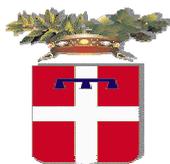


PROVINCIA DI TORINO



AREA AMBIENTE,
PARCHI, RISORSE IDRICHE
E TUTELA DELLA FAUNA



*CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA
CON UTILIZZO DEL LABORATORIO MOBILE
NEL COMUNE DI
BUSSOLENO*



RELAZIONE CONCLUSIVA

La Stazione Mobile di rilevamento della qualità dell'aria è messa a disposizione dall'**Area Ambiente, Parchi, Risorse Idriche e Tutela della Fauna** della Provincia di Torino.

L'organizzazione della campagna di monitoraggio e la stesura della presente relazione sono state curate dall'**Area Tematica Modellistica ed Emissioni** del Dipartimento di Grugliasco dell'A.R.P.A.,.

La gestione tecnica del laboratorio mobile, le operazioni di prelievo di aeriformi e l'elaborazione dei dati sono state curate dal **Laboratorio Gestione strumentazione mobile e fissa - rilevamento dati in ambienti di vita e di lavoro**.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dai **Laboratori Strumentali di Gascromatografia/HPLC, Gascromatografia/Spettrometria di Massa e Assorbimento Atomico/ I.C.P.** del Dipartimento di Grugliasco.

Si ringrazia il personale degli **Uffici Tecnici del Comune di Bussoleno** per la collaborazione prestata.

SOMMARIO

1 - CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
L'aria e i suoi inquinanti	5
Il quadro normativo	7
2 - LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	10
Obiettivi del monitoraggio	11
Descrizione della campagna	13
Elaborazione dati meteorologici	14
Elaborazione statistica dati di inquinamento atmosferico	26
<i>Rappresentazione media oraria e giornaliera - Superamento dei limiti di legge</i>	26
Elaborazione grafica dati di inquinamento atmosferico	33
<i>Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge</i>	33
<i>Giorno medio</i>	33
<i>Ozono</i>	33
Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)	59
Metalli	60
Composti organici volatili (V.O.C.)	61
3 - CONCLUSIONI	66
Conclusioni relative alla campagna di monitoraggio effettuata con il Laboratorio Mobile	67
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	69

CAPITOLO 1

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'aria e i suoi inquinanti

Dal punto di vista dell'igiene ambientale, per inquinamento dell'aria si intende qualsiasi variazione nella sua composizione - determinata da fattori naturali e/o artificiali - dovuta all'immissione di sostanze la cui natura e concentrazione sono tali da costituire pericolo o quantomeno pregiudizio per la salute umana o per l'ambiente in generale.

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metrocubo (ng/m³) al microgrammo per metrocubo (µg/mc³).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- Emissioni veicolari;
- Emissioni industriali;
- Combustione da impianti termoelettrici;
- Combustione da riscaldamento domestico;
- Smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera. Si possono dividere tali sostanze in due grandi gruppi: al primo gruppo appartengono gli inquinanti emessi direttamente da sorgenti specifiche (**inquinanti primari**), al secondo quelli che si producono a causa dell'interazione di due o più inquinanti primari per reazione con i normali costituenti dell'atmosfera, con o senza fotoattivazione (**inquinanti secondari**).

Nella Tabella 1 sono indicate le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei punti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, irraggiamento solare).

Per una descrizione completa dei singoli inquinanti, dei danni causati e dei metodi di misura si rimanda alla pubblicazione "**Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 1999**", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e dall'ARPA, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Provincia.

Alla medesima pubblicazione si rimanda per una descrizione approfondita dei fenomeni meteorologici e del significato delle grandezze misurate.

Tabella 1 - Sorgenti dei principali inquinanti

INQUINANTE	TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI A BENZINA	TRAFFICO AUTOVEICOLARE VEICOLI DIESEL	EMISSIONI INDUSTRIALI	COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI LIQUIDI O SOLIDI	COMBUSTIONI FISSE ALIMENTATE CON COMBUSTIBILI GASSOSI
BIOSSIDO DI ZOLFO					
BIOSSIDO DI AZOTO					
OZONO					
BENZENE					
MONOSSIDO DI CARBONIO					
PARTICOLATO SOSPESO					
CADMIO					
NICHEL					
PIOMBO					
BENZO(a)PIRENE					

 *Fonti principali*

 *Fonti secondarie*

Il quadro normativo

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti più rilevanti dal punto di vista quantitativo. Detti limiti sono essenzialmente di due tipi:

- il primo tipo di limite (**valore limite , valore guida, obiettivo di qualità**) fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure sul lungo periodo (usualmente un anno);
- il secondo tipo di limite (**livello di attenzione e livello di allarme**) fa riferimento alla prevenzione a breve termine, in presenza di fenomeni acuti di inquinamento.

In particolare, in base alle definizioni normative, il livello di attenzione è la concentrazione di inquinante che - se superata in maniera persistente nel tempo - può portare ad una situazione di rischio ambientale e sanitario, mentre il livello di allarme corrisponde alla concentrazione di inquinante il cui superamento indica già di per sé una situazione di rischio ambientale e sanitario.

Nella Tabella 2 sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti in ambiente esterno.

Nel prossimo futuro è prevedibile una ulteriore evoluzione normativa a seguito del recepimento delle più recenti Direttive UE, che introducono nuovi valori di riferimento per biossido di zolfo, ossidi di azoto, particelle e piombo (Direttiva 1999/30/CE), monossido di carbonio e benzene (Direttiva 2000/69/CE).

Si rimanda ancora alla citata pubblicazione "**Uno sguardo all'aria**" per una visione più ampia del quadro normativo.

Tabella 2 - Valori di attenzione e di allarme per gli inquinanti previsti nella normativa vigente

INQUINANTE	RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
Biossido di zolfo espresso come SO ₂	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	mediana delle concentrazioni medie giornaliere	anno (1 aprile - 31 marzo)	80 µg/m ³
		98° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (1)	anno (1 aprile - 31 marzo)	250 µg/m ³
		mediana delle concentrazioni medie giornaliere	inverno (1 ottobre - 31 marzo)	130 µg/m ³
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media delle concentrazioni medie giornaliere	anno (1 aprile - 31 marzo)	40 - 60 µg/m ³
		media giornaliera	ogni giorno	100 - 150 µg/m ³
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M.25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	125 µg/m ³
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera (2)	ogni giorno	250 µg/m ³
Biossido di azoto espresso come NO ₂	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	98° percentile delle concentrazioni medie orarie	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	200 µg/m ³
	VALORE GUIDA (D.P.R.. 203/88)	50° percentile delle concentrazioni medie orarie	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	50 µg/m ³
		98° percentile delle concentrazioni medie orarie	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	135 µg/m ³
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	ogni giorno	200 µg/m ³
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	ogni giorno	400 µg/m ³
Particelle sospese totali esprese come PTS	STANDARD DI QUALITA' (D.P.C.M. 28/3/83)	media delle concentrazioni medie giornaliere (3)	anno (1 aprile - 31 marzo)	150 µg/m ³
		95° percentile delle concentrazioni medie giornaliere (3)	anno (1 aprile - 31 marzo)	300 µg/m ³
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media concentrazioni medie giornaliere (4)	anno (1 aprile - 31 marzo)	40 - 60 µg/m ³
		media giornaliera (4)	ogni giorno	100 - 150 µg/m ³
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 25/11/94)	media giornaliera (3)	ogni giorno	150 µg/m ³
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera (3)	ogni giorno	300 µg/m ³
Monossido di carbonio espresso come CO	STANDARD DI QUALITA' (D.P.C.M. 28/3/83)	media di 8 ore (5)	8 ore	10 mg/m ³
		media oraria	1 ora	40 mg/m ³
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	1 ora	15 mg/m ³
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	media oraria	1 ora	30 mg/m ³
Ozono espresso come O ₃	STANDARD DI QUALITA' (D.P.C.M. 28/3/83)	media oraria (6)	1 mese	200 µg/m ³
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media (mobile trascinata) su 8 ore (7)	8 ore	110 µg/m ³
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	200 µg/m ³
		media giornaliera	ogni giorno	65 µg/m ³
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	180 µg/m ³
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	360 µg/m ³

(segue tabella)

(continua tabella)

Piombo espresso come Pb	STANDARD DI QUALITA' (D.P.C.M. 28/3/83)	media delle concentrazioni medie di 64 ore	anno (1 aprile - 31 marzo)	2 µg/m ³
Particolato sospeso espresso come PM10	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (8)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	40 µg/m ³
BENZENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (8)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	10 µg/m ³
BENZO(A)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (9)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

(1): Si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 giorni consecutivi.

(2): Ai sensi del D.P.R. 203/88 il limite non può essere superato per più del 2% delle misure valide su base annua e si devono prendere tutte i provvedimenti atti ad evitare il superamento di questo valore per più di 3 giorni consecutivi.

(3): Misurate con il metodo gravimetrico.

(4): Misurate con il metodo dei fumi neri.

(5): La media di 8 ore deve essere effettuata nelle seguenti fasce orarie: 0:00÷8:00, 8:00÷16:00, 16:00÷24:00 (ISTISAN 87/5).

(6): La concentrazione di 200 µg/m³ non deve essere raggiunta più di una volta al mese.

(7): La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h÷(h-8); deve essere assicurato al minimo il calcolo di medie mobili, con parziale sovrapposizione, calcolata 4 volte al giorno sulla base degli 8 valori orari relativi agli intervalli: 0:00÷8:00, 8:00÷16:00, 12:00÷20:00, 16:00÷24:00 (ore solari).

(8): Le misure devono essere effettuate, in modo discontinuo, per almeno 15 giorni al mese.

(9): La frequenza di campionamento è pari a 1 prelievo ogni z giorni, ove z=3÷6; z può essere maggiore di 7 in ambienti rurali; in nessun caso z deve essere pari a 7.

CAPITOLO 2

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Obiettivi del monitoraggio

A seguito della richiesta dell'Amministrazione comunale di Bussoleno è stato effettuato un monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale, in due diversi periodi dell'anno. La Relazione Preliminare, relativa al primo periodo, è già stata inviata alle Amministrazioni competenti.

L'obiettivo del monitoraggio era la valutazione dell'incidenza - sulla qualità dell'aria - dell'inquinamento generato dal traffico veicolare in transito sull'autostrada TORINO-BARDONECCHIA (galleria "Prapontin" – finestra di S. Petronilla e uscita est in zona "Ravoiretta/Franca") e nel tratto di SS 25 che attraversa l'abitato.

La scelta della postazione di monitoraggio deve essere effettuata sulla base delle seguenti considerazioni:

- rispetto sia dei criteri generali individuati dalla direttiva dell'Istituto Superiore di Sanità (documento ISTISAN 89/10) per quanto riguarda il posizionamento sul territorio delle stazioni di rilevamento, sia delle disposizioni previste nei vari Decreti del Ministero dell'Ambiente relativamente alle modalità di monitoraggio della qualità dell'aria; in particolare, il sito nel quale viene posizionato il Laboratorio Mobile non dovrebbe essere confinato da infrastrutture a breve distanza;
- significatività della situazione monitorata ai fini dell'obiettivo prefissato.

A seguito dei sopralluoghi effettuati - finalizzati all'individuazione di siti corrispondenti alle caratteristiche sopra citate - e in accordo con le procedure di intervento definite nel corso dei colloqui con l'Amministrazione, il sito di monitoraggio è stato identificato nella Piazzetta del Moro, nel comune di Bussoleno (Figura 1).

In base alla postazione così individuata, il Laboratorio Mobile può essere identificato come **stazione di monitoraggio di tipo "C"**, secondo la definizione data dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 20 maggio 1991.

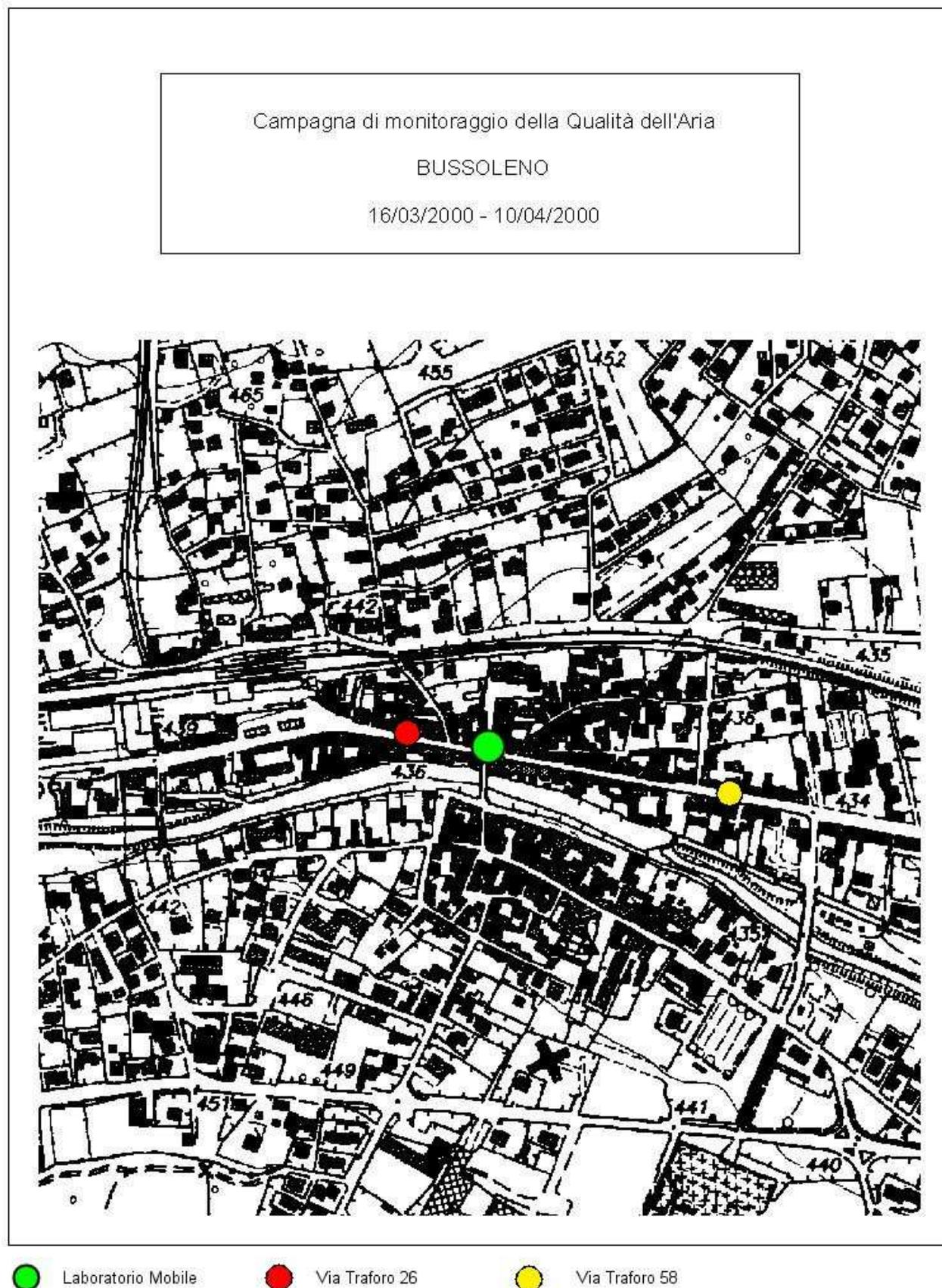
La presenza di diversi fabbricati nei dintorni non ha permesso un corretto posizionamento della strumentazione di rilevamento dei dati anemologici. I dati relativi a velocità e direzione del vento possono pertanto essere soggetti ad inaccuratezze.

Va sottolineato che i dati acquisiti nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate con il Laboratorio Mobile non permettono di effettuare una trattazione in termini statistici, secondo quanto previsto dalla normativa per la qualità dell'aria, ma forniscono un quadro - seppure limitato dal punto di vista temporale - della situazione di inquinamento atmosferico relativa al comune di Bussoleno.

Una trattazione completa - secondo quanto previsto dalla normativa vigente - dovrebbe prevedere infatti campagne di monitoraggio caratterizzate da una durata tale da comprendere almeno 300 giornate di rilevamento, uniformemente distribuite nel corso dell'anno (ISTISAN 87/6).

Nel nostro caso, invece, dove il periodo di monitoraggio si è protratto complessivamente per **92** giorni, ripartiti rispettivamente in **66 (38 + 28)** giorni nel primo periodo e **26** giorni nel secondo periodo, i dati acquisiti ci permettono di formulare una valutazione presuntiva degli andamenti stagionali per i vari inquinanti.

Figura 1 - Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile



Descrizione della campagna

Il **primo monitoraggio** è stato suddiviso in due periodi distinti: il primo fra il 23 giugno ed il 30 luglio 1999 (indicato nelle pagine seguenti come LUGLIO 1999), il secondo fra il 3 ed il 30 agosto 1999 (indicato nelle pagine seguenti come AGOSTO 1999). Tale monitoraggio si colloca nel semestre caldo, nel quale risultano attive due fra le sorgenti principali di inquinamento dell'aria (traffico e industria), mentre è assente il contributo dato dal riscaldamento. Le condizioni atmosferiche di questo periodo sono rappresentative di una situazione di criticità medio-bassa per tutti gli inquinanti, ad eccezione dell'ozono.

Il **secondo monitoraggio** è stato invece eseguito fra il 16 marzo ed il 10 aprile 2000 (indicato di seguito come MARZO 2000), periodo che ci consente di valutare l'inquinamento atmosferico in una situazione nella quale le tre principali sorgenti di inquinamento dell'aria risultano ancora operative. Le condizioni atmosferiche, inoltre, sono più sfavorevoli sia alla dispersione degli inquinanti che alla formazione di inquinanti fotochimici.

Nel corso della campagna è stato effettuato - presso il Laboratorio Mobile - il monitoraggio in continuo dei seguenti inquinanti: monossido di carbonio (CO), biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃), polveri totali sospese (PTS).

Sono stati effettuati anche prelievi discontinui di aeriformi - presso la frazione San Petronilla e presso il Laboratorio Mobile - atti a determinare la concentrazione e la tipologia dei principali Composti Organici Volatili (VOC), degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei metalli (piombo, cadmio, nichel e vanadio) presenti nell'aria. Tali prelievi, relativi ad un ambito temporale di 24 ore, si ritiene che forniscano indicazioni di massima sulle concentrazioni degli inquinanti non analizzabili in continuo (microinquinanti organici - in particolare benzene e benzo(a)pirene - e metalli tossici).

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento Subprovinciale di Grugliasco (Area Tematica Modellistica ed Emissioni), a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Elaborazione dati meteorologici

In questo paragrafo vengono presentati i dati meteoclimatici registrati durante sia durante la prima (giugno-agosto 1999) che la seconda campagna di monitoraggio (marzo-aprile 2000).

Nelle pagine successive sono riportate le elaborazioni grafiche che mostrano gli andamenti orari per i seguenti parametri:

V.V.	-	Velocità Vento	-	m/sec.
D.V.	-	Direzione Vento	-	gradi
T.A	-	Temperatura Aria	-	°C
U.R.	-	Umidità relativa	-	%
R.S.T.	-	Radiazione solare	-	W/m ²
P.A.	-	Pressione atmosferica	-	mbar

Per quanto riguarda la radiazione solare netta (R.S.N.), al sensore del radiometro differenziale è stato riscontrato un problema tecnico: i valori relativi a tale parametro - rilevati nel corso di entrambe le campagne di monitoraggio - sono stati pertanto invalidati. Si fa presente, quindi, che i dati di R.S.N. trasmessi nella Relazione Preliminare sono da considerarsi non corretti.

Relativamente a tutto il periodo di monitoraggio è stata effettuata una elaborazione riportante valori minimo, massimo, medio e deviazione standard delle medie orarie (Tabelle 3, 4 e 5).

Il sito utilizzato per l'indagine è interamente circondato da edifici, le cui altezze sono tali da impedire una corretta acquisizione dei dati di velocità e direzione del vento; non è stata effettuata, quindi, alcuna rappresentazione grafica volta ad evidenziare direzioni prevalenti ed eventuali alternanze nel corso del ciclo giorno-notte. Si può comunque ipotizzare una direzione del vento parallela all'asse della valle, con brezza di valle durante le ore diurne e brezza di monte nel corso delle ore notturne; tale andamento generale può appunto subire variazioni anche determinanti a causa della presenza di edifici nel centro cittadino.

Tabella 3: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al mese di LUGLIO 1999

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	10.0
Valore massimo:	33.0
Valore medio:	22.9
Valore mediana:	22.5
Deviaz.Standard:	4.5

parametro	U.R. %
Valore minimo:	17
Valore massimo:	99
Valore medio:	65
Valore mediana:	66
Deviaz.Standard:	18

parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	0
Valore massimo:	866
Valore medio:	195
Valore mediana:	33
Deviaz.Standard:	274

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	959
Valore massimo:	987
Valore medio:	974
Valore mediana:	974
Deviaz.Standard:	6

parametro (calme escluse)	V.V. m/sec
% calme (misure < 0.5 m/sec):	95.5
Valore minimo:	0.5
Valore massimo:	0.8
Valore medio:	0.6
Deviaz.Standard:	0.1

% direzione vento (calme escluse)	
ore diurne	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	6
S	72
SSW	6
SW	0
WSW	3
W	0
WNW	0
NW	6
NNW	8
N°eventi (diurno - calme escluse)	36

% direzione vento (calme escluse)	
ore notturne	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	100
N°eventi (notturno - calme escluse)	5

% direzione vento (calme escluse)	
ore totali	
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	5
S	63
SSW	5
SW	0
WSW	2
W	0
WNW	0
NW	5
NNW	20
N°eventi (totale - calme escluse)	41

Tabella 4: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al mese di AGOSTO 1999

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	14.0
Valore massimo:	33.0
Valore medio:	23.4
Valore mediana:	23.0
Deviaz.Standard:	3.8

parametro	U.R. %
Valore minimo:	31
Valore massimo:	100
Valore medio:	79
Valore mediana:	81
Deviaz.Standard:	15

parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	0
Valore massimo:	833
Valore medio:	148
Valore mediana:	18
Deviaz.Standard:	222

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	954
Valore massimo:	987
Valore medio:	973
Valore mediana:	974
Deviaz.Standard:	8

parametro (calme escluse)	V.V. m/sec
% calme (misure < 0.5 m/sec):	97.9
Valore minimo:	0.5
Valore massimo:	0.9
Valore medio:	0.6
Deviaz.Standard:	0.1

% direzione vento (calme escluse)	
ore diurne	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	8
S	50
SSW	17
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	8
NNW	17
N° eventi (diurno - calme escluse)	
12	

% direzione vento (calme escluse)	
ore notturne	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	100
N° eventi (notturno - calme escluse)	
2	

% direzione vento (calme escluse)	
ore totali	
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	7
S	43
SSW	14
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	7
NNW	29
N° eventi (totale - calme escluse)	
14	

Tabella 5: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al mese di MARZO 2000

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	3.0
Valore massimo:	25.0
Valore medio:	11.4
Valore mediana:	11.0
Deviaz.Standard:	4.3

parametro	U.R. %
Valore minimo:	17
Valore massimo:	99
Valore medio:	73
Valore mediana:	75
Deviaz.Standard:	23

parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	0
Valore massimo:	860
Valore medio:	114
Valore mediana:	4
Deviaz.Standard:	191

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	930
Valore massimo:	987
Valore medio:	960
Valore mediana:	962
Deviaz.Standard:	15

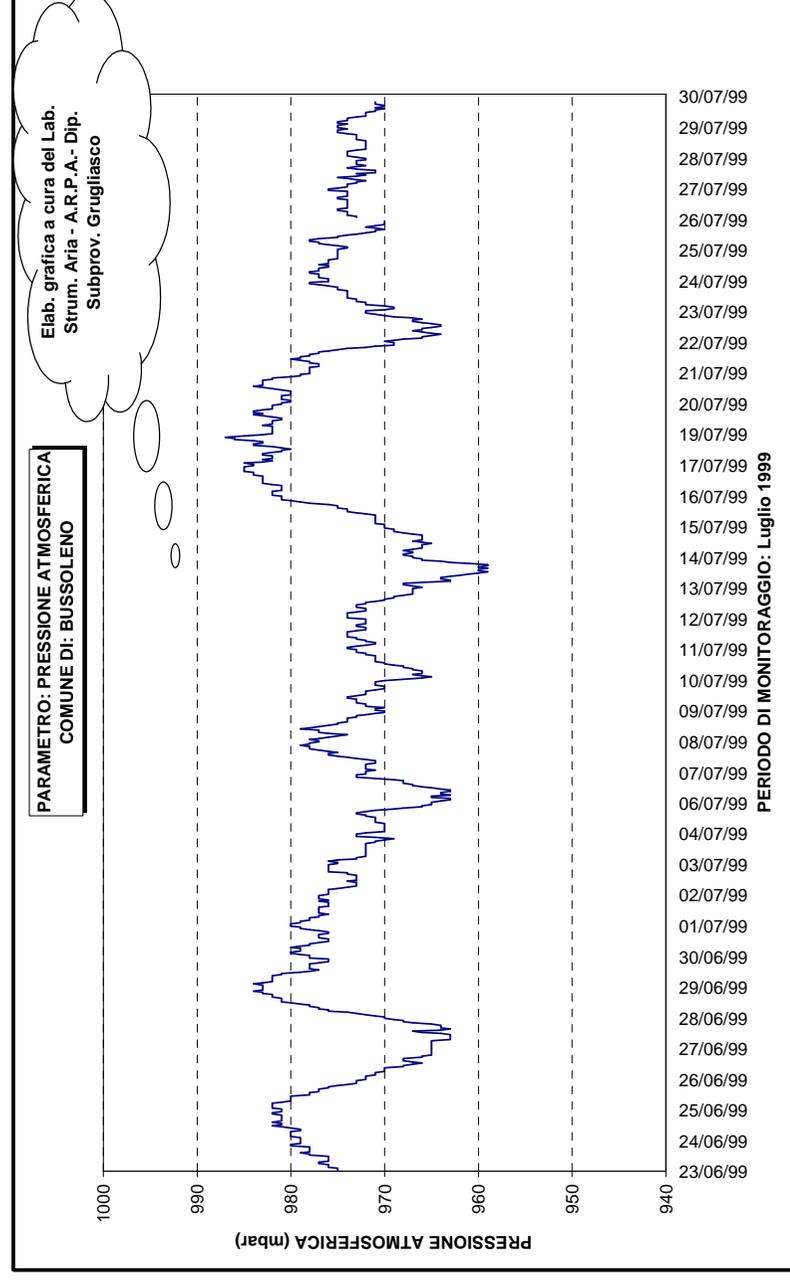
parametro (calme escluse)	V.V. m/sec
% calme (misure < 0.5 m/sec):	92.6
Valore minimo:	0.5
Valore massimo:	1.8
Valore medio:	0.7
Deviaz.Standard:	0.3

% direzione vento (calme escluse)	
ore diurne	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	7
ESE	0
SE	0
SSE	4
S	64
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	25
NNW	0
N°eventi (diurno - calme escluse)	
28	

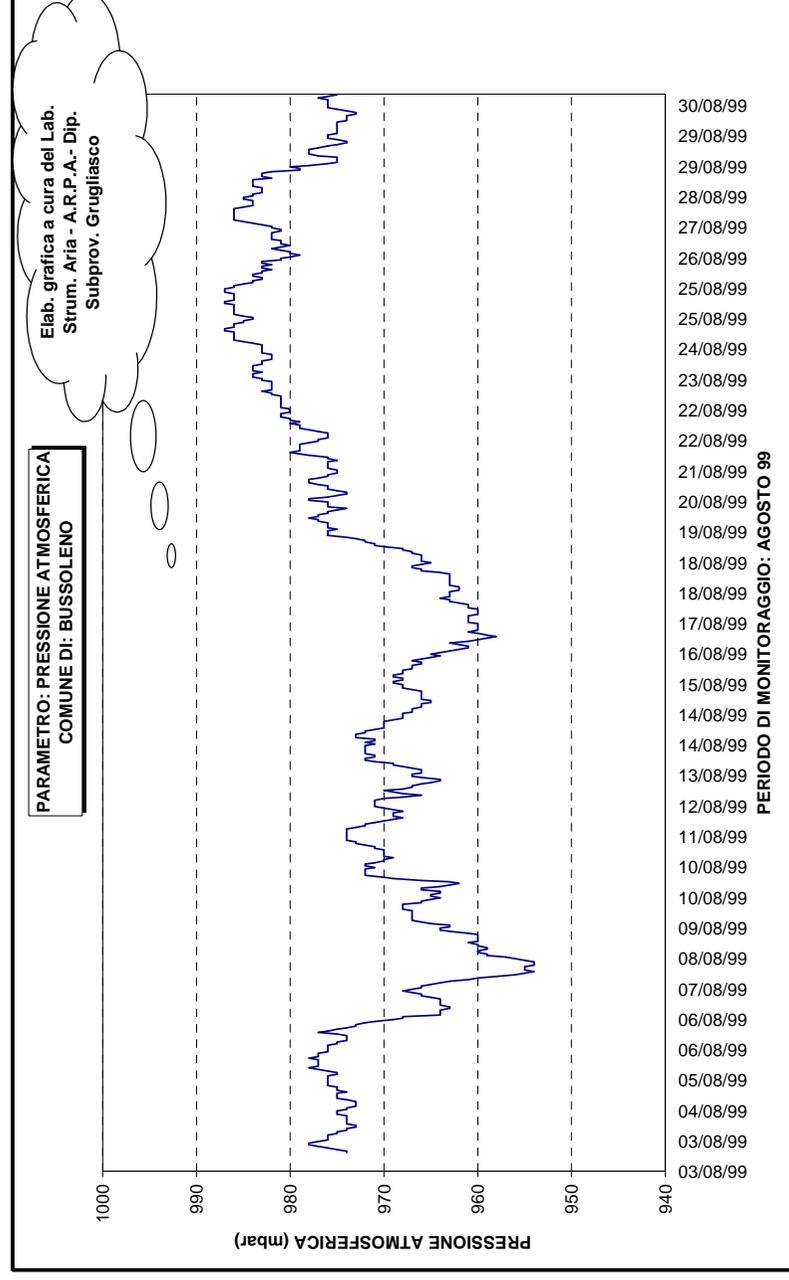
% direzione vento (calme escluse)	
ore notturne	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	61
NNW	39
N°eventi (notturno - calme escluse)	
18	

% direzione vento (calme escluse)	
ore totali	ora-ora
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	4
ESE	0
SE	0
SSE	2
S	39
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	39
NNW	15
N°eventi (totale - calme escluse)	
46	

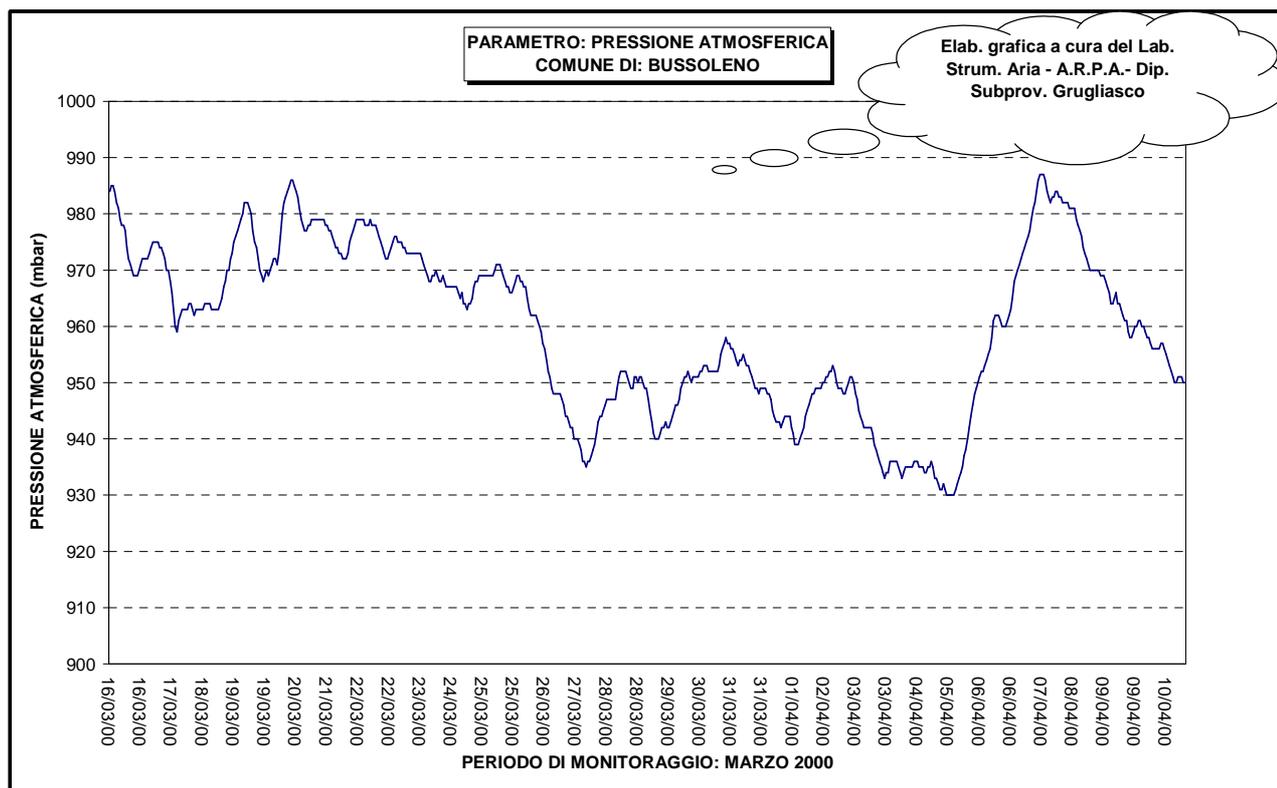
parametro Pressione Atmosferica - LUGLIO 1999



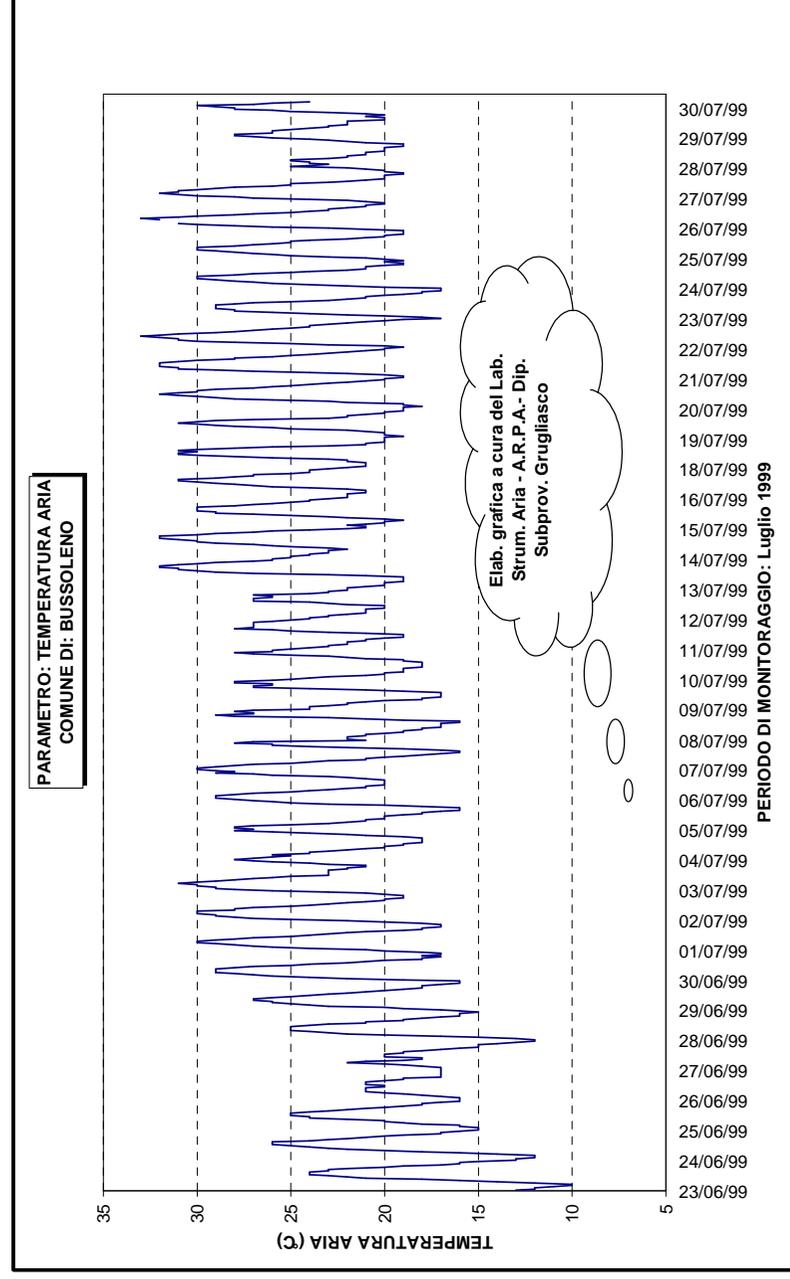
parametro Pressione Atmosferica - AGOSTO 1999



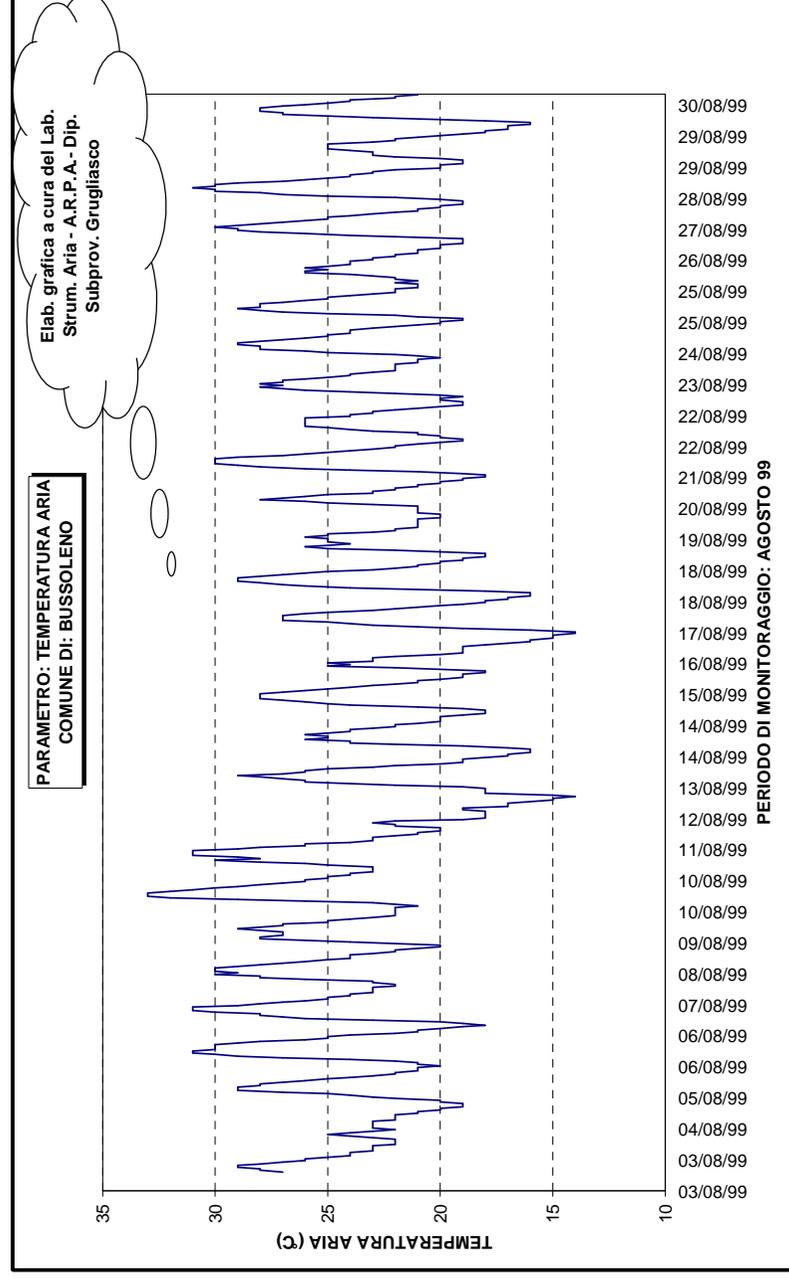
parametro Pressione Atmosferica - MARZO 2000



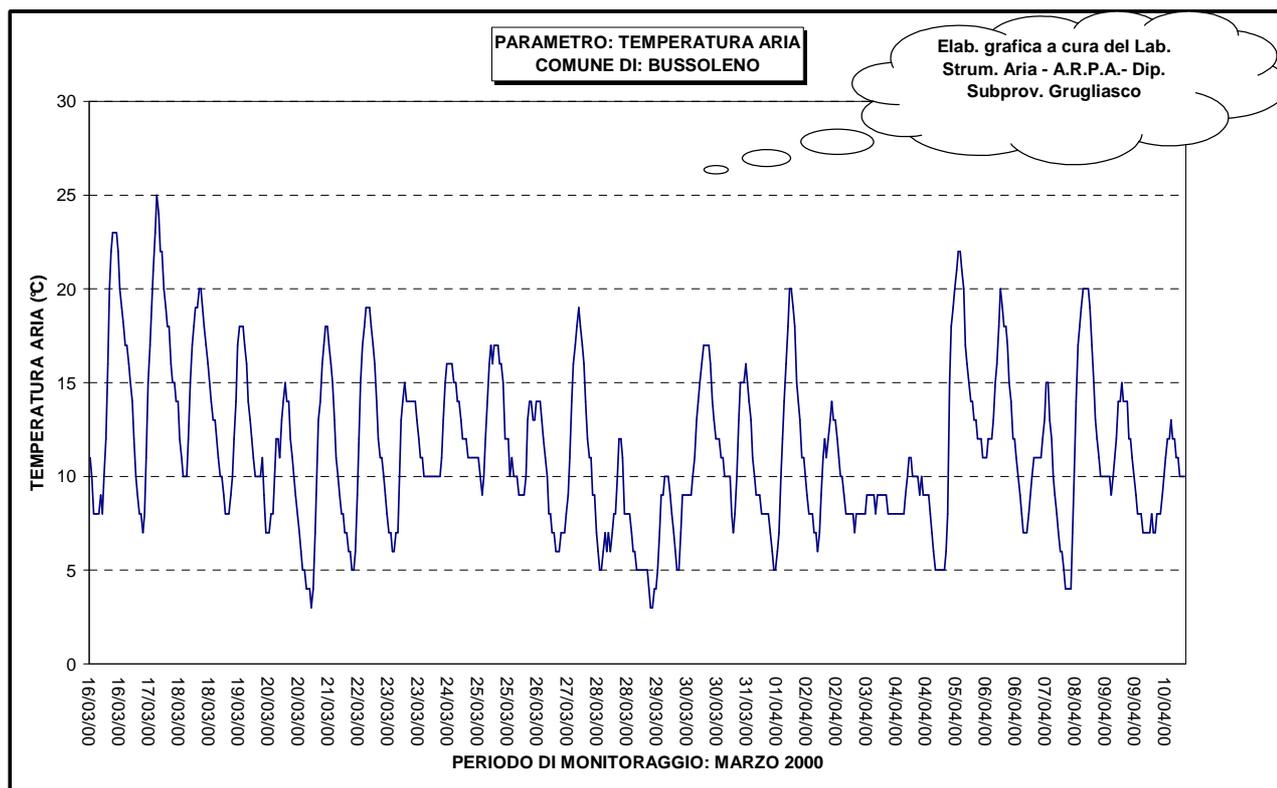
parametro Temperatura Aria – LUGLIO 1999



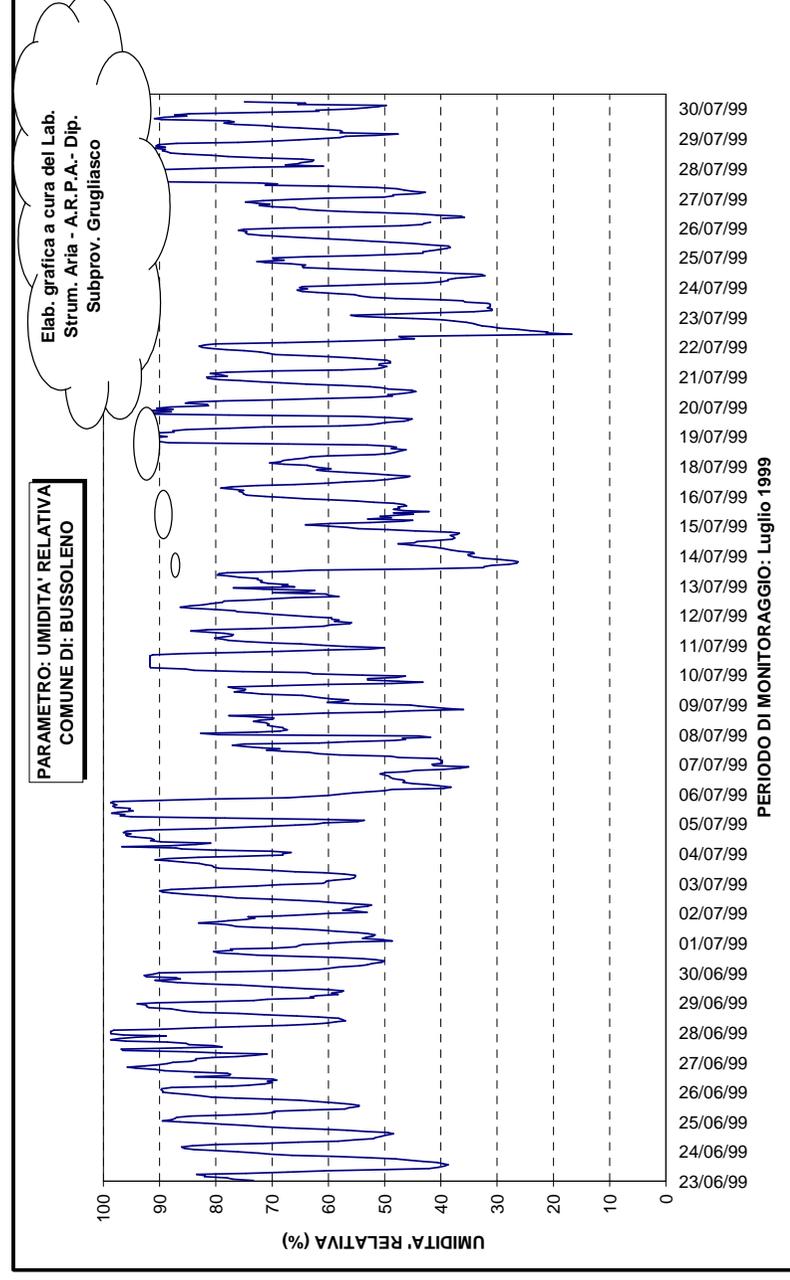
parametro Temperatura Aria – AGOSTO 1999



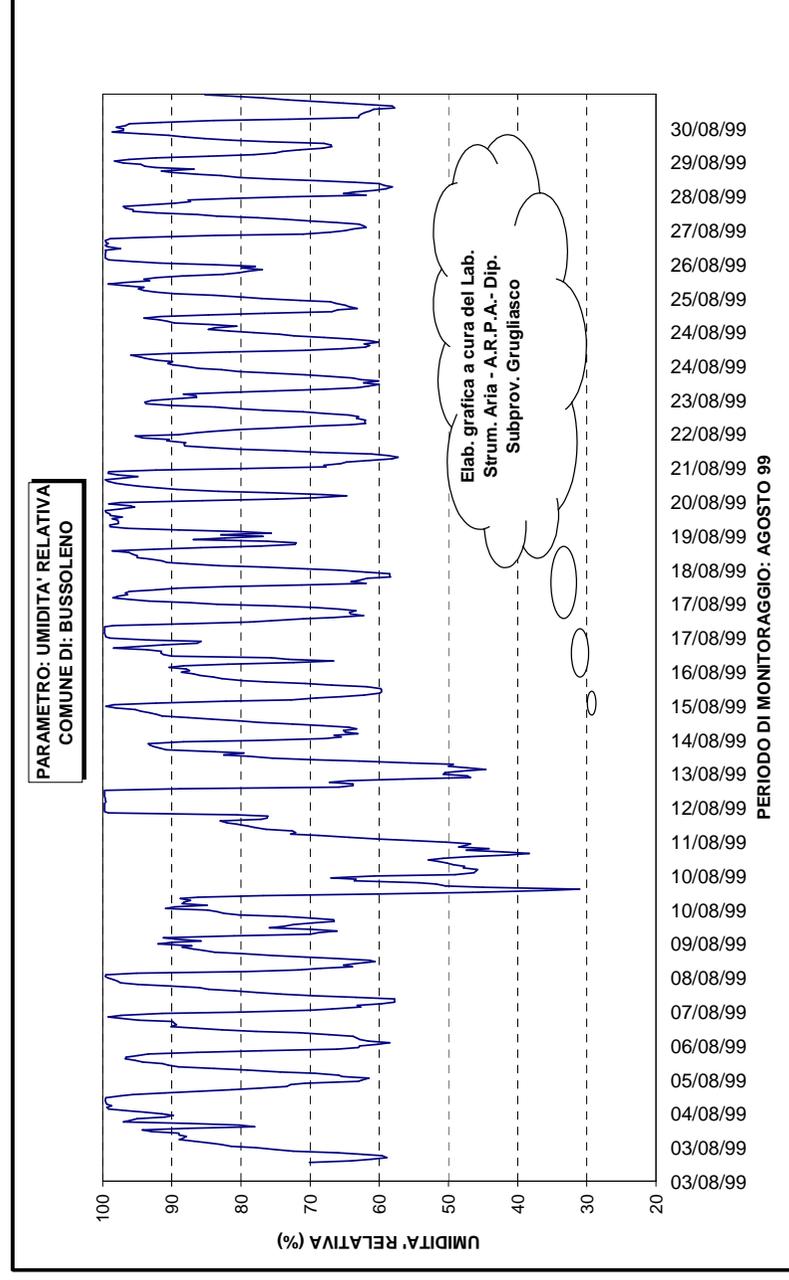
parametro Temperatura Aria – MARZO 2000



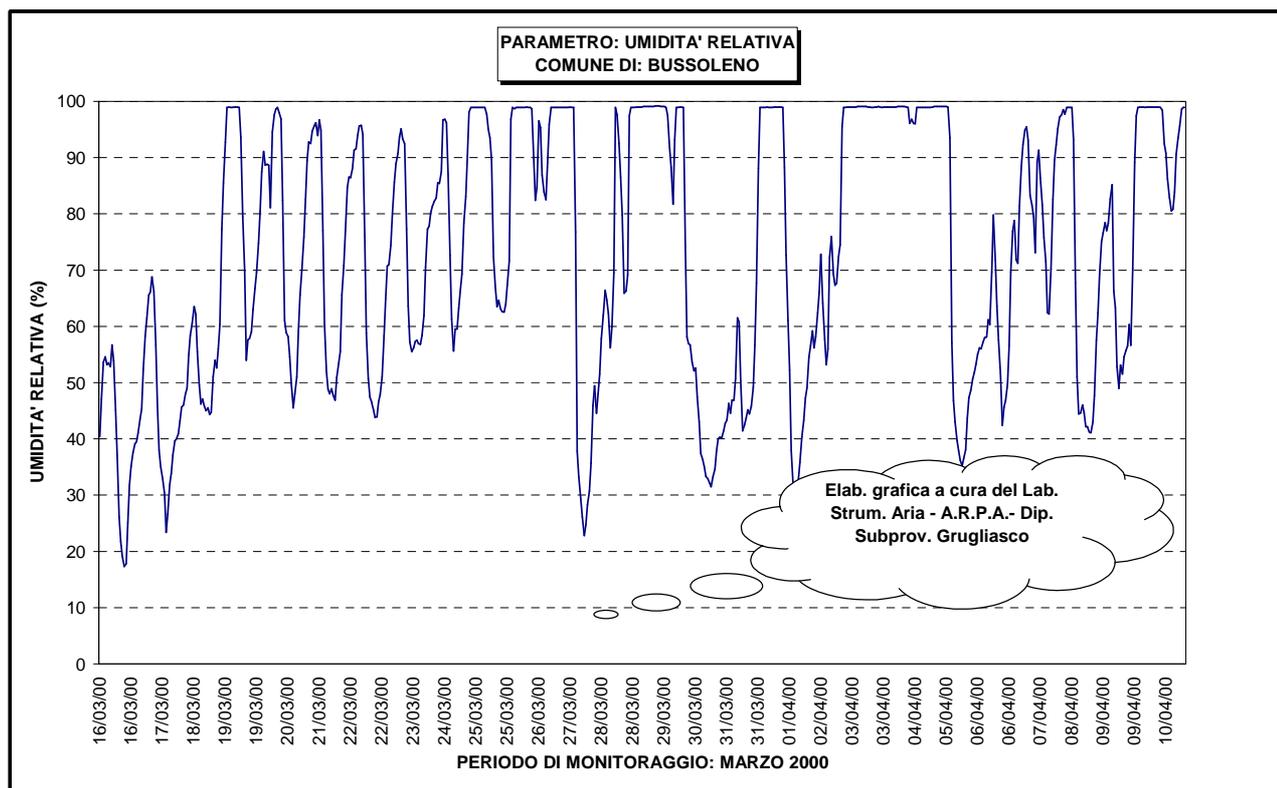
parametro Umidità Relativa – LUGLIO 1999



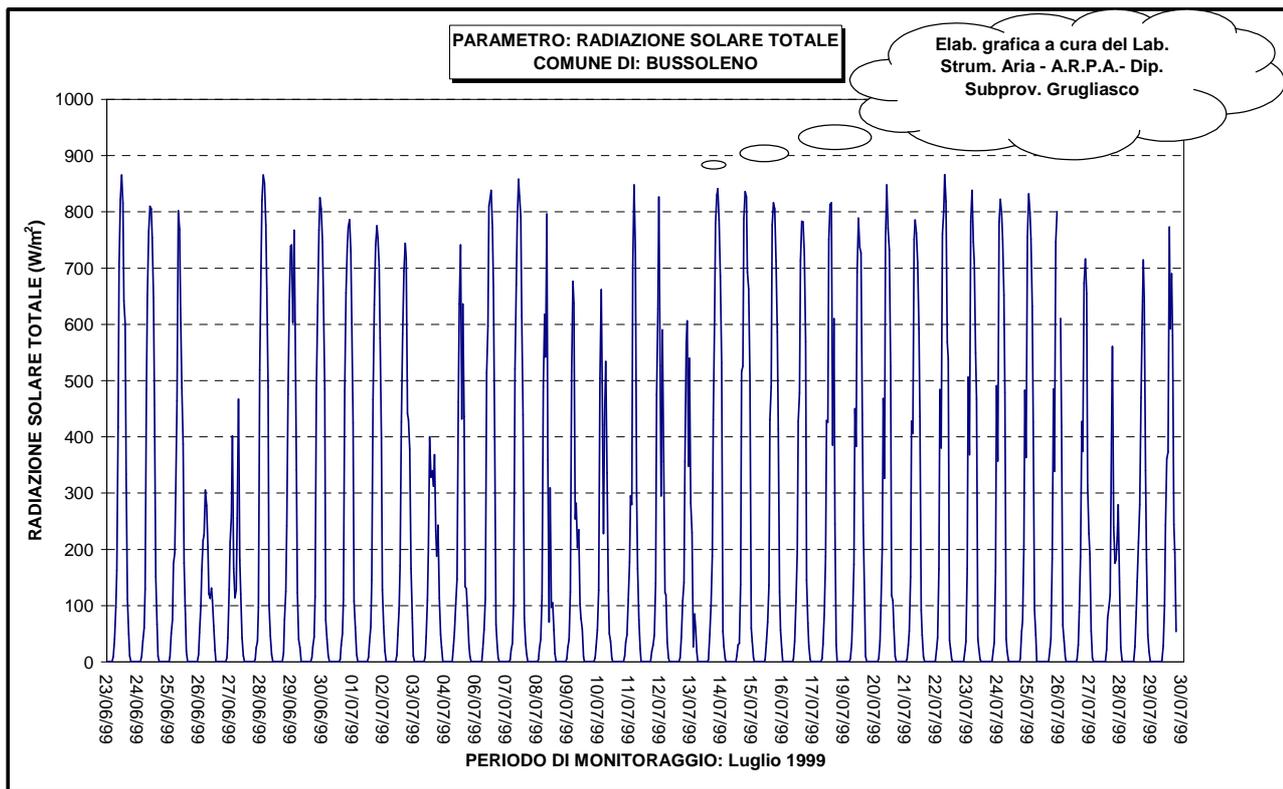
parametro Umidità Relativa – AGOSTO 1999



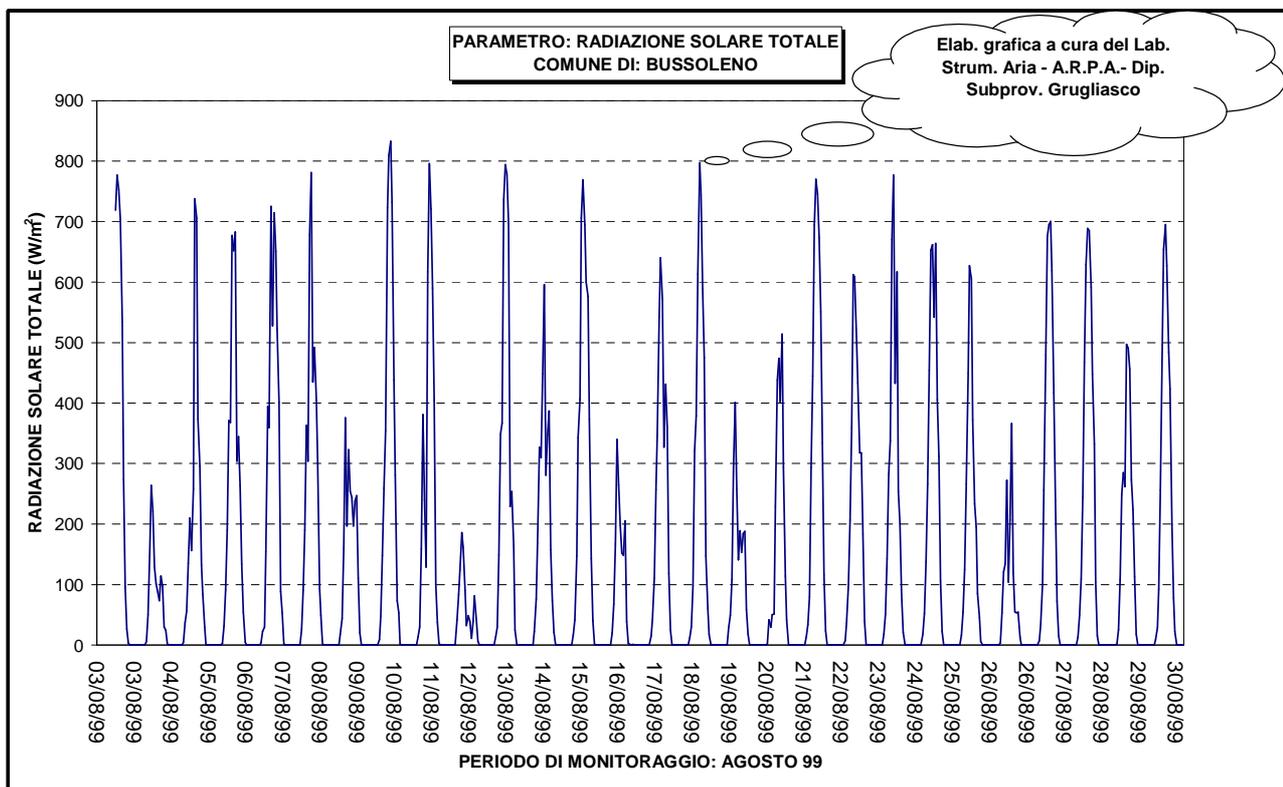
parametro Umidità Relativa – MARZO 2000



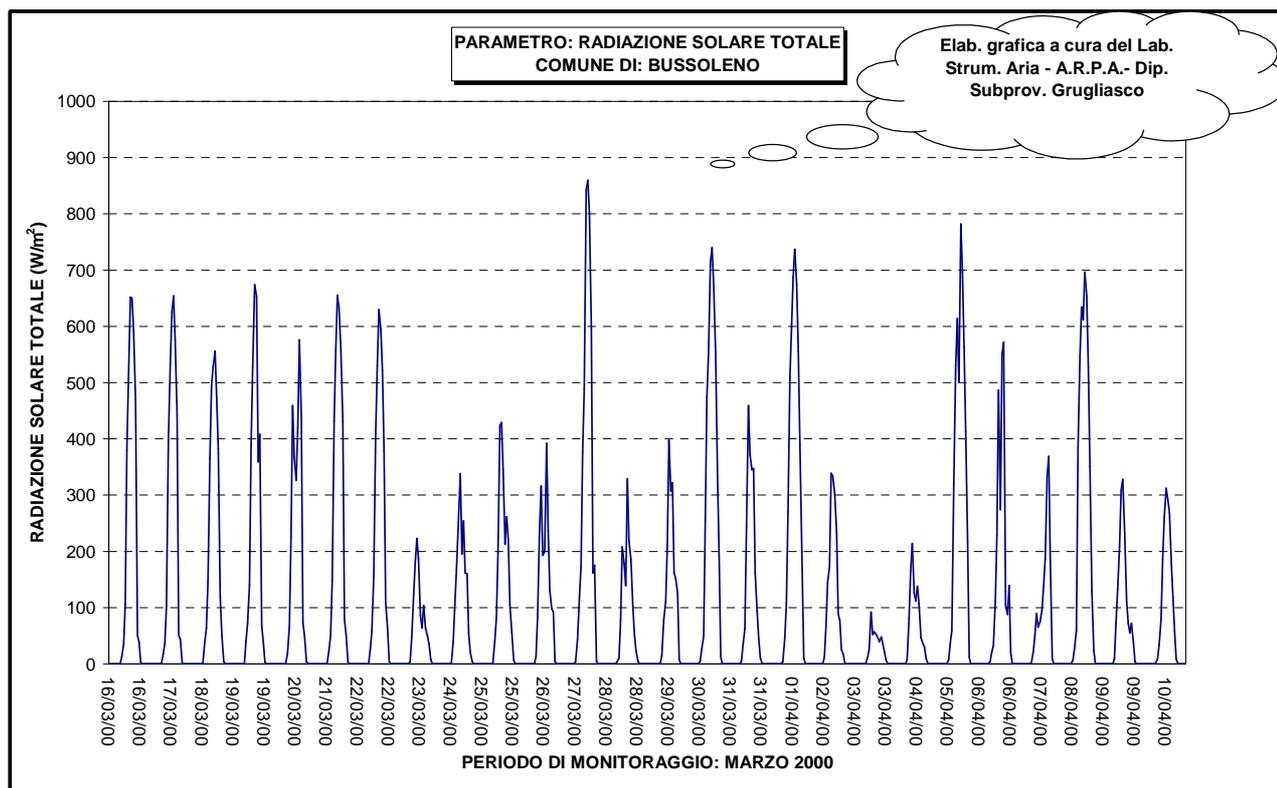
parametro: Radiazione Solare Totale – LUGLIO 1999



parametro: Radiazione Solare Totale – AGOSTO 1999



parametro: Radiazione Solare Totale – MARZO 2000



Elaborazione statistica dati di inquinamento atmosferico

(1° e 2° periodo estivo e invernale)

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori in entrambi i periodi di campionamento.

Rappresentazione media oraria e giornaliera - Superamento dei limiti di legge

La prima valutazione statistica (Tabelle 6, 7 e 8) riassume, per ogni inquinante, i valori minimi, medi e massimi. La seconda valutazione (Tabelle 9, 10 e 11), invece, evidenzia per i diversi inquinanti gli eventuali superamenti dei limiti di legge avvenuti durante i due periodi di monitoraggio.

Si riportano di seguito le formule chimiche degli inquinanti, utilizzate come abbreviazioni:

- SO₂: BISSIDO DI ZOLFO
- CO: MONOSSIDO DI CARBONIO
- NO₂: BISSIDO DI AZOTO
- NO: MONOSSIDO DI AZOTO
- NO_x: OSSIDI DI AZOTO TOTALI
- O₃: OZONO
- PTS: POLVERI TOTALI SOSPENSE

Tabella 6: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di

LUGLIO 1999

inquinante :	SO2
	µg/mc
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	12.9
Valore medio:	1.9
Valore mediana:	1.0
Deviaz. Standard:	2.4

inquinante :	NO
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	308
Valore medio:	64
Valore mediana:	46
Deviaz. Standard:	61

inquinante :	NO2
	µg/mc
Valore minimo:	4
Valore massimo:	233
Valore medio:	76
Valore mediana:	67
Deviaz. Standard:	46

inquinante :	NOx
	µg/mc
Valore minimo:	6
Valore massimo:	541
Valore medio:	140
Valore mediana:	113
Deviaz. Standard:	105

inquinante :	CO
	mg/mc
Valore minimo:	0.2
Valore massimo:	8.6
Valore medio:	2.5
Valore mediana:	2.3
Deviaz. Standard:	1.8

inquinante :	O3
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	164
Valore medio:	59
Valore mediana:	56
Deviaz. Standard:	31

inquinante :	PTS
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	330
Valore medio:	49
Valore mediana:	39
Deviaz. Standard:	41

Nota: tutti i valori indicati sono riferiti a medie orarie e risultano quindi direttamente confrontabili con i livelli di attenzione e di allarme, tranne nel caso di SO2 e PTS, per i quali tali livelli fanno riferimento a medie giornaliere.

Tabella 7: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di

AGOSTO 1999

inquinante :	SO2
	µg/mc
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	11.5
Valore medio:	1.5
Valore mediana:	0.5
Deviaz. Standard:	2.1

inquinante :	NO
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	264
Valore medio:	47
Valore mediana:	39
Deviaz. Standard:	41

inquinante :	NO2
	µg/mc
Valore minimo:	1
Valore massimo:	194
Valore medio:	54
Valore mediana:	50
Deviaz. Standard:	32

inquinante :	NOx
	µg/mc
Valore minimo:	1
Valore massimo:	453
Valore medio:	101
Valore mediana:	88
Deviaz. Standard:	72

inquinante :	CO
	mg/mc
Valore minimo:	0.1
Valore massimo:	6.9
Valore medio:	2.2
Valore mediana:	2.0
Deviaz. Standard:	1.7

inquinante :	O3
	µg/mc
Valore minimo:	16
Valore massimo:	122
Valore medio:	50
Valore mediana:	45
Deviaz. Standard:	23

inquinante :	PTS
	µg/mc
Valore minimo:	1
Valore massimo:	130
Valore medio:	21
Valore mediana:	19
Deviaz. Standard:	18

Nota: tutti i valori indicati sono riferiti a medie orarie e risultano quindi direttamente confrontabili con i livelli di attenzione e di allarme, tranne nel caso di SO2 e PTS, per i quali tali livelli fanno riferimento a medie giornaliere.

Tabella 8: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di

MARZO 2000

inquinante :	SO2
	µg/mc
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	17.2
Valore medio:	2.7
Valore mediana:	1.0
Deviaz. Standard:	3.6

inquinante :	NO
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	169
Valore medio:	28
Valore mediana:	22
Deviaz. Standard:	27

inquinante :	NO2
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	144
Valore medio:	35
Valore mediana:	33
Deviaz. Standard:	28

inquinante :	NOx
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	292
Valore medio:	64
Valore mediana:	55
Deviaz. Standard:	52

inquinante :	CO
	mg/mc
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	7.6
Valore medio:	2.3
Valore mediana:	2.1
Deviaz. Standard:	1.5

inquinante :	O3
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	74
Valore medio:	24
Valore mediana:	22
Deviaz. Standard:	18

inquinante :	PTS
	µg/mc
Valore minimo:	0
Valore massimo:	260
Valore medio:	68
Valore mediana:	59
Deviaz. Standard:	47

Nota: tutti i valori indicati sono riferiti a medie orarie e risultano quindi direttamente confrontabili con i livelli di attenzione e di allarme, tranne nel caso di SO2 e PTS, per i quali tali livelli fanno riferimento a medie giornaliere.

Tabella 9: numero di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

LUGLIO 1999

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	910	99.8	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	684	75.0	200	12	1.8	400	0	0.0	200	12	1.8
O3	886	97.1	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	815	89.4	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	899	98.6	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

(*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

(2) MEDIA ARITMETICA DI TUTTE LE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

LETTURE VALIDE		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc ⁽¹⁾		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc ⁽²⁾		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc ⁽³⁾	
N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
886	97.1	23	3.7	0	0.0	13	34.2

(1) media trascinata sulle 8 ore

(2) media oraria

(3) media giornaliera

Tabella 10: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

AGOSTO 1999

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	661	98.4	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	661	98.4	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	661	98.4	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	661	98.4	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	575	85.6	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

(*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

(2) MEDIA ARITMETICA DI TUTTE LE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

LETTURE VALIDE		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc ⁽¹⁾		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc ⁽²⁾		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc ⁽³⁾	
N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
661	98.4	1	0.2	0	0.0	1	3.6

(1) media trascinata sulle 8 ore

(2) media oraria

(3) media giornaliera

Tabella 11: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

MARZO 2000

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	622	99.7	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	622	99.7	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	624	100.0	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	624	100.0	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	623	99.8	150 (*)	1	3.8	300 (*)	0	0.0	150 (2)	1	3.8

(*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

(2) MEDIA ARITMETICA DI TUTTE LE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

Elaborazione grafica dati di inquinamento atmosferico

Sono di seguito riportate le elaborazioni grafiche dei dati presentati nel capitolo precedente; per ogni inquinante vengono rappresentati i dati relativi al primo ed al secondo periodo di monitoraggio. Alcune elaborazioni sono già state fornite nell'ambito della relazione preliminare; le si riporta nuovamente per facilità di consultazione.

Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge

Per ogni inquinante è stata effettuata una elaborazione grafica che permette di visualizzare, su assi concentrazione-tempo, l'andamento registrato durante il primo periodo (**LUGLIO e AGOSTO 1999**) ed il secondo periodo (**MARZO 2000**).

Si è adottata una scala espansa per l'asse y (concentrazione) che permette di visualizzare, laddove esistenti, i superamenti dei livelli di attenzione, di allarme o gli standard di qualità dell'aria così come definiti dalla normativa vigente; questo permette di evidenziare immediatamente quelle situazioni in cui la media - oraria o giornaliera - ha superato i sopraccitati limiti.

Per facilitare il confronto fra i due periodi di monitoraggio, la scala delle concentrazioni (asse y) mantiene lo stesso valore di fondo. Per alcuni parametri, i cui valori sono risultati nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse y rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio, e può essere inviata su richiesta specifica.

Per NO ed NOx, parametri per i quali la normativa non prevede limiti, sono stati riportati gli andamenti delle medie orarie.

Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno, è stato calcolato - per entrambi i periodi - il giorno medio: questo si ottiene calcolando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo in esame. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

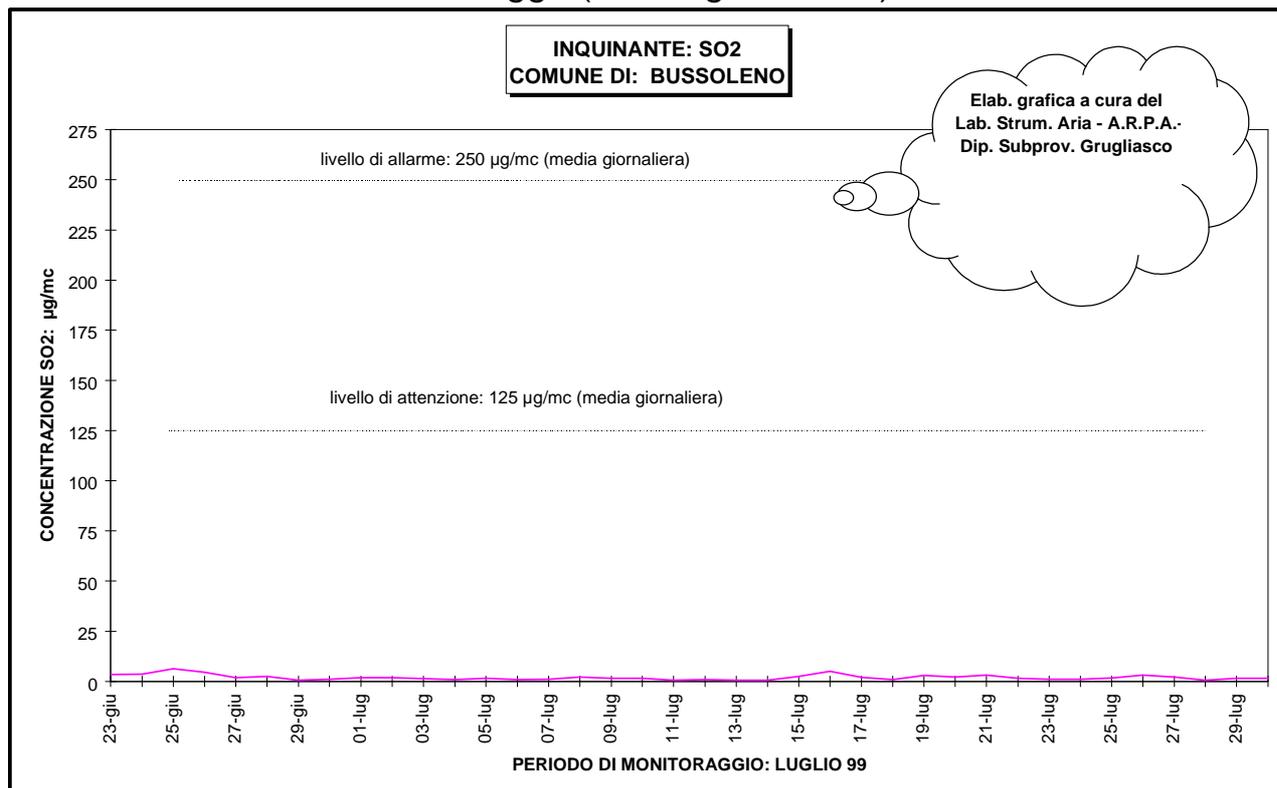
In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente aumentino le concentrazioni di inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli inquinanti durante la giornata.

Ozono

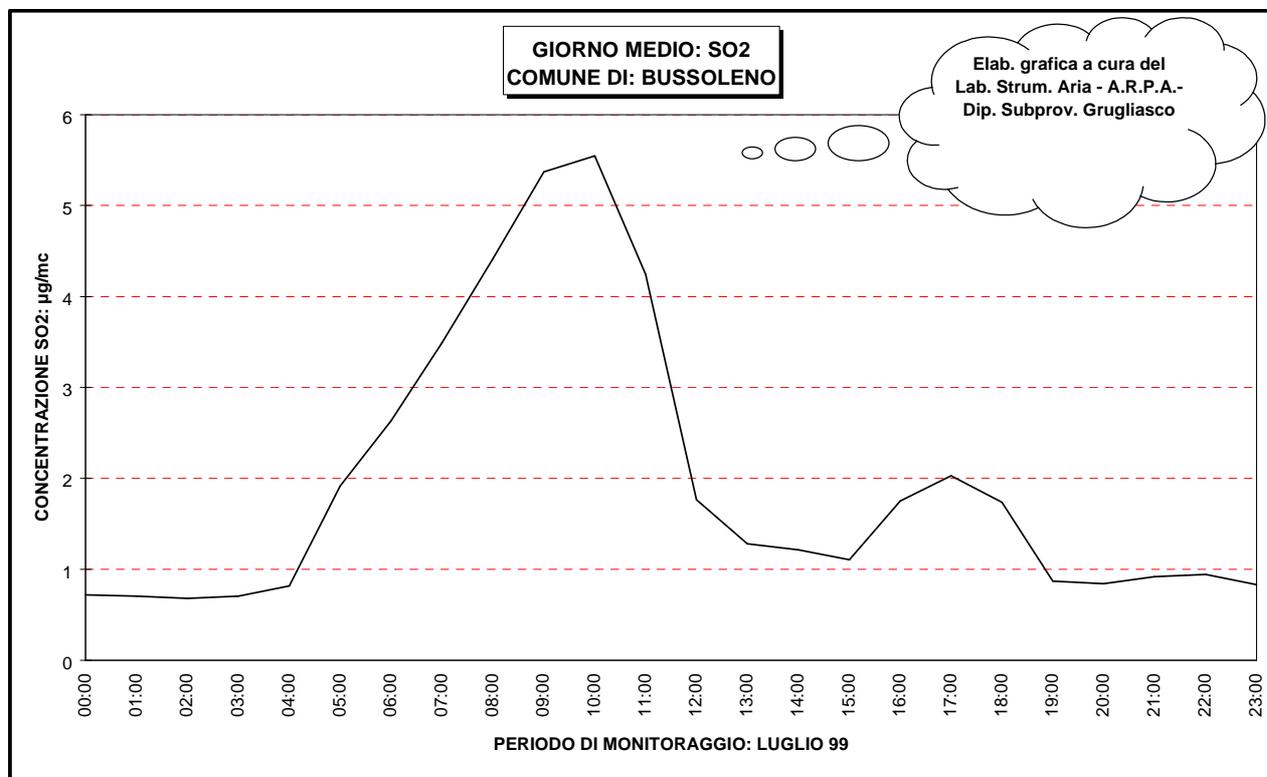
La normativa relativa all'ozono prevede, oltre ai livelli di attenzione e di allarme, un livello di protezione per la salute umana, calcolato come media mobile trascinata sulle 8 ore, e due livelli di protezione della vegetazione, espressi come media oraria e come media giornaliera.

Sono state quindi rappresentate graficamente le ulteriori elaborazioni statistiche dei valori di inquinamento rispetto a tali limiti.

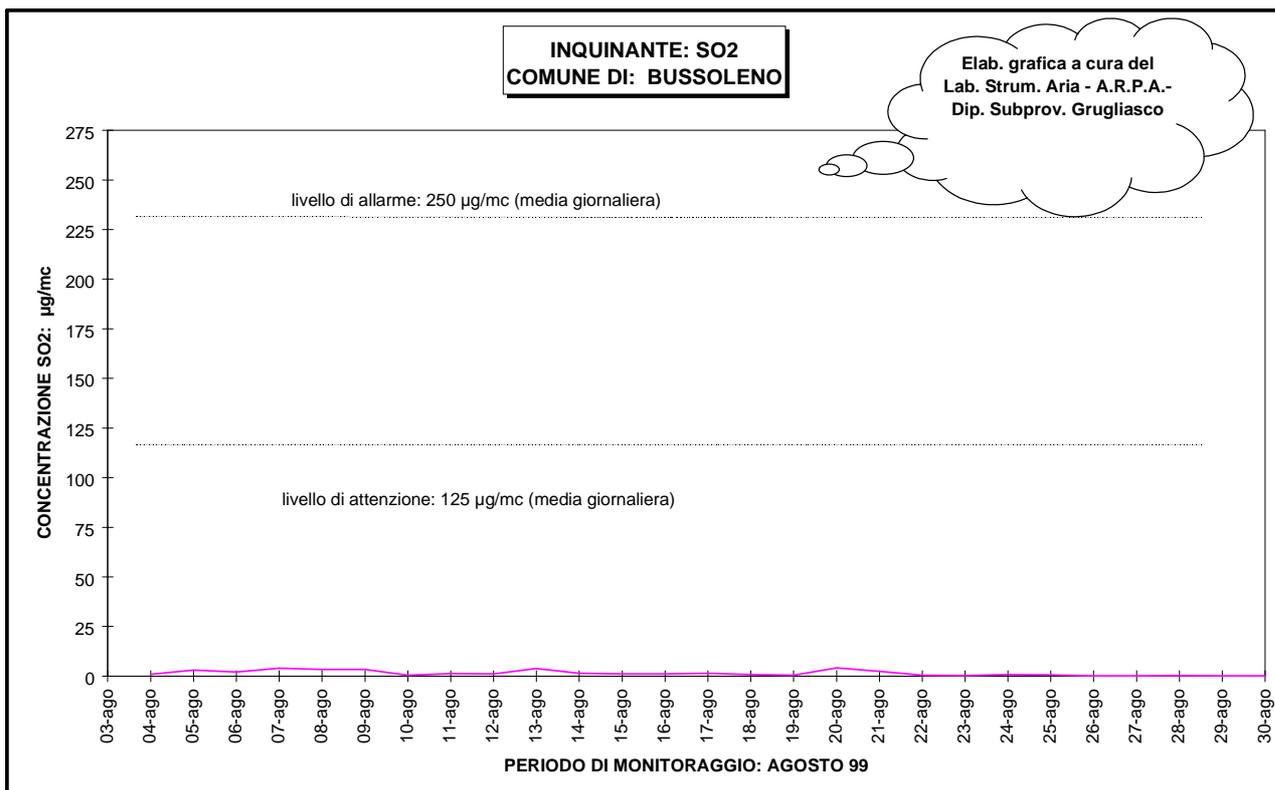
SO2: confronto con limiti di legge (media giornaliera) – LUGLIO 1999



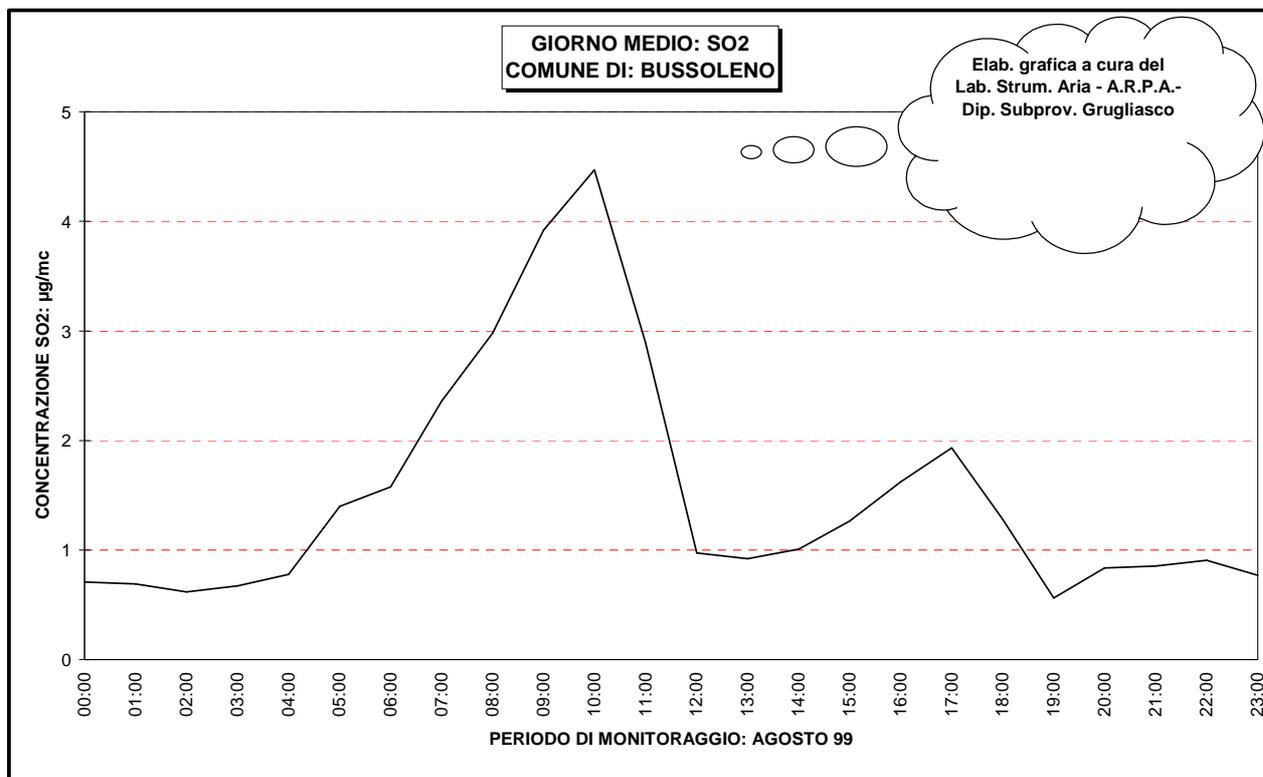
SO2: andamento giorno medio – LUGLIO 1999



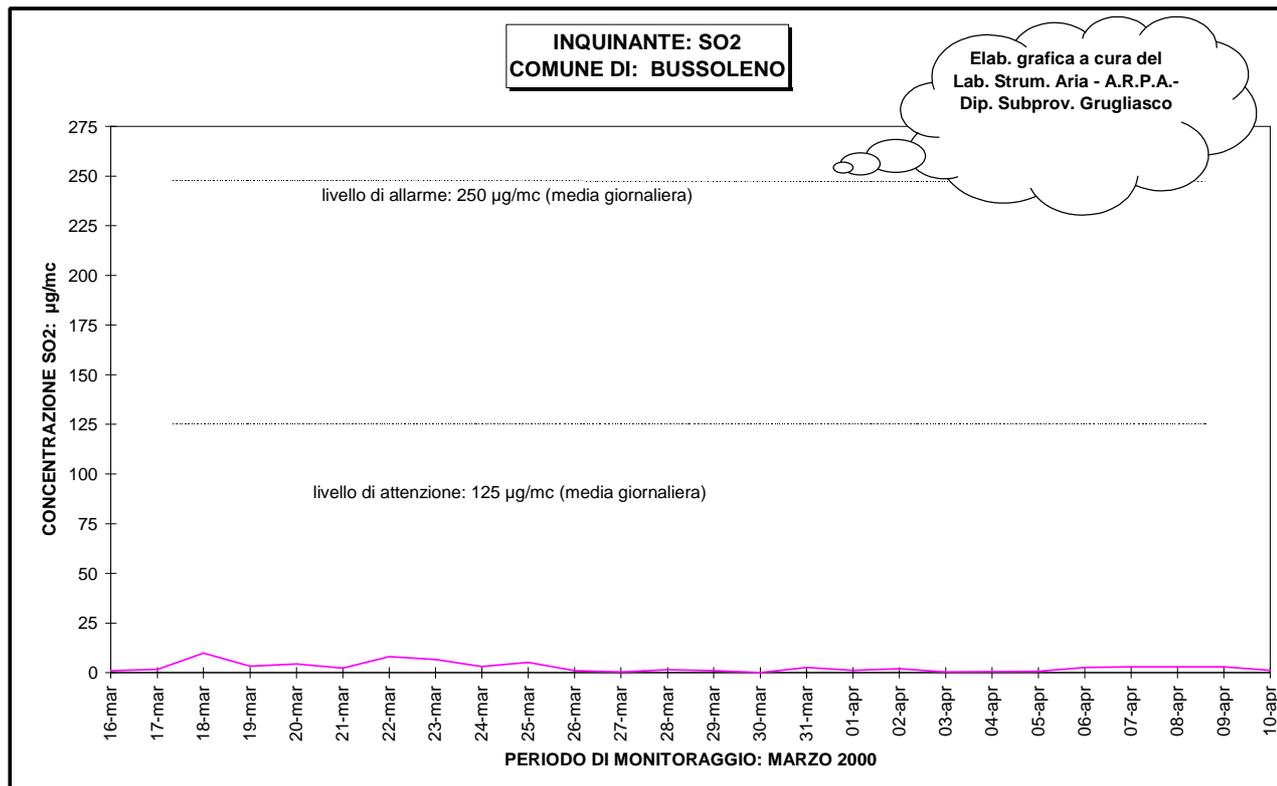
SO2: confronto con limiti di legge (media giornaliera) – AGOSTO 1999



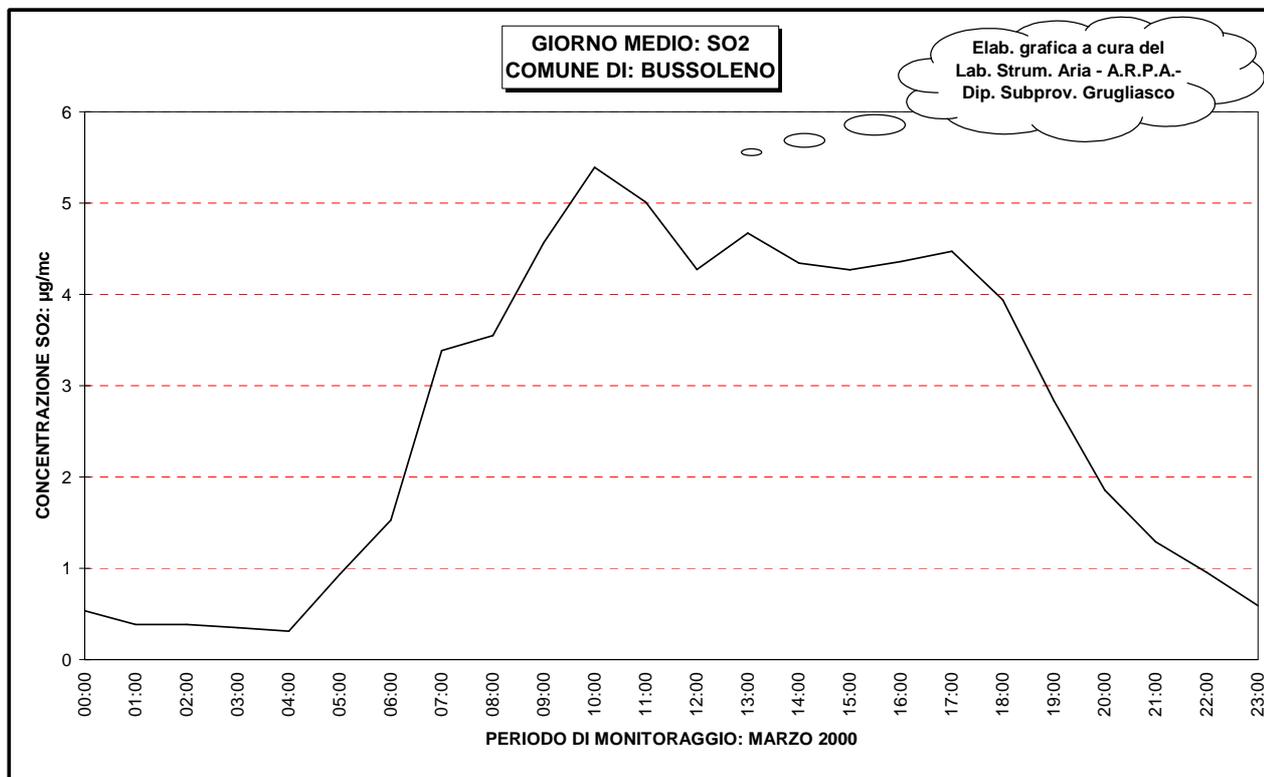
SO2: andamento giorno medio – AGOSTO 1999



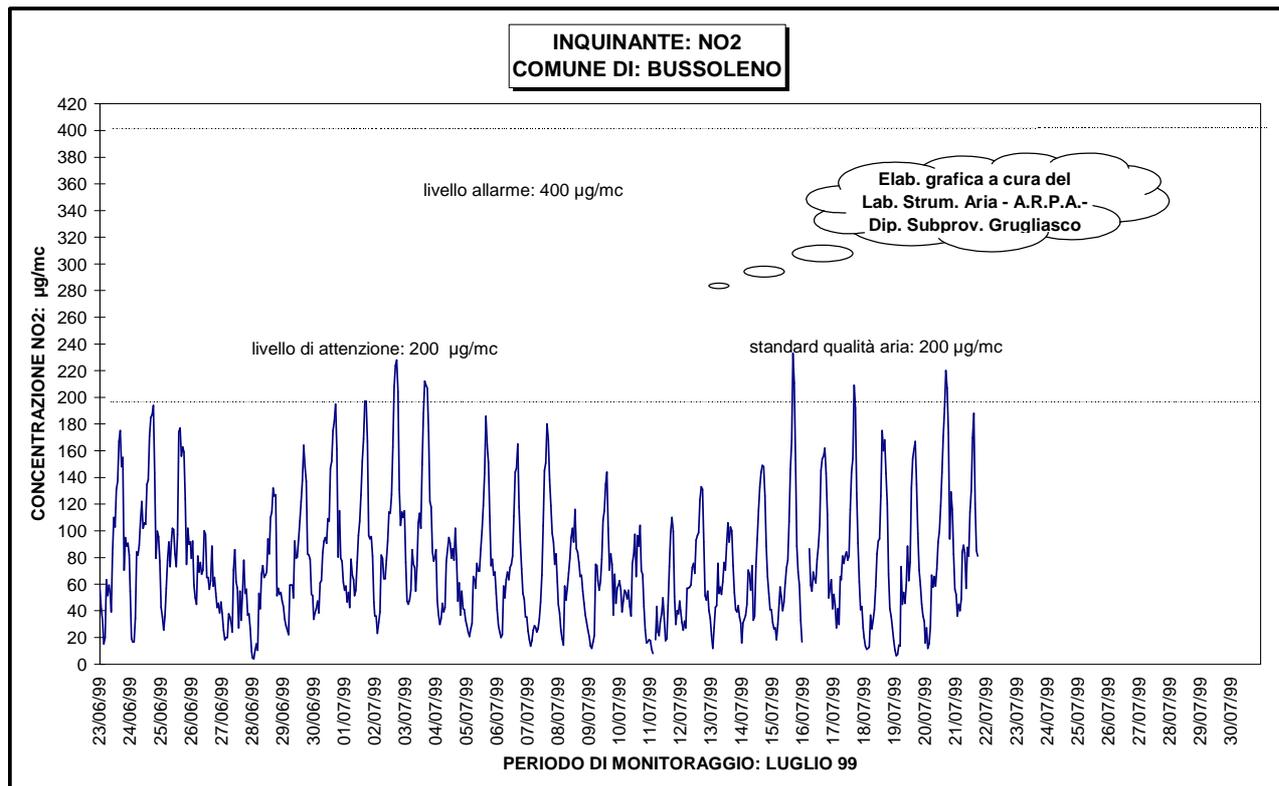
SO2: confronto con limiti di legge (media giornaliera) – MARZO 2000



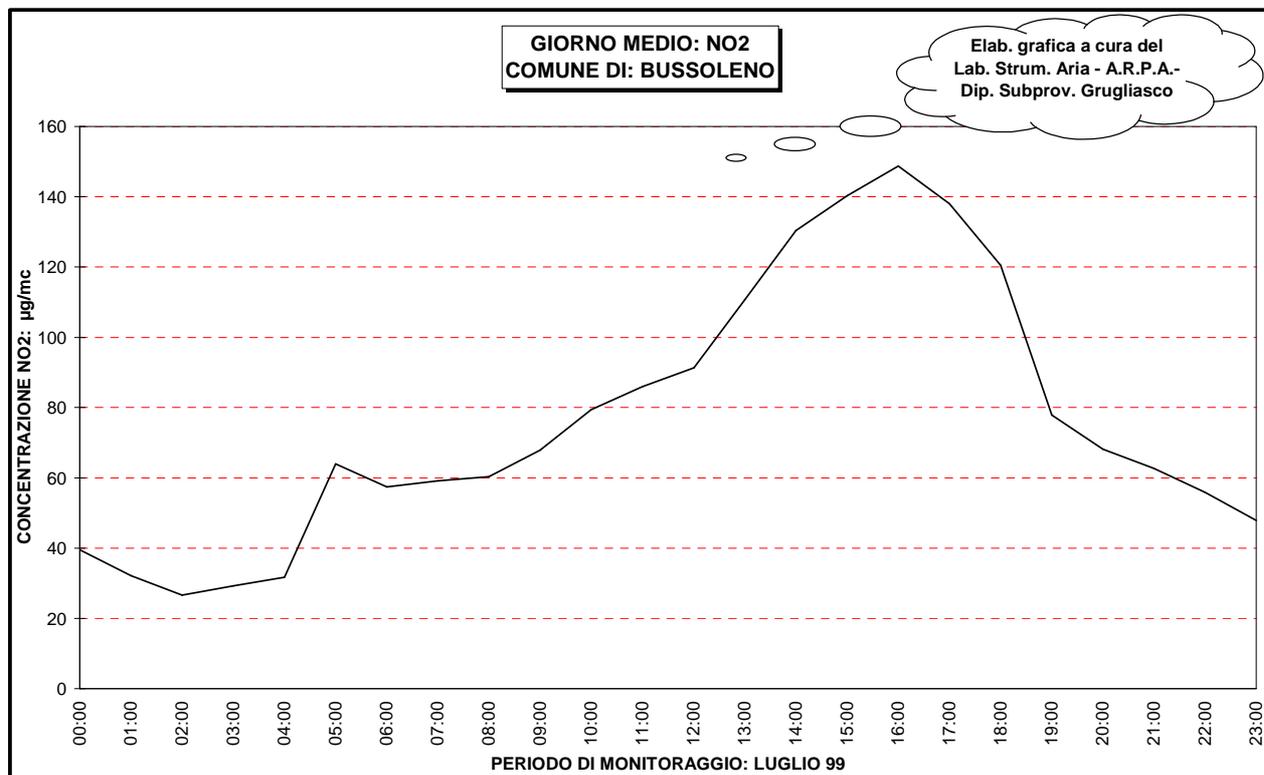
SO2: andamento giorno medio – MARZO 2000



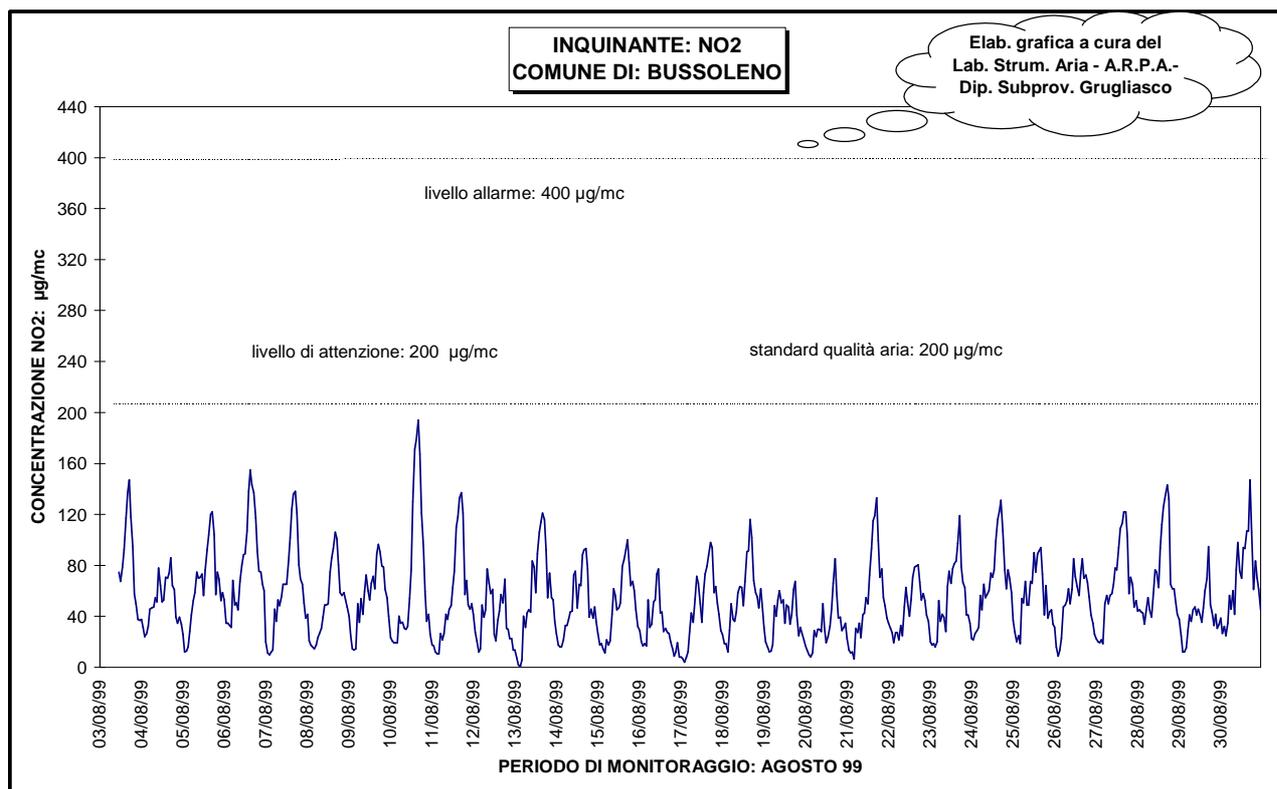
NO2: confronto con limiti di legge – LUGLIO 1999



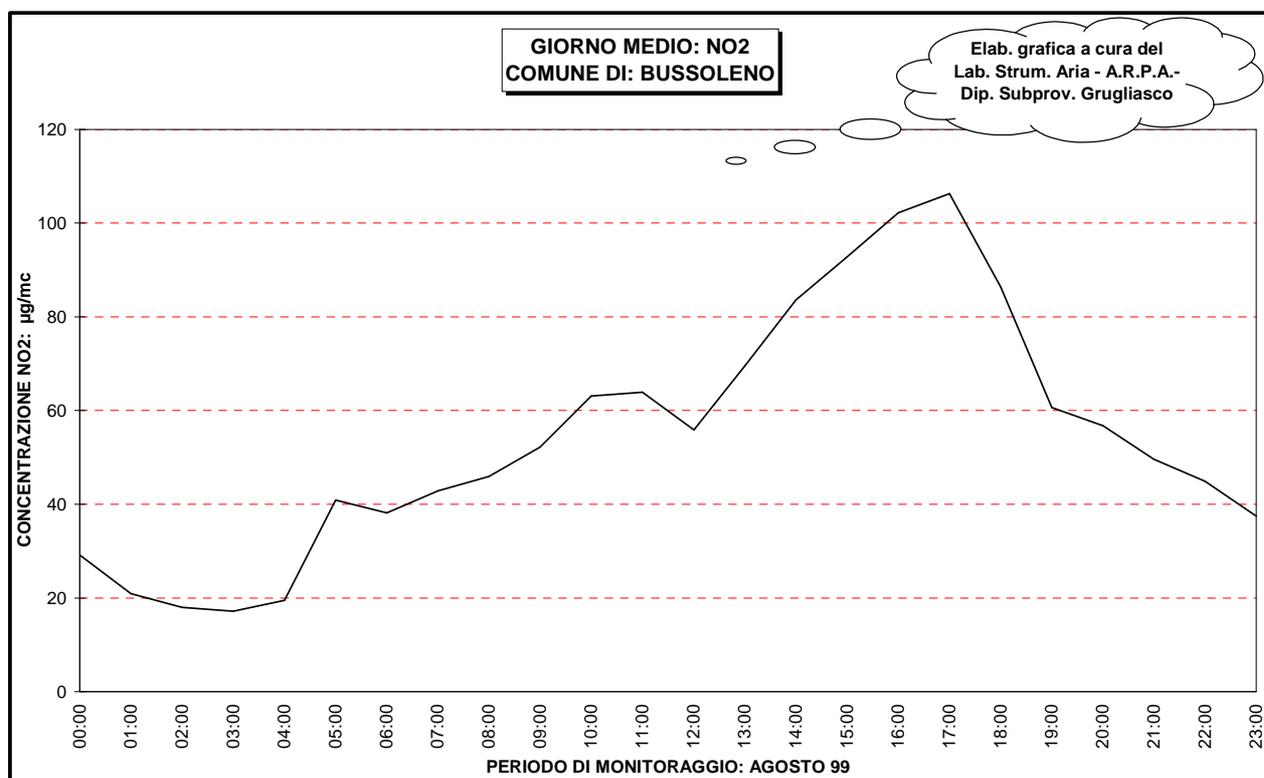
NO2: andamento giorno medio – LUGLIO 1999



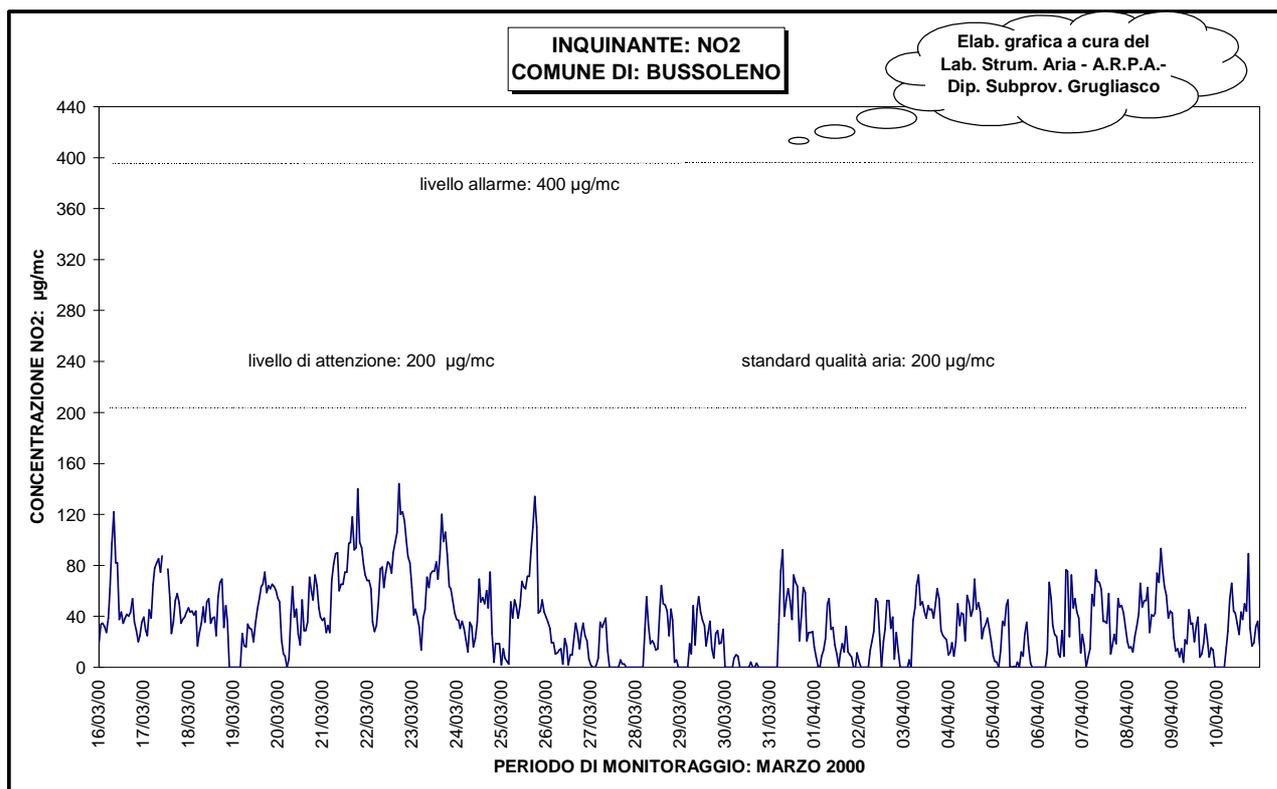
NO2: confronto con limiti di legge – AGOSTO 1999



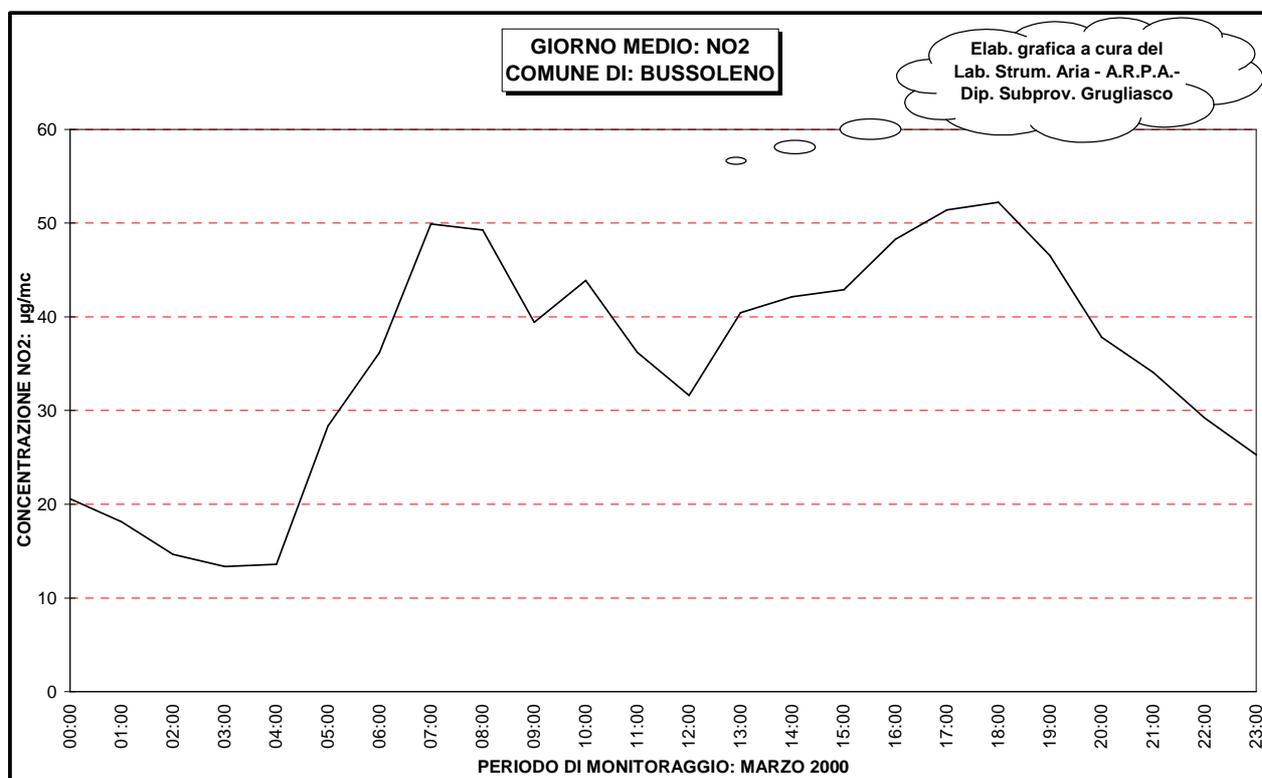
NO2: andamento giorno medio – AGOSTO 1999



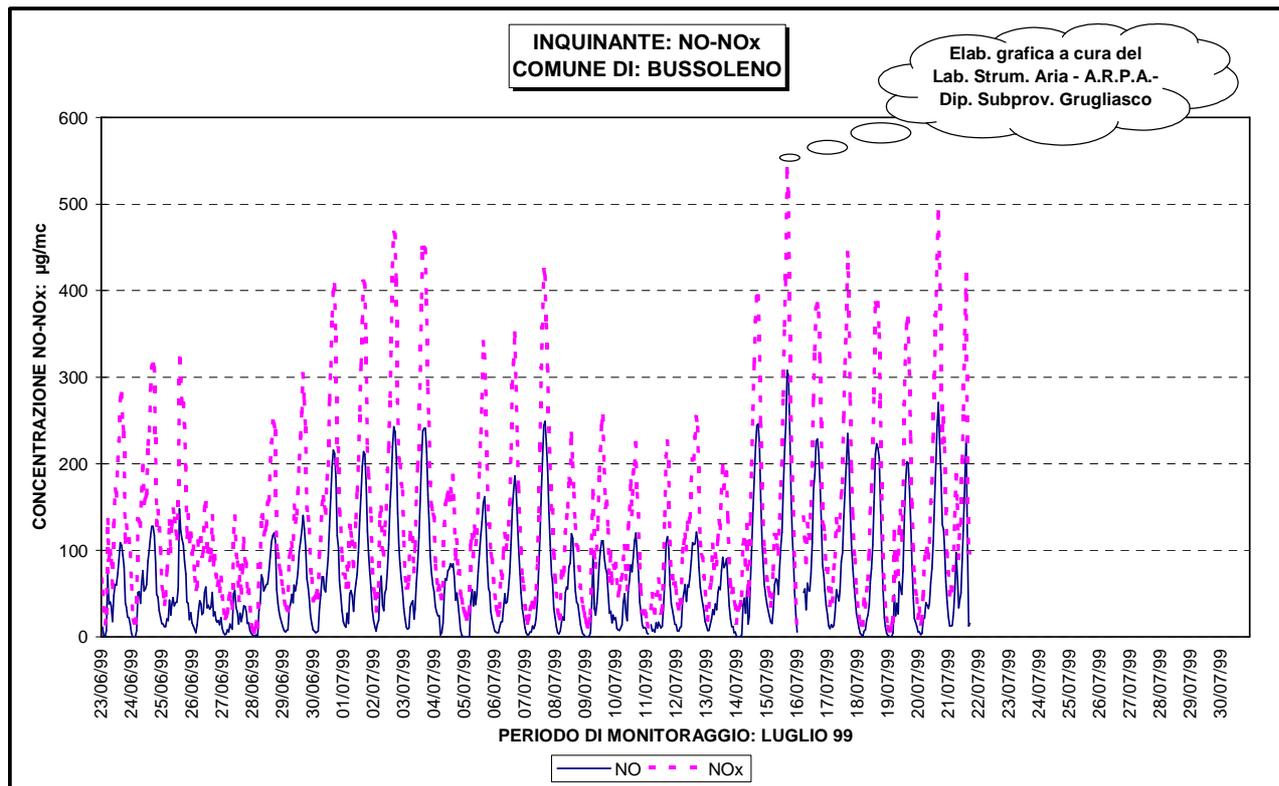
NO2: confronto con limiti di legge – MARZO 2000



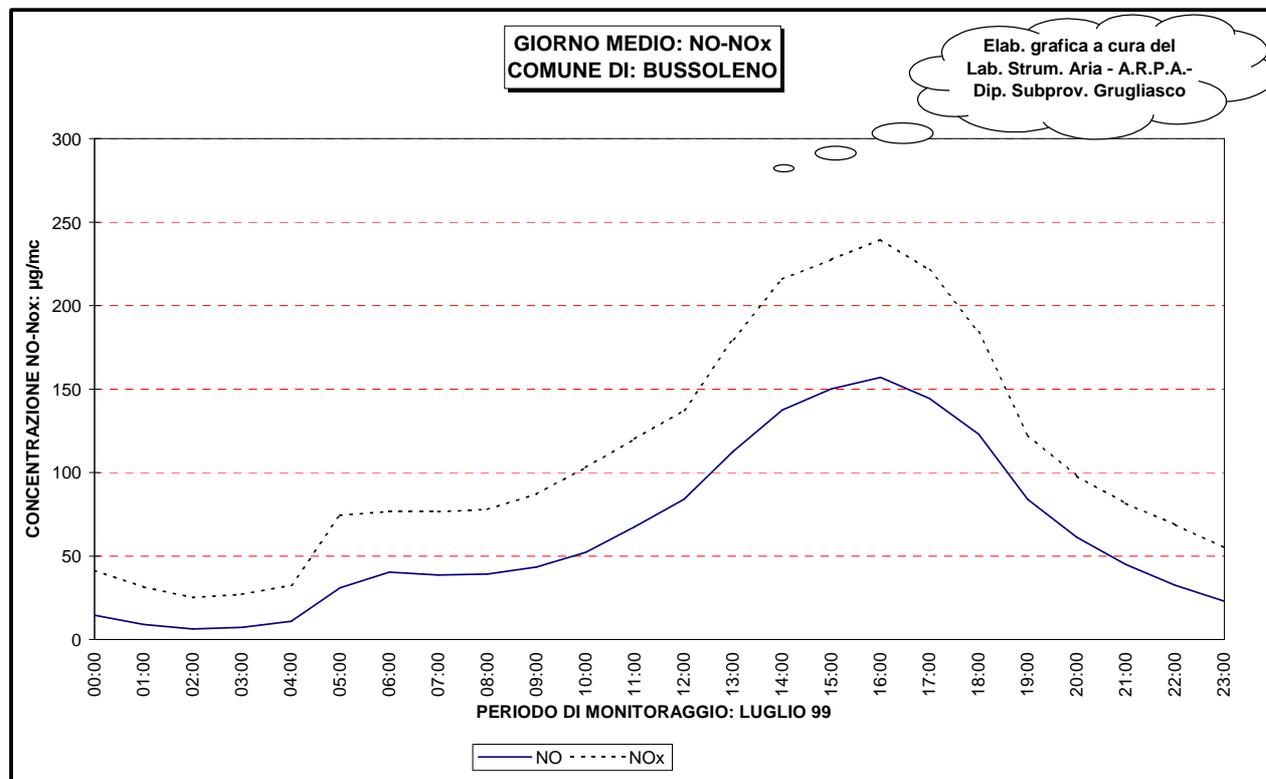
NO2: andamento giorno medio – MARZO 2000



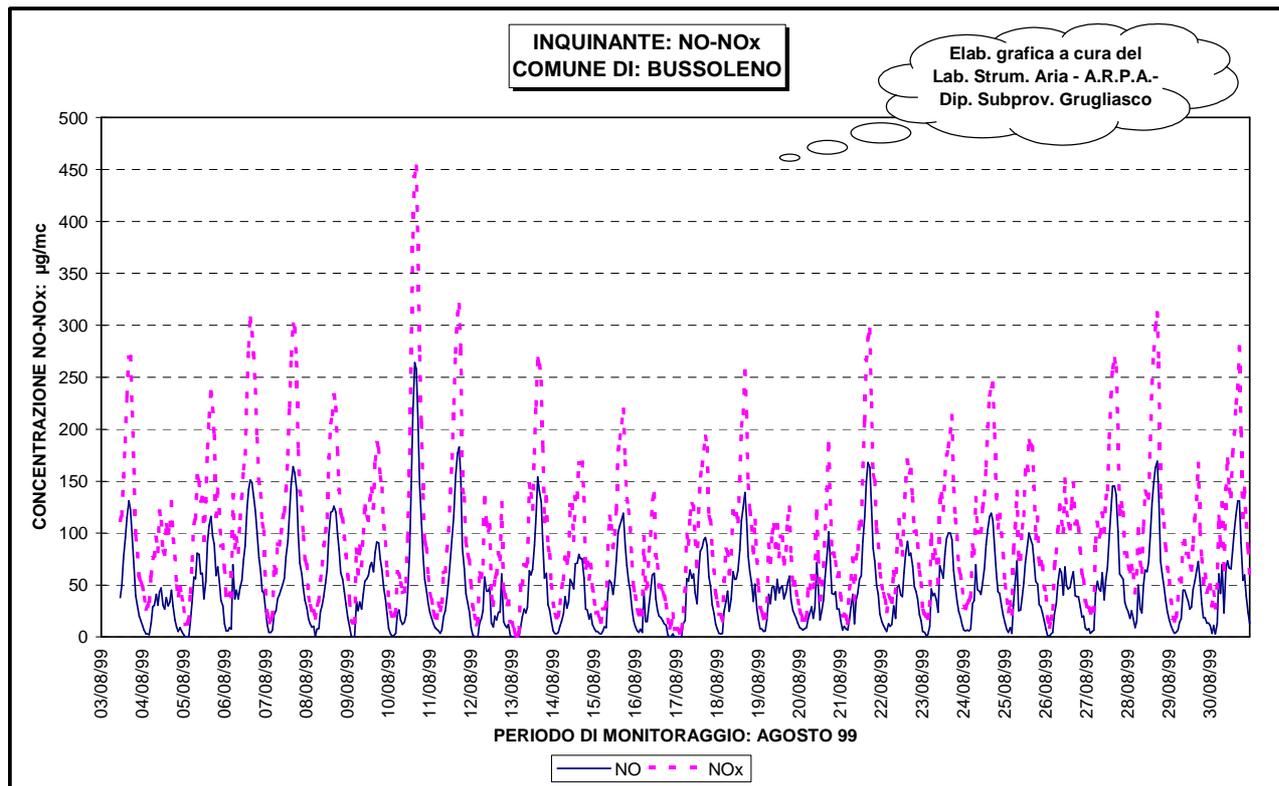
NO-NOx: medie orarie - LUGLIO 1999



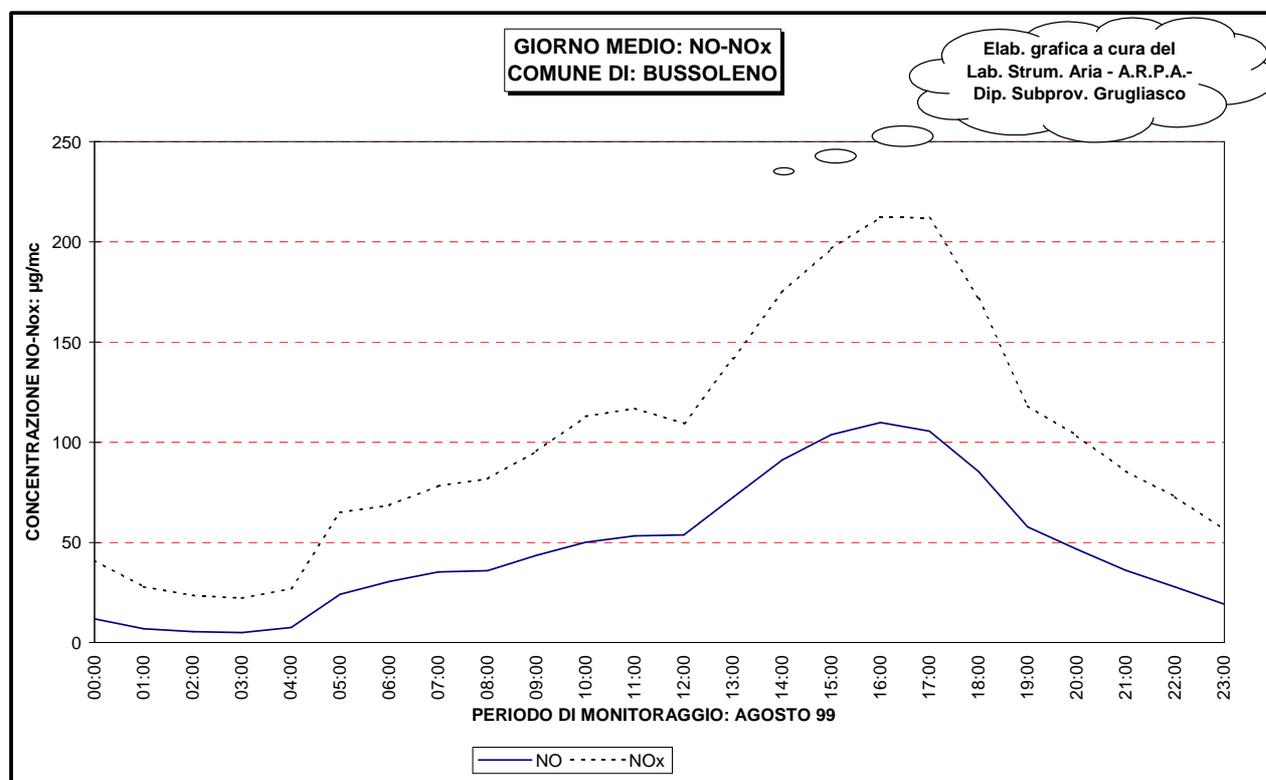
NO-NOx: andamento giorno medio - LUGLIO 1999



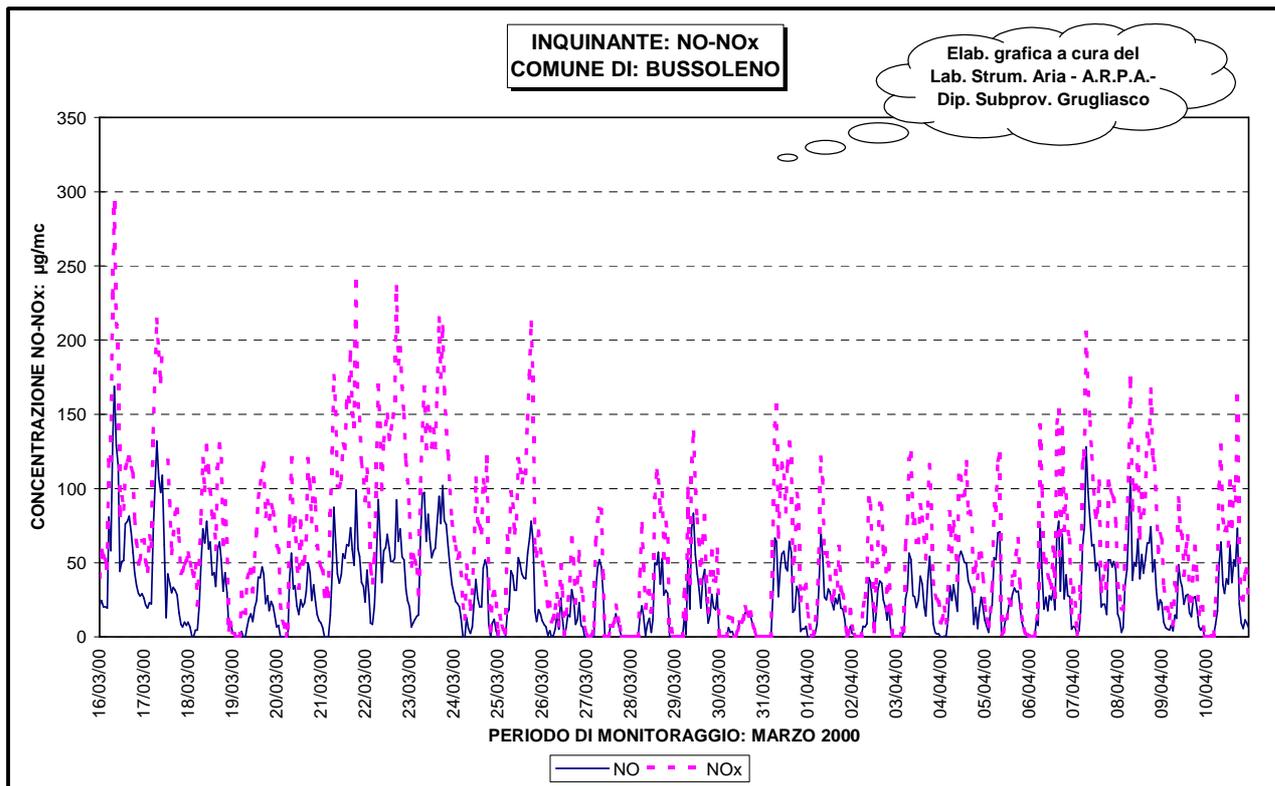
NO-NOx: andamento medie orarie - AGOSTO 1999



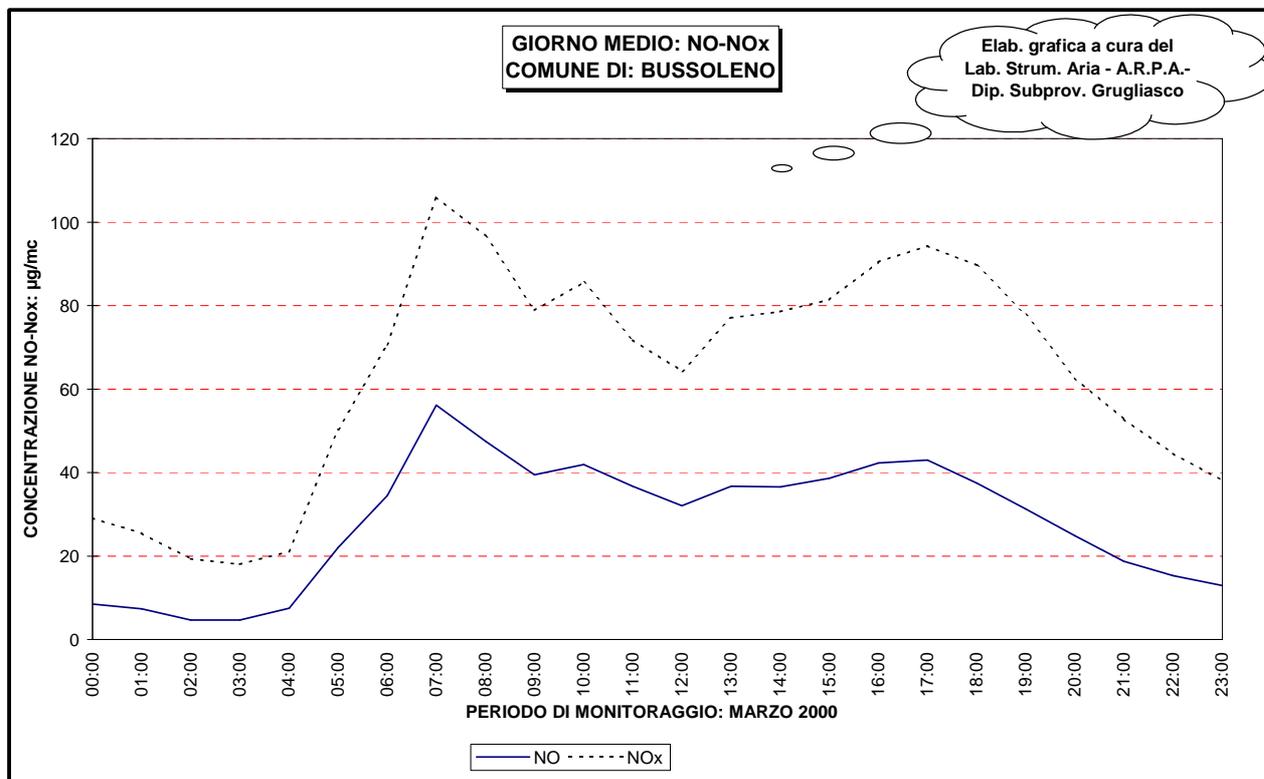
NO-NOx: andamento giorno medio - AGOSTO 1999



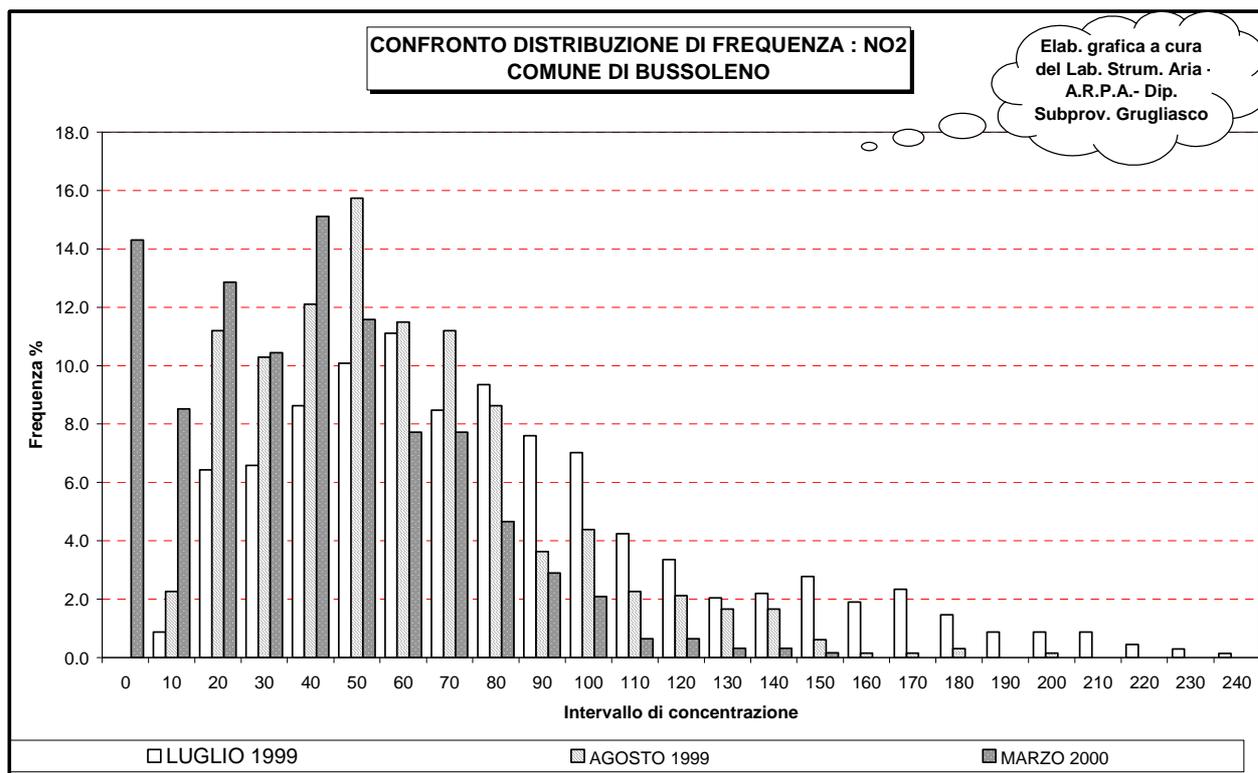
NO-NOx: andamento medie orarie - MARZO 2000



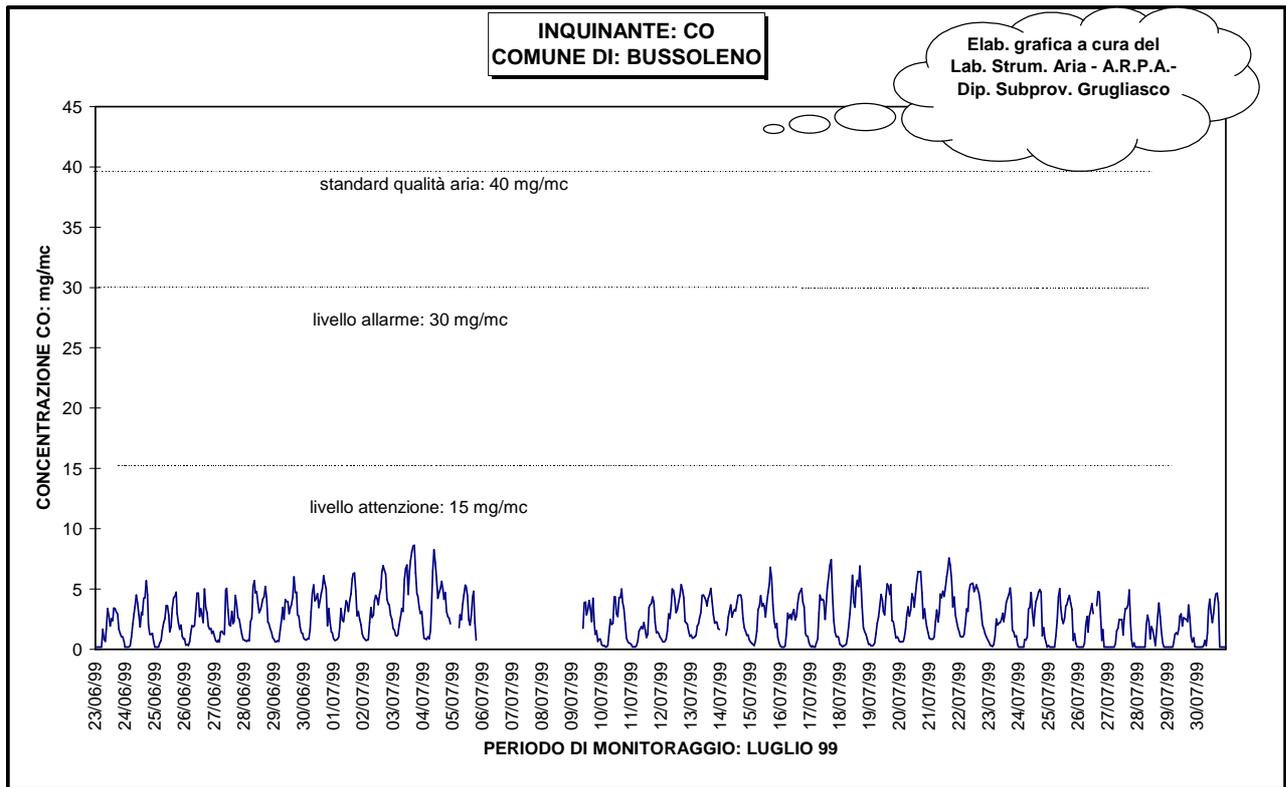
NO-NOx: andamento giorno medio - MARZO 2000



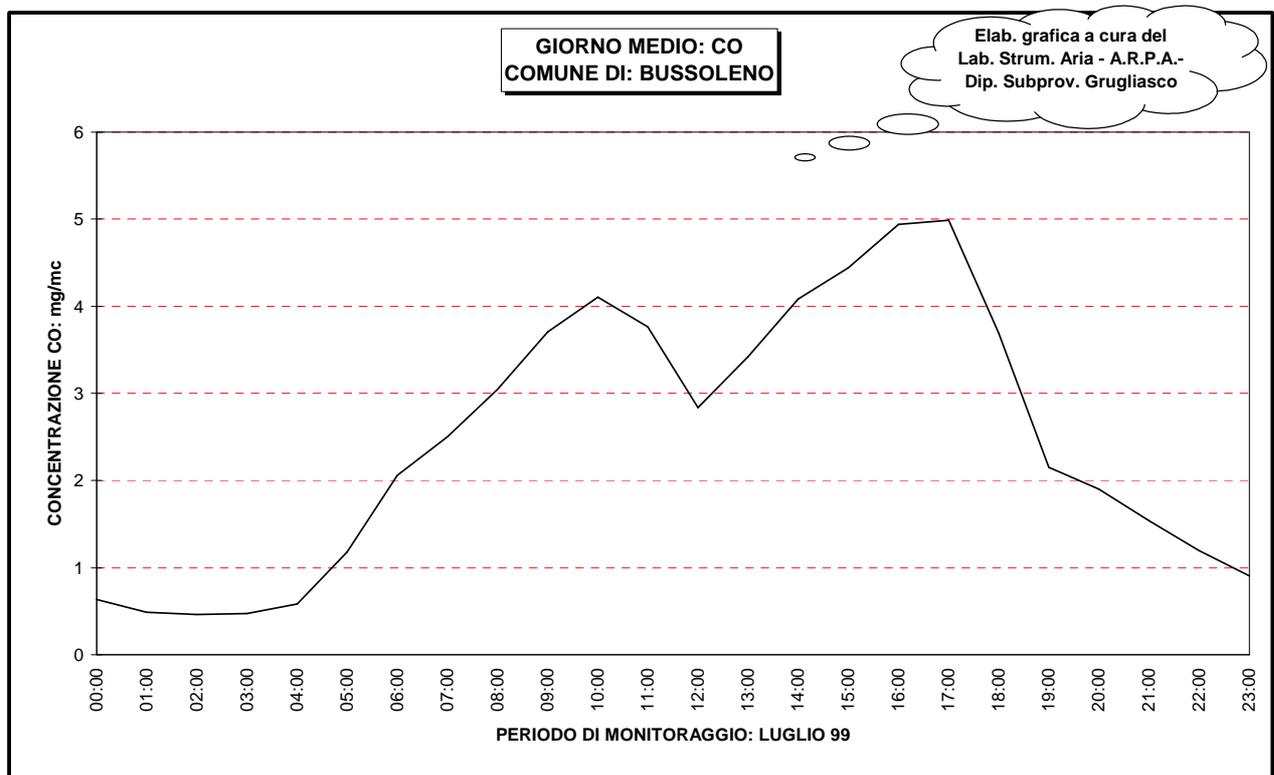
NO2: confronto distribuzione di frequenza – LUGLIO 1999, AGOSTO 1999, MARZO 2000



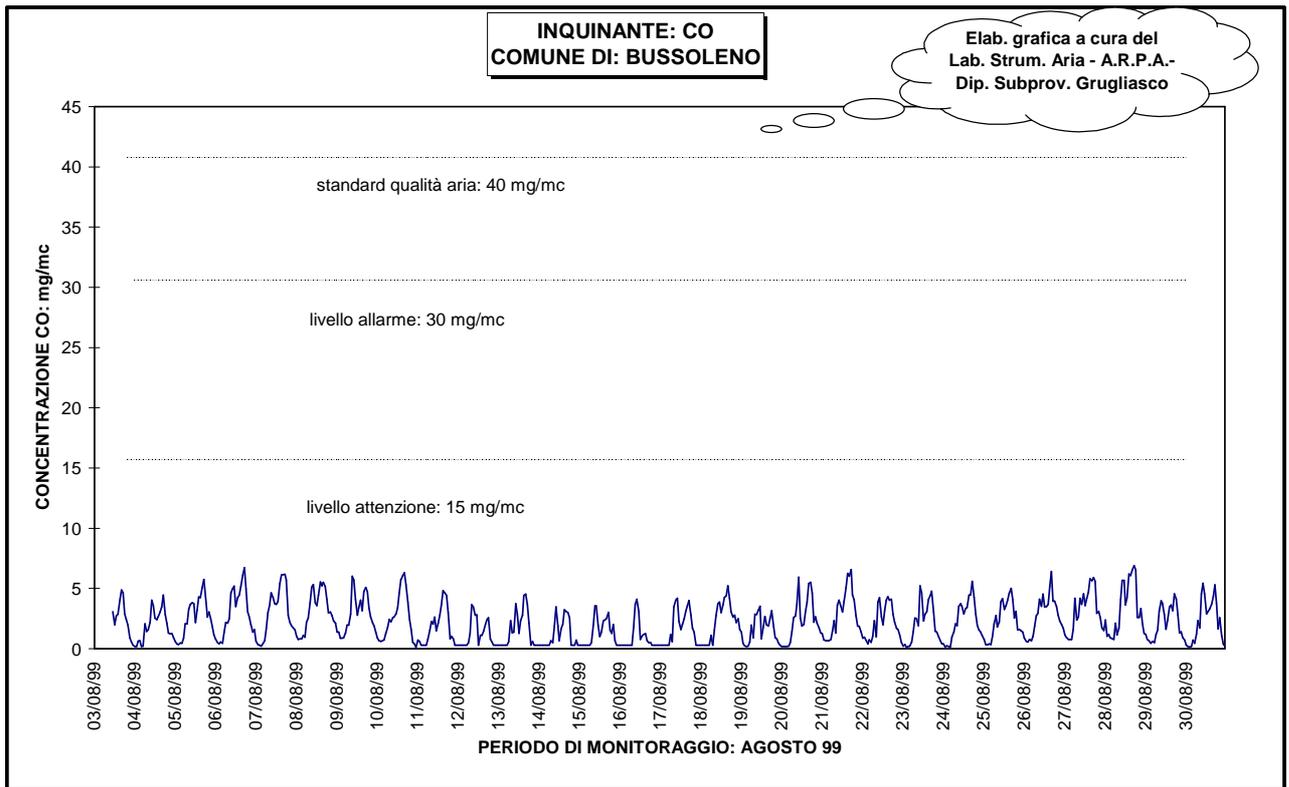
CO: confronto con limiti di legge - LUGLIO 1999



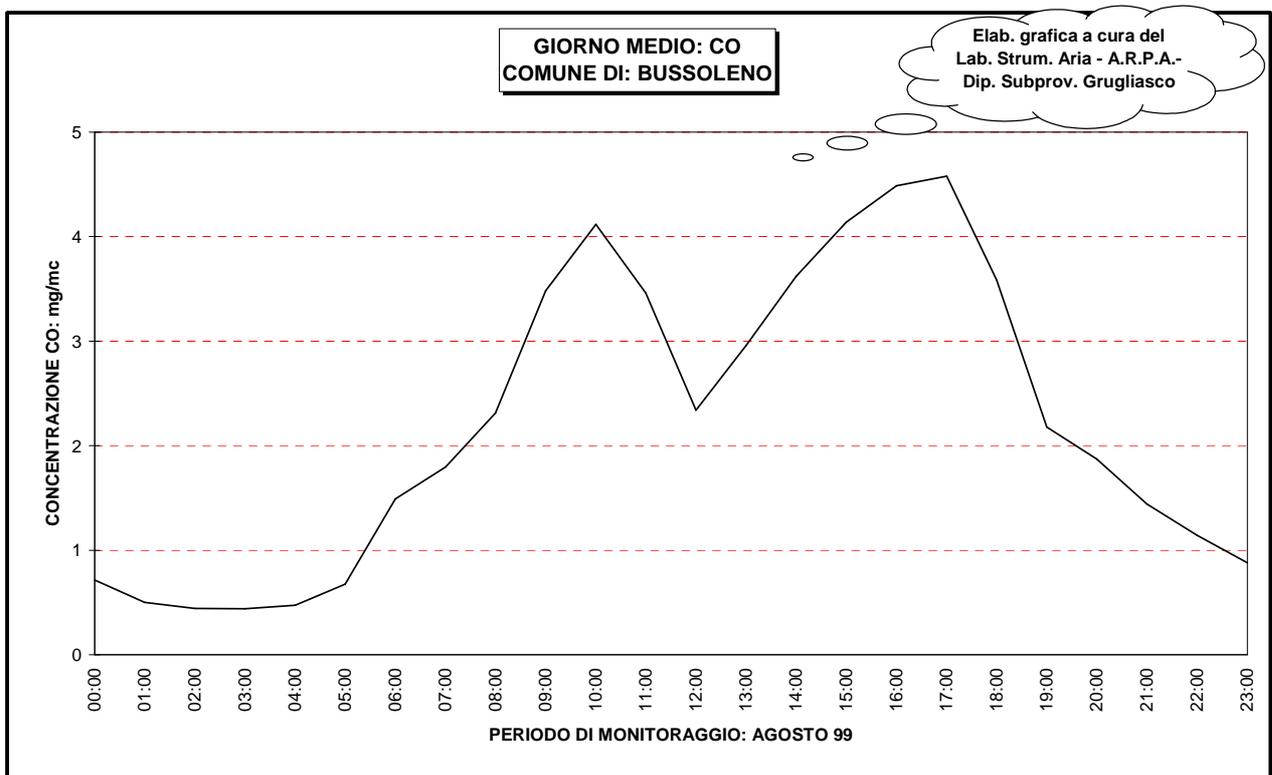
CO: andamento giorno medio - LUGLIO 1999



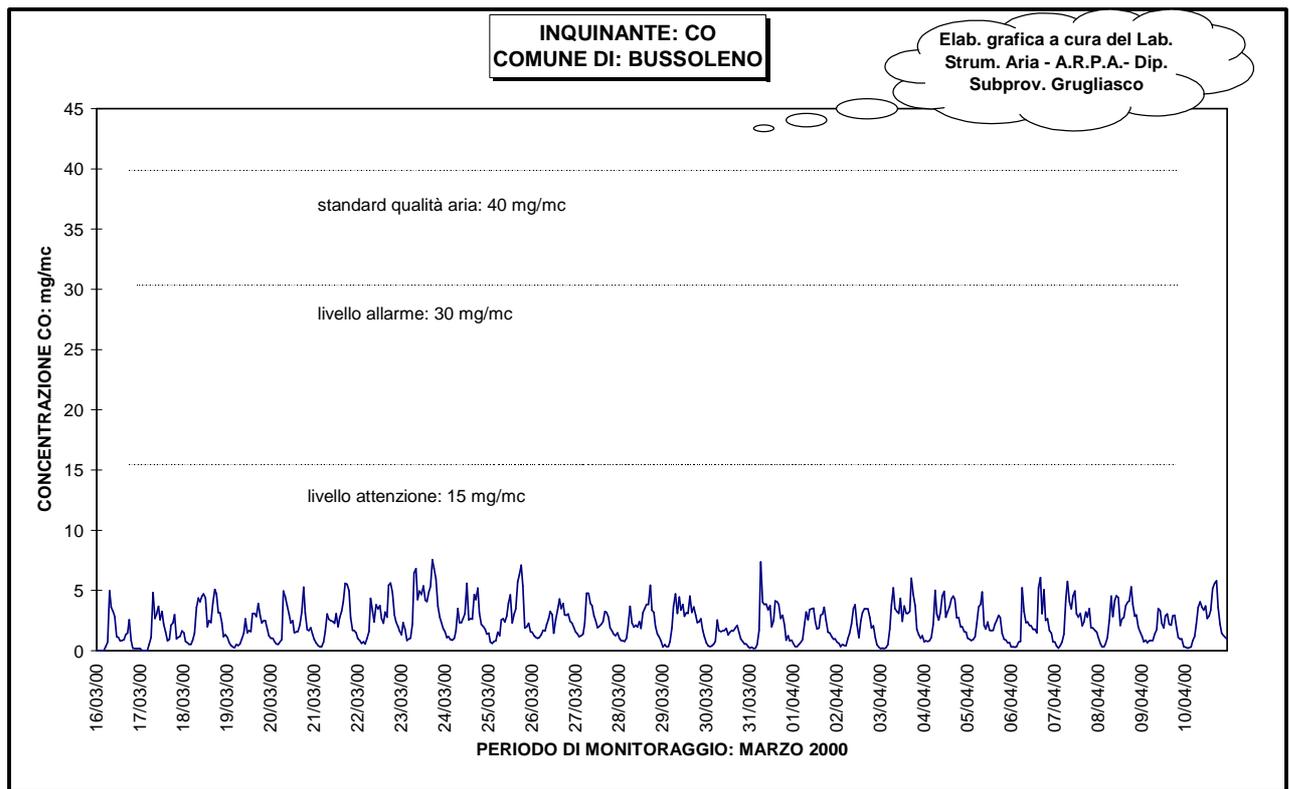
CO: confronto con limiti di legge - AGOSTO 1999



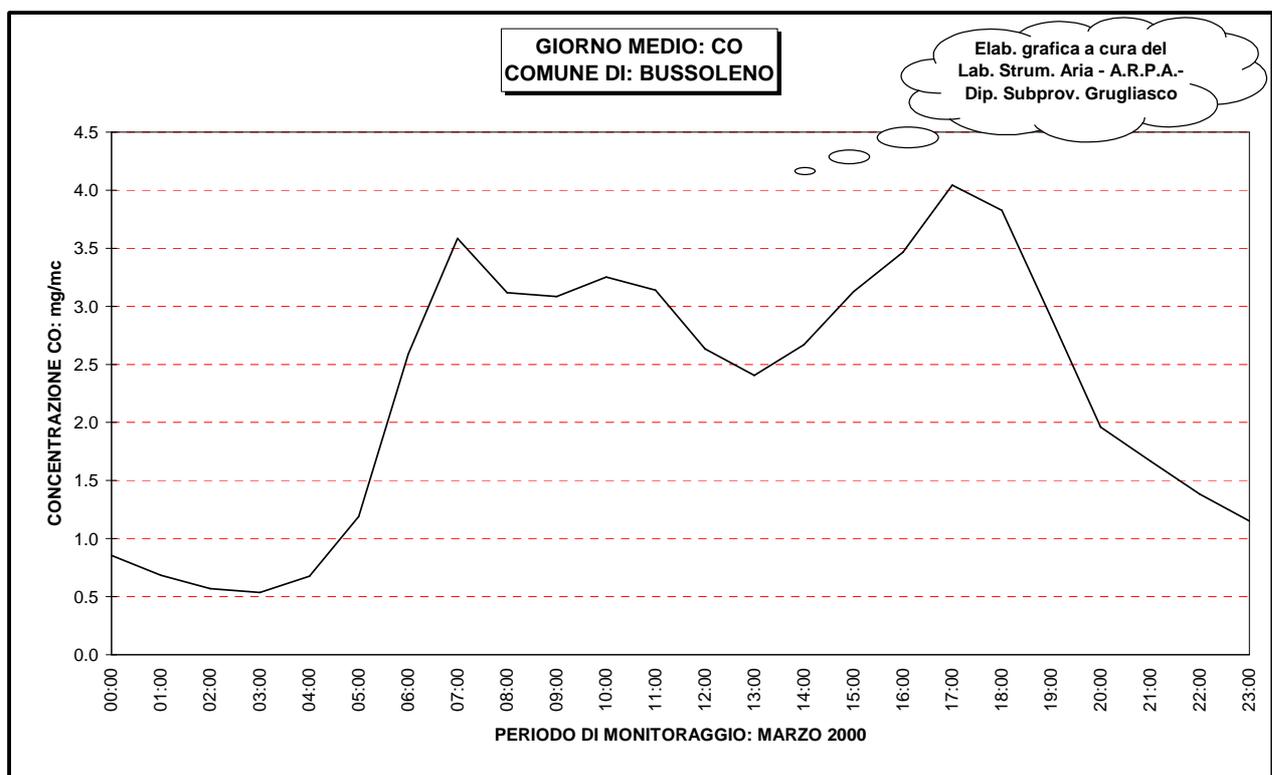
CO: andamento giorno medio - AGOSTO 1999



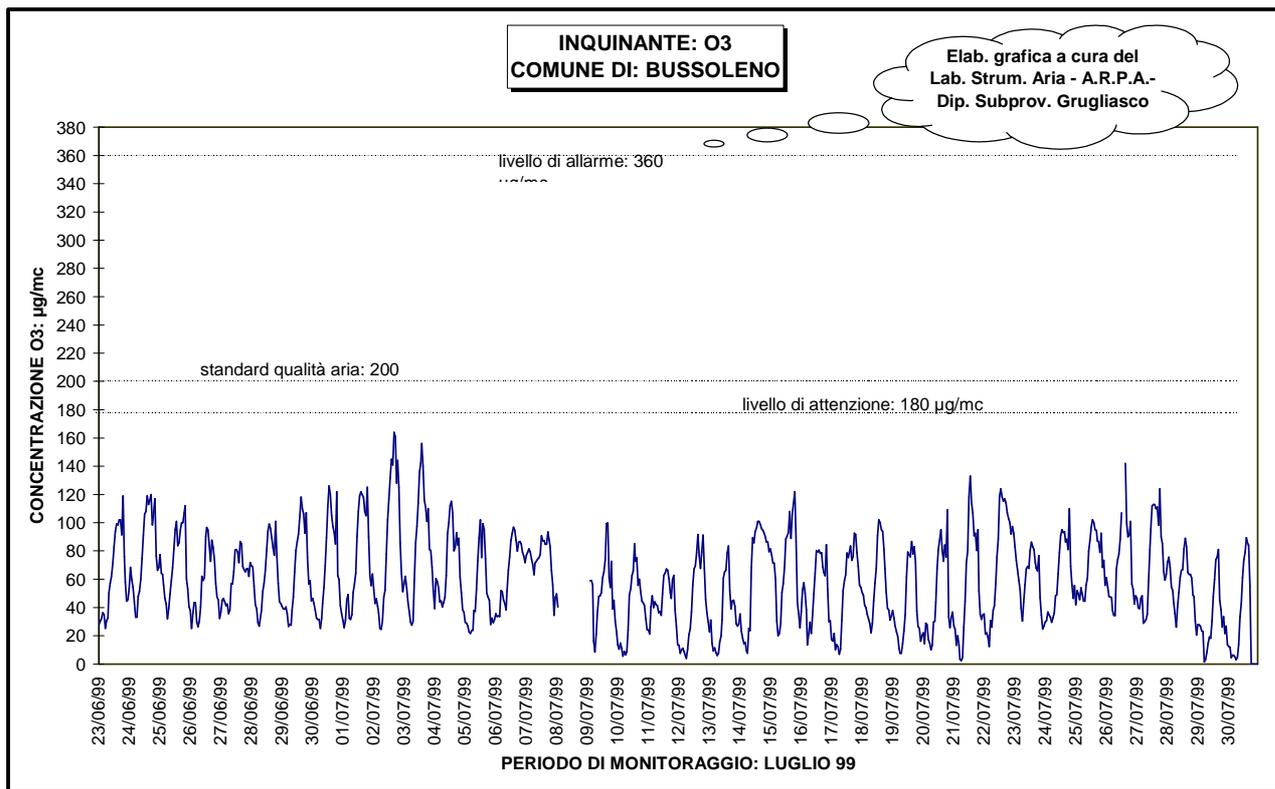
CO: confronto con limiti di legge - MARZO 2000



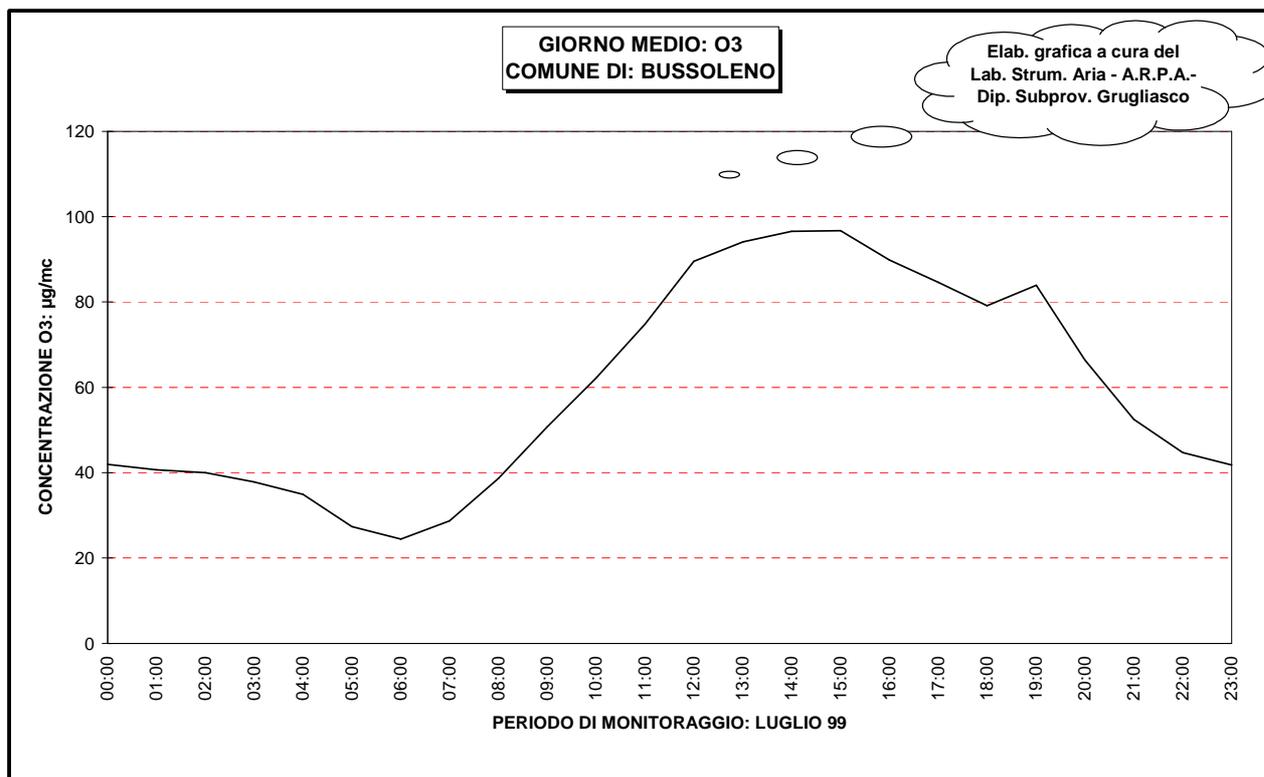
CO: andamento giorno medio - MARZO 2000



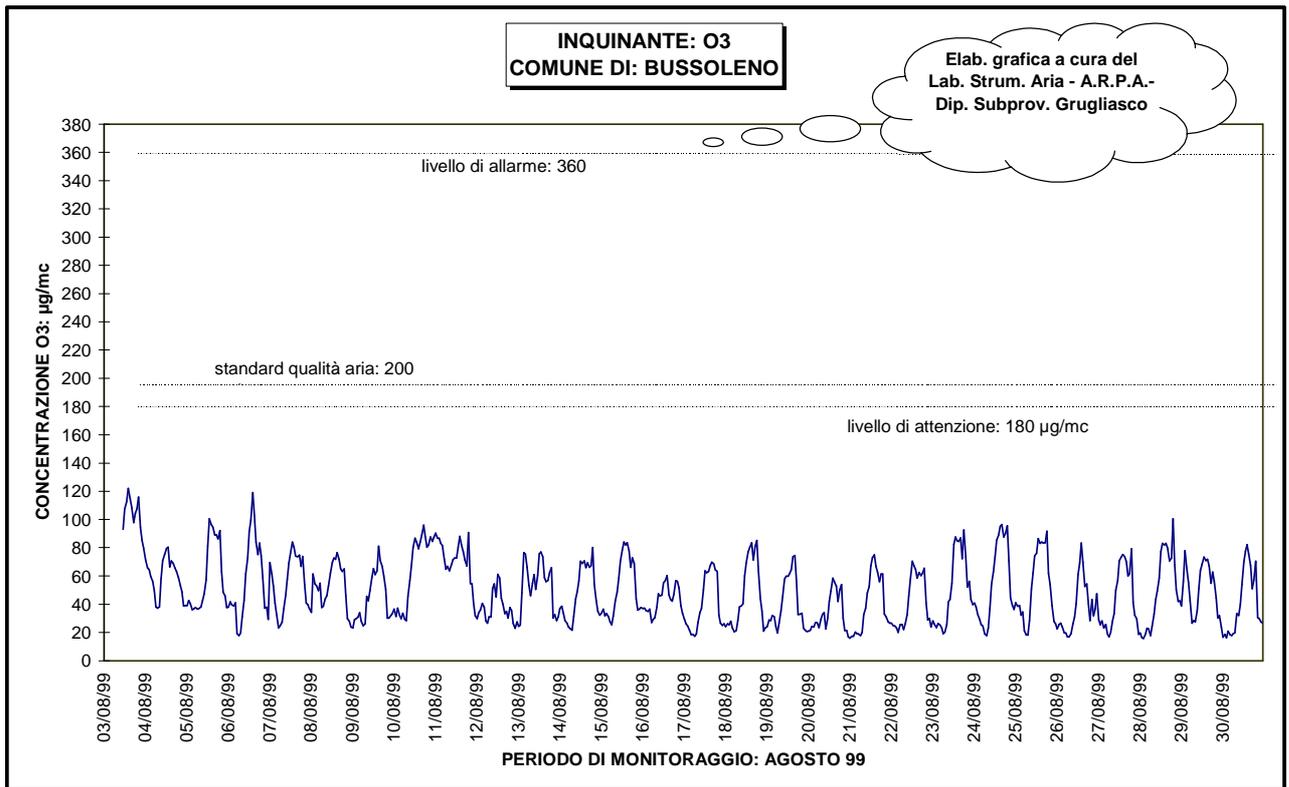
O3: confronto con livelli di attenzione e allarme - LUGLIO 1999



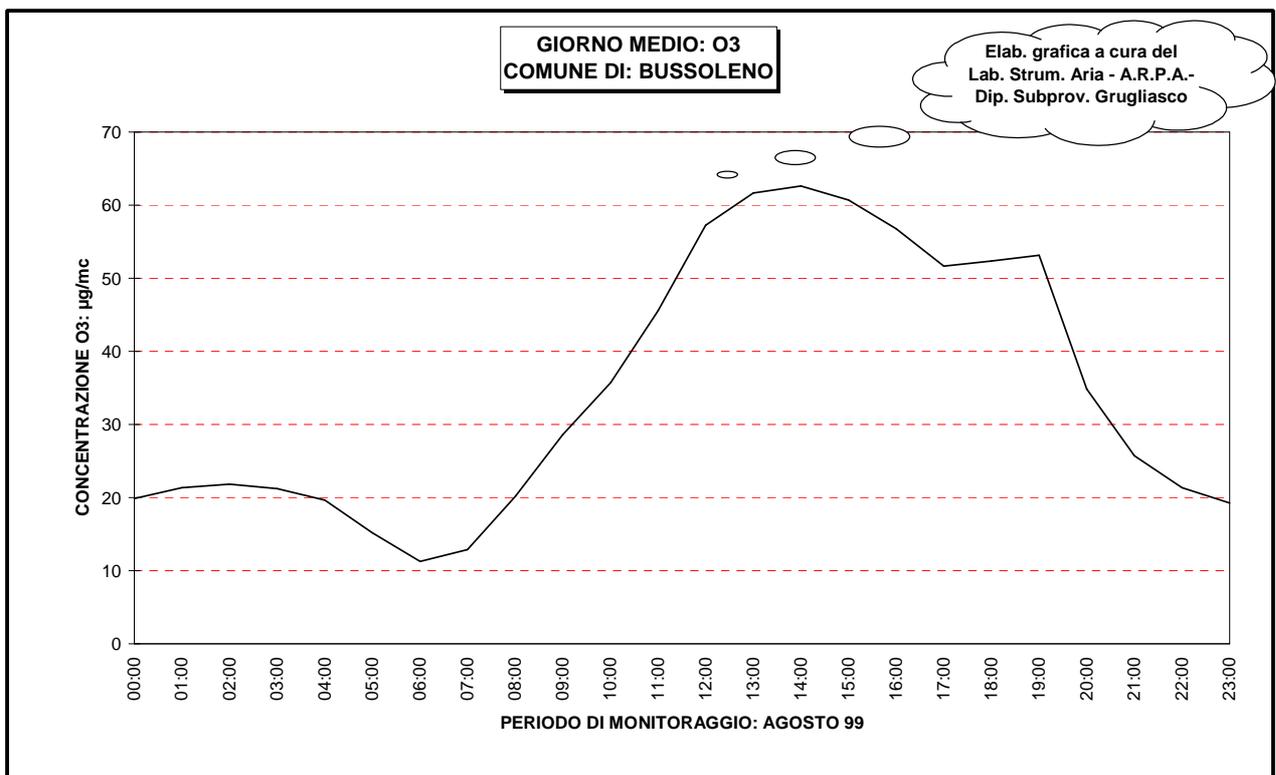
O3: giorno medio - LUGLIO 1999



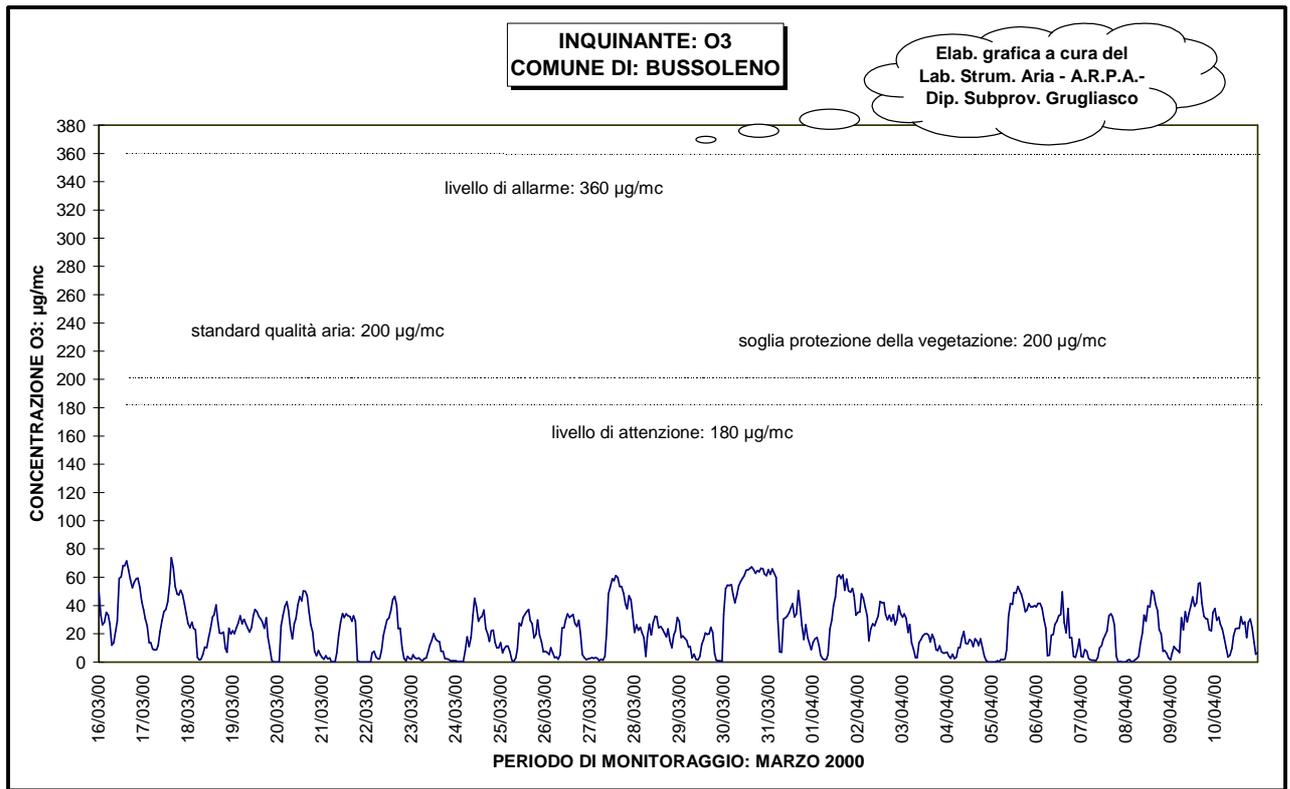
O3: confronto con livelli di attenzione e allarme - AGOSTO 1999



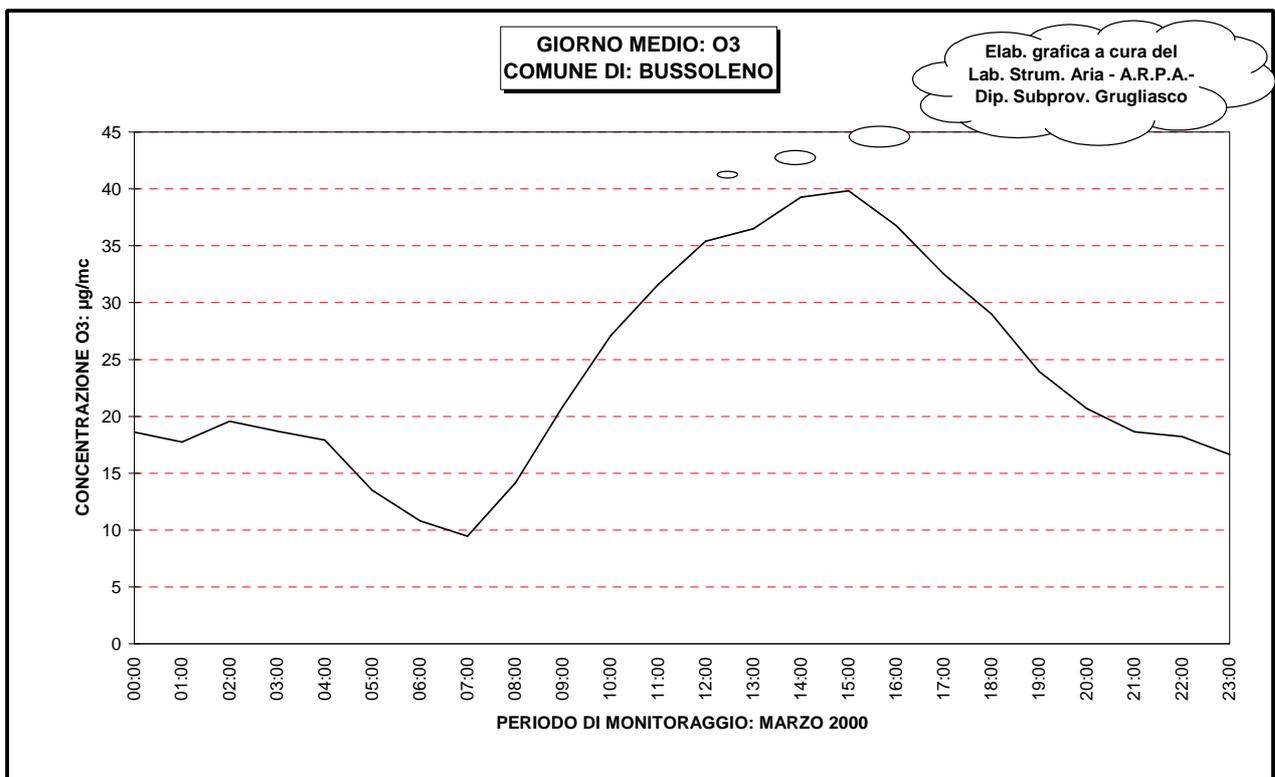
O3: giorno medio - AGOSTO 1999



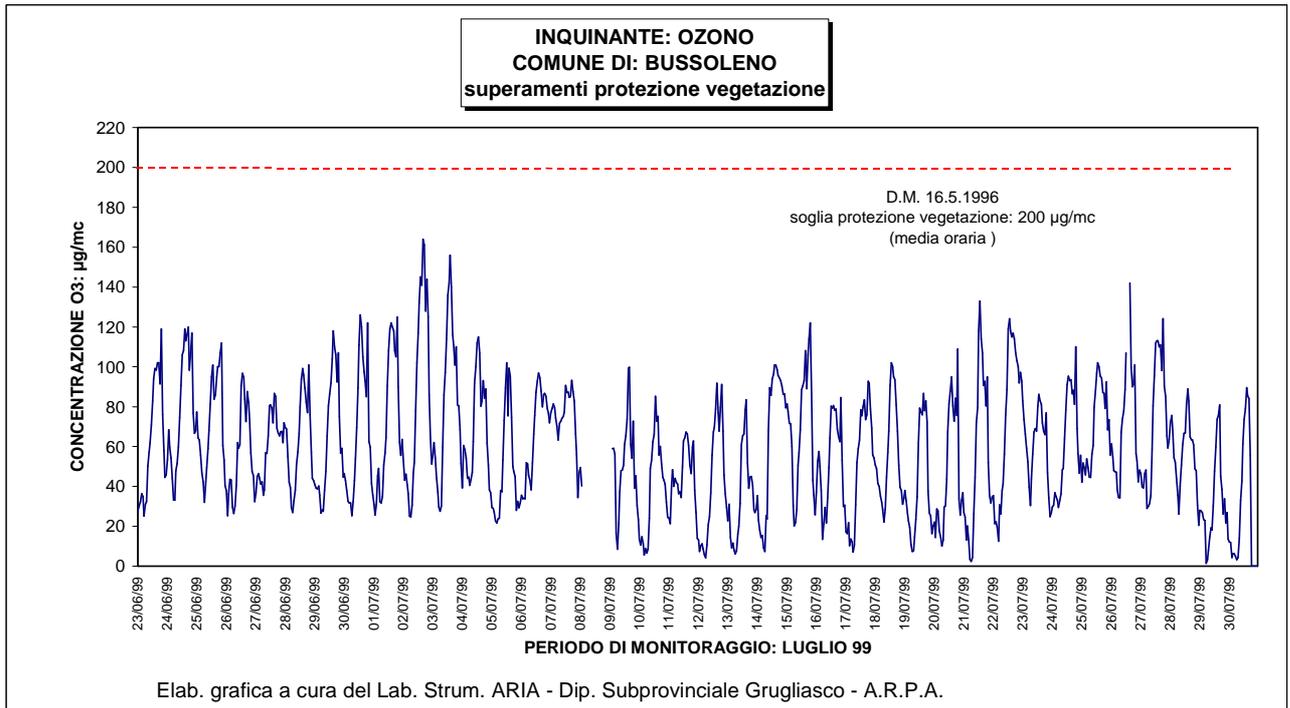
O3: confronto con livelli di attenzione e allarme - MARZO 2000



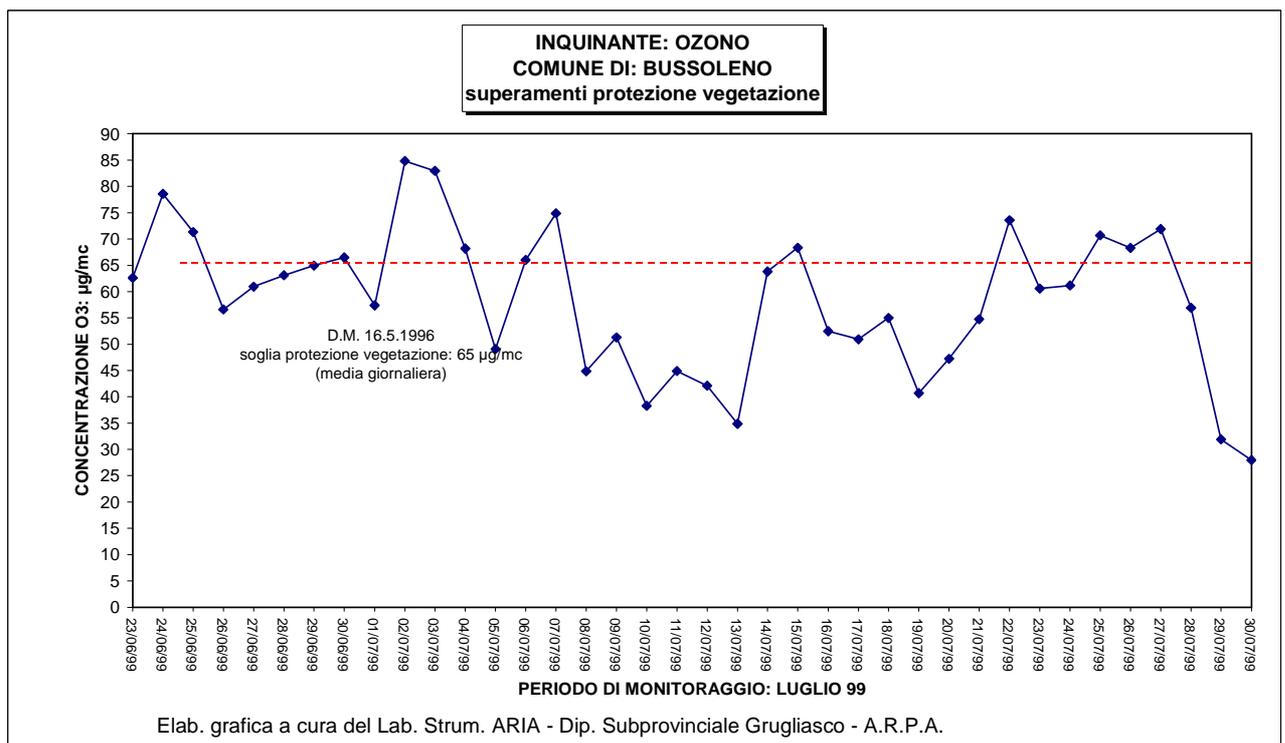
O3: giorno medio - MARZO 2000



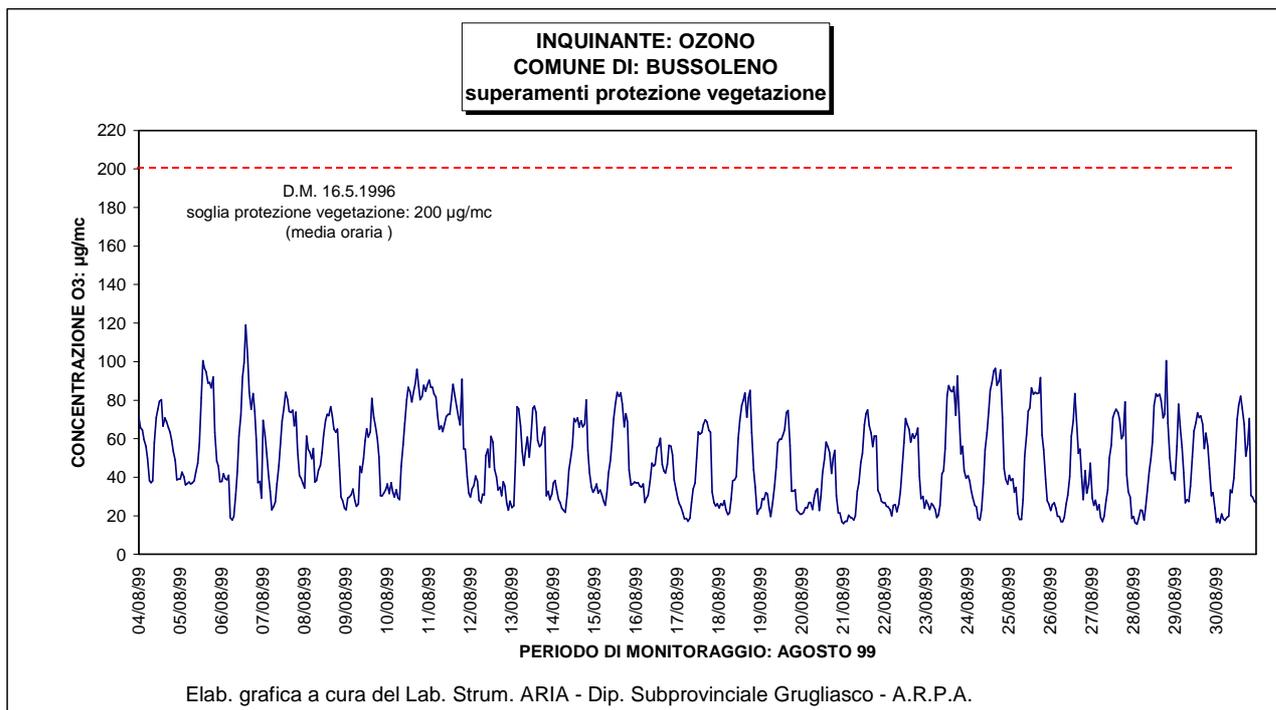
O3: confronto con soglia di protezione vegetazione (media oraria) - LUGLIO 1999



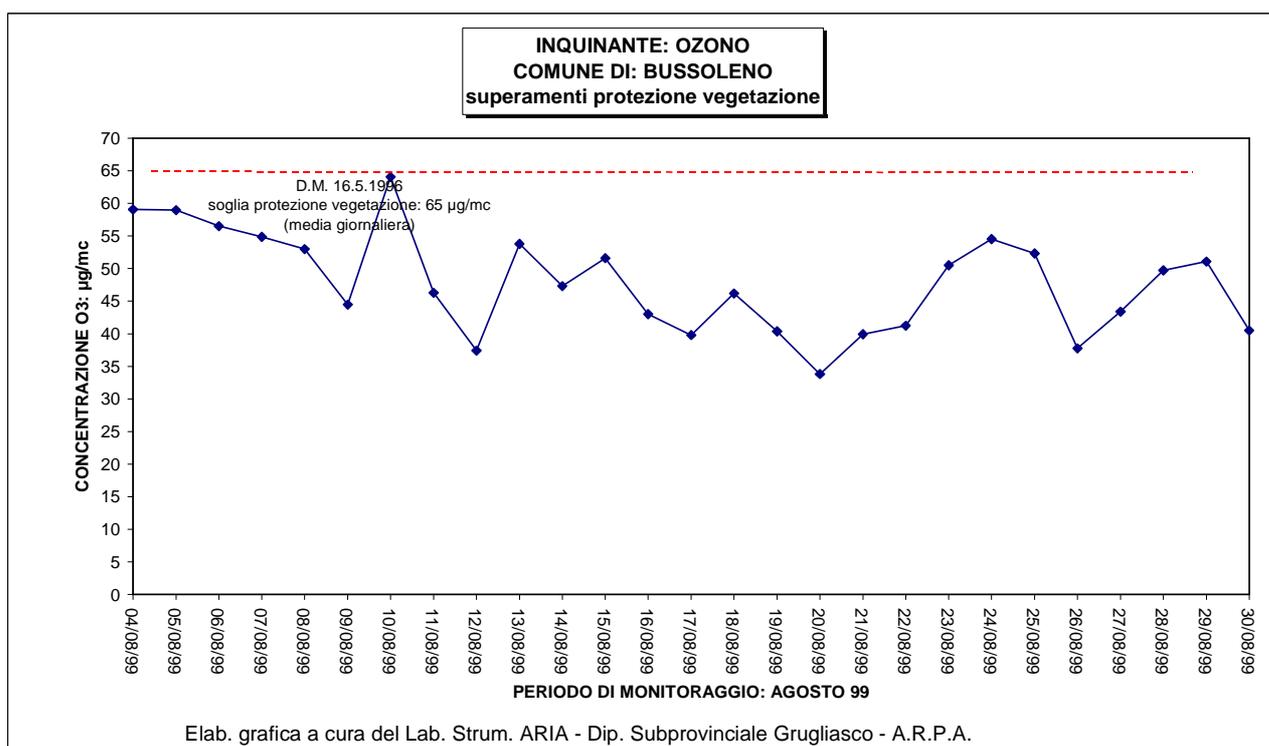
O3: confronto con soglia di protezione vegetazione (media giornaliera) - LUGLIO 1999



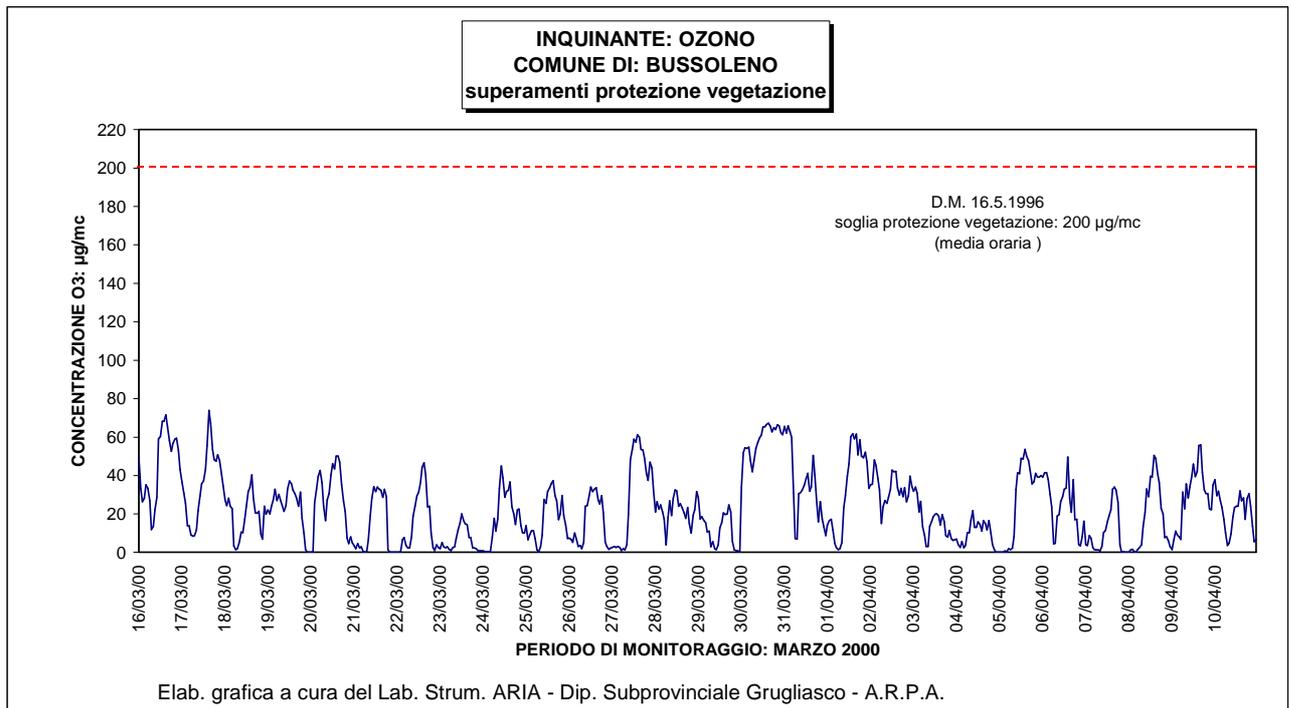
O3: confronto con soglia di protezione vegetazione (media oraria) - AGOSTO 1999



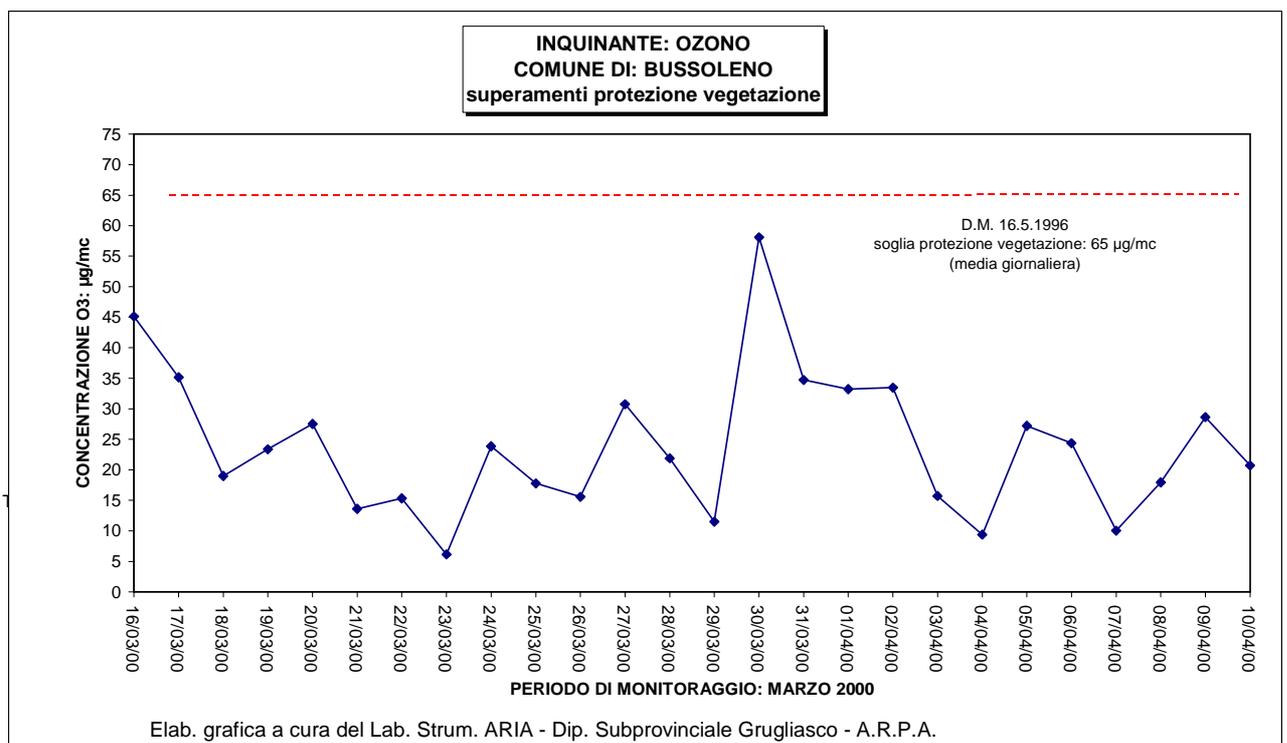
O3: confronto con soglia di protezione vegetazione (media giornaliera) - AGOSTO 1999



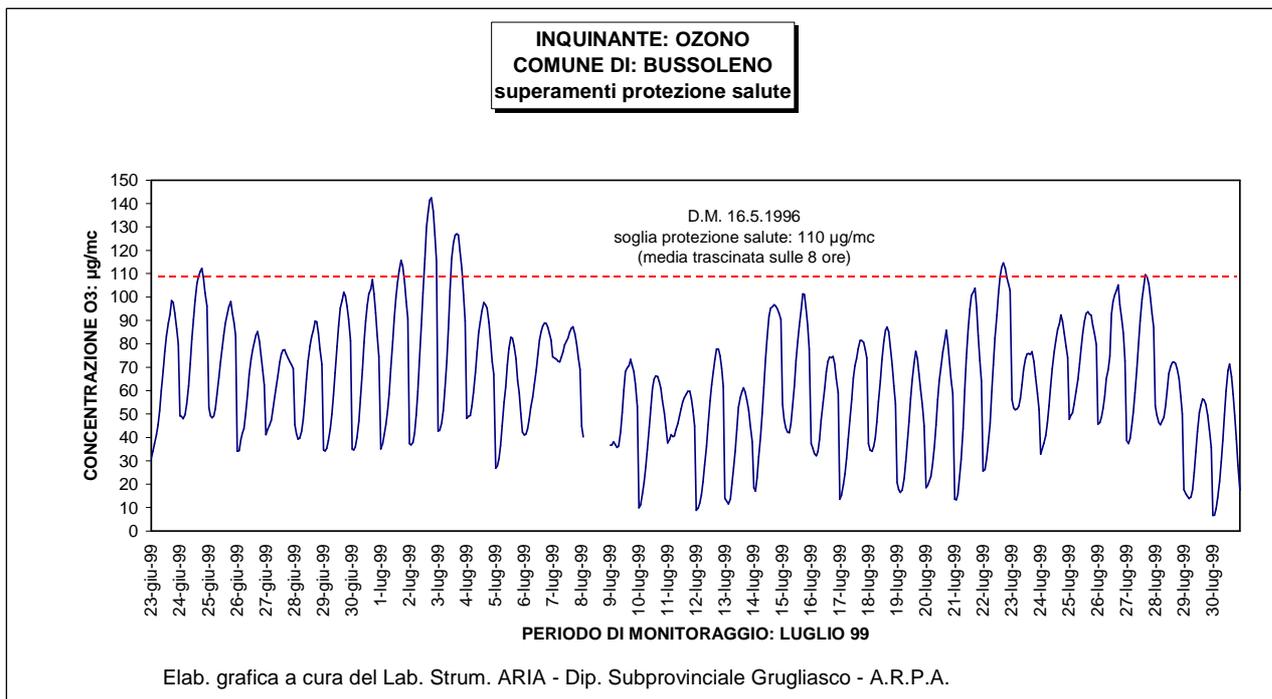
O3: confronto con soglia di protezione vegetazione (media oraria) - MARZO 1999



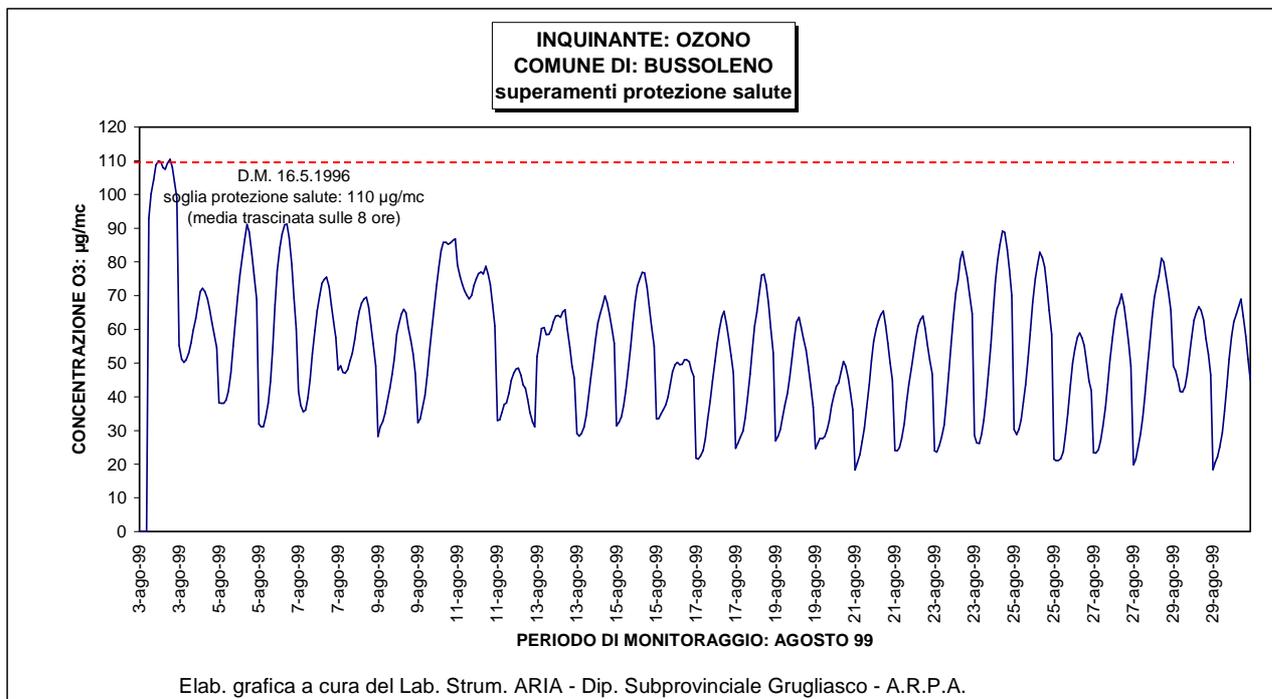
O3: confronto con soglia di protezione vegetazione (media giornaliera) - MARZO 2000



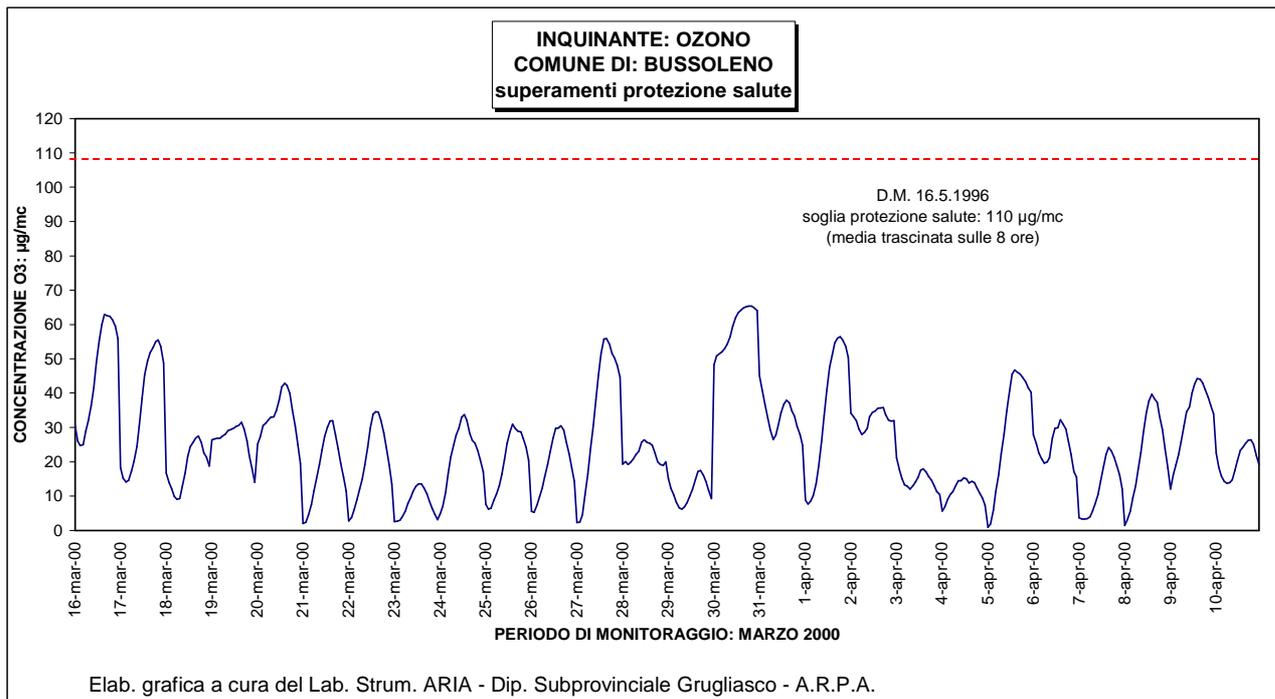
O3: confronto con soglia di protezione salute - LUGLIO 1999



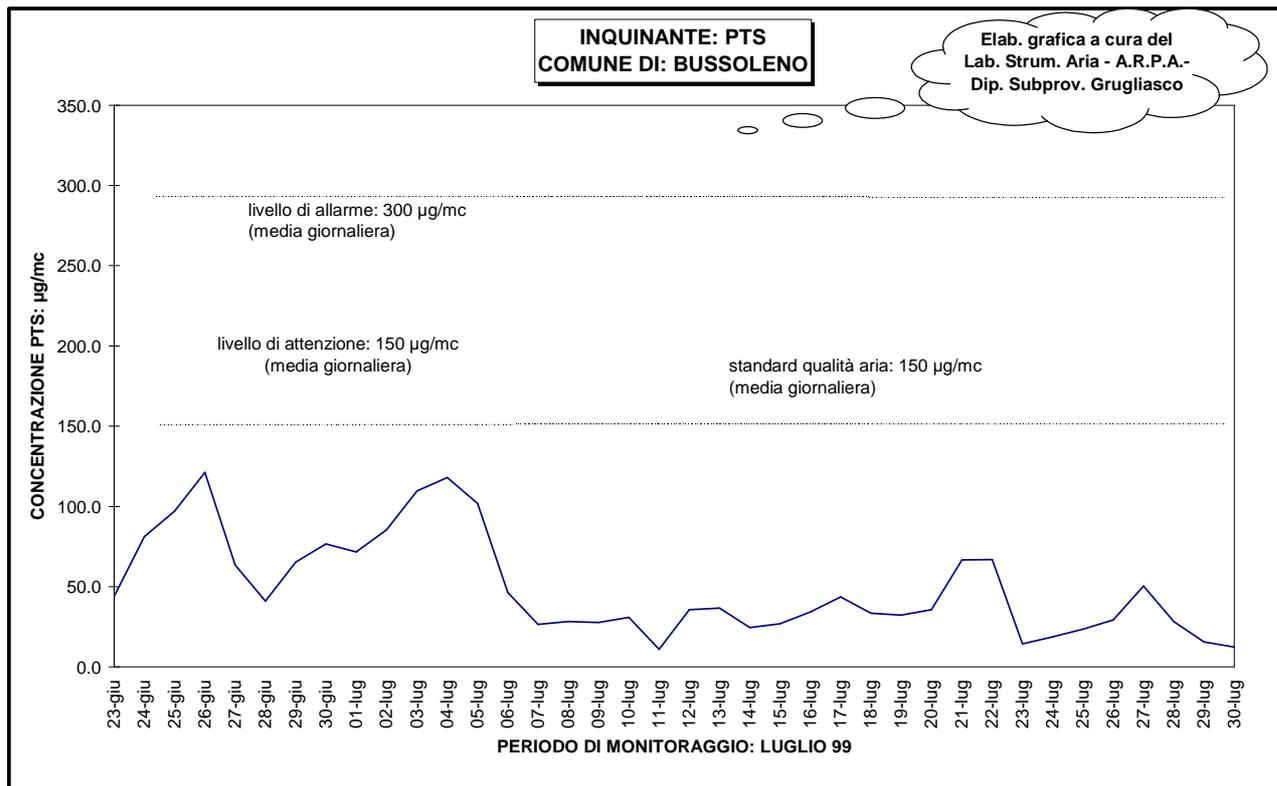
O3: confronto con soglia di protezione salute - AGOSTO 1999



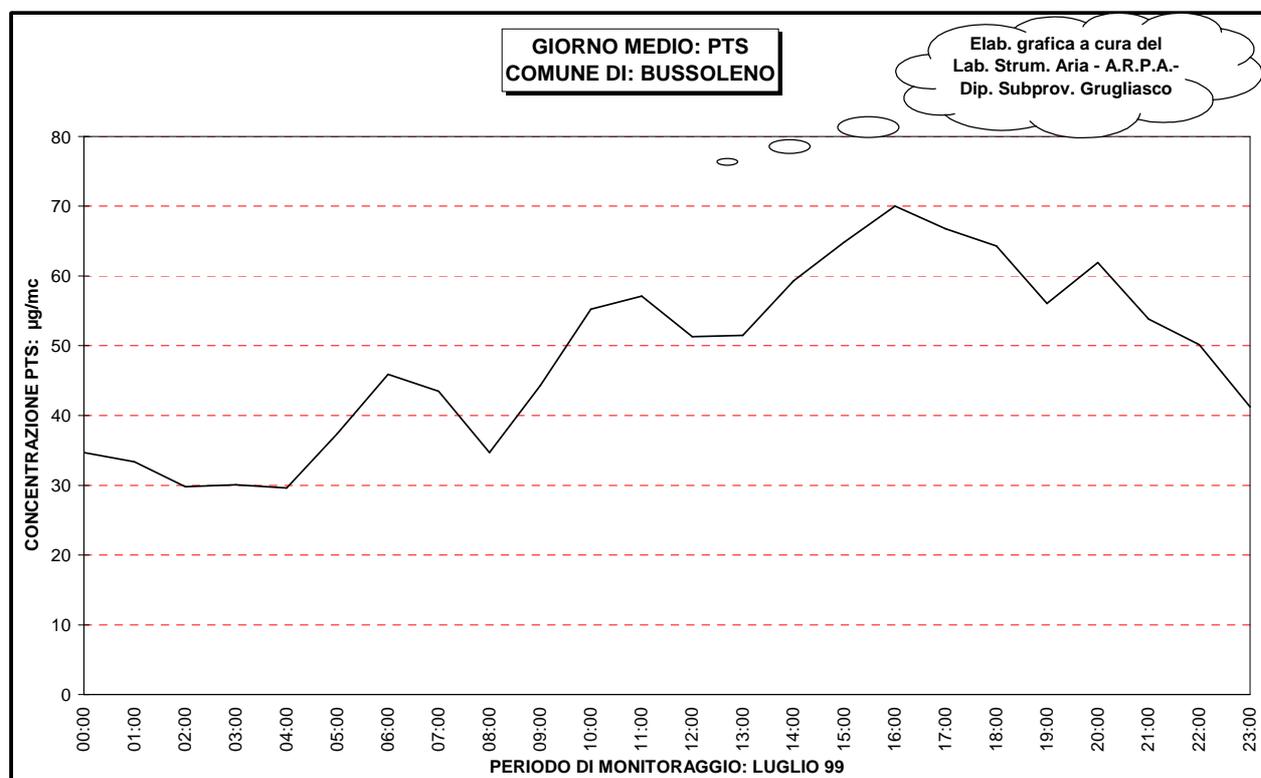
O3: confronto con soglia di protezione salute - MARZO 2000



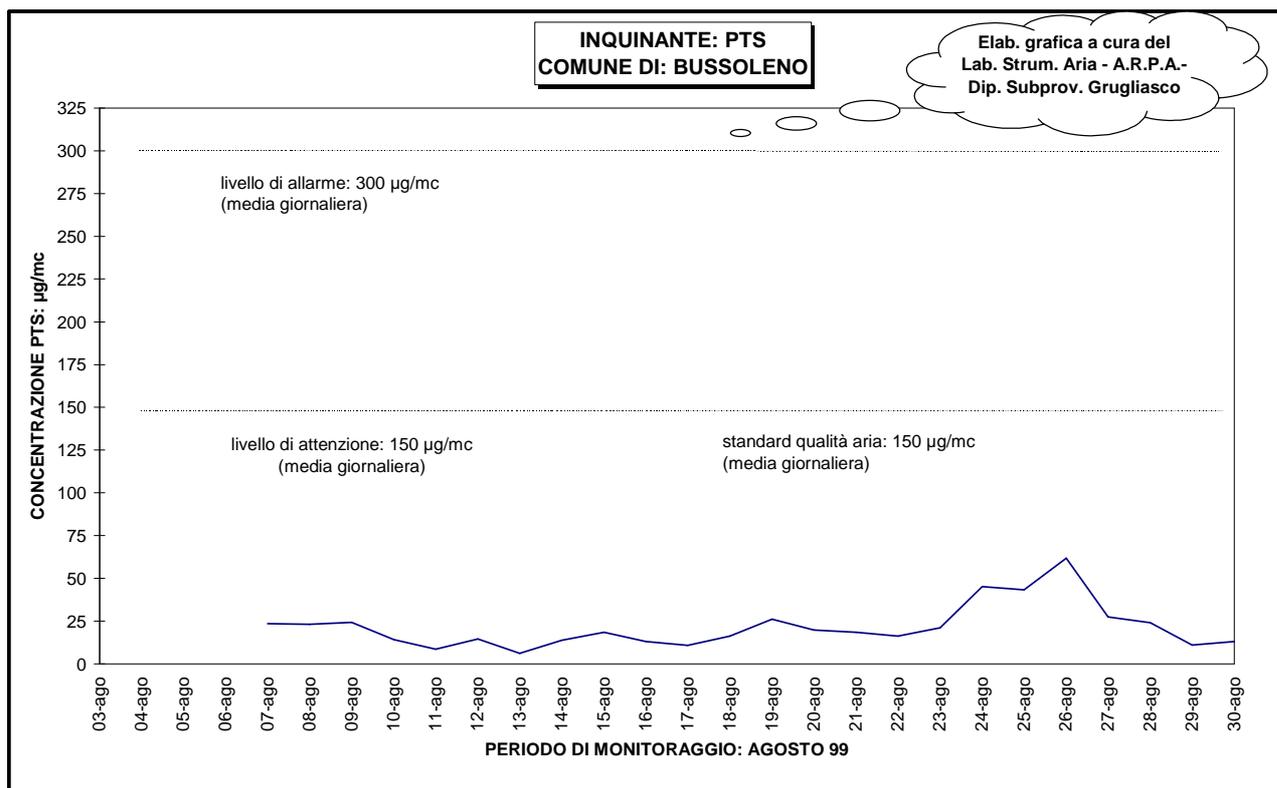
PTS: confronto con limiti di legge (media giornaliera) - LUGLIO 1999



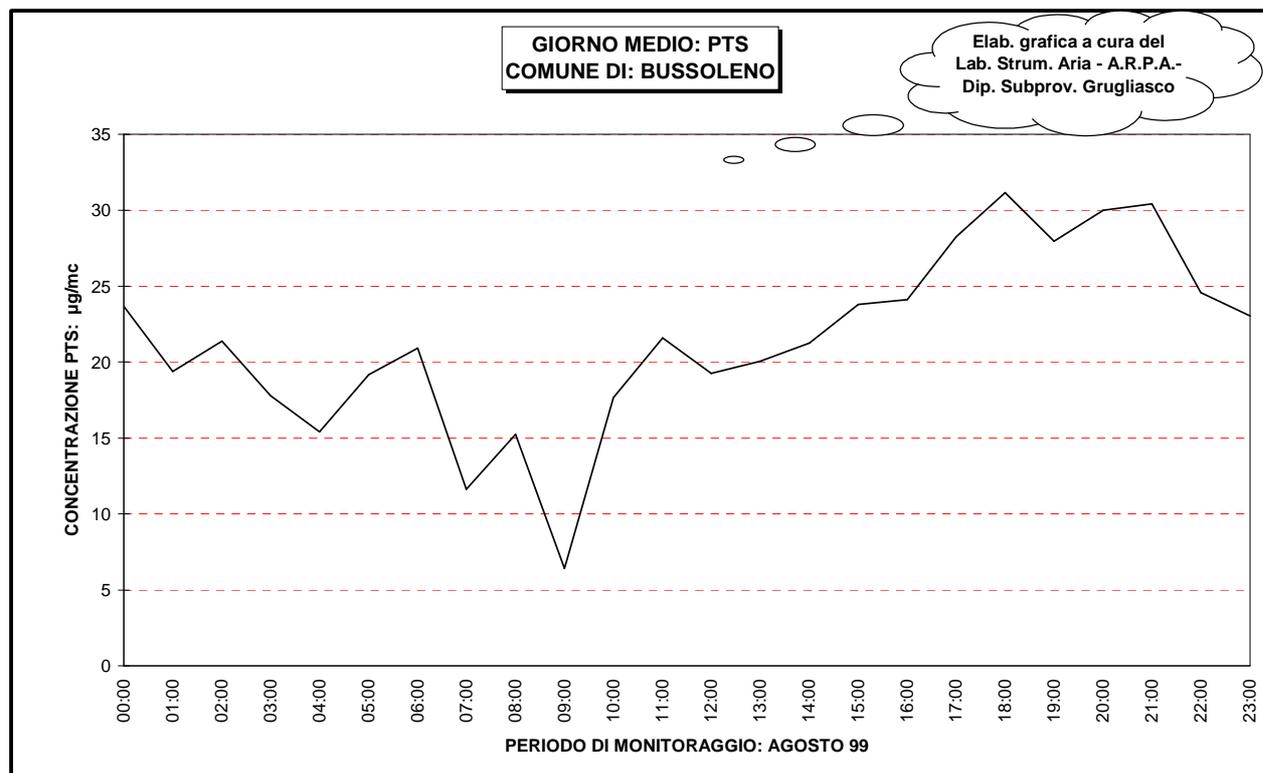
PTS: giorno medio - LUGLIO 1999



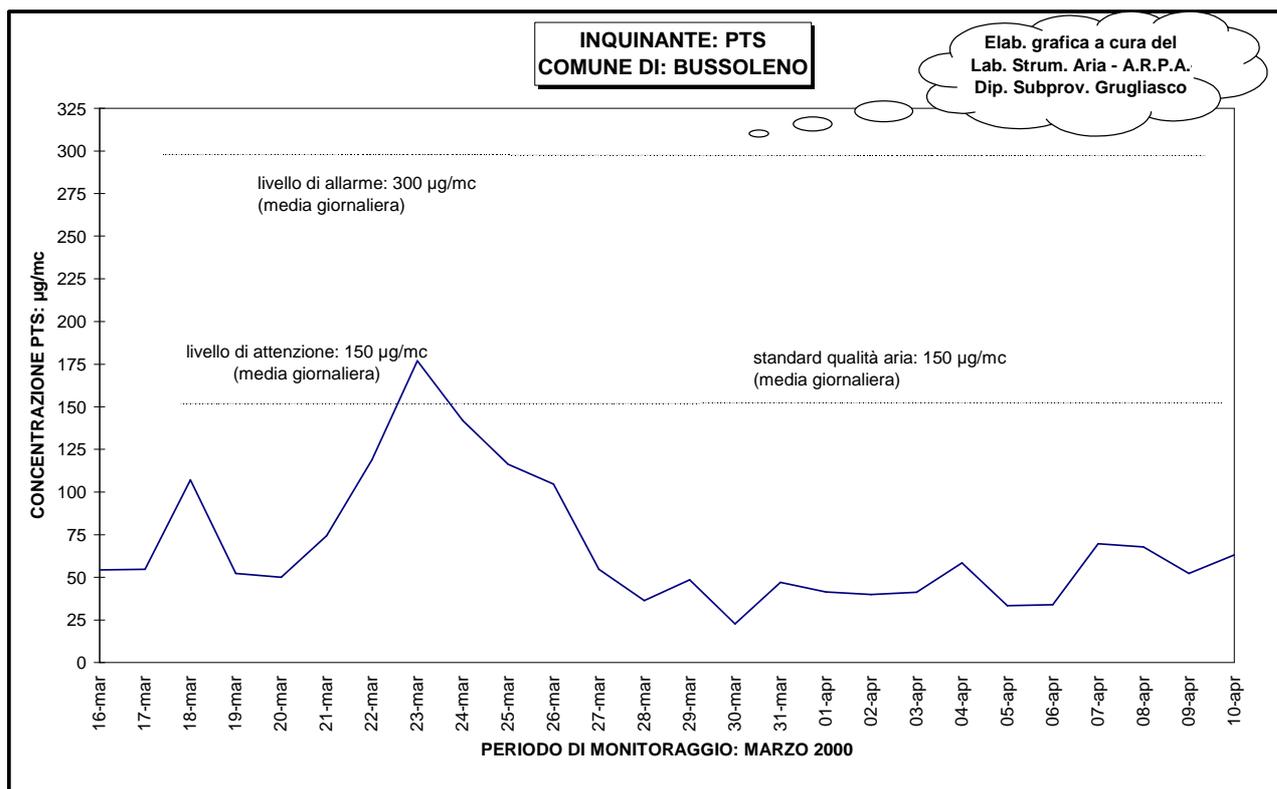
PTS: confronto con limiti di legge (media giornaliera) - AGOSTO 1999



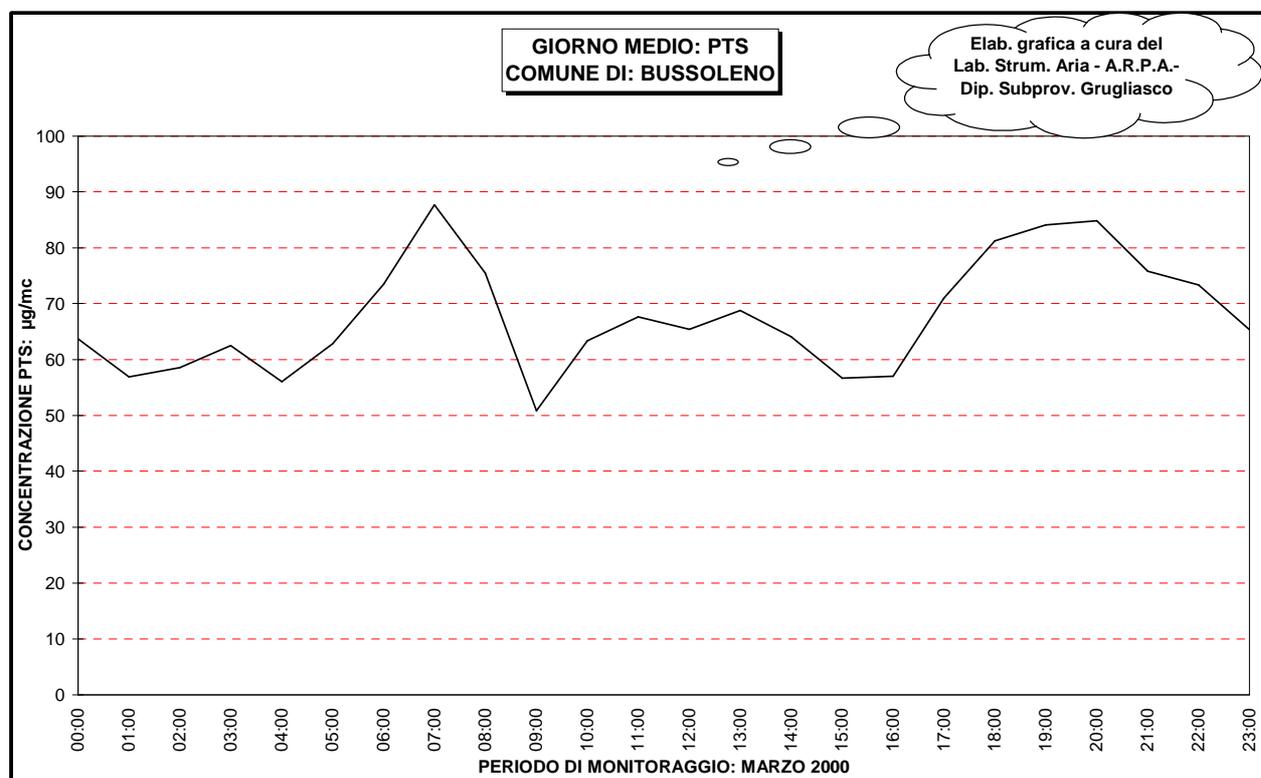
PTS: giorno medio - AGOSTO 1999



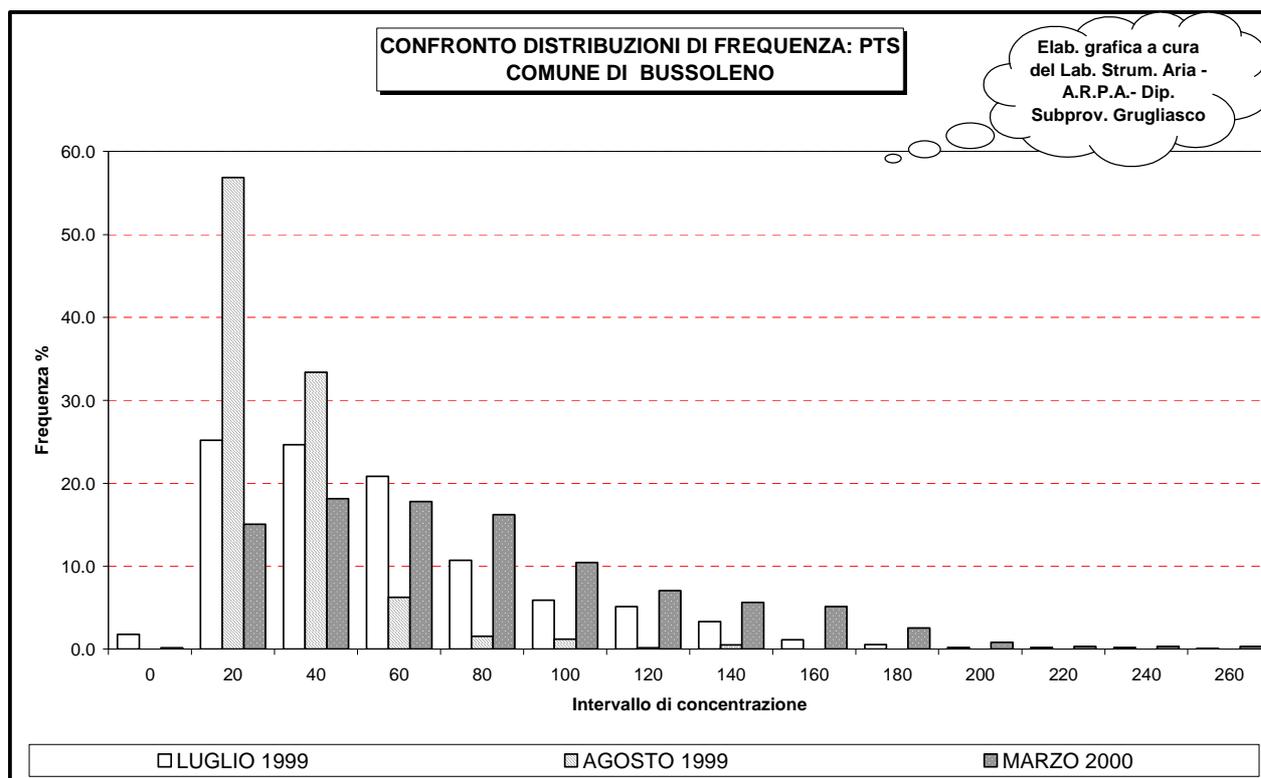
PTS: confronto con limiti di legge (media giornaliera) - MARZO 2000



PTS: giorno medio - MARZO 2000



PTS: confronto distribuzione di frequenza – LUGLIO 1999, AGOSTO 1999, MARZO 2000



Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)

Nel corso della seconda campagna non sono stati effettuati - a causa di problemi di natura tecnica - campionamenti finalizzati a quantificare il livello di I.P.A. presenti nell'aria. Sono stati quindi riportati in Tabella 12 solo i dati relativi alla prima campagna.

I prelievi, della durata di 24 ore, sono stati eseguiti captando - su membrana in fibra di vetro - un volume noto di aria con campionatore a bassi flussi; successivamente gli I.P.A. sono stati quantificati mediante gascromatografia-spettrometria di massa.

Tabella 12 - Concentrazioni di I.P.A. - campionamenti della prima campagna

	Bussoleno Mobilab 13÷14-lug-99 (ng/Nmc)	Fraz. Santa Petronilla 18÷19-ago-99 (ng/Nmc)
naftalene	<0.05	<0.05
acenaftilene	<0.05	<0.05
acenaftene	<0.05	<0.05
fluorene	<0.05	<0.05
fenantrene	0.38	0.05
antracene	0.16	<0.05
fluorantene	0.13	<0.05
pirene	0.29	0.15
benzo(a)antracene	0.66	<0.1
crisene	0.42	<0.1
benzo(b)fluorantene	<0.1	<0.1
benzo(k)fluorantene	<0.1	<0.1
benzo(a)pirene	<0.1	<0.1
indenopirene	<0.5	<0.5
dibenzoantracene	<1	<1
benzoperilene	<0.5	<0.5
totale	2.0	0.2

Metalli

Sempre nel corso della campagna svolta nel secondo periodo (febbraio-marzo 2000), si è proceduto ad un campionamento di polveri aerodisperse per valutare le concentrazioni di piombo (Pb), cadmio (Cd), nichel (Ni) e vanadio (V) in esse contenute.

Questi campionamenti sono stati eseguiti captando una quantità nota di aria su membrana di cellulosa; successivamente si è proceduto alla mineralizzazione dei filtri ed al dosaggio dei metalli mediante assorbimento atomico.

Nella Tabella 13 sono riassunti i risultati analitici relativi alle due campagne di monitoraggio, confrontati con le linee guida (Tabella 14) proposte dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (O.M.S.): per i vari metalli sono riportati degli intervalli di concentrazione - riferiti ad aree a diversa tipologia - ottenuti su base sperimentale.

Tabella 13 - Concentrazioni di metalli - campionamenti di entrambe le campagne

	Cadmio µg/ mc	Piombo µg/ mc	Nichel µg/ mc	Vanadio µg/ mc
Mobilab 13-lug-99 durata 24h	<0.0125	0.207	0.034	<0.025
Fraz. Santa Petronilla 18-ago-99 durata 24h	<0.0125	0.030	0.010	<0.025
Mobilab 28-mar-00 durata 24h	<0.0125	0.127	0.017	<0.025

Tabella 14 - Linee Guida O.M.S. e classificazione delle aree urbane, industriali e remote rispetto alle concentrazioni dei metalli (esprese come media annuale)

	Cadmio µg/ mc	Piombo µg/ mc	Nichel µg/ mc	Vanadio µg/ mc
Linee Guida	(Nota 3)	0.5 - 1.0 (Nota 1)	(Nota 3)	1 (Nota 1)
Concentrazioni tipiche in area urbana	0.001 - 0.05	0.5 - 3	0.003 - 0.1	0.007 - 0.2
Concentrazioni tipiche in area industriale	0.001 - 0.1		0.008 - 0.2	0.01 - 0.07
Concentrazioni tipiche in area remota	0.0001 - 0.001	0.1 - 0.3	0.0001 - 0.0007	0 - 0.003

Nota 1: media di 24 ore

Nota 2: media annuale

Nota3: sostanza cancerogena

Composti organici volatili - V.O.C.

Per dare completezza alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, anche durante la seconda campagna di monitoraggio sono stati eseguiti campionamenti per rilevare e quantificare i principali composti organici volatili (V.O.C.), che hanno come fonte comune e principale il traffico autoveicolare. I risultati della prima campagna di monitoraggio sono stati riportati nelle Tabelle 15 (Piazzetta del Moro), 16 (Frazione Santa Petronilla) e 17 (Via Traforo).

I campionamenti sono stati effettuati in diverse ore della giornata al fine di evidenziare le variazioni dei V.O.C. in corrispondenza dei diversi contributi delle sorgenti emissivi.

Cinque di questi prelievi - distribuiti in modo da coprire l'arco delle 24 ore - sono stati effettuati presso il Laboratorio mobile, in Piazzetta del Moro; altri due campionamenti estemporanei sono stati effettuati lungo Via Traforo, in punti di particolare traffico veicolare (Tabella 18).

Si è proceduto ad un campionamento di aria con contenitori di TEDLAR ed a successiva analisi dei V.O.C. mediante gascromatografia con criofocalizzazione; a causa di problemi legati alla strumentazione, è stato possibile quantificare analiticamente solo il benzene.

Va sottolineato che, fra i V.O.C. monitorati, l'unico normato ai fini della qualità dell'aria risulta il benzene, per il quale il limite di riferimento è l'obiettivo di qualità su base annuale (D.M. 25/11/94), pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda invece i V.O.C. nel loro complesso, le concentrazioni misurate possono essere confrontate con il limite ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) previsto, per gli idrocarburi non metanici, dal D.P.C.M. del 28/03/83: tale limite - secondo la norma - deve essere adottato solamente nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si verificano superamenti significativi dello standard di qualità dell'aria per l'ozono. Il confronto con il limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ va effettuato tenendo conto che si riferisce ad un valore mediato su 3 ore, mentre le misure effettuate nel corso del monitoraggio sono caratterizzate da durata inferiore.

Tabella 15 - Concentrazioni di V.O.C. - campionamenti della prima campagna (sito: Piazzetta del Moro)

Data prelievo	Orario	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Etano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Propano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Butano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ciclo pentano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Iso pentano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ n-Pentano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1-3 Butadiene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ n-Esano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ n-Eptano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Benzene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Toluene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ m+p- Xilene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ o-Xilene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ Cumene	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ 1,3,5-trimetil benzene
13.07.99	11 - 13	2.0	2.8	4.0	0.7	8.3	7.3	< 0.5	67.4	0.9	2.4	15.7	7.0	3.7	12.3	35.4
13.07.99	15 -17	3.0	6.0	20.2	2.6	56.5	16.0	3.0	19.2	4.5	16.1	68.6	43.4	15.4	1.9	12.4
13.07.99	19 - 21	2.0	5.6	15.3	1.7	29.7	8.8	1.7	17.9	16.4	11.6	124.1	34.7	11.8	<0.1	11.1
13.07.99	23 - 01	2.0	4.4	8.9	1.4	21.3	6.5	1.6	13.9	2.4	8.7	39.6	35.2	16.2	4.2	16.5
14.07.99	03 - 05	3.7	4.9	5.8	0.8	10.5	5.7	0.6	27.6	4.2	3.7	17.6	10.6	5.0	14.9	7.2
14.07.99	07 - 09	3.2	7.6	17.5	1.8	42.7	10.6	2.3	20.4	1.8	8.7	33.0	21.5	9.2	< 0.1	8.1
Val. MINIMO		2.0	2.8	4.0	0.7	8.3	5.7	<0.5	13.9	0.9	2.4	15.7	7.0	3.7	<0.1	7.2
Val. MASSIMO		3.7	7.6	20.2	2.6	56.5	16.0	3.0	67.4	16.4	16.1	124.1	43.4	16.2	14.9	35.4
Val. MEDIO		2.7	5.2	12.0	1.5	28.2	9.2	1.8	27.7	5.0	8.5	49.8	25.4	10.2	8.3	15.1
DEVIAZIONE STANDARD		0.7	1.6	6.6	0.7	18.8	3.8	0.9	19.9	5.7	5.1	41.1	14.7	5.2	6.3	10.5

Tabella 16 - Concentrazioni di V.O.C. - campionamenti della prima campagna (sito: Frazione Santa Petronilla)

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Benzene	Toluene	m+p-Xilene	Stirene+o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	Etilbenzene	VOC Identif.
1	18/08/99	11-13	5.9	24.1	20.2	~113	3.8	5.2	~12	~184
2	18/08/99	15-17	6.3	22.8	18.5	~26	3.7	6.1	~5	~88
3	18/08/99	19-21	6.9	40.9	29.5	~22	7.1	9.2	~7	~123
4	18-19/08/99	23-1	21.2	71.8	138	~69	32.5	34.7	~29	~396
5	19/08/99	7-9	5	29.1	23.9	~21	1	2.7	~6	~89
	Val. MINIMO		5.0	22.8	18.5	~21	1.0	2.7	~5	~88
	Val. MASSIMO		21.2	71.8	138.0	~113	32.5	34.7	~29	~396
	Val. MEDIO		9.1	37.7	46.0	~50	9.6	11.6	~12	~176
	DEVIAZIONE STANDARD		6.8	20.3	51.6	~40	13.0	13.1	~10	~129

Tabella 17 - Concentrazioni di V.O.C. - campionamenti estemporanei della prima campagna (sito: Via Traforo)

Siti di campionamento	Data prelievo	Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano	n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetil benzene
Via Traforo 26 ore 10:45	13-lug-99 ore 10.45	6.8	6.7	35.7	5.4	127.1	38.2	5.1	23.1	13	34.6	152	100.8	37.1	3.5	33.3
Via Traforo 58 ore 10:50	13-lug-99 ore 10.50	6.3	5.4	22.3	2.9	64.4	17.1	3.6	17.3	5.5	19.7	274.9	63.9	22.1	1.9	14.6

Tabella 18 - Concentrazioni di V.O.C. - campionamenti della seconda campagna (siti: Piazzetta del Moro e Via Traforo)

Numero campione	Data prelievo	Orario	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Benzene
1	28-mar-00	11-13	11.6
2	28-mar-00	19-21	26.3
3	28-mar-00	23-1	11.3
4	29-mar-00	3-5	6.5
5	29-mar-00	7-9	23.3
Campionamento Mobilab			
	Val. MINIMO		6.5
	Val. MASSIMO		26.3
	Val. MEDIO		15.8
	DEVIAZIONE STANDARD		8.5

Siti di campionamento	Data prelievo	Orario	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
			Benzene
Via Traforo 26	29-mar-00	12:10	22.7
Via Traforo 58	29-mar-00	12:10	47.7

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

Conclusioni relative alla campagna di monitoraggio effettuata con il Laboratorio Mobile.

L'obiettivo del monitoraggio era la valutazione dell'incidenza - sulla qualità dell'aria - dell'inquinamento generato dal traffico veicolare in transito sull'autostrada TORINO-BARDONECCHIA (galleria "Prapontin" - finestra di S. Petronilla e uscita est in zona "Ravoiretta/Franca") e nel tratto di S.S. 25 che attraversa l'abitato.

Nei periodi coincidenti con le due campagne del Mobilab non si sono verificati superamenti del livello di allarme per nessuno degli inquinanti monitorati. Sono stati invece registrati superamenti per:

1. **biossido di azoto** (12 superamenti del livello di attenzione nel periodo LUGLIO 1999);
2. **ozono** (23 superamenti della soglia di protezione salute e 13 della soglia di protezione vegetazione nel LUGLIO 1999; 1 superamento sia della soglia di protezione salute che della soglia di protezione vegetazione nel corso dell'AGOSTO 1999);
3. **polveri totali sospese** (1 superamento del livello di attenzione nel corso della seconda campagna).

Per quanto riguarda i superamenti di **ozono** registrati durante il periodo di monitoraggio, va sottolineato che i valori di riferimento per la protezione della salute e della vegetazione previsti dal D.M. 16/05/96, pur corrispondendo ad indici di esposizione numericamente inferiori al livello di attenzione, assumono particolare significato nel momento in cui i relativi superamenti interessano buona parte della giornata. In particolare, il livello di protezione della salute (110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media mobile trascinata su otto ore), alla luce dei più recenti documenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, viene considerato uno degli indicatori più efficaci ai fini della valutazione del rischio per la salute umana. Inoltre una delle caratteristiche più importanti di tale inquinante è il carattere ubiquitario; questo fa sì che - come evidenziato dai dati acquisiti dalla rete di monitoraggio provinciale e dalle numerose campagne effettuate con il Laboratorio Mobile - la sua presenza interessi tutto il territorio provinciale, indipendentemente dal grado di industrializzazione ed urbanizzazione.

In entrambi i periodi esaminati, la **velocità media del vento** nel sito di monitoraggio è stata di 0.5-0.7 m/sec, con valori massimi inferiori ai 2 m/sec; tale condizione ha certamente contribuito al ristagno degli inquinanti atmosferici ed è legata, come già evidenziato nella relazione preliminare, alla struttura stessa del tratto di Via Traforo.

Per quanto riguarda il monitoraggio del **benzene** e degli **I.P.A.**, occorre considerare che gli obiettivi di qualità previsti dal D. M. n. 159 del 25.11.94 - 10 $\mu\text{g}/\text{mc}$ per il benzene e 1 ng/mc per il benzo(a)pirene - si riferiscono ad una statistica su base annuale; i valori rilevati per gli stessi inquinanti nel corso della campagna del mezzo mobile sono stati ottenuti, per ragioni tecniche, da misure puntuali riferite all'arco delle 24 ore.

Nel caso del **benzene**, per un approfondimento dell'esame effettuato a livello di relazione preliminare, i risultati analitici medi sui campionamenti effettuati nel corso della prima campagna (13-14 luglio e 18-19 agosto 1999) sono stati confrontati con la media rilevata nelle stesse giornate a Torino, presso la stazione di monitoraggio di Via della Consolata (sito urbano da traffico): i valori riscontrati nel periodo estivo a Bussoleno risultano addirittura più elevati rispetto a quelli rilevati dalla centralina di Torino (6 $\mu\text{g}/\text{mc}$ e 5.1 $\mu\text{g}/\text{mc}$); i prelievi del 28/29 marzo 2000 (seconda campagna) - effettuati in un periodo più sfavorevole alla dispersione degli inquinanti - hanno prodotto risultati analitici medi decisamente superiori a quelli della prima campagna, con valori più che doppi rispetto a quelli delle stazioni di Via della Consolata (6.0 $\mu\text{g}/\text{mc}$) e di Via Gaidano (5.9 $\mu\text{g}/\text{mc}$). I risultati analitici dei campionamenti estemporanei confermano, per quanto riguarda Via Traforo, una situazione di criticità, con valori di punta - in orario diurno -

legati alla particolare conformazione architettonica della via e alla conseguente possibilità di situazioni di congestionamento locale del traffico.

Per quanto riguarda la frazione S. Petronilla, in base ai rilievi effettuati, si rileva un'incidenza significativa delle emissioni della A32, soprattutto se si tiene conto delle caratteristiche del sito, caratterizzato da una viabilità locale assai ridotta. Va comunque osservato che le giornate di prelievo del 18-19 agosto sono state caratterizzate da una velocità del vento relativamente bassa per una situazione di valle e paragonabile alla media annuale in una stazione di pianura¹: nella stazione di Borgone di Susa del Servizio Meteorografico della Regione Piemonte, infatti, la velocità media è stata di 1,5 m/sec, che scende, nell'orario fra le ore 23 e le ore 1 (caratterizzato dal valore massimo di benzene sulle 24 ore) a 0.8 m/s.

Per quanto riguarda il **benzo(a)pirene**, invece, i dati analitici - disponibili solo per la campagna estiva - risultano inferiori al limite di rilevabilità strumentale. A causa della mancanza di misure di benzo(a)pirene durante il secondo periodo di monitoraggio, non risulta possibile formulare ipotesi relative all'andamento annuale di questo inquinante.

Nella valutazione dell'inquinamento da metalli, la normativa (D.P.C.M. del 28.3.83) prende in considerazione il **piombo**, per il quale fissa un valore standard di qualità dell'aria pari a una media di 2 µg/mc su base annuale; i risultati analitici - riferibili alle 24 ore - sono da 10 a 60 volte inferiori rispetto a tale limite, e anche inferiori alle più severe linee guida previste dall'O.M.S. (Organizzazione Mondiale della Sanità). Le concentrazioni di piombo, confrontate con la classificazione proposta dall'O.M.S., si collocano nel range caratteristico di un'area remota, come pure i dati di **cadmio** e **vanadio** (inferiori al limite di rilevabilità); le concentrazioni di **nicel** ricadono invece nell'intervallo di valori tipico di aree urbane-industriali.

Va sottolineato che il periodo invernale è in generale riconducibile a condizioni di maggiore stabilità atmosferica e quindi di minore dispersione degli inquinanti; nel caso in questione la campagna invernale di monitoraggio è stata realizzata tra la fine dell'inverno - caratterizzato da scarse precipitazioni - e l'inizio della primavera.

In conclusione, i dati ottenuti nel corso delle due campagne di monitoraggio effettuate nel comune di Bussoleno permettono di evidenziare:

- una generale criticità dell'inquinamento da ozono nei mesi estivi, situazione peraltro non caratteristica del sito in esame, ma di tutto il territorio provinciale;
- una criticità, legata alle condizioni locali di emissione degli autoveicoli transitanti nel tratto di S.S. 25 che attraversa l'abitato, relativa al biossido di azoto, al benzene e, in misura minore, alle polveri totali sospese;
- un'incidenza significativa delle emissioni relative ai veicoli transitanti sulla A32 presso la frazione Santa Petronilla, in caso di condizioni meteorologiche favorevoli al ristagno degli inquinanti.

Il Responsabile del Laboratorio

Sig. Franco GHIONE

Il Componente di Area Tematica

Dr.ssa Monica CLEMENTE

Il Responsabile dell'Area Tematica Modellistica e Emissioni

Dr. Francesco LOLLOBRIGIDA

¹ Vedi ARPA-Provincia di Torino "Uno sguardo all'aria -relazione annuale sui dati rilevati dalla rete provinciale di monitoraggio della qualità dell'aria anno 1999"

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

- **Biossido di zolfo → DASIBI 4108**
Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO₂ nell'aria ambiente.
 - ✓ Campo di misura: 0 - 2000 ppb;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 1 ppb.
- **Ossidi di azoto → DASIBI 2108**
Analizzatore a reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.
 - ✓ Campo di misura: 0 - 4000 ppb;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 2 ppb.
- **Ozono → DASIBI 1108**
Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.
 - ✓ Campo di misura: 0 - 2000 ppm;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 2 µg/mc.
- **Monossido di carbonio → DASIBI 3008**
Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.
 - ✓ Campo di misura: 0 - 200 ppm;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.
- **Idrocarburi → RANCON 526**
Analizzatore a ionizzazione di fiamma conforme al metodo previsto dal D.P.C.M. 30/83.
 - ✓ Campo di misura: 0 - 10 ppm;
 - ✓ Limite di rivelabilità: 0.02 ppm.
- **Particolato totale sospeso → KIMOTO 186**
Analizzatore ad assorbimento raggi beta con sorgente a minima intensità di radiazione (100 u Ci); campionamento delle particelle sospese totali in aria ambiente, con sonde di prelievo protetta dal vento.
 - ✓ Campo di misura: 0 - 5000 µg/mc;
 - ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 10 µg/mc.
- **Stazione meteorologica → LASTEM**
Stazione completa per la valutazione dei seguenti parametri:
 - ✓ velocità e direzione del vento;
 - ✓ temperatura;
 - ✓ umidità;
 - ✓ pressione;

✓ irraggiamento solare.