

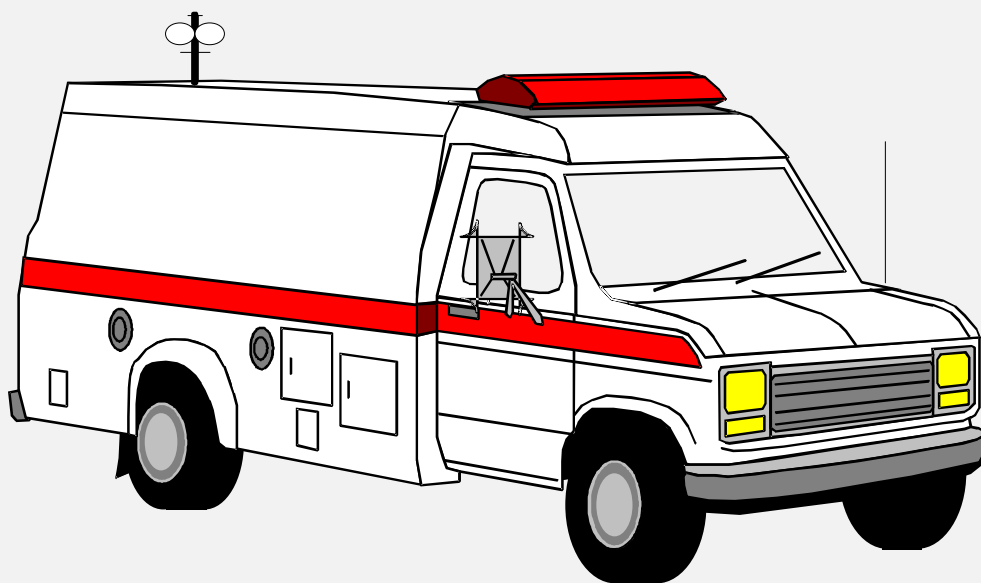
# MOBILAB

PROVINCIA DI TORINO  
Dipartimento Ambiente

A.R.P.A.  
Dipartimento Sub-Provinciale  
Grugliasco

**LABORATORIO MOBILE**

**PER IL RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**



**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI  
BORGONE di SUSÀ**

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

La gestione tecnica del laboratorio mobile , le operazioni di prelievo di aereiformi e l'elaborazione dei dati sono state curate dal Laboratorio Gestione Strumentazione Mobile e fissa rilevamento dati in ambienti di vita e di lavoro in collaborazione con il Servizio Territoriale del Dipartimento di Grugliasco.

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 **Borgone**. per la collaborazione prestata.

## CAPITOLO 1

1.1 - ELENCO NORMATIVA DI LEGGE NAZIONALE

1.2 - ORDINANZE MINISTERO AMBIENTE

1.3 - INQUINANTI PREVISTI DALLA NORMATIVA DI LEGGE E LORO SIGNIFICATO COME INDICI DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO.

1.4 -VALORI DI RIFERIMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI DELL'ARIA IN AMBIENTE.

1.5 - DECRETO 20.5.91  
CRITERI PER LA RACCOLTA DEI DATI INERENTI LA QUALITÀ DELL'ARIA

## CAPITOLO 1

Nel presente capitolo è riportata una rassegna commentata delle principali Normative di Legge Nazionali e Regionali relativamente alla tutela dall'inquinamento atmosferico e facente riferimento alle diverse fonti di emissione.

### 1.1 ELENCO NORMATIVE NAZIONALI

#### - LEGGE QUADRO STANDARD QUALITÀ' ARIA

#### - DPCM 28.3.83

Indica i limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni ed i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno (Standard di qualità)

#### - D.P.R. 22.2.1971 n°323

Regolamento di esecuzione della legge 13.7.66 n° 615 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico limitatamente ai veicoli con motori diesel.

#### - D.P.R. 10.5.1982 n°485

Attuazione della direttiva C.E.E. n°78/611 relativa al contenuto di piombo nella benzina per i motori ad accensione comandata destinati alla propulsione degli autoveicoli.

#### - D.M. 20.05.1991

Criteri per la raccolta di dati inerenti la qualità dell'aria.

#### - D.M. 20.11.1991 n°77

Ordinanza ministeriale recante misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento atmosferico e del rumore nel Comune di Torino e altre Città italiane.

#### - D.M. 12.11.1992

Criteri generali per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane e disposizioni per il miglioramento della qualità dell'aria.

#### - D.M. 15.4.1994

Norme tecniche in materia di livelli e di stati di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane.

#### - D.M. 25.11.1994 n°159

Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. del 15.04.1994.

D.M 16.5.96

Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono

#### - SORGENTI FISSE DI COMBUSTIONE

##### - D.P.R. 22.12.1970 n°1391

Regolamento per l'esecuzione della legge 13.7.1966 n° 615. Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico limitatamente al settore degli impianti termici.

- combustibili
- limiti emissione ecc.
- requisiti tecnici e costruttivi degli impianti termici.

##### - Circolare Ministro Interni n°73 del 29.7.1971

Impianti termici ad olio combustibile o a gasolio.

Istruzione per l'applicazione delle norme contro l'inquinamento atmosferico.

##### - DPCM 4.6.1988 n°240

Norme concernenti il contenuto di zolfo nel gasolio, ai fini della salvaguardia dell'ambiente.

##### - Decreto 8.5.1989

Limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti dai grandi impianti di combustione.

#### - PROCESSI INDUSTRIALI

##### - D.P.R. 15.4.1971

Regolamento per l'esecuzione della legge 13.7.1966, n° 615, recenti provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore delle industrie.

##### - D.P.R. 24.5.1988, n°203

Attuazione delle direttive C.E.E. n° 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernente norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16.4.1987, n°183.

##### - DM 12.7.1990

Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.

- D.P.R. 25.7.1991

Modifiche dell'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 21.7.1989.

## 1.2 ORDINANZE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE

Le ordinanze del Ministero dell'Ambiente definiscono per l'inquinamento atmosferico urbano 2 livelli, detti rispettivamente di "attenzione" e di "allarme". Questi si vanno ad aggiungere ad un terzo livello "inderogabile di sicurezza" definito dal DPCM 28.3.83 e sue successive modifiche (D.P.R. 203/88).

L'intento che si prefiggono le ordinanze è di guidare l'autorità Comunale attraverso l'adozione di una serie di misure, via via più gravose per la comunità interessata, il cui fine ultimo è di contenere le concentrazioni di inquinanti nell'aria al disotto dei limiti di legge.

Va ulteriormente precisato che a tutt'oggi quanto previsto dall'articolo 4.1 del D.P.R. 203/88, competenza Regionale, non ha avuto in Piemonte alcuna applicazione per quanto riguarda la fissazione di valore di qualità dell'aria inferiori a quelli definiti dalla normativa Nazionale.

Se si confrontano per i diversi inquinanti le concentrazioni e le modalità con cui queste debbono essere espresse in funzione dei tre livelli di intervento si può notare che:

- a) Solo per il monossido di carbonio (CO) è possibile constatare immediatamente il superamento del 3° livello di sicurezza. Per gli altri inquinanti, il DPCM 28.3.83 prevede che i dati siano espressi come media di rilevamenti condotti lungo l'arco dell'intero anno. Questo comporta che il superamento del 3° livello è sempre constatato a posteriori e lontano nel tempo rispetto a qualsiasi possibilità di intervenire sul fenomeno. le Ordinanze del Ministero dell'Ambiente, in parte, rimediano a questo inconveniente prevedendo limiti per gli inquinanti riferiti a medie orarie sulle osservazioni delle 24 ore.
- b) Sempre per l'ossido di carbonio (CO), si ha che i limiti "inderogabili" (fissati dal DPCM 28.3.83 e D.P.R. 203/88) di 40 mg/mc o 10 mg/mc non sono legati ad alcuna altra condizione sul numero e percentuale delle centraline in cui si registra il superamento dei limiti. Viceversa per i limiti inferiori di "attenzione" e di "allarme" il superamento è sempre riferito ad almeno il 50 % delle centraline di rilevamento.

### 1.3 INQUINANTI PREVISTI DALLA NORMATIVA DI LEGGE E LORO SIGNIFICATO COME INDICE DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO.

INQUINANTE	EMISSIONE DA TRAFFICO VEICOLARE	EMISSIONI INDUSTRIALI	EMISSIONI RISCALDAMENTO DOMESTICO
SO <sub>2</sub>			
NO <sub>2</sub> (1)			
O <sub>3</sub> (2)			
CO			
HCNM			
PTS			
PM <sub>10</sub>			
Pb,Cd e Ni			
BENZENE			
IPA			
PAN			
COMPOSTI ACIDI			
FORMALDEIDE			
POLICLORODIBENZODIOSSINE			
POLICLORODIBENZOFURANI			

(1) NO<sub>x</sub> come indice di contaminazione da sorgenti al suolo ed elevate, in quanto si accumula non appena vi sono condizioni microclimatiche di ristagno nei bassi strati: inversioni termiche e calme di vento (quando è alto l'NO<sub>x</sub>, sono sicuramente elevate tutte le concentrazioni di sostanze inquinanti emesse dagli autoveicoli: PTS e HC ecc.)

(2) O<sub>3</sub> gas irritante e indice di reazioni secondarie fotochimiche.

Dalla letteratura risulta che gli inquinanti come la SO<sub>2</sub>, hanno un tempo di residenza di 5 giorni, l'NO<sub>2</sub>, da 2 a 8 giorni ed il CO di 4 mesi.

L' elevato tempo di residenza, che è il tempo che la molecola impiega a decomporsi, spiega come mai in condizioni di accumulo il fondo degli inquinanti resti elevato e mascheri le variazioni legate alle emissioni locali.



## 1.4 VALORI DI RIFERIMENTO DELLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI DELL'ARIA IN AMBIENTE

### - DEFINIZIONI

Vengono di seguito riportate alcune fra le definizioni relative agli indici utilizzati dal legislatore come parametri di controllo per i vari inquinanti, e, qualora necessario, la legislazione specifica alla quale fanno riferimento.

#### Definizioni generali

##### **Valore limite di qualità dell'aria (D.P.R. 203/88) o standard di qualità (DPCM 28/3/83)**

Limite massimo di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti nell'ambiente esterno.

##### **Valore guida di qualità dell'aria (D.P.R. 203/88)**

Limite delle concentrazioni e limite di esposizione relativo all'inquinamento nell'ambiente esterno destinato:

- alla prevenzione a lungo termine in materia di salute e protezione dell'ambiente;
- a costruire parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche di protezione ambientale per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria.

##### **Stato di attenzione (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)**

Una situazione di inquinamento atmosferico che, se persistente, determina il rischio che si raggiunga lo stato di allarme.

##### **Stato di allarme (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)**

Una situazione di inquinamento atmosferico suscettibile di determinare una condizione di rischio ambientale e sanitario.

##### **Livelli di attenzione e di allarme (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)**

Le concentrazioni di inquinanti atmosferici che determinano lo stato di attenzione e di allarme.

Si considerano applicati ai grandi centri urbani.

##### **Percentile**

Gli N valori misurati nell'arco di tempo considerato vengono ordinati in ordine crescente.

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_k \leq \dots \leq X_{N-1} \leq X_N$$

Il p-esimo percentile è il valore dell'elemento di ordine k, con k calcolato dalla formula

$$k = q \times N$$

dove:

$$q = p / 100$$

### **Media giornaliera**

Media aritmetica delle medie orarie di 24 ore, dove per media oraria si intende la media delle misure effettuate nell'arco di un'ora.

## **Definizioni relative alla normativa sull'ozono**

### **Livello per la protezione della salute (D.M. 16/5/96)**

Concentrazione di ozono che non deve essere superata ai fini della protezione della salute umana, in caso di episodi prolungati di inquinamento.

### **Livello per la protezione della vegetazione (D.M. 16/5/96)**

Concentrazione di ozono oltre la quale la vegetazione può subire danni.

### **Media mobile trascinata (D.M.16/5/96)**

Media calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli  $h \div (h-8)$ , indicando ogni intervallo con l'ora  $h$  finale dell'intervallo stesso (es: il dato relativo alle ore 16 è relativo al periodo  $08 \div 16$ ).

### **Livello per l'informazione alla popolazione o di attenzione (D.M. 16/5/96)**

Concentrazione di ozono oltre la quale si possono verificare effetti limitati e transitori per la salute umana, in caso di esposizione anche di breve durata.

### **Livello di allarme (D.M. 16/5/96)**

Concentrazione di ozono oltre la quale esiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione anche di breve durata.

### **Stato di attenzione o di allarme per l'inquinamento fotochimico (D.M. 16/5/96)**

Situazione di inquinamento determinata dalla presenza di concentrazioni di ozono pari o superiore ai livelli di attenzione e di allarme.

**TABELLA 1**

INQUINANTE	RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
Biossido di zolfo espresso come SO <sub>2</sub>	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	80 µg/mc
		98°percentile delle concentrazioni medie di 24 ore (2)	1 aprile - 31 marzo	250 µg/mc
		mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 ottobre - 31 marzo	130 µg/mc
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/mc
		valore medio delle 24 ore	ore 0 - 24 di ogni giorno	100 - 150 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M.15/4/94 e 25/11/94) (1)	media giornaliera	ogni giorno	125 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media giornaliera (3)	ogni giorno	250 µg/mc	
Biossido di azoto espresso come NO <sub>2</sub>	VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	98°percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	200 µg/mc
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	50°percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	50 µg/mc
		98°percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	135 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	ogni giorno	200 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	ogni giorno	400 µg/mc	
Particelle sospese totali espresse come PTS	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	150 µg/mc
		95°percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	300 µg/mc
	VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera (4)	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/mc
		media giornaliera(4)	ogni giorno	100 - 150 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 25/11/94) (1)	media giornaliera (5)	ogni giorno	150 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera (5)	ogni giorno	300 µg/mc	
Monossido di carbonio espresso come CO	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media di 8 ore	8 ore	10 mg/mc
		media oraria	1 ora	40 mg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	1 ora	15 mg/mc
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e 25/11/94) (1)	media oraria	1 ora	30 mg/mc
Ozono espresso come O <sub>3</sub>	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media oraria	1 mese	200 µg/mc
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media (mobile trascinata) su 8 ore	8 ore	110 µg/mc
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	200 µg/mc
		media giornaliera	ogni giorno	65 µg/mc
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	180 µg/mc
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	360 µg/mc
Piombo espresso come Pb	VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	media delle concentrazioni medie di 64 ore	1 aprile - 31 marzo	2 µg/mc
Particolato sospeso espresso come PM <sub>10</sub>	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	60 µg/mc
	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	40 µg/mc
BENZENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	15 µg/mc
	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	10 µg/mc
BENZO(A)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	2.5 ng/mc
	OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	1.0 ng/mc

## Note:

- (1) Lo stato di attenzione e di allarme, come definiti nel D.M. 25/11/94, vengono raggiunti quando, durante il ciclo di monitoraggio, si rileva il superamento, anche non contemporaneo, dei livelli di cui alla Tabella1, in un numero di stazioni di rilevamento pari o superiori a quello indicato nella Tabella 2 (le definizioni relative alla tipologia della stazione sono riportate nel D.M. 20/5/91).

TABELLA 2

INQUINANTE	STAZIONI
<b>SO<sub>2</sub> Biossido di zolfo</b>	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
<b>PTS Particelle sospese totali</b>	50% del totale delle stazioni di tipo A, B, C
<b>NO<sub>2</sub> Biossido di azoto</b>	50% del totale delle stazioni di tipo A e B
<b>CO Monossido di carbonio</b>	50% del totale delle stazioni di tipo A e C
<b>O<sub>3</sub> Ozono</b>	Una qualsiasi stazione di tipo A o D

- (2) Si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di tre giorni consecutivi; inoltre si deve cercare di prevenire e ridurre detti superamenti.
- (3) Ai sensi del D.P.R. 203/88 il limite di 250 µg/mc non può essere superato per più del 2% delle misure valide su base annua e si devono prendere tutte le misure atte ad evitare il superamento di questo valore per più di tre giorni consecutivi.
- (4) Misurate con il metodo dei fumi neri.
- (5) I valori delle concentrazioni di PTS, misurate in modo non automatico con metodo gravimetrico, concorrono alla determinazione degli stati di allarme e di attenzione e ai conseguenti provvedimenti da adottare, compatibilmente con i tempi necessari per il completamento delle operazioni di prelievo e di misurazione.
- (6) Da non raggiungere più di una volta al mese.

## **1.5 CRITERI PER LA RACCOLTA DEI DATI INERENTI LA QUALITÀ DELL'ARIA (Decreto 20.5.1991)**

Gli obiettivi che si prefigge il decreto sono così riassumibili dall'Art. 1:

- a) individuazione delle cause che determinano il fenomeno di inquinamento;
- b) fornire mediante la misurazione della specie inquinanti e dei parametri meteorologici in quadro conoscitivo del fenomeno;
- c) verificare la rispondenza di modelli matematici che simulano fenomeni di dispersione degli inquinanti in atmosfera;
- d) valutazione sistematica dei livelli di inquinamento e previsione di situazioni di emergenza
- e) documentare il rispetto ovvero il superamento degli standard di qualità dell'aria nel territorio.

Gli articoli 2, 3, 4 dettano norme in merito al campo di applicazione dei sistemi di rilevazione pubblici e privati. Al censimento dei sistemi di rilevamento operanti sul territorio Nazionale e sulle modalità di divulgazione alla popolazione dei risultati ottenuti dalle misurazioni.

L'art. 5 richiama l'allegato 1 in cui vengono fornite indicazioni tecniche sui criteri da adottare per la realizzazione di sistemi di rilevamento dei dati di qualità dell'aria in zone urbane o industriali. In particolare vengono definite numero e caratteristiche delle stazioni di rilevamento che devono essere presenti in una rete urbana.

### **TIPOLOGIA E NUMERO STAZIONI RETE ZONA URBANA**

A) Una o più stazioni di base o di riferimento sulla quale misurare tutti gli inquinanti primari e secondari ed in parametri meteorologici di base nonché inquinanti non convenzionali da valutarsi con metodologie analitiche manuali.

Tali stazioni debbono essere preferenzialmente localizzate in aree non direttamente interessate dalle sorgenti di emissione urbana (parchi, isole pedonali, ecc.).

B) Stazioni situate in zone ad elevata densità abitativa nelle quali misurare la concentrazione di alcuni inquinanti primari e secondari con particolare riferimento a NO<sub>2</sub>, HC, SO<sub>2</sub>, materiale particolato in sospensione con caratterizzazione della massa, del contenuto di piombo.

- C) Stazioni situate in zone ad elevato traffico per la misura degli inquinanti emessi direttamente dal traffico autoveicolare (CO, idrocarburi volatili), situate in zone al alto rischio espositivo quali strade ad elevato traffico e bassa ventilazione. In tal caso, i valori, di concentrazione rilevati sono caratterizzati da una rappresentatività limitata, alle vicinanze del punto di prelievo.
- D) Stazioni situate in periferia od in aree suburbane finalizzate alla misura degli inquinanti fotochimici (NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PAN) da pianificarsi sulla base di campagne preliminari di valutazione dello smog fotochimico particolarmente nei mesi estivi.

Come criterio generale, possono essere stabilite tre classi di centri urbani in funzione del numero degli abitanti con il numero minimo di stazioni riportate nella tabella seguente:

CLASSE	TIPO STAZIONE			
	A	B	C	D
< 500.000	1	2	2	1
500.000 - 1.500.000	1	3	3	1
> a 1.500.000	2	4	4	2

## TIPOLOGIA E NUMERO STAZIONI RETE DI AREA INDUSTRIALE

Nelle aree industriali, la struttura della rete dovrà tenere conto della tipologia delle emissioni, della struttura dell' insediamento produttivo in termini di quantità e qualità dei punti di emissione, della situazione meteorologica, ecc. Di conseguenza, per le reti in aree industriali non possono essere forniti criteri generali simili a quelli indicati per le aree urbane ma possono essere solo date raccomandazioni utili alla pianificazione e gestione della rete.

I parametri da valutare si riferiscono alla tipologia delle emissioni dell'insediamento. A tale proposito occorre osservare che alcuni inquinanti sono presenti nelle quasi totalità delle emissioni industriali (SO<sub>2</sub> NOX, VOC, PTS), mentre altri (piombo, fluoro HCl, ecc.) sono presenti solo in emissioni specifiche ,per cui la rete sarà strutturata nelle seguenti classi di stazioni:

- A) Stazione di base e di riferimento nella quale dovranno essere misurati tutti gli inquinanti di interesse per la protezione dell' ambiente e della salute relativamente ai processi produttivi. In tali stazioni dovranno essere anche

misurati gli eventuali prodotti di trasformazione degli inquinanti emessi anche se per alcuni di essi occorre utilizzare metodi non automatici

B) Stazioni di misura nell'intorno delle fonti di emissione che dovranno misurare la concentrazione delle specie di interesse per la fonte emittente. A tale proposito dovranno essere privilegiate le misure effettuate con metodi automatici, continui e/o basso tempo di risposta onde attivare allarmi nel più breve tempo possibile. Dette stazioni di misura dovranno preferibilmente essere disposte sottovento alla sorgente di inquinamento ed a distanze compatibili con le risultanze dei modelli di dispersione oppure definite mediante campagne di misura condotte con cabine rilocabili o con mezzi mobili.

C) Stazioni di misura situate a distanza per la valutazione di eventuali fenomeni di trasporto delle masse inquinanti particolarmente verso insediamenti abitativi. In tali stazioni dovranno essere misurati anche alcuni parametri relativi alla trasformazione chimica degli inquinanti primari.

Il numero di stazioni dei vari tipi è funzione di diversi parametri. Un criterio generale di dimensionamento può limitarsi ad una stazione di tipo A, due o tre stazioni di tipo C ed un numero variabile di stazioni di tipo B in funzione della quantità dei punti di emissione.

Sempre l'allegato 1 fornisce poi indicazioni sulle specie di inquinanti che per loro natura non possono essere determinati in modo automatico.

Le misure di interesse che vengono indicate sono sotto elencate:

- Piombo
- Sostanze Organiche Volatili (VOC)
- Idrocarburi Policicliciaromatici (IPA)
- Composti acidi
- Metalli pesanti
- Deposizioni atmosferiche
- Polveri sedimentabili

Gli art. 6 e 7 definiscono gli organismi tecnico-scientifici preposti alla gestione dei sistemi di rilevamento della qualità dell' aria a diversi livelli: Nazionale, Regionale e Provinciale.

## 1.6 D.M. 16.5.96 Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono

In recepimento della Direttiva 92/72/CEE, è stato emanato nel 1996 il D.M. in questione che, accanto ai tradizionali livelli di attenzione e di allarme, prevede altri tre valori di riferimento in relazione alla protezione della salute umana e della vegetazione. La tabella seguente riassume l'attuale situazione normativa riguardante l'ozono:

Denominazione	valore di riferimento( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	tipo di media
Livello per la protezione della vegetazione 1	65	media su 24 ore
Livello per la protezione della salute	110	media mobile trascinata su otto ore
Livello di attenzione(o di informazione della popolazione)	180	media oraria
Livello per la protezione della vegetazione 2	200	media oraria
Livello di allarme	360	media oraria

Il D.M. prevede che vengano effettuate campagne di misura sperimentali relative agli inquinanti di origine fotochimica ed ai V.O.C. precursori.

Un elemento innovativo del D.M. in questione è certamente l'attenzione alla tutela del patrimonio agricolo e forestale. E' certamente il caso di osservare che studi approfonditi effettuati anche nel nostro paese mostrano che i danni alle colture provocati dall'ozono possono provocare cali di resa anche del 25-30%.



## **CAPITOLO 2**

### **CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

2.1 - L'ARIA ED I SUOI INQUINANTI

2.2 - SORGENTI DI INQUINAMENTO

2.3 - INQUINANTI PRIMARI E SECONDARI

## CAPITOLO 2

### CONDIZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO

#### 2.1 L'ARIA ED I SUOI INQUINANTI

L'aria è una miscela di gas la cui composizione è qui di seguito riportata in tabella 1.

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 al metrocubo ( ng/mc ) al microgrammo al metrocubo ( mcg/mc ).

TABELLA 1 : composizione aria standard<sup>1</sup> espressa in volume percentuale

SOSTANZA	% in vol.
AZOTO	78.08
OSSIGENO	20.95
ARGON	0.932
CO2	0.033
Ne	0.0018
Kr	0.0001
He	0.0005
H2	0.00005
O3	0.0000003

<sup>1</sup> L'atmosfera standard rappresenta la distribuzione ideale dal suolo in quota dei parametri di stato (temperatura, umidità e pressione) e dei costituenti chimici, quali si suppone che esistano in un periodo di moderata attività solare.

## 2.2 SORGENTI DI INQUINAMENTO

I fenomeni che danno origine alla dispersione di inquinanti in atmosfera sono oggi relativamente ben conosciuti.

Questo agevola l'identificazione delle sorgenti di emissione dei contaminanti e consente di valutare, approssimativamente, le quantità di questi che vengono immesse nell'aria.

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

- 1) Emissioni veicolari;
- 2) Emissioni industriali;
- 3) Combustione da impianti termoelettrici;
- 4) Combustione da riscaldamento domestico;
- 5) Smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

Le emissioni indicate generano innumerevoli sostanze che si disperdono nell'atmosfera.

Gli inquinanti atmosferici vengono suddivisi in 2 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** ).

Alcuni di questi inquinanti sono comuni a quasi tutte le sorgenti:

**NO<sub>x</sub>** Ossidi di Azoto

**SO<sub>x</sub>** Ossidi di Zolfo

**CO** Ossido di Carbonio

**CO<sub>2</sub>** Anidride Carbonica

**HCNM** Idrocarburi non metanici

**PTS** Particolato aerodisperso

Valutando quantitativamente l'emissione degli inquinanti primari relativamente alle diverse fonti di inquinamento (civile, industriale, autoveicolare) è possibile confrontare i contributi che ciascuna sorgente da all'immissione in atmosfera delle varie specie.

A tale scopo sono riportati in Tabella 2 i dati relativi alla situazione degli Stati Uniti nel 1981 che, in molti casi, è assimilabile all'attuale situazione nella Pianura Padana.

TABELLA 2: stime e percentuali di inquinanti emessi in atmosfera.  
per inquinante e per sorgente: USA<sup>2</sup>

SORGENTE	POLVERI	SOX	NOX	HCNM	CO	unità
TRASPORTI	16,5	3,6	43,6	36,2	62,8	%
COMB. FISSE	24,7	79,1	51,8	4,2	5,7	%
INDUSTRIA	43,5	17,3	3,0	46,0	5,6	%
SMALT. RIF.	4,7	0,0	0,6	2,8	1,9	%
VARIE	10,6	0,0	1,0	10,8	5,8	%

Dall'esame della Tabella 2 emergono responsabilità ben precise a carico delle singole sorgenti nel determinare lo stato di inquinamento.

Viene quindi ribadita la necessità di individuare strategie mirate per mantenere entro livelli accettabili le sostanze inquinanti sin qui prese in esame dalla normativa di legge.

---

<sup>2</sup> fonte: Environmental Protection Agency

## 2.3 INQUINANTI PRIMARI E SECONDARI

In questo paragrafo verranno presi in esame i singoli inquinanti.

Si esporranno le caratteristiche chimico-fisiche, gli effetti sull'ambiente e sull'uomo nonché gli andamenti temporali ed indotti dalle situazioni climatiche locali.

### **Gli ossidi di azoto**

Gli ossidi di azoto (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> ed altri) vengono generati in tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato (liquido, solido o gassoso)

Il biossido di azoto in particolare è da ritenersi tra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di radiazione solare, ad una catena di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di una serie di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido di azoto e derivati fotochimici è apportato, nelle città, dai fumi di scarico degli autoveicoli; l'entità delle emissioni può, in questo caso, variare anche in funzione delle caratteristiche e dello stato del motore, e delle modalità di utilizzo dello stesso (valore della velocità, accelerazione ecc.).

In generale l'emissione di ossidi di azoto è maggiore quando il motore funziona ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade ecc.).

Gli effetti di queste sostanze irritanti riguardano principalmente l'apparato respiratorio; si possono infatti riscontrare, in concomitanza di concentrazioni anomale di ossidi di azoto in atmosfera, menomazioni delle funzioni respiratorie, bronchiti, tracheiti, forme di allergia ed irritazione.

Gli ossidi di azoto, inoltre, contribuiscono alla formazione delle piogge acide e, favorendo l'accumulo di nitrati al suolo, possono provocare alterazioni degli equilibri ecologici ambientali nelle acque naturali (eutrofizzazione).

## L'anidride solforosa

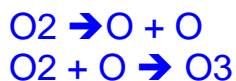
L'anidride solforosa è forse l'inquinante più comune delle aree urbane; le emissioni di questo composto sono di natura principalmente antropogenica (impianti industriali, combustioni domestiche e traffico pesante).

Tuttavia il progressivo miglioramento della qualità dei combustibili ( minor contenuto di zolfo nei prodotti di raffineria imposto per legge) insieme al sempre più diffuso uso di gas metano, hanno consentito un abbattimento delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> in aria, al punto che negli ultimi anni i limiti di legge per questo inquinante sono generalmente rispettati anche nelle situazioni territoriali più critiche.

Gli effetti nocivi conseguenti l'inalazione di anidride solforosa interessano le mucose delle prime vie respiratorie e l'inquinamento acuto o di fondo da SO<sub>2</sub> e da solfati aggregati alle polveri può causare ostruzioni bronchiali, aumentare la resistenza al flusso d'aria nelle vie respiratorie, diminuire l'epitelio ciliare e aumentare la formazione di muco.

## L'ozono

L'ozono è un componente naturale dell'atmosfera a livello dell'alta stratosfera, dove si forma a partire dall'ossigeno molecolare attraverso un ciclo di dissociazione fotolitica in presenza di radiazione ultravioletta.



Nella stratosfera lo strato compreso tra i 30 e i 50 km di quota è detto "ozonosfera" proprio per la presenza di ozono in concentrazioni relativamente elevate.

L'ozono dell'ozonosfera ha un effetto benefico sulla salute umana e sull'ambiente in quanto protegge la superficie del pianeta dalla componente ultravioletta della radiazione solare.

La distruzione o la diminuzione dell'O<sub>3</sub> stratosferico (il cosiddetto " buco dell'ozono" ) potrebbe avere delle gravi conseguenze sugli ecosistemi terrestri.

Alcune sostanze allo stato gassoso provenienti dalle attività antropiche ( CO, CH<sub>4</sub>, CFC ed altri ) contribuiscono alla riduzione delle concentrazioni di ozono stratosferico.

L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso tra il livello del mare e i 10 km di quota), ed in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece un componente dello " **smog fotochimico** " che si origina soprattutto nei mesi estivi e nelle ore diurne in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di una elevata temperatura.

L'ozono troposferico non ha sorgenti dirette, ma si forma all'interno di un ciclo di reazioni fotochimiche coinvolgenti in particolare gli ossidi di azoto e che sono così riassumibili in forma semplificata:



La presenza di composti organici volatili e di altri componenti dell'atmosfera sposta l'equilibrio verso concentrazioni di ozono più elevate, a partire dalle quali si arriva alla formazione di sostanze ossidate quali aldeidi ( formaldeide e acroleina ), perossidi, chetoni, alcoli, acidi organici, epossidi, perossiacilnitrati ( PAN ), nitrati alchilici, ecc..

Tutte le sostanze coinvolte in questa complessa serie di reazioni costituiscono nel loro insieme il succitato smog fotochimico.

Pertanto l'ozono viene considerato un tracciante dell'inquinamento di origine fotochimica.

Poiché l'emissione contemporanea di ossidi di azoto e di idrocarburi è dovuta principalmente al traffico veicolare, lo smog fotochimico è una tipica forma di inquinamento atmosferico delle aree urbane ad elevato traffico.

Sono anche frequenti i casi di inquinamento fotochimico in altre aree per il trasporto, dovuto ai venti, dalle aree metropolitane e dalle zone industriali, degli inquinanti precursori o degli ossidanti.

Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazione alla gola e alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni maggiori possono portare a menomazioni delle funzioni respiratorie

Questi effetti vengono esaltati da fattori geografici ( altitudine, forte radiazione solare, anomale condizioni climatiche ), da fattori ambientali ( elevate concentrazioni di fumo di sigaretta, altri inquinanti quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PTS, vicinanza con sorgenti a raggi UV, operazioni di saldatura ) e da fattori genetici.

L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane (alcune di esse vengono oggi utilizzate come bioindicatori della formazione dello smog fotochimico).

## **Le polveri totali sospese**

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria. La natura delle particelle è la più varia: fanno parte delle polveri sospese il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia) dall'erosione del suolo o dei manufatti (frazione più grossolana) ecc.. Nelle aree urbane il materiale particolato può avere origine da lavorazioni industriali (cantieri edili, fonderie, cementifici), dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e delle frizioni, e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel (frazione più fine).

Il traffico autoveicolare urbano contribuisce in misura considerevole all'inquinamento da particolato sospeso; gli autoveicoli emettono in atmosfera fuliggine, cenere e particelle incombuste di varia natura le quali, oltre a contribuire di per sé all'inquinamento atmosferico, costituiscono il principale veicolo di diffusione di altre sostanze nocive.

Nelle polveri provenienti dall'usura delle parti meccaniche dei veicoli e del manto stradale, e dagli scarichi gassosi può essere infatti presente una vasta gamma di sostanze tossiche o addirittura cancerogene (idrocarburi aromatici policiclici, idrocarburi alogenati, ammine aromatiche, amianto, chetoni, aldeidi, perossidi, radicali liberi).

Dal punto di vista sanitario, si riconosce come potenzialmente nocivo il materiale sospeso con diametro inferiore ai 10  $\mu\text{m}$  (PM10), poiché solo le particelle così piccole superano le barriere protettive arrivando ai polmoni.

Recenti studi epidemiologici hanno riscontrato una stretta correlazione tra il particolato con diametro inferiore ai 2.5  $\mu\text{m}$  (PM2.5) e effetti sanitari di varia natura; infatti solo il PM2.5 riesce a penetrare negli alveoli polmonari più profondi.

Il pulviscolo atmosferico rilevato nelle aree urbane ha una composizione chimica complessa, e può perciò contribuire all'aumento di rischio di cancro polmonare; recenti studi epidemiologici eseguiti negli Stati Uniti hanno inoltre mostrato una precisa correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi.

## **Monossido di carbonio**



Il carbonio, che costituisce lo 0.08% della crosta terrestre, si trova in natura sia allo stato elementare che combinato negli idrocarburi, nel calcare e nella dolomite, nei carboni fossili, ecc.

I suoi due stati di ossidazione danno origine a due composti con l'ossigeno: il monossido di carbonio ( CO ) ed il biossido di carbonio ( CO<sub>2</sub>); il primo è un gas incolore, inodore, insapore ed altamente tossico e si forma per combustione del carbonio in difetto di ossigeno, il secondo invece è un gas leggermente asfissiante e si forma per combustione del carbonio in eccesso di ossigeno.

La maggiore fonte di produzione di CO negli strati atmosferici più bassi ( 0 - 4 m dal suolo ) è il traffico degli autoveicoli alimentati a benzina, per circa il 60%.

Tuttavia in natura sia per ossidazione fotochimica, che per azione di microrganismi presenti nel terreno, il tasso di CO misurato nel corso di un anno risulta più basso di quanto prevedibile.

Un sensibile contributo alla formazione di CO è dato anche da processi industriali per attività produttive secondarie e terziarie o di servizi; in questi casi se l'emissione di CO viene convogliata ad un camino, esso viene facilmente disperso.

Essendo il tempo di vita media del monossido di carbonio dell'ordine di qualche mese, e quindi più elevato degli altri gas citati, ed essendo l'emissione relativamente costante nel corso dell'anno, , l'andamento globale di questo inquinante è il più regolare fra tutti quelli fino a qui indicati.

Al contrario degli ossidi di azoto, vi è una maggior emissione di CO in condizione di traffico congestionato o lento (es. arterie con elevato traffico in grandi centri urbani).

Essendo le emissioni di CO legate ad una situazione di traffico congestionato, al cessare delle situazioni di ingorgo tipiche delle ore di punta serali le concentrazioni di questo inquinante si riducono più rapidamente di quanto avvenga per es. per gli ossidi diazoto i quali, essendo in prevalenza emessi dai motori quando funzionano ad elevato numero di giri, continuano ad evidenziare valori rilevanti anche nelle ore tardo-serali quando la circolazione pur fluidificandosi, rimane ancora intensa.

## **Piombo**

Il piombo è emesso nell'atmosfera da numerosi impianti industriali: fonderie, colorifici, industrie ceramiche, tipografie, fabbriche di accumulatori. Proviene inoltre dagli scarichi dei veicoli a motore alimentati a benzina.

Le benzine sono additivate infatti di piombo (tetraetile o tetrametile) al fine di aumentarne il numero di ottano; esso si ritrova negli scarichi sotto forma di ossidi e di alogenuri.

La quota emessa dalle autovetture era di tutto rilievo sino all'introduzione di nuovi tipi di benzine prive di piombo; attualmente l'inquinamento da piombo è in fase di diminuzione.

Come per l'ossido di carbonio l'inquinamento da piombo si addensa intorno a specifici stabilimenti industriali e in prossimità delle strade, specie là dove il traffico è particolarmente intenso (strade di grande comunicazione, incroci stradali, tunnel, ecc.).

Contro valori medi di 0.5-3 µg/mc nella maggior parte delle città europee e nord americane, si può arrivare a valori di 30-40 µg/mc presso arterie a traffico intenso e incroci stradali<sup>3</sup>

## **Composti Organici Volatili (VOC)**

La presenza di sostanze organiche Volatili (VOC) nell'atmosfera ha come sorgenti principali:

- la combustione incompleta di prodotti petroliferi impiegati come combustibili nei motori degli autoveicoli, negli impianti di riscaldamento domestico e negli impianti di combustione industriali
- gli impianti di combustione industriali, che utilizzano combustibili liquidi o solidi;
- l'uso di solventi a livello industriale;
- gli impianti di rifornimento di carburante

Le ultime stime della Comunità Europea attribuiscono al traffico autoveicolare un contributo compreso tra il 30 e il 45 % del totale delle emissioni di VOC; all'interno di tale quota circa il 90 % è attribuibile ai veicoli a benzina.

---

<sup>3</sup> fonte: O.M.S.- Linee Guida per la Qualità dell'aria

In questi ultimi anni si è sempre più palesato in campo scientifico la fondamentale importanza di una loro puntuale determinazione per una corretta valutazione dello stato di qualità dell'aria. Infatti i VOC, oltre ad essere i precursori di una serie di composti tossici di varia natura originati per via fotochimica, provocano effetti diretti sulla salute dell'uomo, in particolare per quanto riguarda la loro frazione idrocarburica aromatica.

La normativa di legge in questo campo è purtroppo rimasta ferma al DPCM dell'83 che prevede il dosaggio degli HCNM (idrocarburi non metanici) limitatamente alle zone e ai periodi in cui i valori di Ozono sono elevati.

Di fatto il limite fissato in 200 µg/mc dal DPCM vuole limitare l'inquinamento fotochimico ma non si tengono in alcun conto valutazioni di tipo igienico sanitario legate alla tossicità intrinseca di alcuni composti che fanno parte della famiglia dei V.O.C..

A parziale correzione di quanto sopra esposto il Decreto Ministeriale 20/05/91 introduce, per la prima volta nella nostra legislatura, la necessità di meglio analizzare i VOC compresi tra C2 e C10 con particolare riguardo agli idrocarburi aromatici e il Decreto Ministeriale n° 159 del 25/1 1/94 introduce per il benzene degli obiettivi di qualità dell'aria.

## **Benzene**

Il benzene misurato in atmosfera risulta prodotto da attività umana, in particolare dall'uso di petrolio, oli e loro derivati.

Nella tabella seguente vengono indicate le principali fonti di emissione di benzene:

motori a benzina	78 %
motori diesel	9 %
evaporazione dai veicoli	7 %
raffinazione e distribuzione	3 %
altre	3 %

Dalla tabella si deduce che la maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici; reazioni di deidrogenazione che avvengono durante la combustione possono portare alla formazione di benzene a partire da cicloesano o da paraffine lineari .

Il fumo di sigaretta ha un alto contenuto di benzene e può essere una importante fonte di esposizione per i fumatori creando in ambienti chiusi un rischio reale anche per i non fumatori ( fumo passivo ).

Vengono qui di seguito riportati alcuni esempi di dosi di assorbimento giornaliero.

aria ambiente	rurale	15 µg
	urbano	400 µg
fumo di sigaretta	10 al giorno	300 µg
	20 al giorno	600 µg
cibo		100 - 250 µg
acqua		1 - 5 µg

Un non fumatore, abitante in zona rurale, è esposto a circa 120 µg di benzene al giorno, mentre un accanito fumatore, abitante in città, può essere esposto a più di 1000 µg di benzene al giorno

Il benzene è una sostanza classificata

- dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1, R45;
- dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) ;
- dalla A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo).

Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Con esposizione a concentrazioni elevate, superiori a milioni di ppb, si osservano danni acuti al midollo osseo.

Una esposizione cronica può provocare la leucemia ( casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell' industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a 1 µg/mc di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

Alle concentrazioni usualmente presenti nell' atmosfera delle aree urbane gli effetti sanitari prevalenti risultano, in base alle attuali conoscenze, quelli da accumulo.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Atti giornata di studio sulla gestione tecnica e amministrativa del DM 25/11/94- Bologna, Marzo 1995

## Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.)

Si ritrovano nell'atmosfera come prodotto di combustioni incomplete in impianti industriali, di riscaldamento e nelle emissioni di motori a scoppio.

Dato il loro elevato punto di ebollizione (oltre 150°C) tali composti condensano rapidamente in aria e si ritrovano per la massima parte adsorbiti e veicolati da particelle carboniose (fuliggine) emesse dalle stesse fonti.

L'emissione di I.P.A. nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

La presenza di questi composti nei gas di scarico degli autoveicoli è dovuta sia alla frazione presente come tale nel carburante, sia alla frazione che per piro-sintesi ha origine durante il processo di combustione.

Si elencano i principali IPA<sup>5</sup>:

<b>sostanza</b>	<b>categoria IARC</b>
benzo(a)antracene	2A
benzo(b)fluorantene	2B
benzo(k)fluorantene	2B
benzo(a)pirene	2A
indeno(1,2,3-cd)pirene	2B
dibenzo(a,h)antracene	2A

**2A = probabile cancerogeno per l'uomo**  
**2B = sospetto cancerogeno per l'uomo**

<sup>5</sup> fonte: International Agency for Research on Cancer

Nelle tabelle seguenti<sup>6</sup> sono riportati rispettivamente i rapporti tra le concentrazioni di IPA cancerogeni e di Benzo(a)pirene nell'aria urbana e nelle emissioni autoveicolari e i livelli di tali IPA riscontrati in Europa negli anni 70-80.

### Rapporti tra le concentrazioni di IPA cancerogeni e di Benzo(a)pirene nell'aria urbana e nelle emissioni autoveicolari

	Nell'aria urbana	Nelle emissioni autoveicolari
<b>BaA/BaP</b>	0.9 - 2.5	1.0 - 10
<b>IP/BaP</b>	0.7 - 3.9	0.6 - 1.3
<b>B(b+j+k)FA/BaP</b>	2.0 - 14.8	0.7 - $\geq$ 4.0
<b>DBahA/BaP</b>	$\leq$ 0.1 - $\leq$ 0.8	0.1 - 0.3

### Livelli di IPA cancerogeni riscontrati in Europa negli anni 70-80.

	Concentrazioni (ng/mc)
<b>BaA</b>	1 - 20
<b>B(b+j+k)FA/BaP</b>	$\geq$ 3 - 40
<b>BaP</b>	1 - 14
<b>DBahA</b>	0.5 - $\leq$ 2
<b>IP</b>	1 - 11

BaA: Benzo(a)antracene

BaP: Benzo(a)pirene

IP: indeno(1,2,3-cd)pirene

B(b+j+k)FA/BaP: somma degli isomeri del Benzofluorantene

DBahA/BaP: Dibenzo(a,h)antracene

L'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che 9 persone su 100.000 esposte per l'intero arco della vita ad una concentrazione di Benzo(a)pirene di 1 ng/mc siano a rischio di contrarre il cancro

<sup>6</sup> fonte: rapporto Istisan 91/27

## CAPITOLO 3

### 3.1 - OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO ATMOSFERICO

- DESCRIZIONE DEL SITO DI CAMPIONAMENTO

- CARTE TOPOGRAFICHE DEL TERRITORIO

### 3.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

A seguito della richiesta dell'Amministrazione Comunale di **Borgone** in due periodi dell'anno, rispettivamente **marzo** e **agosto-settembre 1997**, si sono effettuati monitoraggi della qualità dell'aria.

In particolare come obiettivo si voleva studiare l'incidenza dell'inquinamento generato dal traffico veicolare sulla qualità dell'aria del Comune.

Nei colloqui avuti con l'Amministrazione si sono definite le procedure di intervento e sulla scorta delle informazioni meteorologiche si sono individuati i possibili punti critici di ricaduta delle emissioni veicolari e si è individuato il sito in cui effettuare i monitoraggi.

A seguito dei sopralluoghi effettuati il sito individuato è **l'area pedonale a lato di via Abegg n°56 (SS.SS. 25)**.

Questa postazione è stata preferita ad altre per i seguenti motivi :

- si dovevano rispettare i criteri individuati dalla direttiva dell'Istituto Superiore di Sanità (documento ISTISAN 89/10) per quanto riguarda il posizionamento sul territorio delle Stazioni di rilevamento e quanto disposto dai vari Decreti del Ministero dell'Ambiente in materia di qualità dell'aria e modalità di monitoraggio;
- la situazione monitorata è significativa ai sensi dell'obiettivo prefissato;
- il luogo in cui il Laboratorio Mobile è posteggiato non è confinato a breve distanza da alcuna infrastruttura così come richiesto da documento ISTISAN 89/10;
- viene garantito per il Laboratorio Mobile e la sua attrezzatura una adeguata protezione da atti vandalici.

Secondo la definizione data dal Decreto del Ministero dell'Ambiente la postazione da noi scelta è identificabile come **stazione di monitoraggio di tipo "C"**.

Durante il periodo di monitoraggio con il Laboratorio Mobile si sono effettuati prelievi di aeriformi, atti a studiare la concentrazione e la tipologia delle principali Sostanze Organiche Volatili (VOC), degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei Metalli (Pb, Cd e Ni) presenti nell'aria.

Al fine di chiarire l'ubicazione dei siti di monitoraggio nel contesto territoriale ed urbano viene qui di seguito riportata una cartografia della zona.



## CAPITOLO 4

### 4.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

### 4.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO:

- MEDIE ORARIE E LIMITI DI LEGGE
- GIORNO MEDIO
- DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA

#### 4.2.1 - ANIDRIDE SOLFOROSA ( SO<sub>2</sub> )

#### 4.2.2 - OSSIDI DI AZOTO ( NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> )

#### 4.2.3 - MONOSSIDO DI CARBONIO ( CO )

#### 4.2.4 - OZONO E IDROCARBURI ( O<sub>3</sub> e HC )

#### 4.2.5 - POLVERI TOTALI ( PTS )

### 4.3 - PTS e METALLI, SOSTANZE ORGANICHE VOLATILI (VOC) IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)

### 4.4 - CONCLUSIONI

## 4.1 ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

In questo paragrafo sono presentati i dati meteoroclimatici registrati dalla centrale meteorologica funzionante nel Laboratorio Mobile nel periodo in cui si è effettuata la campagna di monitoraggio di **Borgone**.

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. A. - Umidità relativa	%
R.Sol - Radiazione solare	W/m <sup>2</sup>
P.A. - Pressione atmosferica	mbar

Copia di questi dati è conservata su dischetto presso il Dipartimento A.R.P.A. di Grugliasco per eventuali successive elaborazioni e/o trasmissioni agli Enti amministrativi che ne facessero richiesta.

Per tutto il periodo di monitoraggio è riportata una elaborazione che indica il valore minimo, massimo, medio e la deviazione standard delle medie orarie.

In particolare, per quanto riguarda il vento, si è attuata una elaborazione statistica che permette di visualizzarne la provenienza geografica nelle ore diurne e notturne.

(I possibili fenomeni di direzione dei venti possono essere così brevemente riassunti nella seguente premessa di carattere generale.

Vista la conformazione orografica della valle si può affermare che si creino prevalentemente movimenti delle masse d'aria conformi alle situazioni di brezza "di monte" e "di valle"

### **Brezza di valle**

Le pareti dei monti si scaldano per effetto dell'insolazione e l'aria ad essi adiacente si scalda, forma cumuli, e sale lungo i pendii e la valle .

Questa brezza ascendente di aria calda è fortemente turbolenta con capacità di diluizione effettiva degli inquinanti e ha uno spessore notevole ( circa 100 metri ).

### **Brezza di monte**

Di notte l'aria a contatto con la terra si raffredda e scivola verso valle lungo il fianco delle montagne.

Questa brezza discendente è una lama d'aria molto sottile ( circa 10 metri di spessore ) che scende lungo i fianchi della montagna verso il centro della valle e poi si dirige verso lo sbocco della valle stessa con velocità in funzione della pendenza del fondo valle.

I fenomeni di circolazione chiusa sono facilitati in presenza di deboli venti di gradiente e l'intensità della brezza è tanto maggiore quanto maggiore è l'inclinazione del pendio.

E' importante osservare che la configurazione e la direzione di tali brezze non sono necessariamente conformi con il vento di quota che sposta le masse su grande scala territoriale.

Quando vi è una situazione di vento di valle che trascina in quota gli inquinanti vi è un rimescolamento rapido con le masse d'aria presenti in quota che disperdono gli inquinanti.

In conclusione dalla valutazione generale dei dati meteorologici registrati in **Borgone** nei mesi di **marzo e agosto-settembre 1997** si evince quanto segue:

### **1° periodo - marzo 1997**

Il primo periodo di monitoraggio si caratterizza per un andamento climatico tipicamente tardo-invernale.

Si è registrata una presenza di vento quasi costante con velocità media di **1.4** m/sec. con punte di **10** m/sec.

La temperatura e l'umidità non sono state registrate per problemi ai sensori.

### **2° periodo - agosto-settembre 1997**

Il secondo periodo di monitoraggio si caratterizza per un andamento climatico tipicamente estivo .

Si è registrata una presenza quasi costante di vento con velocità media di **1** m/sec. con punta massima di 5.4 m/sec.

La temperatura media misurata è di **21.2**°C con punta massima di **31**°C e punta minima di 9.9 °C.

In entrambi i periodi si è effettuata un'analisi dei venti che permette di evidenziare le direzioni da cui spira il vento prevalente nell'arco delle 24 h, suddivise in periodo diurno e periodo notturno.

Da queste elaborazioni si evidenzia che nelle ore diurne, in entrambi i periodi di monitoraggio, la direzione **est, sud-est** è predominante; nelle ore notturne invece risulta essere predominante il settore **ovest nord-ovest**.

Tabella n° 1: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di marzo 1997

parametro	V.V. m/sec
% misure <0.5 m/sec:	32.9
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	10.20
Valore medio:	1.43
Valore mediana:	0.98
Deviaz.Standard:	1.53

parametro	U.R. %
Valore minimo:	
Valore massimo:	
Valore medio:	
Valore mediana:	
Deviaz.Standard:	

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	
Valore massimo:	
Valore medio:	
Valore mediana:	
Deviaz.Standard:	

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	935.00
Valore massimo:	1006.00
Valore medio:	971.36
Valore mediana:	970.00
Deviaz.Standard:	16.45

parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	7.32
Valore massimo:	539.00
Valore medio:	138.97
Valore mediana:	11.50
Deviaz.Standard:	176.74

direzione vento ore totali	
nord	0
nord-est	0
est	112
sud-est	124
sud	2
sud-ovest	0
ovest	86
nord-ovest	127
totale	451

direzione vento ore diurne	
nord	0
nord-est	0
est	98
sud-est	101
sud	2
sud-ovest	0
ovest	19
nord-ovest	53
totale	273

direzione vento ore notturne	
nord	0
nord-est	0
est	14
sud-est	23
sud	0
sud-ovest	0
ovest	67
nord-ovest	74
totale	178

Tabella n°2: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di agosto-settembre 1997

parametro	V.V. m/sec
% misure <0.5 m/sec:	25
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	5.41
Valore medio:	1.00
Valore mediana:	0.81
Deviaz.Standard:	0.79

parametro	U.R. %
Valore minimo:	21.50
Valore massimo:	97.90
Valore medio:	74.27
Valore mediana:	80.75
Deviaz.Standard:	20.05

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	9.90
Valore massimo:	31.00
Valore medio:	21.17
Valore mediana:	21.00
Deviaz.Standard:	4.84

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	949.00
Valore massimo:	999.00
Valore medio:	980.93
Valore mediana:	982.00
Deviaz.Standard:	8.91

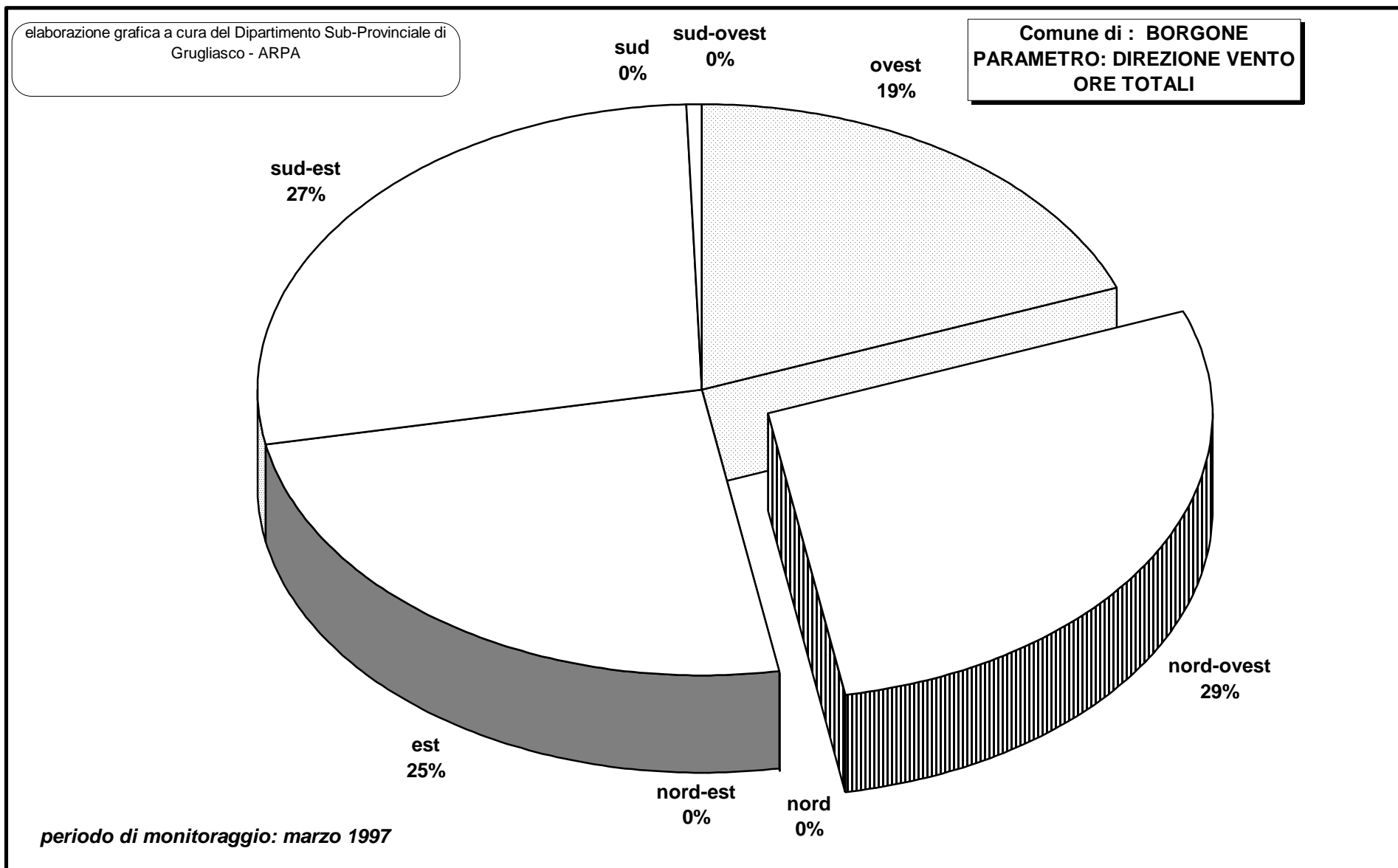
parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	5.49
Valore massimo:	633.00
Valore medio:	139.71
Valore mediana:	19.50
Deviaz.Standard:	180.53

direzione vento ore totali	
nord	30
nord-est	1
est	122
sud-est	97
sud	2
sud-ovest	0
ovest	27
nord-ovest	208
totale	487

direzione vento ore diurne	
	6/20
nord	5
nord-est	1
est	104
sud-est	88
sud	2
sud-ovest	0
ovest	21
nord-ovest	62
totale	283

direzione vento ore notturne	
	21/5
nord	25
nord-est	0
est	18
sud-est	9
sud	0
sud-ovest	0
ovest	6
nord-ovest	146
totale	204

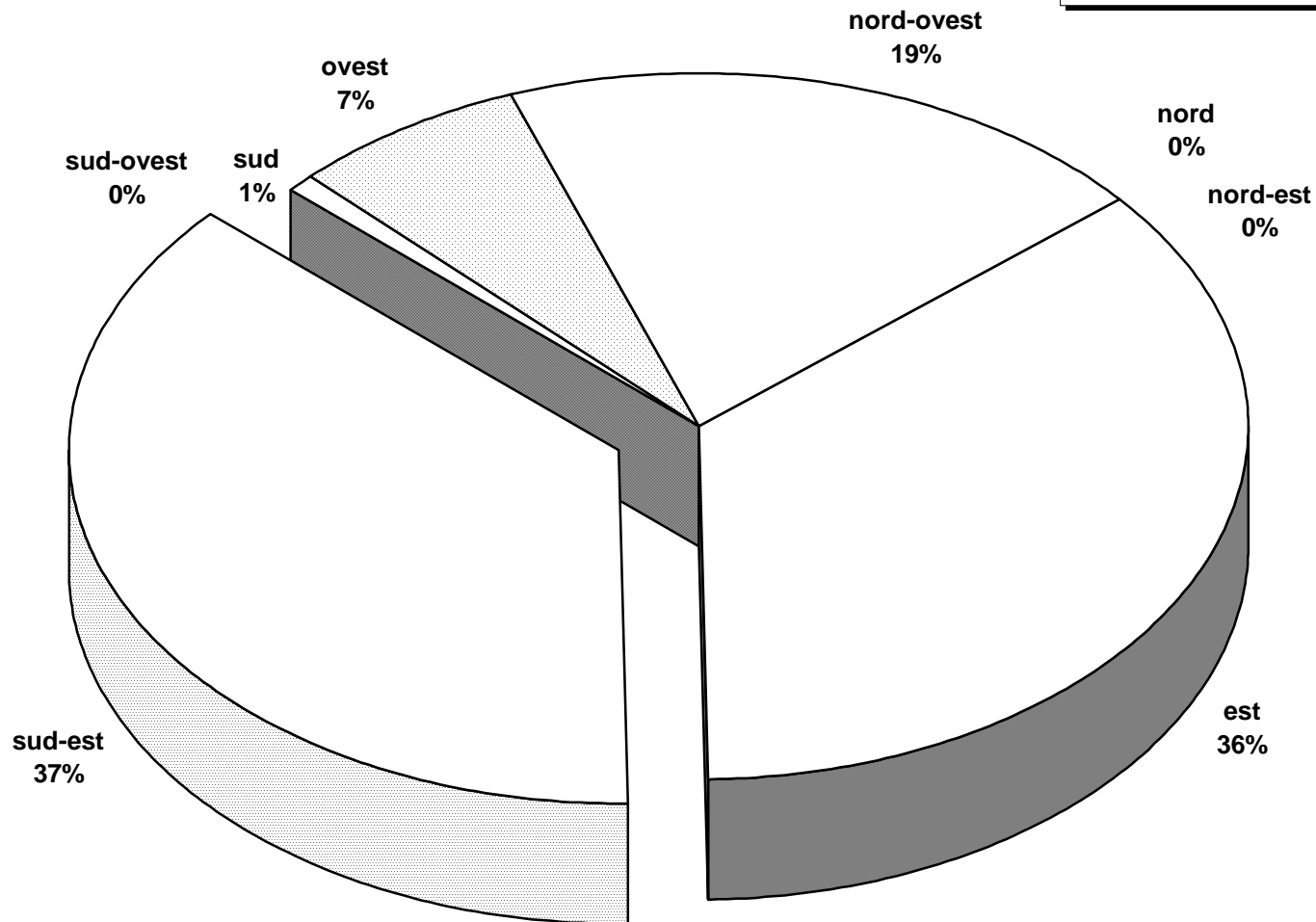
parametro D.V. - 1° periodo -



parametro D.V. ore diurne - 1° periodo -

elaborazione grafica a cura del Dipartimento Sub Provinciale di Grugliasco - ARPA

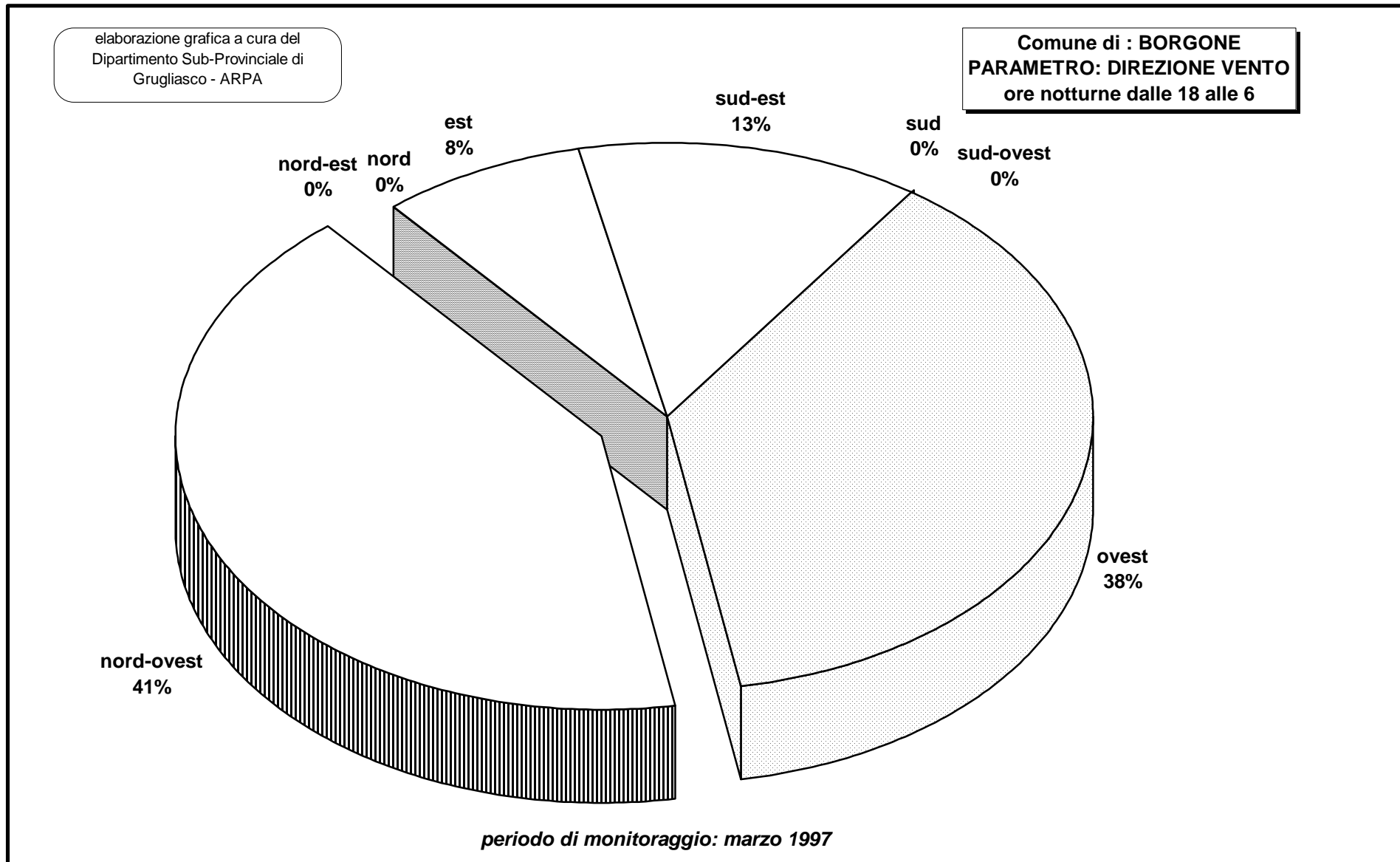
Comune di : BORGONE  
PARAMETRO: DIREZIONE VENTO  
ORE DIURNE (dalle ore 7 alle ore 17)



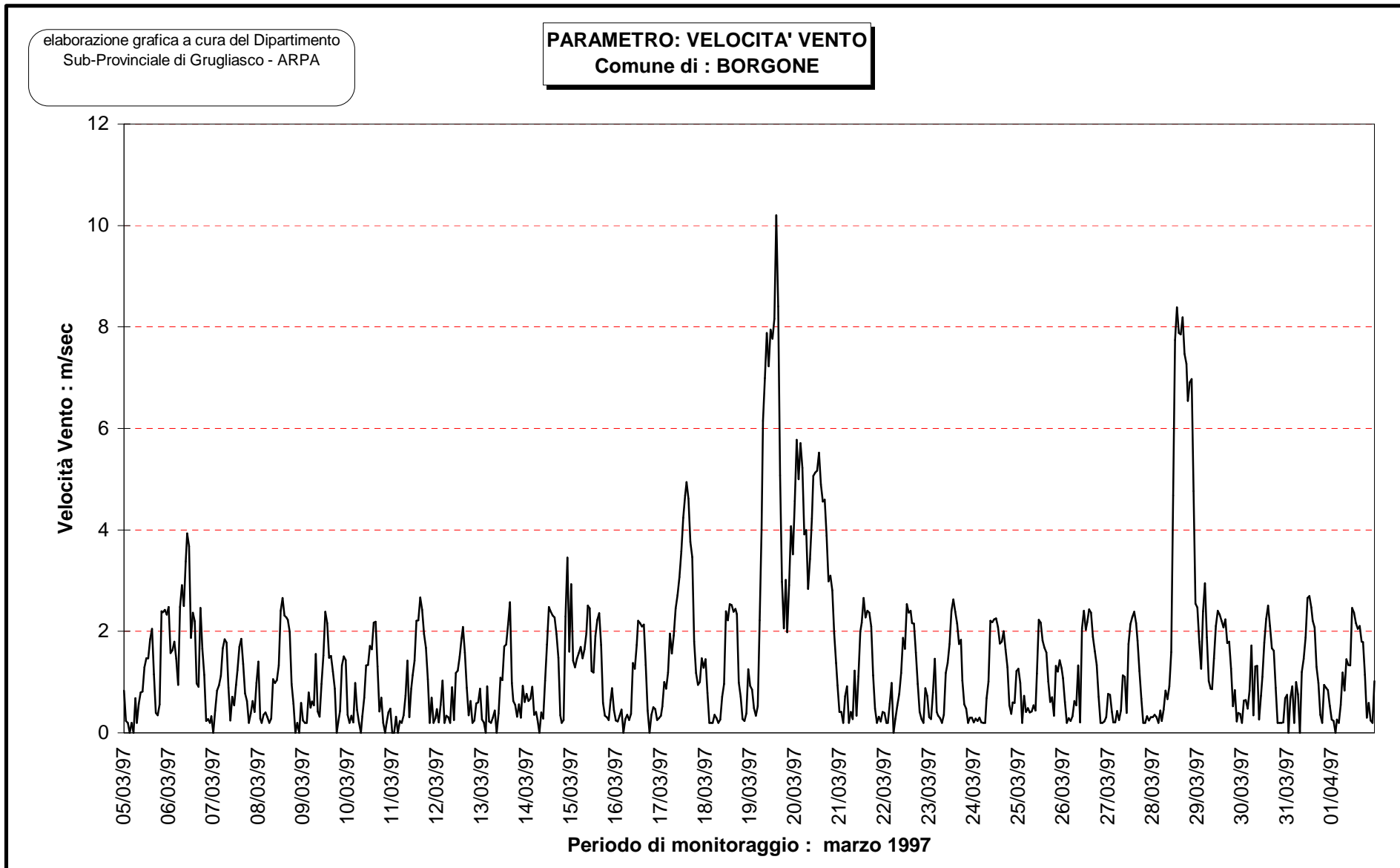
periodo di monitoraggio: marzo 1997



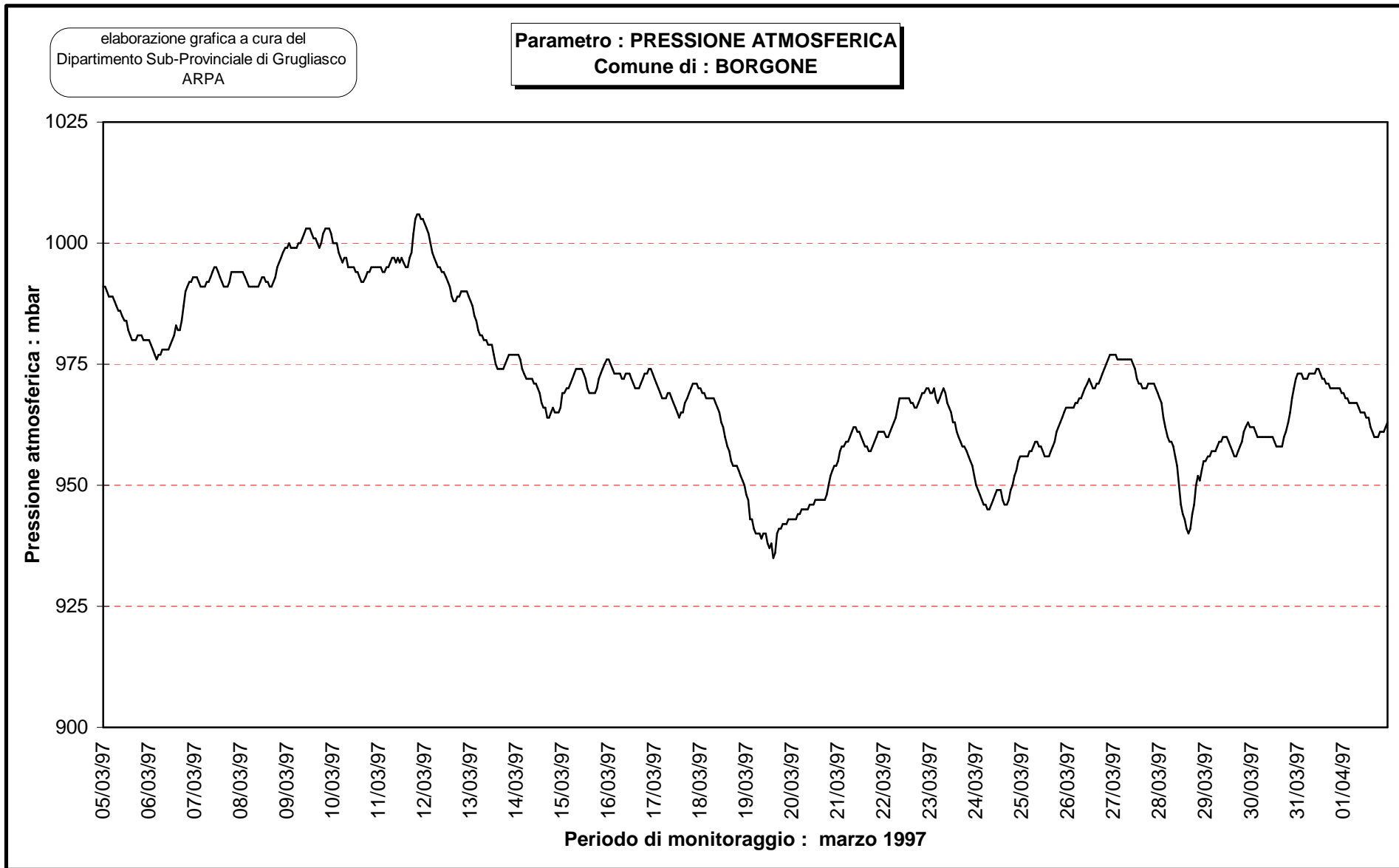
parametro D.V. ore notturne - 1° periodo -



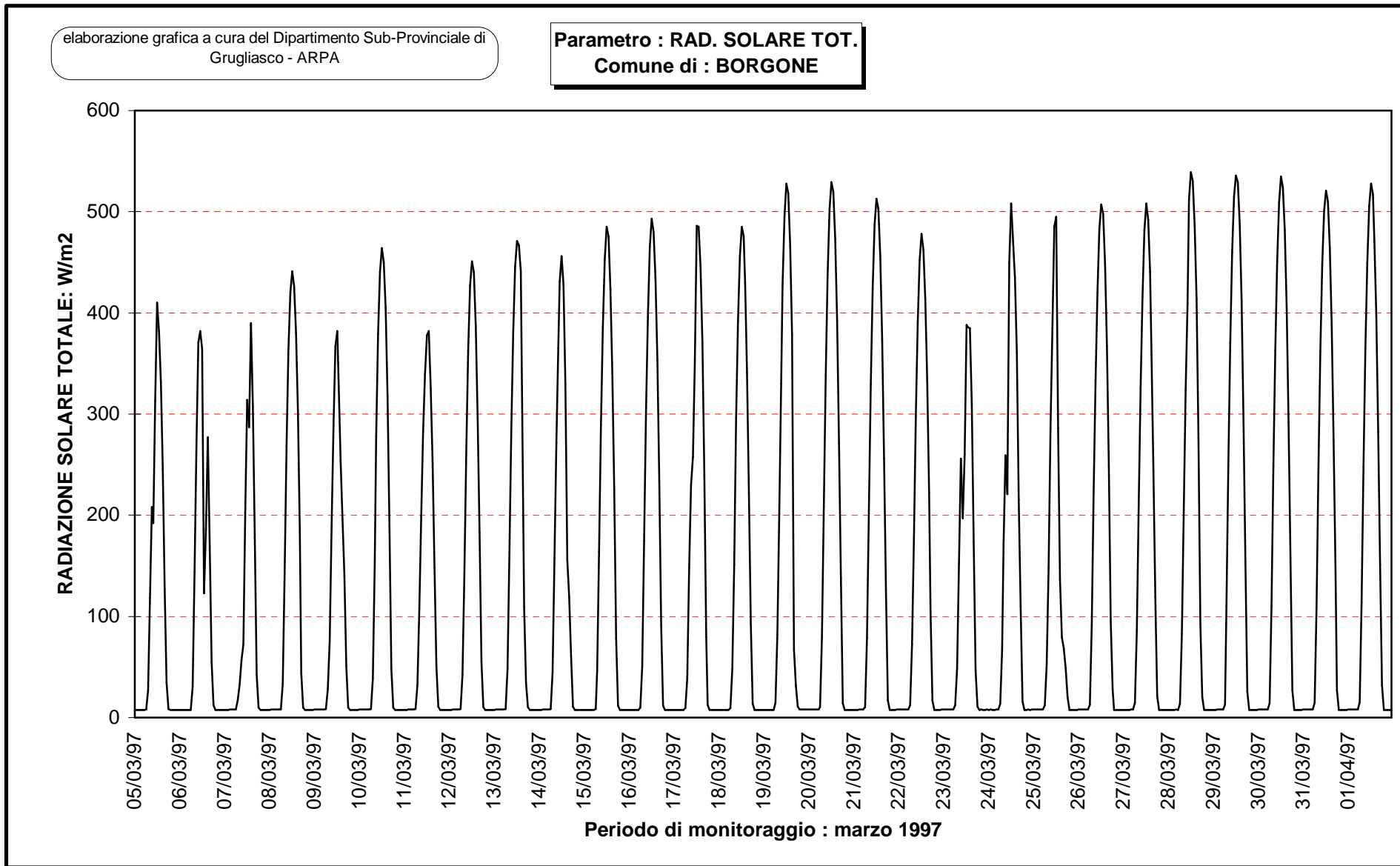
parametro V.V. - 1° periodo -



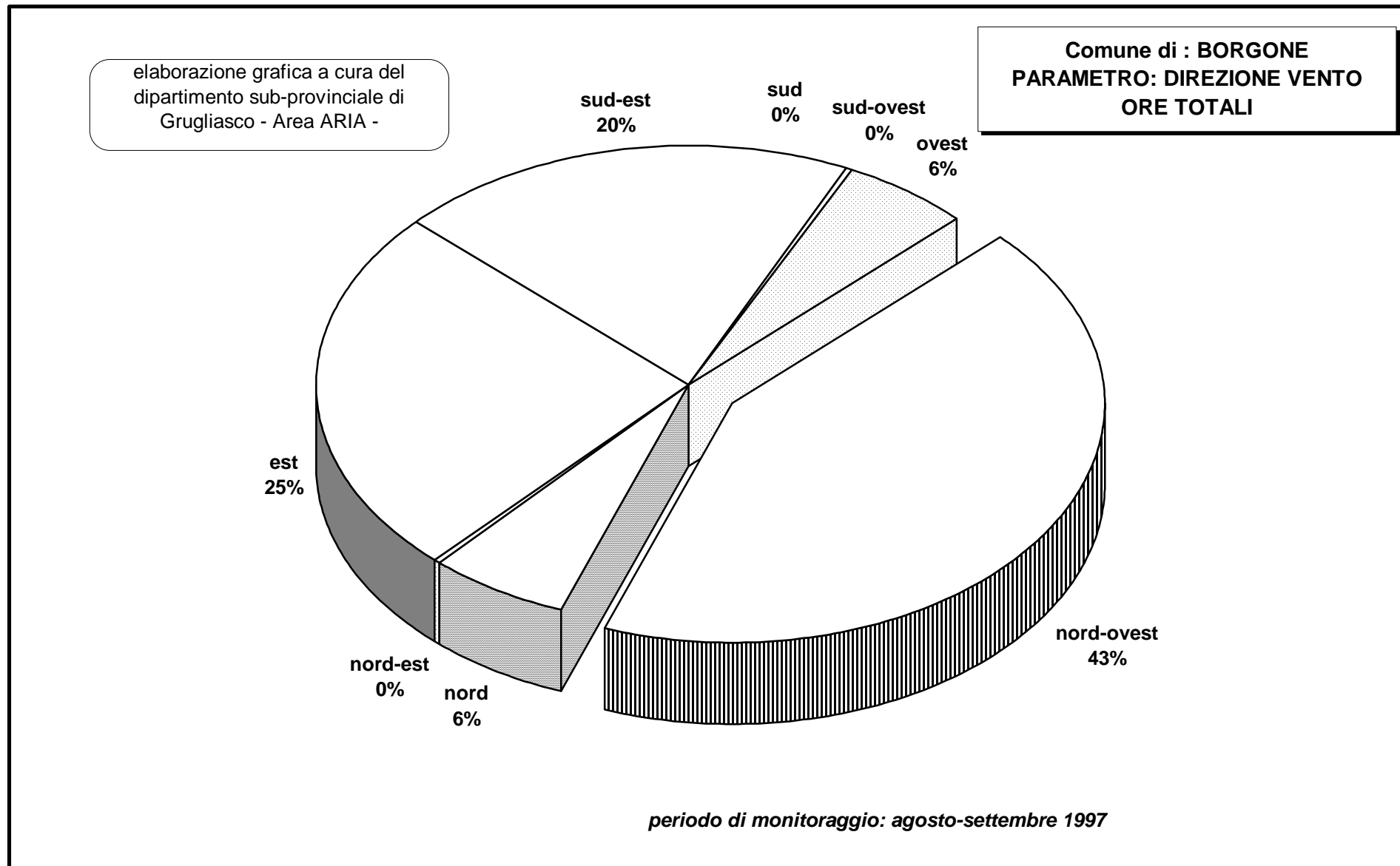
parametro P.A. - 1° periodo -



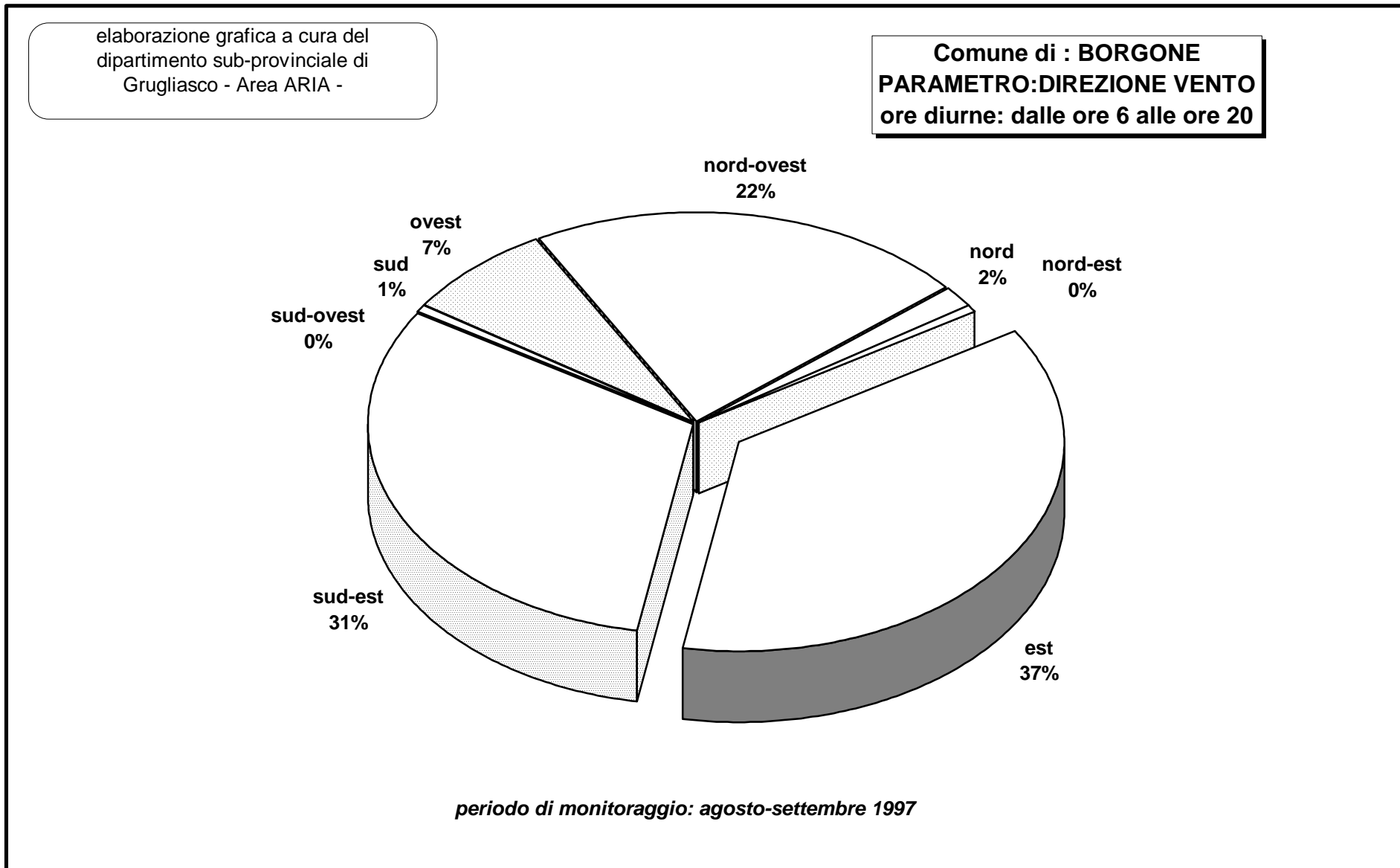
parametro R.S.T. - 1° periodo -



parametro D.V. - 2° periodo -



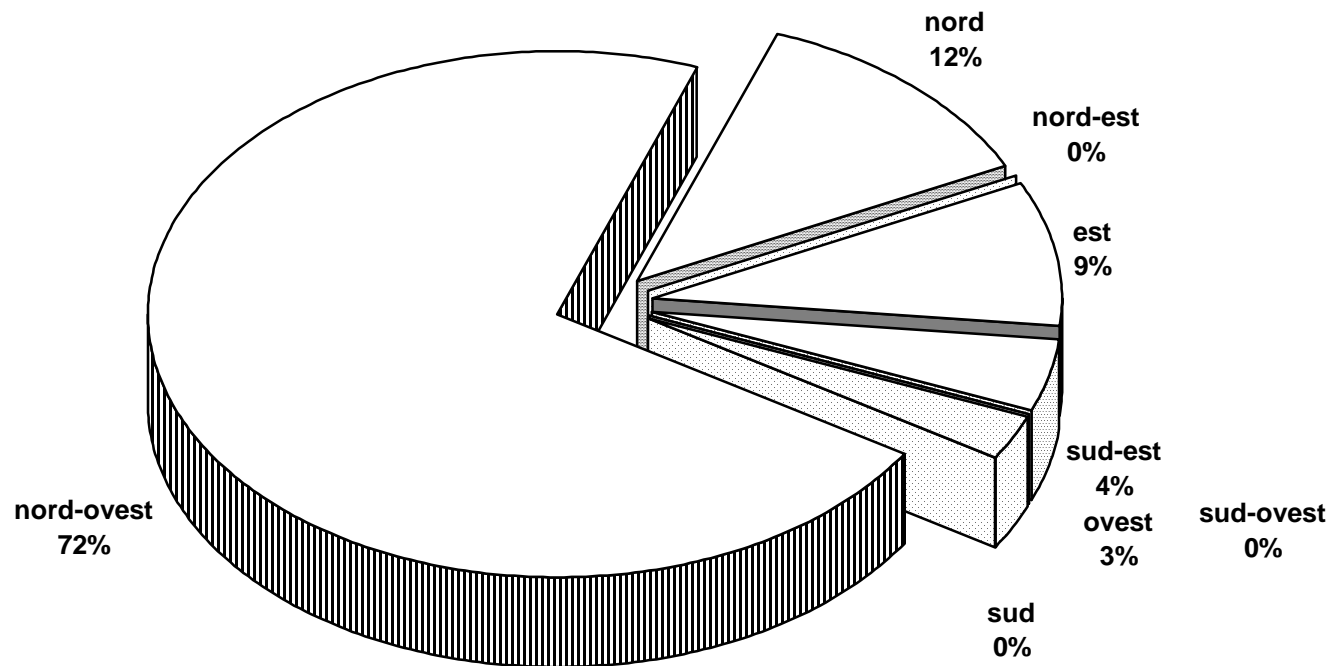
parametro D.V. ore diurne - 2° periodo -



parametro D.V. ore notturne - 2° periodo -

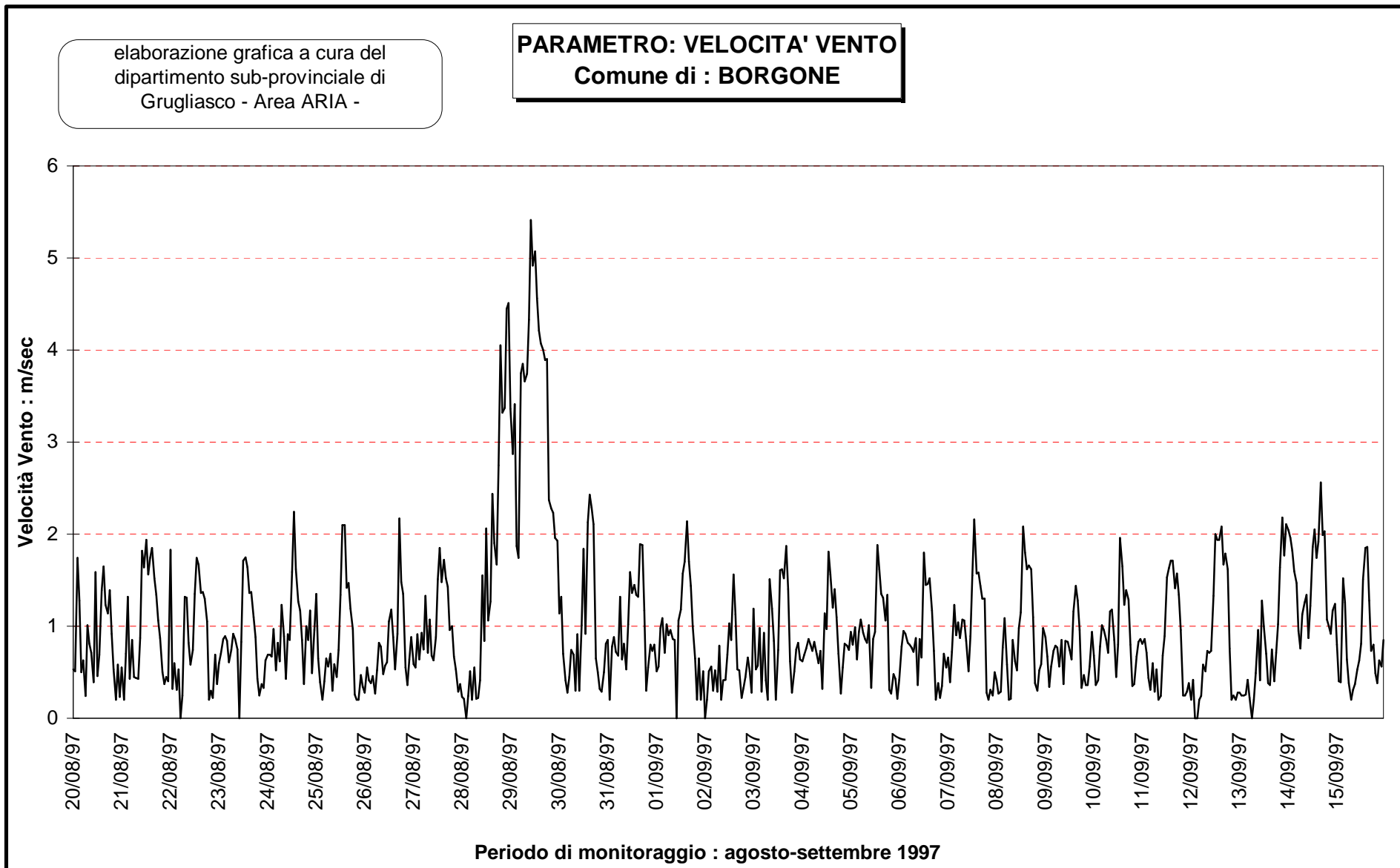
elaborazione grafica a cura del  
dipartimento sub-provinciale di  
Grugliasco - Area ARIA -

**Comune di : BORGONE**  
**PARAMETRO: DIREZIONE VENTO**  
**ore notturne: dalle ore 21 alle ore 5**



*periodo di monitoraggio: agosto-settembre 1997*

parametro V.V. - 2° periodo -

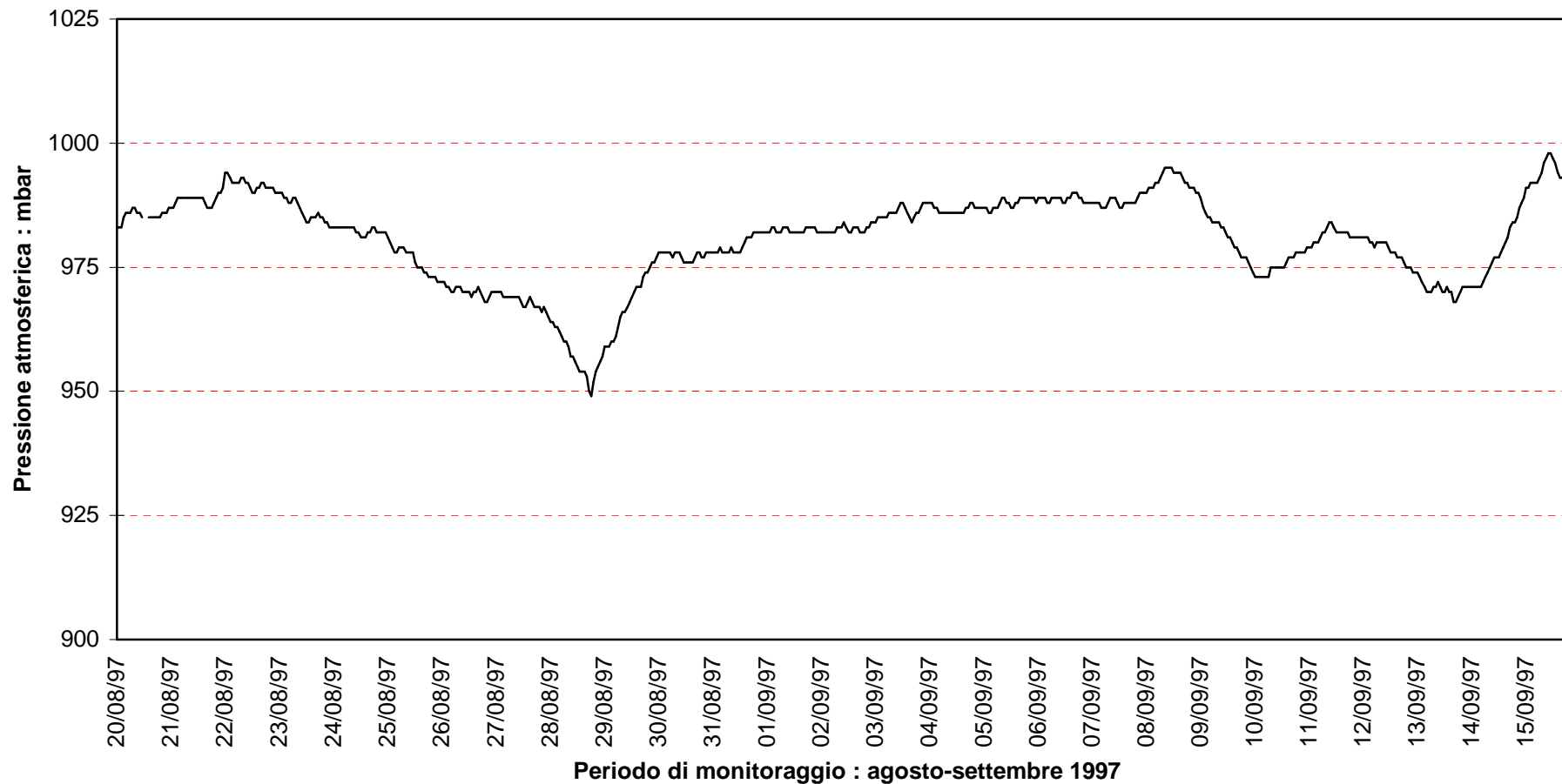




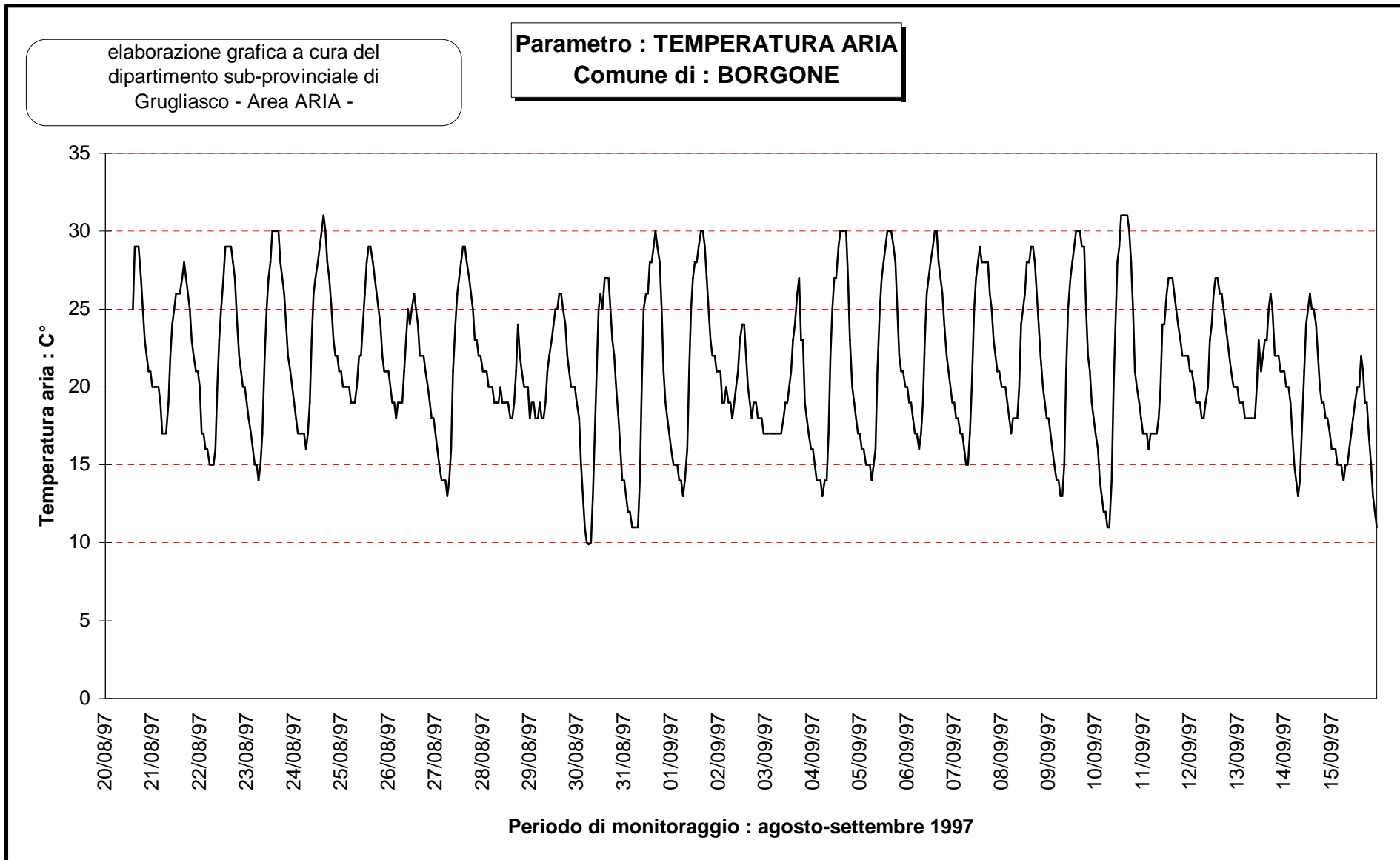
parametro P.A. - 2° periodo -

elaborazione grafica a cura del  
dipartimento sub-provinciale di  
Grugliasco - Area ARIA -

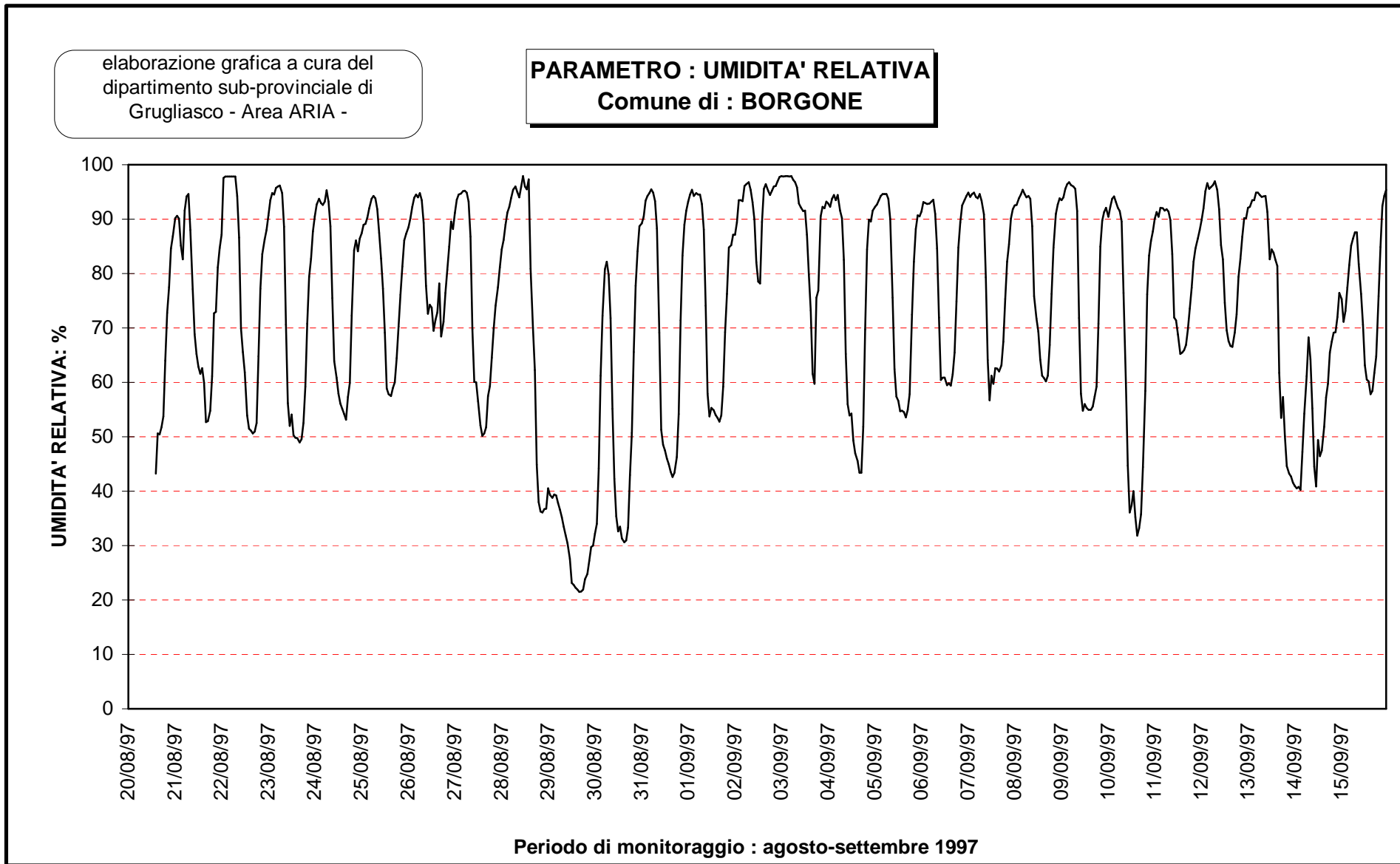
**Parametro : PRESSIONE ATMOSFERICA**  
**Comune di : BORGONE**



parametro T.A. - 2° periodo -



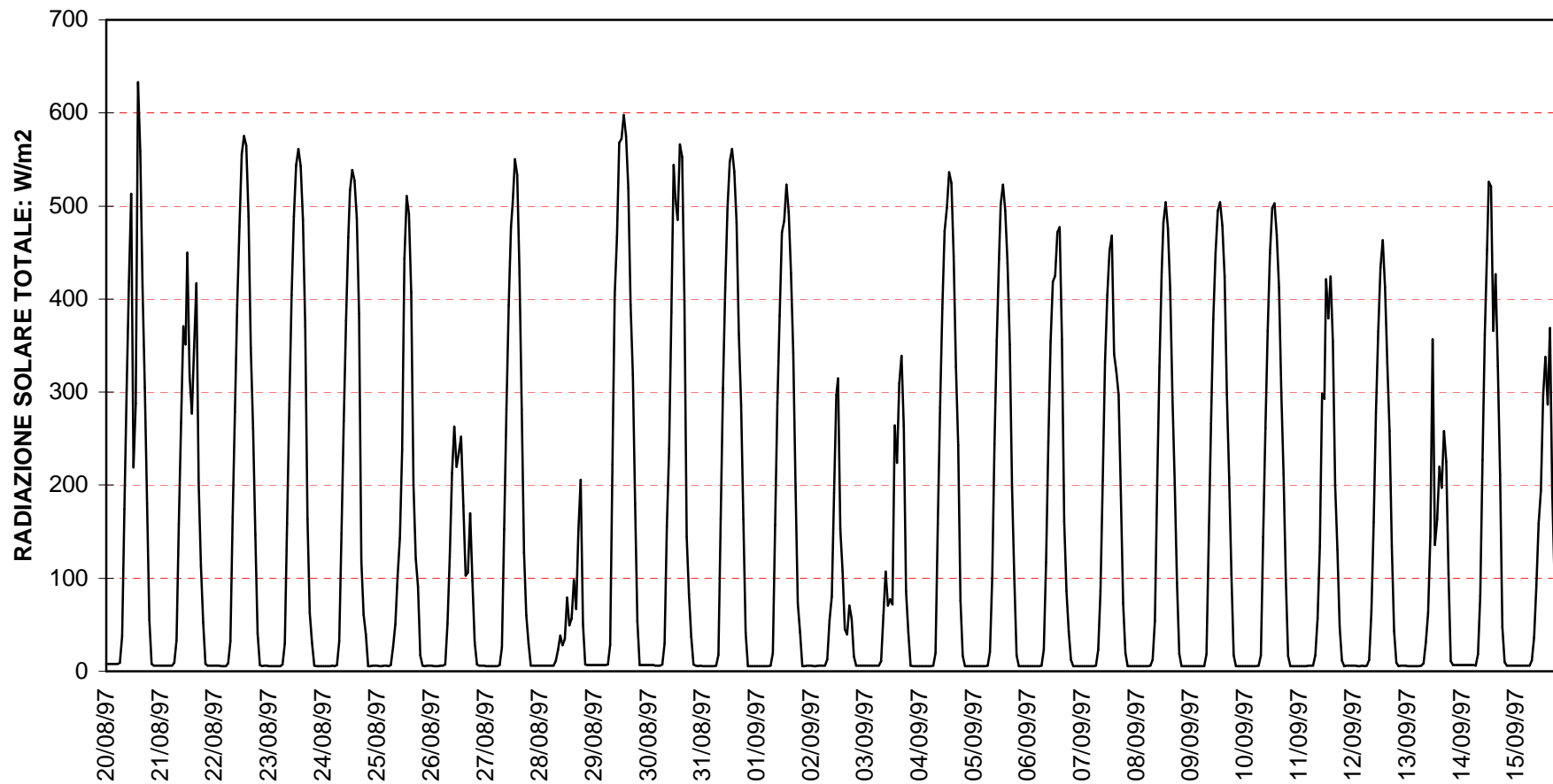
parametro U.R. - 2° periodo -



parametro R.S.T. - 2° periodo -

elaborazione grafica a cura del  
dipartimento sub-provinciale di  
Grugliasco - Area ARIA -

**Parametro : RAD. SOLARE TOT.**  
**Comune di : BORGONE**



Periodo di monitoraggio : agosto-settembre 1997

## 4.2 ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO (1° e 2° periodo)

Nelle pagine seguenti è riportata la elaborazione grafica e statistica dei dati di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori, che si può così sintetizzare:

- la prima valutazione statistica (tabella n° 1 e n° 3) evidenzia, per ogni inquinante, i valori minimi, medi e massimi.
- la seconda valutazione (tabella n° 2 e n° 4), invece, evidenzia gli eventuali superamenti dei limiti di legge

### - RAPPRESENTAZIONE MEDIA ORARIA E GIORNALIERA E LIMITI DI LEGGE

Per ogni inquinante studiato si è effettuata una doppia elaborazione grafica che permette di visualizzare su assi concentrazione-tempo l'andamento registrato durante il 1° periodo ( **marzo 1997** ) ed il 2° periodo ( **agosto-settembre 1997** ).

In particolare, il primo dei due grafici ( grafico A ) mostra in dettaglio l'andamento temporale dell'inquinante utilizzando una scala ridotta per le concentrazioni.

Nel secondo ( grafico B ), si è adottata una scala espansa per l'asse y (concentrazione) che permette di visualizzare, la dove esistenti, i superamenti dei livelli di attenzione, allarme e standard di qualità dell'aria così come definiti dalla normativa di legge.

Questa seconda modalità grafica permette di evidenziare immediatamente quelle situazioni in cui la media oraria o giornaliera ha superato i sopraccitati limiti.

TABELLA n°3: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di marzo 1997

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	26.80
Valore medio:	5.97
Valore mediana:	4.79
Deviaz. Standard:	5.58

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	223.00
Valore medio:	50.36
Valore mediana:	44.90
Deviaz. Standard:	38.58

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	131.00
Valore medio:	40.11
Valore mediana:	37.70
Deviaz. Standard:	25.47

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	328.00
Valore medio:	90.40
Valore mediana:	82.85
Deviaz. Standard:	60.42

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.45
Valore massimo:	4.26
Valore medio:	1.66
Valore mediana:	1.53
Deviaz. Standard:	0.62

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	109.00
Valore medio:	38.75
Valore mediana:	36.55
Deviaz. Standard:	29.76

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	4.00
Valore massimo:	317.00
Valore medio:	100.83
Valore mediana:	92.00
Deviaz. Standard:	56.60

TABELLA n°3a: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di marzo 1997

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI LIVELLO DI ATTENZIONE		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI LIVELLO DI ALLARME		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI STANDARD QUALITA' ARIA	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	672	100.0	125 (*)			250			80 (1)		
NO2	672	100.0	200			400			200		
O3	672	100.0	180			360			200		
CO	672	100.0	15			30			40		
PTS	601	89.4	150 (*)	4	16	300			150 (2)	4	16

(\*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

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

TABELLA n°4: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di settembre-ottobre 1997.

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	10.50
Valore medio:	2.29
Valore mediana:	1.91
Deviaz. Standard:	2.10

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	200.00
Valore medio:	36.92
Valore mediana:	25.40
Deviaz. Standard:	39.60

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	100.00
Valore medio:	38.41
Valore mediana:	36.90
Deviaz. Standard:	20.93

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	293.00
Valore medio:	81.62
Valore mediana:	69.60
Deviaz. Standard:	54.26

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	4.12
Valore medio:	1.29
Valore mediana:	1.29
Deviaz. Standard:	0.82

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	169.00
Valore medio:	41.38
Valore mediana:	31.20
Deviaz. Standard:	39.05

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	mcg/mc
Valore minimo:	1.00
Valore massimo:	364.00
Valore medio:	45.22
Valore mediana:	36.00
Deviaz. Standard:	40.42



TABELLA n°4a: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di agosto-settembre 1997

INQUINANTE	NUMERODI LETTURE VALIDE		LIVELLODI ATTENZIONE	NUMERODI SUPERAMENTI		LIVELLODI ALLARME	NUMERODI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERODI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	648	100,0	125(*)	0	0,0	250			80(1)		
NO2	648	85,3	200	0	0,0	400			200	0	0,0
CO	648	100,0	180	0	0,0	360			200	0	0,0
CO	528	81,5	15	0	0,0	30			40		
PTS	648	100,0	150(*)	0	0,0	300			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

## - GIORNO MEDIO

Il Laboratorio Mobile, per sua filosofia di utilizzo, non è funzionalmente idoneo a protrarre il periodo di rilevamento per tutto l'anno nel medesimo sito.

Questa considerazione ci ha indotto a separare il monitoraggio in due periodi distinti dell'anno.

Il monitoraggio di **marzo 1997**, che si colloca nel semestre freddo, vede presenti ed operativi in zona le tre sorgenti principali di inquinamento dell'aria: traffico, riscaldamento e industria

Contemporaneamente le condizioni atmosferiche sono più favorevoli da un lato alla dispersione degli inquinanti e dall'altro ,alla formazione di inquinanti fotochimici.

Viceversa, il monitoraggio di **agosto-settembre** ci consente di valutare l'inquinamento atmosferico in un momento in cui il contributo dato a quest'ultimo dal riscaldamento domestico è nullo o trascurabile.

Contemporaneamente le condizioni atmosferiche sono sfavorevoli sia alla rapida dispersione degli inquinanti che alla formazione di inquinanti fotochimici.

L'obiettivo che si è voluto perseguire con l'elaborazione grafica e statistica che segue è di fornire agli organi amministrativi del Comune di **Borgone** uno strumento di valutazione da utilizzarsi nella stesura di futuri piani urbanistici e di viabilità che interesseranno la Città.

Nell'intento di raggiungere questo risultato si è elaborato per calcolo, e per entrambi i periodi, il giorno medio.

Più in dettaglio questo è stato ottenuto calcolando per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata il valore medio aritmetico delle medie orarie registrate nel periodo da ognuno degli inquinanti oggetto del monitoraggio.

Per ogni inquinante si è quindi elaborato graficamente l'andamento orario nel corso del giorno medio (grafico C).

Le conclusioni a cui si perviene, dall'elaborazione sopra descritta, sono di seguito riportate.

**TABELLA n°5: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di marzo 1997**

<b>ore</b>	<b>SO2</b>	<b>NO</b>	<b>NO2</b>	<b>O3</b>	<b>CO</b>	<b>PTS</b>	<b>NOx</b>
00:00	3.8	44.4	38.9	25.0	1.5	83.9	83.1
01:00	2.9	31.4	33.2	26.9	1.3	71.3	64.6
02:00	2.0	22.2	27.3	29.4	1.2	65.5	49.5
03:00	1.6	14.9	23.5	29.5	1.1	65.3	38.5
04:00	1.5	13.1	23.1	29.2	1.1	62.0	36.2
05:00	2.7	21.6	35.0	25.4	1.3	70.7	56.6
06:00	3.7	42.3	35.5	20.1	1.5	86.2	77.8
07:00	7.1	73.3	45.8	16.6	2.4	102.2	119.0
08:00	10.3	70.5	48.5	20.0	2.2	123.4	118.9
09:00	10.4	49.4	43.8	29.8	2.0	125.8	93.1
10:00	7.6	36.4	36.4	43.5	1.7	103.1	72.7
11:00	6.9	40.6	27.8	57.1	1.4	108.8	68.4
12:00	6.5	40.2	26.9	67.4	1.4	115.0	67.1
13:00	5.9	45.8	28.4	72.5	1.3	102.7	74.2
14:00	6.0	52.0	30.6	73.7	1.4	102.9	82.5
15:00	5.8	52.1	31.7	75.3	1.4	102.9	83.7
16:00	6.2	54.6	36.6	71.4	1.5	101.2	91.1
17:00	8.2	60.7	48.6	59.1	1.9	119.1	109.1
18:00	9.8	71.2	61.7	41.1	2.5	137.6	132.8
19:00	9.1	75.0	64.0	26.8	2.3	134.2	138.8
20:00	7.9	83.6	62.3	21.2	2.0	123.5	145.9
21:00	6.6	77.7	56.2	22.1	1.8	117.2	133.9
22:00	5.9	75.1	51.2	22.8	1.9	108.0	126.3
23:00	4.8	60.6	45.4	24.1	1.6	89.5	106.0

TABELLA n°6: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di agosto-settembre 1997.

ore	SO2	NO	NO2	O3	CO	PTS	NOx
00:00	1.8	16.3	33.8	19.4	1.1	54.9	52.9
01:00	1.7	14.5	28.6	20.1	1.0	53.6	45.6
02:00	1.4	9.2	23.8	21.1	0.8	50.2	34.6
03:00	1.3	7.4	20.3	22.6	0.8	36.3	29.0
04:00	1.3	8.0	19.0	21.6	0.8	39.0	28.3
05:00	1.6	17.6	38.6	15.5	1.0	40.6	59.3
06:00	1.8	29.5	32.4	11.3	1.1	44.4	67.0
07:00	3.1	52.4	40.7	6.6	2.0	40.0	102.1
08:00	3.7	52.8	41.1	9.5	1.6	22.7	103.0
09:00	4.2	38.9	39.4	16.9	1.6	19.2	84.9
10:00	4.7	35.4	37.9	30.4	1.6	30.3	77.6
11:00	4.0	24.8	33.7	48.0	1.3	27.7	62.8
12:00	3.2	26.0	29.0	72.3	1.1	35.1	59.6
13:00	2.5	38.1	30.9	85.5	1.2	32.5	75.6
14:00	1.8	53.3	36.4	89.8	1.2	37.0	98.8
15:00	1.6	61.4	40.2	96.9	1.3	43.4	112.3
16:00	1.4	69.7	49.0	97.8	1.3	42.5	130.7
17:00	1.4	73.8	50.0	91.0	1.6	44.0	136.6
18:00	2.1	75.5	59.7	70.4	1.8	63.3	148.1
19:00	2.2	60.0	56.7	49.2	1.6	65.1	126.9
20:00	1.8	41.0	48.9	35.8	1.4	67.4	96.8
21:00	1.9	32.1	45.8	25.6	1.3	71.9	83.4
22:00	2.2	25.3	45.6	19.1	1.3	64.3	75.3
23:00	2.1	23.4	40.4	16.5	1.2	59.6	67.9

## - DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA

Come già menzionato in altri momenti di questa relazione gli obiettivi che ci si prefigge con la presente campagna di monitoraggio non possono essere una rigorosa trattazione in termini statistici e di legge della qualità dell'aria del Comune di **Borgone**, ma una conoscenza in termini scientifici del fenomeno inquinamento dell'aria.

Nel primo caso, infatti, la durata del monitoraggio dovrebbe essere notevolmente protratta ed abbracciare tutto l'arco delle stagioni per almeno 300 giornate di rilevamento complessive (ISTISAN 87/6).

Nel nostro caso dove, viceversa, la tempistica della campagna ha previsto complessivamente **cinquantacinque (55)** giorni di campionamento ripartiti rispettivamente in **ventotto (28)** giorni nel 1° periodo **marzo 1997** e **ventisette (27)** giorni nel 2° periodo **agosto-settembre 1997** ci è consentito di formulare una valutazione presuntiva degli andamenti stagionali dei vari inquinanti.

A tale scopo nelle pagine che seguono è riportato uno studio grafico (grafico D) e statistico delle frequenze percentuali di accadimento riferite ad intervalli di concentrazione per ogni inquinante e per entrambi i periodi della campagna di monitoraggio.

TABELLA n°7 : valutazione statistica delle distribuzioni di frequenza relative al monitoraggio eseguito nel mese di marzo 1997

SO2	n° volte	% PSO2
0	108	16
5	246	37
10	182	27
15	84	13
20	34	5
25	15	2
30	3	0
TOTALE	672	

NO	n° volte	% PNO
0	54	8
20	105	16
40	135	20
60	151	22
80	108	16
100	46	7
120	34	5
140	16	2
160	11	2
180	9	1
200	2	0
220	0	0
240	1	0
TOTALE	672	

NO2	n° volte	% PNO2
0	30	4
10	47	7
20	80	12
30	88	13
40	118	18
50	105	16
60	63	9
70	54	8
80	33	5
90	28	4
100	13	2
110	6	1
120	4	1
130	1	0
140	2	0
TOTALE	672	

NOx	n° volte	% PNOx
0	23	3
20	55	8
40	65	10
60	76	11
80	102	15
100	111	17
120	72	11
140	44	7
160	34	5
180	29	4
200	25	4
220	12	2
240	9	1
260	7	1
280	4	1
300	2	0
320	1	0
340	1	0
TOTALE	672	

O3	n° volte	% PO3
0	34	5
10	147	22
20	81	12
30	47	7
40	40	6
50	44	7
60	66	10
70	87	13
80	73	11
90	30	4
100	15	2
110	8	1
TOTALE	672	

CO	n° volte	% PCO
0	0	0
0.5	2	0
1	51	8
1.5	280	42
2	176	26
2.5	95	14
3	41	6
3.5	17	3
4	8	1
4.5	2	0
TOTALE	672	

PTS	n° volte	% PPTS
0	0	0
20	21	3
40	52	9
60	85	14
80	92	15
100	82	14
120	88	15
140	53	9
160	39	6
180	33	5
200	16	3
220	16	3
240	7	1
260	10	2
280	4	1
300	2	0
320	1	0
TOTALE	601	

**TABELLA n°8 :** valutazione statistica delle distribuzioni di frequenza relative al monitoraggio eseguito nel mese di agosto-settembre 1997

<b>NO2</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PNO2</b>
0	11	2
10	43	8
20	59	11
30	85	15
40	102	18
50	99	18
60	65	12
70	46	8
80	22	4
90	17	3
100	4	1
<b>TOTALE</b>	<b>553</b>	

<b>NO</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PNO</b>
0	148	23
20	127	20
40	151	23
60	83	13
80	51	8
100	31	5
120	17	3
140	21	3
160	12	2
180	4	1
200	3	0
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

<b>NOx</b>	<b>n° volte</b>	<b>% PNOx</b>
0	9	2
20	34	6
40	81	15
60	99	18
80	99	18
100	72	13
120	45	8
140	37	7
160	27	5
180	9	2
200	18	3
220	11	2
240	5	1
260	5	1
280	0	0
300	2	0
<b>TOTALE</b>	<b>553</b>	

<b>O3</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PO3</b>
0	42	6
10	150	23
20	77	12
30	50	8
40	40	6
50	55	8
60	48	7
70	40	6
80	28	4
90	24	4
100	30	5
110	22	3
120	18	3
130	6	1
140	7	1
150	4	1
160	4	1
170	3	0
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

<b>CO</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PCO</b>
0	61	12
0.5	41	8
1	78	15
1.5	152	29
2	108	20
2.5	49	9
3	23	4
3.5	9	2
4	6	1
4.5	1	0
<b>TOTALE</b>	<b>528</b>	

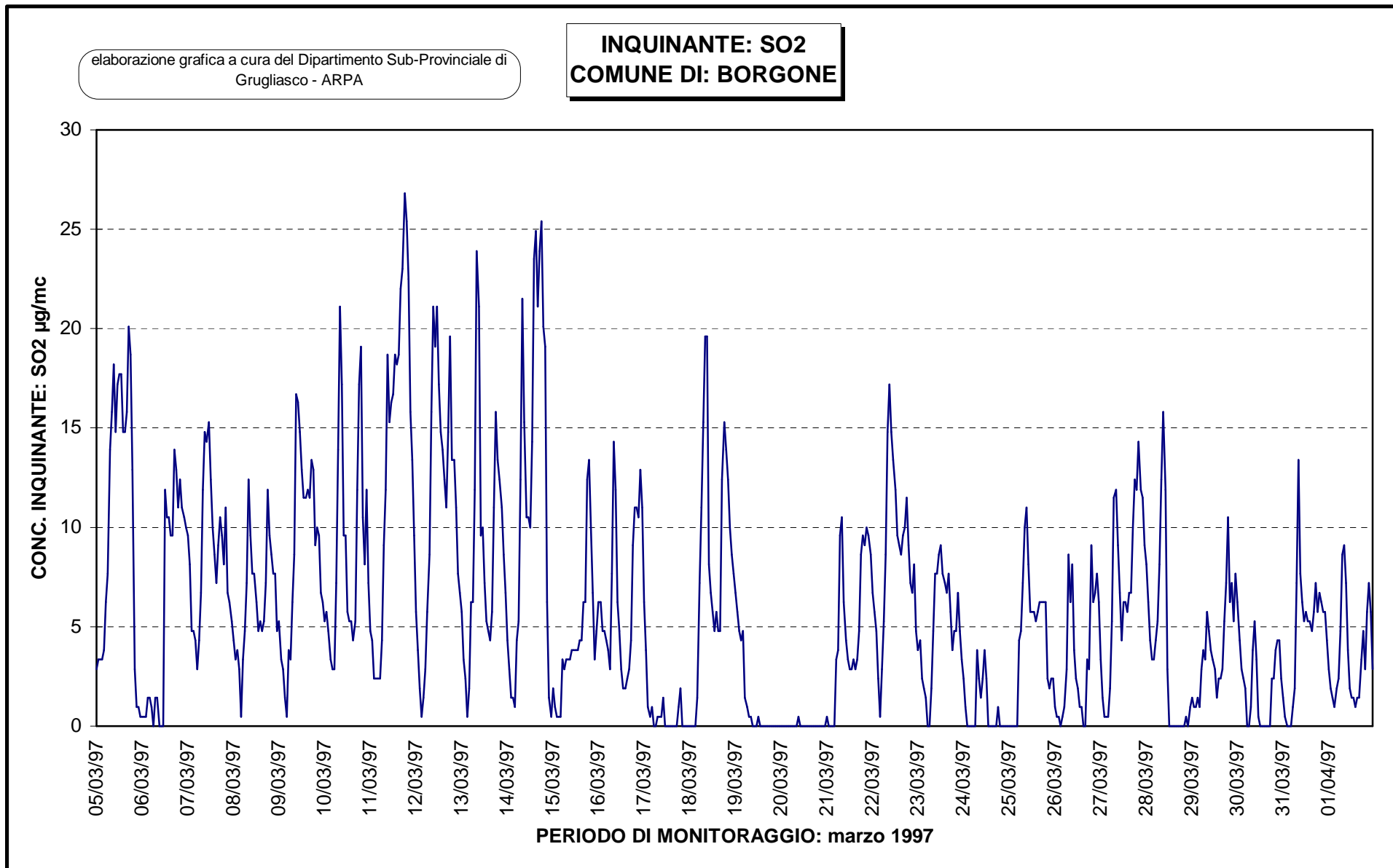
<b>PTS</b>	<b>n° volte</b>	<b>% PPTS</b>
0	0	0
20	202	31
40	150	23
60	117	18
80	78	12
100	45	7
120	29	4
140	7	1
160	8	1
180	4	1
200	5	1
220	0	0
240	1	0
260	1	0
280	0	0
300	0	0
320	0	0
340	0	0
360	0	0
380	1	0
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

<b>SO2</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PSO2</b>
0	153	24
5	426	66
10	68	10
15	1	0
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

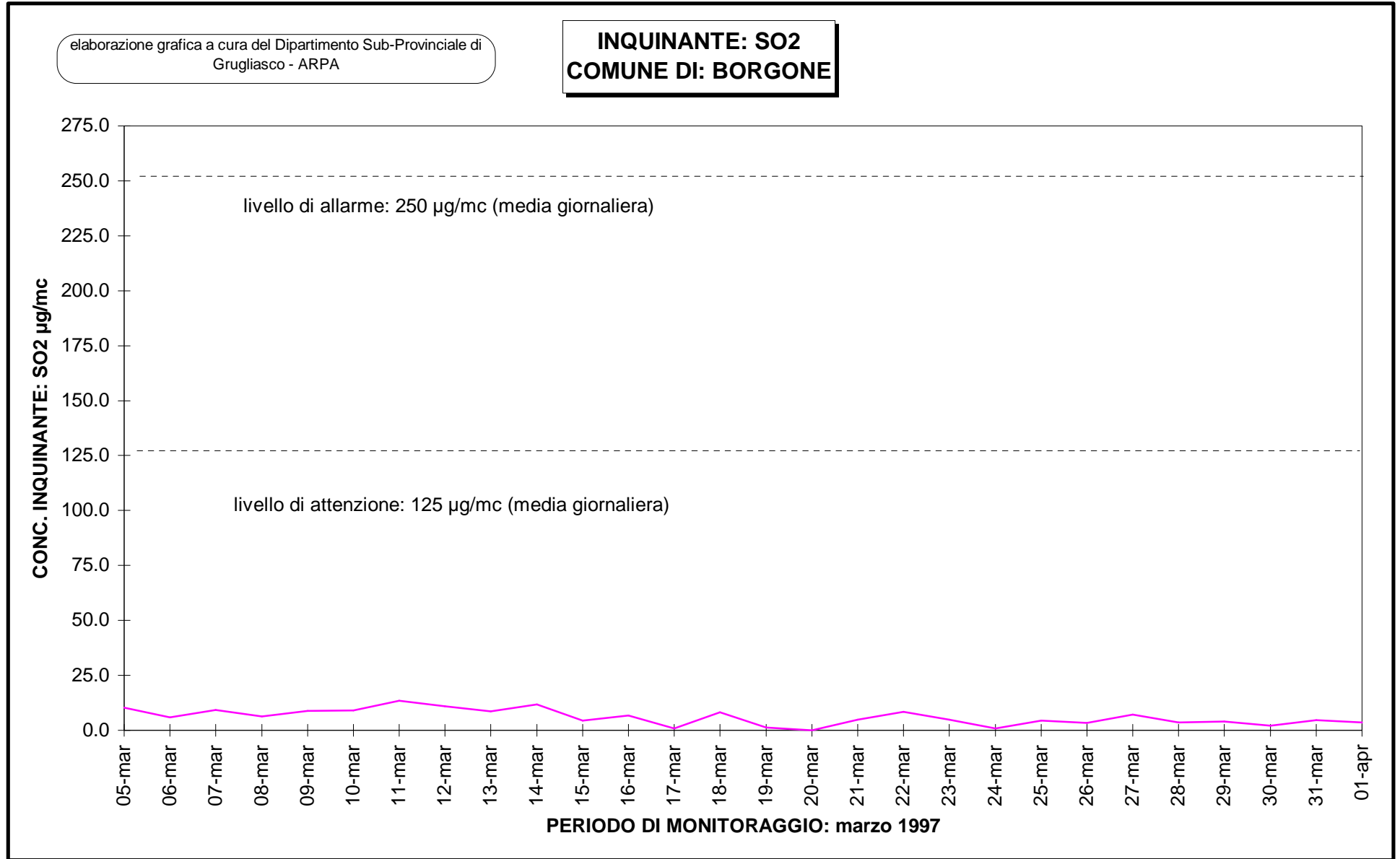
#### **4.2.1 - SO<sub>2</sub> - Anidride Solforosa**



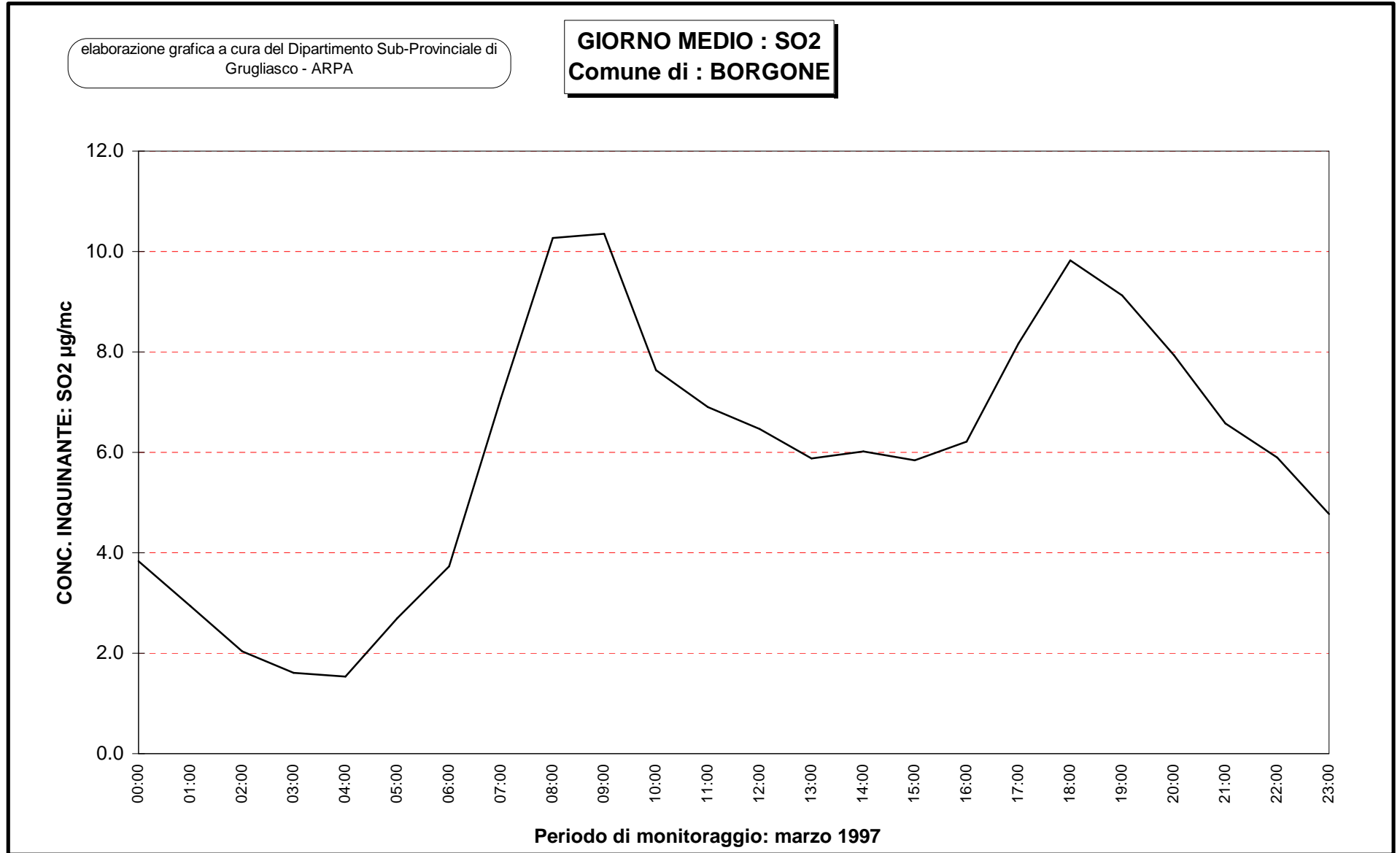
SO2 (grafico A): andamento medie orarie - 1°periodo -



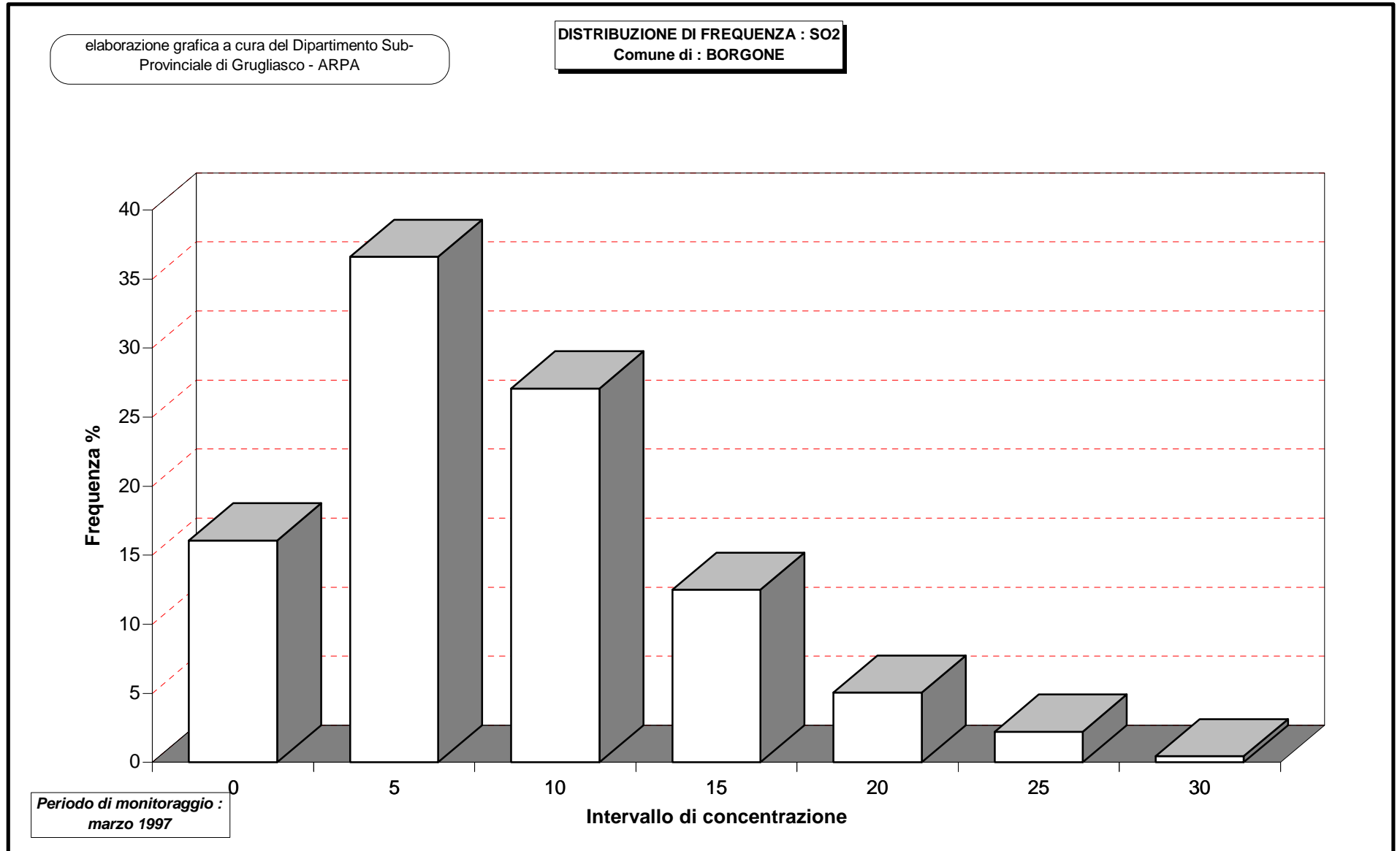
SO2 (grafico B): limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo -



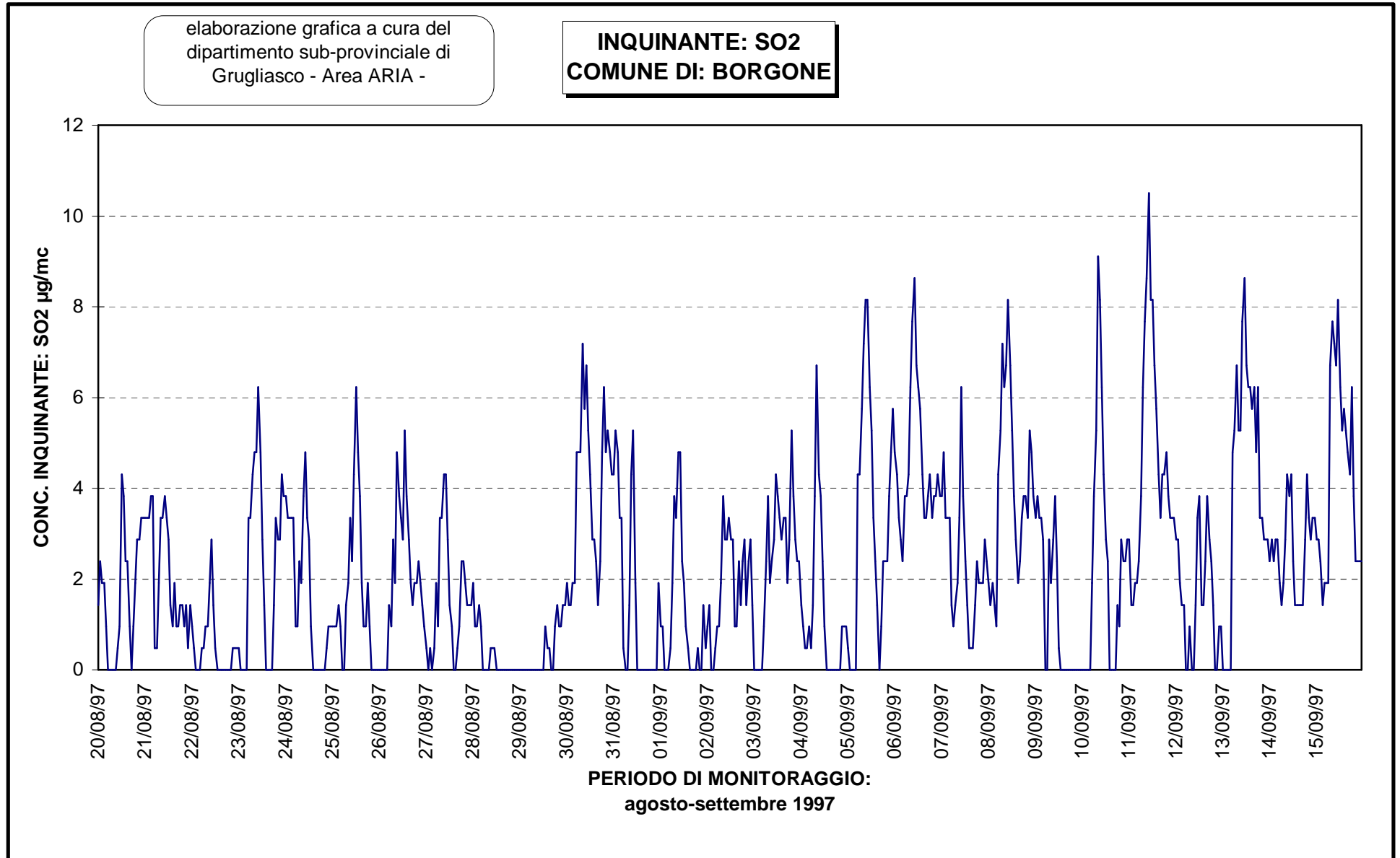
SO2 (grafico C): andamento giorno medio - 1° periodo -



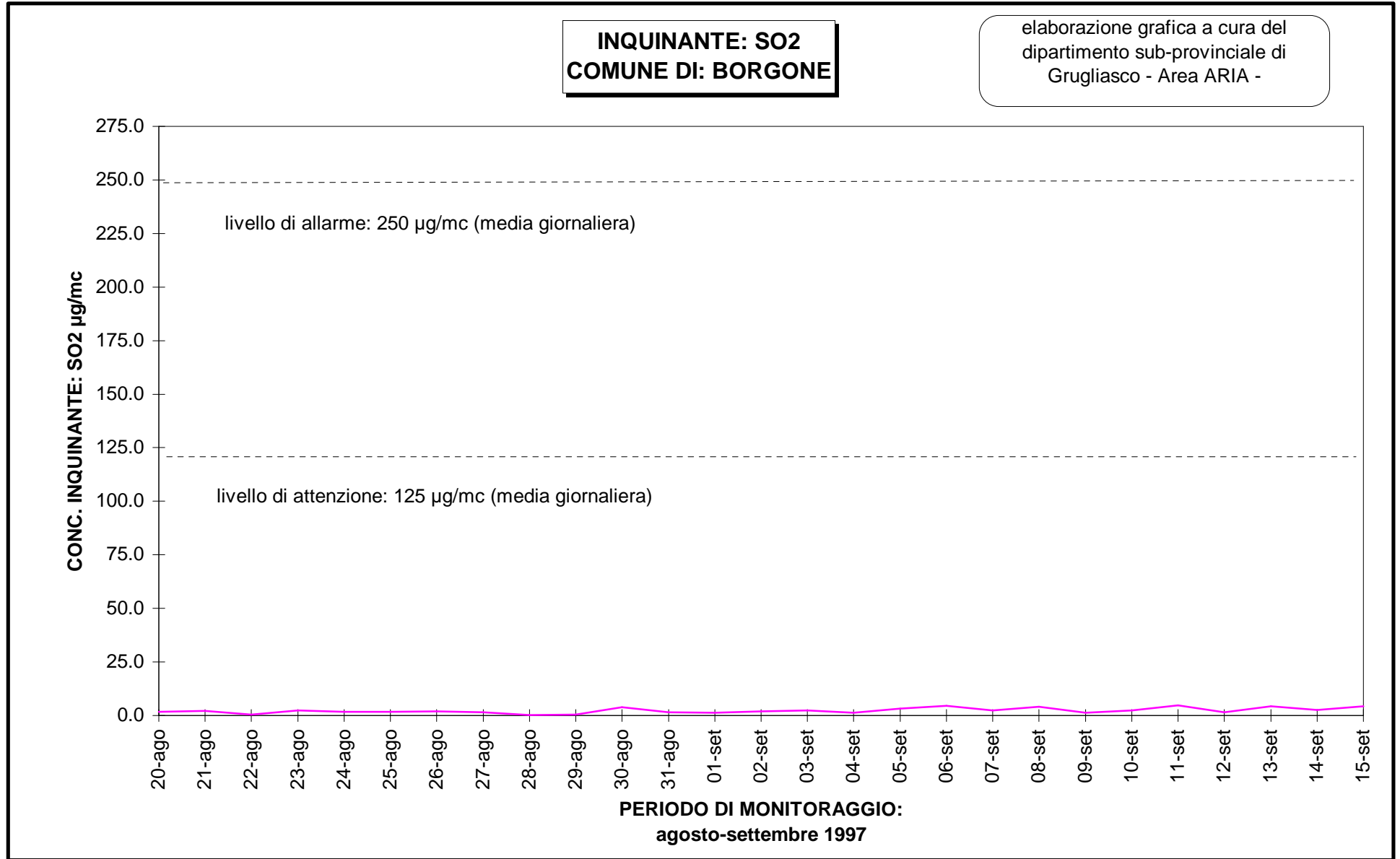
## SO2 (grafico D): distribuzione di frequenza - 1°pe riodo -



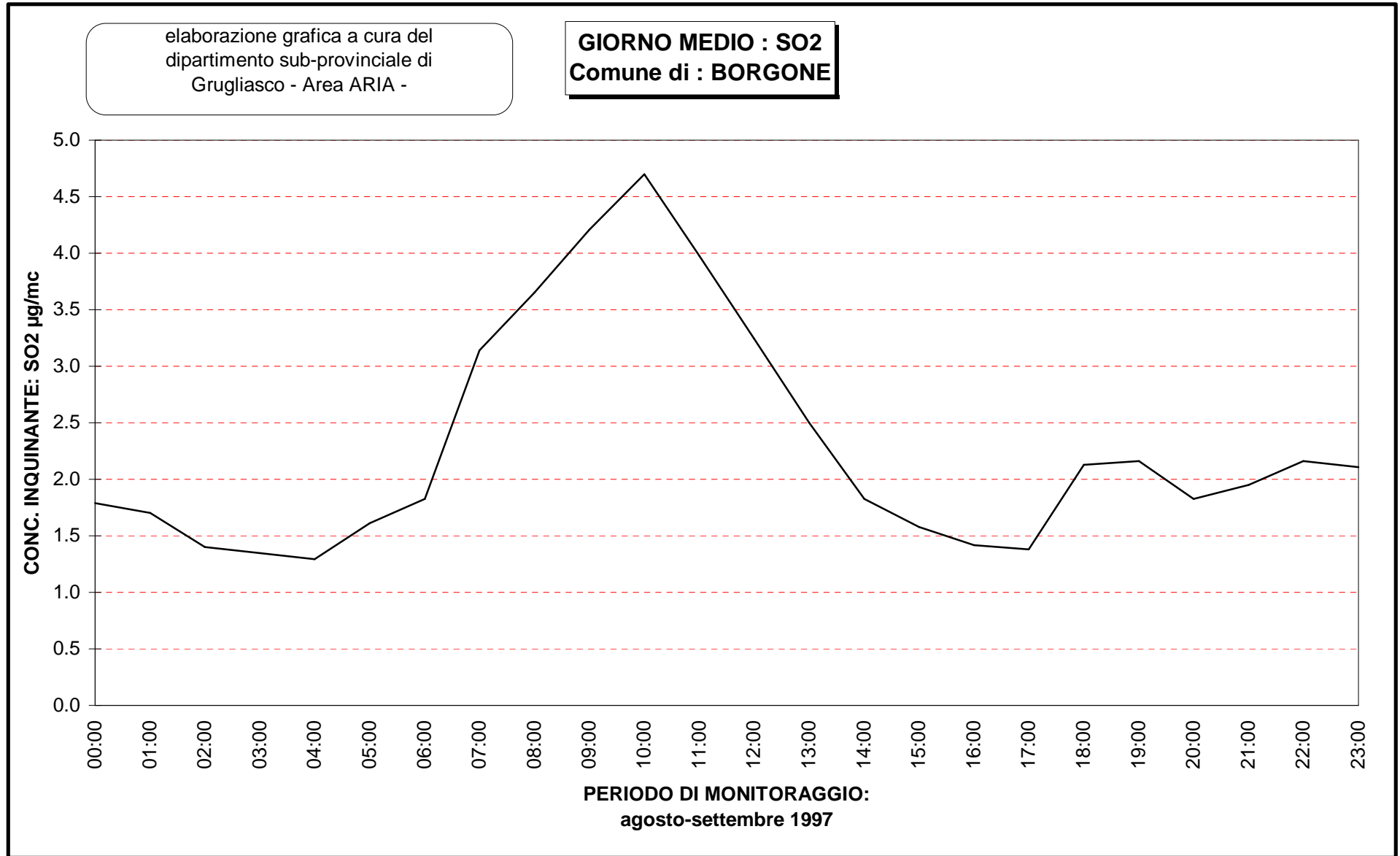
SO2 (grafico A): andamento medie orarie - 2° periodo -



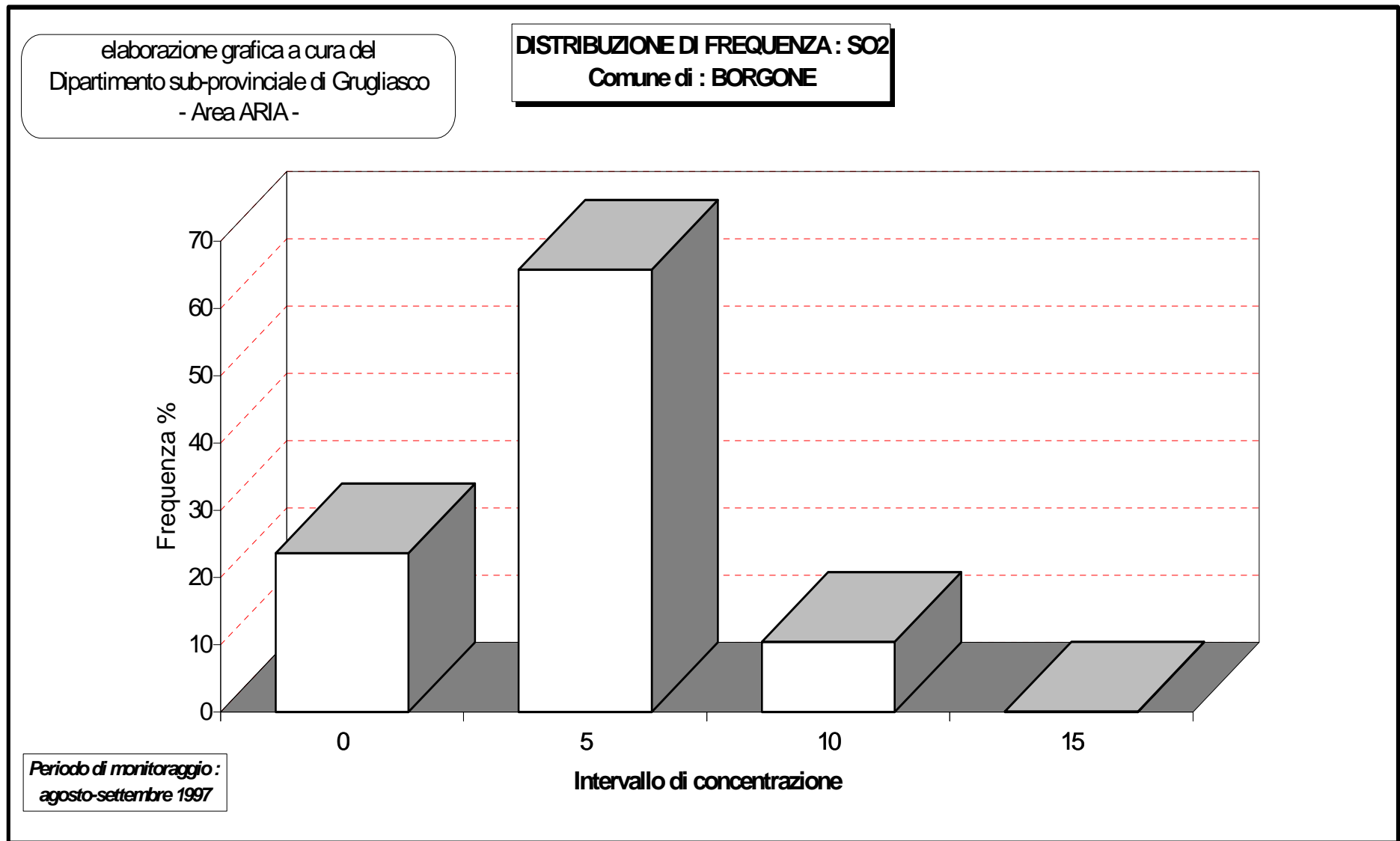
SO2 (grafico B): limiti di legge (medie orarie) - 2° periodo -



SO2 (grafico C): andamento giorno medio - 2° periodo -

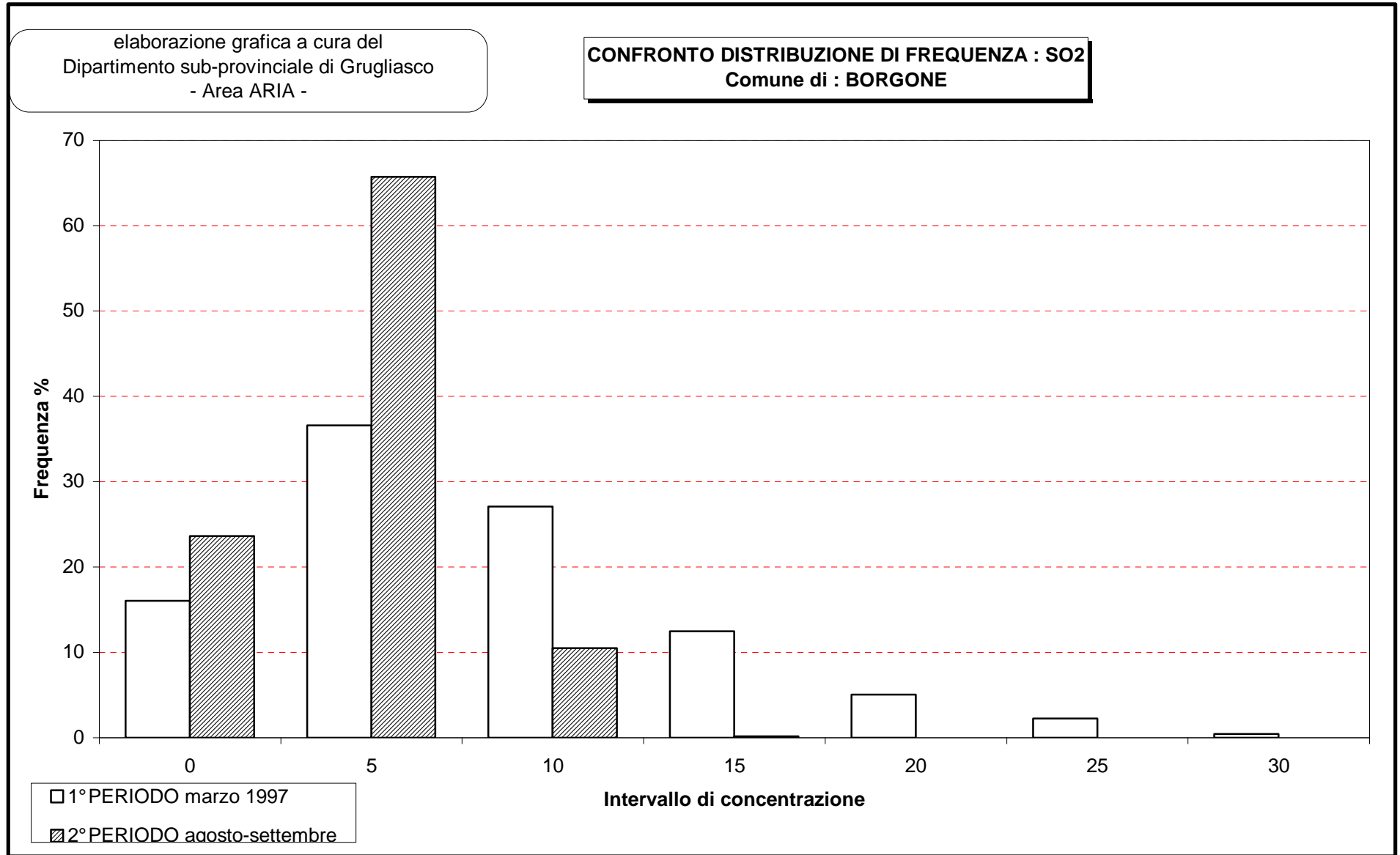


SO2 (grafico D): distribuzione di frequenza - 2°pe riodo -



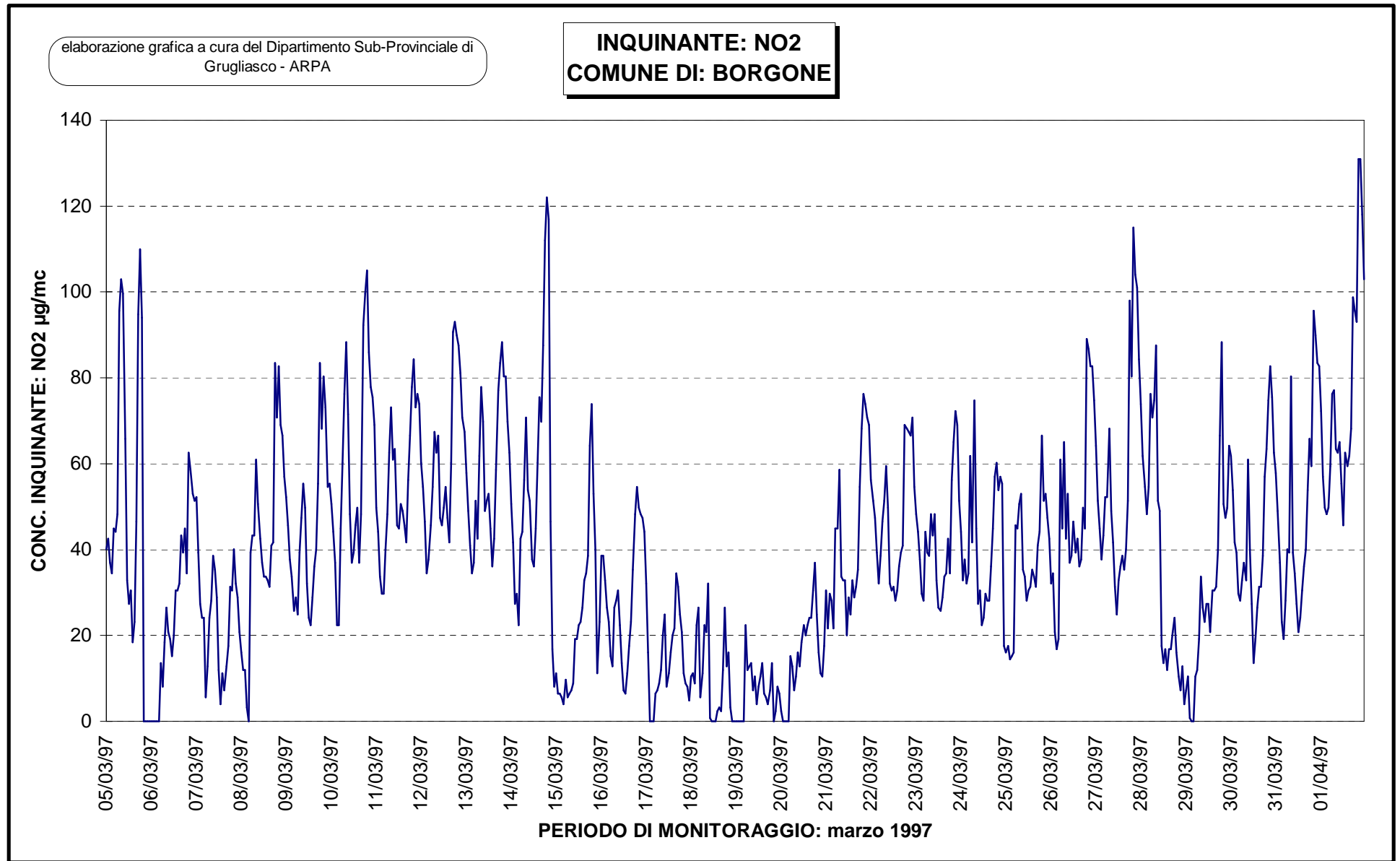


SO2: confronto distribuzione di frequenza dei vari periodi.

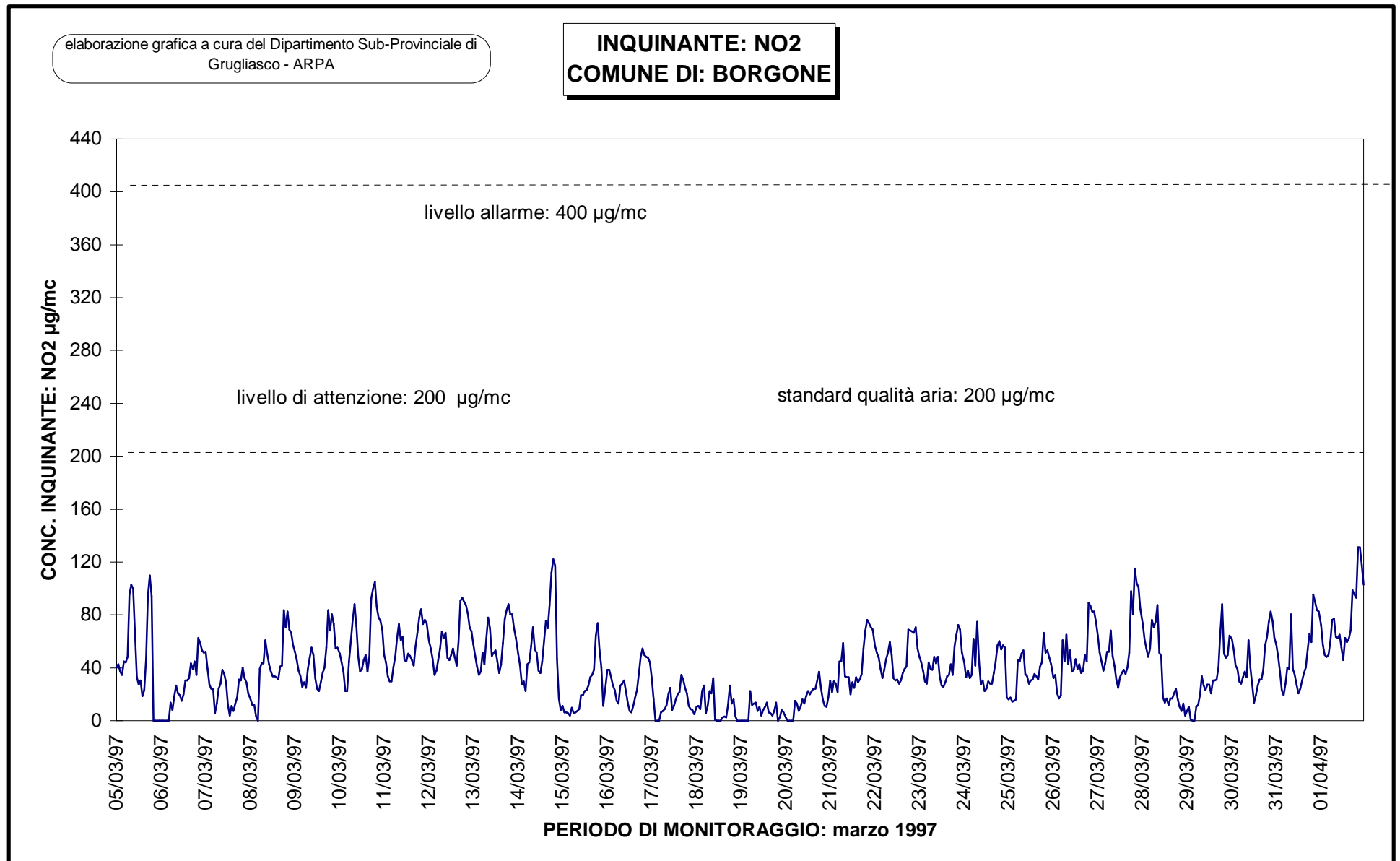


#### **4.2.2 - NO - NO<sub>2</sub> - NO<sub>x</sub> - *Ossidi di Azoto***

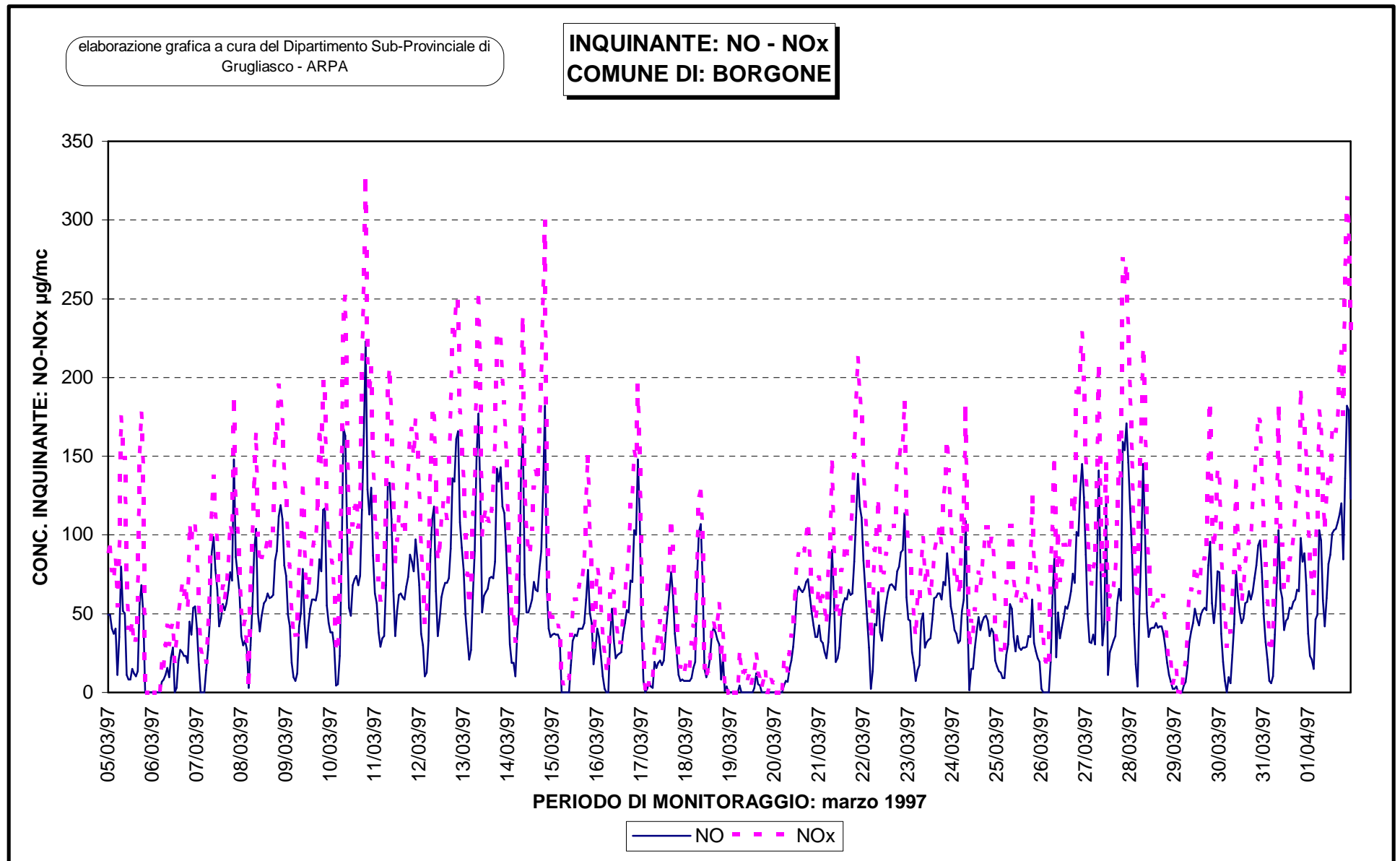
NO2 (grafico A): andamento medie orarie - 1° periodo -



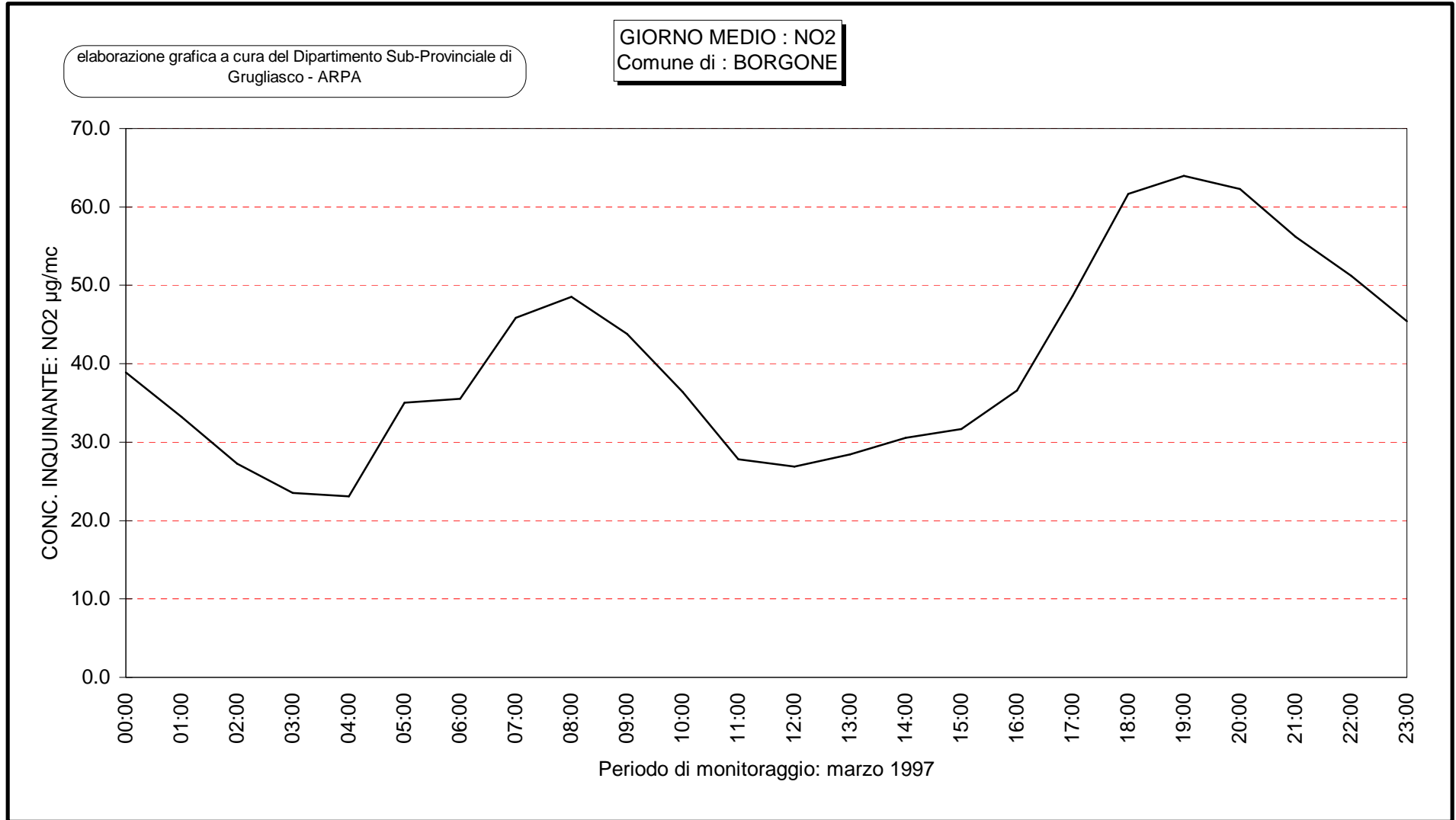
NO2 (grafico B): limiti di legge - 1° periodo -



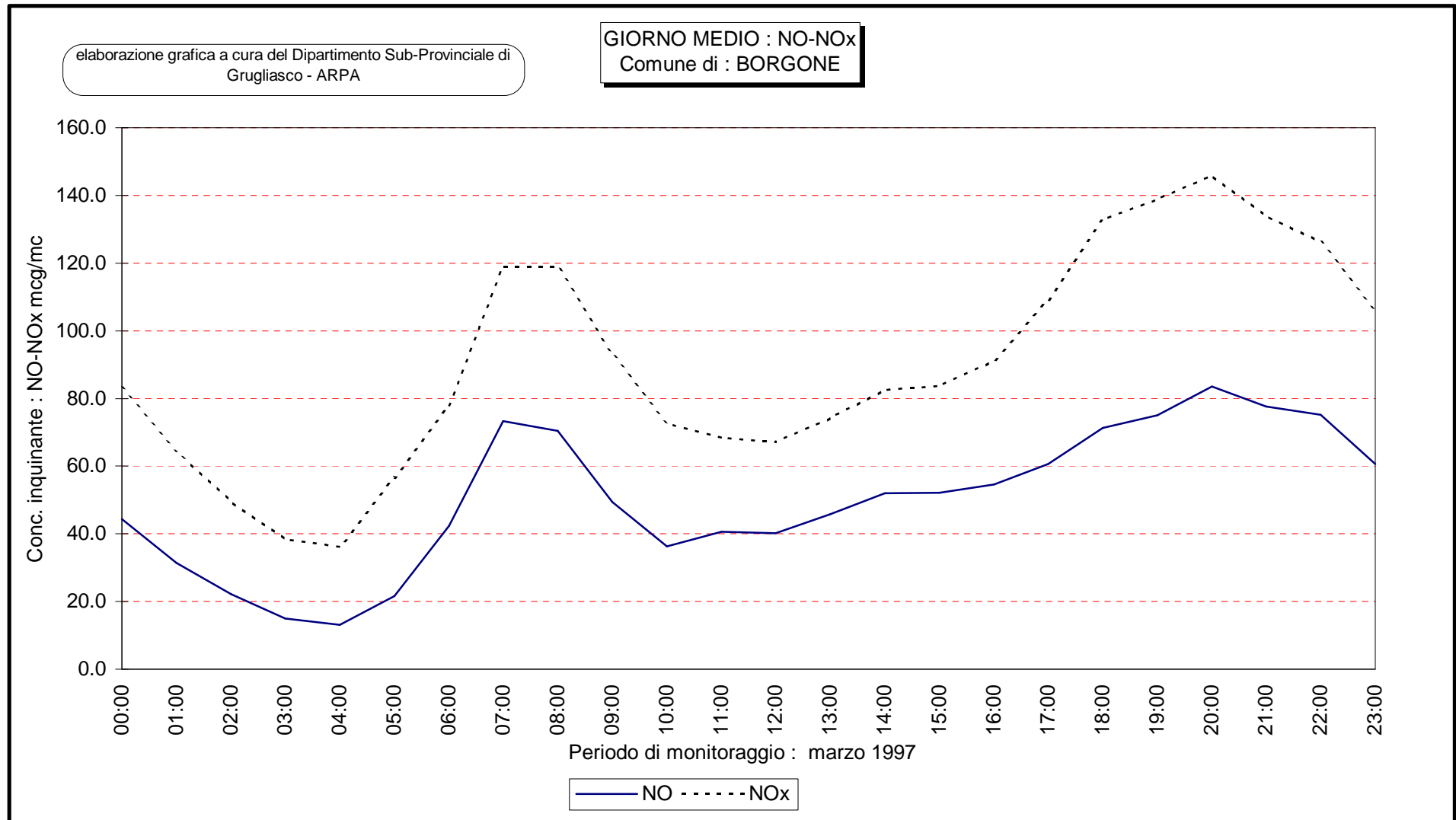
NO -NOx (grafico A): medie orarie - 1° periodo -



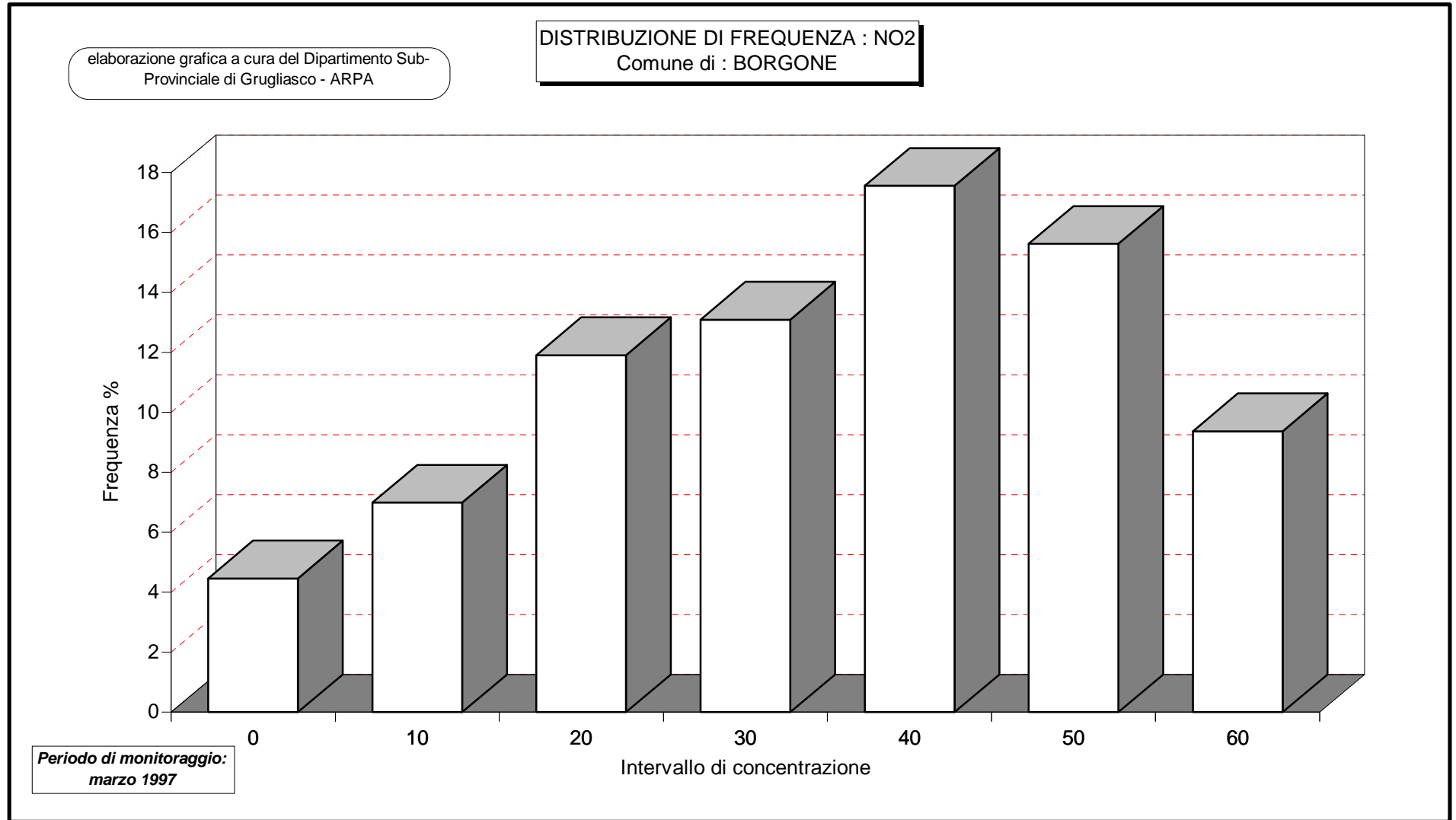
NO2 (grafico C): andamento giorno medio - 1°periodo -



NO-NOx (grafico C): andamento giorno medio - 1° per iodo -

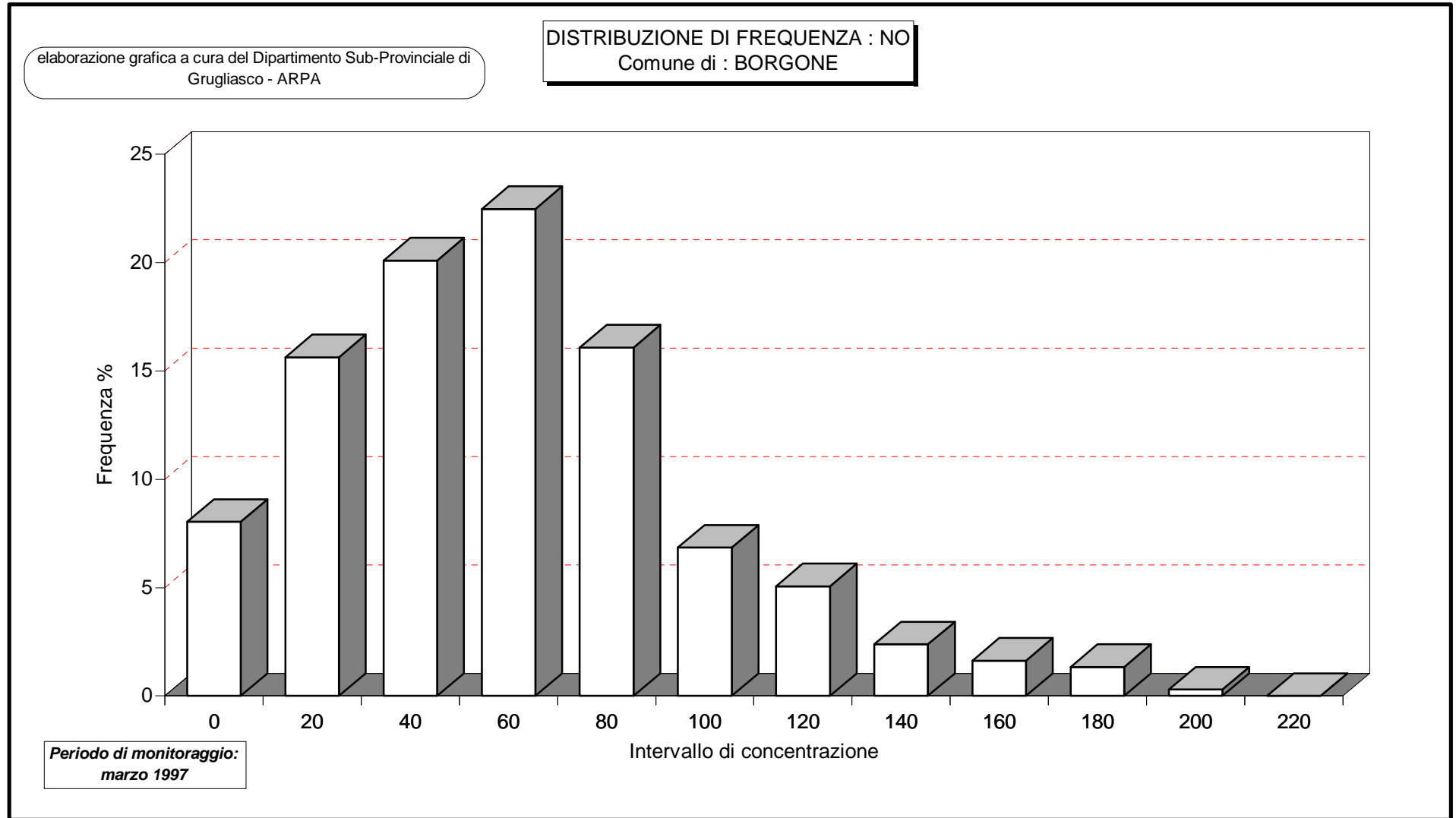


NO2 (grafico D): distribuzioni di frequenza - 1°pe riodo -

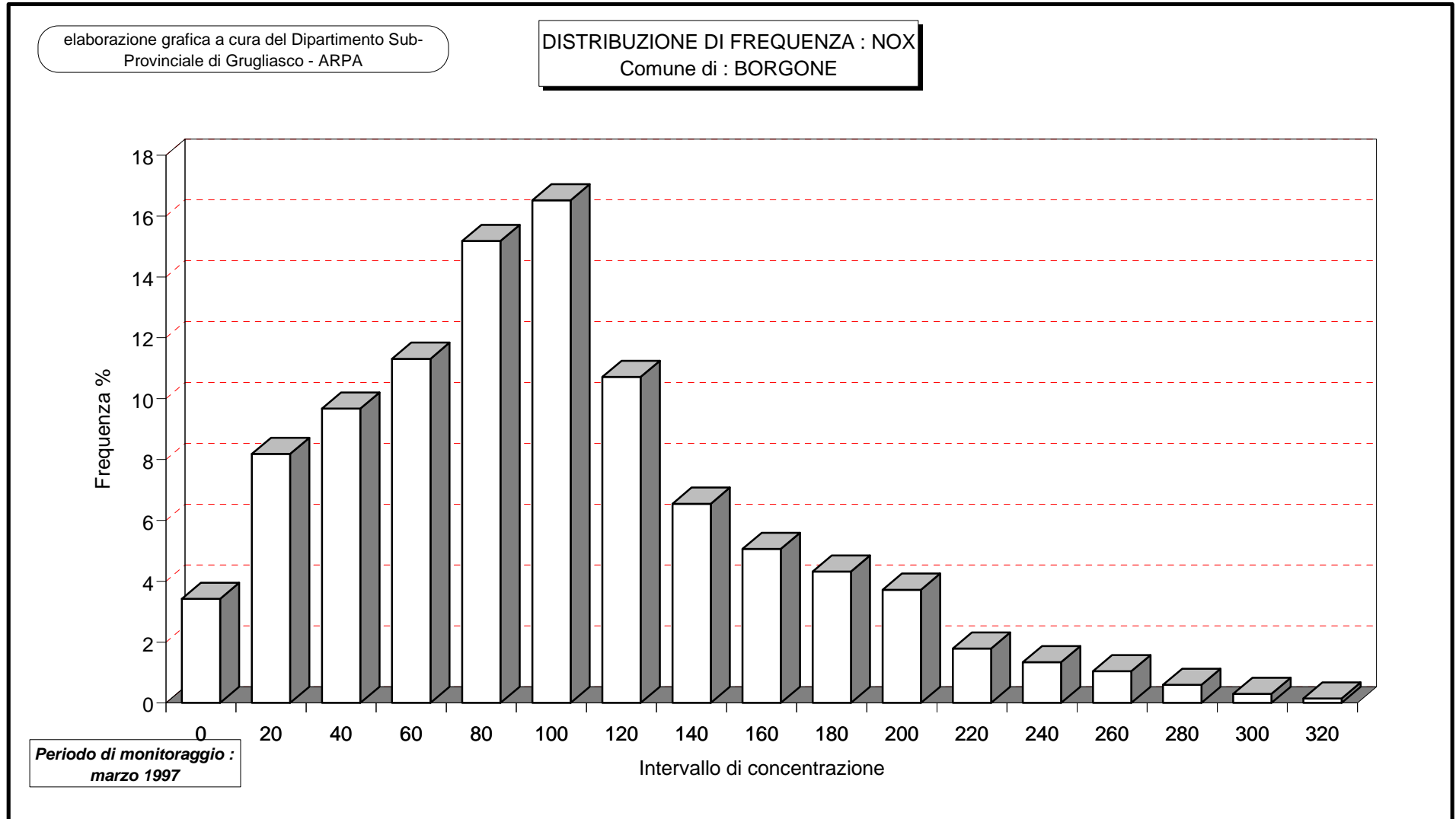




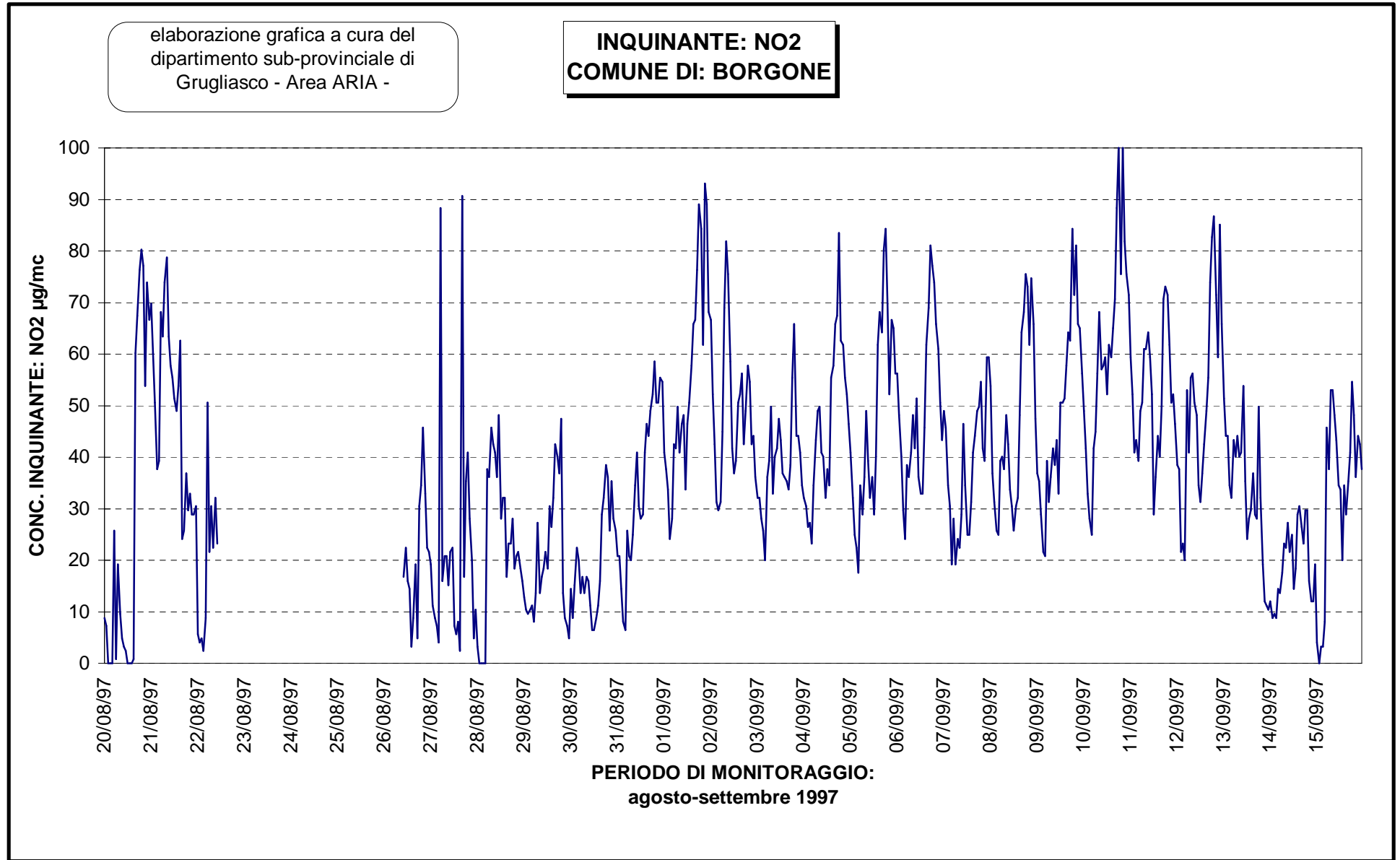
NO (grafico D): distribuzioni di frequenza - 1° per iodo -



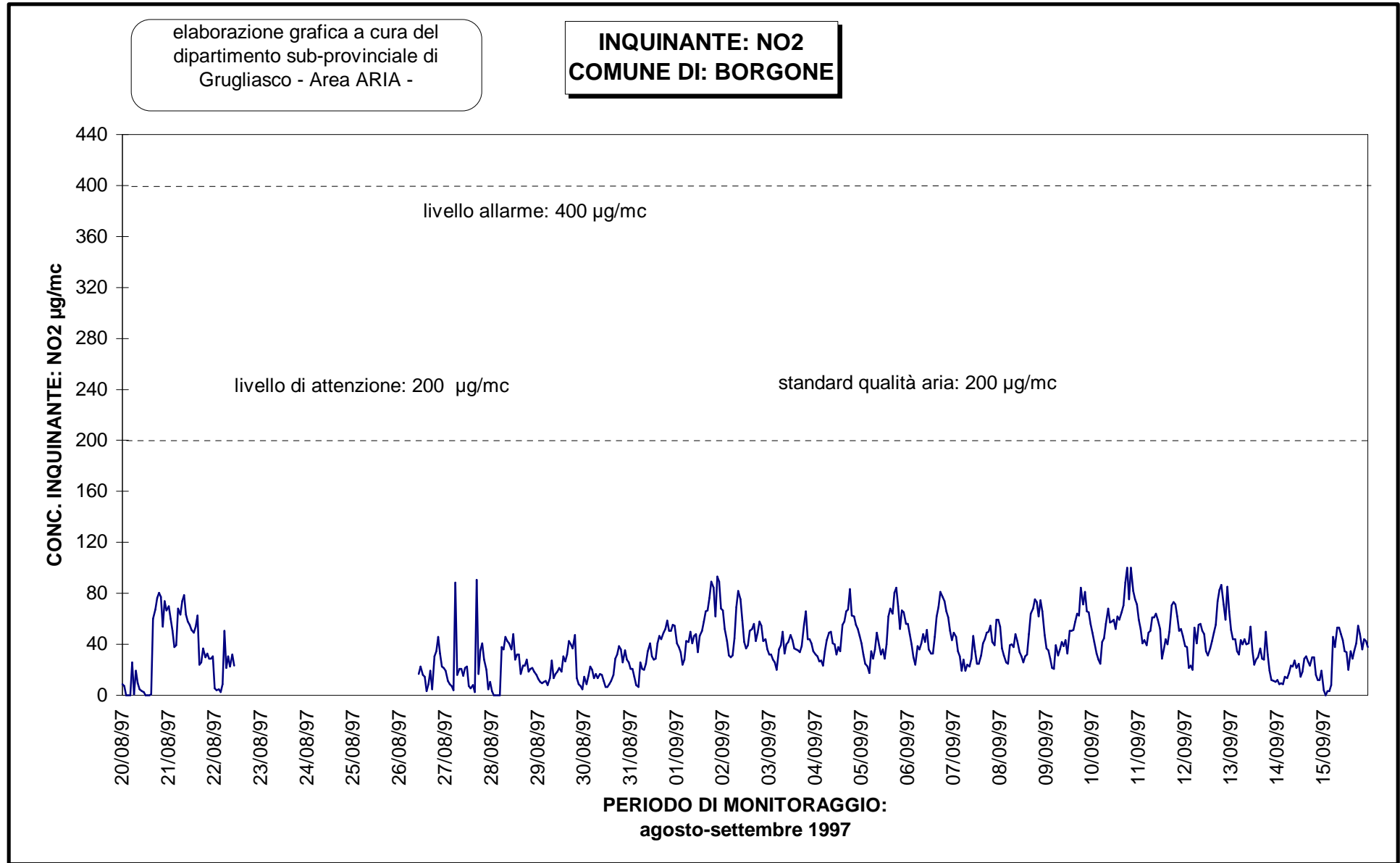
# NOx (grafico D): distribuzioni di frequenza - 1°pe riodo -



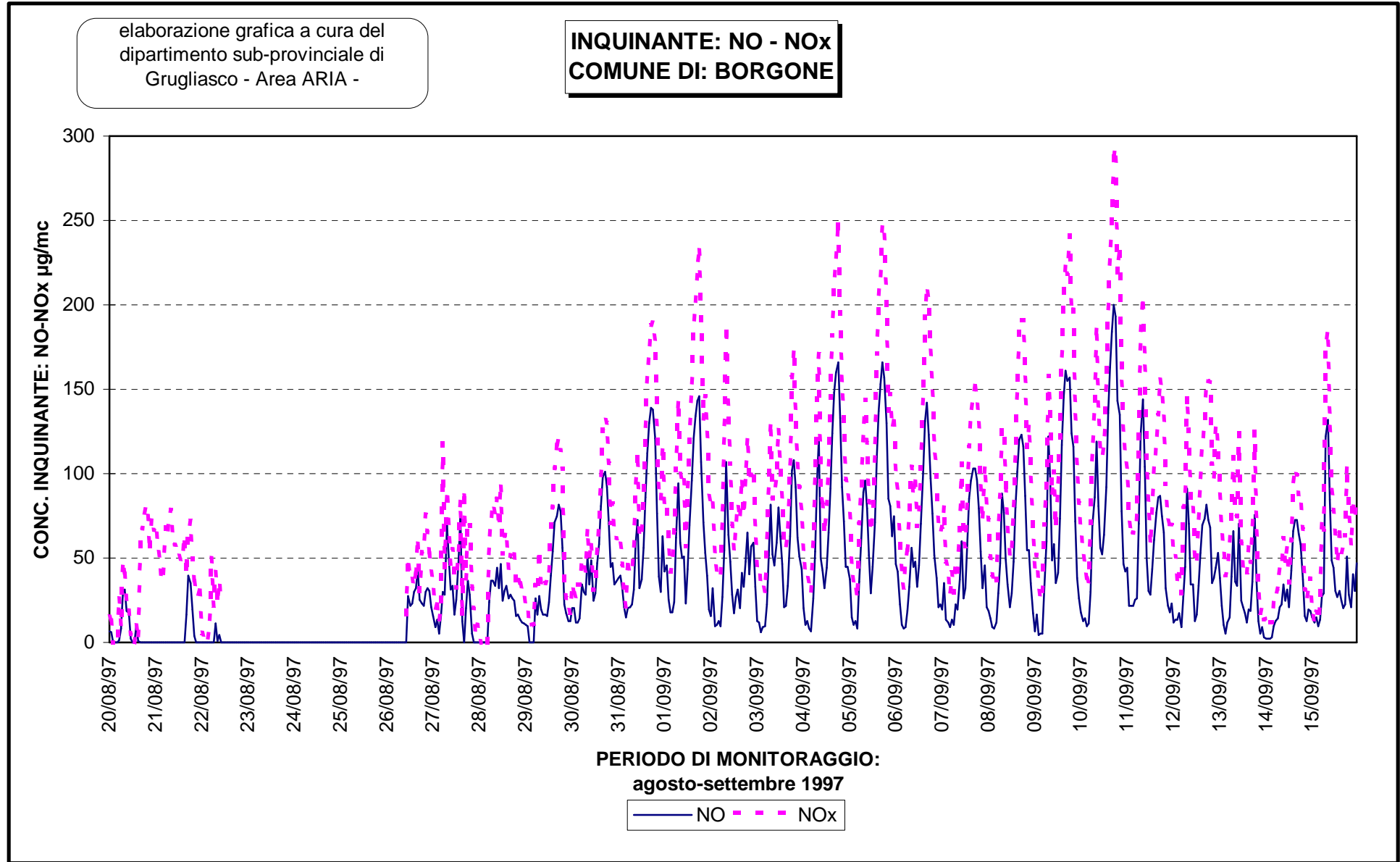
NO2 (grafico A): andamento medie orarie - 2° periodo o -



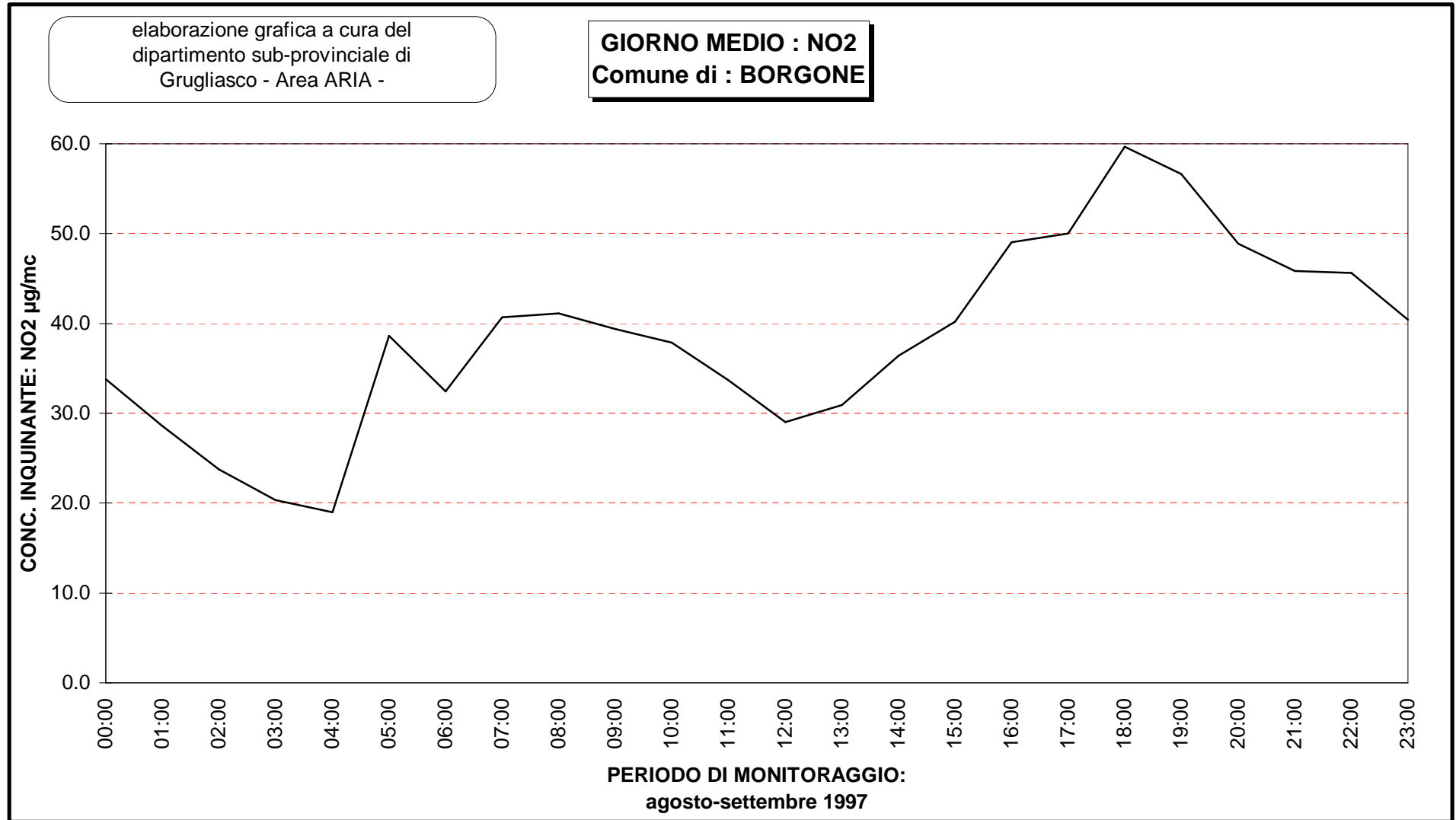
NO2 (grafico B): limiti di legge - 2° periodo -



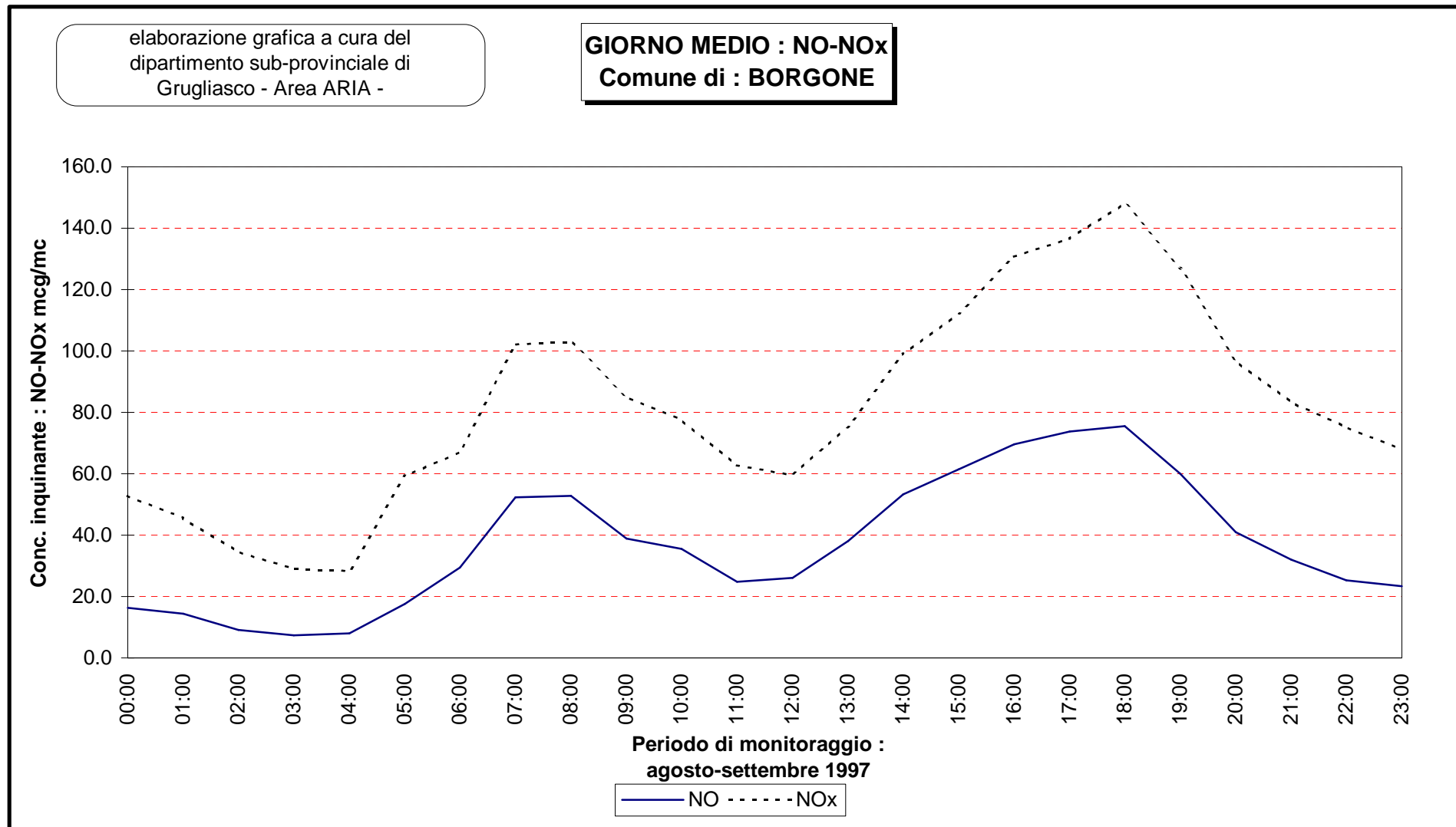
NO-NOx (grafico A): andamento medie orarie - 2° per iodo -



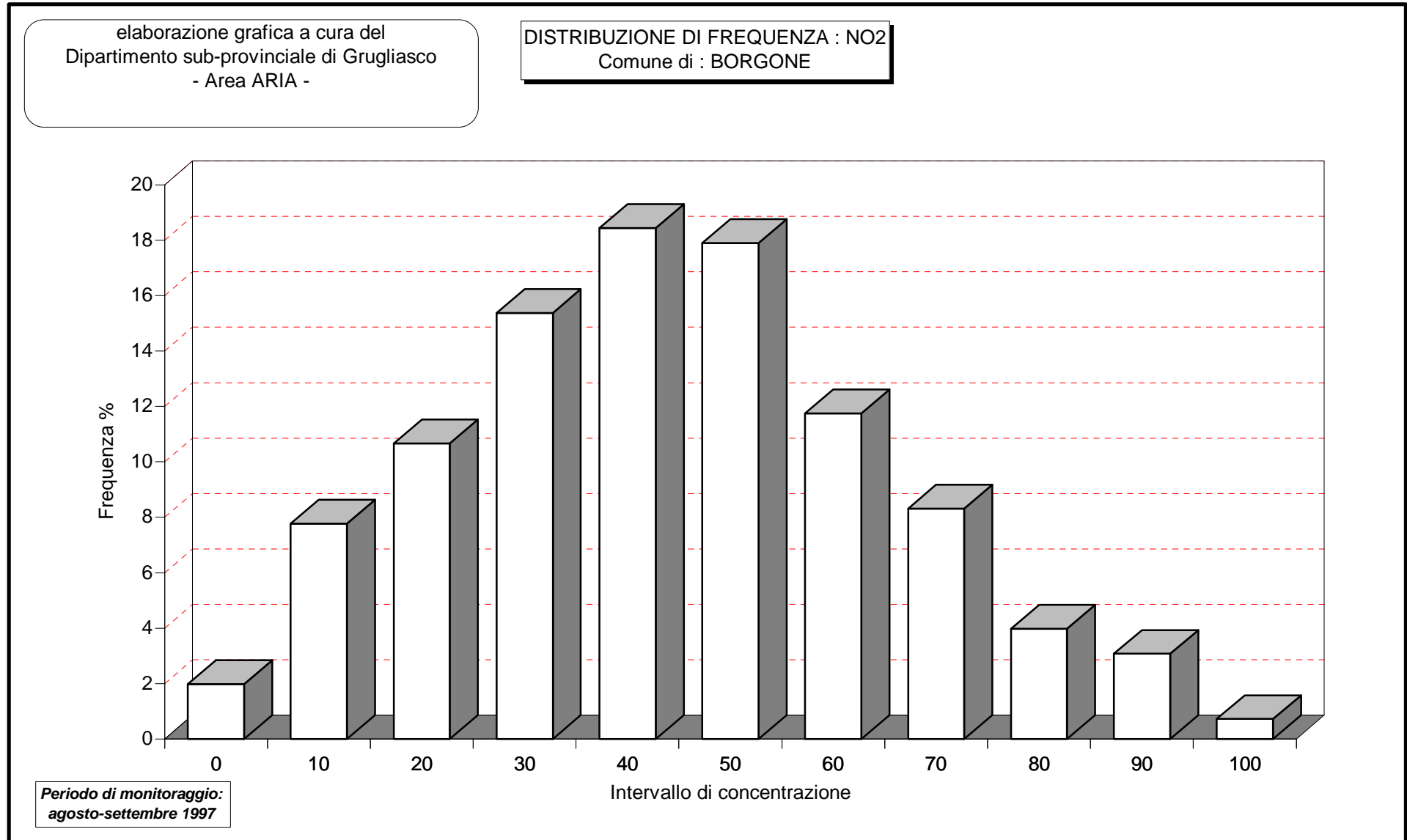
NO2 (grafico C): andamento giorno medio - 2° periodo -



# NO-NOx (grafico C): andamento medie giornaliere - 2° periodo -

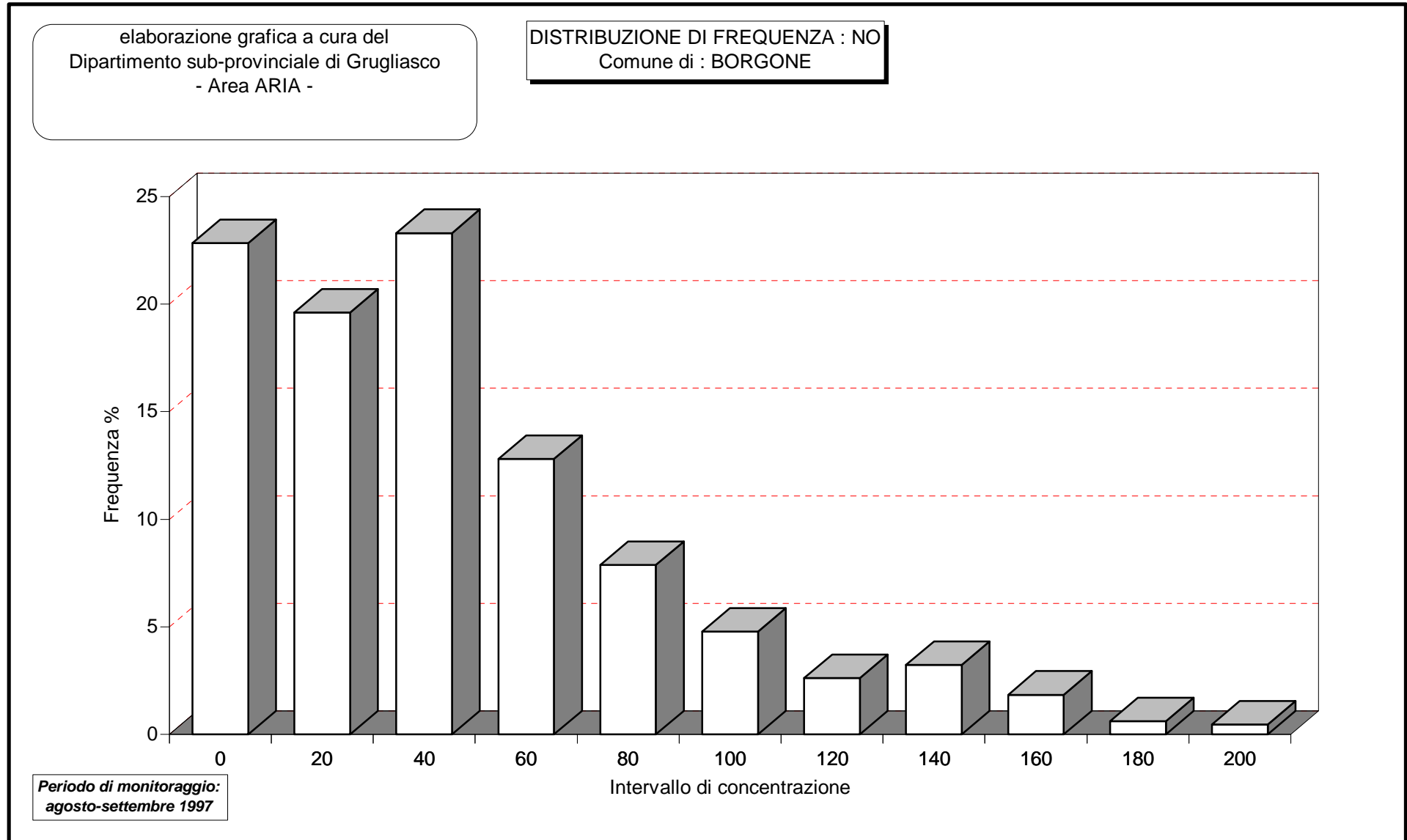


NO2 (grafico D): distribuzioni di frequenza - 2°pe riodo -

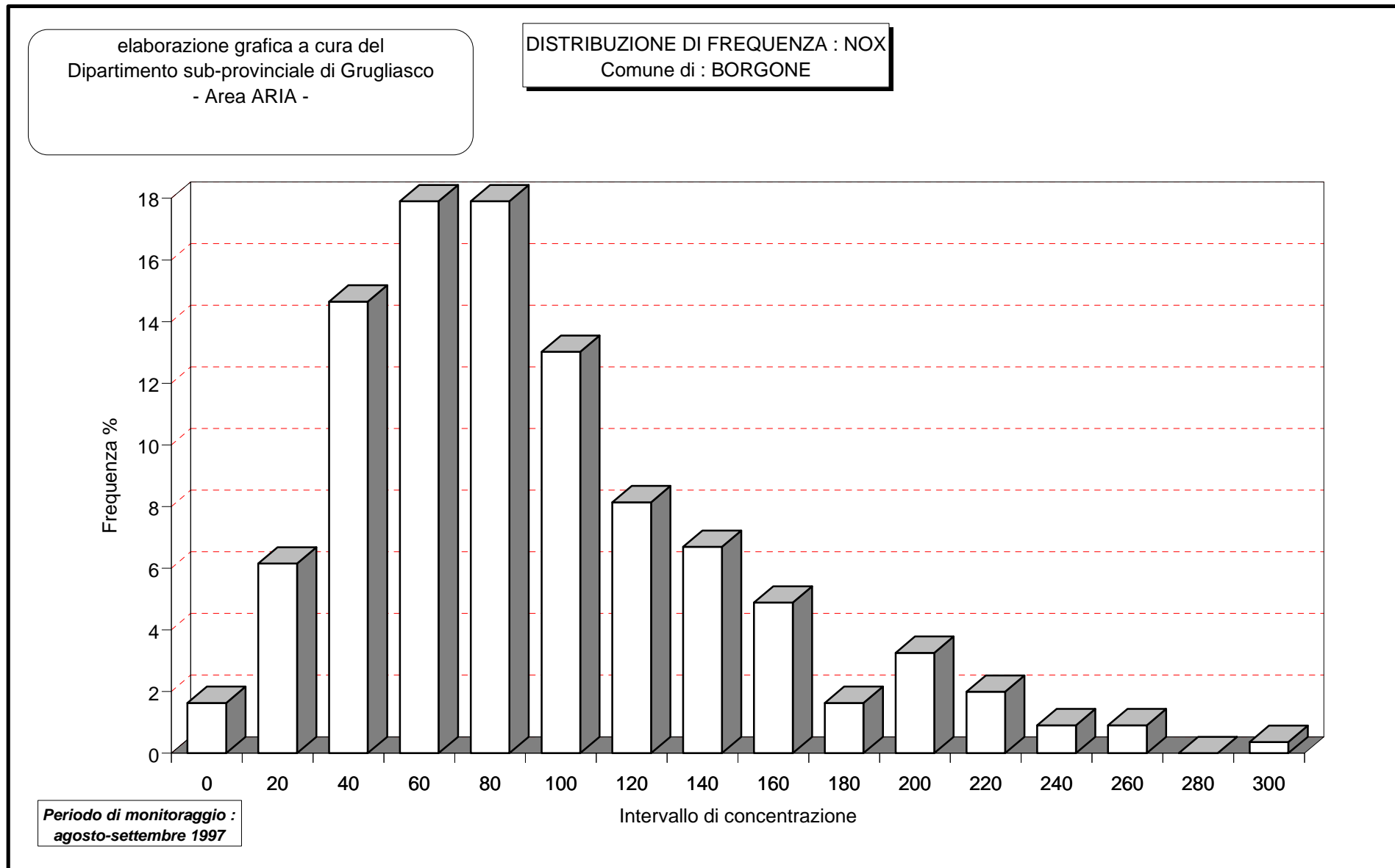




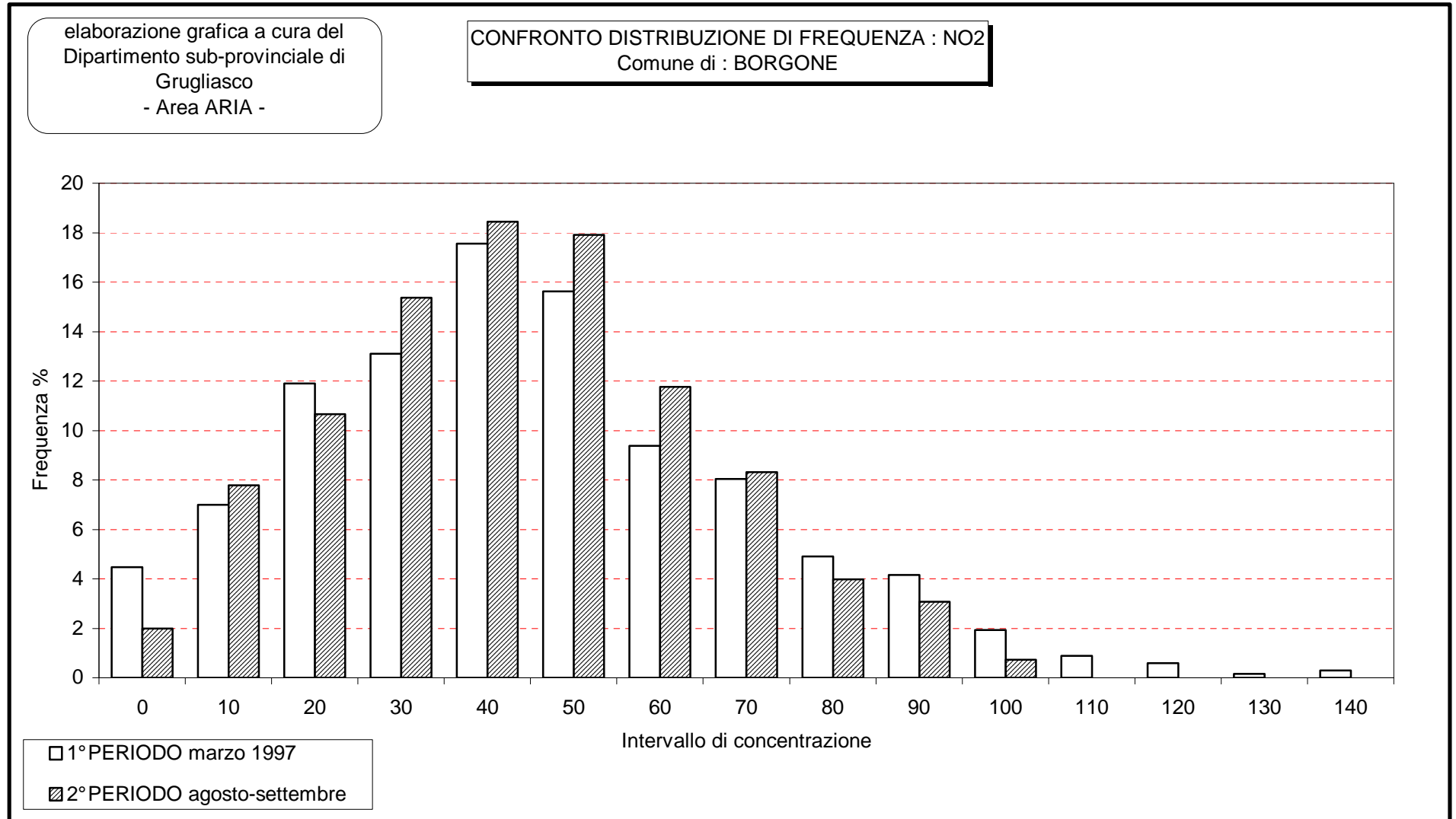
NO (grafico D): distribuzioni di frequenza - 2° per iodo -



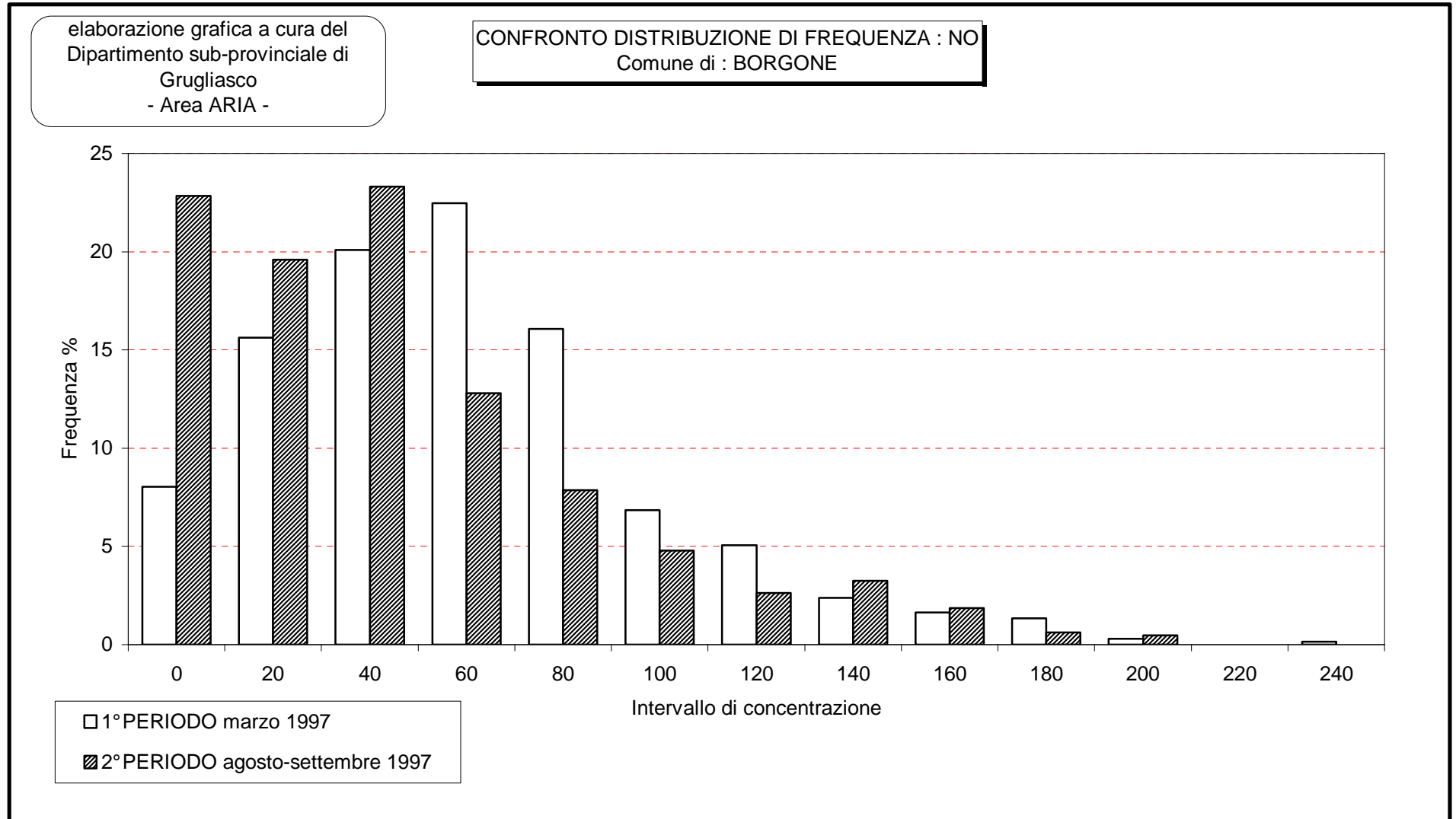
# NOx (grafico D): distribuzioni di frequenza - 2°pe riodo -



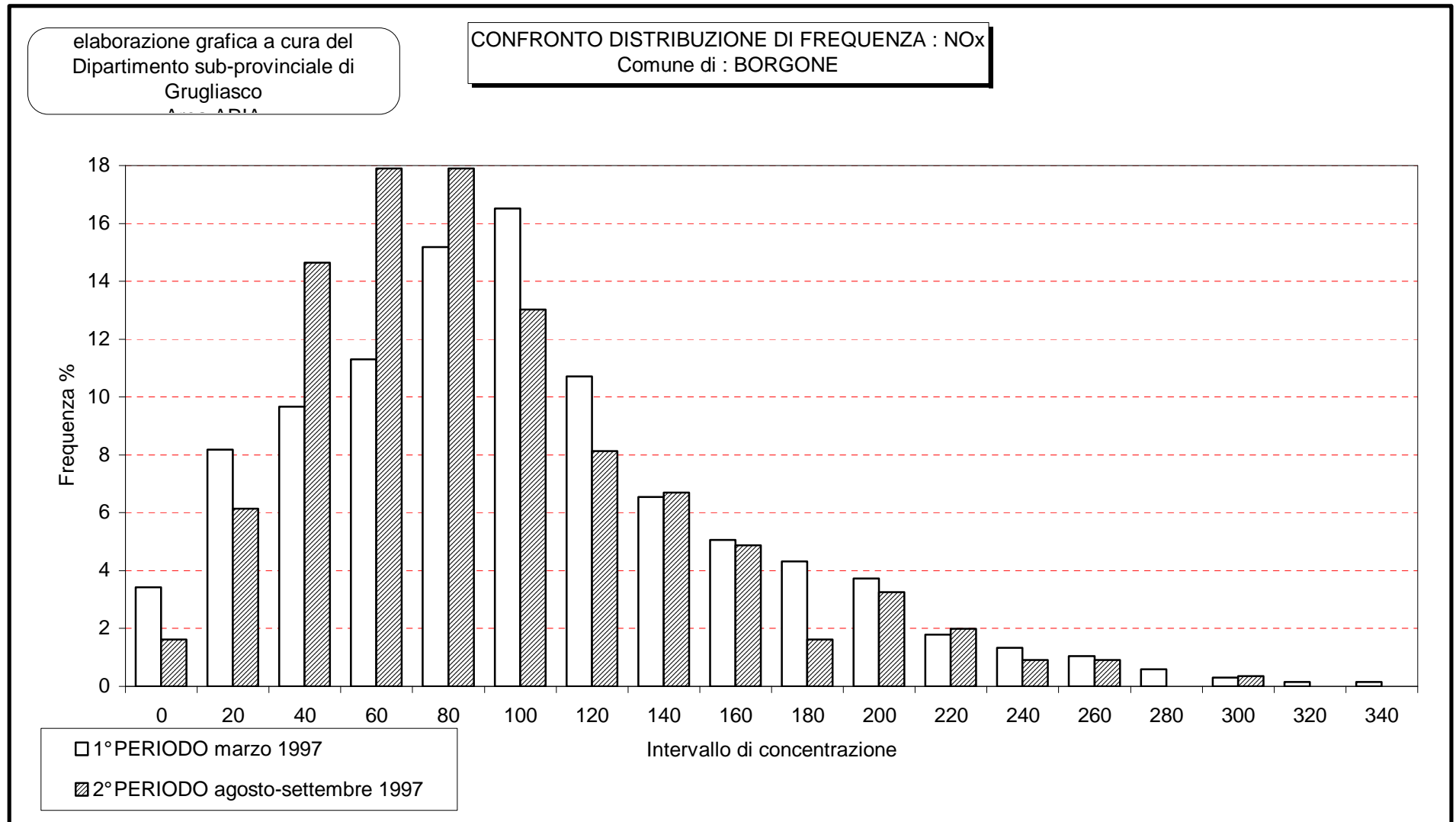
## NO2: confronto distribuzioni di frequenza



## NO: confronto distribuzioni di frequenza

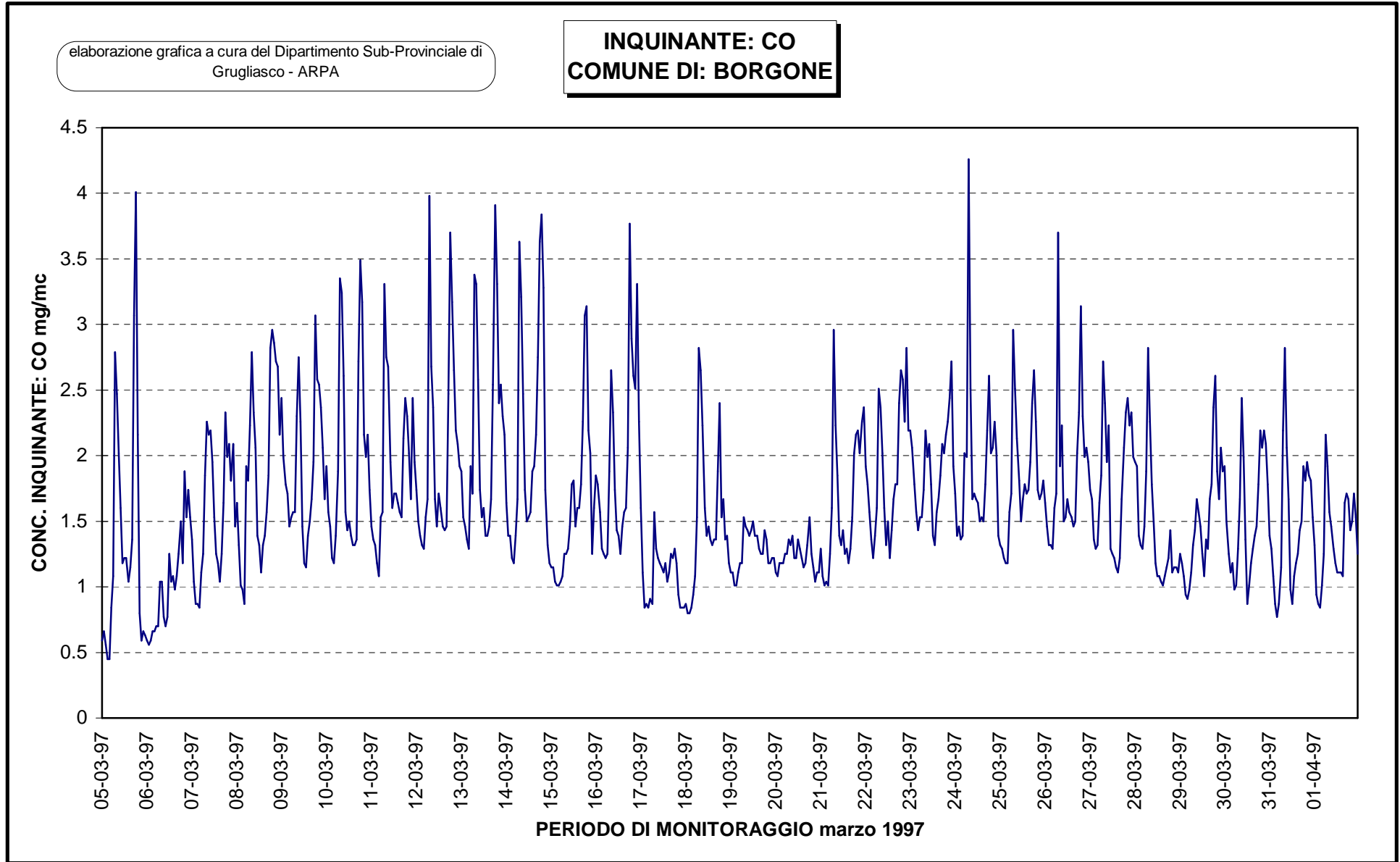


## NOx: confronto distribuzioni di frequenza

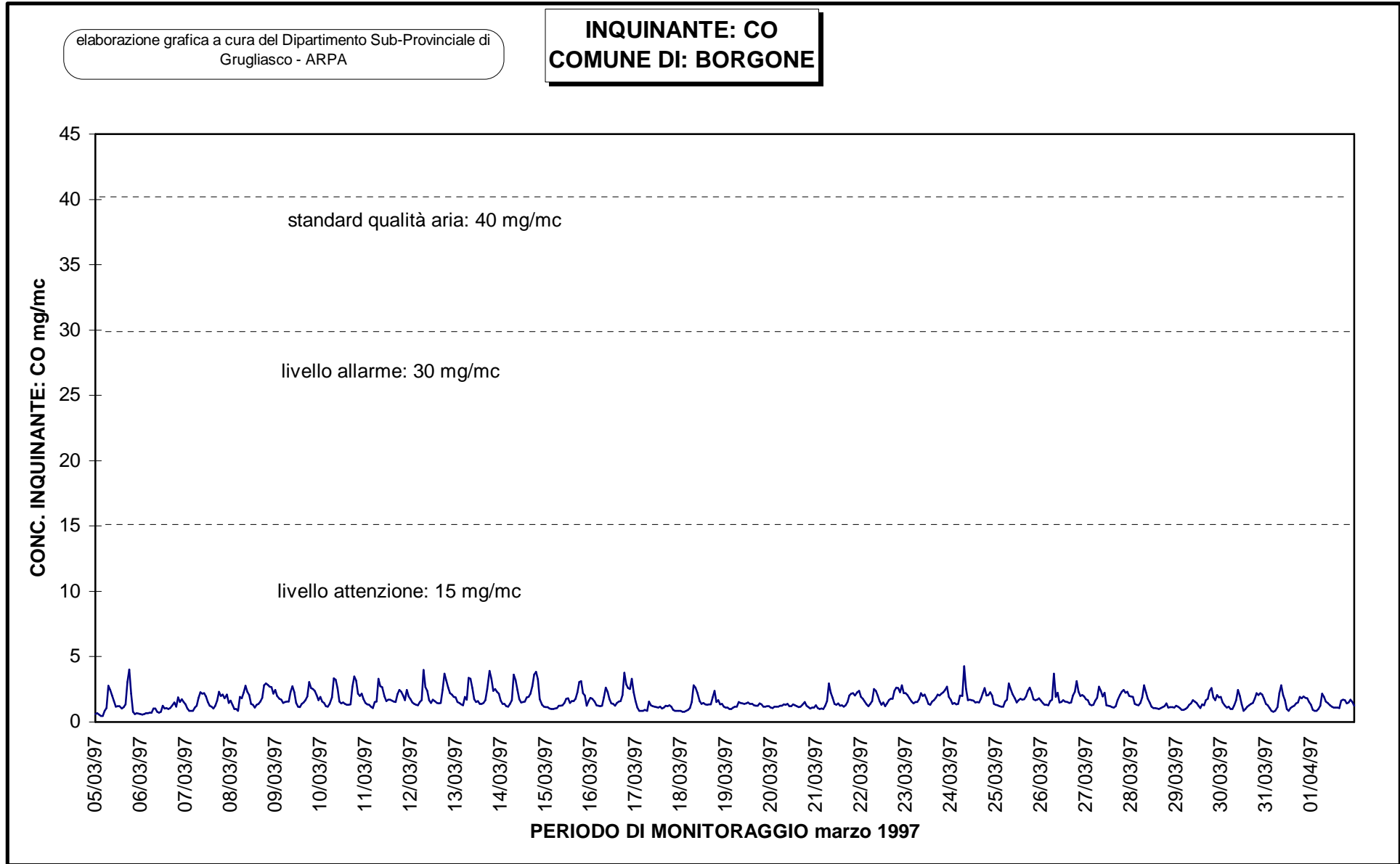


### **4.2.3 - CO - Ossido di Carbonio**

CO (grafico A): andamento medie orarie - 1° periodo -

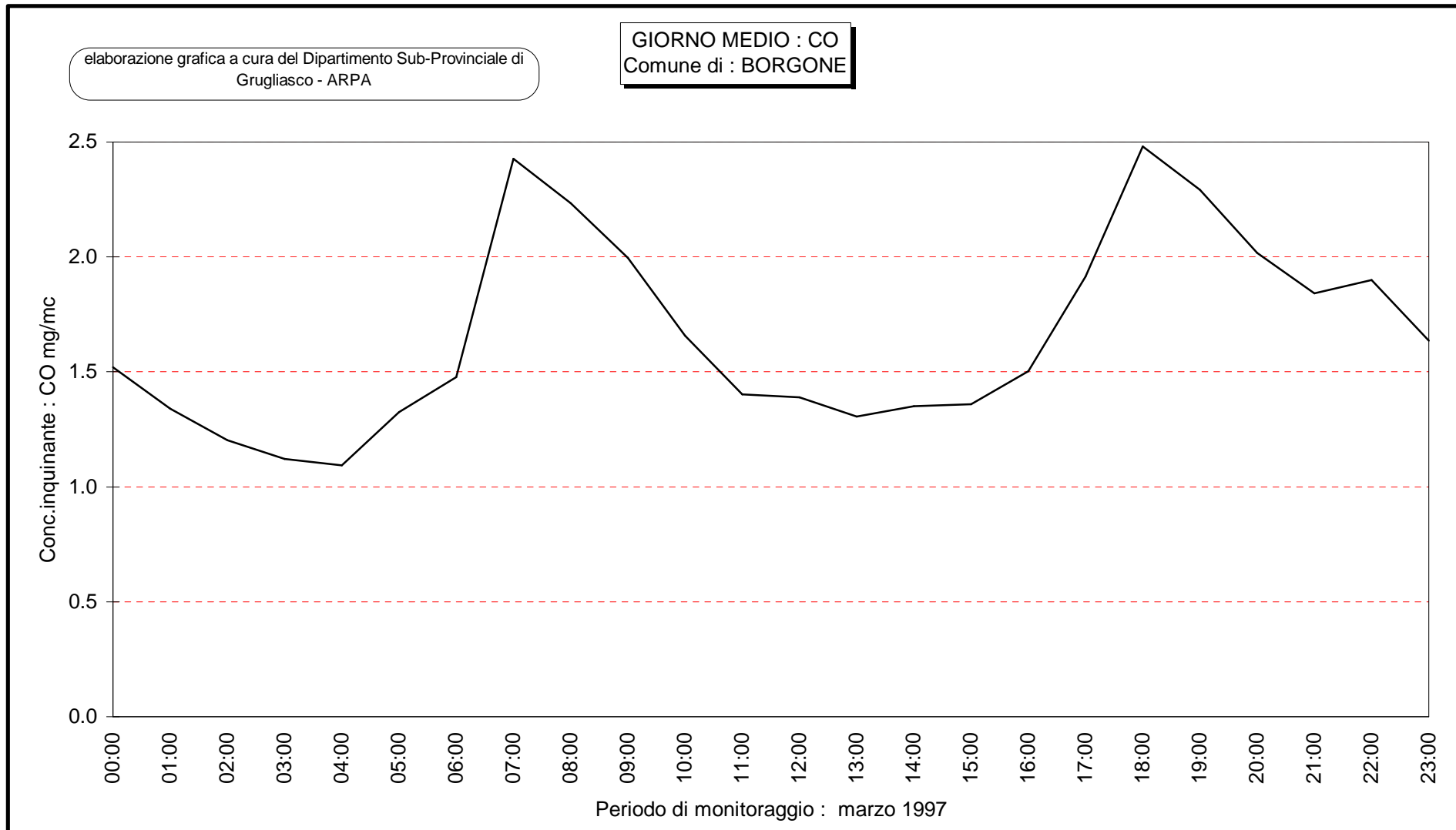


CO (grafico B): limiti di legge - 1° periodo -

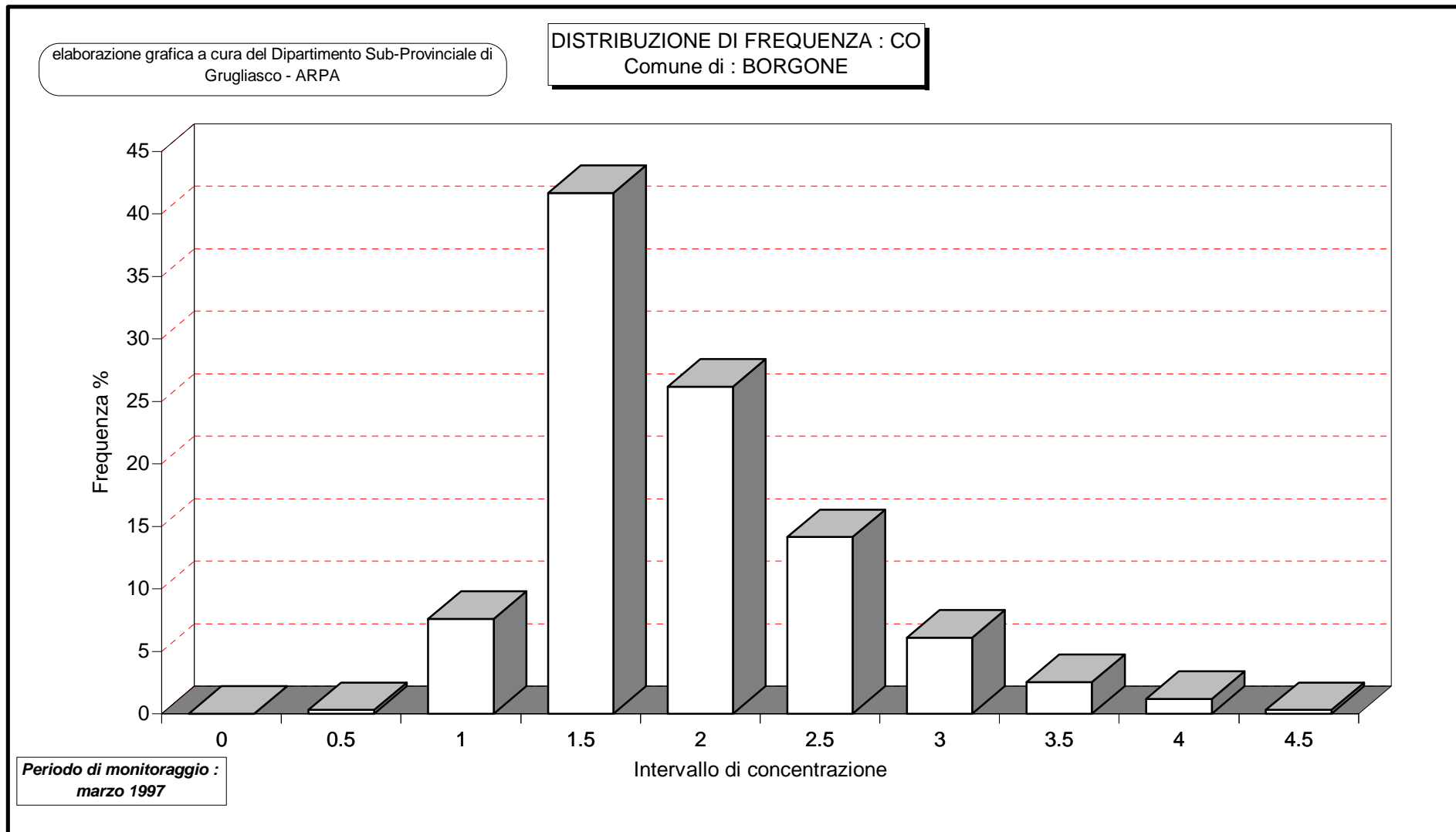




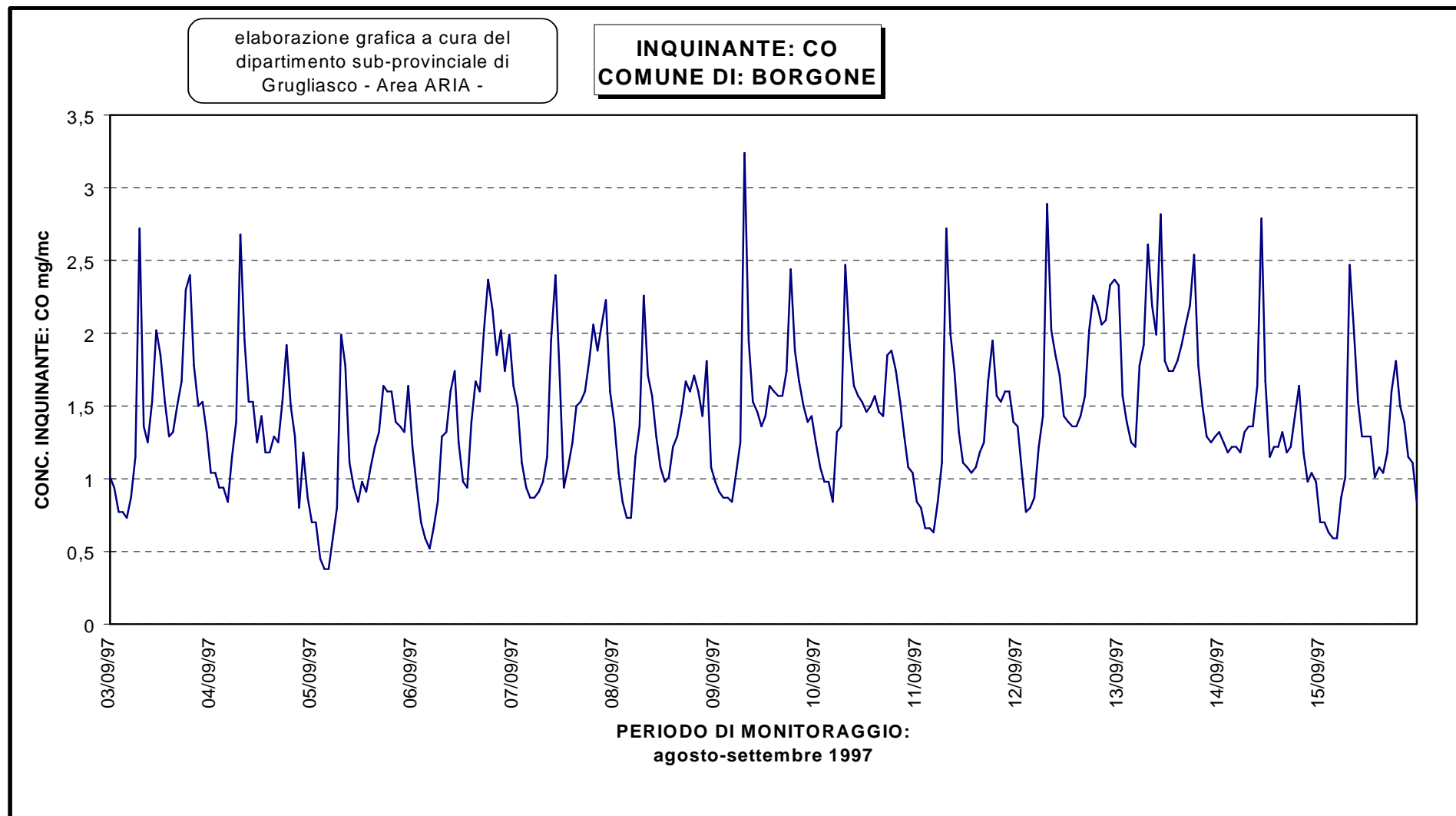
# CO (grafico C): andamento giorno medio - 1° periodo -



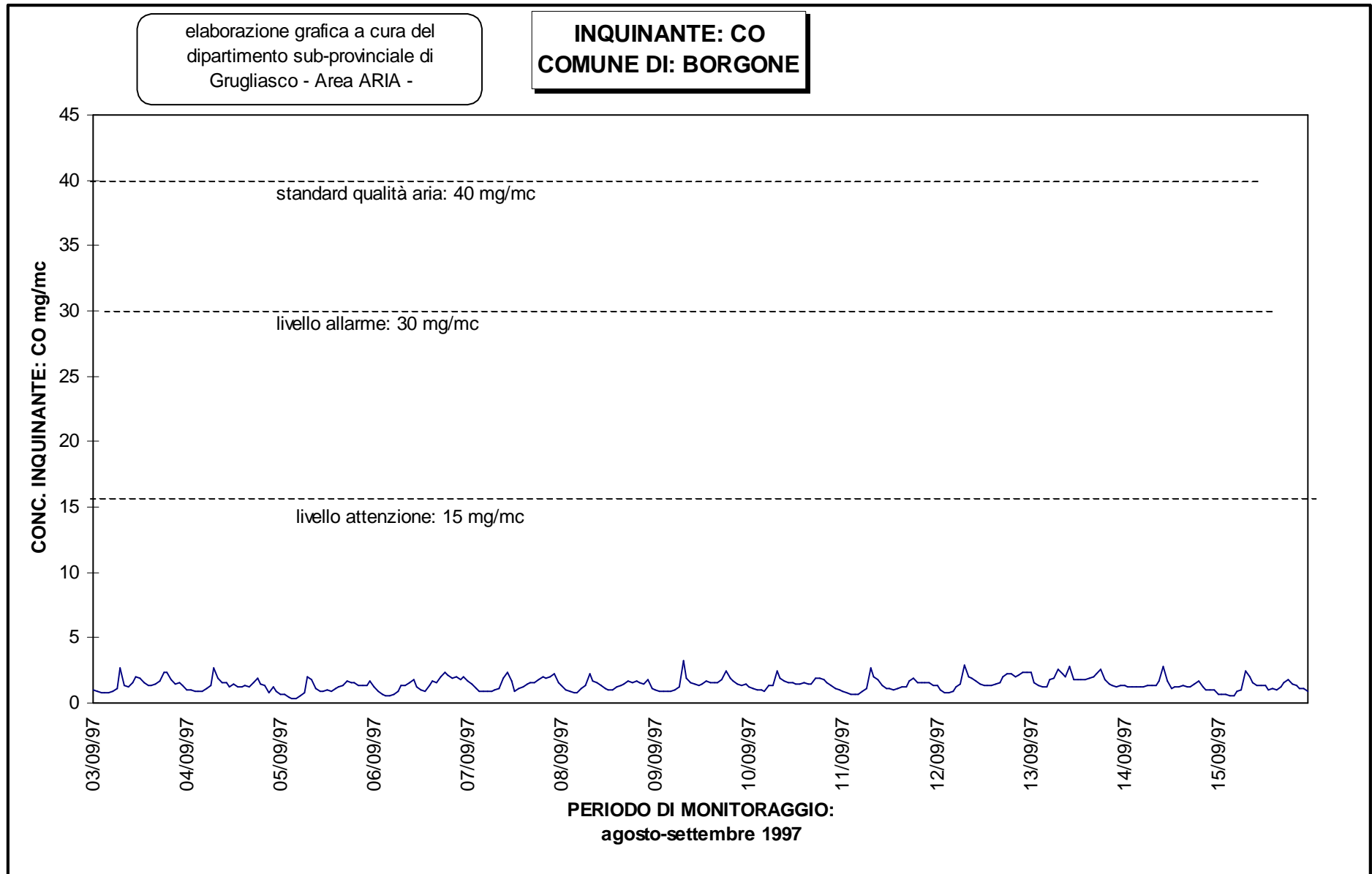
### CO (grafico D): distribuzione di frequenza - 1° per iodo -



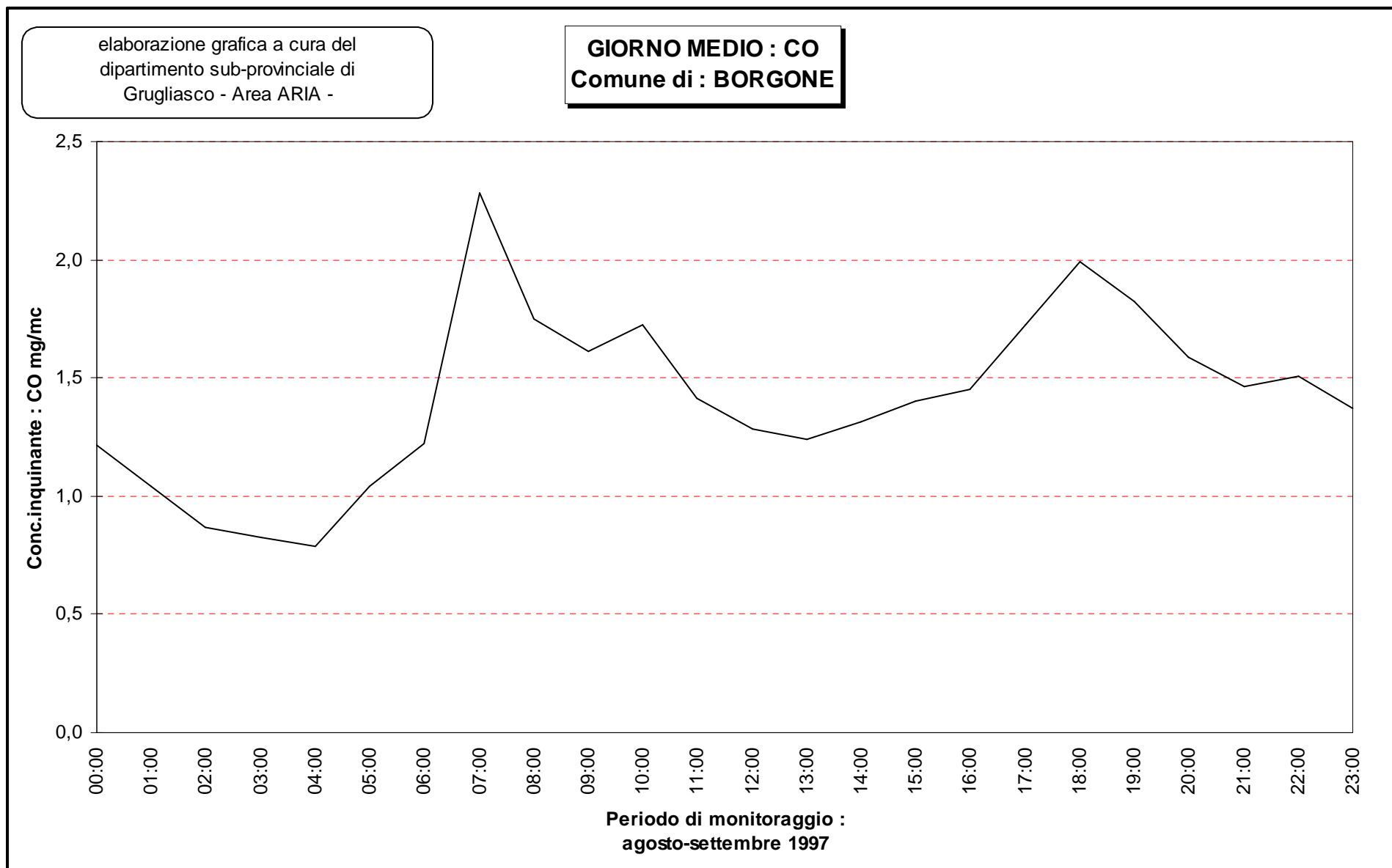
CO (grafico A): andamento medie orarie - 2° periodo -



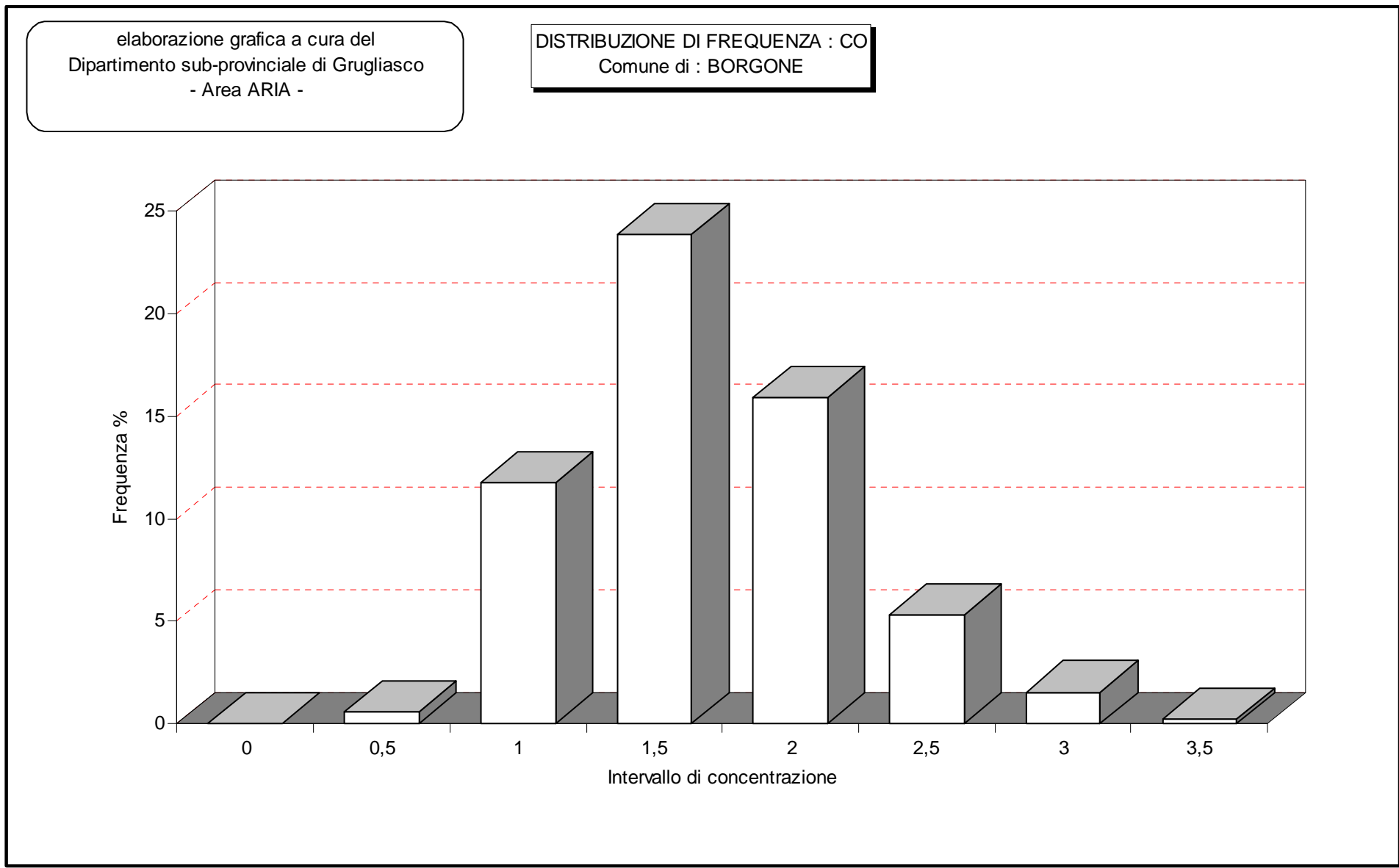
CO (grafico B): limiti di legge - 2° periodo -



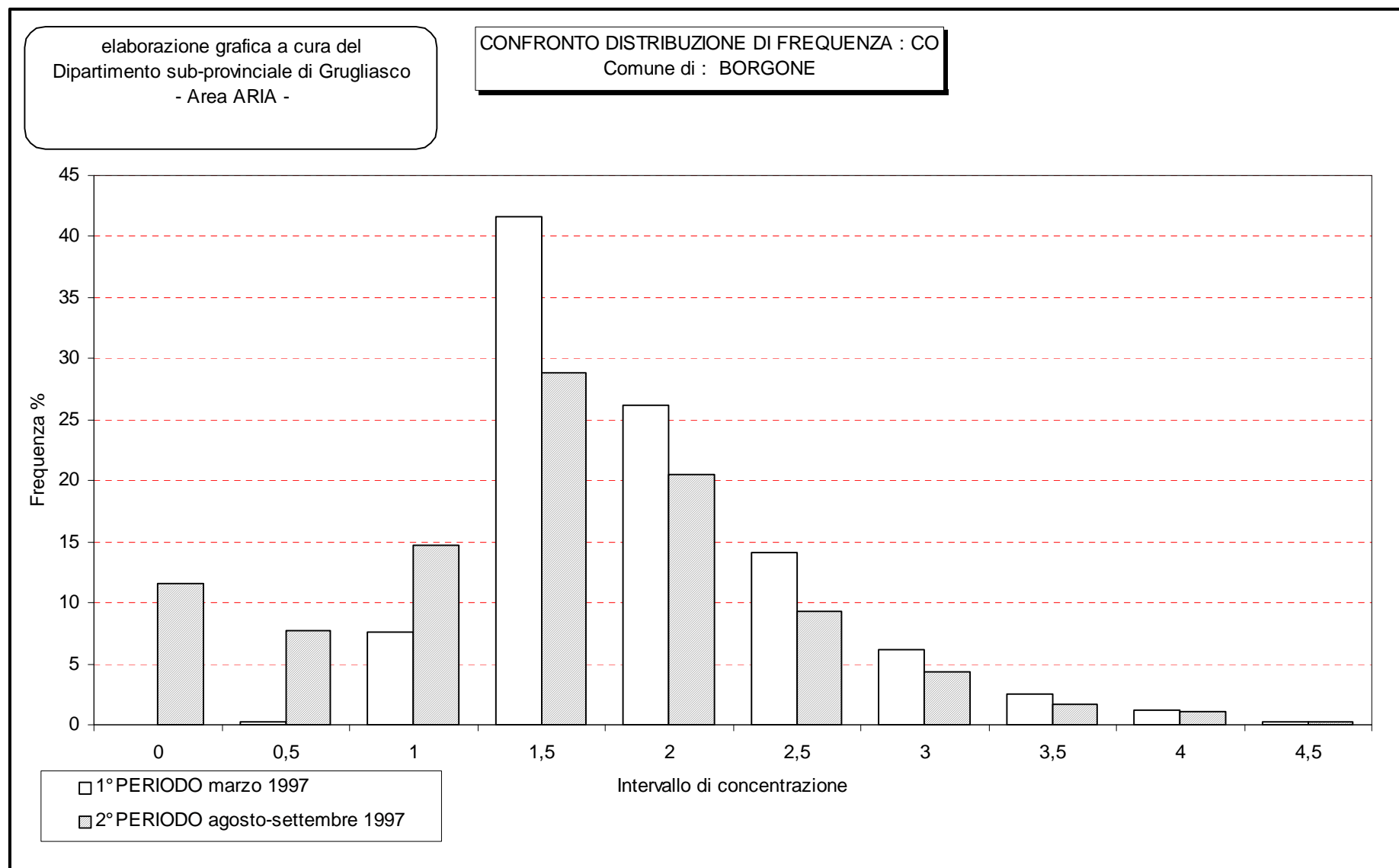
CO (grafico C): andamento giorno medio - 2° periodo -



# CO (grafico D): distribuzione di frequenza - 2° per iodo -



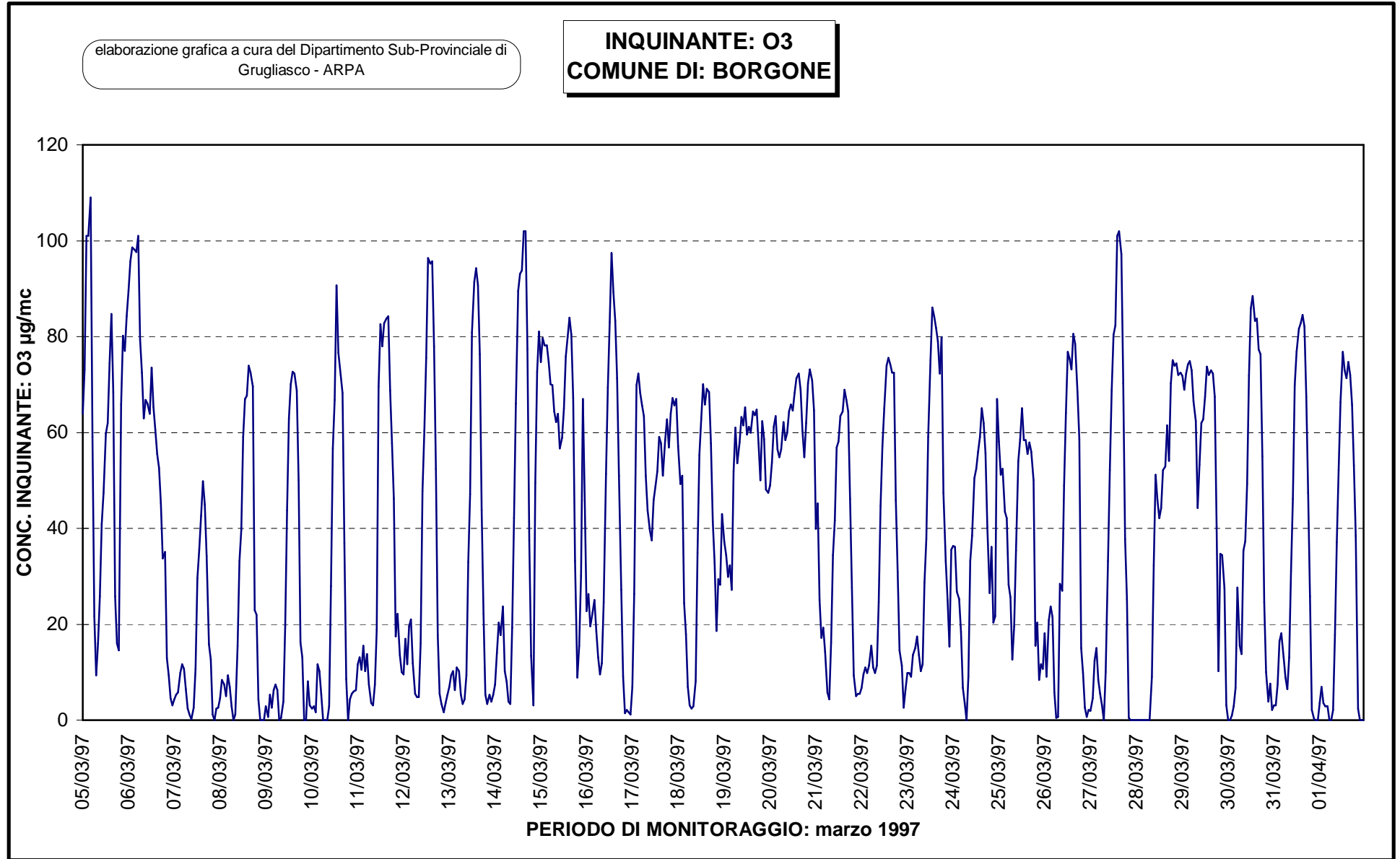
## CO: confronto distribuzioni di frequenza



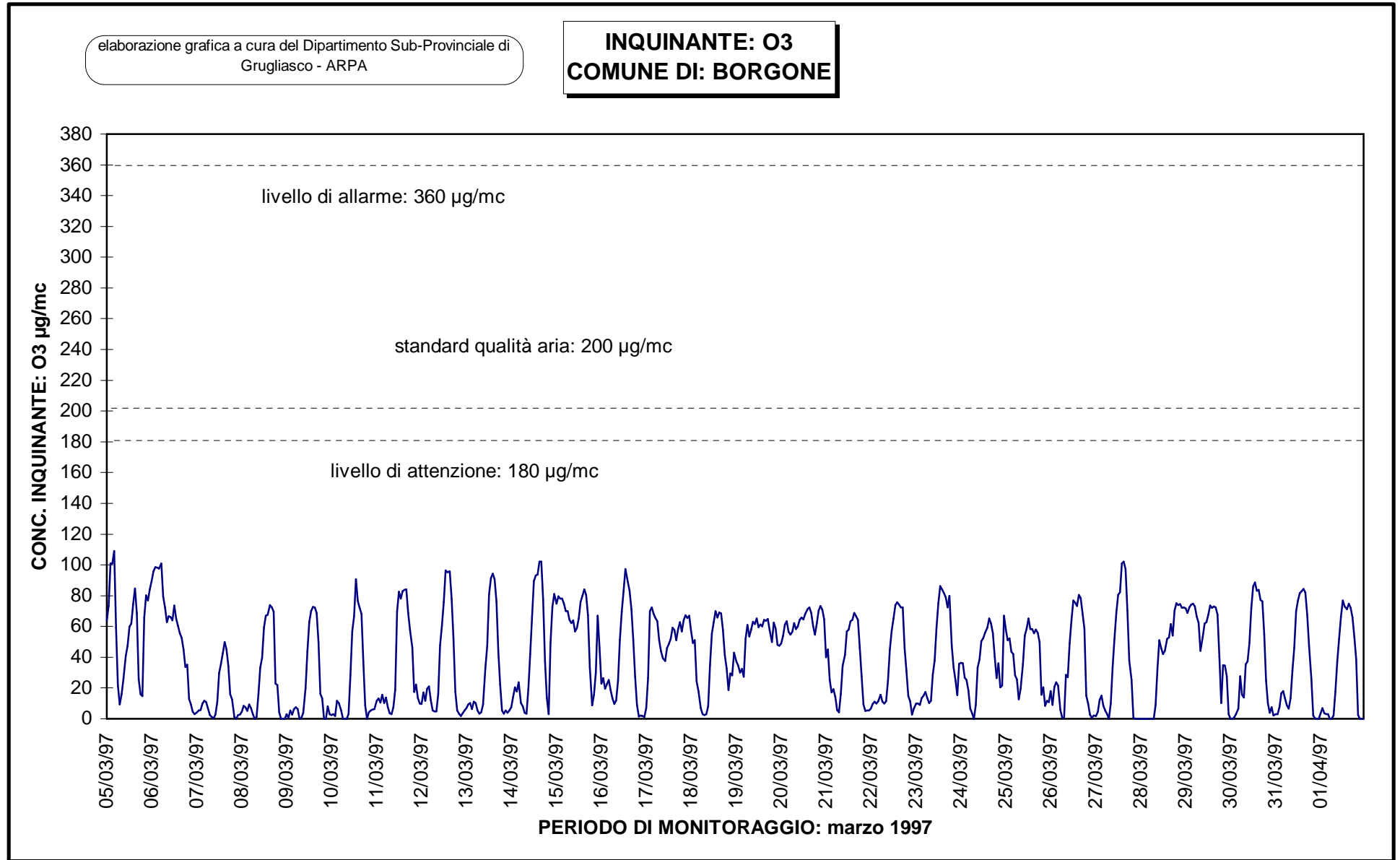
#### 4.2.4 - Ozono - ( $O_3$ )



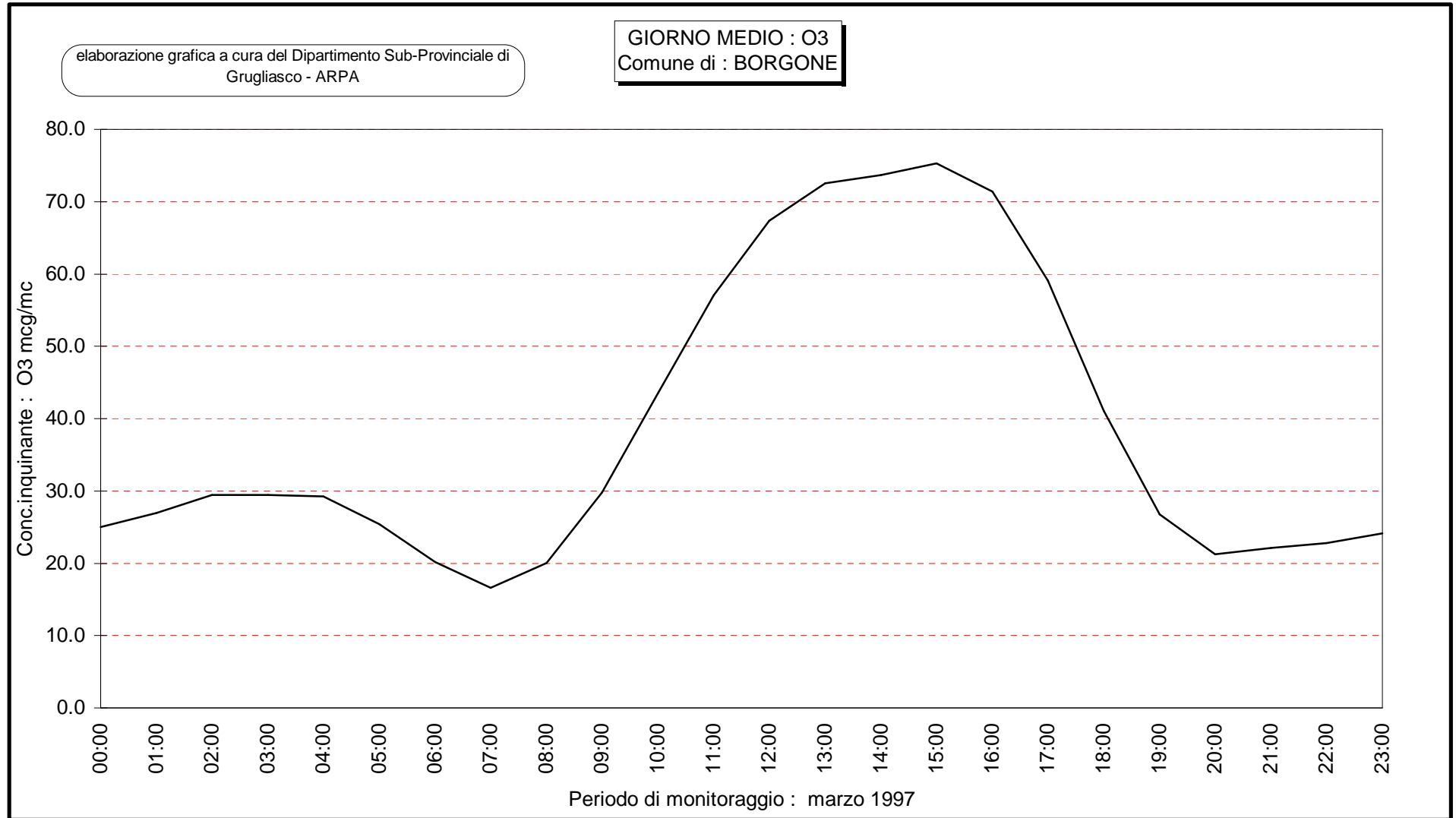
O3 (grafico A): andamento medie orarie - 1° periodo -



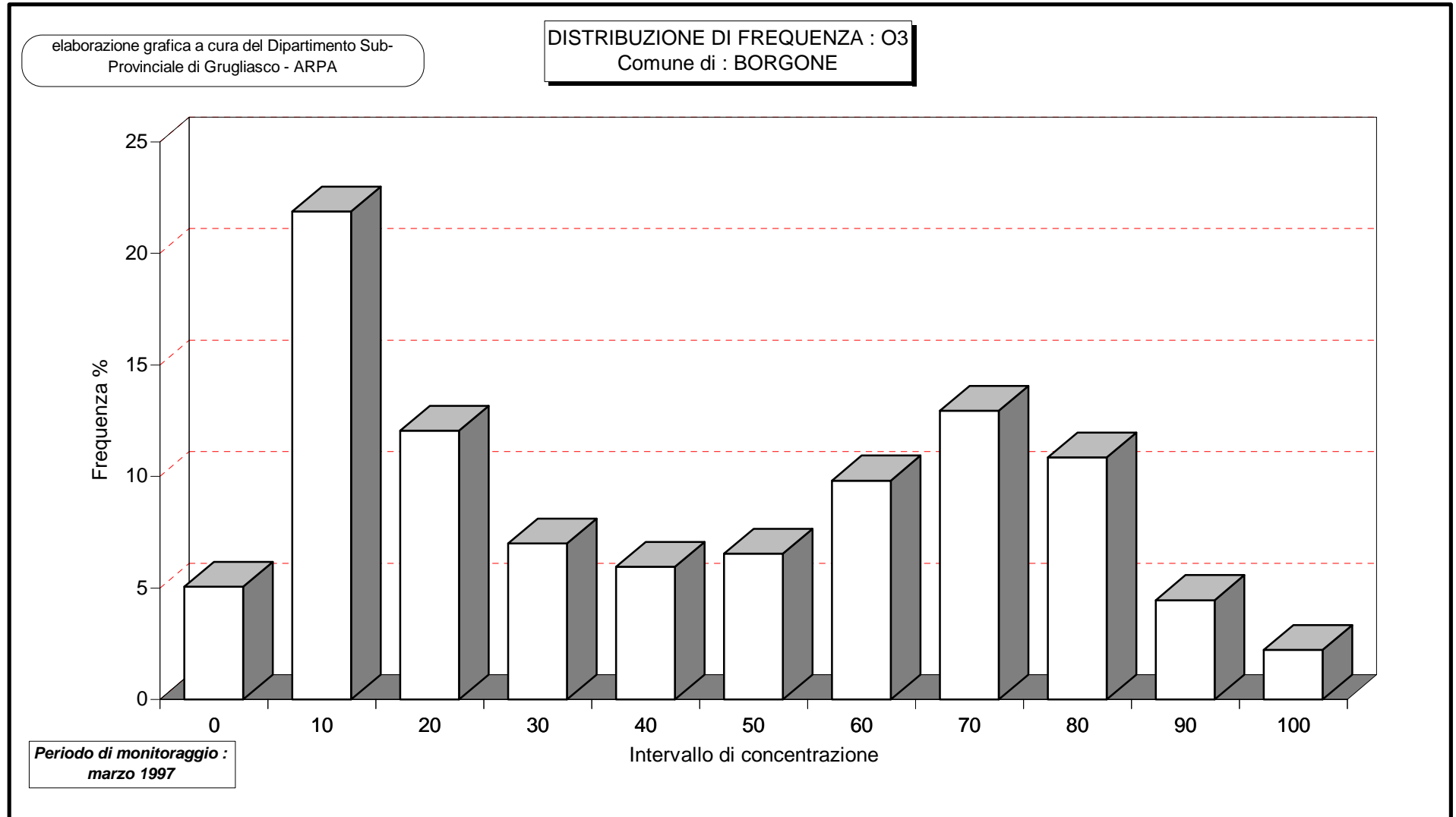
O3 (grafico B): limiti di legge - 1° periodo -



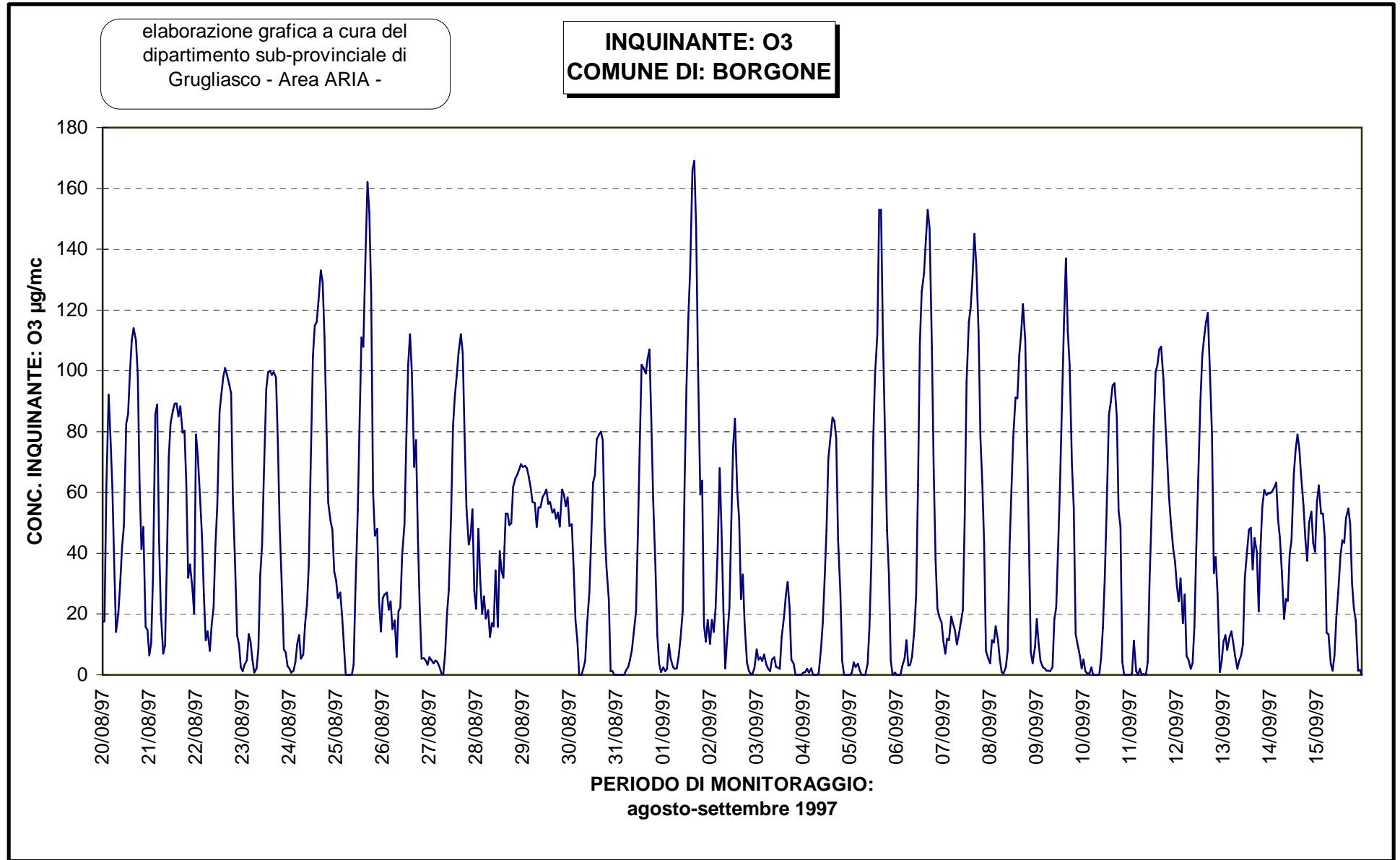
O3 (grafico C): giorno medio - 1° periodo -



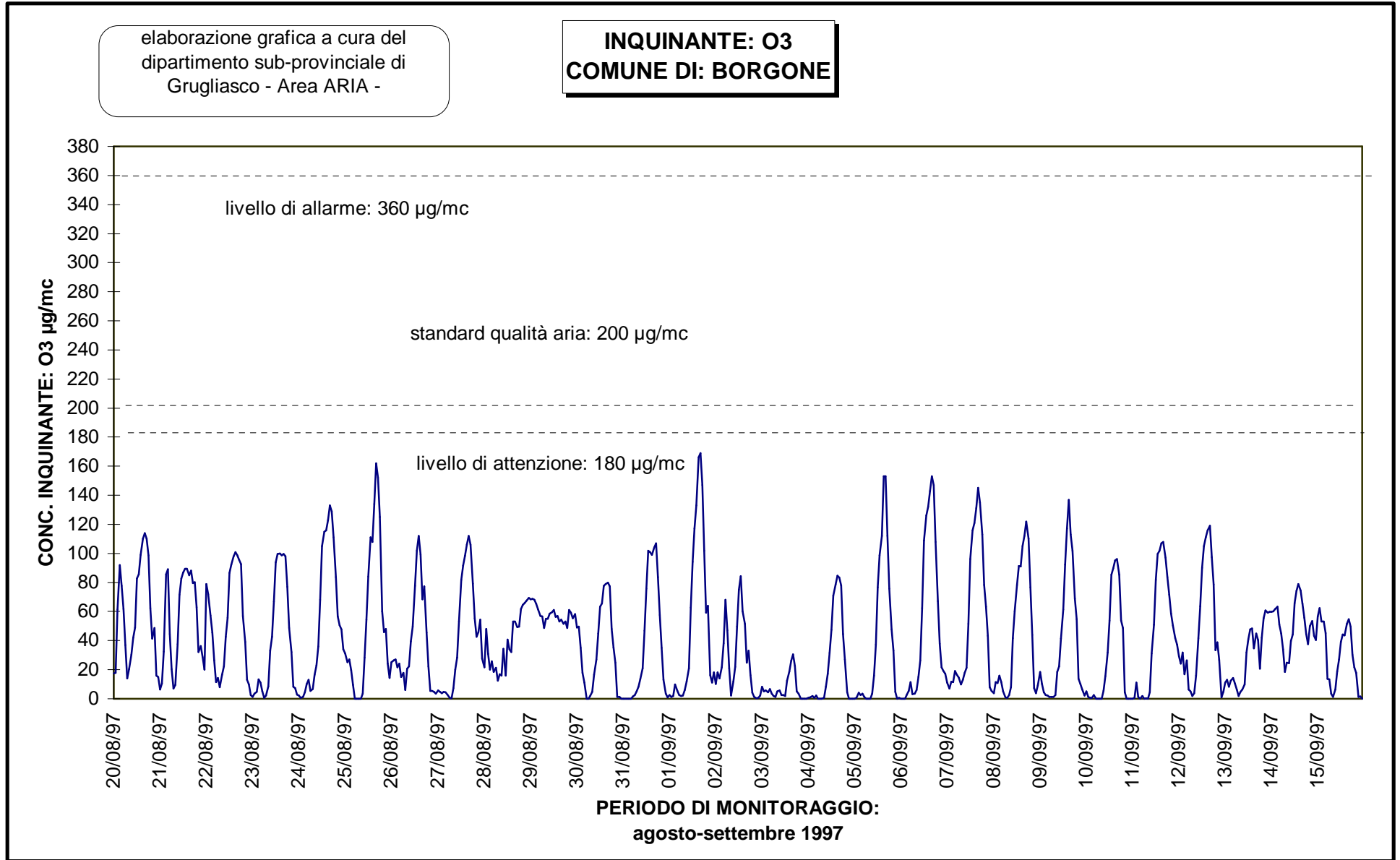
### O3 (grafico D): distribuzioni di frequenza - 1° per iodo -



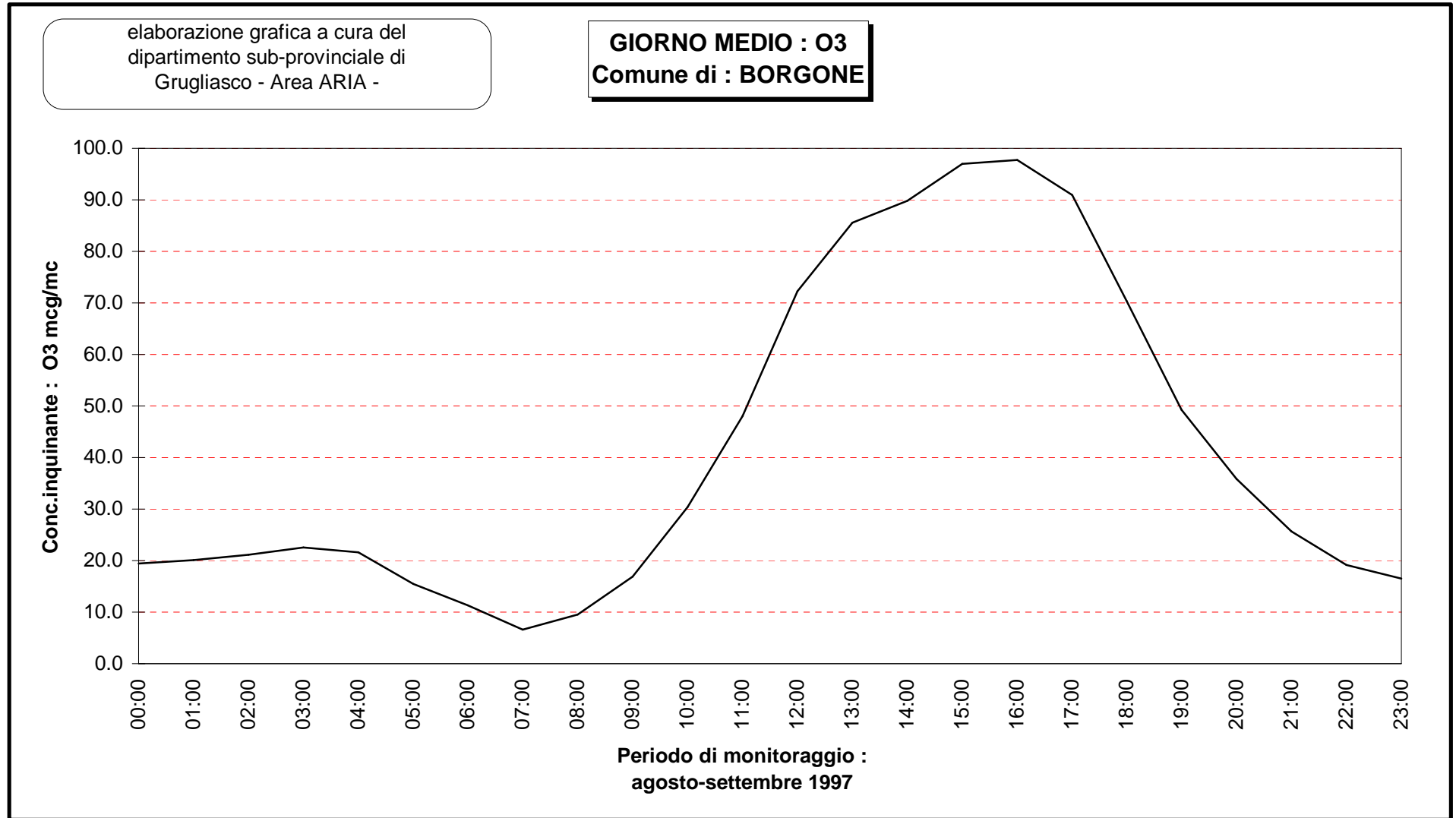
O3 (grafico A): andamento medie orarie -2° periodo -



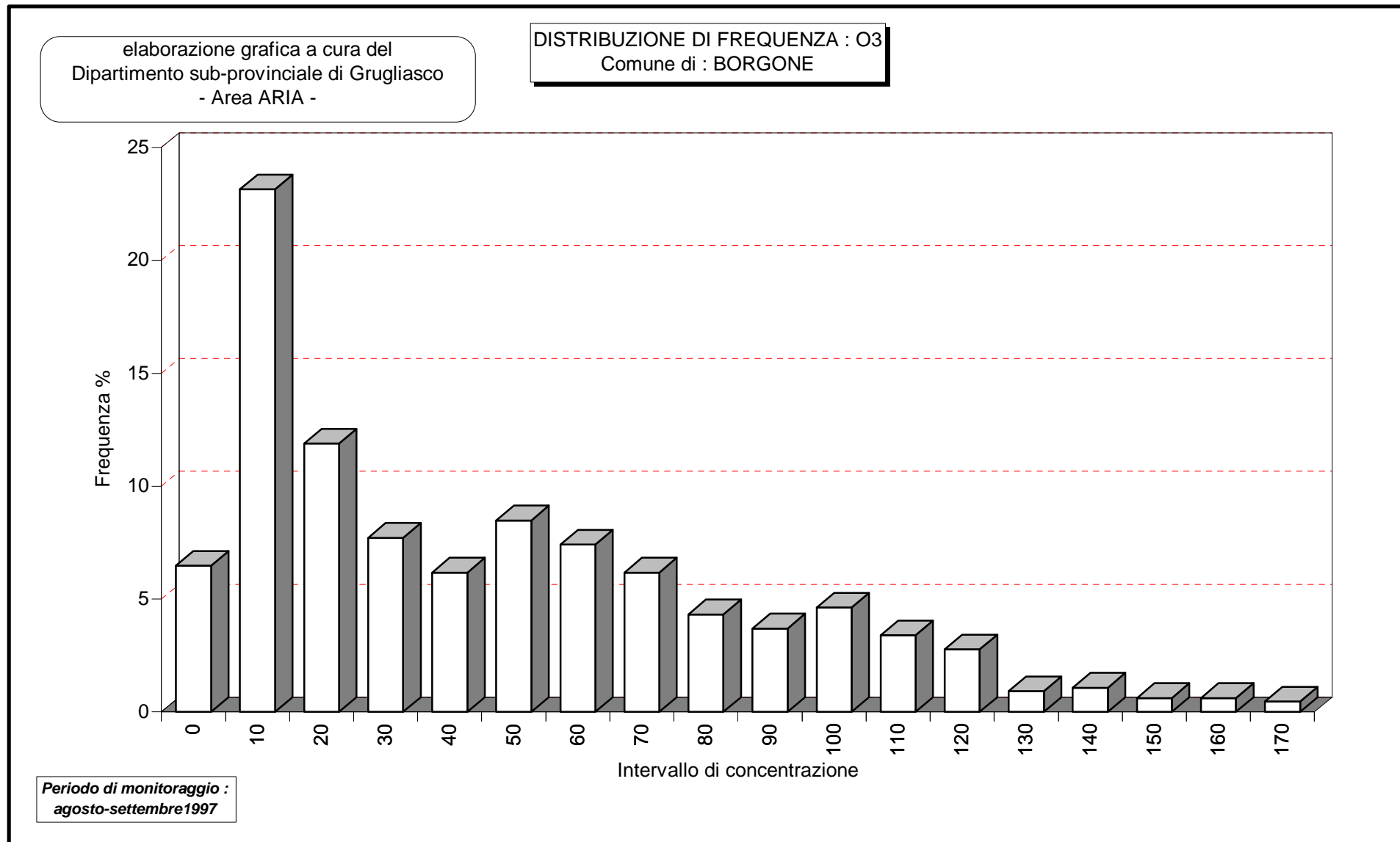
O3 (grafico B): limiti di legge - 2° periodo -



O3 (grafico C): giorno medio - 2° periodo -

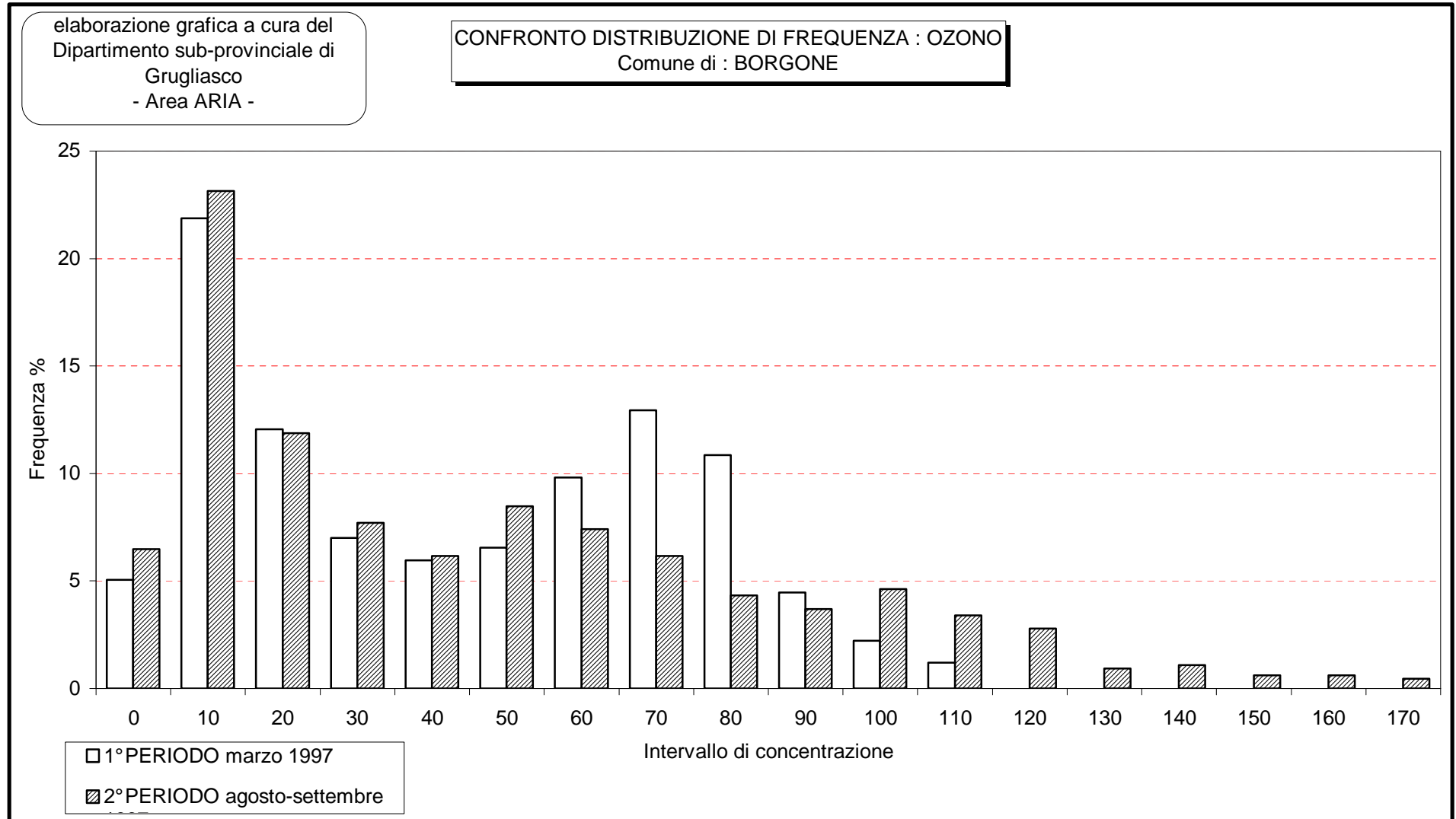


### O3 (grafico D): distribuzioni di frequenza - 2° per iodo -





### O3: confronto distribuzioni di frequenza

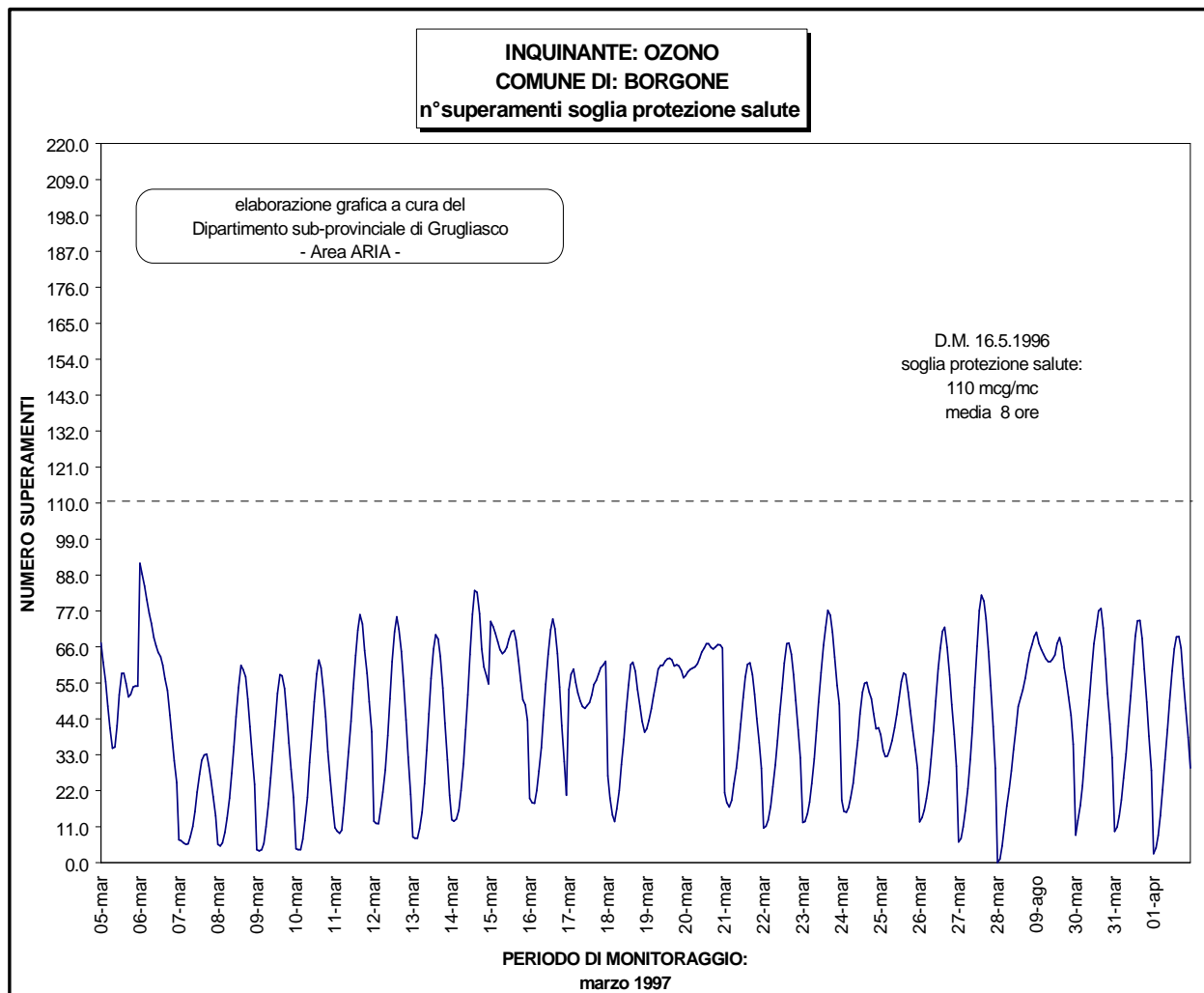


O3 - tabella n°9: superamenti soglie protezione salute e vegetazione - D.M. 16.5.1996 - 1°periodo

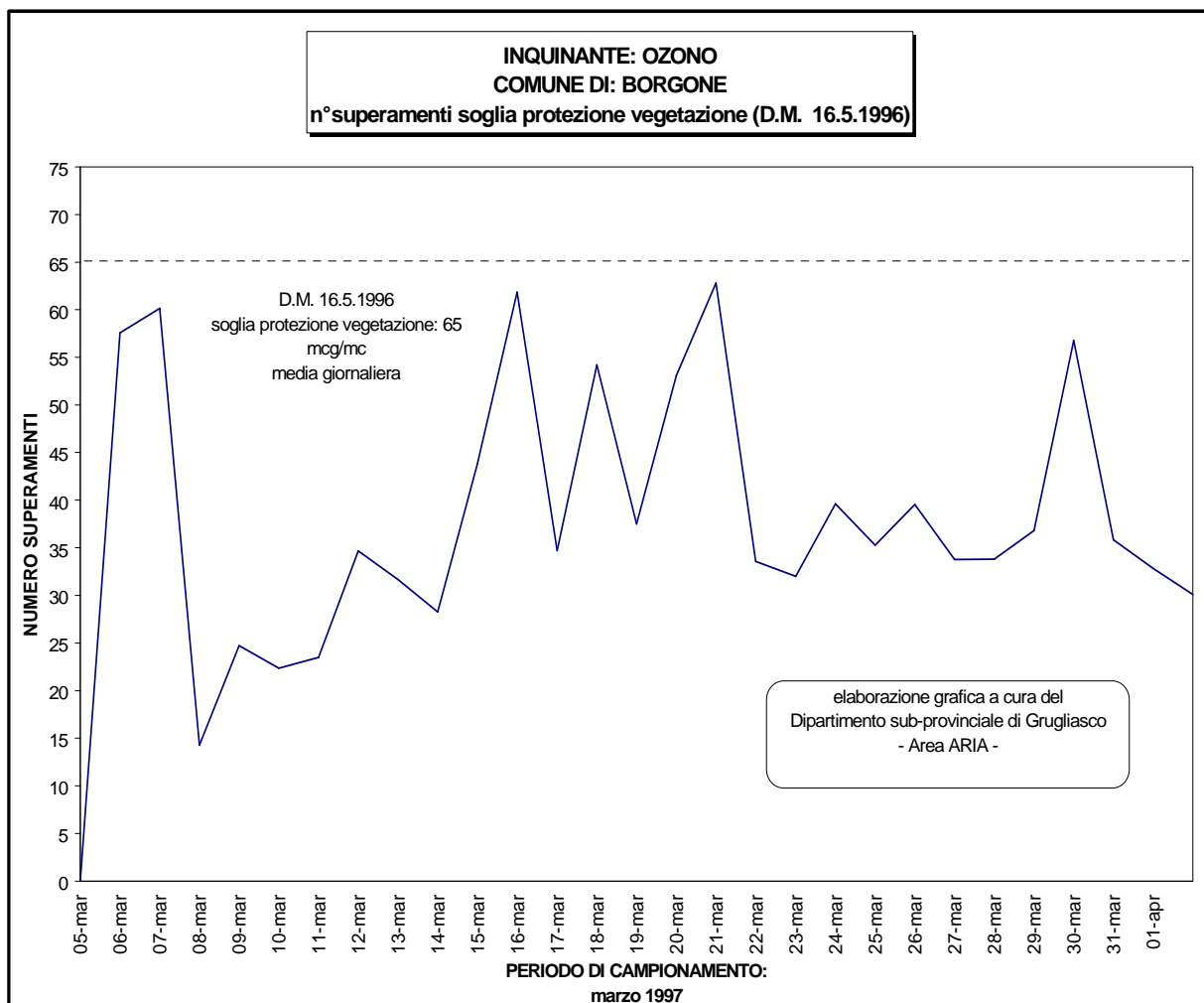
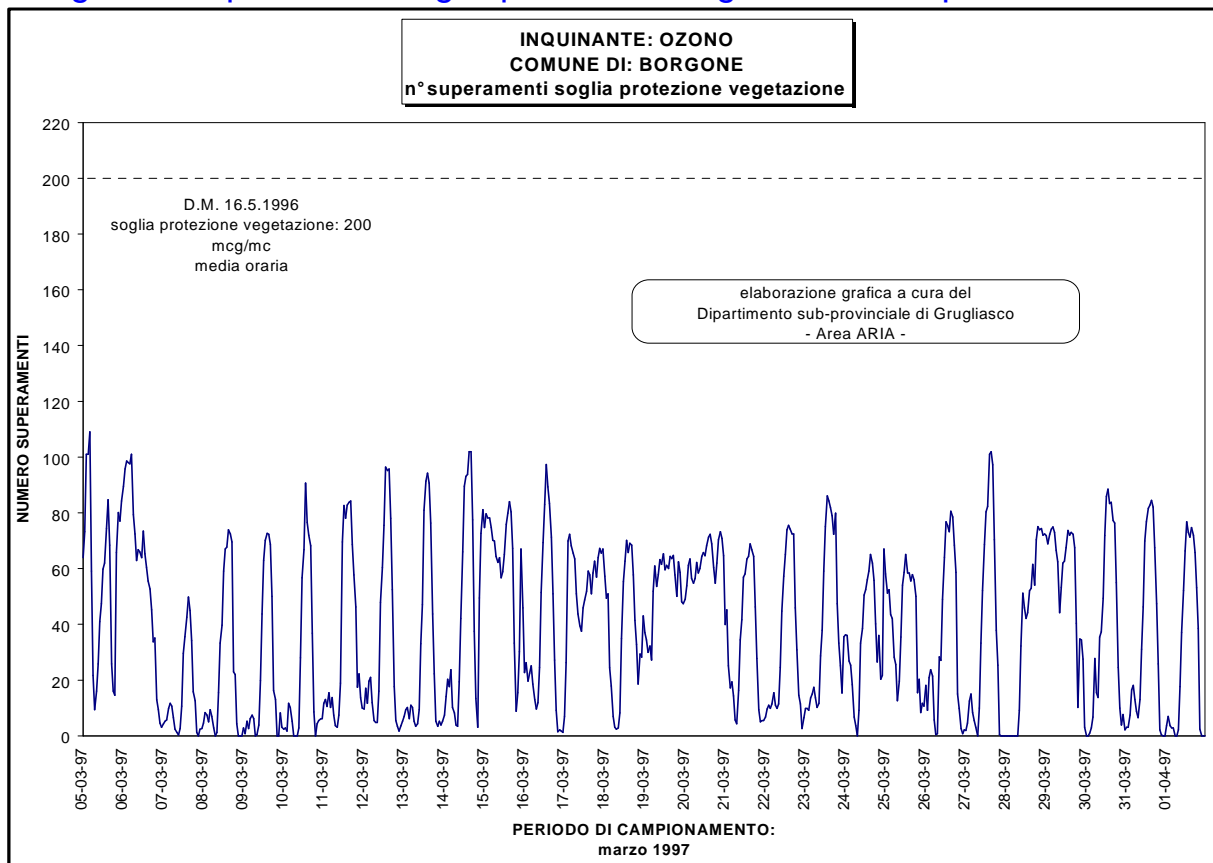
INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE D.M. 16.5.1996 : 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE D.M. 16.5.1996: 200 µg/mc (2)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE D.M. 16.5.1996: 65 µg/mc (3)	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
OZONO	672	100	0	0	0	0.0	0	0.0

- (1) media trascinata  
calcolata sulle 8 ore  
(2) media oraria  
(3) media  
giornaliera

### O3: grafico superamenti soglia protezione salute - 1° periodo -



### O3: grafico superamenti soglia protezione vegetazione - 1° periodo



O3 - tabella n°10: superamenti soglia protezione salute e vegetazione - D.M. 16.5.1996 - 2° periodo

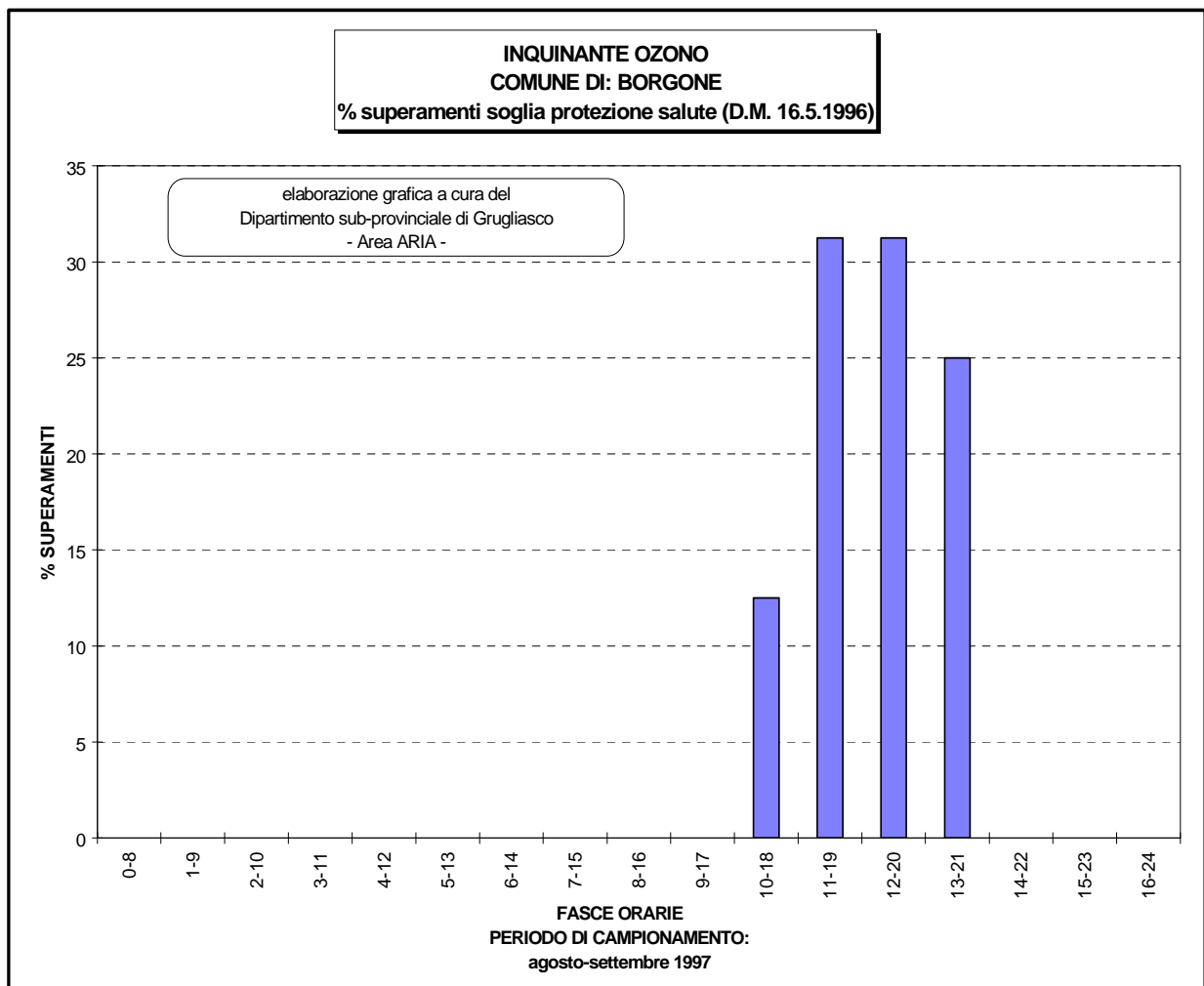
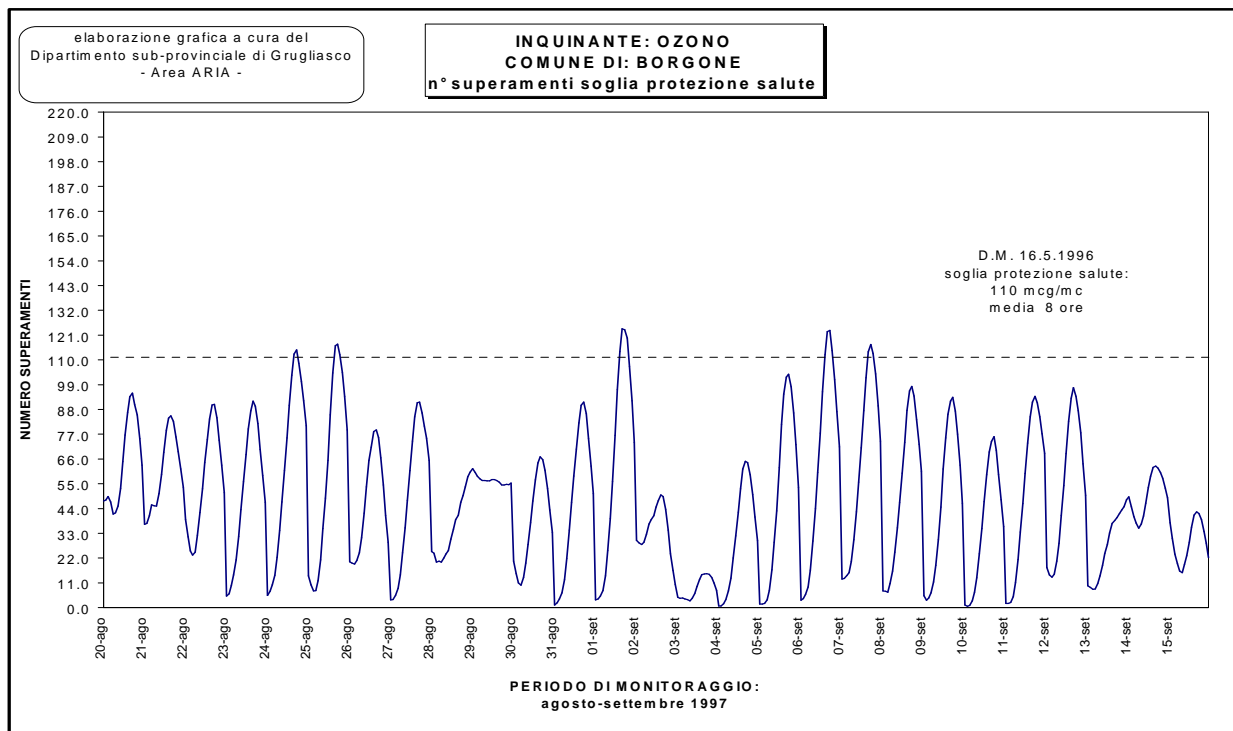
INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE D.M. 16.5.1996 : 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE D.M. 16.5.1996: 200 µg/mc (2)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE D.M. 16.5.1996: 65 µg/mc (3)	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
OZONO	648	100	16	2.5	0	0.0	0	0.0

(1) media trascinata  
calcolata sulle 8 ore

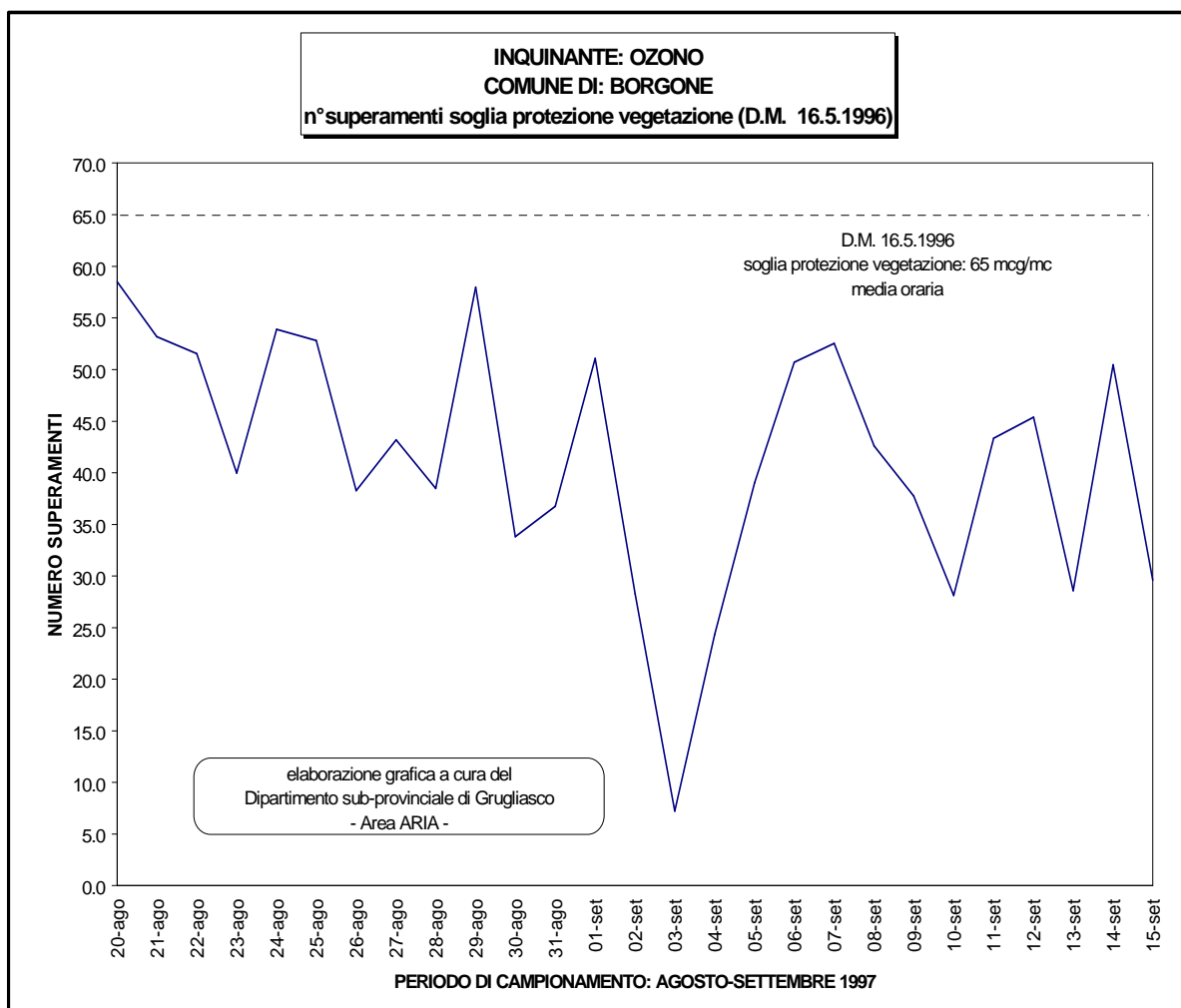
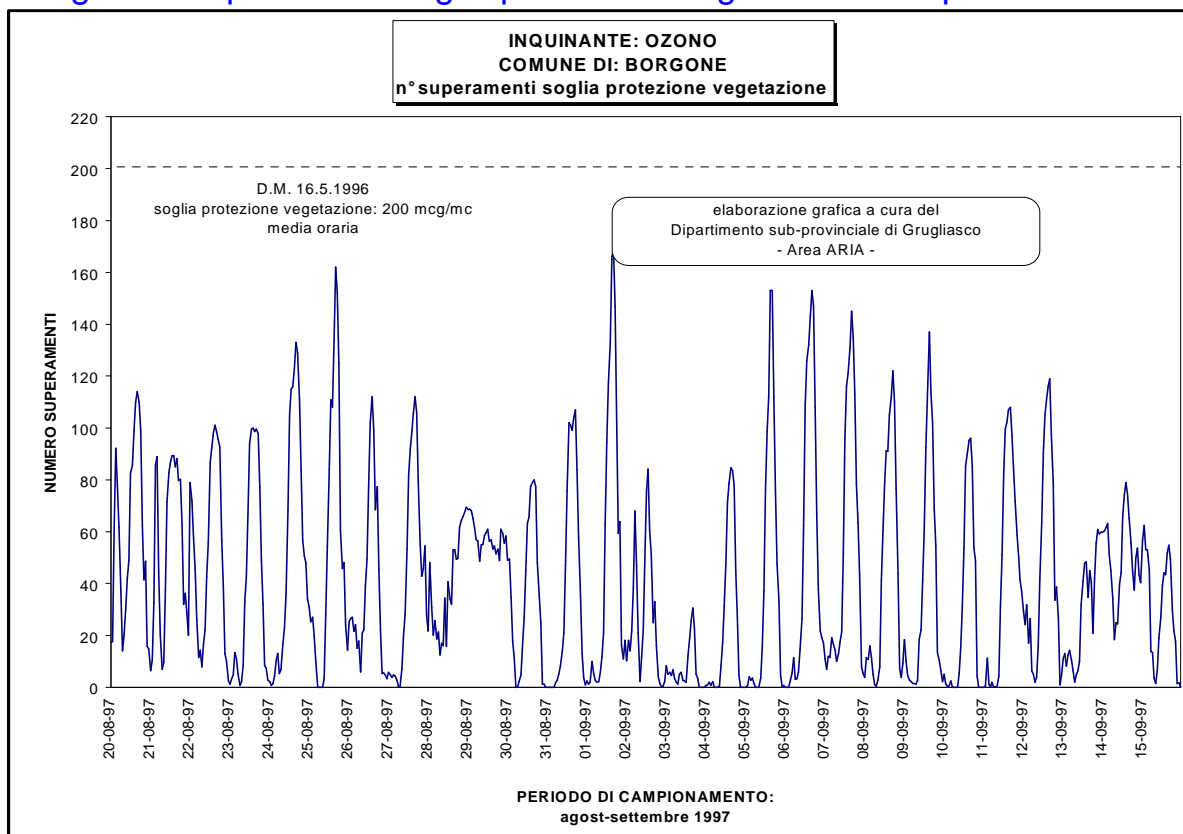
(2) media oraria

(3) media  
giornaliera

### O3: grafico superamenti soglia protezione salute - 2° periodo -



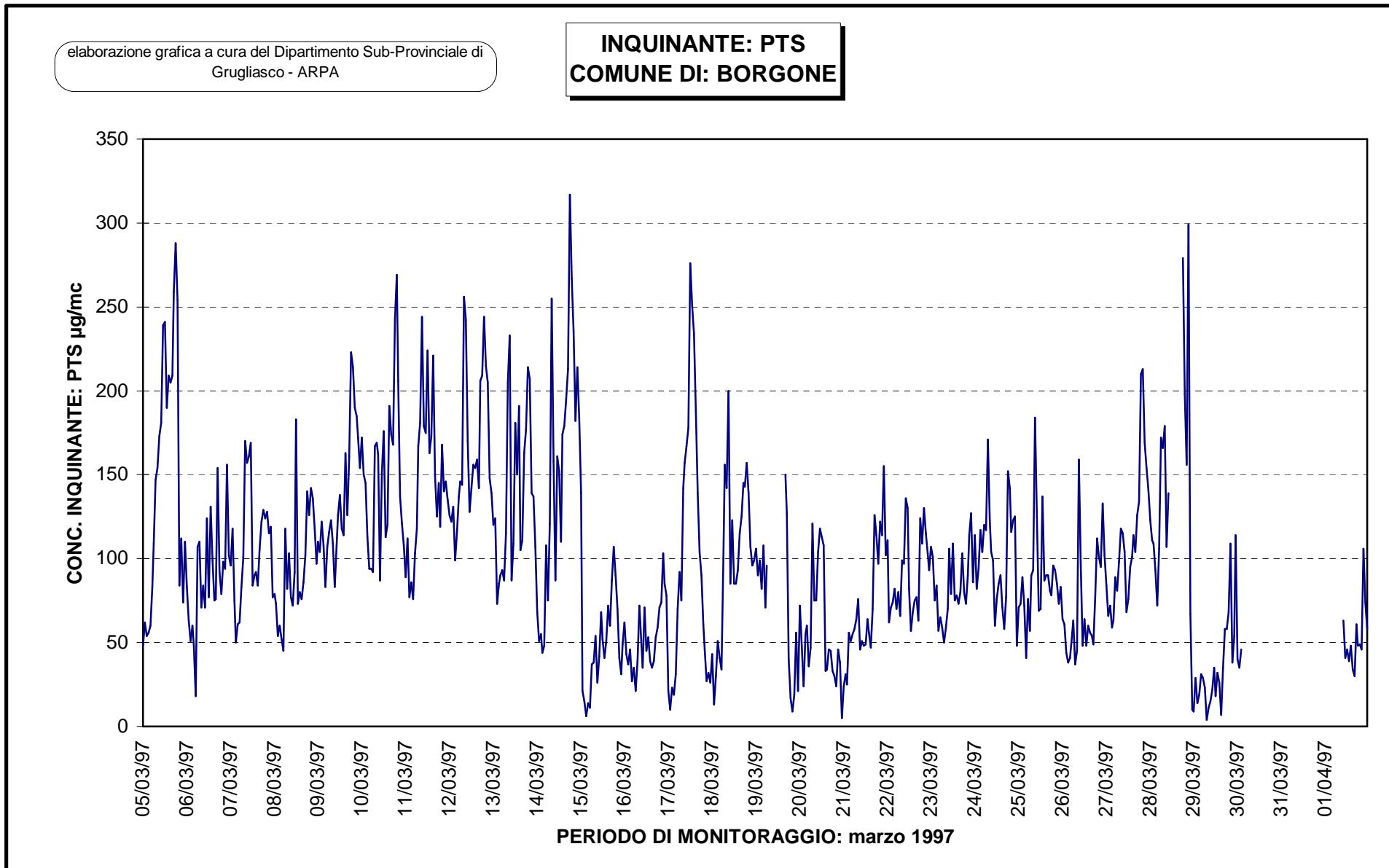
### O3: grafico superamenti soglia protezione vegetazione - 2° periodo



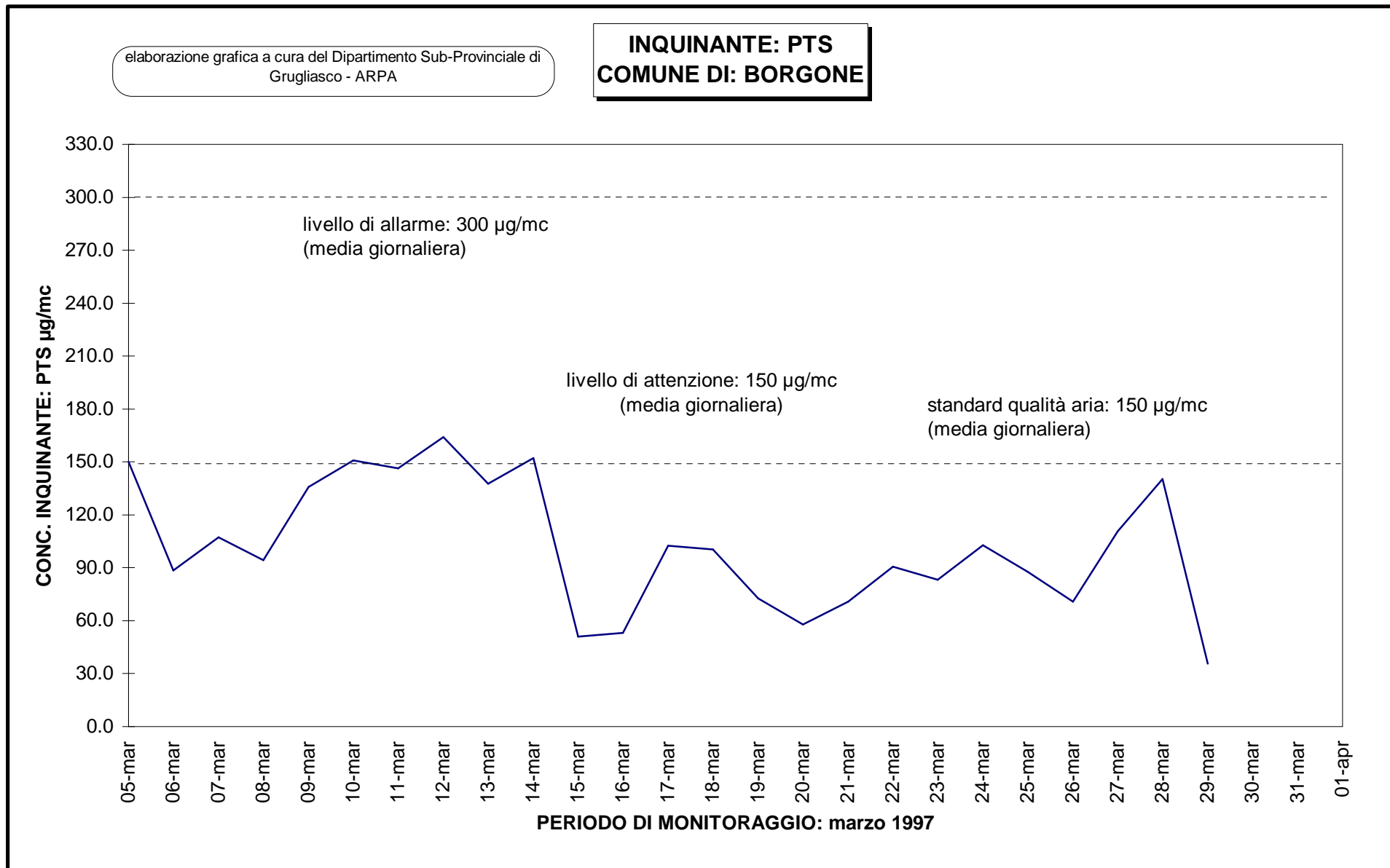
#### **4.2.5 - P.T.S. - *Polveri Totali Sospese***



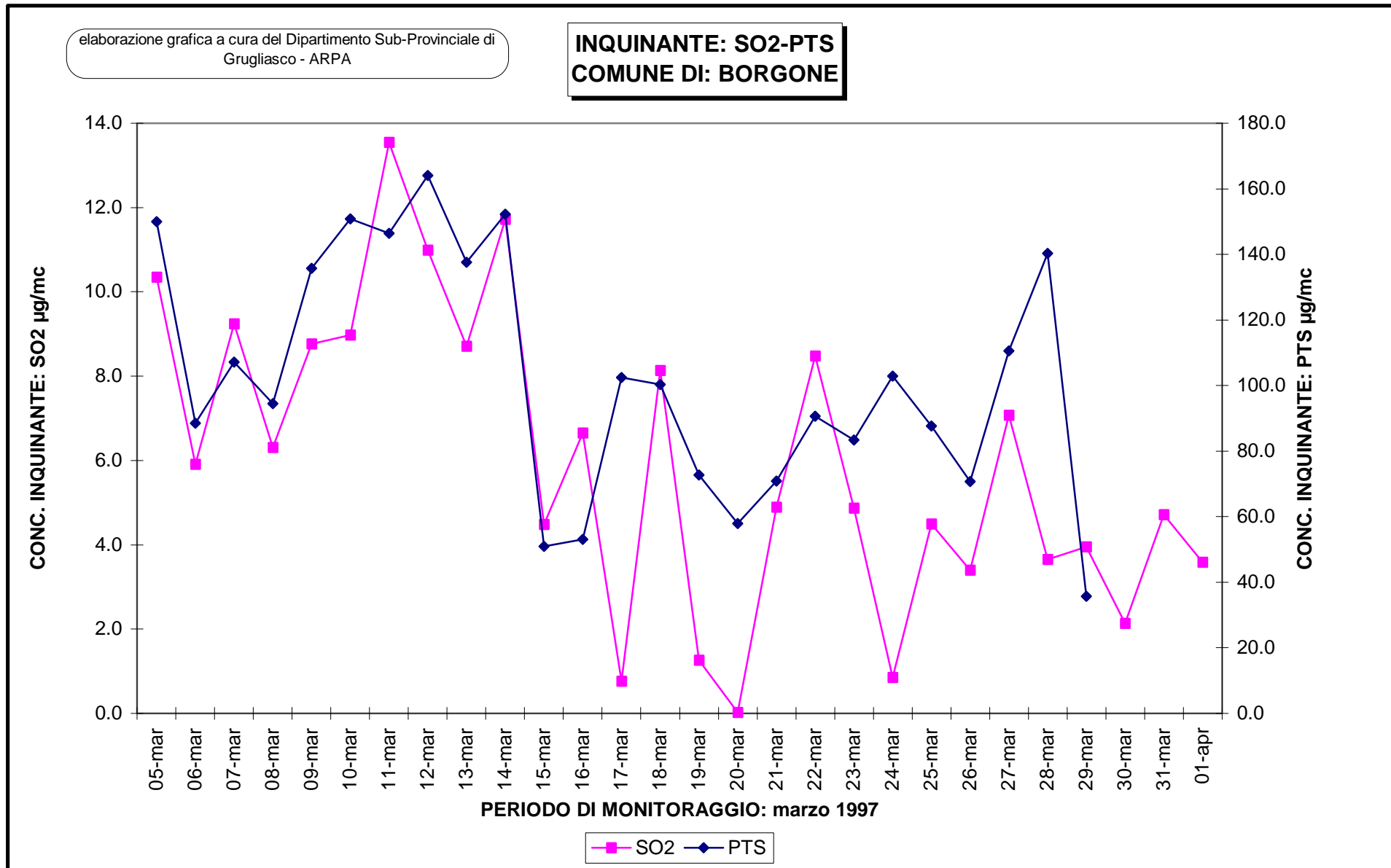
PTS (grafico A): andamento delle medie orarie - 1° periodo -



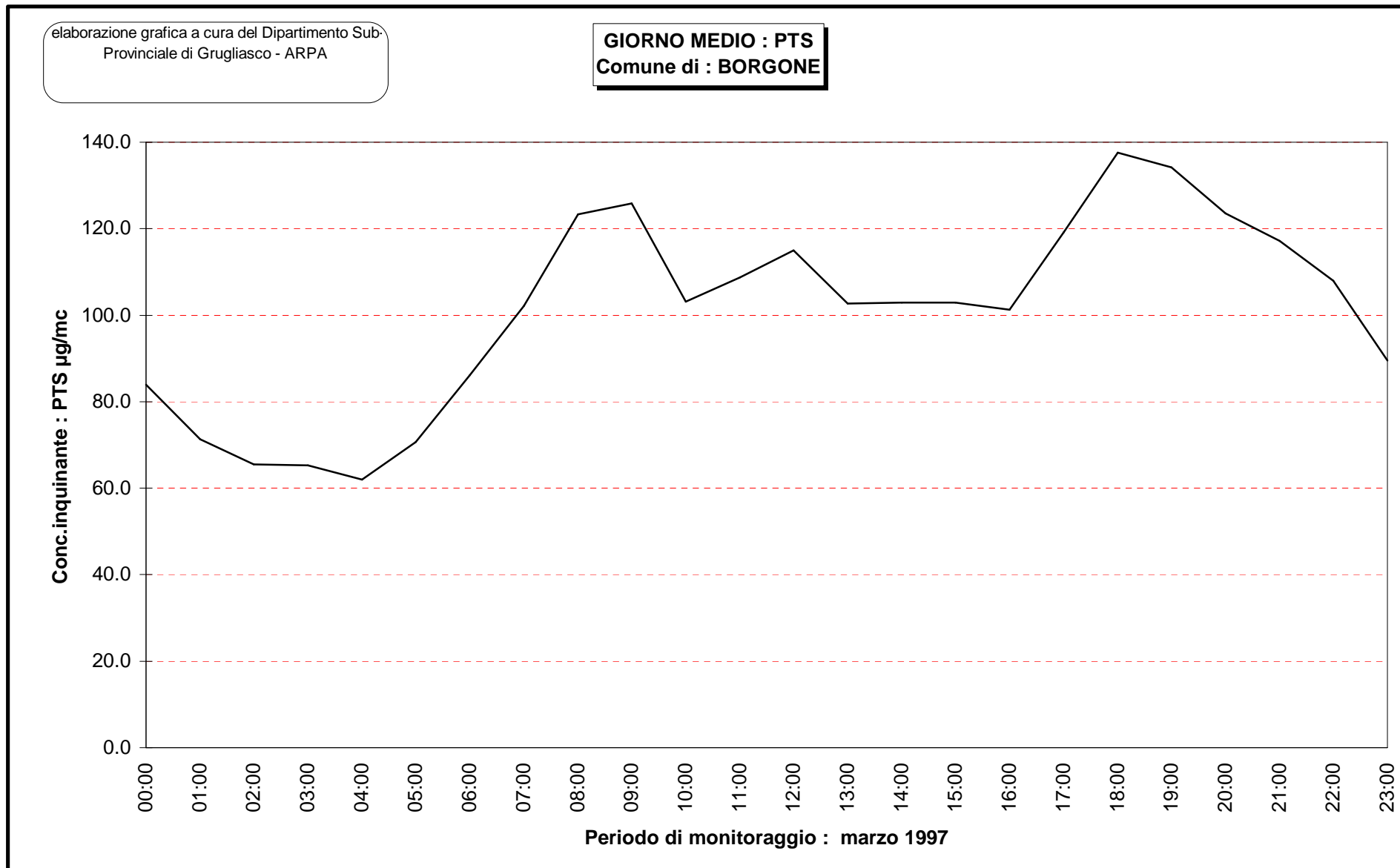
PTS (grafico B): limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo -



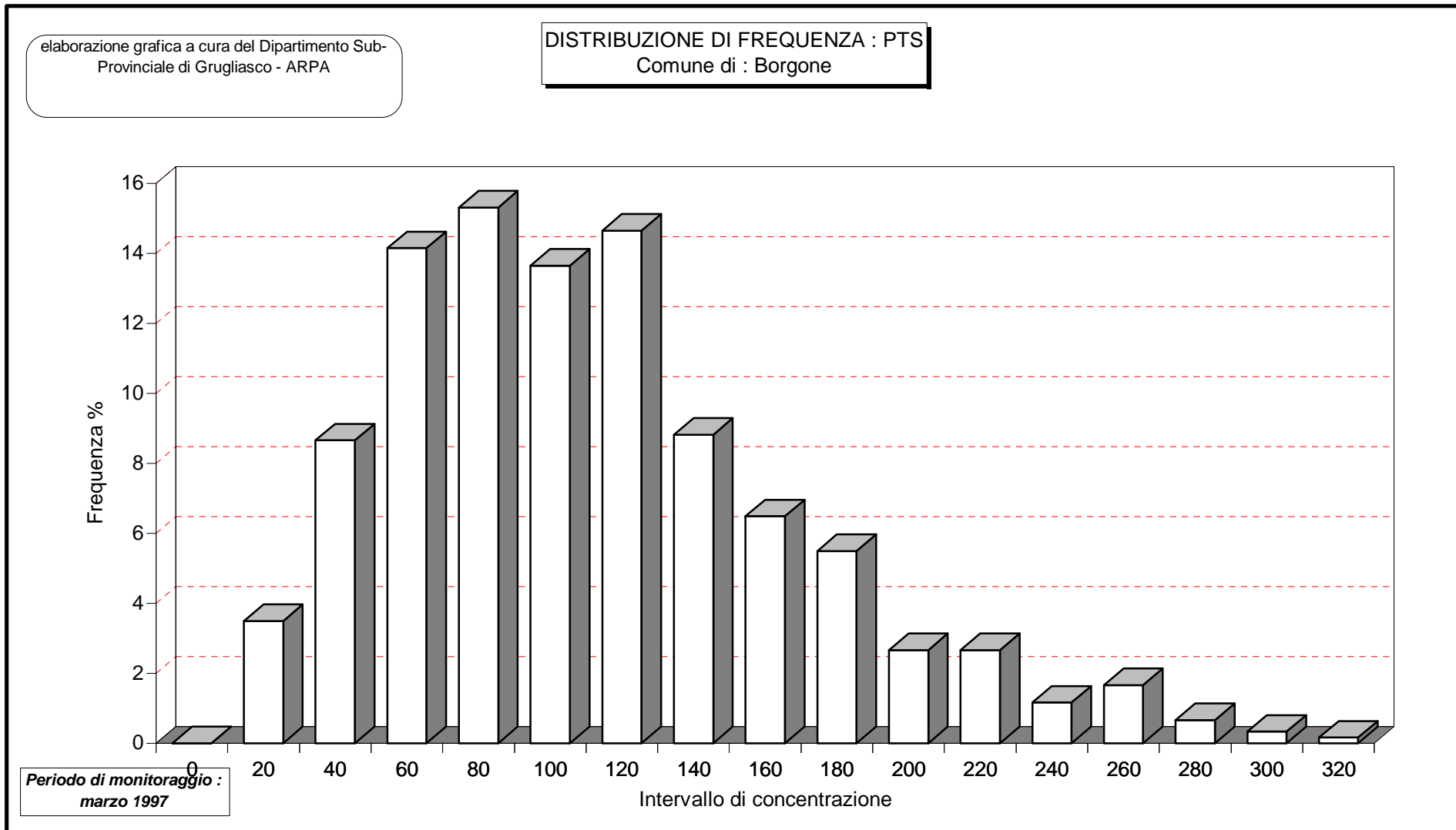
PTS-SO2: andamento delle medie orarie - 1° periodo -



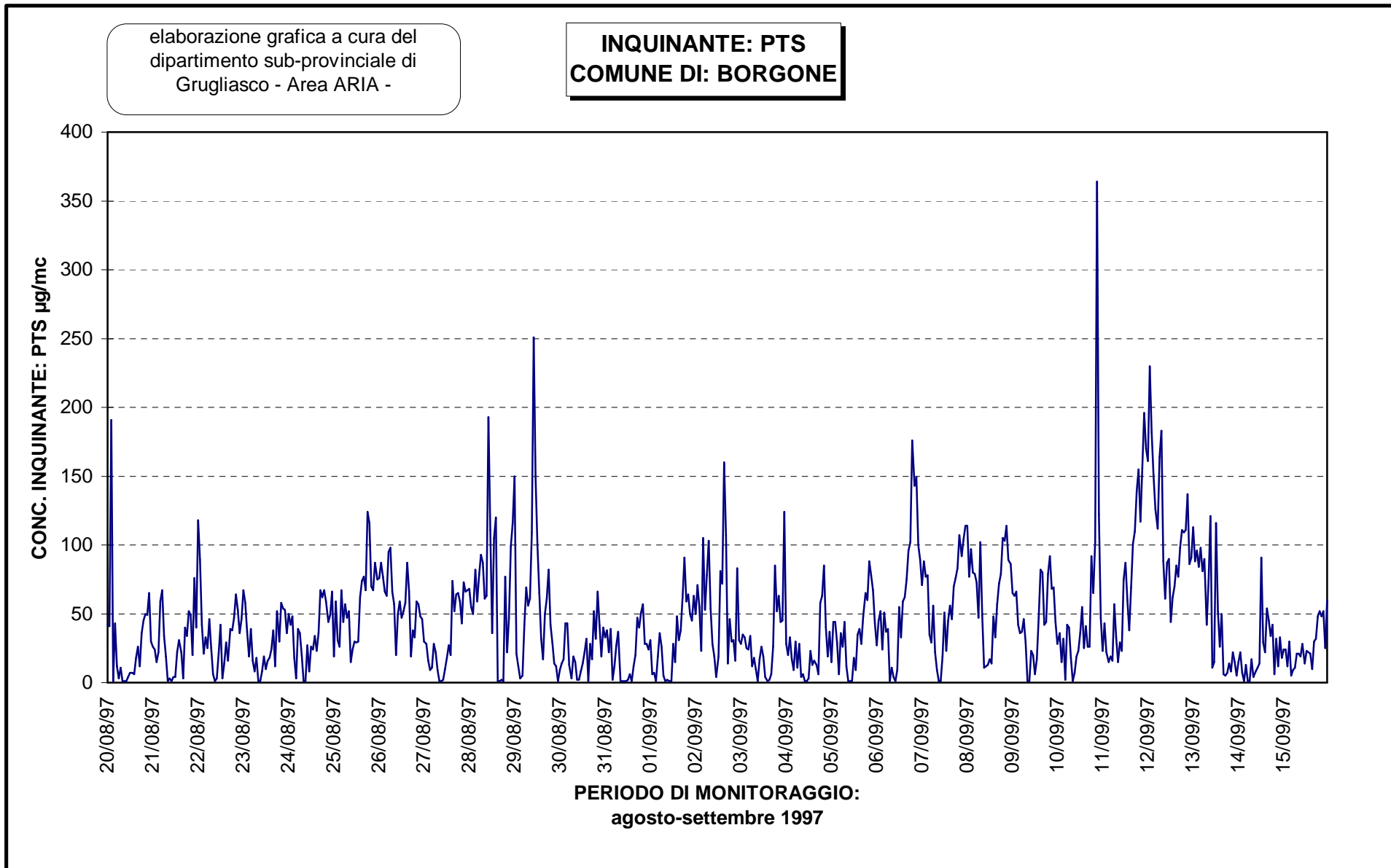
PTS (grafico C): giorno medio - 1° periodo -



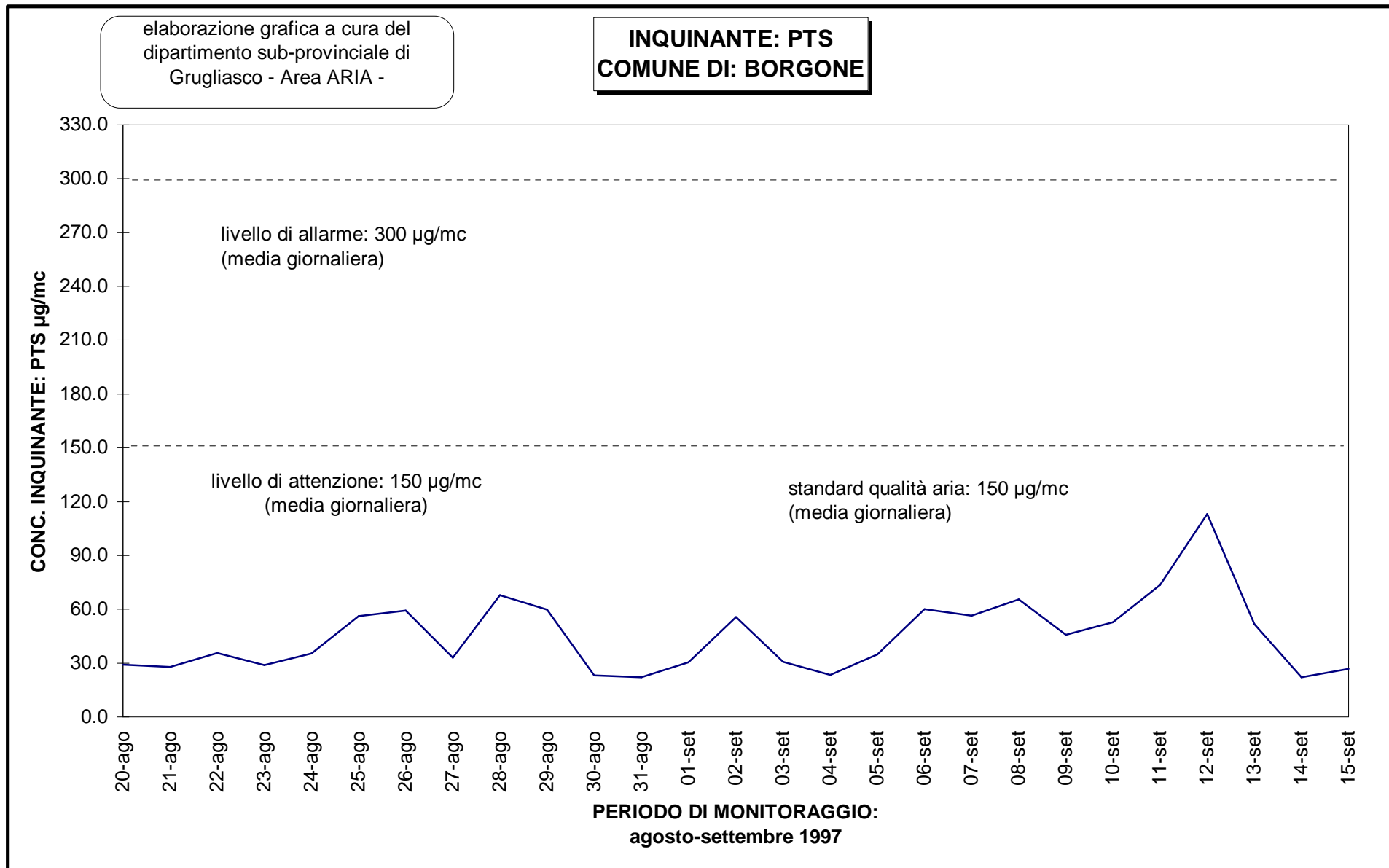
PTS (grafico D): distribuzione di frequenza - 1°pe riodo -



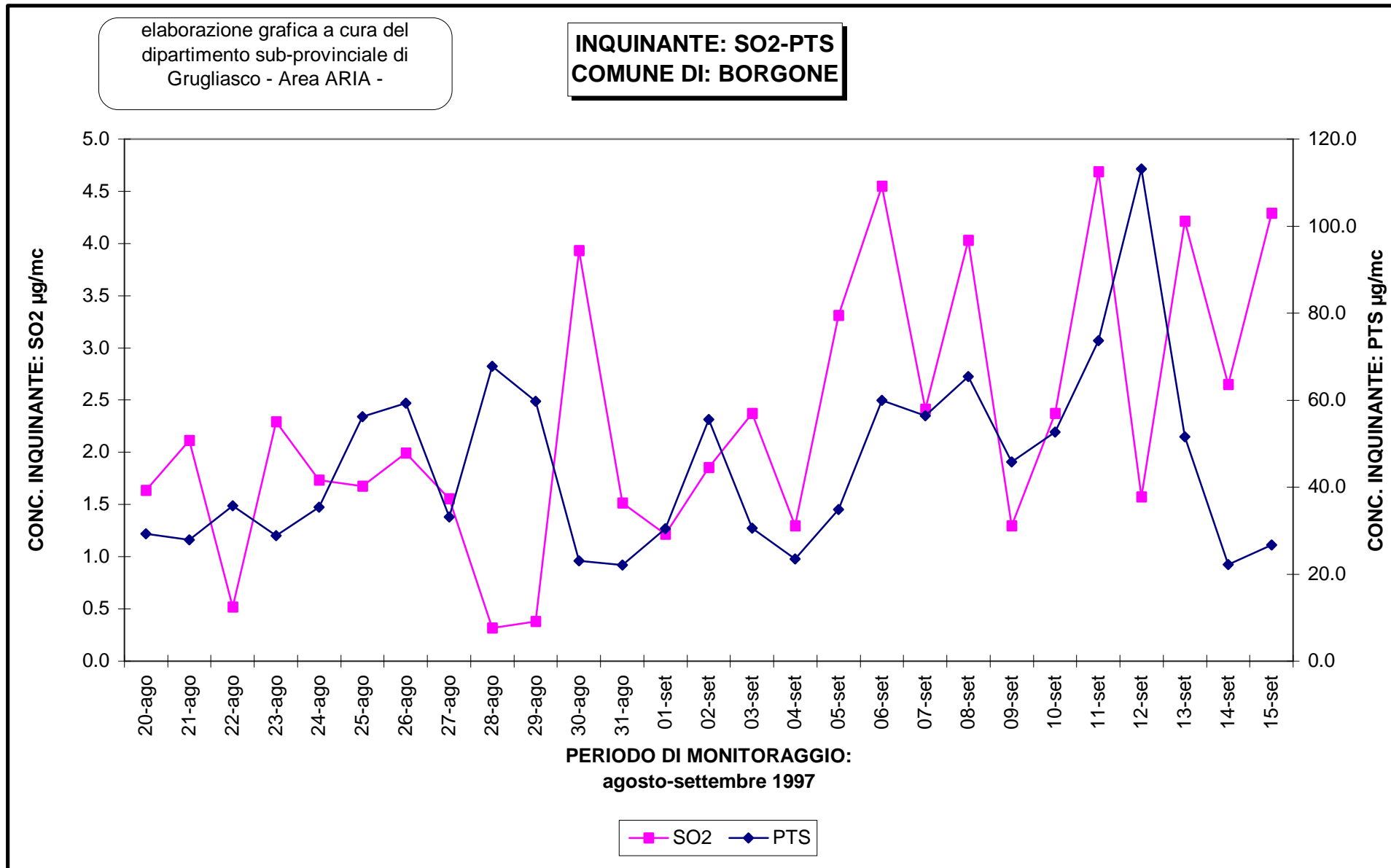
PTS (grafico A): andamento delle medie orarie - 2° periodo -



PTS (grafico B): limiti di legge - 2° periodo -

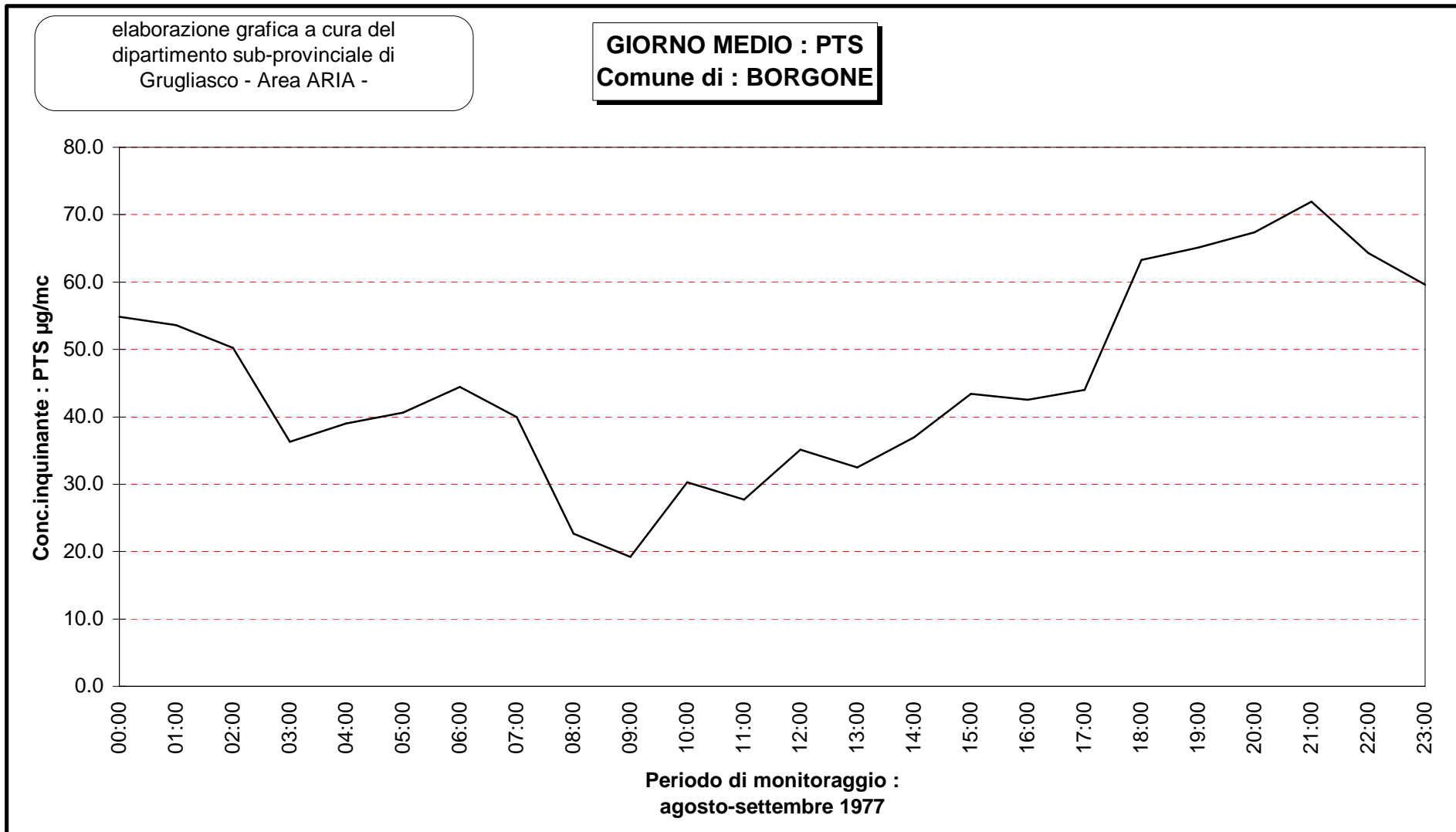


PTS-SO2: andamento delle medie orarie - 2° periodo -

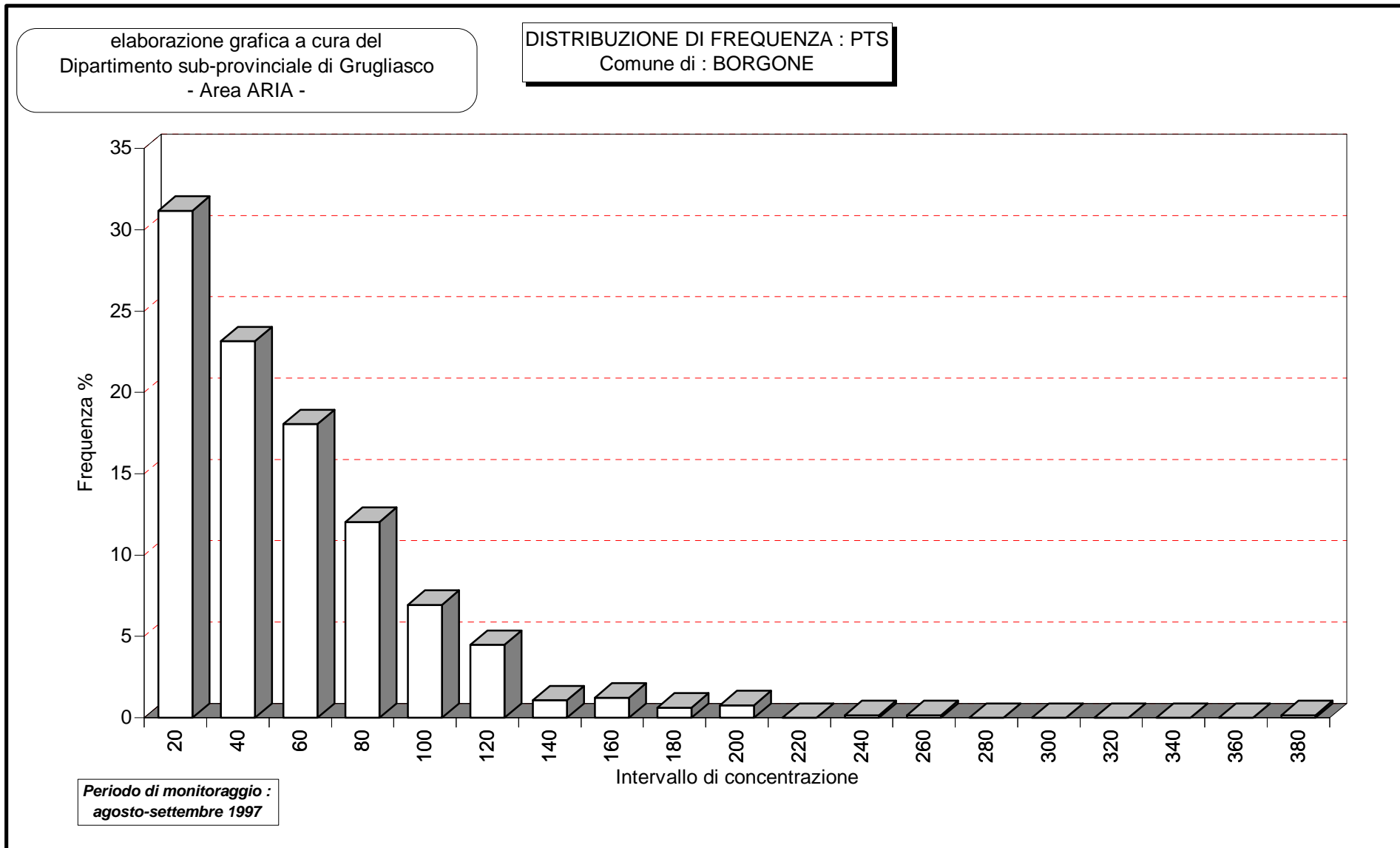




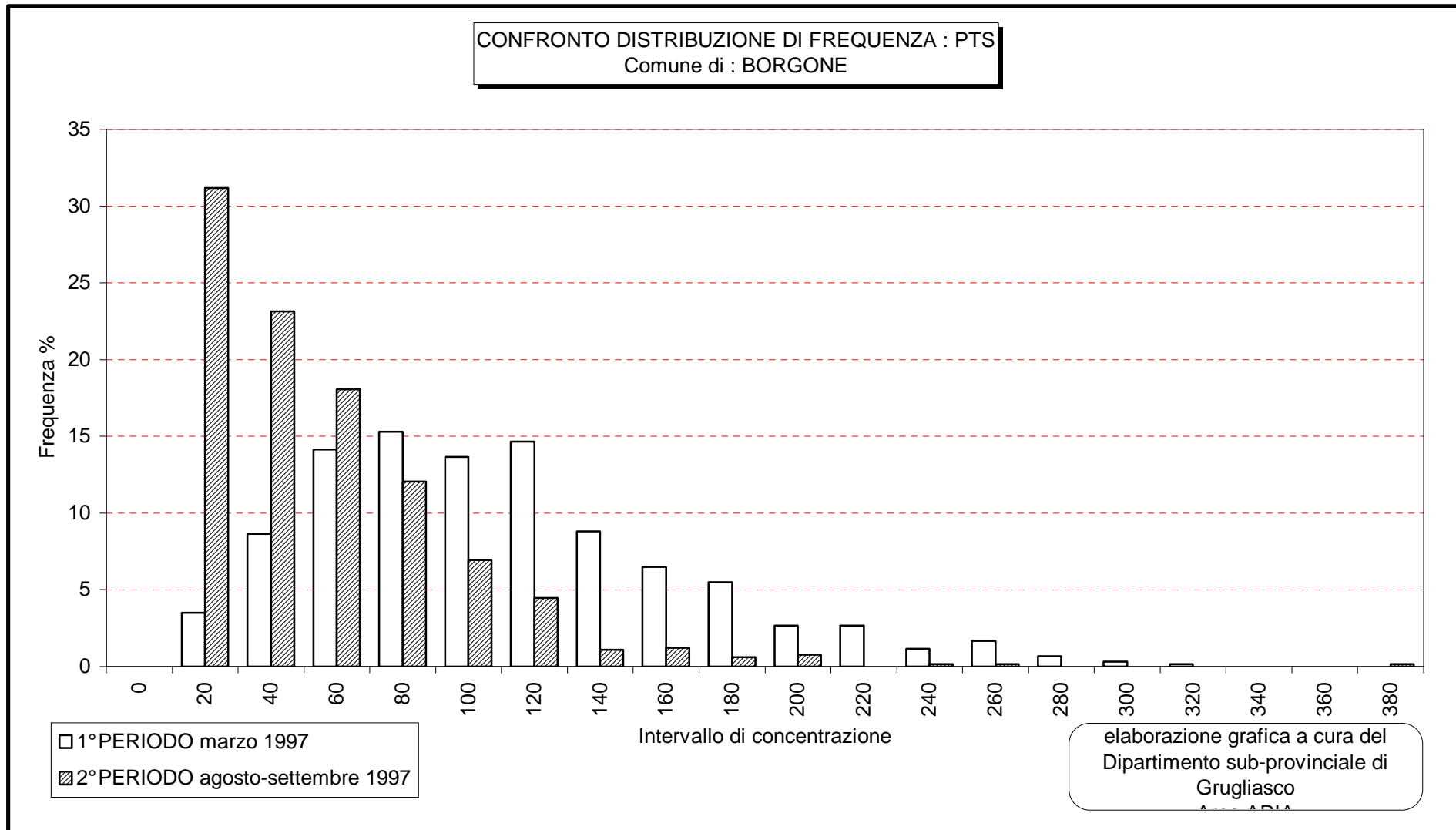
PTS (grafico C): giorno medio - 2° periodo -



PTS (grafico D): distribuzione di frequenza - 2°pe riordo -



## PTS: confronto distribuzione di frequenza dei diversi periodi



### 5.3 - Composti organici volatili - VOC.

Per dare completezza alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria sono stati eseguiti una serie di campionamenti, sia presso il laboratorio mobile che presso altri siti individuati, per rilevare e quantizzare i principali composti organici volatili ( VOC ).

Si è proceduto ad un campionamento di aria con contenitori di TEDLAR e ad analisi dei V.O.C. mediante gascromatografica con criofocalizzazione.

Parallelamente si sono eseguite misure di Monossido di Carbonio ( CO ) utilizzando l'analizzatore portatile INTERSCAN.

Questi prelievi permettono di evidenziare la correlazione esistente tra i VOC e il CO avendo entrambi gli inquinanti come fonte comune e principale il traffico autoveicolare.

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive e i relativi grafici ottenuti dai diversi campionamenti.

In particolare tra i diversi siti monitorati si evidenziano le seguenti medie con confronto tra i due periodi:

SITO	marzo 1997		settembre-1997	
	BENZENE $\mu$ /mc	VOCTOTALI $\mu$ g/mc	BENZENE $\mu$ g/mc	VOCTOTALI $\mu$ g/mc
via Abegg c/o mobilab (1)	10.8	257.4	19	225.7
p.za Montabone	4.8	99	9.8	256.4
frazione San Valeriano	4.8	107.1	7.2	232.4
via ponte Dora n°3	6.6	127	9.2	266
frazione candoglio n° 4 (2)	4.5	75.6	10.2	409.8

(1) valore medio sulle 24 ore

(2) nel secondo periodo il prelievo è stato eseguito al n°20 di via falco

TABELLA N°11: monitoraggio V.O.C. del 25 marzo 1997: valutazione statistica e rappresentazione grafica

SITO:	VIA ABEGG
LOCALITA':	BORGONE

Prelievo Numero	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	25.3.97	12-14	5.5	5.6	5.9	1.1	11.1	37.9	0.9	50.5
2	25.3.97	16-18	5.9	5.7	6.8	1	14.5	45.5	1	54.3
3	25.3.97	20-22	6.6	7.5	7	1.1	11.8	53.9	0.8	61
4	26.3.97	00-02	6.3	7.7	6.3	1	10.2	49.2	0.5	60.6
5	26.3.97	04-06	5.3	7.3	5.3	0.9	8.7	46.4	0.5	57.6
6	26.3.97	08-10	5.6	5.8	7.2	1.1	14.5	52	0.9	60.8
Val. MINIMO			5.3	5.6	5.3	0.9	8.7	37.9	0.5	50.5
Val. MASSIMO			6.6	7.7	7.2	1.1	14.5	53.9	1.0	61.0
Val. MEDIO			5.9	6.6	6.4	1.0	11.8	47.5	0.8	57.5
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	0.9	0.7	0.1	2.1	5.2	0.2	3.9

Prelievo Numero	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p- Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5- trimetilben- zene	VOC Identif.
1	25.3.97	12-14	4.1	16.2	50.6	32.6	12.3	4.7	15.7	254.7
2	25.3.97	16-18	3	11.6	49.5	27.9	9.6	24.9	12.8	274
3	25.3.97	20-22	2.9	10.4	48.7	26.1	9.9	4	8.9	260.6
4	26.3.97	00-02	2.6	9.4	39.9	20.2	7.2	15.4	7.3	243.8
5	26.3.97	04-06	2.4	7.7	39.3	20.8	7.4	29.6	5.8	245
6	26.3.97	08-10	2.8	9.4	41.1	21.5	7.6	29.2	6.7	266.2
Val. MINIMO			2.4	7.7	39.3	20.2	7.2	4.0	5.8	243.8
Val. MASSIMO			4.1	16.2	50.6	32.6	12.3	29.6	15.7	274.0
Val. MEDIO			3.0	10.8	44.9	24.9	9.0	18.0	9.5	257.4
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	2.7	4.8	4.5	1.8	10.7	3.6	10.9

**INQUINANTE: VOC  
COMUNE DI: BORGONE**

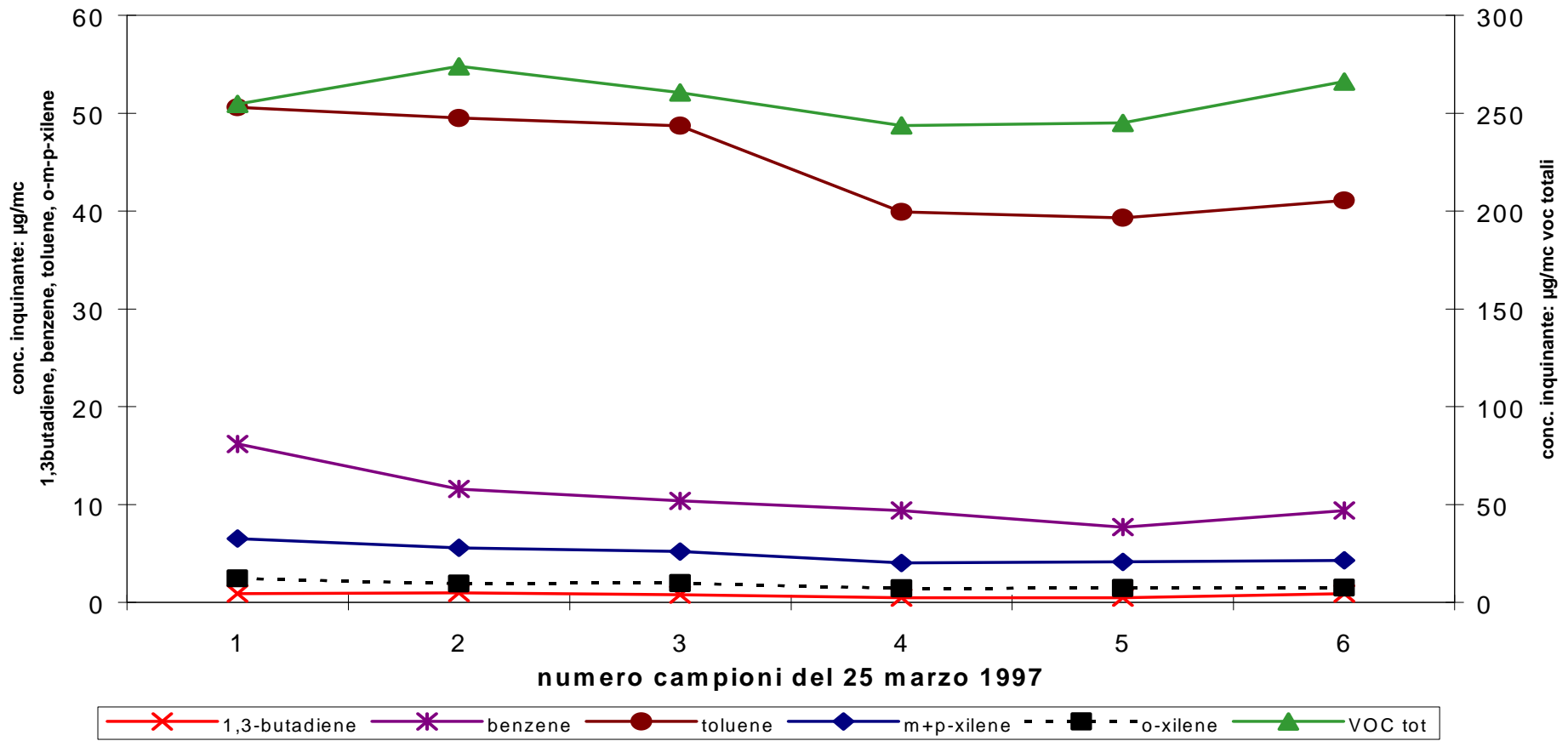


TABELLA N°11a : monitoraggio del 25 marzo 1997.: valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

Prelievo Numero	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	25.3.97	12-14	4.4	4.6	4.9	0.9	9.2	31.5	0.8	42.2
2	25.3.97	16-18	4.7	4.7	5.6	0.9	12.0	37.8	0.9	45.3
3	25.3.97	20-22	5.3	6.1	5.8	0.9	9.8	44.8	0.7	50.9
4	26.3.97	00-02	5.0	6.3	5.2	0.9	8.5	40.9	0.4	50.6
5	26.3.97	04-06	4.2	6.0	4.4	0.8	7.2	38.6	0.4	48.1
6	26.3.97	08-10	4.5	4.7	5.9	0.9	12.0	43.2	0.8	50.8
Val. MINIMO			4.2	4.6	4.4	0.8	7.2	31.5	0.4	42.2
Val. MASSIMO			5.3	6.3	5.9	0.9	12.0	44.8	0.9	50.9
Val. MEDIO			4.7	5.4	5.3	0.9	9.8	39.5	0.7	48.0
DEVIAZIONE STANDARD			0.4	0.7	0.5	0.1	1.8	4.3	0.2	3.3

Prelievo Numero	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p- Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5- trimetilben- zene	VOC Identif.
1	25.3.97	12-14	3.4	14.9	46.1	29.5	11.1	4.2	14.1	221.9
2	25.3.97	16-18	2.5	10.7	45.1	25.2	8.7	22.4	11.5	238.0
3	25.3.97	20-22	2.4	9.6	44.4	23.6	8.9	3.6	8.0	224.9
4	26.3.97	00-02	2.2	8.7	36.4	18.3	6.5	13.8	6.6	210.1
5	26.3.97	04-06	2.0	7.1	35.8	18.8	6.7	26.6	5.2	211.9
6	26.3.97	08-10	2.3	8.7	37.5	19.4	6.9	26.2	6.0	229.9
Val. MINIMO			2.0	7.1	35.8	18.3	6.5	3.6	5.2	210.1
Val. MASSIMO			3.4	14.9	46.1	29.5	11.1	26.6	14.1	238.0
Val. MEDIO			2.5	9.9	40.9	22.5	8.1	16.1	8.6	222.8
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	2.5	4.4	4.0	1.6	9.6	3.2	9.7

## TABELLA N°12 : monitoraggio V.O.C. estemporaneo del 25 marzo1997 valutazione statistica e rappresentazione grafica

SITO:	1. piazza Montabone 2. frazione s. Valeriano SS.SS.25 n°16 3. v.Ponte Dora 4. frazione Candoglio
LOCALITA:	BORGONE

Sito	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	25.3.97	estemp.	3.6	5	4.9	0	8.1	3.8	0	4.8
2	25.3.97	estemp.	3.2	3.9	3.8	0	9.6	4.3	0	12.1
3	25.3.97	estemp.	3.6	4.1	3.2	0	4.1	4.7	0	27.6
4	25.3.97	estemp.	3.1	3.7	2.7	0	5.3	3.4	0	5.7
Val. MINIMO			3.1	3.7	2.7	0.0	4.1	3.4	0.0	4.8
Val. MASSIMO			3.6	5.0	4.9	0.0	9.6	4.7	0.0	27.6
Val. MEDIO			3.4	4.2	3.7	0.0	6.8	4.1	0.0	12.6
DEVIAZIONE STANDARD			0.2	0.5	0.8	0.0	2.2	0.5	0.0	9.1

Sito	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	25.3.97	estemp.	2	4.8	15.3	18.2	7.4	10.5	10.6	99
2	25.3.97	estemp.	2.1	4.8	15.6	19	7.4	10.8	10.5	107.1
3	25.3.97	estemp.	0.6	6.6	18.7	26.6	10.9	4.5	11.8	127
4	25.3.97	estemp.	1.6	4.5	16.8	4.3	6.7	10.2	7.6	75.6
Val. MINIMO			0.6	4.5	15.3	4.3	6.7	4.5	7.6	75.6
Val. MASSIMO			2.1	6.6	18.7	26.6	10.9	10.8	11.8	127.0
Val. MEDIO			1.6	5.2	16.6	17.0	8.1	9.0	10.1	102.2
DEVIAZIONE STANDARD			0.6	0.8	1.3	8.0	1.6	2.6	1.5	18.4



**INQUINANTE: VOC  
COMUNE DI: BORGONE**

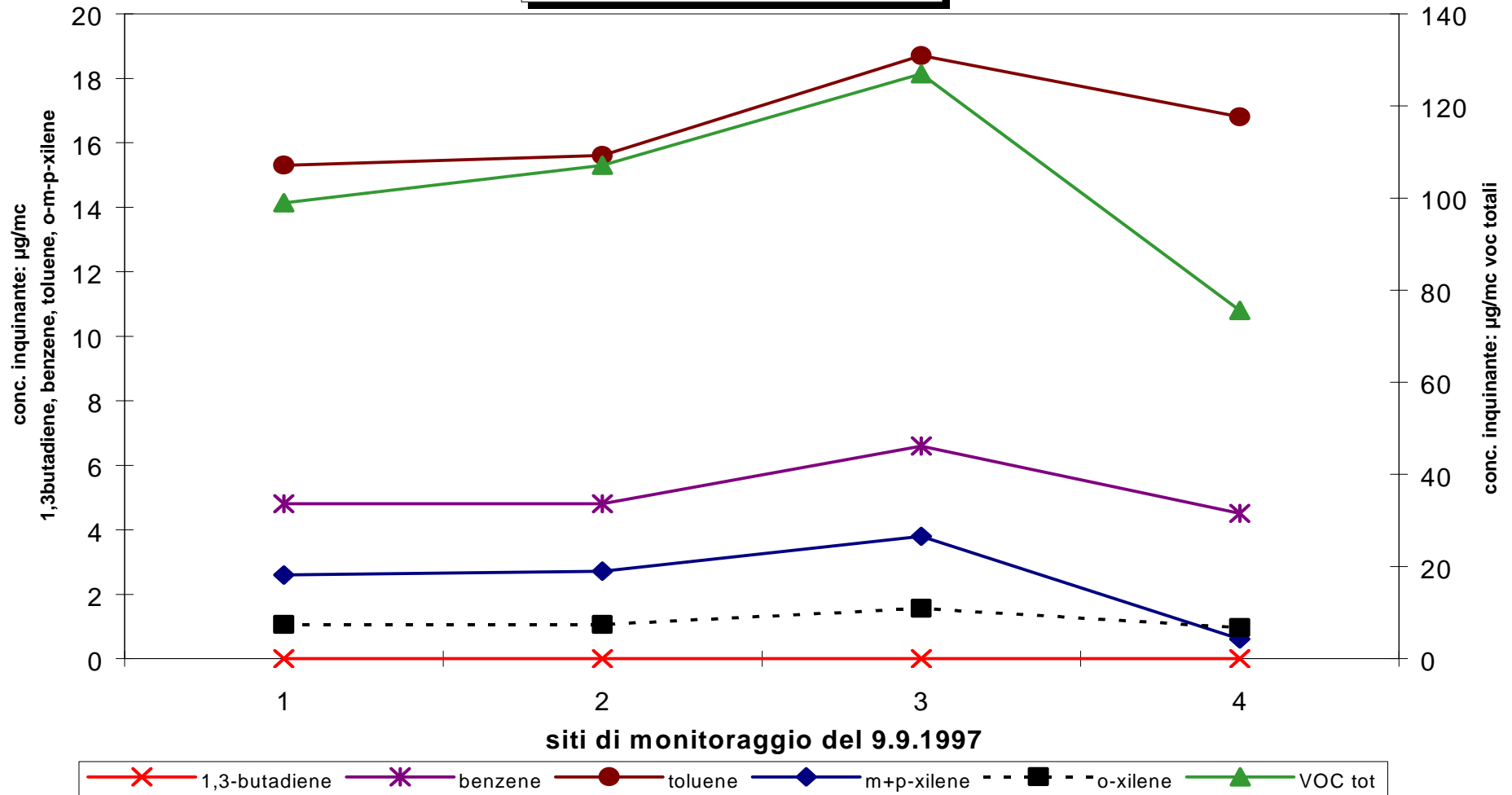


TABELLA n°12a : monitoraggio estemporaneo del 25 marzo 1997: valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

Sito	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	25.3.97	estemp.	2.9	4.1	4.0	0.0	6.7	3.2	0.0	4.0
2	25.3.97	estemp.	2.6	3.2	3.1	0.0	8.0	3.6	0.0	10.1
3	25.3.97	estemp.	2.9	3.3	2.6	0.0	3.4	3.9	0.0	23.0
4	25.3.97	estemp.	2.5	3.0	2.2	0.0	4.4	2.8	0.0	4.8
Val. MINIMO			2.5	3.0	2.2	0.0	3.4	2.8	0.0	4.0
Val. MASSIMO			2.9	4.1	4.0	0.0	8.0	3.9	0.0	23.0
Val. MEDIO			2.7	3.4	3.0	0.0	5.6	3.4	0.0	10.5
DEVIAZIONE STANDARD			0.2	0.4	0.7	0.0	1.8	0.4	0.0	7.6

Sito	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	25.3.97	estemp.	1.7	4.4	14.0	16.5	6.7	9.4	9.5	87.0
2	25.3.97	estemp.	1.8	4.4	14.2	17.2	6.7	9.7	9.4	93.9
3	25.3.97	estemp.	0.5	6.1	17.1	24.0	9.9	4.0	10.6	111.4
4	25.3.97	estemp.	1.3	4.1	15.3	3.9	6.1	9.2	6.8	66.4
Val. MINIMO			0.5	4.1	14.0	3.9	6.1	4.0	6.8	66.4
Val. MASSIMO			1.8	6.1	17.1	24.0	9.9	9.7	10.6	111.4
Val. MEDIO			1.3	4.8	15.1	15.4	7.3	8.1	9.1	89.7
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	0.8	1.2	7.3	1.5	2.3	1.4	16.1

GRAFICO N°12b : confronto benzene-CO relativo al monitoraggio del 25 marzo 1997

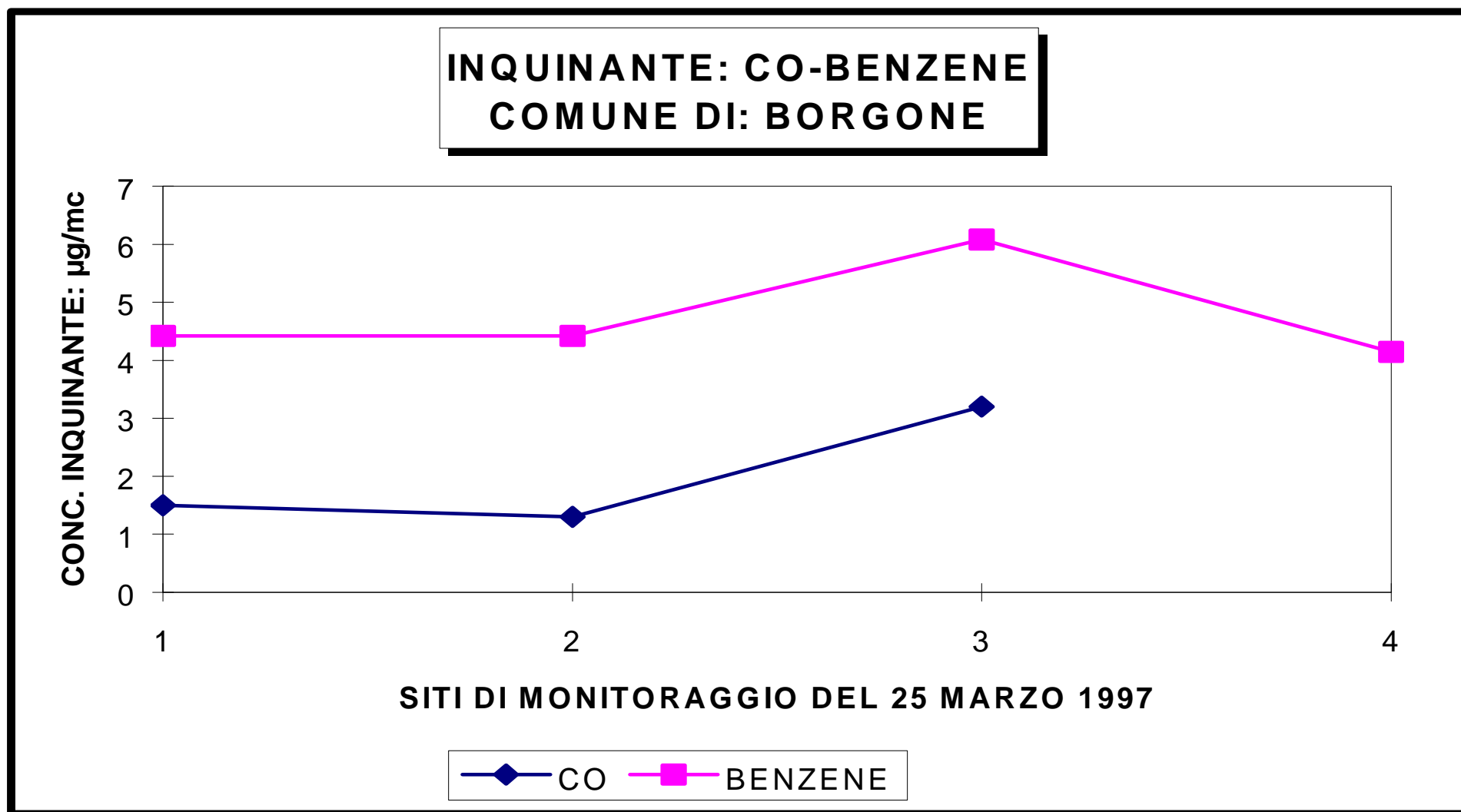


TABELLA N° 13 : monitoraggio V.O.C. del 9 settembre 1997 valutazione statistica e rappresentazione grafica

SITO:	SS.SS. 25 c/o MOBILAB
LOCALITA:	BORGONE

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	9.9.1997	12-14	3.8	4.7	8.1	0.6	15.9	7.1	1.8	8
2	9.9.1997	16-18	2.8	4.6	7	0.5	12.2	5.5	1.6	5.7
3	9.9.1997	20-22	4.4	8.6	14	0.8	24.1	7.8	2.1	6.3
4	10.9.1997	00-02	3.9	8.6	8.4	0.6	14.5	5.5	1.2	5.5
5	10.9.1997	04-06	3.1	10.7	6.9	0.5	7.9	3.8	0.9	7.7
6	10.9.1997	08-10	3.8	10.7	12.5	0.8	21	9.2	1.9	17.4
Val. MINIMO			2.8	4.6	6.9	0.5	7.9	3.8	0.9	5.5
Val. MASSIMO			4.4	10.7	14.0	0.8	24.1	7.8	2.1	8.0
Val. MEDIO			3.6	7.4	8.9	0.6	14.9	5.9	1.5	6.6
DEVIAZIONE STANDARD			0.6	2.7	2.9	0.1	6.0	1.6	0.5	1.1

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	9.9.1997	12-14	33.5	117.8	49.1	23.6	6.8	11.2	292
2	9.9.1997	16-18	24.5	113.3	60.7	29.1	4	13.3	284.8
3	9.9.1997	20-22	17.5	71.6	42.9	20.2	5.7	8.5	234.5
4	10.9.1997	00-02	11.9	53.3	33.5	16.1	4.3	7.9	175.2
5	10.9.1997	04-06	7.6	43.1	27.4	12.6	2.9	7	142.1
6	10.9.1997	08-10	9.1	39.7	27.3	10.5	2.2	5.8	171.9
Val. MINIMO			7.6	43.1	27.4	12.6	2.9	7.0	142.1
Val. MASSIMO			33.5	117.8	60.7	29.1	6.8	13.3	292.0
Val. MEDIO			19.0	79.8	42.7	20.3	4.7	9.6	225.7
DEVIAZIONE STANDARD			10.3	34.2	13.1	6.4	1.5	2.6	66.2

**INQUINANTE: VOC  
COMUNE DI: BORGONE**

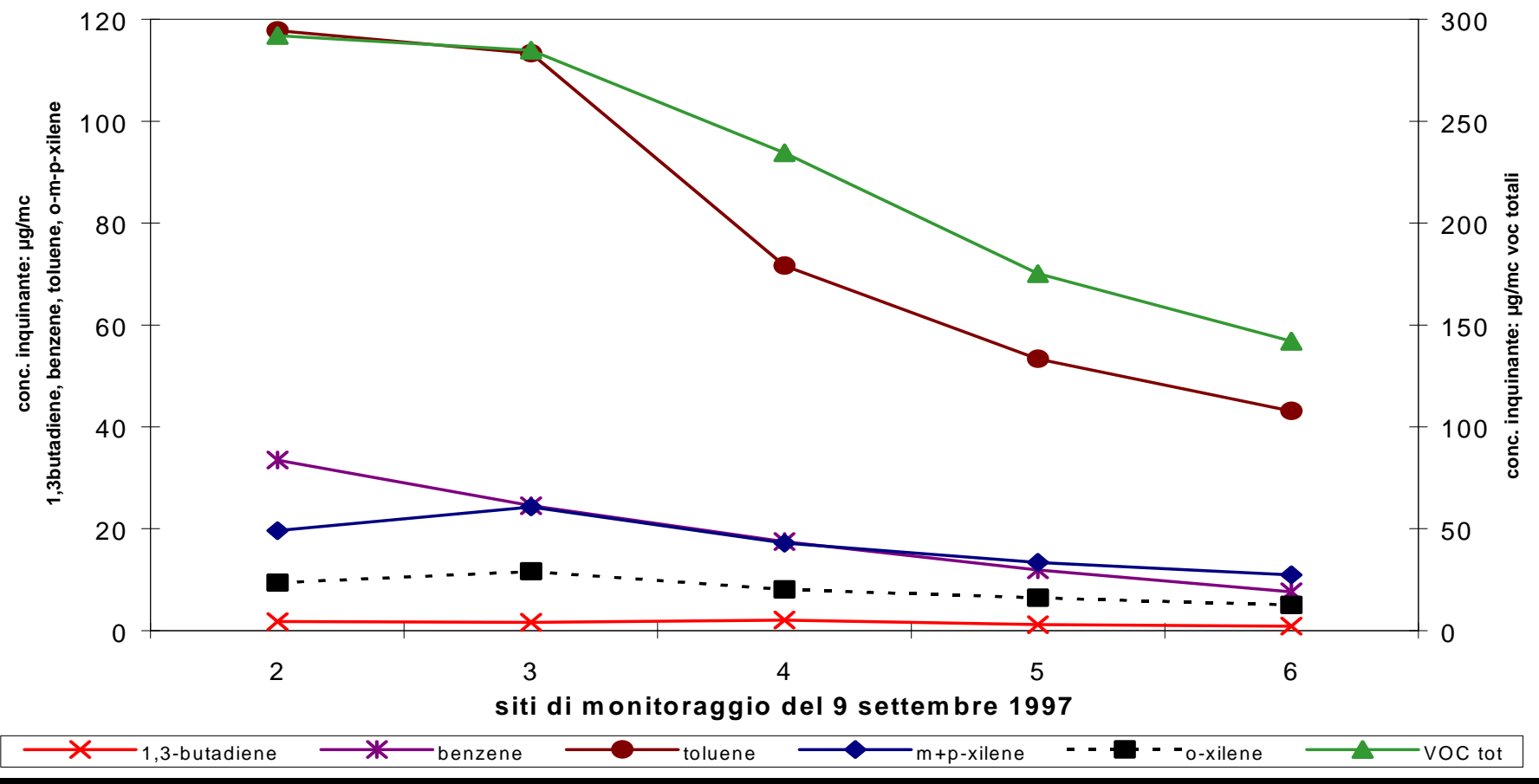


TABELLA n°13a : monitoraggio del 9 settembre 1997: valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	9.9.1997	12-14	3.0	3.8	6.7	0.5	13.2	5.9	1.6	6.7
2	9.9.1997	16-18	2.2	3.8	5.8	0.4	10.1	4.6	1.4	4.5
3	9.9.1997	20-22	3.5	7.0	11.6	0.7	20.0	6.5	1.9	5.0
4	10.9.1997	00-02	3.1	7.0	6.9	0.5	12.0	4.6	1.1	4.4
5	10.9.1997	04-06	2.5	8.7	5.7	0.4	6.6	3.2	0.8	6.1
6	10.9.1997	08-10	3.0	8.7	10.3	0.7	17.5	7.6	1.7	13.9
Val. MINIMO			2.2	3.8	5.7	0.4	6.6	3.2	0.8	4.4
Val. MASSIMO			3.5	8.7	11.6	0.7	20.0	7.6	1.9	13.9
Val. MEDIO			2.9	6.5	7.8	0.5	13.2	5.4	1.4	6.8
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	2.2	2.5	0.1	4.9	1.6	0.4	3.6

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	9.9.1997	12-14	30.9	107.4	44.4	21.3	6.1	10.1	262
2	9.9.1997	16-18	22.6	103.3	54.9	26.3	3.6	11.9	255
3	9.9.1997	20-22	16.1	65.3	38.8	18.3	5.1	7.6	207
4	10.9.1997	00-02	11.0	48.6	30.3	14.6	3.9	7.1	155
5	10.9.1997	04-06	7.0	39.3	24.8	11.4	2.6	6.3	125
6	10.9.1997	08-10	8.4	36.2	24.7	9.5	2.0	5.2	149
Val. MINIMO			7.0	36.2	24.7	9.5	2.0	5.2	125
Val. MASSIMO			30.9	107.4	54.9	26.3	6.1	11.9	262
Val. MEDIO			16.0	66.7	36.3	16.9	3.9	8.0	192
DEVIAZIONE STANDARD			9.3	31.7	12.0	6.3	1.5	2.5	58

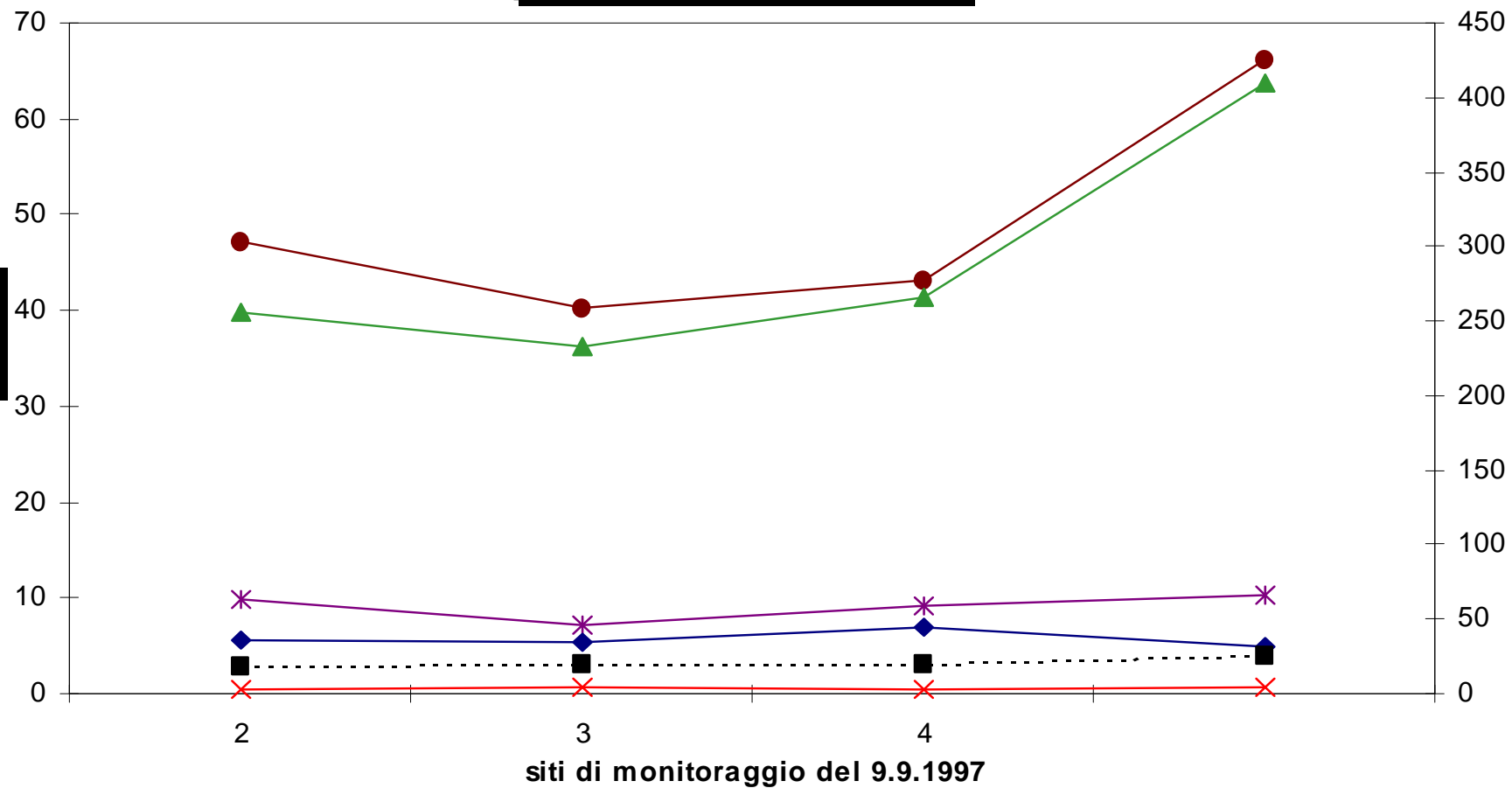
TABELLA N°14 : monitoraggio V.O.C. estemporaneo del 9 settembre 1997:  
valutazione statistica e rappresentazione grafica

SITO:	1. Pza Montabone 2. SS.SS. 24 n°25 3. via Ponte Dora (davanti gioco bimbi) 4. via Falco n°20
LOCALITA:	BORGONE

Sito di campionamento	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	9.9.1997	estemp.	4.4	6	20	1.6	43.3	22.1	0.5	32.5
2	9.9.1997	estemp.	5.5	7.9	14.3	1.1	29.2	13.9	0.6	45.8
3	9.9.1997	estemp.	3.5	5.5	8.8	1	19.6	10.3	0.5	78
4	9.9.1997	estemp.	6.8	8.3	15.4	3.5	33.3	85	0.7	112
Val. MINIMO			3.5	5.5	8.8	1.0	19.6	10.3	0.5	32.5
Val. MASSIMO			6.8	8.3	20.0	3.5	43.3	85.0	0.7	112.0
Val. MEDIO			5.1	6.9	14.6	1.8	31.4	32.8	0.6	67.1
DEVIAZIONE STANDARD			1.4	1.4	4.6	1.2	9.8	35.1	0.1	35.5

Sito di campionamento	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	9.9.1997	estemp.	9.8	47.1	35.6	18.9	5.8	8.8	256.4
2	9.9.1997	estemp.	7.2	40.2	34	19.8	4.7	8.2	232.4
3	9.9.1997	estemp.	9.2	43.1	44.1	20.2	7.1	15.1	266
4	9.9.1997	estemp.	10.2	66.1	31.2	25.9	3.3	8.1	409.8
Val. MINIMO			7.2	40.2	31.2	18.9	3.3	8.1	232.4
Val. MASSIMO			10.2	66.1	44.1	25.9	7.1	15.1	409.8
Val. MEDIO			9.1	49.1	36.2	21.2	5.2	10.1	291.2
DEVIAZIONE STANDARD			1.3	11.7	5.6	3.2	1.6	3.4	80.4

**INQUINANTE: VOC  
COMUNE DI: BORGONE**



x 1,3-butadiene   
 \* benzene   
 ● toluene   
 ◆ m+p-xilene   
 ■ o-xilene   
 ▲ VOC tot

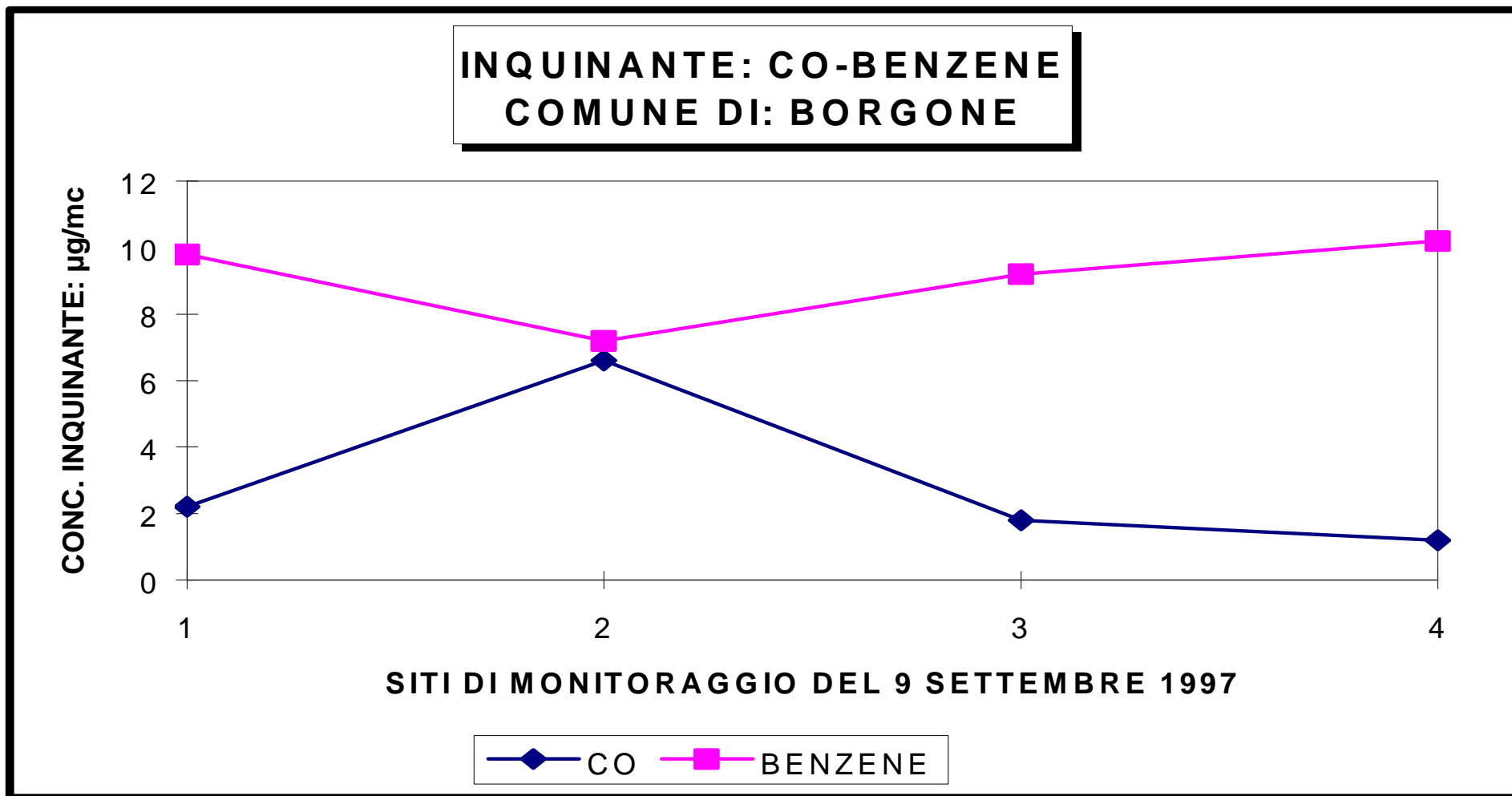


TABELLA n°14a : monitoraggio estemporaneo del 9 settembre 1997:  
valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Etano	Propano	Butano	Ciclo pentano	Iso pentano	n-Pentano	1-3 Butadiene	n-Esano
1	9.9.1997	estemp.	3.5	4.9	16.5	1.4	36.0	18.4	0.4	27.1
2	9.9.1997	estemp.	4.4	6.4	11.8	0.9	24.3	11.6	0.5	36.5
3	9.9.1997	estemp.	2.8	4.5	7.3	0.9	16.3	8.6	0.4	62.2
4	9.9.1997	estemp.	5.4	6.8	12.7	3.0	27.7	70.6	0.6	89.4
Val. MINIMO			2.8	4.5	7.3	0.9	16.3	8.6	0.4	27.1
Val. MASSIMO			5.4	6.8	16.5	3.0	36.0	70.6	0.6	89.4
Val. MEDIO			4.0	5.7	12.1	1.5	26.1	27.3	0.5	53.8
DEVIAZIONE STANDARD			1.1	1.1	3.8	1.0	8.2	29.2	0.1	28.0

Numero campione	Data prelievo	Orario	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
			Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	9.9.1997	estemp.	9.0	43.0	32.2	17.1	5.2	7.9	223
2	9.9.1997	estemp.	6.6	36.7	30.7	17.9	4.2	7.4	200
3	9.9.1997	estemp.	8.5	39.3	39.9	18.3	6.4	13.6	229
4	9.9.1997	estemp.	9.4	60.3	28.2	23.4	3.0	7.3	348
Val. MINIMO			6.6	36.7	28.2	17.1	3.0	7.3	200
Val. MASSIMO			9.4	60.3	39.9	23.4	6.4	13.6	348
Val. MEDIO			8.4	44.8	32.7	19.2	4.7	9.0	250
DEVIAZIONE STANDARD			1.2	10.6	5.0	2.9	1.5	3.0	66

GRAFICO N°14b : confronto benzene-CO relativo al monitoraggio del 9 settembre 1997



### **5.3.1- Idrocarburi policiclici aromatici ( I.P.A. )**

Si sono effettuati campionamenti finalizzati a quantizzare il livello di I.P.A. presenti nell'aria.

Il prelievo è stato eseguito 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 n° 13: campionamenti IPA

	campione n° 4 del 25.3.1997 (ng/Nmc)	dalle ore 12 alle ore 12 del 26.3.1997
naftalene	<0,2	
acenaftilene	<0,2	
acenaftene	3	
fluorene	<0,2	
fenantrene	<0,2	
antracene	<0,2	
fluorantene	<0,2	
pirene	<0,2	
benzo(a)antracene	1	
crisene	1,3	
benzo(b)fluorantene	2,6	
benzo(k)fluorantene	0,4	
<b>benzo(a)pirene</b>	<0,2	
indenopirene	<0,2	
dibenzoantracene	<0,2	
benzoperilene	3,4	
<b>totale</b>	<b>11,7</b>	

#### **4.3.2 - Metalli ( Piombo Pb, Cadmio Cd, Nichel Ni )**

Si è proceduto ad una campionatura di polveri aereodisperse per valutare le concentrazioni di Pb, Cd, Ni e V in esse contenute.

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

**TABELLA n°15:** risultati metalli (1° periodo) e confronto con classificazione O.M.S. delle aree urbane, industriale e remota rispetto alle concentrazioni dei metalli espresse come media annuale

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

Nota 3: sostanza cancerogena

	<b>Cadmio µg/mc</b>	<b>Piombo µg/mc</b>	<b>Nichel µg/mc</b>	<b>Vanadio µg/mc</b>
<b>campione n°1 dalle ore 12 alle ore 20 del 25.3.1997</b>	< 0.00125	0.12	< 0.025	< 0.025
<b>campione n°2 dalle ore 20 alle ore 4 del 26.3.1997</b>	< 0.00125	0.2	< 0.025	< 0.025
<b>campione n°3 dalle ore 4 alle ore 12 del 26.3.1997</b>	< 0.00125	0.5	< 0.025	< 0.025

**TABELLA n°16:** risultati metalli (2° periodo) e confronto con classificazione O.M.S. delle aree urbane, industriale e remota rispetto alle concentrazioni dei metalli espresse come media annuale

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

Nota 3: sostanza cancerogena

	<b>Cadmio µg/mc</b>	<b>Piombo µg/mc</b>	<b>Nichel µg/mc</b>	<b>Vanadio µg/mc</b>
<b>campione n°5 dalle ore 12 alle ore 20 del 9.9.1997</b>	< 0.0125	0.14	0.03	< 0.025
<b>campione n°6 dalle ore 20 alle ore 4 del 10.9.1997</b>	< 0.0125	0.11	< 0.025	< 0.025
<b>campione n°7 dalle ore 4 alle ore 12 del 10.9.1997</b>	< 0.0125	0.2	0.03	< 0.025

## **CAPITOLO 5**

### **CONCLUSIONI**



## CONCLUSIONI - Relative alla campagna di monitoraggio effettuata con il Laboratorio Mobile.

Per quanto concerne la campagna di monitoraggio dei principali inquinanti atmosferici definiti dalla normativa vigente ed attuata con il Laboratorio Mobile, si possono formulare le seguenti conclusioni:

1. Il monitoraggio effettuato dal **5 marzo al 1 aprile 1997** si colloca in un periodo dell'anno in cui, all'inquinamento provocato dalle attività industriali e dal traffico veicolare, si aggiunge il contributo degli impianti di riscaldamento domestico;
2. le condizioni meteorologiche, inoltre, caratterizzate da bassi valori di irraggiamento solare, sono, in termini generali, sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.
3. Le risultanze dell'indagine effettuata in tale periodo si possono quindi ritenere rappresentative della situazione più critica dell'anno solare in relazione a tutti gli inquinanti esaminati ad eccezione dell'ozono che, in quanto sostanza di origine fotochimica, presenta nel semestre freddo valori minimi di concentrazione.
4. La direzione prevalente del vento rilevata nel sito di monitoraggio è da **est sud est nelle ore diurne e da ovest nord ovest in quelle notturne, in accordo con l'andamento tipico dei regimi di brezza** ; la velocità media del vento è relativamente elevata (1.4 m/sec) con punte sino a 10 m/sec. Ciò favorisce la dispersione degli inquinanti per trasporto.
5. Il monitoraggio effettuato dal **28 agosto al 16 settembre 1997** si colloca invece in un periodo dell'anno in cui è minimo il contributo all'inquinamento atmosferico degli impianti di riscaldamento domestico ed in cui le condizioni meteorologiche sono caratterizzate da elevati valori di irraggiamento solare e sono quindi in generale favorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera come pure però alla formazione di inquinanti secondari ed in particolare di ozono.
6. Le risultanze dell'indagine effettuata in tale periodo si possono quindi ritenere rappresentative di una situazione prossima ai massimi annuali per quanto riguarda l'ozono e prossima ai minimi annuali per tutti gli altri inquinanti.
7. Per quanto riguarda il contributo alla diluizione degli inquinanti per trasporto da parte del vento, valgono le stesse considerazioni già fatte in relazione al primo periodo di monitoraggio, con un valore medio di velocità del vento di **1 m/sec** e punte sino a 5 m/sec. In un periodo critico per l'inquinamento fotochimico come quello in esame, però, valori elevati di velocità del vento possono comportare accumulo di ozono , come vedremo nel seguito della trattazione.

Entrando più nello specifico delle singole specie di inquinanti, in base ai dati disponibili ed alla natura del sito di monitoraggio, si possono formulare le seguenti considerazioni

## Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), monossido di carbonio (CO) e piombo (Pb)

I valori rilevati di questi inquinanti si sono mantenuti ampiamente nei limiti della normativa in entrambi i periodi di monitoraggio, per cui si può ritenere che nel corso dell' anno tali limiti siano sempre rispettati.

L'andamento del giorno medio per il monossido di carbonio, tipico tracciante dell'inquinamento da traffico autoveicolare, mostra valori massimi nelle fasce orarie 6-10 e 17-20, in corrispondenza delle presumibili punte di traffico; tale andamento si riscontra anche per il biossido di zolfo, ad indicare che anch'esso è originato dal traffico autoveicolare.

## Cadmio (Cd) e nichel (Ni)

Per queste due sostanze non ci sono riferimenti normativi. Facendo riferimento alle Linee guida per la qualità dell'aria dell'O.M.S., si evidenzia che le concentrazioni rilevate rientrano nell'ambito medio di un'area urbana per il nichel e nell'ambito di un'area remota (cioè lontana da fonti inquinanti) per il cadmio.

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

In entrambi i periodi non si sono verificati superamenti del livello di attenzione (200 µg/mc), con valori massimi di 130 µg/mc nel marzo 1997 e di 100 µg/mc nell'agosto-settembre. Le distribuzioni di frequenza mostrano una sostanziale similarità dei dati nei due periodi.

Poiché però i mesi dell'anno più critici per questo inquinante sono quelli del tardo autunno-inverno, è presumibile che in tale periodo si possano verificare superamenti del livello di attenzione.

Per quanto riguarda l'origine dell'inquinante in esame, occorre ricordare che in termini generali, gli ossidi di azoto si originano in tutti i processi di combustione.

Nel caso specifico, sia in base alle caratteristiche del sito di monitoraggio che all'esame comparato dei grafici relativi al giorno medio per monossido di carbonio e biossido di azoto, si può ritenere che la presenza di quest'ultimo sia attribuibile principalmente alle emissioni da traffico autoveicolare.

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

In entrambi i periodi non si sono verificati superamenti del livello di attenzione (180 µg/mc come media oraria) ma nel periodo estivo si sono registrati valori assai prossimi a tale limite (valore massimo 170 µg/mc), per cui è assai probabile che, in particolare nel mese di luglio, tale limite venga saltuariamente superato.

Nell'agosto-settembre, inoltre, si sono verificati 16 superamenti della soglia di protezione della salute (110 µg/mc come media di otto ore consecutive) ad

indicare una esposizione a concentrazioni non particolarmente elevate ma persistenti per un tempo relativamente lungo nella parte centrale della giornata

Tale fenomeno è comunque limitato al 2.5% del totale dei periodi di otto ore considerati.

Da notare che un contributo non trascurabile all'inquinamento da ozono è legato a fenomeni di trasporto dell'inquinante da zone anche lontane dal sito ad opera dei venti. Ciò appare con particolare evidenza nelle giornate del 17, 20 e 29 marzo e del 29 agosto, dove ad elevati valori di velocità del vento corrispondono valori di ozono relativamente costanti nel corso della giornata, nell'intorno dei 50-60 µg/mc.

In effetti nella giornata del 29 agosto si è avuto il valore di media giornaliera più elevato e assai prossimo alla soglia di protezione della vegetazione.

Per quanto riguarda l'origine dell'inquinante in esame, occorre considerare che l'ozono si origina fotochimicamente come inquinante secondario in presenza di composti organici volatili (VOC) e di biossido di azoto .

In base alle considerazioni fatte relativamente a quest'ultimo e a quelle che seguono nel paragrafo dedicato ai VOC, si può ritenere che la presenza di ozono sia principalmente da attribuire alle emissioni da traffico autoveicolare.

### **Polveri sospese totali (PTS)**

Le polveri sospese totali risultano, tra gli inquinanti oggetto del monitoraggio, quello di più complessa interpretazione.

Nel mese di marzo 1997 si sono verificati 4 superamenti (pari a circa il 16% delle giornate totali di rilevazione) del livello di attenzione di 150 µg/mc come media giornaliera , mentre nel secondo periodo non si sono verificati superamenti con un massimo giornaliero del periodo attorno a 120 µg/mc.

I superamenti del mese di marzo sono concentrati nella prima metà del periodo, in corrispondenza a valori più alti di pressione atmosferica.

I dati disponibili evidenziano un'origine multipla di tale inquinante, la cui presenza è attribuibile:

- alle emissioni da autoveicoli con motore diesel, con un contributo minimo dei veicoli a benzina;
- alle combustioni fisse di vario genere (in particolare agli impianti, di riscaldamento domestico e industriali, alimentati con combustibili liquidi o solidi).

L'esame comparato del giorno medio del monossido di carbonio e delle polveri mostra che il contributo preminente è quello del traffico autoveicolare.

È certamente ipotizzabile che si verifichino superamenti del livello di attenzione nel semestre freddo dell'anno.

Va comunque osservato che le analisi relative ai metalli e agli idrocarburi policiclici aromatici indicano che le polveri in questione sono principalmente costituite da materiale inerte e quindi meno rilevante sotto il profilo della tossicità.

### Composti organici volatili (VOC)

L'esame di questa categoria di inquinanti va effettuato da due distinti punti di vista.

Da un lato, infatti, i VOC vanno considerati nel loro complesso come precursori di inquinanti secondari, quali l'ozono ed altri ossidanti fotochimici.

Il riferimento normativo è in questo caso il limite di 200 µg/mc (DPCM 30/83) relativo agli idrocarburi non metanici espressi come carbonio.

Dall'altro lato alcuni dei composti che fanno parte del gruppo dei VOC hanno caratteristiche di tossicità intrinseca.

Tra questi, l'unico per il quale esiste un riferimento normativo è il benzene, per il quale il DM 25.11.94 fissa un obiettivo di qualità, su base annuale, pari a 15 µg/mc.

È bene ricordare che il benzene è classificato a livello internazionale come sostanza cancerogena per l'uomo.

Per il confronto con i valori di legge, occorre considerare che, per ragioni tecniche, nel corso della presente campagna sono state effettuate, in 6 siti all'interno del territorio comunale, misure di tipo puntuale ed una campagna di 24 ore in ognuno dei due periodi nello stesso sito di posizionamento del mobilab, mentre i suddetti riferimenti normativi sono relativi ad una base temporale pari a tre ore per il limite di 200 µg/mc (idrocarburi non metanici precursori di ossidanti fotochimici) e pari ad un anno per il limite di 15 µg/mc (benzene).

Pur con tali limitazioni si possono formulare le considerazioni che seguono:

**a)** per quanto riguarda la formazione di ossidanti fotochimici, il periodo di monitoraggio da esaminare è, per le ragioni già esposte in relazione all'esame dei dati di ozono, quello **dell'agosto-settembre 1997**.

Il valore medio dei VOC relativamente agli otto siti di prelievo è di **250** µg/mc con una punta di **350** µg/mc.

È quindi assai probabile che nei mesi estivi si abbia formazione di smog fotochimico, a conferma delle considerazioni già effettuate sulla base dei dati di ozono.

Le fonti di emissione di VOC sono molteplici, ma il contributo del traffico autoveicolare, ed in particolare dei veicoli a benzina, è certamente assai significativo. Fonti della Comunità Europea valutano tale contributo come compreso tra il 30 e il 45% del totale delle emissioni di VOC.

**b)** per quanto riguarda il benzene, nel primo periodo di monitoraggio (marzo 1997) si ha un valore medio, in relazione agli otto siti di prelievo, pari a 5.2 µg/mc, con una punta di 6.6 µg/mc, mentre nel secondo periodo (agosto-settembre 1997) tali valori sono rispettivamente 9.1 µg/mc e 10 µg/mc. I dati mostrano una sostanziale omogeneità di tutti i siti su valori relativamente bassi.

Valori più elevati si riscontrano invece nel sito in cui è stato posizionato il mobilab. La media su 24 ore nel primo periodo è 11 µg/mc, mentre nel secondo è 19 µg/mc, con un massimo di 33 µg/mc. Pur non potendo effettuare in senso stretto un confronto con l'obiettivo di qualità di 15 µg/mc (che, come si è detto, è calcolato su base annuale), si può affermare che le concentrazioni di benzene nel sito di via Abegg possono assumere, specie in condizioni di sostanziale calma di vento come quelle verificatesi dalle 12 alle 14 del 9 settembre, valori critici

Va osservato infatti che l'inquinante in questione ha origine essenzialmente dal traffico autoveicolare, cioè da una sorgente diffusa le cui emissioni complessive, in una certa porzione di territorio, presentano, in prima approssimazione, una certa costanza nel tempo; ciò fa sì che anche misure su scala temporale limitata come quelle effettuate nel corso della presente campagna abbiano un accettabile grado di rappresentatività della situazione complessiva.

Anche nel caso del benzene è presumibile che nel periodo invernale si abbiano valori più elevati di quelli riscontrati nel corso della presente campagna.

### Idrocarburi policiclici aromatici

E' stato effettuato un campionamento di idrocarburi policiclici aromatici nel corso della prima campagna, evidenziando una concentrazione di benzo-a-pirene, nettamente inferiore all'obiettivo di qualità su base annuale (2.5 ng/mc).

L'origine di questa famiglia di sostanze è comunque costituita sia dalle emissioni degli impianti termici alimentati con combustibili solidi o liquidi che dal traffico autoveicolare, con netta prevalenza di quello legato ai veicoli con motore diesel.

Il Responsabile dell' Area Tematica Aria  
Dott. Francesco Lollobrigida

## 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 SO<sub>2</sub> 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<sub>x</sub>.

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 O<sub>3</sub> 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.

## BIBLIOGRAFIA

- Ambiente: Protezione e risanamento - Vol. 2'  
a cura di A. Zavatti
  
- DPCM 28/3/83 - Allegato II Appendice 10:  
Sistemi di misura automatizzati
  
- ISTISAN 83/48 - Allegato A:  
Criteri generali per il controllo della qualità dell'aria
  
- ISTISAN 83/48 - Allegato B:  
Elaborazione e valutazione dei risultati per la verifica del  
rispetto degli Standard di qualità dell'aria
  
- Handbook of environmental control - Vol. 1' - Air pollution
  
- Inquinamento atmosferico '89: Tutela della qualità dell'aria  
a cura di A. Frigerio
  
- Inquinamento atmosferico '91: a cura di A. Frigerio
  
- Studi per la valutazione della qualità dell'aria nella Provincia di  
Milano - marzo 91
  
- Dinamica dell'inquinamento atmosferico - L. Santomauro



## INDICE

CAPITOLO 1		
NORMATIVA E LIMITI DI LEGGE	pag.	3
CAPITOLO 2		
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	17
CAPITOLO 3		
OBBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	pag.	31
CAPITOLO 4		
4.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI	pag.	34
4.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO		
GIORNO MEDIO	pag	53
DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA DEL LIVELLO DI INQUINAMENTO	pag.	58
4.2.1 SO2	pag.	64
4.2.2 NOx	pag.	74
4.2.3 CO	pag.	94
4.2.4 O3	pag.	104
4.2.5 PTS	pag.	120
4.3 COMPOSTI ORGANICI VOLATILI	pag.	131
4.3.1 I.P.A.	pag.	146
4.3.2 METALLI	pag.	149
CAPITOLO 5		
CONCLUSIONI	pag.	152
SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	pag.	157
BIBLIOGRAFIA	pag.	159

<