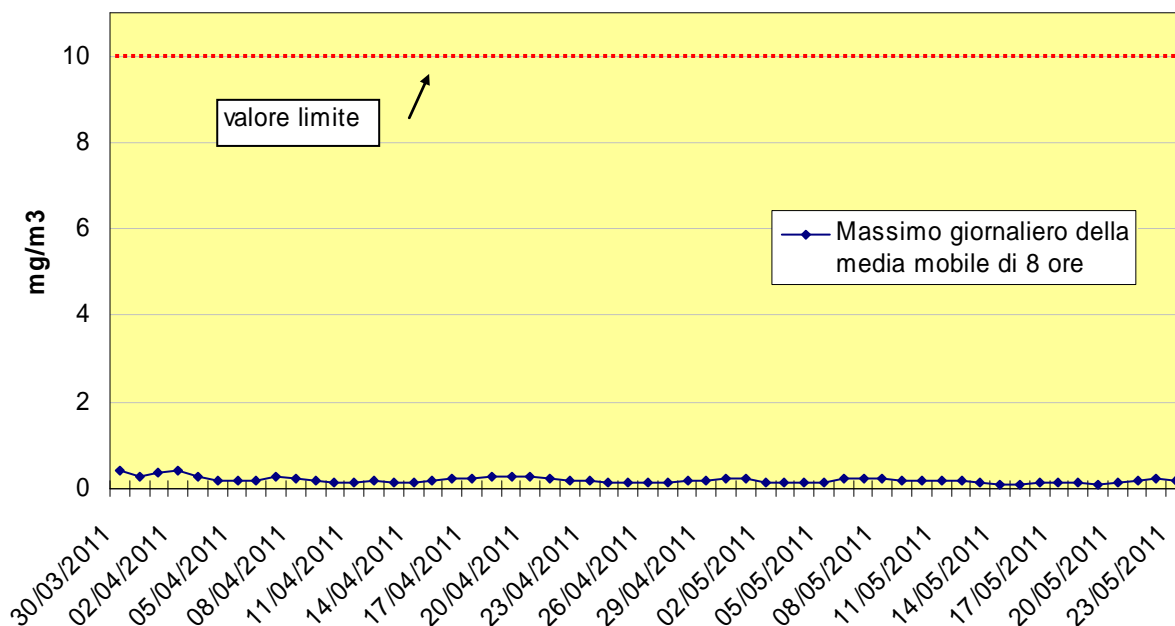
### Grafico 2a - Bergantino - Monossido di Carbonio (CO)

Andamento del valore massimo giornaliero delle medie mobile su 8 ore  
Periodo (invernale) dal 15/02 al 28/03/2011



### Grafico 2b - Bergantino - Monossido di Carbonio (CO)

Andamento del valore massimo giornaliero delle medie mobile su 8 ore  
Periodo (estivo) dal 29/03 al 23/05/2011



## **Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)**

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è un gas di colore rosso bruno, di odore pungente e altamente tossico. E' un inquinante secondario poiché non viene emesso direttamente da fonti emissive, ma deriva generalmente dalla ossidazione del monossido di azoto.

Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto proprio a questo inquinante.

Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico, in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitrati, i perossiacetilnitrati, ecc.

L'insieme di monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) viene denominato genericamente ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>). A scala globale le più grandi quantità di ossidi di azoto vengono emesse dai processi di combustione industriali e civili e dai trasporti autoveicolari.

Gli ossidi di azoto permangono in atmosfera per pochi giorni (4-5 giorni) e vengono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi e di sostanze organiche.

A questi inquinanti è riconosciuto anche un ruolo importante nella formazione del particolato secondario (PM10 e PM2.5).

Il trend delle concentrazioni medie mensili è di tipo stagionale, con valori in aumento a partire dai mesi di ottobre e novembre e con dati più elevati nei mesi propriamente invernali.

Per quanto riguarda il trend delle medie annuali di NO<sub>2</sub> si nota, in questi ultimi anni, un assestamento e una sostanziale stabilizzazione, aspetto che può essere spiegato considerando la multireferenzialità di questo inquinante che vede fra le fonti il complesso dei processi di combustione, dovuti al traffico veicolare, agli impianti di riscaldamento, agli impianti industriali e anche alla movimentazione dei mezzi agricoli.

Il valore limite annuale per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) in base al nuovo D. Lgs. 155/2010 inteso come media annuale è di 40 µg/m<sup>3</sup>, mentre il valore limite orario da non superare più di 18 volte l'anno è di 200 µg/m<sup>3</sup>. Infine per quanto riguarda l'esposizione acuta la soglia di allarme oraria è di 400 µg/m<sup>3</sup>.

**Il confronto con i limiti di legge indica che presso la stazione rilocabile di Bergantino (come presso la centralina fissa di Villafora) nei 2 periodi di campionamento del 2011 vi è stato il rispetto del valore limite orario e della soglia di allarme.**

**Per quanto riguarda l'esposizione cronica, la media annua presso Villafora nel 2011 indica un valore di 22 µg/m<sup>3</sup> (N° giorni validati=353). Mentre, limitatamente ai periodi di monitoraggio considerati, a Bergantino la media è di 47 µg/m<sup>3</sup> nel periodo invernale (a confronto, nel medesimo periodo temporale, il valore c/o Villafora è 46 µg/m<sup>3</sup>) e 37 µg/m<sup>3</sup> nel periodo estivo (confrontato con Villafora nel medesimo periodo temporale è di 32 µg/m<sup>3</sup>). Pertanto, essendo abbastanza omogenei i dati delle 2 stazioni, si può affermare il rispetto della media annua per il 2011 per il parametro NO<sub>2</sub> anche a Bergantino.**

La tabella 3 riporta i valori massimi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nel periodo invernale e nel periodo estivo a Bergantino; l'andamento dell'inquinante è visualizzato nei grafici 3a e 3b, e confrontato con l'andamento NO<sub>2</sub> c/o la centralina fissa di Villafora nei grafici 3c e 3d.

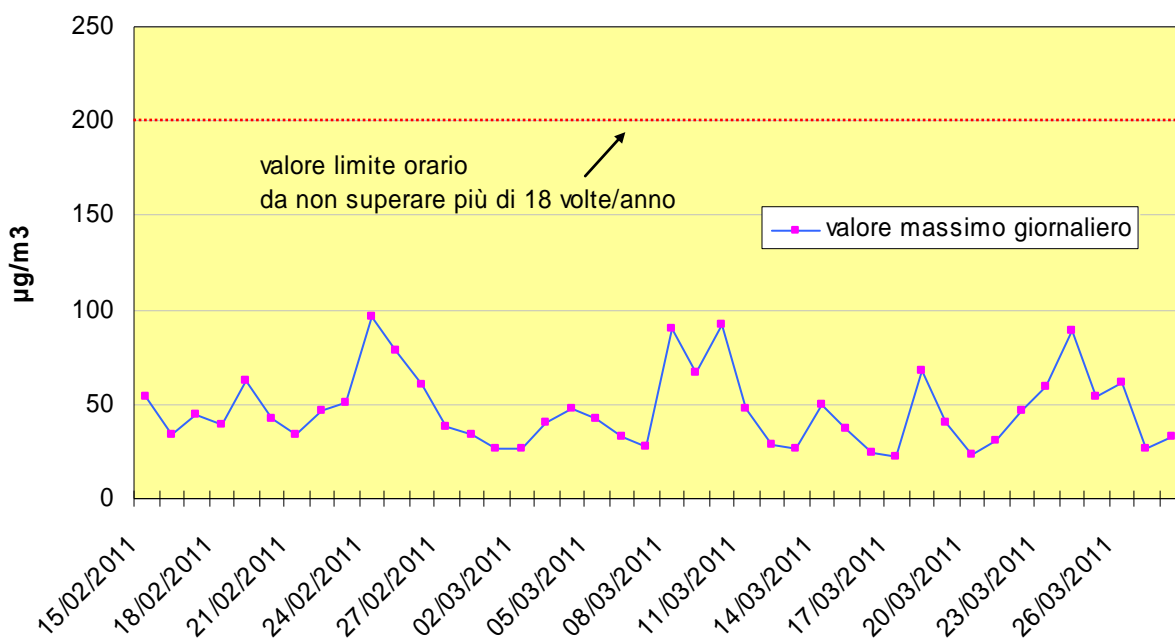
*Tabella 3 – Concentrazione  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nel Comune di Bergantino*

SEMESTRE FREDDO (15/02 AL 28/03/11)		
DATA	MASSIMO GIORNALIERO	VALORE LIMITE E SOGLIA DI ALLARME
15/02/2011	54	<b>200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>  <b>400 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
16/02/2011	34	
17/02/2011	44	
18/02/2011	39	
19/02/2011	63	
20/02/2011	42	
21/02/2011	34	
22/02/2011	47	
23/02/2011	51	
24/02/2011	96	
25/02/2011	78	
26/02/2011	60	
27/02/2011	38	
28/02/2011	34	
01/03/2011	26	
02/03/2011	26	
03/03/2011	40	
04/03/2011	48	
05/03/2011	42	
06/03/2011	33	
07/03/2011	28	
08/03/2011	90	
09/03/2011	67	
10/03/2011	92	
11/03/2011	48	
12/03/2011	29	
13/03/2011	27	
14/03/2011	50	
15/03/2011	37	
16/03/2011	24	
17/03/2011	22	
18/03/2011	68	
19/03/2011	40	
20/03/2011	23	
21/03/2011	31	
22/03/2011	47	
23/03/2011	59	
24/03/2011	89	
25/03/2011	54	
26/03/2011	61	
27/03/2011	27	
28/03/2011	33	

SEMESTRE CALDO (29/03 AL 23/05/11)		
DATA	MASSIMO GIORNALIERO	VALORE LIMITE E SOGLIA DI ALLARME
29/03/2011	64	<b>200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>  <b>400 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
30/03/2011	53	
31/03/2011	37	
01/04/2011	63	
02/04/2011	40	
03/04/2011	29	
04/04/2011	33	
05/04/2011	36	
06/04/2011	39	
07/04/2011	40	
08/04/2011	51	
09/04/2011	41	
10/04/2011	23	
11/04/2011	40	
12/04/2011	41	
13/04/2011	29	
14/04/2011	32	
15/04/2011	37	
16/04/2011	30	
17/04/2011	40	
18/04/2011	39	
19/04/2011	49	
20/04/2011	41	
21/04/2011	43	
22/04/2011	29	
23/04/2011	26	
24/04/2011	16	
25/04/2011	19	
26/04/2011	25	
27/04/2011	23	
28/04/2011	23	
29/04/2011	34	
30/04/2011	23	
01/05/2011	32	
02/05/2011	25	
03/05/2011	25	
04/05/2011	30	
05/05/2011	29	
06/05/2011	46	
07/05/2011	49	
08/05/2011	42	
09/05/2011	29	
10/05/2011	40	
11/05/2011	34	
12/05/2011	43	
13/05/2011	32	
14/05/2011	20	
15/05/2011	15	
16/05/2011	20	
17/05/2011	38	
18/05/2011	53	
19/05/2011	55	
20/05/2011	50	
21/05/2011	35	
22/05/2011	45	
23/05/2011	89	

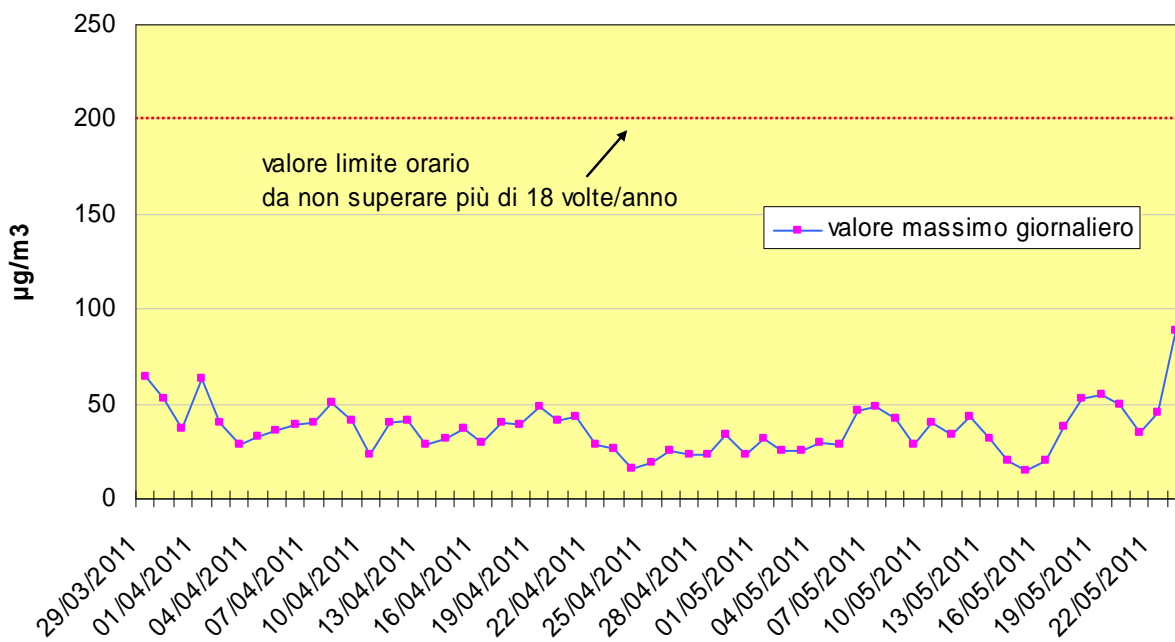
### Grafico 3a - Bergantino - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

Andamento del valore massimo giornaliero della media oraria  
Periodo (invernale) dal 15/02 al 28/03/2011



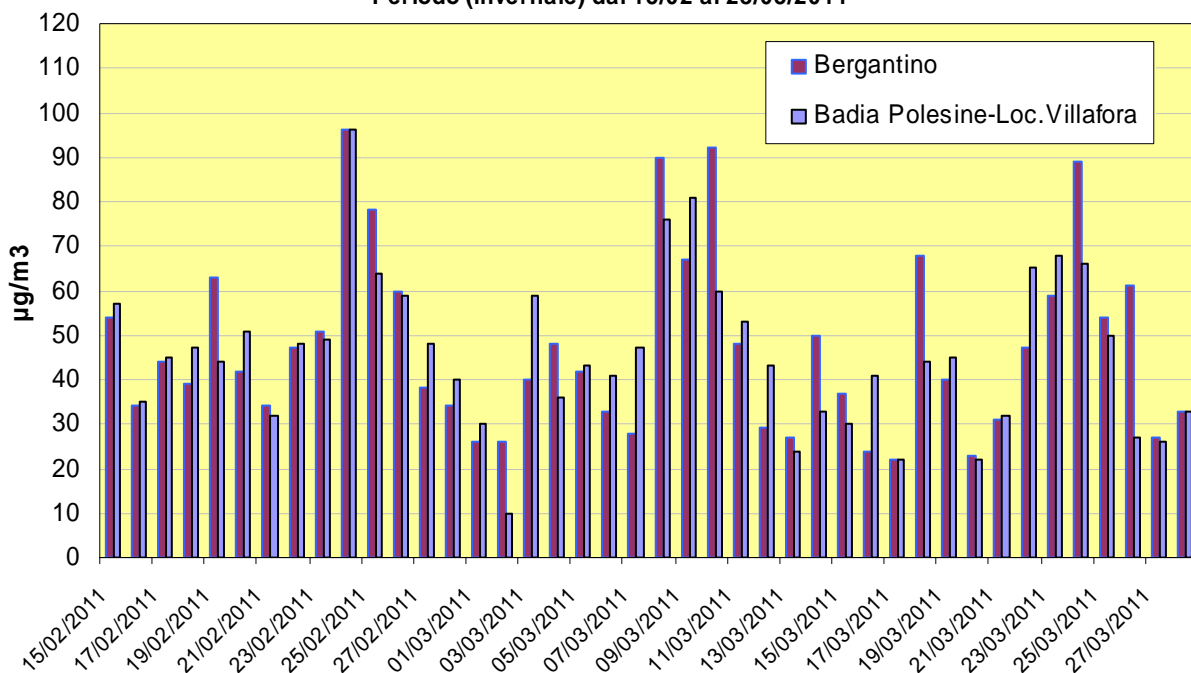
### Grafico 3b - Bergantino - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

Andamento del valore massimo giornaliero della media oraria  
Periodo (estivo) dal 29/03 al 23/05/2011



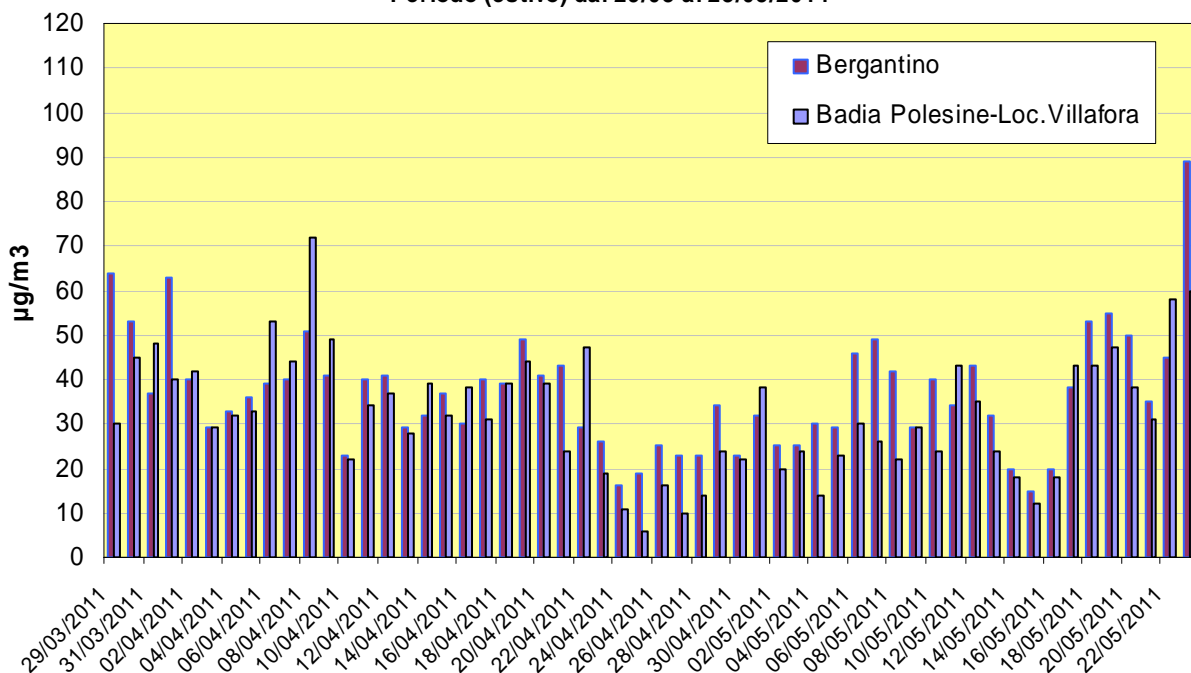
### Grafico 3c - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

Andamento del valore massimo giornaliero  
Periodo (invernale) dal 15/02 al 28/03/2011



### Grafico 3d - Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

Andamento del valore massimo giornaliero  
Periodo (estivo) dal 29/03 al 23/05/2011



## Ossidi di Azoto (NOx)

Gli ossidi di azoto, prodotti principalmente nelle reazioni di combustione generate dalle attività industriali, dal traffico e dal riscaldamento, costituiscono ancora un parametro da tenere sotto stretto controllo per tutelare la salute umana e gli ecosistemi. In particolare, in relazione alla protezione della vegetazione, è in vigore un Livello Critico per gli NOx (intesi come somma di NO e NO<sub>2</sub>), pari a 30 µg/m<sup>3</sup> ed è calcolato come media delle concentrazioni orarie dal 1 gennaio al 31 dicembre.

La tabella 4 e i grafici 4a e 4b riportano i valori rilevati e l'andamento nei periodi (invernale e estivo) di campionamento presso la centralina di Bergantino e quella fissa di riferimento di Villafora. Si nota un andamento simile tra i dati delle 2 centraline.

**La media annua presso la stazione di riferimento di Villafora risulta pari a 36.4 µg/m<sup>3</sup> (N° giorni validati=355). Si conferma quindi il superamento del limite di legge per la protezione dell'ecosistema (valore medio annuo) pari a 30 µg/m<sup>3</sup> a Villafora e si ipotizza pertanto il superamento anche a Bergantino.**

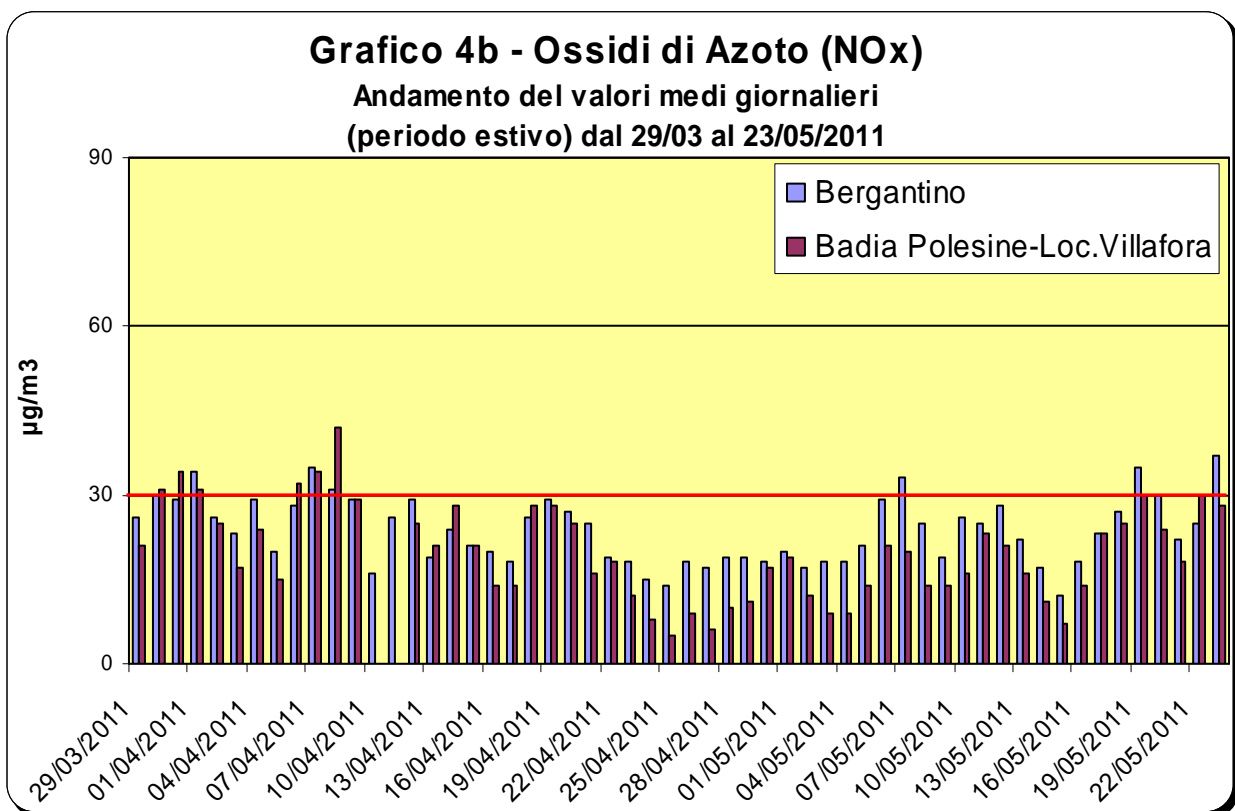
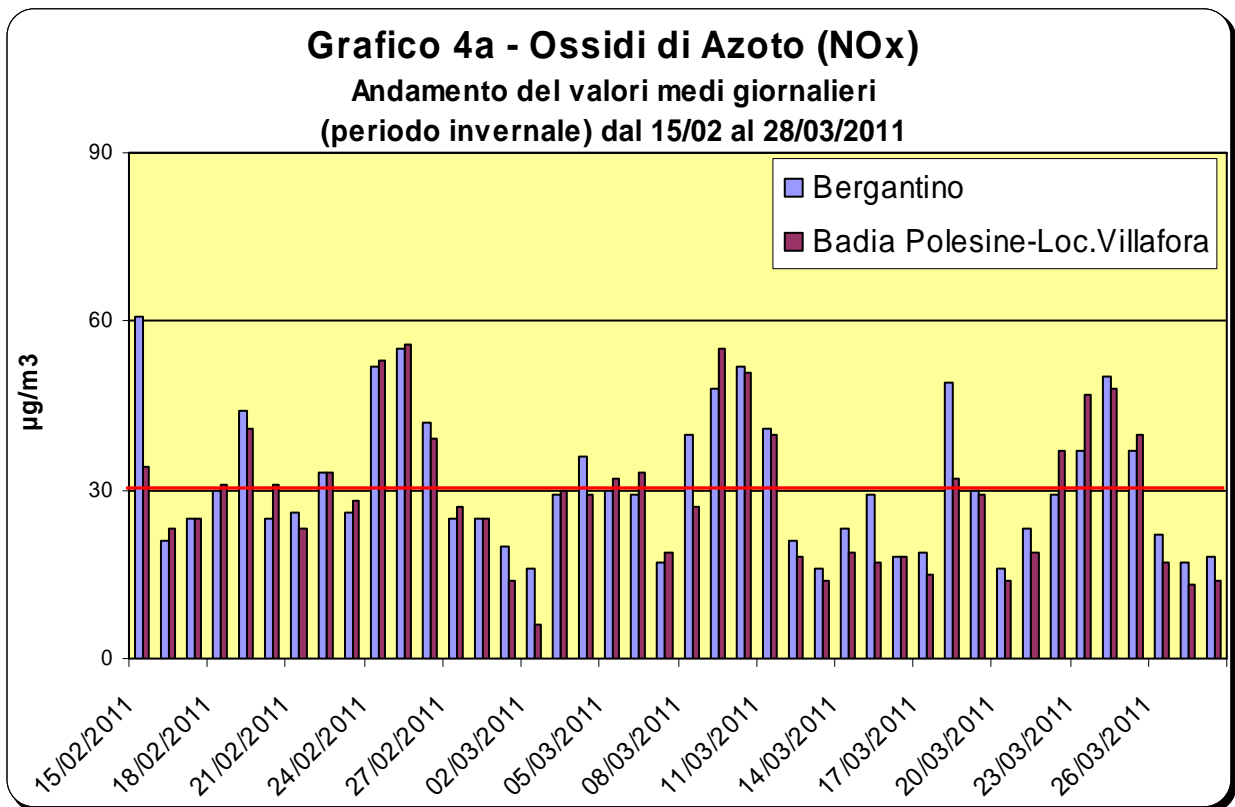
I valori medi di NOx nei periodi considerati, per Bergantino e Villafora, sono rispettivamente: 31 e 29 µg/m<sup>3</sup> nel periodo invernale; 24 e 20 µg/m<sup>3</sup> nel periodo estivo.



*Tabella 4 - Concentrazione **NOx** ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) presso Bergantino e nel sito di riferimento di Villafora*

SEMESTRE FREDDO (15/02 AL 28/03/11)			SEMESTRE CALDO (29/03 AL 23/05/11)		
DATA	MEDIA GIORNALIERA BERGANTINO	MEDIA GIORNALIERA VILAFORA	DATA	MEDIA GIORNALIERA BERGANTINO	MEDIA GIORNALIERA VILAFORA
15/02/2011	61	34	29/03/2011	26	21
16/02/2011	21	23	30/03/2011	30	31
17/02/2011	25	25	31/03/2011	29	34
18/02/2011	30	31	01/04/2011	34	31
19/02/2011	44	41	02/04/2011	26	25
20/02/2011	25	31	03/04/2011	23	17
21/02/2011	26	23	04/04/2011	29	24
22/02/2011	33	33	05/04/2011	20	15
23/02/2011	26	28	06/04/2011	28	32
24/02/2011	52	53	07/04/2011	35	34
25/02/2011	55	56	08/04/2011	31	42
26/02/2011	42	39	09/04/2011	29	29
27/02/2011	25	27	10/04/2011	16	f.s.
28/02/2011	25	25	11/04/2011	26	f.s.
01/03/2011	20	14	12/04/2011	29	25
02/03/2011	16	6	13/04/2011	19	21
03/03/2011	29	30	14/04/2011	24	28
04/03/2011	36	29	15/04/2011	21	21
05/03/2011	30	32	16/04/2011	20	14
06/03/2011	29	33	17/04/2011	18	14
07/03/2011	17	19	18/04/2011	26	28
08/03/2011	40	27	19/04/2011	29	28
09/03/2011	48	55	20/04/2011	27	25
10/03/2011	52	51	21/04/2011	25	16
11/03/2011	41	40	22/04/2011	19	18
12/03/2011	21	18	23/04/2011	18	12
13/03/2011	16	14	24/04/2011	15	8
14/03/2011	23	19	25/04/2011	14	5
15/03/2011	29	17	26/04/2011	18	9
16/03/2011	18	18	27/04/2011	17	6
17/03/2011	19	15	28/04/2011	19	10
18/03/2011	49	32	29/04/2011	19	11
19/03/2011	30	29	30/04/2011	18	17
20/03/2011	16	14	01/05/2011	20	19
21/03/2011	23	19	02/05/2011	17	12
22/03/2011	29	37	03/05/2011	18	9
23/03/2011	37	47	04/05/2011	18	9
24/03/2011	50	48	05/05/2011	21	14
25/03/2011	37	40	06/05/2011	29	21
26/03/2011	22	17	07/05/2011	33	20
27/03/2011	17	13	08/05/2011	25	14
28/03/2011	18	14	09/05/2011	19	14
			10/05/2011	26	16
			11/05/2011	25	23
			12/05/2011	28	21
			13/05/2011	22	16
			14/05/2011	17	11
			15/05/2011	12	7
			16/05/2011	18	14
			17/05/2011	23	23
			18/05/2011	27	25
			19/05/2011	35	30
			20/05/2011	30	24
			21/05/2011	22	18
			22/05/2011	25	30
			23/05/2011	37	28

f.s.: fuori servizio



**Nota:** Il livello critico di 30 µg/m<sup>3</sup> (DLgs 155/2010) è inteso come valore medio dell'anno civile, quindi nei suddetti grafici è solo indicativo in quanto disponibili solo dati per intervalli di tempo parziali.

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

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore dall'odore pungente ed irritante. Si forma nei processi di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio) e quindi le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali e al traffico.

Il biossido di zolfo è il principale responsabile delle piogge acide, in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico e la letteratura scientifica gli riconosce un ruolo importante nella formazione del particolato secondario (PM10 e PM2.5).

Il valore limite orario previsto dal D.Lgs. 155/2010, inteso come media oraria da non superarsi più di 24 volte nell'arco dell'anno, è pari a 350 µg/m<sup>3</sup>. Vi è anche un valore limite giornaliero, pari a 125 µg/m<sup>3</sup> da non superarsi più di 3 volte l'anno, ed una soglia di allarme pari a 500 µg/m<sup>3</sup>. Infine è previsto un Livello Critico di protezione della vegetazione inteso come media annuale e media invernale (da 1 ottobre a 31 marzo) pari a 20 µg/m<sup>3</sup>.

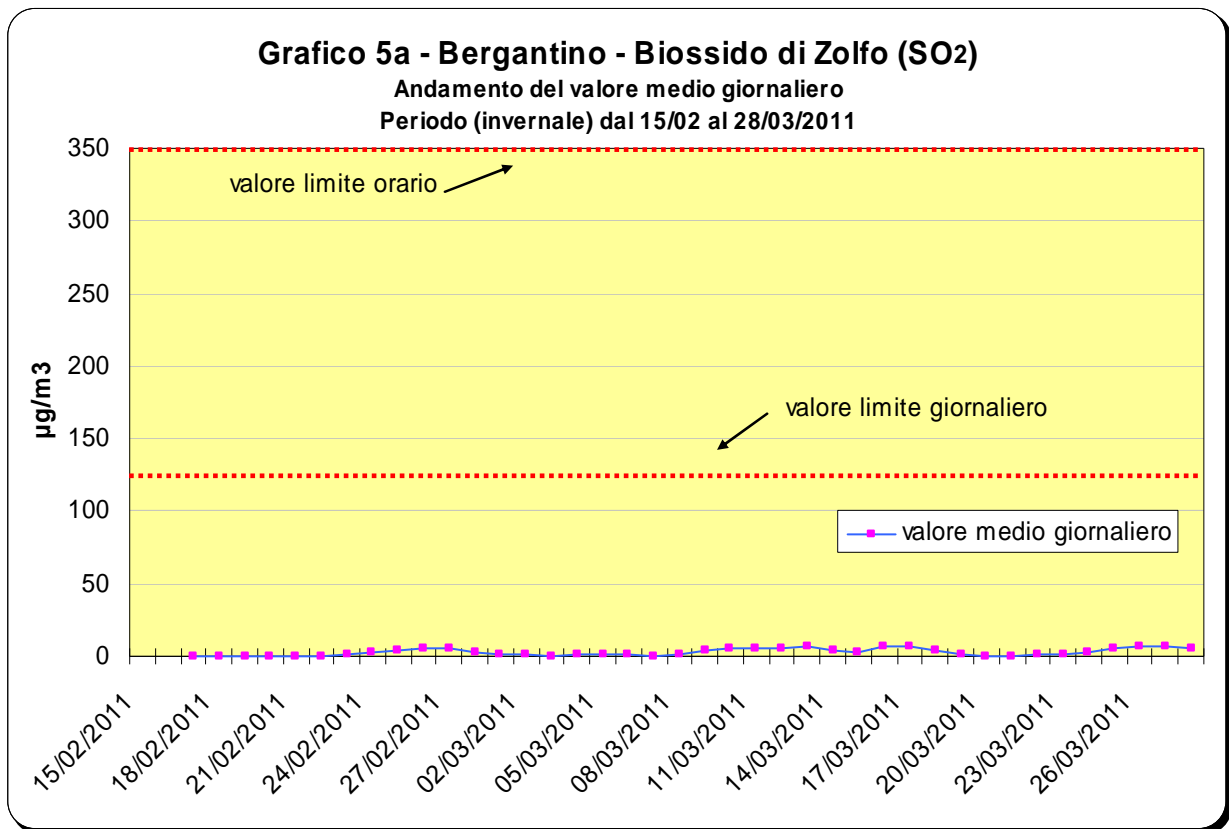
**Le concentrazioni di biossido di zolfo rilevate, di molto inferiori a tutti i limiti previsti dall'attuale normativa**, testimoniano una riduzione dell'impiego di combustibili fossili contenenti zolfo (gasolio e olio combustibile) sia negli impianti di riscaldamento che nelle caldaie industriali, sostituiti progressivamente da impianti a metano e dal teleriscaldamento. Probabilmente sulla situazione attuale incide anche l'impiego di combustibile diesel a basso tenore di zolfo per l'autotrazione.

La tabella 5 riporta i valori medi giornalieri di SO<sub>2</sub> registrati nel periodo invernale e nel periodo estivo; l'andamento dell'inquinante è riportato nei grafici 5a e 5b. In nessun caso vi sono stati superamenti dei valori limite per esposizione acuta di 500, 350 e 125 µg/m<sup>3</sup> previsto dalla normativa vigente. Gli andamenti sono simili a quelli registrati presso la stazione di riferimento di Villafora mostrati nei grafici 5c e 5d.

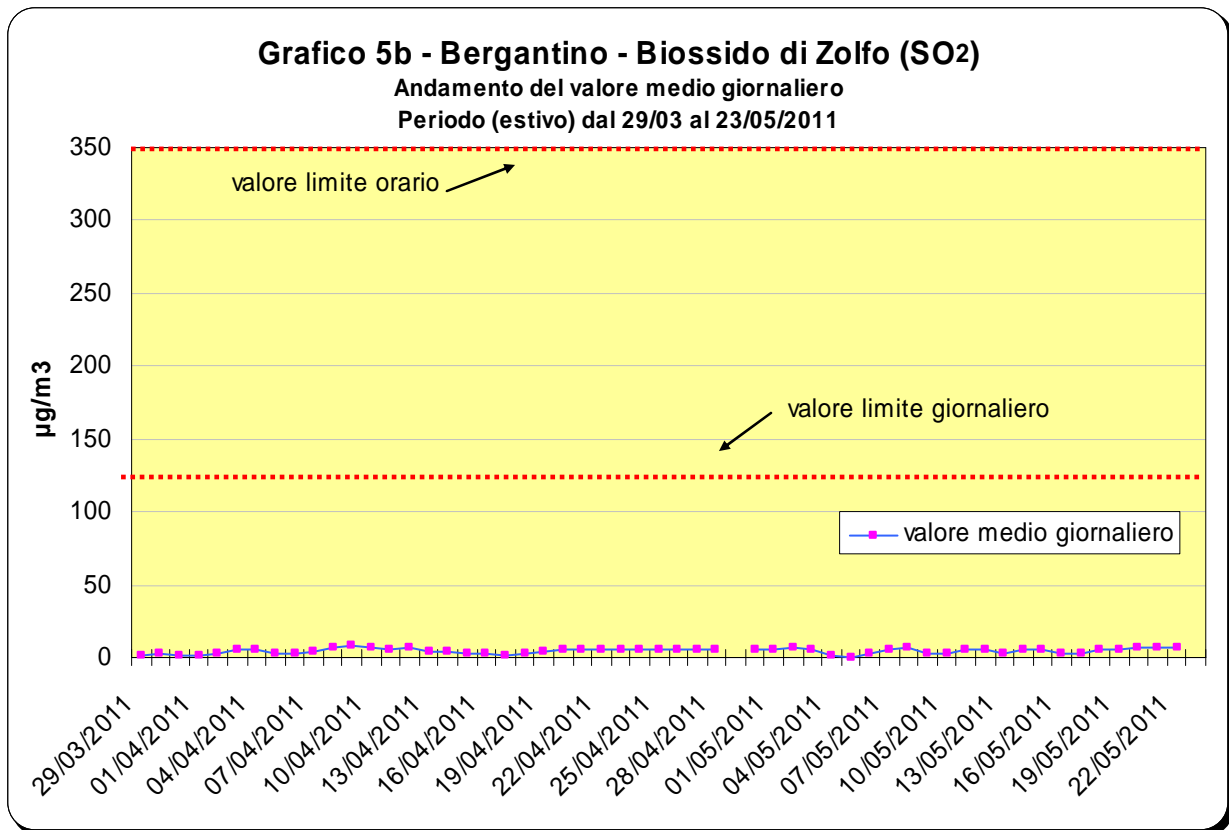
*Tabella 5 - Concentrazione SO<sub>2</sub> (µg/m<sub>3</sub>) – Comune di Bergantino*

SEMESTRE FREDDO (15/02 AL 28/03/11)			SEMESTRE CALDO (29/03 AL 23/05/11)		
DATA	VALORE MEDIO GIORNALIERO	VALORE LIMITE GIORNALIERO	DATA	VALORE MEDIO GIORNALIERO	VALORE LIMITE GIORNALIERO
15/02/2011	f.s.	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b>	29/03/2011	2	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b>
16/02/2011	f.s.		30/03/2011	3	
17/02/2011	0		31/03/2011	2	
18/02/2011	0		01/04/2011	2	
19/02/2011	0		02/04/2011	3	
20/02/2011	0		03/04/2011	6	
21/02/2011	0		04/04/2011	6	
22/02/2011	0		05/04/2011	3	
23/02/2011	1		06/04/2011	3	
24/02/2011	3		07/04/2011	4	
25/02/2011	4		08/04/2011	7	
26/02/2011	5		09/04/2011	8	
27/02/2011	6		10/04/2011	7	
28/02/2011	3		11/04/2011	5	
01/03/2011	2		12/04/2011	7	
02/03/2011	1		13/04/2011	4	
03/03/2011	0		14/04/2011	4	
04/03/2011	1		15/04/2011	3	
05/03/2011	2		16/04/2011	3	
06/03/2011	2		17/04/2011	2	
07/03/2011	0		18/04/2011	3	
08/03/2011	1		19/04/2011	4	
09/03/2011	4		20/04/2011	5	
10/03/2011	5		21/04/2011	5	
11/03/2011	6		22/04/2011	5	
12/03/2011	6		23/04/2011	5	
13/03/2011	7		24/04/2011	5	
14/03/2011	4		25/04/2011	6	
15/03/2011	3		26/04/2011	6	
16/03/2011	7		27/04/2011	6	
17/03/2011	7	28/04/2011	5		
18/03/2011	4	29/04/2011	f.s.		
19/03/2011	1	30/04/2011	5		
20/03/2011	0	01/05/2011	6		
21/03/2011	0	02/05/2011	7		
22/03/2011	1	03/05/2011	6		
23/03/2011	2	04/05/2011	2		
24/03/2011	3	05/05/2011	0		
25/03/2011	6	06/05/2011	3		
26/03/2011	7	07/05/2011	5		
27/03/2011	7	08/05/2011	7		
28/03/2011	5	09/05/2011	3		
		10/05/2011	3		
		11/05/2011	6		
		12/05/2011	5		
		13/05/2011	3		
		14/05/2011	5		
		15/05/2011	5		
		16/05/2011	3		
		17/05/2011	3		
		18/05/2011	5		
		19/05/2011	5		
		20/05/2011	7		
		21/05/2011	7		
		22/05/2011	7		
		23/05/2011	f.s.		

f.s.: fuori servizio

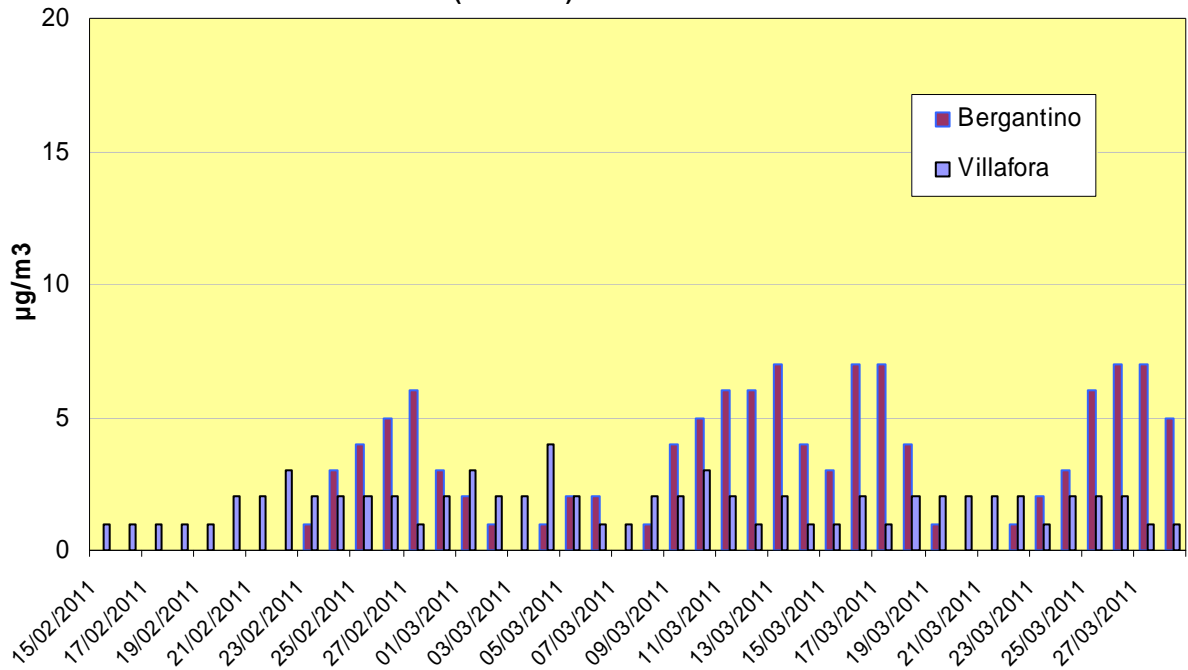


**Nota:** Il valore limite di 350 µg/m<sup>3</sup> per l'esposizione acuta per l'SO<sub>2</sub> è inteso come valore limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile, così come il limite di 125 µg/m<sup>3</sup> è inteso come valore limite di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile.



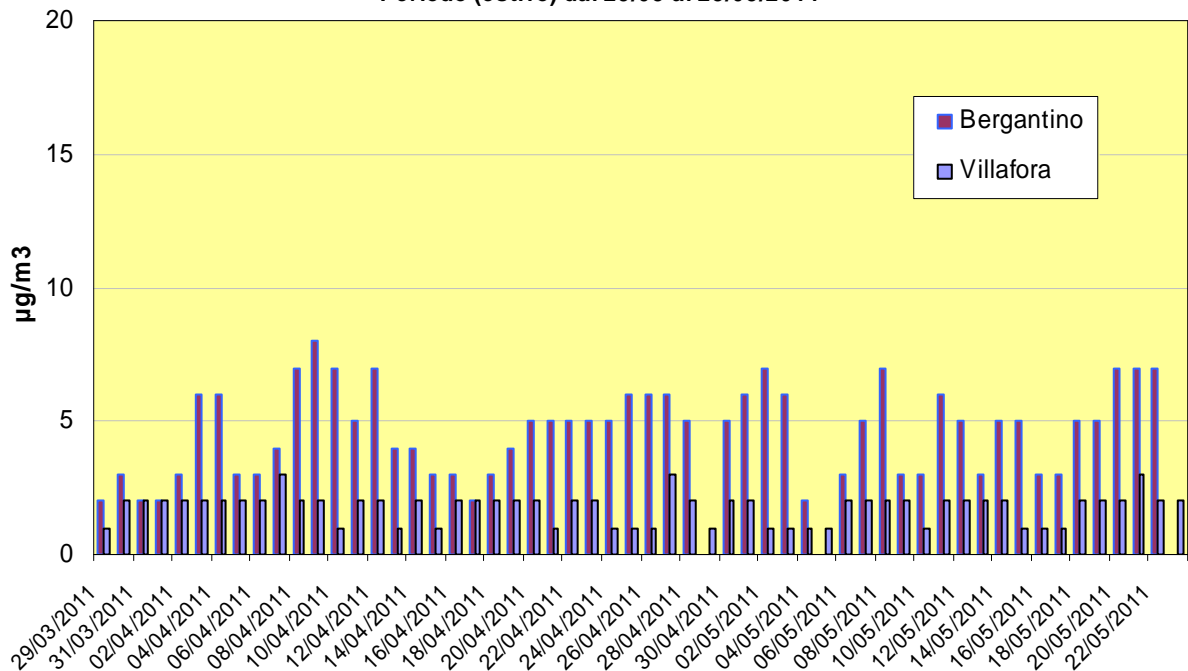
### Grafico 5c - Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

Andamento del valore medio giornaliero  
Periodo (invernale) dal 15/02 al 28/03/2011



### Grafico 5d - Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)

Andamento del valore medio giornaliero  
Periodo (estivo) dal 29/03 al 23/05/2011



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

L'ozono è un gas tossico di colore bluastrò, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>); queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O<sub>2</sub>) e un atomo di ossigeno estremamente reattivo (O<sub>3</sub> → O<sub>2</sub>+O). Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

L'ozono è presente per più del 90% nella stratosfera (la fascia dell'atmosfera che va dai 10 ai 50 Km di altezza) dove viene prodotto dall'ossigeno molecolare per azione dei raggi ultravioletti solari. Nella stratosfera costituisce una fascia protettiva nei confronti delle radiazioni UV generate dal sole.

Per effetto della circolazione atmosferica viene in piccola parte trasportato anche negli strati più bassi dell'atmosfera (0 – 16 Km: troposfera), nei quali si forma anche per effetto di scariche elettriche durante i temporali.

Nella troposfera l'ozono è presente anche come inquinante secondario di tipo fotochimico particolarmente insidioso, la cui principale sorgente sono gli ossidi di azoto e le sostanze organiche volatili in presenza della luce solare.

La produzione antropica di ozono è, quindi, indiretta poiché questo gas si origina a partire da molti inquinanti primari, originati principalmente dal traffico, dai processi di combustione, dall'evaporazione dei carburanti, dall'uso dei solventi.

Nella troposfera la concentrazione di ozono può variare molto a seconda della zona geografica considerata, dell'ora, del periodo dell'anno, delle condizioni climatiche, della direzione e velocità del vento, del grado di inquinamento primario.

L'ozono ha un basso gradiente spaziale e si diffonde anche a grande distanza dal punto di generazione, risultando ubiquitario.

La concentrazione di fondo alle nostre latitudini varia fra 0.03 e 0.07 ppm, anche se nell'ultimo secolo è praticamente raddoppiata; nelle zone industriali ed urbane aumenta al ritmo dell'1-2 % all'anno.

Nelle aree urbane i livelli massimi di concentrazione si verificano in genere verso mezzogiorno e sono preceduti, nelle prime ore del mattino, da concentrazioni massime di ossidi di azoto e di idrocarburi rilasciati dal forte traffico dei veicoli all'inizio della giornata (precursori); dopo le ore 18 di solito questi valori scendono e raggiungono i minimi durante la notte a testimonianza dell'importanza della luce nella produzione dell'ozono.

Le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno, per la forte insolazione; le condizioni di alta pressione e di scarsa ventilazione favoriscono inoltre il ristagno degli inquinanti ed il loro accumulo.

Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti. Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane verso le zone suburbane e rurali, dove la ridotta presenza di inquinanti riducenti come il monossido di azoto rende l'ozono più persistente. Il monitoraggio di questo inquinante nelle località più periferiche della città e nei parchi potenzialmente può raggiungere i valori più alti.

Gli effetti sull'uomo, ad una eccessiva esposizione all'ozono, riguardano essenzialmente l'apparato respiratorio e gli occhi; da segnalare anche l'azione nociva nei confronti della vegetazione (clorosi e necrosi fogliare e ridotto accrescimento) e quella distruttiva nei confronti dei materiali.

Per le valutazioni delle concentrazioni di ozono si fa riferimento al D.Lgs.155/2010, che individua valori obiettivi, obiettivi a lungo termine e valori soglia.

Per valore obiettivo s'intende quel livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo. Per obiettivo a lungo termine è invece da intendersi la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso.

Le tabelle 6 e 7 riportano i valori massimi giornalieri e i massimi giornalieri della media mobile su 8 ore per l'Ozono (O<sub>3</sub>), relativi al periodo invernale e al periodo estivo presso la stazione di Bergantino e quella di Villafora. Nei grafici 6a e 6b sono rappresentati gli andamenti delle suddette concentrazioni di O<sub>3</sub> su Bergantino. Mentre nei grafici 6c e 6d si propone un confronto con la centralina di riferimento di Villafora rispetto all'obiettivo a lungo termine dei 120 µg/m<sup>3</sup>.

Come già illustrato in precedenza, le concentrazioni di ozono sono strettamente correlate ad alcuni parametri meteorologici: i mesi estivi giugno, luglio e agosto sono da considerarsi mesi critici per l'inquinante in esame in quanto caratterizzati da una radiazione solare globale più intensa, da un numero maggiore di ore di insolazione diurna e da temperature elevate.

**Nella fattispecie a Bergantino durante il periodo di monitoraggio si sono verificati 4 giorni di superamento della "soglia di informazione" (pari a 180 µg/m<sup>3</sup>) con un massimo di 234 µg/m<sup>3</sup> il giorno 12/05/2011.**

Come evidenziato dal confronto di dati misurati presso Bergantino e la stazione di riferimento di Villafora (tabella 7), per entrambe le stazioni, nel periodo estivo, **ci sono stati dei superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana** (massimo giornaliero della media mobile di 8 ore calcolata su base annua: 120 µg/m<sup>3</sup>).



*Tabella 6– Concentrazione O<sub>3</sub> massima giornaliera (µg/m<sup>3</sup>) in Bergantino e Villafora*

SEMESTRE FREDDO (15/02 AL 28/03/11)		
DATA	BERGANTINO	VILLAFORA
15/02/2011	46	54
16/02/2011	78	71
17/02/2011	64	58
18/02/2011	56	56
19/02/2011	84	79
20/02/2011	47	41
21/02/2011	63	76
22/02/2011	61	58
23/02/2011	83	90
24/02/2011	94	88
25/02/2011	87	82
26/02/2011	85	93
27/02/2011	77	71
28/02/2011	73	79
01/03/2011	103	104
02/03/2011	87	89
03/03/2011	68	74
04/03/2011	78	81
05/03/2011	71	73
06/03/2011	103	101
07/03/2011	91	92
08/03/2011	89	95
09/03/2011	82	87
10/03/2011	105	100
11/03/2011	105	108
12/03/2011	119	123
13/03/2011	94	88
14/03/2011	89	81
15/03/2011	71	76
16/03/2011	88	88
17/03/2011	84	88
18/03/2011	45	59
19/03/2011	98	90
20/03/2011	98	97
21/03/2011	99	101
22/03/2011	97	98
23/03/2011	111	112
24/03/2011	111	114
25/03/2011	120	122
26/03/2011	126	123
27/03/2011	115	113
28/03/2011	76	72

SEMESTRE CALDO (29/03 AL 23/05/11)		
DATA	BERGANTINO	VILLAFORA
29/03/2011	103	94
30/03/2011	118	116
31/03/2011	123	121
01/04/2011	136	133
02/04/2011	164	161
03/04/2011	158	157
04/04/2011	136	131
05/04/2011	107	107
06/04/2011	125	123
07/04/2011	134	134
08/04/2011	138	131
09/04/2011	107	114
10/04/2011	117	115
11/04/2011	118	117
12/04/2011	126	131
13/04/2011	143	110
14/04/2011	116	104
15/04/2011	111	100
16/04/2011	123	110
17/04/2011	135	117
18/04/2011	147	127
19/04/2011	142	67
20/04/2011	165	143
21/04/2011	163	144
22/04/2011	164	148
23/04/2011	149	135
24/04/2011	127	116
25/04/2011	143	130
26/04/2011	128	121
27/04/2011	130	113
28/04/2011	120	114
29/04/2011	113	102
30/04/2011	108	98
01/05/2011	141	127
02/05/2011	137	126
03/05/2011	147	137
04/05/2011	114	122
05/05/2011	148	133
06/05/2011	157	149
07/05/2011	177	168
08/05/2011	<b>181</b>	173
09/05/2011	139	126
10/05/2011	162	140
11/05/2011	<b>198</b>	170
12/05/2011	<b>234</b>	167
13/05/2011	173	151
14/05/2011	172	162
15/05/2011	109	96
16/05/2011	126	120
17/05/2011	146	133
18/05/2011	134	118
19/05/2011	152	143
20/05/2011	161	146
21/05/2011	<b>182</b>	156
22/05/2011	164	160
23/05/2011	146	136

SOGLIA DI INFORMAZIONE

**180 µg/m<sup>3</sup>**

SOGLIA DI ALLARME

**240 µg/m<sup>3</sup>**

f.s.: fuori servizio

*Tabella 7– Concentrazione O<sub>3</sub> massima giornaliera della media mobile nelle 8 ore (µg/m<sup>3</sup>) in Bergantino e Villafora*

SEMESTRE FREDDO (15/02 AL 28/03/11)		
DATA	BERGANTINO	VILAFORA
15/02/2011	24.1	f.s.
16/02/2011	73.5	60.9
17/02/2011	67.2	48.2
18/02/2011	40.3	41.1
19/02/2011	64.4	60.9
20/02/2011	36.7	33.0
21/02/2011	50.0	67.4
22/02/2011	55.2	54.4
23/02/2011	75.7	77.7
24/02/2011	76.0	74.7
25/02/2011	73.7	70.5
26/02/2011	75.2	82.5
27/02/2011	66.5	62.5
28/02/2011	65.7	68.5
01/03/2011	94.4	99.8
02/03/2011	86.1	91.9
03/03/2011	76.4	80.5
04/03/2011	68.7	75.0
05/03/2011	59.3	58.7
06/03/2011	86.9	85.8
07/03/2011	83.7	86.9
08/03/2011	82.4	89.7
09/03/2011	71.7	77.4
10/03/2011	85.8	82.7
11/03/2011	90.3	89.9
12/03/2011	105.0	105.7
13/03/2011	90.6	85.7
14/03/2011	90.6	79.5
15/03/2011	48.1	67.4
16/03/2011	85.7	82.4
17/03/2011	77.6	79.0
18/03/2011	57.8	54.2
19/03/2011	82.9	77.9
20/03/2011	89.5	90.1
21/03/2011	86.5	91.6
22/03/2011	92.3	91.5
23/03/2011	95.6	95.9
24/03/2011	94.8	95.3
25/03/2011	104.7	98.6
26/03/2011	114.2	114.4
27/03/2011	104.8	104.0
28/03/2011	69.7	70.7

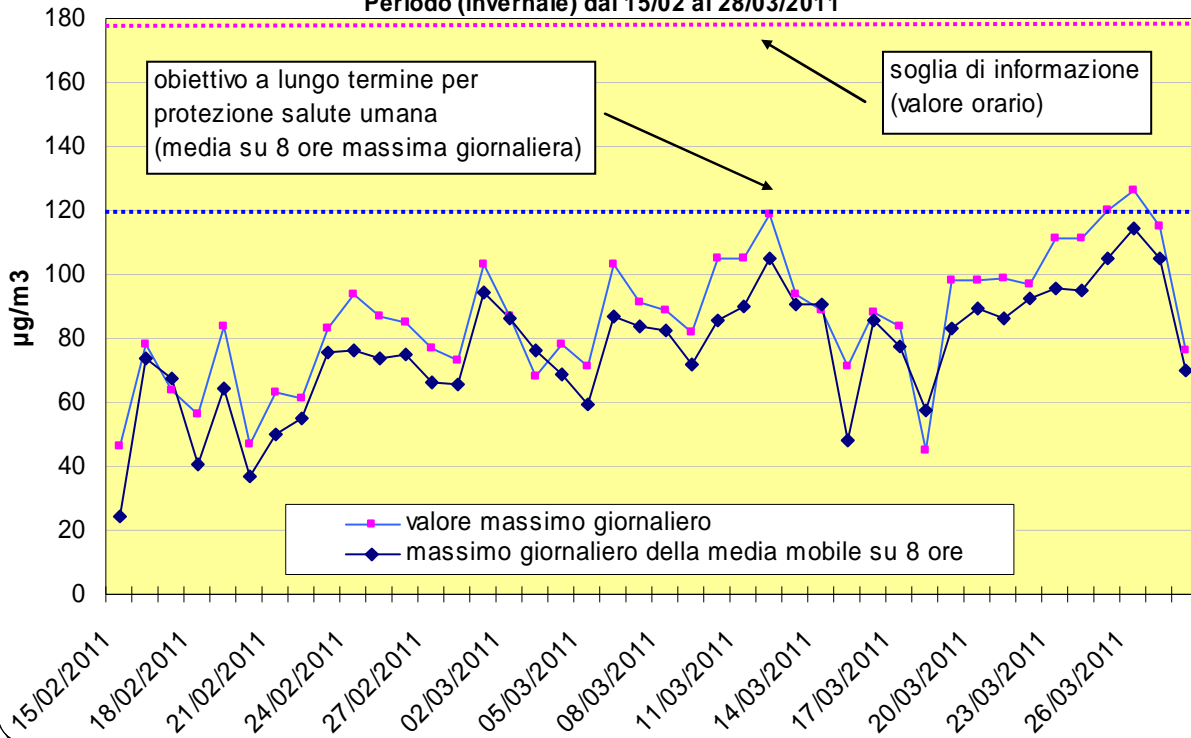
SEMESTRE CALDO (29/03 AL 23/05/11)		
DATA	BERGANTINO	VILAFORA
29/03/2011	88.4	87.1
30/03/2011	104.4	106.8
31/03/2011	99.5	105.3
01/04/2011	116.6	115.7
02/04/2011	<b>151.4</b>	<b>136.3</b>
03/04/2011	<b>140.9</b>	<b>140.0</b>
04/04/2011	96.6	107.7
05/04/2011	98.7	99.3
06/04/2011	111.2	112.0
07/04/2011	116.0	109.0
08/04/2011	<b>126.5</b>	119.2
09/04/2011	98.4	99.5
10/04/2011	110.3	108.1
11/04/2011	110.1	105.7
12/04/2011	105.8	110.4
13/04/2011	108.0	102.5
14/04/2011	106.4	93.9
15/04/2011	105.0	93.1
16/04/2011	116.1	104.6
17/04/2011	<b>128.2</b>	111.1
18/04/2011	<b>134.7</b>	119.8
19/04/2011	<b>135.5</b>	67.0
20/04/2011	<b>153.1</b>	102.3
21/04/2011	<b>153.1</b>	<b>132.1</b>
22/04/2011	<b>152.3</b>	<b>137.2</b>
23/04/2011	<b>124.7</b>	114.6
24/04/2011	<b>120.6</b>	106.1
25/04/2011	<b>137.7</b>	<b>126.0</b>
26/04/2011	<b>122.0</b>	111.7
27/04/2011	<b>120.3</b>	108.3
28/04/2011	102.7	108.7
29/04/2011	105.6	92.5
30/04/2011	99.9	85.9
01/05/2011	<b>127.5</b>	116.3
02/05/2011	<b>129.9</b>	118.8
03/05/2011	<b>137.8</b>	<b>130.8</b>
04/05/2011	101.8	106.4
05/05/2011	<b>134.2</b>	<b>121.8</b>
06/05/2011	<b>148.1</b>	<b>135.9</b>
07/05/2011	<b>165.7</b>	<b>154.7</b>
08/05/2011	<b>176.3</b>	<b>164.1</b>
09/05/2011	<b>133.4</b>	117.8
10/05/2011	<b>153.8</b>	<b>132.5</b>
11/05/2011	<b>184.7</b>	<b>160.2</b>
12/05/2011	<b>197.4</b>	<b>152.2</b>
13/05/2011	<b>163.3</b>	<b>139.5</b>
14/05/2011	<b>162.5</b>	<b>148.0</b>
15/05/2011	<b>125.5</b>	100.8
16/05/2011	117.6	107.4
17/05/2011	<b>137.2</b>	<b>123.1</b>
18/05/2011	<b>125.2</b>	108.9
19/05/2011	<b>145.3</b>	<b>136.0</b>
20/05/2011	<b>147.7</b>	<b>132.8</b>
21/05/2011	<b>169.7</b>	<b>149.9</b>
22/05/2011	<b>155.0</b>	<b>129.6</b>
23/05/2011	<b>141.8</b>	f.s.

**OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA**  
**120 µg/m<sup>3</sup>**

f.s.: fuori servizio

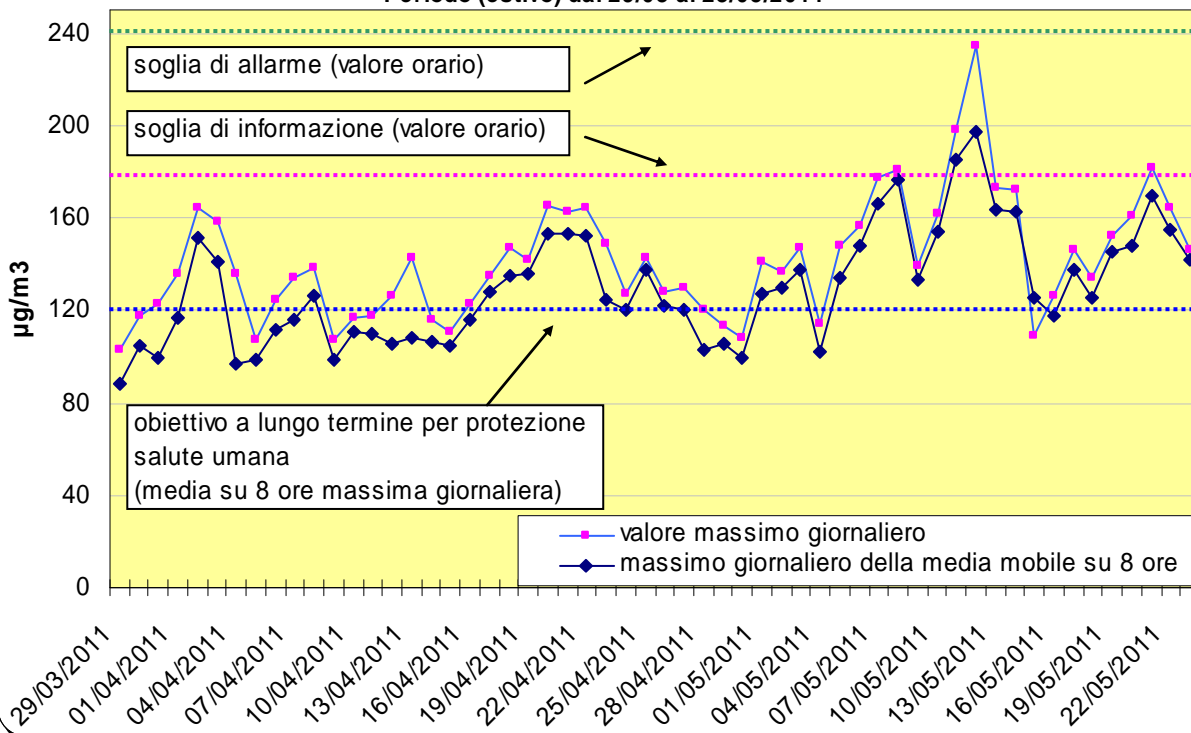
### Grafico 6a - Bergantino - Ozono (O<sub>3</sub>)

Andamento del valore massimo giornaliero  
e del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore  
Periodo (invernale) dal 15/02 al 28/03/2011



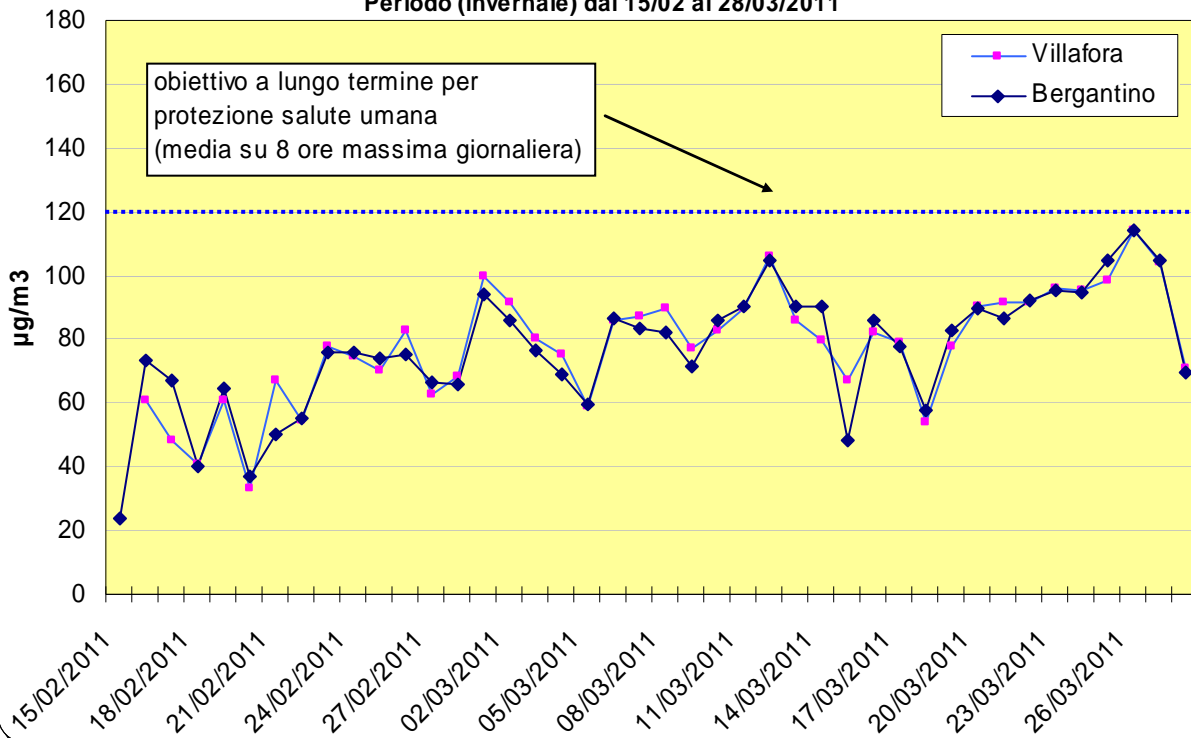
### Grafico 6b - Bergantino - Ozono (O<sub>3</sub>)

Andamento del valore massimo giornaliero  
e del massimo giornaliero della media mobile su 8 ore  
Periodo (estivo) dal 29/03 al 23/05/2011



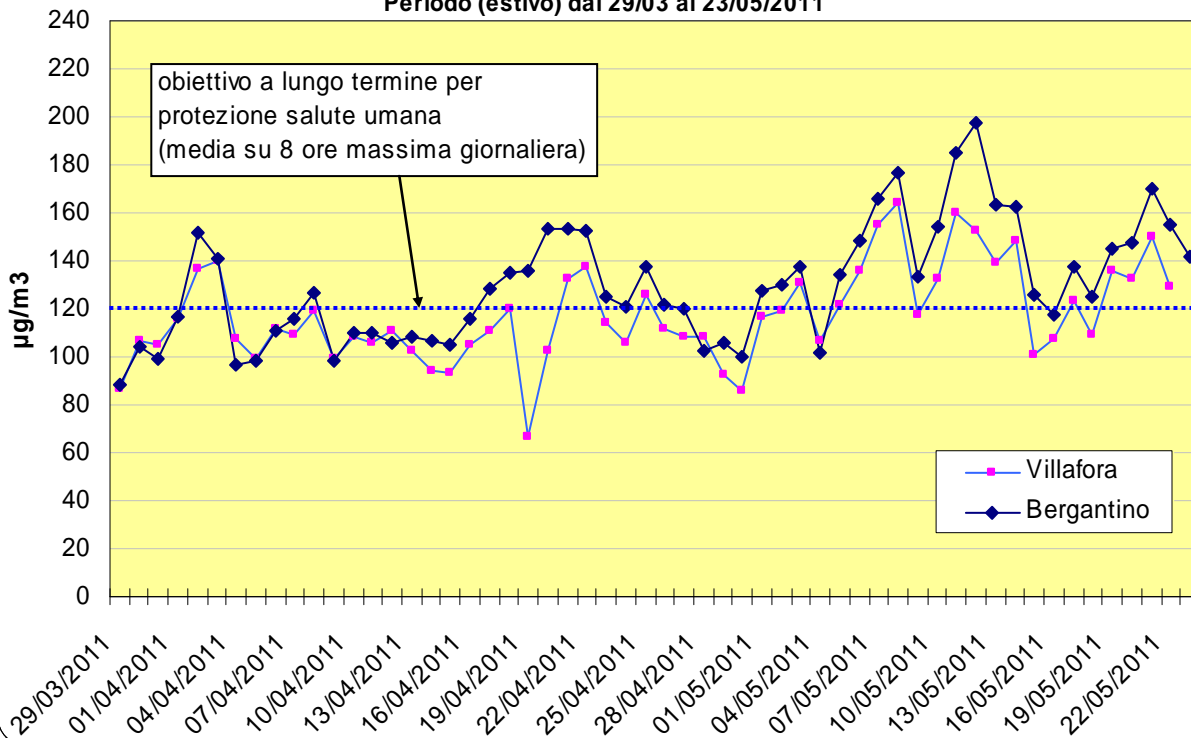
### Grafico 6c - Ozono (O<sub>3</sub>)

Confronto dei valori massimi giornalieri delle medie mobili su 8 ore  
tra Villafora e Bergantino  
Periodo (invernale) dal 15/02 al 28/03/2011



### Grafico 6d - Ozono (O<sub>3</sub>)

Confronto dei valori massimi giornalieri delle medie mobili su 8 ore  
tra Villafora e Bergantino  
Periodo (estivo) dal 29/03 al 23/05/2011



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

Il Benzene è un idrocarburo aromatico volatile di odore caratteristico che viene immesso nell'aria principalmente per effetto delle emissioni autoveicolari e per le perdite durante le fasi di rifornimento, in quanto è un componente delle benzine. Chimicamente è molto stabile. Grazie alle sue caratteristiche sopra riportate, il benzene presenta un elevato gradiente spaziale.

Produce effetti a breve termine sull'uomo agendo sul sistema nervoso mentre quelli a lungo termine si manifestano con una riduzione progressiva delle piastrine nel sangue.

Per la sua tossicità il benzene è stato inserito dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo I, insieme alle sostanze con un accertato potere cancerogeno sull'uomo.

Il valore limite del benzene previsto dal D.Lgs.155/2010, come concentrazione media annua è di 5 µg/m<sup>3</sup>.

Analogamente al monossido di carbonio, anche per il benzene l'andamento generalmente osservato è probabilmente da attribuirsi al miglioramento tecnologico degli automezzi e all'attenzione posta negli ultimi anni, sia a livello nazionale che locale, al controllo delle emissioni autoveicolari.

**Il giudizio complessivo per questo inquinante deve tuttavia essere prudenziale in virtù dell'elevato gradiente spaziale che, in alcuni momenti ed in alcune zone particolarmente critiche per il traffico, può portare a registrarne concentrazioni estemporanee intorno al limite di legge.**

Per l'anno 2011 si presentano di seguito i dati desunti nell'ambito del campionamento tramite "Radielli".

### Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni (BTEX) tramite Radielli

Mediante la tecnica del campionamento passivo tramite Radiello si è svolta una campagna di monitoraggio di 12 settimane a Bergantino. I risultati sono mostrati nella seguente tabella, dove la concentrazione media calcolata per il Benzene sui 12 radielli ha un valore di **1.3 µg/m<sup>3</sup>**, quindi è rispettato il Valore Limite di legge.

BERGANTINO	Benzene (µg/m <sup>3</sup> )	Toluene (µg/m <sup>3</sup> )	Etilbenzene (µg/m <sup>3</sup> )	O,M,P-Xileni (µg/m <sup>3</sup> )
<b>VALORE LIMITE (MEDIA ANNUA)</b>	<b>5</b>	-	-	-
<b>22/02 - 01/03/2011</b>	<b>3.2</b>	3.9	0.6	2.3
<b>01/03 - 08/03/2011</b>	<b>2</b>	1.9	<0.5	0.9
<b>08/03 - 15/03/2011</b>	<b>1.8</b>	2.4	<0.5	1.2
<b>15/03 - 22/03/2011</b>	<b>1.6</b>	3.1	<0.5	1.5
<b>22/03 - 29/03/2011</b>	<b>1.3</b>	2	<0.5	1.2
<b>29/03 - 05/04/2011</b>	<b>1.2</b>	2.8	0.5	1.8
<b>05/04 - 12/04/2011</b>	<b>0.8</b>	2.9	0.5	2.2
<b>12/04 - 19/04/2011</b>	<b>0.8</b>	1.7	<0.5	1
<b>19/04 - 26/04/2011</b>	<b>0.8</b>	1.9	<0.5	1.1
<b>26/04 - 03/05/2011</b>	<b>0.7</b>	1.3	<0.5	0.7
<b>03/05 - 10/05/2011</b>	<b>0.7</b>	1.7	<0.5	0.9
<b>10/05 - 17/05/2011</b>	<b>0.5</b>	1.4	<0.5	0.9

## 8. Analisi dei risultati del monitoraggio dei microinquinanti: metalli ed IPA.

### Metalli

Contestualmente alle misure gravimetriche delle polveri inalabili (PM10), sono state effettuate analisi di laboratorio su alcuni filtri per rilevarne la quantità ivi presente di metalli quali: piombo, arsenico, cadmio, mercurio, nichel.

Allo stato attuale, la normativa vigente, definisce valori limite solo per: piombo, arsenico, cadmio e nichel; i limiti per il mercurio ancora non sono stati definiti.

Dall'analisi dei dati è emerso che tutti i metalli hanno fatto registrare medie annuali, calcolate in base al numero di campioni prelevati, decisamente inferiori ai rispettivi valori obiettivo (per il piombo si parla di valore limite) con dati spesso inferiori al limite di rilevabilità strumentale.

Pertanto a Bergantino, come in altre aree monitorate della Provincia di Rovigo, si registra una situazione media in cui le misure continuative non sono strettamente necessarie, ma è sufficiente l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva.

Riguardo ai livelli di metalli rinvenuti, il confronto dei dati regionali con quelli di letteratura indica che le concentrazioni sono mediamente in linea con quelle rilevate tipicamente in Europa in aree urbane o rurali.

Specificamente, per quanto riguarda il **Nichel**, la letteratura riporta che tale metallo entra in atmosfera a causa della risospensione di materiali cristallini e dalla combustione di combustibili fossili, sia da sorgenti stazionarie che da sorgenti mobili, nonché a causa dei processi di raffinazione del nichel stesso, del suo utilizzo nei processi industriali e degli inceneritori. Concentrazioni in atmosfera rilevate negli Stati Uniti presentano valori in media di 6 ng/m<sup>3</sup> in aree rurali, di 17-25 ng/ m<sup>3</sup> in aree urbane, di 120-170 ng/m<sup>3</sup> in aree urbane di grandi dimensioni. In Europa i livelli di background si attestano nel range 0.4 – 2.0 ng/ m<sup>3</sup> per le aree rurali, 1.4 - 13 ng/ m<sup>3</sup> per le aree urbane, inclusi i siti da traffico, e 10 - 50 ng/ m<sup>3</sup> per i siti industriali. Le concentrazioni osservate sono in linea con tipici valori di aree urbane europee e rurali/urbane negli Stati Uniti.

Per l'**Arsenico**, i valori medi sono confrontabili con i valori medi rilevati in aree rurali in altri siti europei e con quelli rilevati negli Stati Uniti in aree remote (1-3 ng/ m<sup>3</sup>). I livelli di background in Europa sono stimati nei range 0.2 - 1.5 ng/ m<sup>3</sup> in aree rurali, 0.5 – 3.0 ng/ m<sup>3</sup> in aree urbane e con massimi di 50 ng/m<sup>3</sup> in siti industriali. Per tale inquinante le emissioni antropiche derivano dai processi di fusione dei metalli, dalla combustione dei combustibili fossili – specialmente il carbone – e dall'utilizzo di pesticidi, sebbene attualmente l'impiego dell'arsenico nei pesticidi sia stato limitato in molti paesi.

Il **Cadmio** ha fatto registrare valori medi annuali in linea anche in questo caso con i range di valori riportati per le aree rurali in Europa. La presenza di tale elemento in atmosfera è legata alla combustione di carbone e ai processi di produzione di metalli non ferrosi, nonché all'incenerimento di rifiuti.

Infine il **Piombo** ha dato valori molto bassi rispetto al valore limite (500 ng/m<sup>3</sup>) e in linea con quanto riportato in letteratura come background urbano.

<b>15/02/2011 – 23/05/2011</b>	<b>Arsenico (As)</b>	<b>Cadmio (Cd)</b>	<b>Mercurio (Hg)</b>	<b>Nichel (Ni)</b>	<b>Piombo (Pb)</b>
	<b>ng/m3</b>	<b>ng/m3</b>	<b>ng/m3</b>	<b>ng/m3</b>	<b>ng/m3</b>
<b>17/02/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	3
<b>19/02/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	5
<b>21/02/2011</b>	<1	0.2	<1	<2	7
<b>23/02/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	1
<b>25/02/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	9
<b>27/02/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	8
<b>01/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	4
<b>03/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	3
<b>05/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	8
<b>07/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	3
<b>09/03/2011</b>	<1	0.4	<1	<2	21
<b>11/03/2011</b>	<1	0.4	<1	<2	15
<b>13/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	10
<b>15/03/2011</b>	<1	1.9	<1	<2	8
<b>17/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	4
<b>19/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	7
<b>21/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	6
<b>23/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	6
<b>25/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	6
<b>27/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	6
<b>29/03/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	3
<b>31/03/2011</b>	<1	0.2	<1	2.5	9.6
<b>02/04/2011</b>	1.1	1.0	<1	3.6	10.9
<b>04/04/2011</b>	<1	<0.2	<1	2.6	7.6
<b>06/04/2011</b>	<1	<0.2	<1	3.9	4
<b>08/04/2011</b>	<1	0.5	<1	3.0	16
<b>10/04/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	5
<b>12/04/2011</b>	<1	0.4	<1	<2	7
<b>14/04/2011</b>	<1	0.4	<1	<2	5
<b>16/04/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	4
<b>18/04/2011</b>	<1	<0.2	<1	<2	11
<b>22/04/2011</b>	1.0	0.6		5.2	9.6
<b>24/04/2011</b>	<1	<0.2		2.9	6
<b>26/04/2011</b>	<1	<0.2		4.1	4.6
<b>28/04/2011</b>	<1	<0.2		<2	3.6
<b>30/04/2011</b>	<1	<0.2		2.4	4.5
<b>02/05/2011</b>	<1	<0.2		3.6	5.6
<b>04/05/2011</b>	<1	<0.2	<1	4.2	5.9
<b>06/05/2011</b>	<1	<0.2	<1	2.6	5.7
<b>08/05/2011</b>	<1	0.2	<1	3.3	9
<b>10/05/2011</b>	<1	<0.2	<1	2.3	7.2
<b>12/05/2011</b>	1.1	0.5	<1	2.9	8.8
<b>14/05/2011</b>	<1	0.5	<1	4.0	6.8
<b>16/05/2011</b>	<1	<0.2	<1	12.3	3.2
<b>18/05/2011</b>	<1	0.3	<1	7.1	4
<b>20/05/2011</b>	<1	0.2	<1	3.5	7
<b>22/05/2011</b>	<1	<0.2	<1	2.8	8.5
<b>Val.Obiettivo – VL (ng/m<sup>3</sup>) Media annuale</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>n.d.</b>	<b>20.0</b>	<b>500</b>
<b>Riferimento normativo</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>

**Riassumendo:**

	<b>Arsenico (As)</b>	<b>Cadmio (Cd)</b>	<b>Mercurio (Hg)</b>	<b>Nichel (Ni)</b>	<b>Piombo (Pb)</b>
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
<b>Valore medio dei dati disponibili (N=47)</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>0.2</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
<b>Valore Obiettivo (media annua) e, per il Pb, Valore annuale per la protezione della salute umana (media annua) D.Lgs 155/10</b>	<b>6.0</b>	<b>5.0</b>	<b>n.d.</b>	<b>20.0</b>	<b>500</b>

**Idrocarburi Policiclici Aromatici**

Il monitoraggio sistematico degli IPA viene effettuato sul particolato PM10.

Gli IPA ricercati sono i seguenti: benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, crisene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3-c,d)pirene, benzo(ghi)perilene, compresi tra i 16 IPA classificati dall'EPA come "priority pollutants".

Il riferimento per la valutazione di questi dati ad oggi è il D.Lgs. 155/2010 che recepisce la Direttiva europea 2008/50/CE, il quale fissa un valore obiettivo per il **benzo(a)pirene pari a 1 ng/m<sup>3</sup> come media annuale**.

Osservando i dati riportati nelle seguenti tabelle appare ben visibile la dipendenza stagionale di questa classe di inquinanti. Pur nella brevità della serie, si nota anche che le concentrazioni di benzo(a)pirene misurate nella stazione di Bergantino nel periodo invernale sono solitamente superiori a quelle rilevate nel periodo estivo.

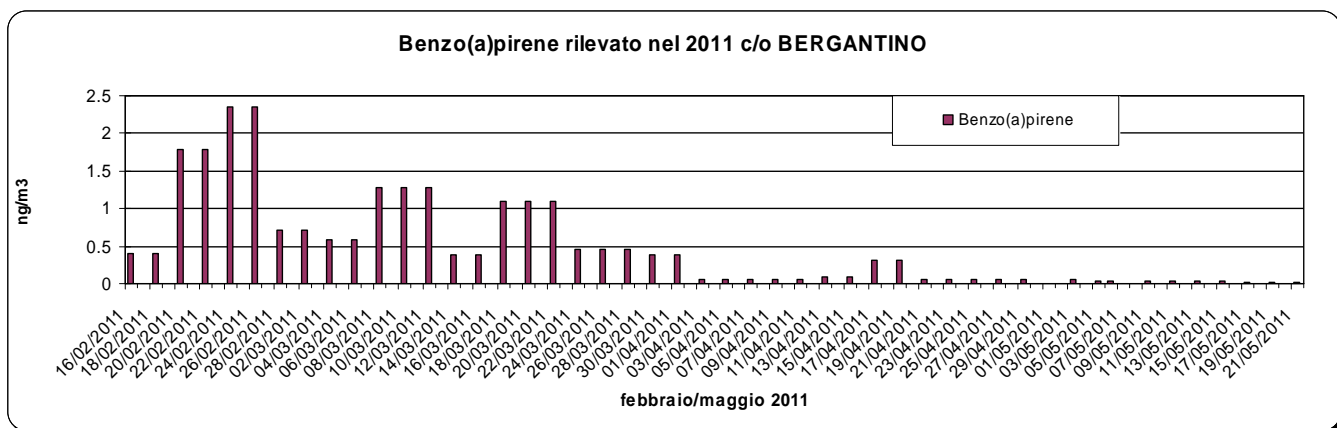
Periodo invernale	Benzo (a) antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo (ghi)perilene	Benzo (k)fluorantene	Crisene	Dibenzo (ah)antracene	Indeno(123-cd)pirene
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
16/02/2011	0.27	<b>0.41</b>	0.37	0.6	0.34	0.41	0.05	0.45
18/02/2011	0.27	<b>0.41</b>	0.37	0.6	0.34	0.41	0.05	0.45
20/02/2011	1.42	<b>1.79</b>	0.95	1.69	1.06	1.72	0.14	1.45
22/02/2011	1.42	<b>1.79</b>	0.95	1.69	1.06	1.72	0.14	1.45
24/02/2011	1.66	<b>2.36</b>	2.73	2.13	0.34	2.29	0.18	1.85
26/02/2011	1.66	<b>2.36</b>	2.73	2.13	0.34	2.29	0.18	1.85
28/02/2011	0.52	<b>0.72</b>	0.93	0.8	0.48	0.71	0.07	0.61
02/03/2011	0.52	<b>0.72</b>	0.93	0.8	0.48	0.71	0.07	0.61
04/03/2011	0.35	<b>0.58</b>	0.84	0.75	0.38	0.5	0.06	0.65
06/03/2011	0.35	<b>0.58</b>	0.84	0.75	0.38	0.5	0.06	0.65
08/03/2011	0.91	<b>1.28</b>	1.49	1.16	0.71	1.11	0.1	1.07
10/03/2011	0.91	<b>1.28</b>	1.49	1.16	0.71	1.11	0.1	1.07
12/03/2011	0.91	<b>1.28</b>	1.49	1.16	0.71	1.11	0.1	1.07
14/03/2011	0.2	<b>0.38</b>	0.52	0.5	0.25	0.27	0.04	0.42
16/03/2011	0.2	<b>0.38</b>	0.52	0.5	0.25	0.27	0.04	0.42
18/03/2011	0.69	<b>1.09</b>	1.11	1.02	0.53	0.8	0.08	0.85
20/03/2011	0.69	<b>1.09</b>	1.11	1.02	0.53	0.8	0.08	0.85
22/03/2011	0.69	<b>1.09</b>	1.11	1.02	0.53	0.8	0.08	0.85
24/03/2011	0.23	<b>0.45</b>	0.57	0.53	0.27	0.31	0.04	0.46
26/03/2011	0.23	<b>0.45</b>	0.57	0.53	0.27	0.31	0.04	0.46
28/03/2011	0.23	<b>0.45</b>	0.57	0.53	0.27	0.31	0.04	0.46
<b>Valore Obiettivo</b>	<b>1.0</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>						



Come si vede nella tabella sopra, nel periodo invernale (15/02 – 28/03/2011) la concentrazione di BaP e degli altri IPA monitorati è sempre risultata superiore al limite di rilevabilità di 0.1 ng/ m<sup>3</sup>. Probabilmente ciò è dovuto al maggiore consumo di combustibili fossili in questo periodo dell'anno (riscaldamento e autoveicoli) nonché alle condizioni meteo sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti atmosferici.

Periodo estivo	Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(ghi)perilene	Benzo(k)fluorantene	Crisene	Dibenzo(a,h)antracene	Indeno(123-cd)pirene
	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
30/03/2011	0.18	<b>0.39</b>	0.53	0.55	0.26	0.26	0.05	0.46
01/04/2011	0.18	<b>0.39</b>	0.53	0.55	0.26	0.26	0.05	0.46
03/04/2011	0.04	<b>0.06</b>	0.11	0.11	0.05	0.06	<0.02	0.08
05/04/2011	0.04	<b>0.06</b>	0.11	0.11	0.05	0.06	<0.02	0.08
07/04/2011	0.04	<b>0.06</b>	0.11	0.11	0.05	0.06	<0.02	0.08
09/04/2011	0.03	<b>0.05</b>	0.09	0.07	0.03	0.05	<0.02	0.05
11/04/2011	0.03	<b>0.05</b>	0.09	0.07	0.03	0.05	<0.02	0.05
13/04/2011	0.06	<b>0.10</b>	0.13	0.12	0.06	0.08	<0.02	0.10
15/04/2011	0.06	<b>0.10</b>	0.13	0.12	0.06	0.08	<0.02	0.10
17/04/2011	0.19	<b>0.31</b>	0.38	0.34	0.18	0.24	0.03	0.30
19/04/2011	0.19	<b>0.31</b>	0.38	0.34	0.18	0.24	0.03	0.30
21/04/2011	0.04	<b>0.06</b>	0.10	0.09	0.04	0.06	<0.02	0.08
23/04/2011	0.04	<b>0.06</b>	0.10	0.09	0.04	0.06	<0.02	0.08
25/04/2011	0.04	<b>0.06</b>	0.10	0.09	0.04	0.06	<0.02	0.08
27/04/2011	0.03	<b>0.05</b>	0.09	0.08	0.04	0.05	<0.02	0.06
29/04/2011	0.03	<b>0.05</b>	0.09	0.08	0.04	0.05	<0.02	0.06
03/05/2011	0.03	<b>0.05</b>	0.09	0.08	0.04	0.05	<0.02	0.06
05/05/2011	0.04	<b>0.03</b>	0.06	0.05	0.03	0.06	<0.02	0.03
06/05/2011	0.04	<b>0.03</b>	0.06	0.05	0.03	0.06	<0.02	0.03
09/05/2011	0.04	<b>0.03</b>	0.06	0.05	0.03	0.06	<0.02	0.03
11/05/2011	0.03	<b>0.03</b>	0.05	0.04	0.02	0.04	<0.02	0.03
13/05/2011	0.03	<b>0.03</b>	0.05	0.04	0.02	0.04	<0.02	0.03
15/05/2011	0.03	<b>0.03</b>	0.05	0.04	0.02	0.04	<0.02	0.03
17/05/2011	<0.02	<b>&lt;0.02</b>	0.02	0.03	<0.02	0.02	<0.02	0.02
19/05/2011	<0.02	<b>&lt;0.02</b>	0.02	0.03	<0.02	0.02	<0.02	0.02
21/05/2011	<0.02	<b>&lt;0.02</b>	0.02	0.03	<0.02	0.02	<0.02	0.02
<b>Valore Obiettivo (ng/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1.0</b>	<b>D.Lgs. 155/2010</b>					
<b>Media annuale di BaP</b>								

**Il valore medio per il Benzo-*a*-Pirene, in base al periodo di campionamento, risulta pari a 0.5 ng/m<sup>3</sup> pertanto inferiore al Valore Obiettivo previsto dal D.Lgs. 155/2010.**



## 9. Conclusioni

Il monitoraggio effettuato nel 2011 a Bergantino ha rilevato che le concentrazioni degli inquinanti **SO<sub>2</sub>**, **NO<sub>2</sub>**, **CO**, e **Benzene**, riferiti ai periodi temporali di misura, rientrano abbondantemente nei limiti previsti dalle normative vigenti.

Dai valori misurati nel periodo di monitoraggio per gli ossidi di azoto (**NO<sub>x</sub>**) risulta probabile il raggiungimento del livello critico previsto nel D.Lgs. 155/2010 (30 µg/m<sup>3</sup>) come valore medio annuo per la protezione dell'ecosistema.

Per quanto riguarda l'ozono (**O<sub>3</sub>**) si sono rilevati nel periodo di monitoraggio estivo a Bergantino alcuni (4) superamenti della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) e numerosi superamenti dell'obiettivo a lungo termine pari a 120 µg/m<sup>3</sup>.

Relativamente ai dati sul particolato inalabile (**PM<sub>10</sub>**) si riscontra che:

- **nel periodo invernale** su 41 giorni di misura validati sono stati rilevati 11 giorni di superamento del valore limite di 24 ore (50 µg/m<sup>3</sup>) per la protezione della salute umana dalle polveri inalabili PM<sub>10</sub> da non superarsi per più di 35 giorni/anno, con una percentuale 26.9 % di giorni di superamento su giorni validi monitorati;
- **nel periodo estivo** si sono rilevati 5 superamenti dei valori limite giornalieri previsti dalla legge su 54 giorni validati (9.3 % giorni di superamento).

Data la buona correlazione dei dati PM<sub>10</sub> tra le centraline di Bergantino e Villafora, si può affermare che probabilmente i limiti di esposizione acuta sono stati superati anche a Bergantino nel 2011, così come in molte altre aree del territorio provinciale/regionale. Nella centralina di Villafora durante l'anno 2011 abbiamo rilevato 93 giorni di superamento del Valore Limite di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare per legge più di 35 volte l'anno.

Per quanto riguarda il limite di esposizione cronica, o meglio il valore limite come media annuale (pari a 40 µg/m<sup>3</sup>), probabilmente non è stato superato (valore medio del periodo invernale a Bergantino: 43.7 µg/m<sup>3</sup>; del periodo estivo: 33.3 µg/m<sup>3</sup>), anche in base ad un confronto con i dati della centralina fissa di Villafora presa come riferimento: media annua pari a 39.8 µg/m<sup>3</sup> con N=352 giorni validi monitorati.

**COMUNE DI BERGANTINO  
CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE**

**ESPOSIZIONE ACUTA:**

Inquinante	Tipo Limite	Valore limite	Riferimento legislativo	Risultati
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	500 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
SO <sub>2</sub>	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	350 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
SO <sub>2</sub>	Limite di 24 ore da non superare più di 3 volte per anno civile	125 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	400 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
NO <sub>2</sub>	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	200 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 ore da non superare più di 35 volte per anno civile	50 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	16 superamenti nel periodo di monitoraggio
CO	Valore Limite_media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione Media 1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	4 superamenti
O <sub>3</sub>	Soglia di allarme Media 1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	0 superamenti
O <sub>3</sub>	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (media mobile su 8 ore, massima giornaliera)	120 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	35 superamenti nel periodo di monitoraggio

**COMUNE DI BERGANTINO  
CONFRONTO CON I LIMITI DI LEGGE**

**ESPOSIZIONE CRONICA:**




Inquinante	Tipo Limite	Valore limite	Riferimento legislativo	Risultati
SO <sub>2</sub>	Livello Critico per la protezione della Vegetazione_media annua	20 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	1.6 µg/m <sup>3</sup> *
NO <sub>2</sub>	Valore limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	21.5 µg/m <sup>3</sup> *
NO <sub>x</sub>	Livello Critico per la protezione della vegetazione_media annua	30 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	36.4 µg/m <sup>3</sup> *
PM <sub>10</sub>	Valore limite annuale. Media Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	39.8 µg/m <sup>3</sup> *
O <sub>3</sub>	Valore Obiettivo per la protezione della salute umana da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (media mobile su 8 ore, massima giornaliera)	120 µg/m <sup>3</sup>	D.Lgs. 155/2010	57 superamenti in media su 3 anni







\*: calcolato sui dati annuali disponibili presso la stazione fissa di riferimento di Villafora.

## 10. Scheda sintetica di valutazione

La scheda ha l'obiettivo di presentare in forma sintetica una valutazione riassuntiva dello stato di qualità dell'aria nel sito di BERGANTINO durante il periodo di monitoraggio 2011. Nella scheda sono riportati gli indicatori, il riferimento normativo (ove applicabile) ed il relativo giudizio sintetico.

Nella legenda seguente sono rappresentati i simboli utilizzati per esprimere in forma sintetica le valutazioni sopra ricordate.

Simbolo	Giudizio sintetico
	<i>Positivo</i>
	<i>Intermedio</i>
	<i>Negativo</i>
?	<i>Informazioni incomplete o non sufficienti</i>

Parametro	Riferimento normativo	Giudizio sintetico	Sintesi dei principali elementi di valutazione
<i>Polveri fini (PM10)</i>	D. Lgs. 155/2010		<i>16 superamenti del valore limite giornaliero nel periodo di monitoraggio.</i>
<i>Ozono (O<sub>3</sub>)</i>	D. Lgs. 155/2010		<i>35 superamenti del valore obiettivo di 120 µg/m<sup>3</sup>. 4 superamenti della soglia di informazione e nessuno della soglia di allarme.</i>
<i>Anidride solforosa (SO<sub>2</sub>)</i>	D. Lgs. 155/2010		<i>Concentrazione ampiamente inferiore al limite previsto dalla normativa.</i>
<i>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</i>	D. Lgs. 155/2010		<i>Concentrazione ampiamente inferiore al limite previsto dalla normativa.</i>
<i>Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)</i>	D. Lgs. 155/2010		<i>Si ipotizza lieve superamento dei limiti di legge per la protezione dell'ecosistema (30 µg/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Monossido di carbonio (CO)</i>	D. Lgs. 155/2010		<i>Concentrazione ampiamente inferiore al limite previsto dalla normativa.</i>

