

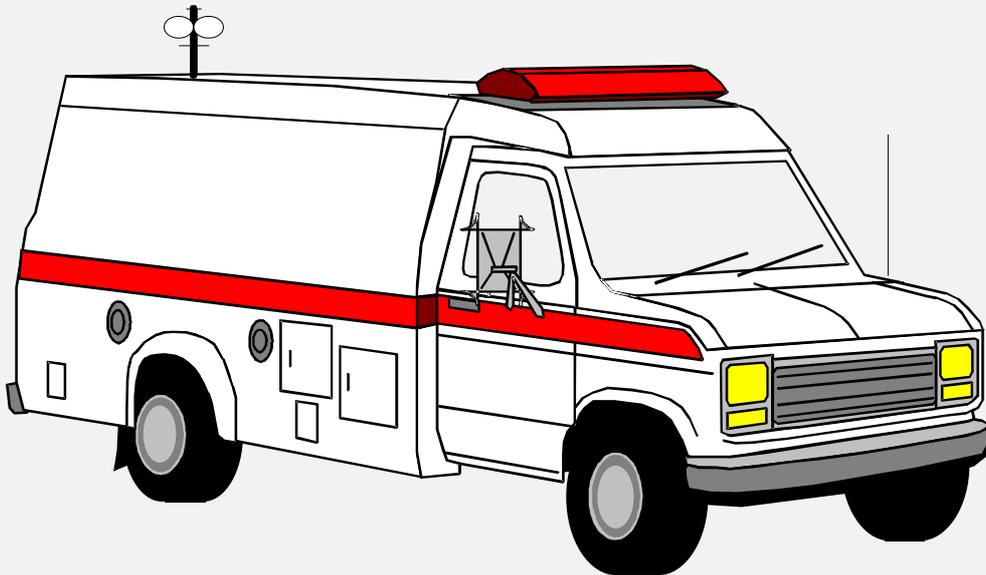
# MOBILAB

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  
CARIGNANO**

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**".

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 Carignano 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			
HCM			
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.

Oggigiorno 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	0.000003

---

<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

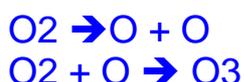
L'anidride solforosa è forse l'inquinante più comune delle aree urbane; le emissioni di questo composto sono di natura principalmente antropogenica (impianti industriali, combustioni domestiche e traffico pesante).

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 formazioni 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 25/11/94 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 pirosintesi 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

### 3.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

A seguito della richiesta dell'Amministrazione Comunale di **Carignano** in due periodi dell'anno, rispettivamente **marzo-aprile 98** e **ottobre 98**, 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 è stato così definito: C.so C. Battisti ang.lo Via Valdocco ( fermata BUS ).

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, V e Ni) presenti nell'aria.

## 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 **Carignano**.

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.S.T - Radiazione solare totale	W/m <sup>2</sup>
R.S.NI - Radiazione solare netta	W/m <sup>2</sup>
P.A. - Pressione atmosferica	mbar

Copia di questi dati è conservata su dischetto presso il Laboratorio di Grugliasco - Sezione Chimica - Gruppo di lavoro qualità dell'aria - 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.

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.

In conclusione dalla valutazione generale dei dati meteorologici registrati in **Carignano** nei mesi di **marzo-aprile e ottobre 1998** si evince quanto segue:

### **1° periodo – marzo-aprile**

Il primo periodo di monitoraggio si caratterizza per un andamento climatico tipicamente primaverile.

Si è registrata una presenza di vento quasi costante con velocità media di **0.75** m/sec. con punte di **2.2** m/sec.

La temperatura media misurata è di **9°** C con punte massime di **23** ° C e punte minime di **-3**°C.

### **2° periodo – ottobre**

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

Si è registrata una presenza quasi costante di calma di vento.

La temperatura media misurata è di **.11**° C con punte massime di **20**° C e punte minime di **2**°C.

Tabella n°1: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di **.marzo-aprile 1998**

parametro	V.V.
(calme escluse)	
	m/sec
% calme	
(misure < 0.5 m/sec):	84.9
Valore minimo:	0.50
Valore massimo:	2.19
Valore medio:	0.75
Deviaz.Standard:	0.28

parametro	U.R.
	%
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	93.40
Valore medio:	44.38
Valore mediana:	41.35
Deviaz.Standard:	26.38

parametro	R.S.N.
	W/mq
Valore minimo:	-30.00
Valore massimo:	445.00
Valore medio:	76.86
Valore mediana:	-21.00
Deviaz.Standard:	144.27

parametro	T.A.
	C°
Valore minimo:	-3.00
Valore massimo:	23.00
Valore medio:	9.18
Valore mediana:	9.00
Deviaz.Standard:	6.12

parametro	P.A.
	mbar
Valore minimo:	984.00
Valore massimo:	1030.00
Valore medio:	1010.69
Valore mediana:	1012.00
Deviaz.Standard:	11.01

parametro	R.S.T.
	W/mq
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	459.00
Valore medio:	103.31
Valore mediana:	3.05
Deviaz.Standard:	141.12

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore diurne	7-18
N	6
NNE	13
NE	8
ENE	34
E	27
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	2
SW	8
WSW	2
W	2
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (diurno - calme escluse)	64

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore notturne	19-6
N	9
NNE	15
NE	26
ENE	18
E	32
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (notturno - calme escluse)	34

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore totali	
N	7
NNE	13
NE	14
ENE	29
E	29
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	1
SW	5
WSW	1
W	1
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero totale eventi (calme escluse)	98

Tabella n°2: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al rilevamento eseguito nel mese di **ottobre 1998**

parametro (calme escluse)	V.V. m/sec
% calme (misure < 0.5 m/sec):	99.2
Valore minimo:	0.52
Valore massimo:	0.56
Valore medio:	0.54
Deviaz. Standard:	0.01

parametro	U.R. %
Valore minimo:	28.40
Valore massimo:	91.50
Valore medio:	78.28
Valore mediana:	87.90
Deviaz. Standard:	17.00

parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	404.00
Valore medio:	56.41
Valore mediana:	0.00
Deviaz. Standard:	96.83

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	2.00
Valore massimo:	20.00
Valore medio:	10.65
Valore mediana:	11.00
Deviaz. Standard:	4.08

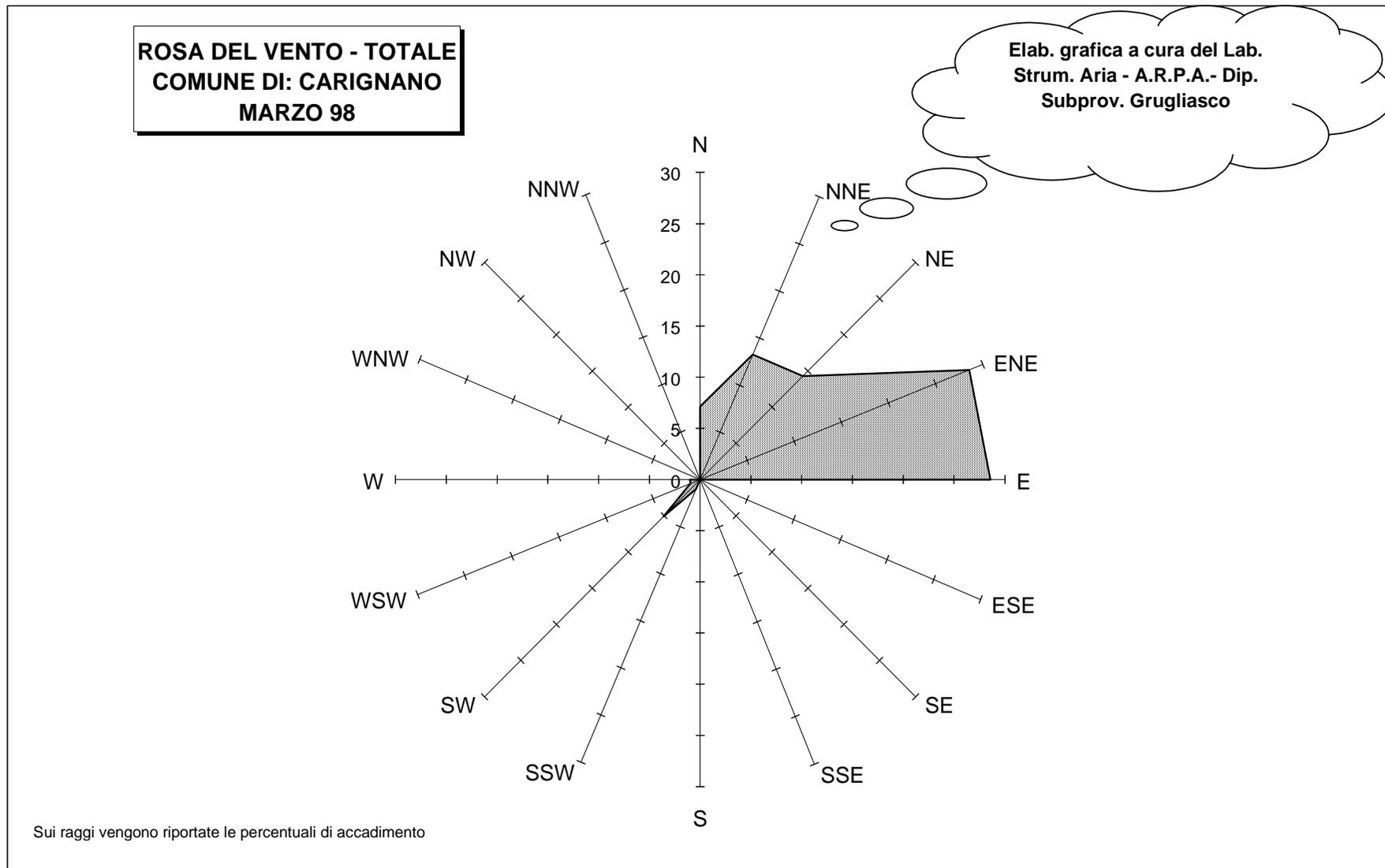
parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	991.00
Valore massimo:	1022.00
Valore medio:	1006.73
Valore mediana:	1007.00
Deviaz. Standard:	7.35

parametro	R.S.N. W/mq
Valore minimo:	-30.00
Valore massimo:	341.00
Valore medio:	34.18
Valore mediana:	-16.00
Deviaz. Standard:	96.53

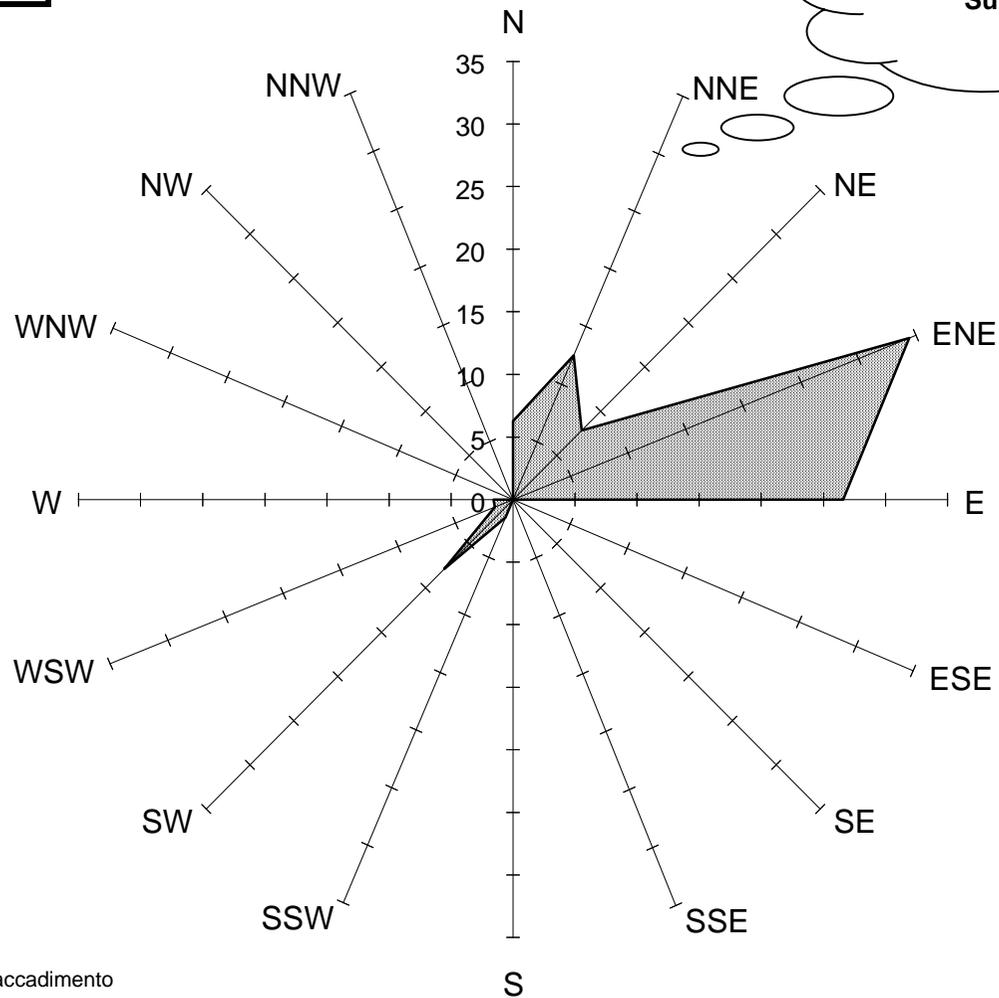
percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore diurne	8-16
N	0
NNE	0
NE	20
ENE	20
E	60
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (diurno - calme escluse)	5

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore notturne	17-7
N	0
NNE	0
NE	0
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (notturno - calme escluse)	0

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore totali	
N	0
NNE	0
NE	20
ENE	20
E	60
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	0
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero totale eventi (calme escluse)	5

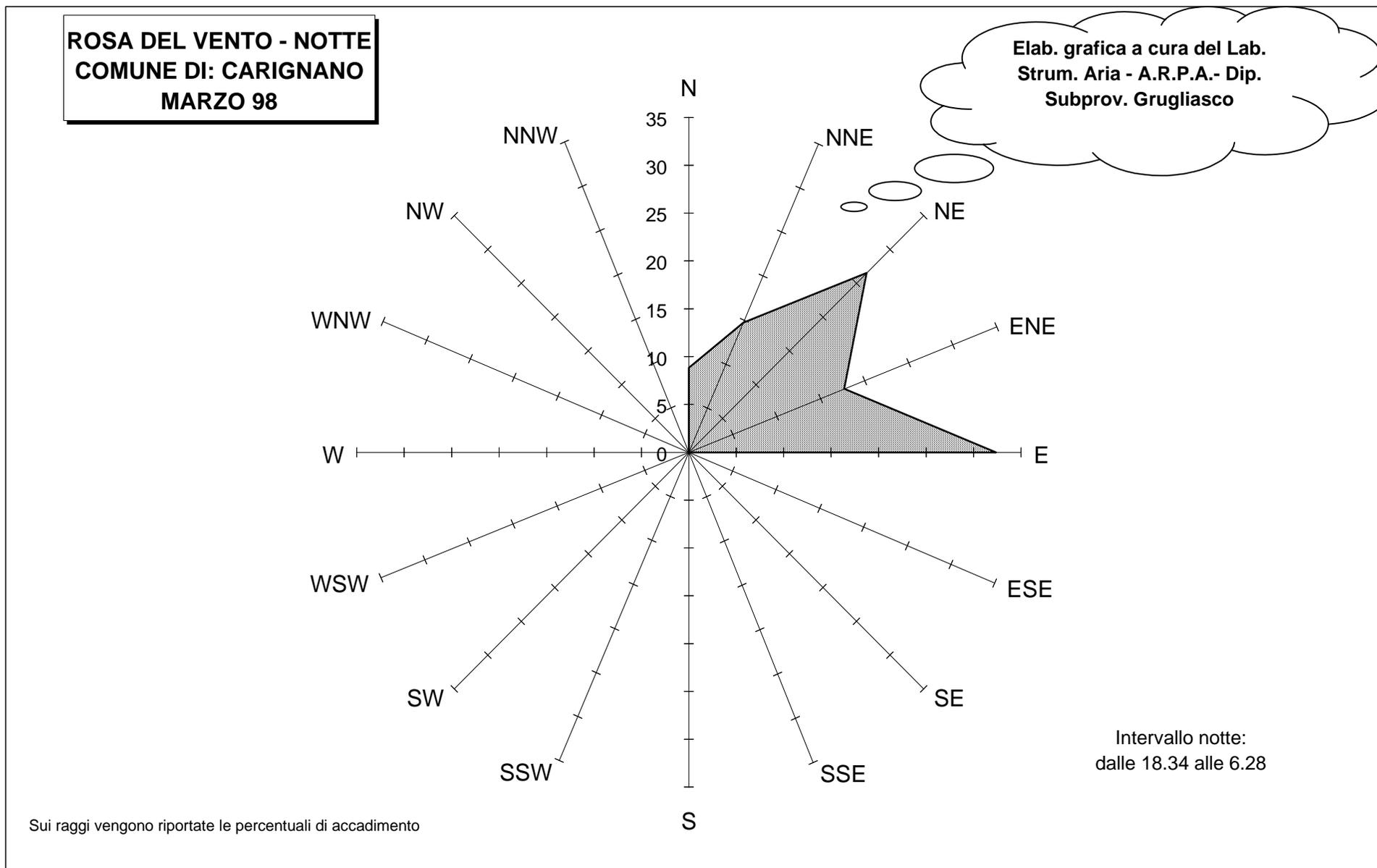


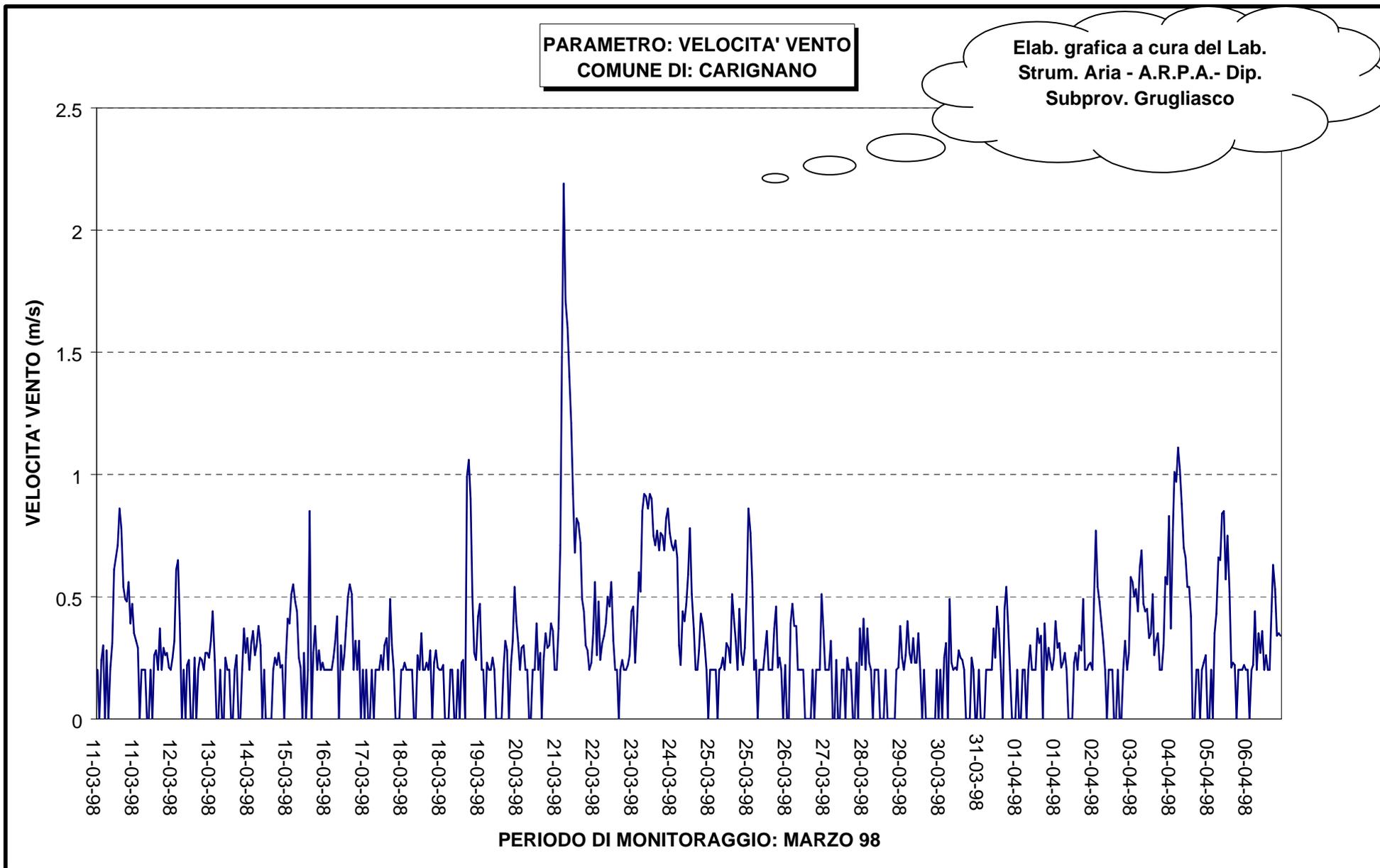
**ROSA DEL VENTO - GIORNO  
COMUNE DI: CARIGNANO  
MARZO 98**



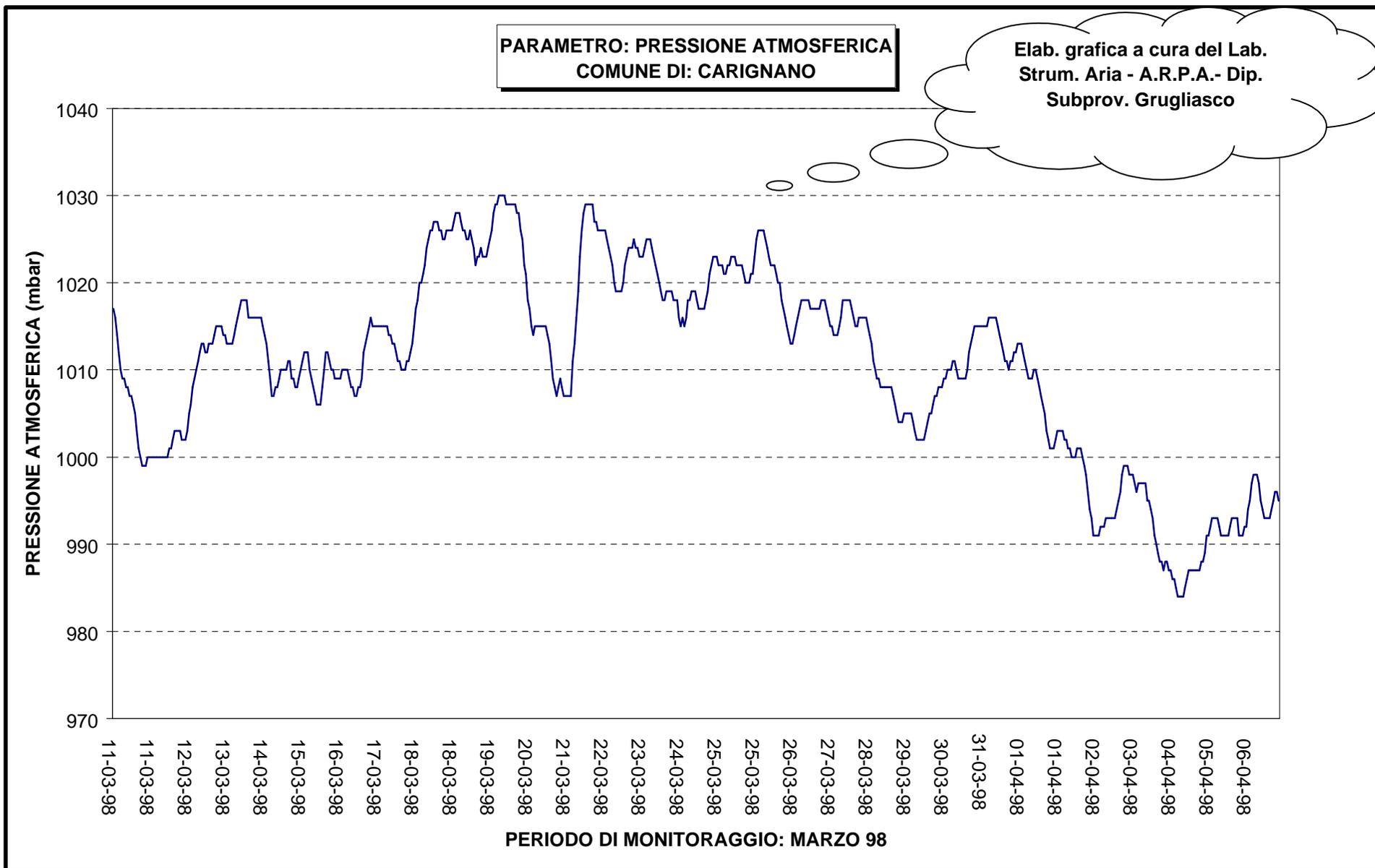
Intervallo giorno:  
dalle 6.28 alle 18.34

Sui raggi vengono riportate le percentuali di accadimento

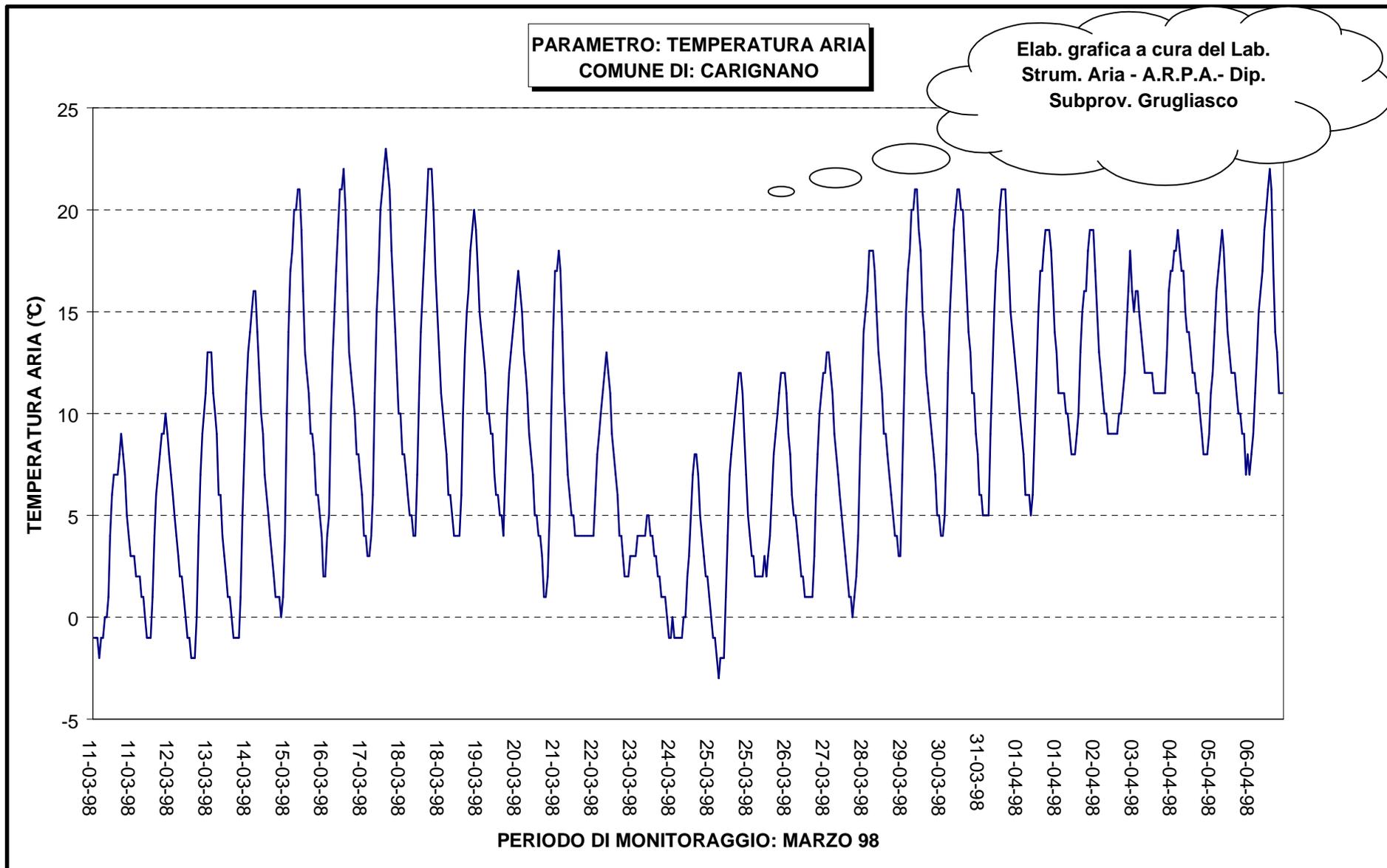




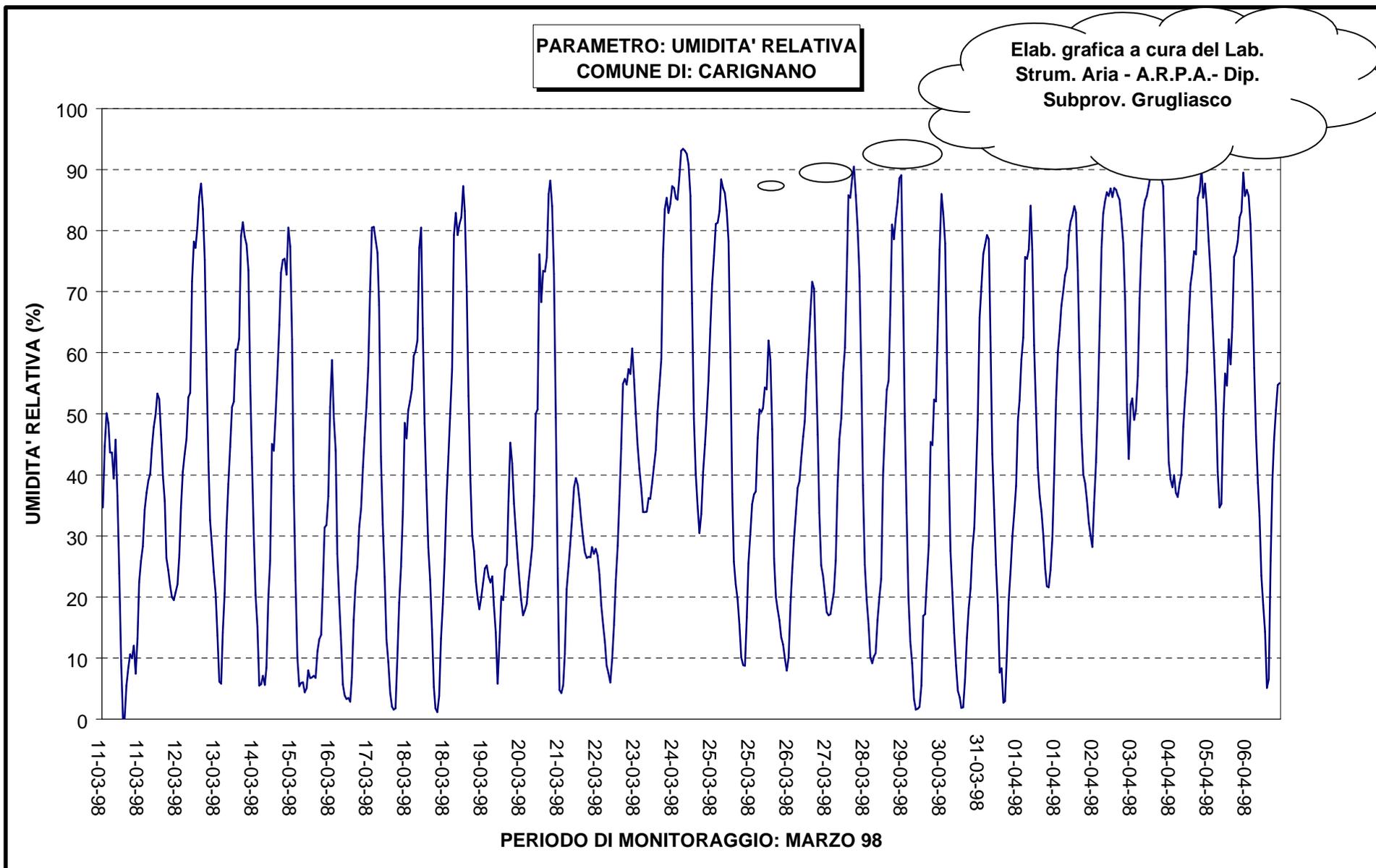
parametro P.A. - MARZO-APRILE 1998 -

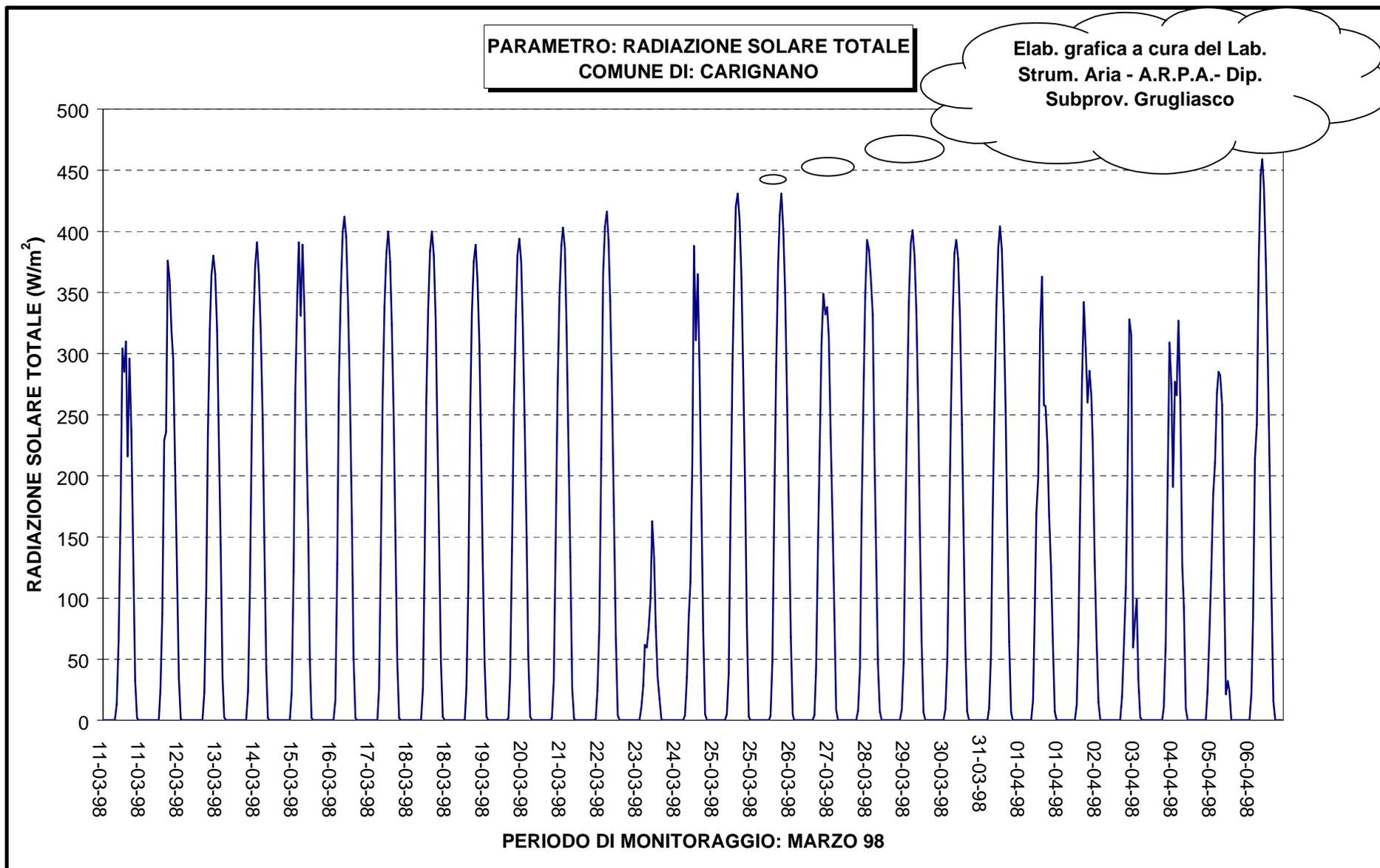


parametro T.A. - MARZO-APRILE 1998 -



parametro U.R. - MARZO-APRILE 1998 -

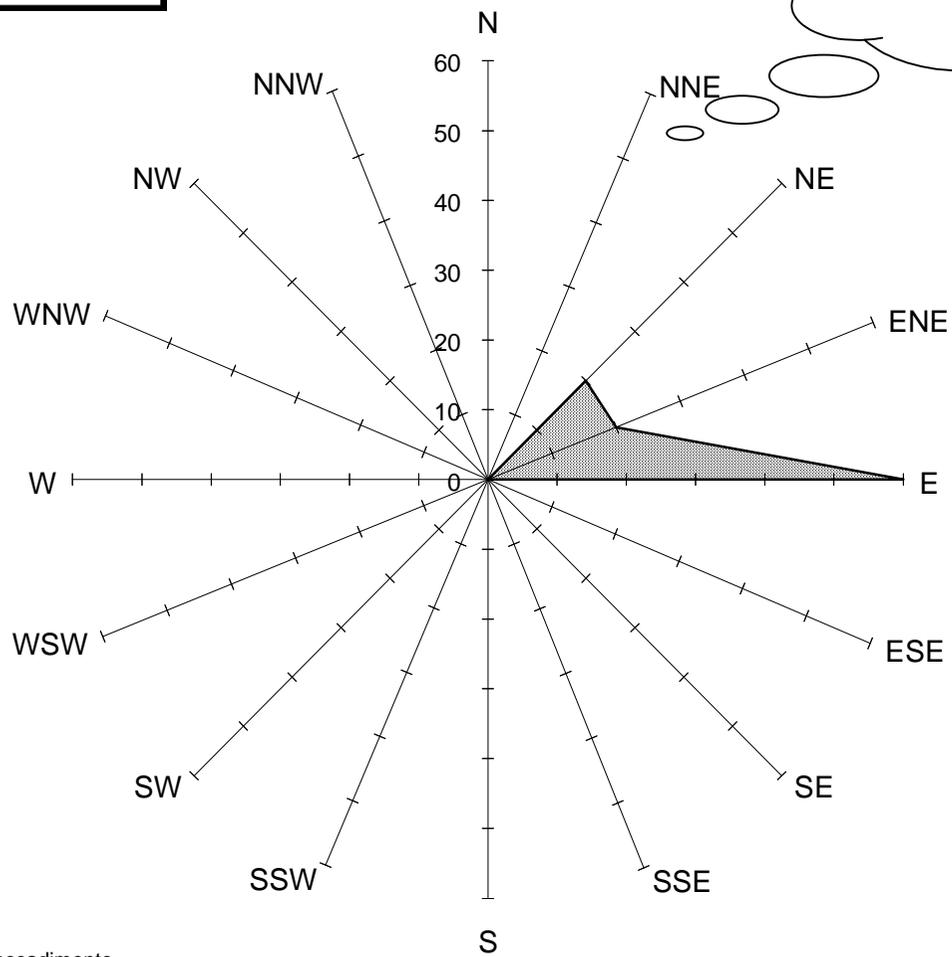






**ROSA DEL VENTO - TOTALE  
COMUNE DI: CARIGNANO  
OTTOBRE 1998**

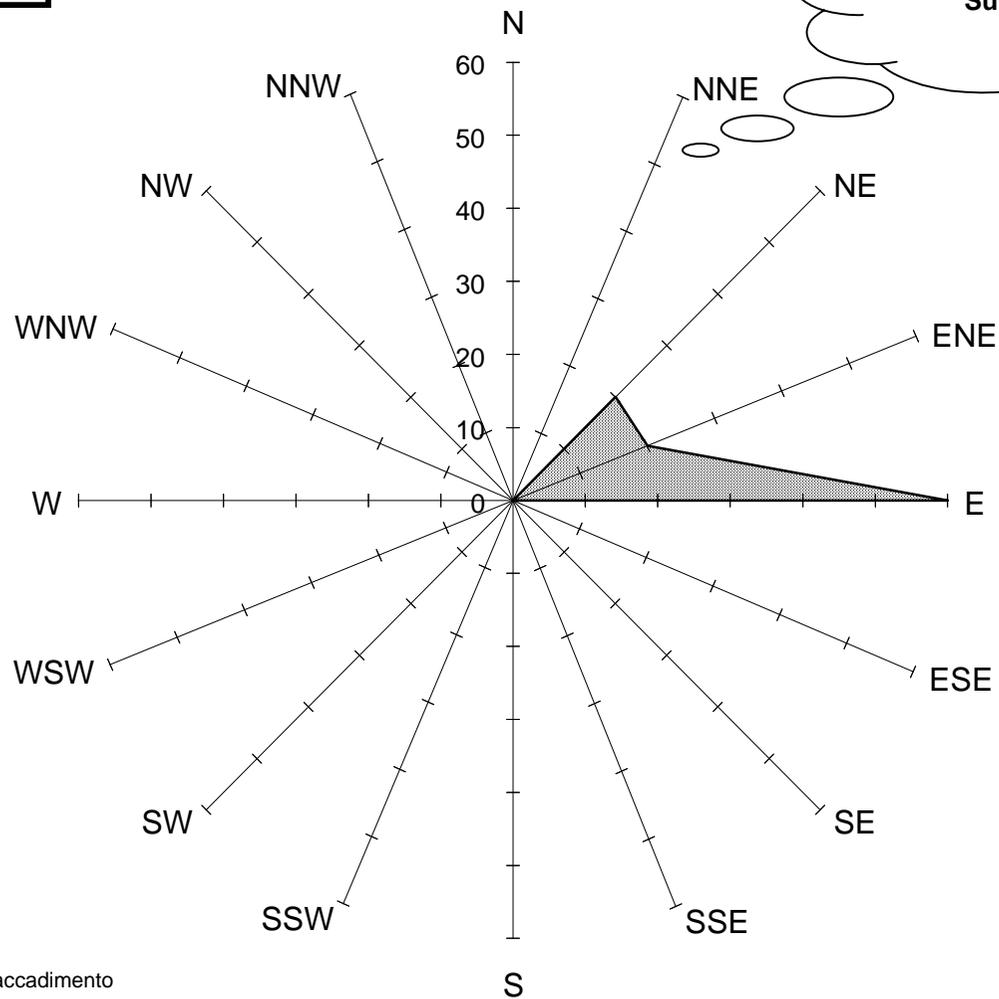
Elab. grafica a cura del Lab.  
Strum. Aria - A.R.P.A.- Dip.  
Subprov. Grugliasco



Sui raggi vengono riportate le percentuali di accadimento

parametro D.V. ore diurne - OTTOBRE 1998 -

**ROSA DEL VENTO - GIORNO  
COMUNE DI: CARIGNANO  
OTTOBRE 1998**

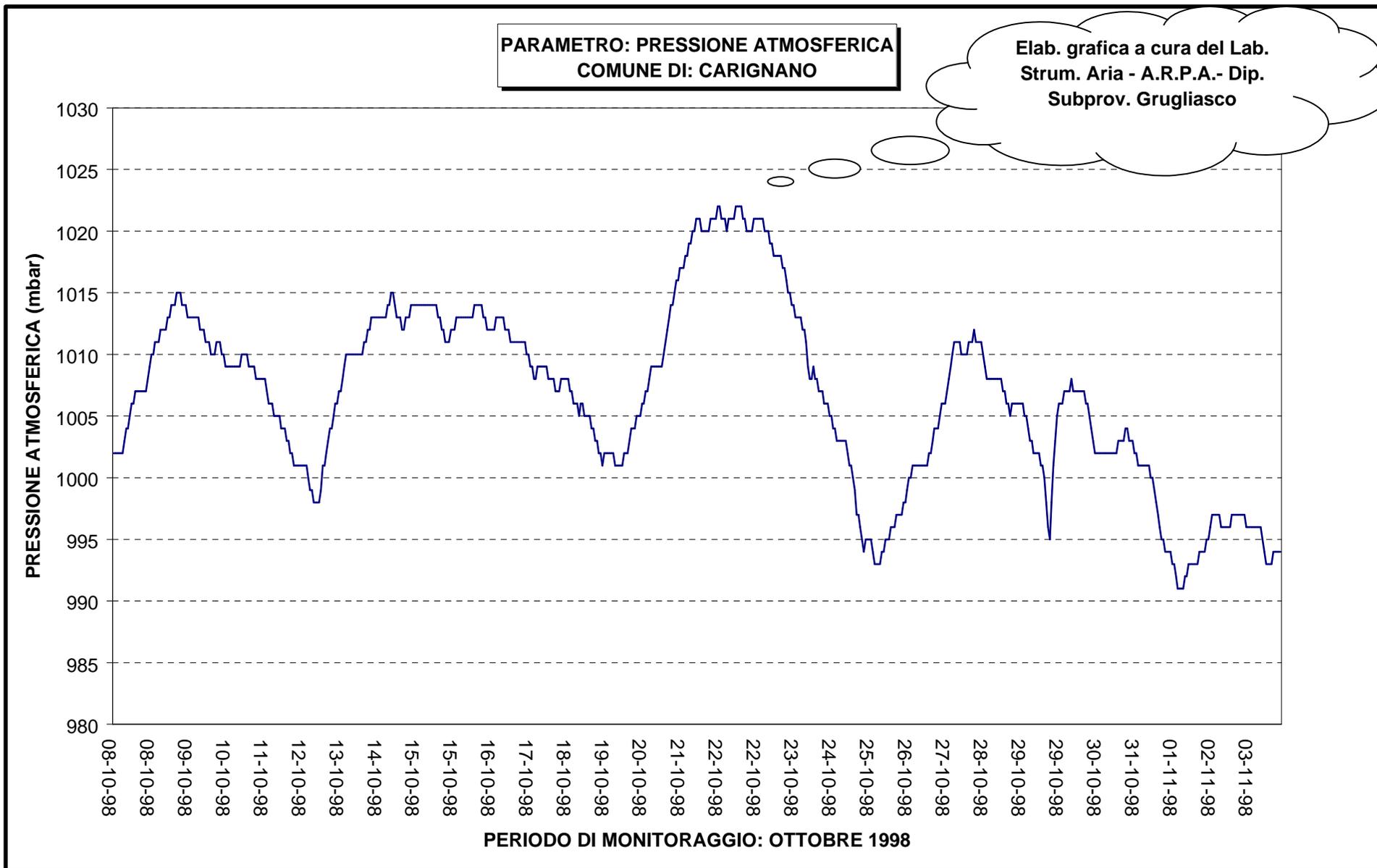


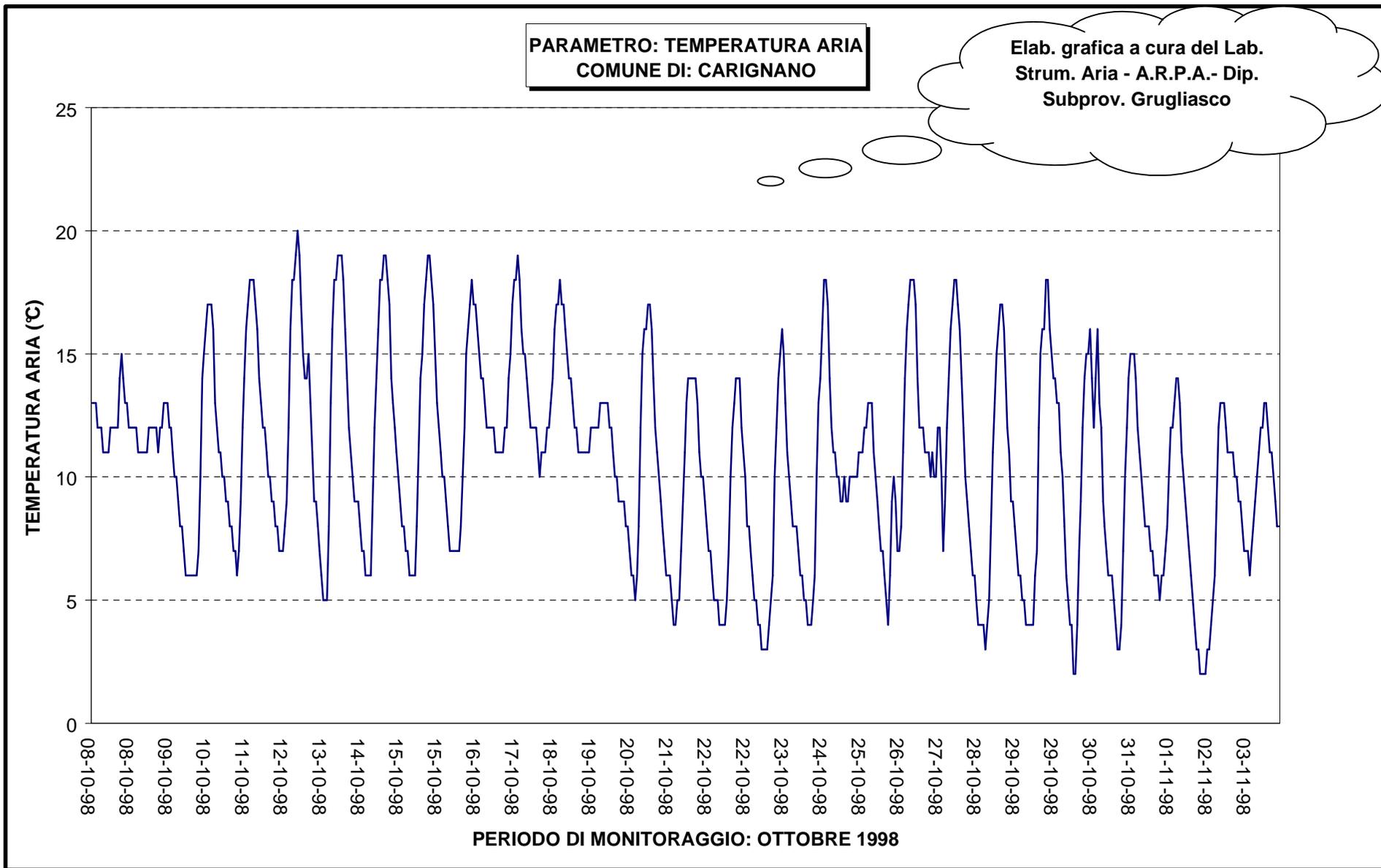
Intervallo giorno:  
dalle 8 alle 16

Sui raggi vengono riportate le percentuali di accadimento

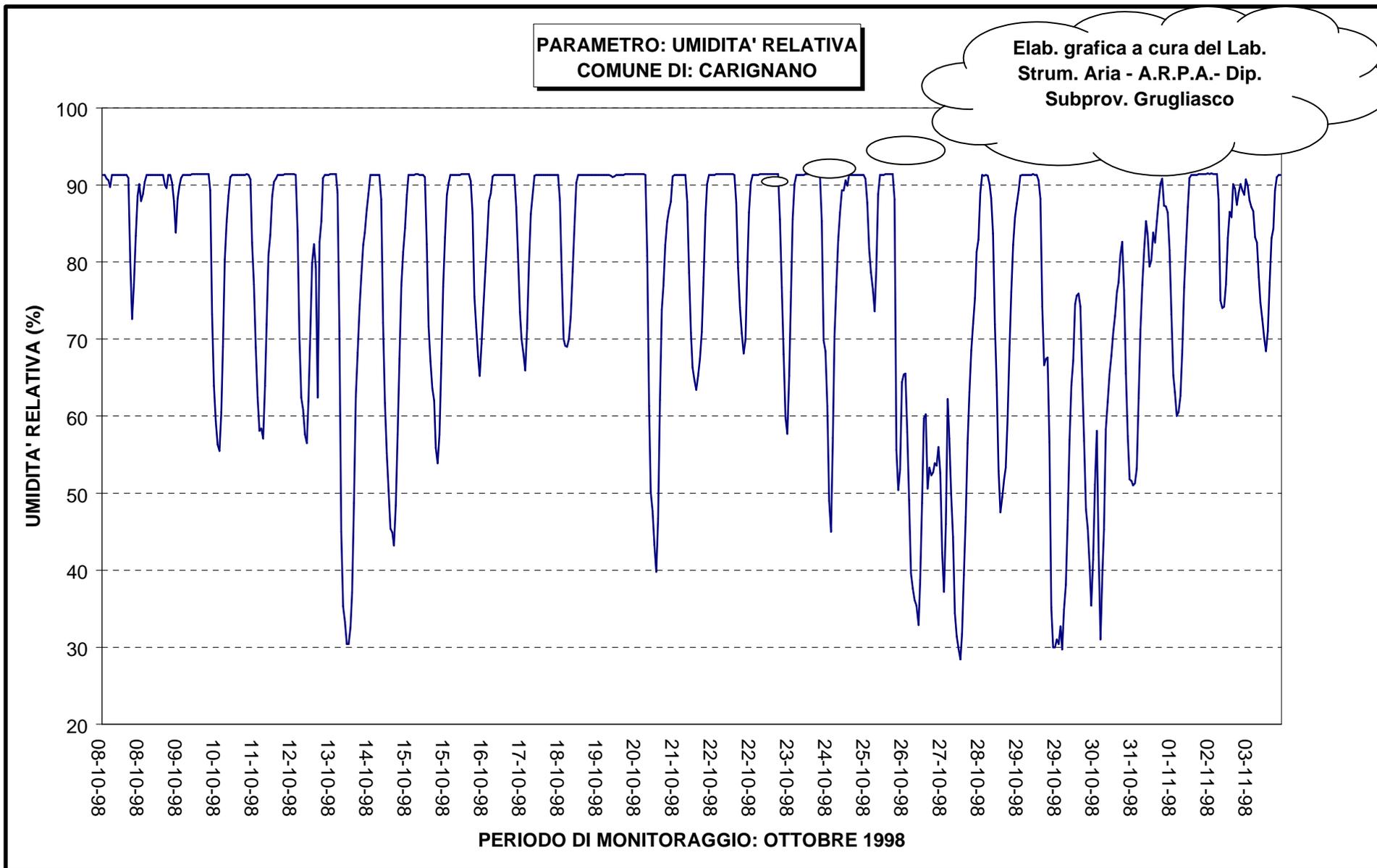
(pagina mancante)

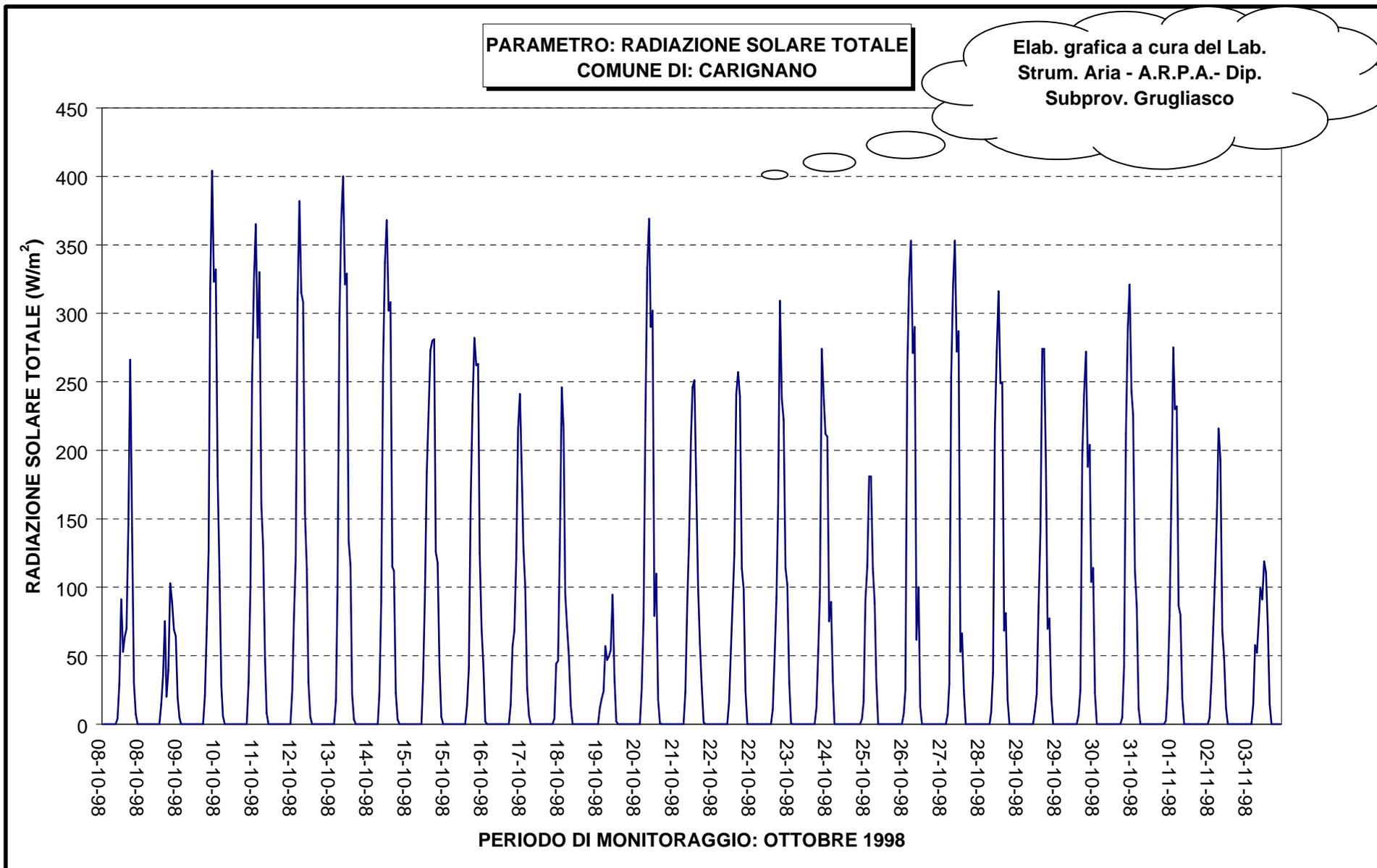
parametro P.A. - OTTOBRE 1998 -

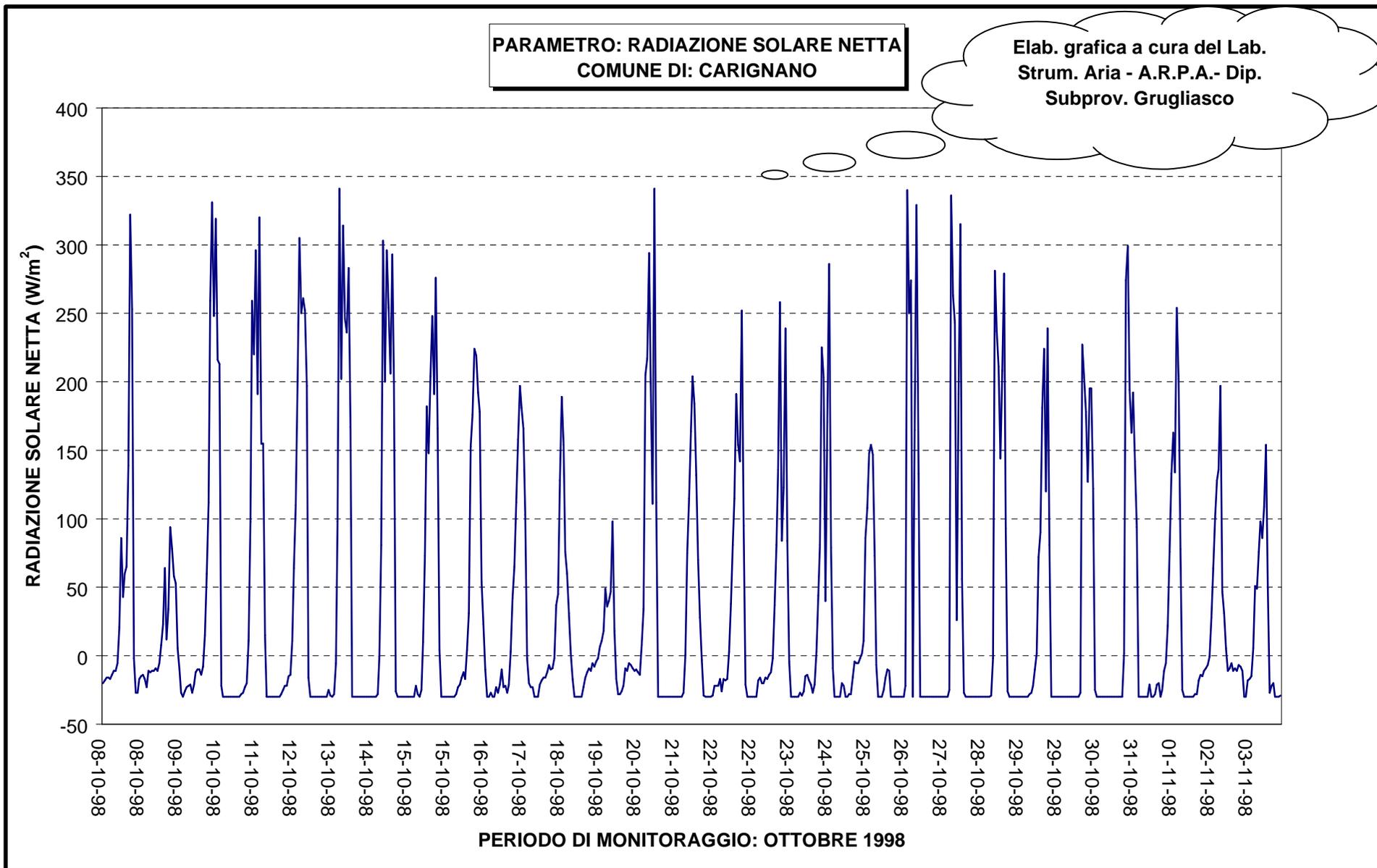




parametro U.R. - OTTOBRE 1998 -







## 4.2 ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO (1°e OTTOBRE 1998)

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-aprile 98**) ed il 2° periodo ( **ottobre 98**).

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

Viceversa, 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-aprile 1998**

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	77.20
Valore medio:	15.25
Valore mediana:	12.90
Deviaz. Standard:	10.70

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	370.00
Valore medio:	60.49
Valore mediana:	47.90
Deviaz. Standard:	53.77

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	6.42
Valore massimo:	159.00
Valore medio:	50.07
Valore mediana:	47.40
Deviaz. Standard:	22.38

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	µg/mc
Valore minimo:	6.42
Valore massimo:	511.00
Valore medio:	110.48
Valore mediana:	94.00
Deviaz. Standard:	72.22

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.49
Valore massimo:	11.40
Valore medio:	2.77
Valore mediana:	2.47
Deviaz. Standard:	1.38

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	145.00
Valore medio:	28.05
Valore mediana:	19.45
Deviaz. Standard:	29.93

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	µg/mc
Valore minimo:	12.00
Valore massimo:	599.00
Valore medio:	139.89
Valore mediana:	136.00
Deviaz. Standard:	71.69

TABELLA n°3a: numeri di superamenti registrati dur ante la campagna di monitoraggio del mese **marzo-aprile 1998**

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	648	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	529	81.6	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	648	100.0	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	648	100.0	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	631	97.4	150 (*)	14	51.9	300 (*)	0	0.0	150 (2)	14	51.9

(\*) 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  
**Ottobre 1998**

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	27.30
Valore medio:	7.34
Valore mediana:	5.99
Deviaz. Standard:	5.73

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	434.00
Valore medio:	95.62
Valore mediana:	79.65
Deviaz. Standard:	83.14

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	129.00
Valore medio:	32.49
Valore mediana:	29.70
Deviaz. Standard:	26.58

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	500.00
Valore medio:	128.09
Valore mediana:	108.00
Deviaz. Standard:	100.82

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	12.70
Valore medio:	2.61
Valore mediana:	2.33
Deviaz. Standard:	1.89

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	76.50
Valore medio:	13.34
Valore mediana:	5.92
Deviaz. Standard:	16.87

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	436.00
Valore medio:	114.96
Valore mediana:	95.00
Deviaz. Standard:	82.98

TABELLA n°4a: numeri di superamenti registrati dur ante la campagna di monitoraggio del mese di **ottobre 1998**

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	648	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	648	100.0	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	628	96.9	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	636	98.1	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	513	79.2	150 (*)	6	28.6	300 (*)	0	0.0	150 (2)	6	28.6

(\*) 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-aprile 98** ci consente di valutare l'inquinamento atmosferico in un momento in cui il contributo dato a quest'ultimo dal riscaldamento domestico è minimo.

Viceversa, il monitoraggio di **ottobre 98**, che si colloca nel semestre freddo, vede presenti ed operativi in zona le tre sorgenti principali di inquinamento dell'aria: traffico, riscaldamento e industria

.

L'obiettivo che si è voluto perseguire con l'elaborazione grafica e statistica che segue è di fornire agli organi amministrativi del Comune di **Carignano** 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 e confrontato con i valori limite fissati dalla legge.

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-aprile 1998**

ore	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>SO<sub>2</sub></b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO<sub>2</sub></b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>O<sub>3</sub></b>	$\text{mg}/\text{mc}$ <b>CO</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>PTS</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO<sub>x</sub></b>
00:00	7.9	22.3	35.9	9.4	1.9	146.6	58.1
01:00	6.6	18.3	31.4	10.1	1.6	125.1	49.6
02:00	5.7	16.3	31.6	8.6	1.4	123.4	47.9
03:00	5.3	15.6	30.2	6.6	1.3	119.1	45.8
04:00	5.7	22.5	30.9	6.1	1.4	145.7	53.4
05:00	8.6	47.4	36.1	4.3	2.1	129.1	83.5
06:00	12.3	84.2	43.0	2.8	3.4	141.1	127.2
07:00	15.3	112.5	53.6	3.2	4.5	157.0	166.0
08:00	18.7	89.2	47.8	7.1	4.1	144.1	137.0
09:00	26.8	66.3	47.0	15.3	3.5	140.5	113.3
10:00	26.1	51.4	43.0	30.4	2.9	142.9	94.2
11:00	23.9	44.6	41.1	46.2	2.6	132.3	85.5
12:00	21.7	41.8	36.7	58.6	2.4	123.1	78.4
13:00	20.0	49.1	38.0	67.0	2.1	133.6	87.0
14:00	17.6	46.3	37.6	72.2	2.4	172.4	83.7
15:00	16.1	45.2	35.5	75.1	2.6	152.8	80.6
16:00	15.3	47.8	36.3	71.7	2.9	152.7	83.9
17:00	16.4	52.7	42.8	60.9	3.7	150.0	95.3
18:00	19.4	60.4	52.5	36.6	4.3	129.5	112.7
19:00	20.7	86.0	62.7	22.5	4.1	184.8	148.6
20:00	18.8	71.2	52.5	17.3	3.8	204.4	123.8
21:00	15.5	54.8	50.4	13.7	3.0	143.8	105.2
22:00	12.0	44.8	43.3	13.7	2.3	150.0	88.1
23:00	9.6	23.8	37.4	14.0	2.1	144.8	61.1

**TABELLA n°6: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di ottobre 1998**

<b>ore</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>SO<sub>2</sub></b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO<sub>2</sub></b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>O<sub>3</sub></b>	$\text{mg}/\text{mc}$ <b>CO</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>PTS</b>	$\mu\text{g}/\text{mc}$ <b>NO<sub>x</sub></b>
00:00	3.3	52.8	20.4	7.9	1.6	104.8	73.1
01:00	2.8	44.9	17.7	7.9	1.2	89.2	62.6
02:00	2.3	30.9	15.2	7.7	0.9	85.4	46.1
03:00	2.0	28.8	13.8	7.7	0.8	75.7	42.6
04:00	1.7	24.0	12.4	8.8	0.7	69.3	36.4
05:00	2.6	39.7	19.7	7.7	1.1	80.9	59.3
06:00	3.7	74.5	16.8	5.4	1.5	83.0	91.3
07:00	5.5	116.7	26.7	3.3	3.0	98.9	143.4
08:00	7.4	156.0	30.4	3.7	4.0	118.8	186.5
09:00	8.2	154.5	26.3	4.3	3.7	114.9	180.7
10:00	9.3	125.1	27.1	5.5	3.1	114.0	152.3
11:00	9.8	105.9	32.2	9.9	2.6	114.8	138.1
12:00	10.7	89.9	39.8	20.3	2.6	112.0	129.7
13:00	10.4	71.9	40.0	30.1	2.0	103.7	111.8
14:00	10.1	67.5	38.9	36.8	1.8	101.6	106.2
15:00	9.9	71.9	44.2	38.9	2.0	92.8	115.9
16:00	9.6	85.5	44.5	36.5	2.6	94.4	129.9
17:00	11.4	125.2	54.2	23.9	3.9	131.1	179.4
18:00	14.3	194.7	61.9	12.1	6.0	170.3	256.8
19:00	12.5	192.8	56.0	7.0	5.3	189.9	248.8
20:00	10.4	164.8	46.7	8.4	4.3	173.8	211.6
21:00	7.7	117.5	37.6	7.7	3.3	158.5	155.1
22:00	5.7	87.5	31.9	7.7	2.4	143.3	119.2
23:00	4.8	71.9	25.5	8.3	2.1	129.7	97.4

## - 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 **Carignano** 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 **54** (cinquantaquattro) giorni di campionamento ripartiti rispettivamente in **27 (ventisette)** giorni nel 1° periodo **marzo-aprile 1998** e **27 (.ventisette.)** giorni nel 2° periodo **ottobre 1998** 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 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-APRILE 1998**

NO2	n°volte	% PNO2
0	0	0
10	5	1
20	32	6
30	46	9
40	96	18
50	113	21
60	96	18
70	50	9
80	42	8
90	22	4
100	12	2
110	6	1
120	5	1
130	2	0
140	0	0
150	1	0
160	1	0
170	0	0
180	0	0
190	0	0
200	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>529</b>	

NO	n°volte	% PNO
0	6	1
20	107	20
40	112	21
60	106	20
80	76	14
100	31	6
120	28	5
140	21	4
160	9	2
180	10	2
200	9	2
220	3	1
240	2	0
260	5	1
280	2	0
300	0	0
320	1	0
340	0	0
360	0	0
380	1	0
400	0	0
420	0	0
440	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>529</b>	

NOx	n°volte	% PNOx
0	0	0
20	14	3
40	32	6
60	92	17
80	69	13
100	83	16
120	57	11
140	52	10
160	37	7
180	24	5
200	14	3
220	16	3
240	8	2
260	4	1
280	5	1
300	7	1
320	4	1
340	2	0
360	4	1
380	1	0
400	2	0
420	0	0
440	0	0
460	1	0
480	0	0
500	0	0
520	1	0
<b>TOTALE</b>	<b>528</b>	

SO2	n°volte	% PSO2
0	4	0.6
5	87	13.6
10	173	27.0
15	104	16.2
20	88	13.7
25	82	12.8
30	53	8.3
35	34	5.3
40	10	1.6
45	5	0.8
50	1	0.2
55	3	0.5
60	1	0.2
65	1	0.2
70	0	0.0
75	0	0.0
80	2	0.3
<b>TOTALE</b>	<b>641</b>	

PTS	n°volte	% PPTS
0	0	0
20	3	0
40	22	4
60	43	7
80	60	10
100	59	10
120	63	10
140	85	14
160	86	14
180	76	12
200	47	8
220	28	5
240	24	4
260	12	2
280	4	1
300	2	0
320	0	0
340	5	1
360	4	1
380	0	0
400	0	0
420	4	1
440	1	0
460	0	0
480	0	0
500	0	0
520	0	0
540	1	0
560	0	0
580	0	0
600	2	0
620	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>614</b>	

CO	n°volte	% PCO
0	0	0
0.5	1	0
1	21	3
1.5	73	11
2	104	16
2.5	127	20
3	110	17
3.5	71	11
4	39	6
4.5	32	5
5	27	4
5.5	14	2
6	14	2
6.5	3	0
7	2	0
7.5	3	0
8	3	0
8.5	1	0
9	0	0
9.5	1	0
10	0	0
10.5	1	0
11	0	0
11.5	1	0
12	0	0
12.5	0	0
13	0	0
13.5	0	0
14	0	0
14.5	0	0
15	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>646</b>	

O3	n°volte	% PO3
0	95	15
10	173	27
20	61	9
30	71	11
40	54	8
50	49	8
60	46	7
70	35	5
80	22	3
90	11	2
100	11	2
110	7	1
120	7	1
130	3	0
140	1	0
150	2	0
160	0	0
170	0	0
180	0	0
190	0	0
200	0	0
210	0	0
220	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

**TABELLA n°8 :** valutazione statistica delle distribuzioni di frequenza relative al monitoraggio eseguito nel mese di **OTTOBRE 1998**

<b>NO2</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PNO2</b>
0	103	18
10	53	9
20	71	12
30	74	13
40	71	12
50	64	11
60	44	8
70	50	9
80	17	3
90	12	2
100	11	2
110	5	1
120	1	0
130	0	0
140	0	0
150	0	0
160	0	0
170	0	0
180	0	0
190	0	0
200	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>576</b>	

<b>NO</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PNO</b>
0	52	9
20	42	7
40	72	13
60	77	13
80	52	9
100	52	9
120	55	10
140	52	9
160	27	5
180	18	3
200	11	2
220	15	3
240	12	2
260	10	2
280	2	0
300	3	1
320	7	1
340	2	0
360	3	1
380	3	1
400	6	1
420	1	0
440	2	0
<b>TOTALE</b>	<b>573</b>	

<b>NOx</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PNOx</b>
0	29	5
20	30	5
40	54	9
60	61	11
80	65	11
100	35	6
120	43	7
140	44	8
160	33	6
180	47	8
200	26	5
220	22	4
240	16	3
260	11	2
280	14	2
300	7	1
320	7	1
340	3	1
360	5	1
380	5	1
400	1	0
420	4	1
440	5	1
460	2	0
480	2	0
500	5	1
520	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>576</b>	

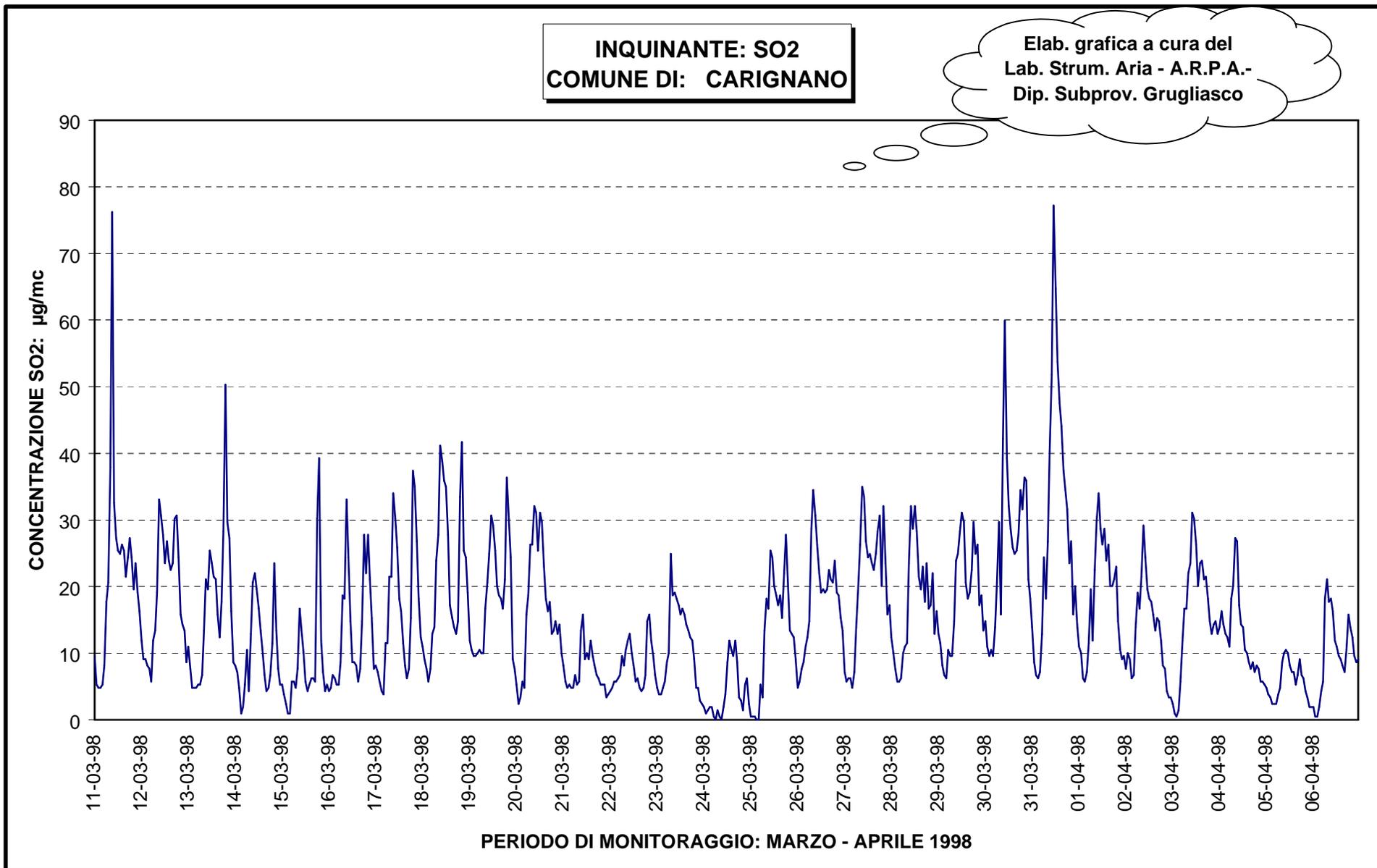
<b>SO2</b>	<b>n°volte</b>	<b>% PSO2</b>
0	38	6.6
5	203	35.2
10	197	34.2
15	72	12.5
20	46	8.0
25	17	3.0
30	3	0.5
35	0	0.0
40	0	0.0
45	0	0.0
50	0	0.0
55	0	0.0
60	0	0.0
65	0	0.0
70	0	0.0
75	0	0.0
80	0	0.0
<b>TOTALE</b>	<b>576</b>	

PTS	n°volte	% PPTS
0	37	9
20	14	3
40	25	6
60	58	13
80	73	17
100	57	13
120	35	8
140	32	7
160	24	6
180	21	5
200	25	6
220	13	3
240	8	2
260	3	1
280	1	0
300	4	1
320	5	1
340	2	0
360	1	0
380	2	0
400	3	1
420	0	0
440	1	0
460	0	0
480	0	0
500	0	0
520	0	0
540	0	0
560	0	0
580	0	0
600	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>430</b>	

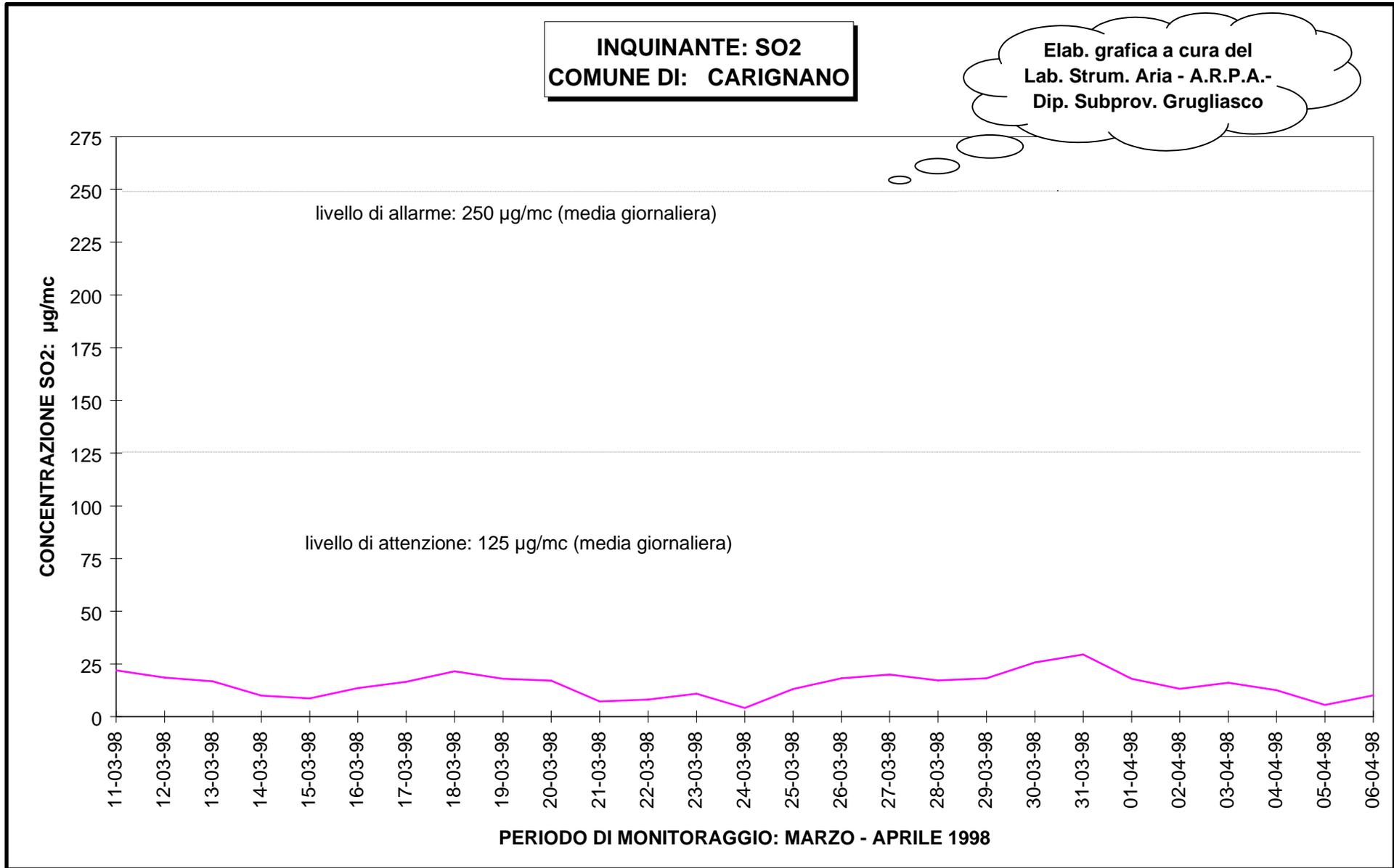
CO	n°volte	% PCO
0	52	9
0.5	20	4
1	50	9
1.5	62	11
2	77	14
2.5	54	10
3	55	10
3.5	48	9
4	43	8
4.5	26	5
5	24	4
5.5	12	2
6	10	2
6.5	8	1
7	7	1
7.5	6	1
8	3	1
8.5	2	0
9	1	0
9.5	1	0
10	1	0
10.5	0	0
11	0	0
11.5	0	0
12	1	0
12.5	0	0
13	1	0
13.5	0	0
14	0	0
14.5	0	0
15	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>562</b>	

O3	n°volte	% PO3
0	152	26
10	194	34
20	83	14
30	37	6
40	44	8
50	36	6
60	19	3
70	9	2
80	2	0
90	0	0
100	0	0
110	0	0
120	0	0
130	0	0
140	0	0
150	0	0
160	0	0
170	0	0
180	0	0
190	0	0
200	0	0
210	0	0
220	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>576</b>	

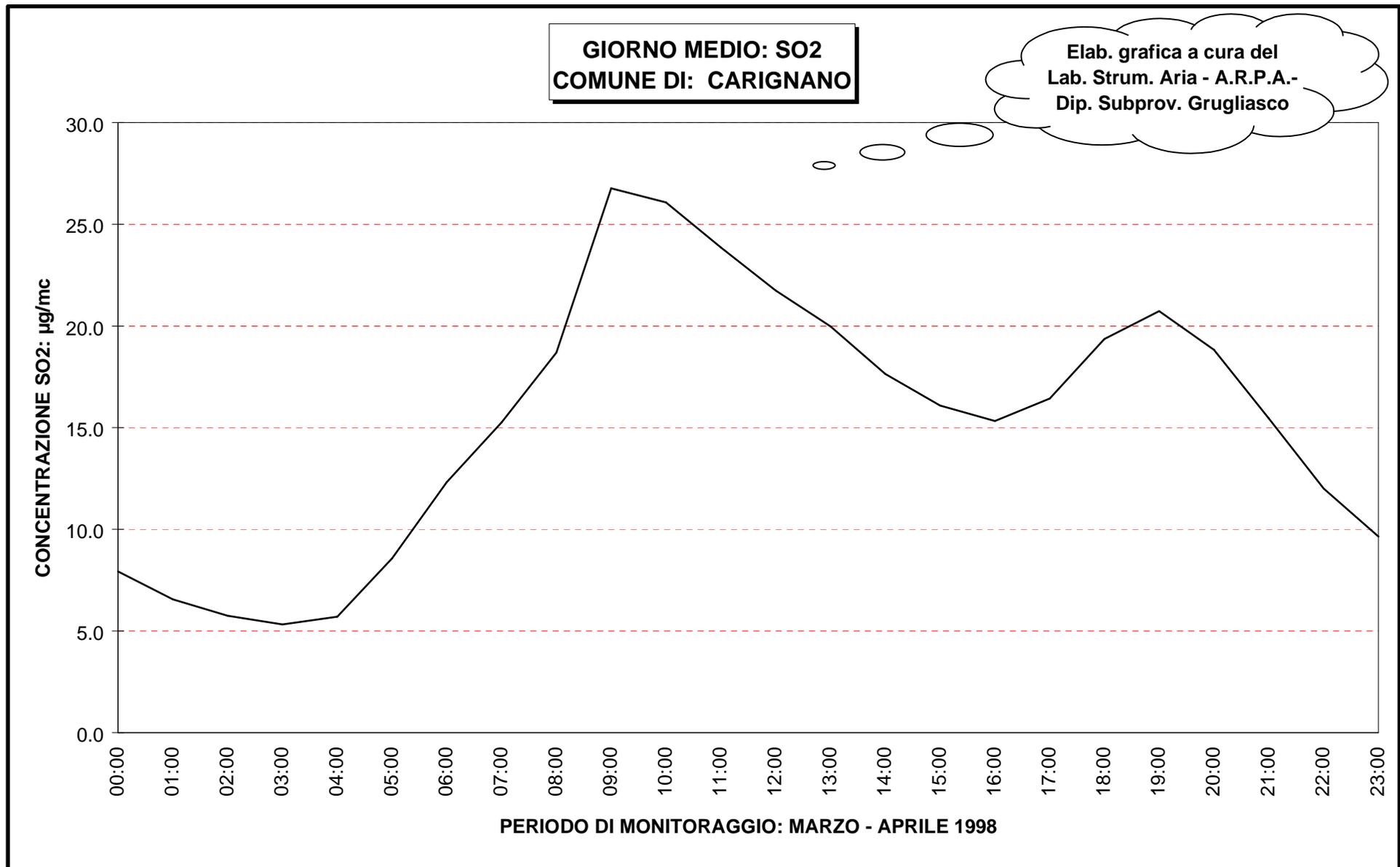
SO2: andamento medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -



SO2: limiti di legge (media giornaliera) - MARZO-APRILE 1998 -



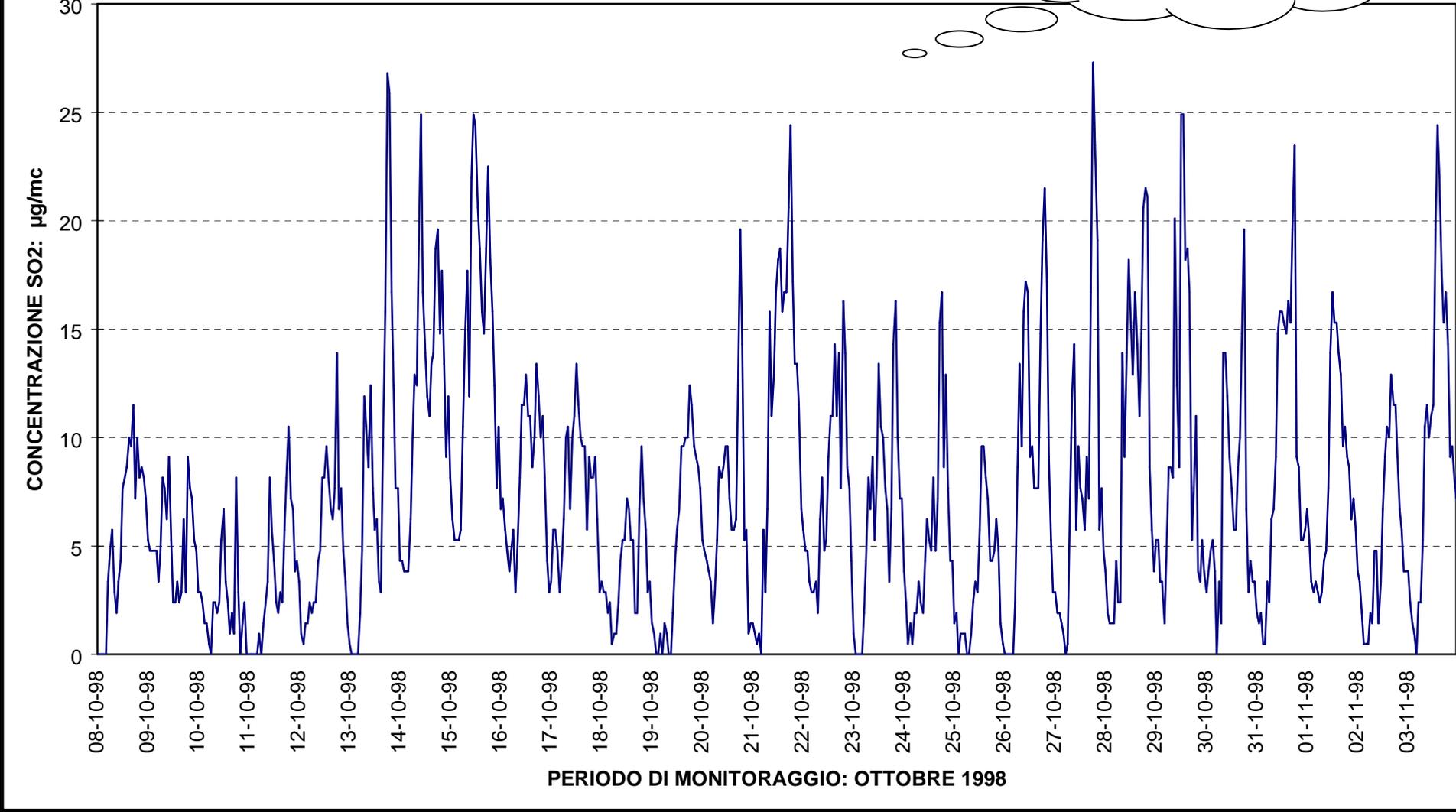
SO2: andamento giorno medio - MARZO-APRILE 1998 -



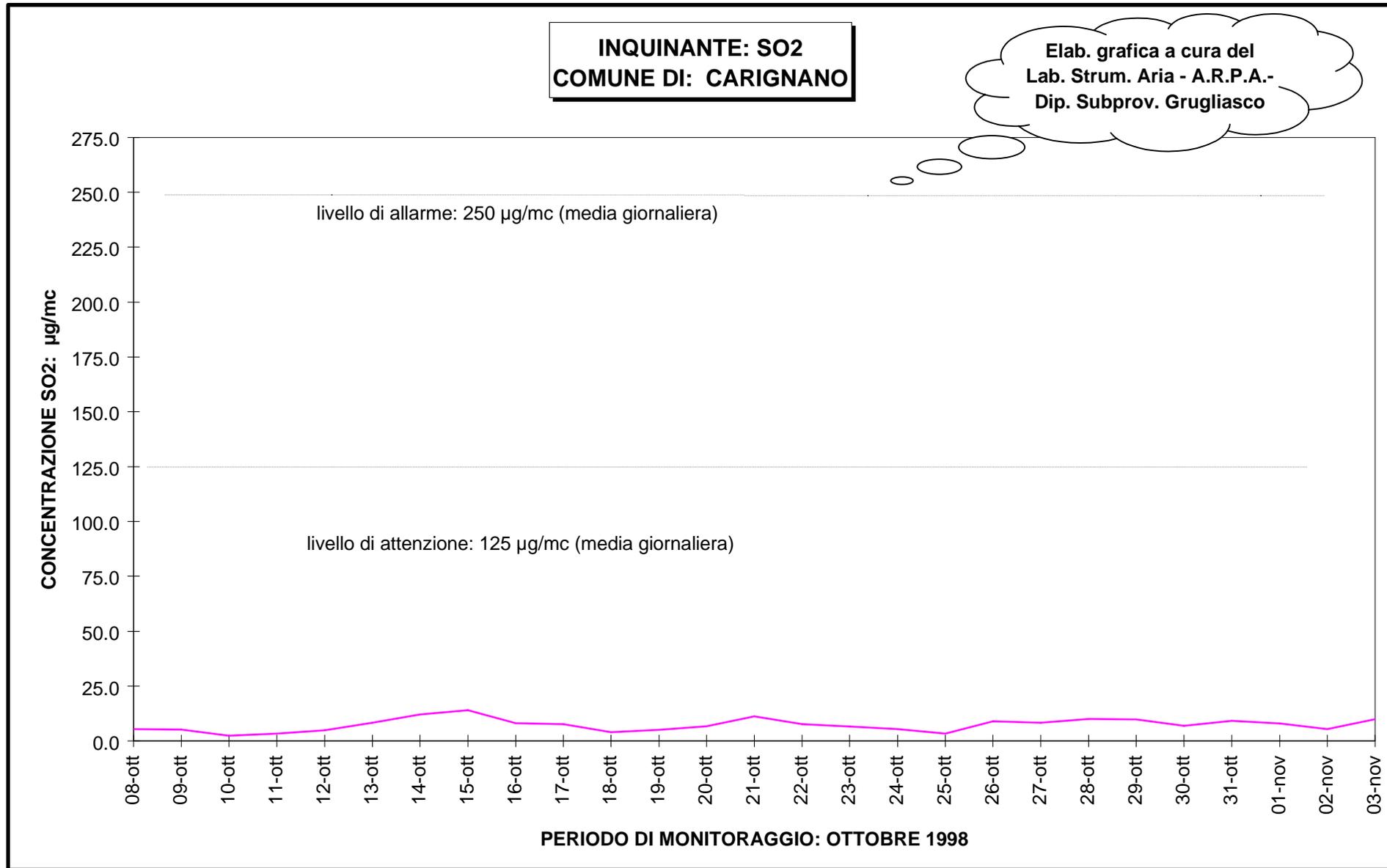
SO2: andamento medie orarie - OTTOBRE 1998 -

**INQUINANTE: SO2**  
**COMUNE DI: CARIGNANO**

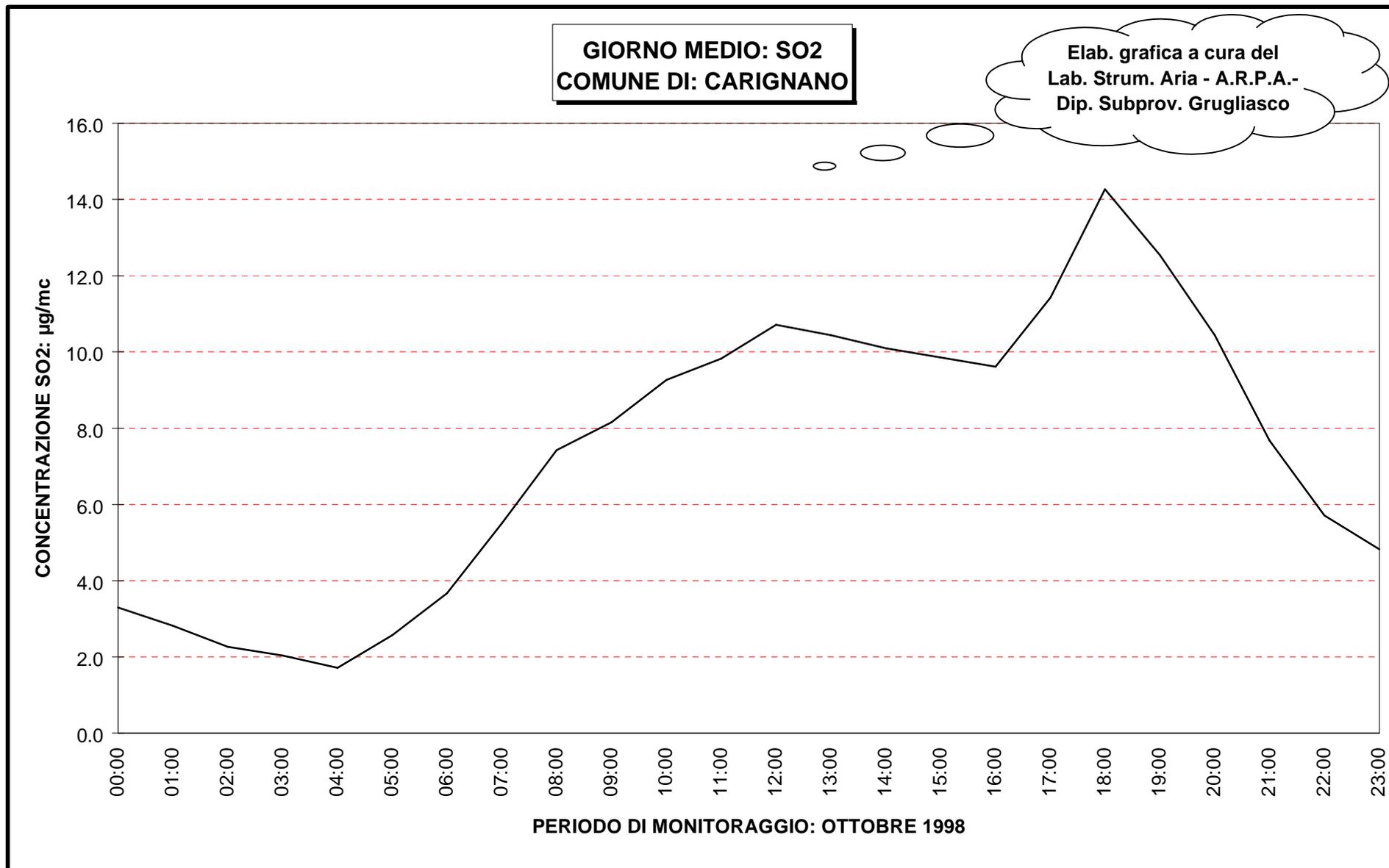
Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria - A.R.P.A.-  
Dip. Subprov. Grugliasco



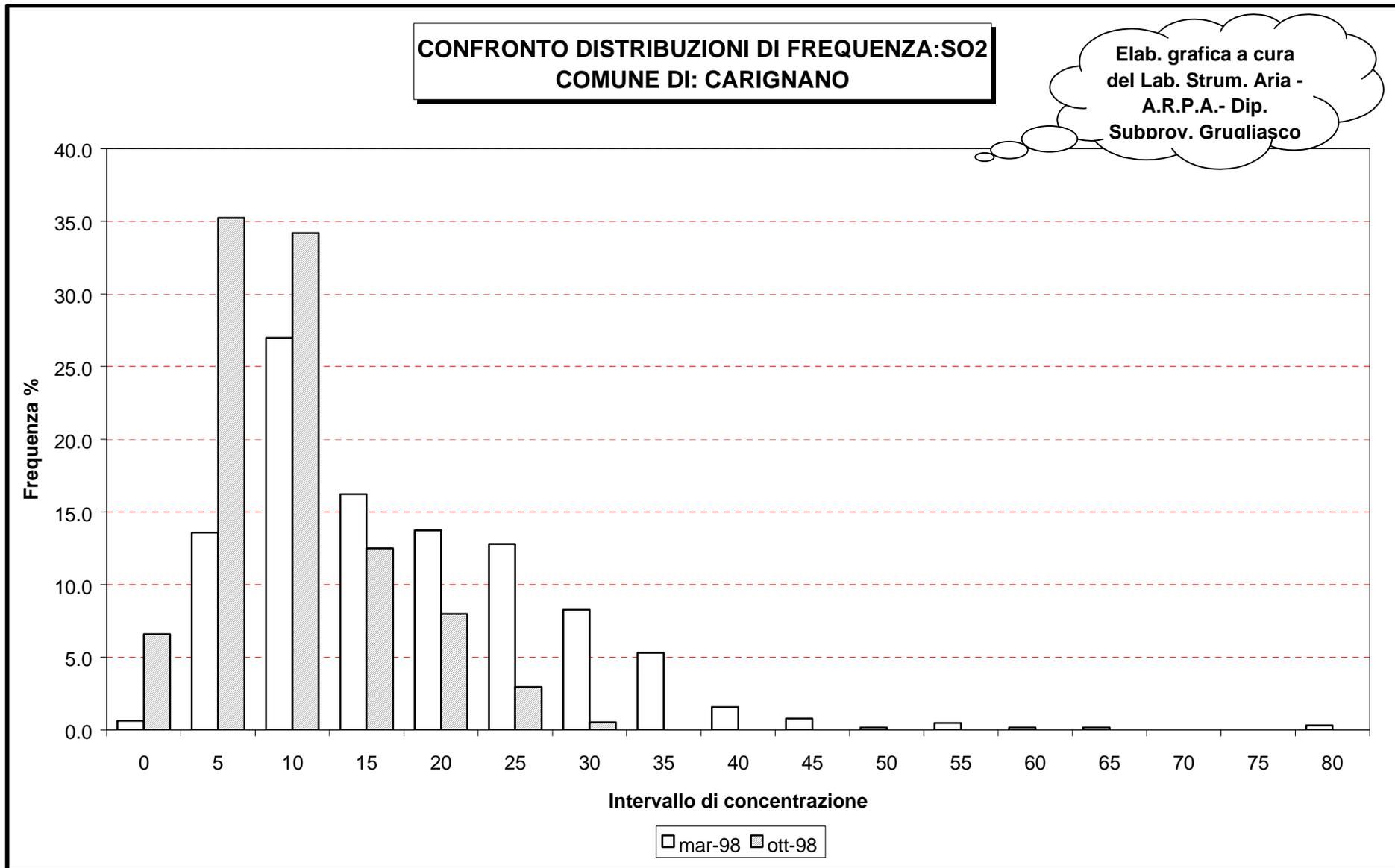
SO2: limiti di legge (medie orarie) - OTTOBRE 1998 -



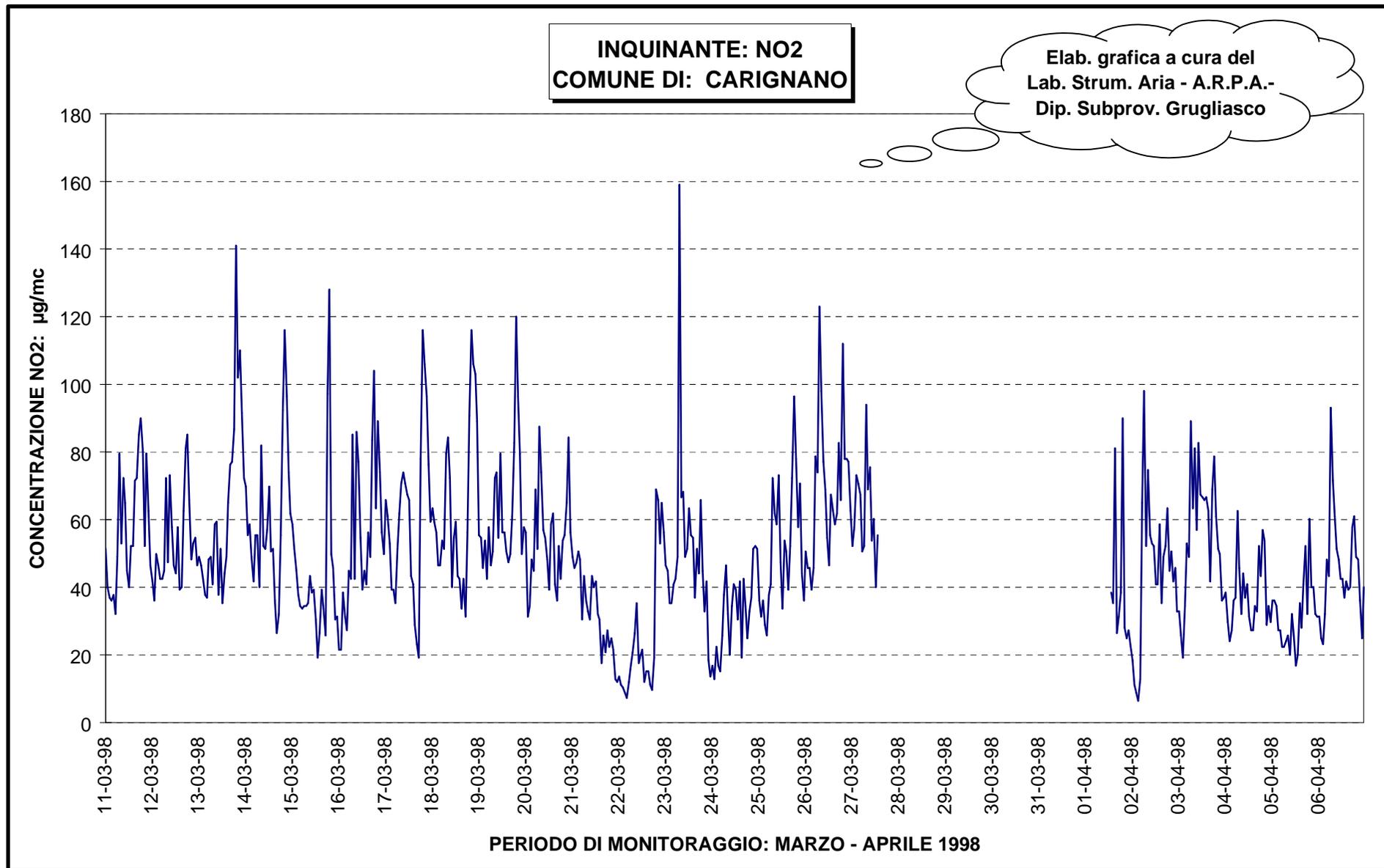
SO2: andamento giorno medio - OTTOBRE 1998 -



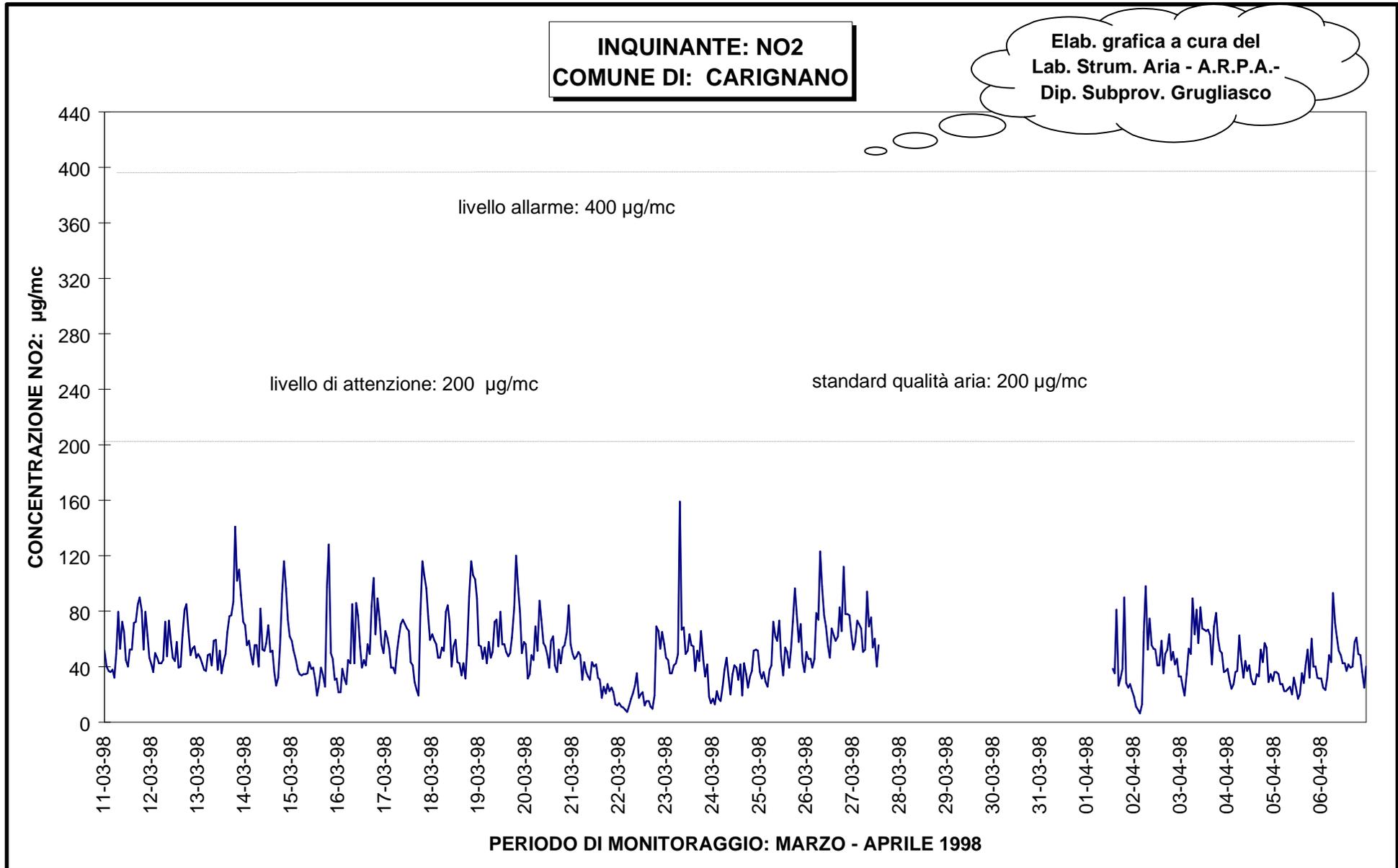
SO2: confronto distribuzione di frequenza dei vari periodi.



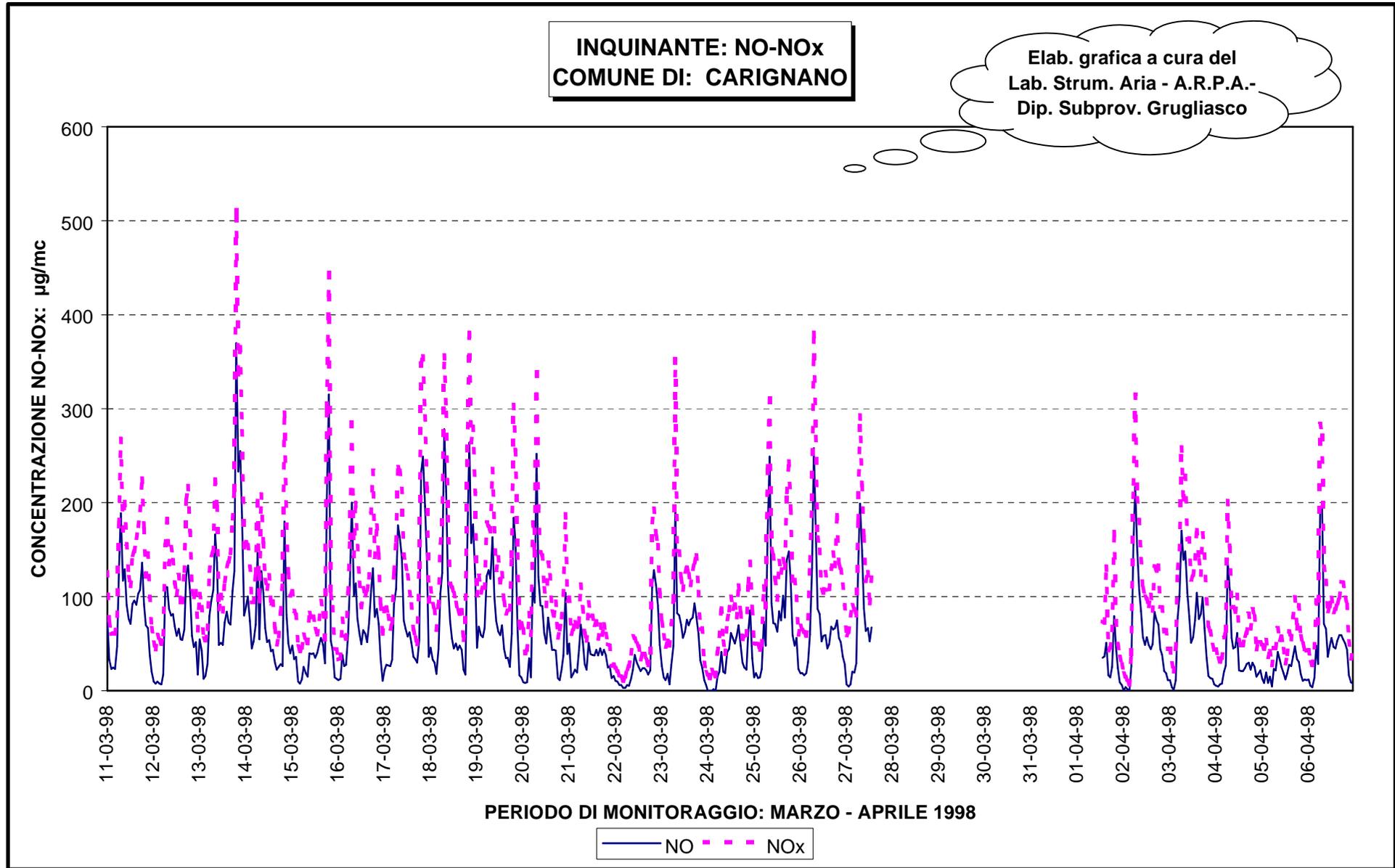
NO2: andamento medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -



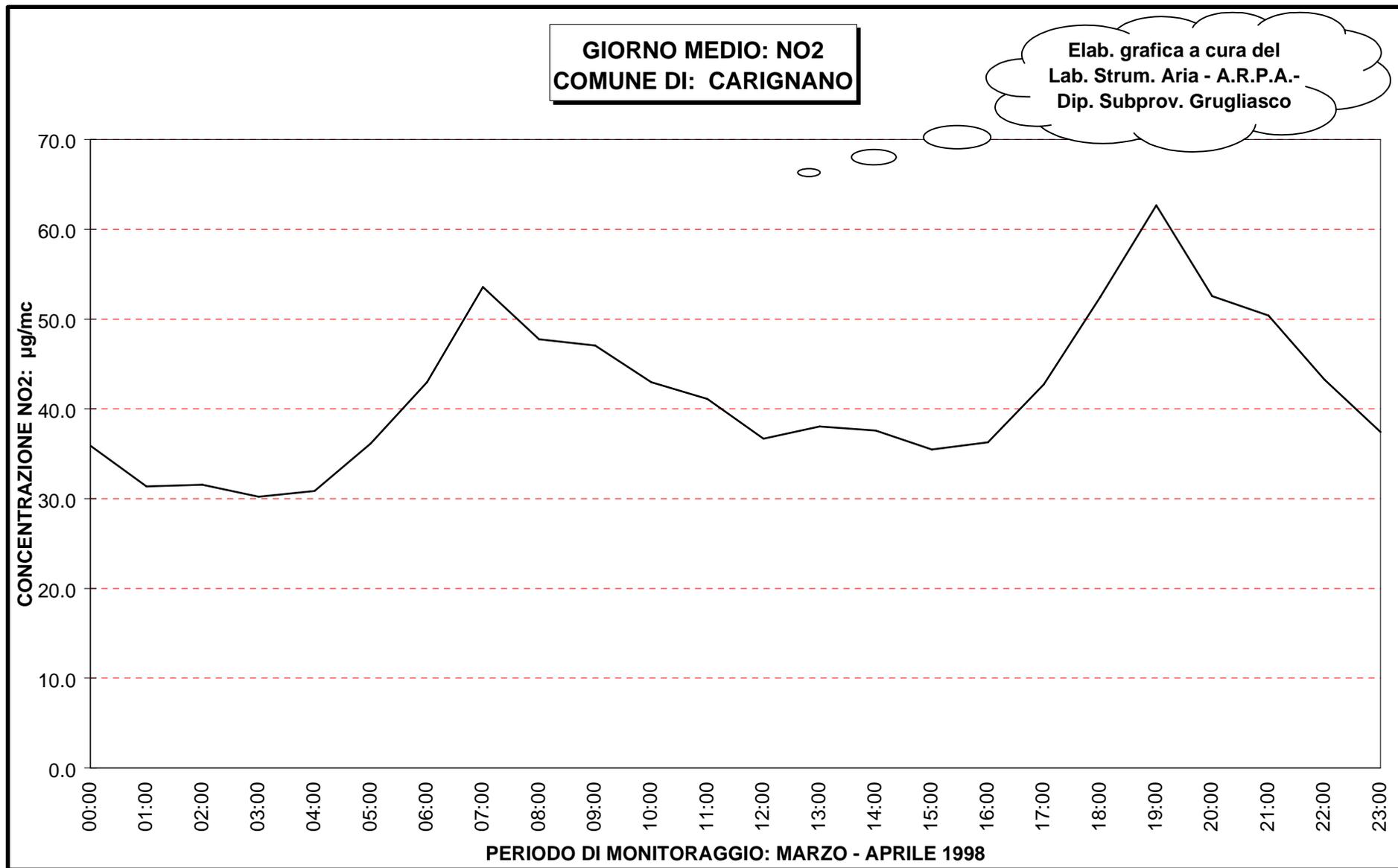
NO2: limiti di legge - MARZO-APRILE 1998 -



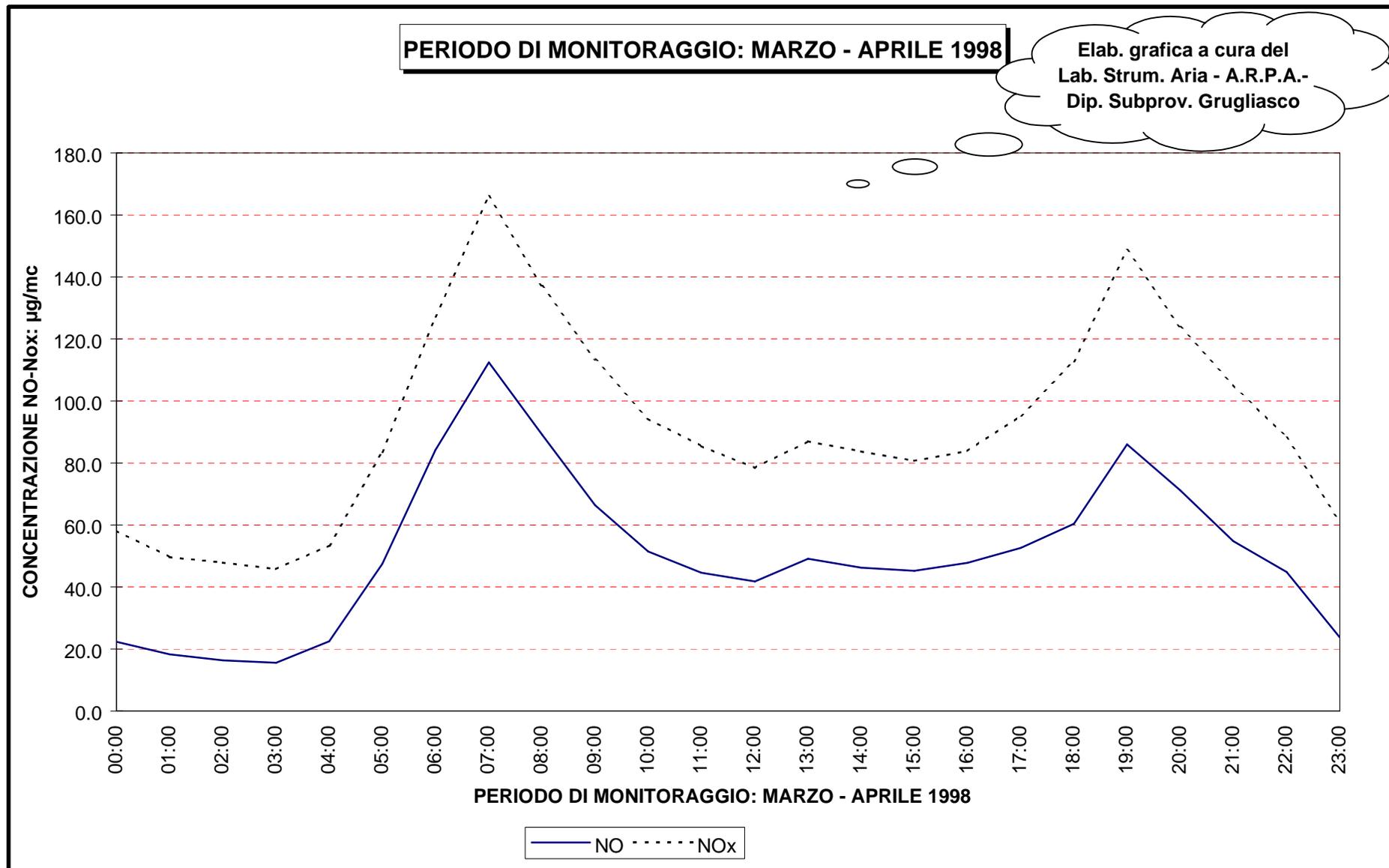
NO -NOx: medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -



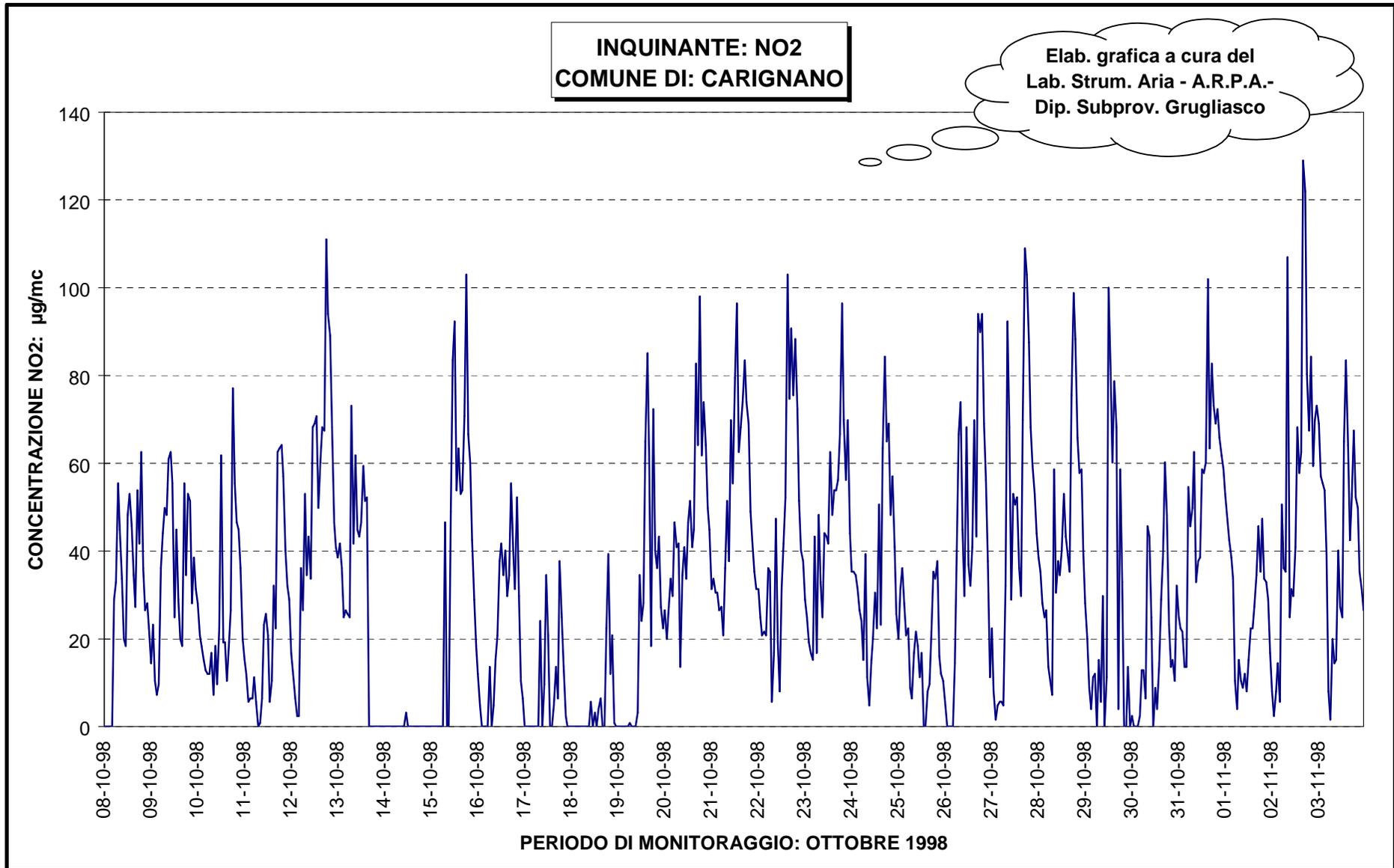
NO2: andamento giorno medio - MARZO-APRILE 1998 -



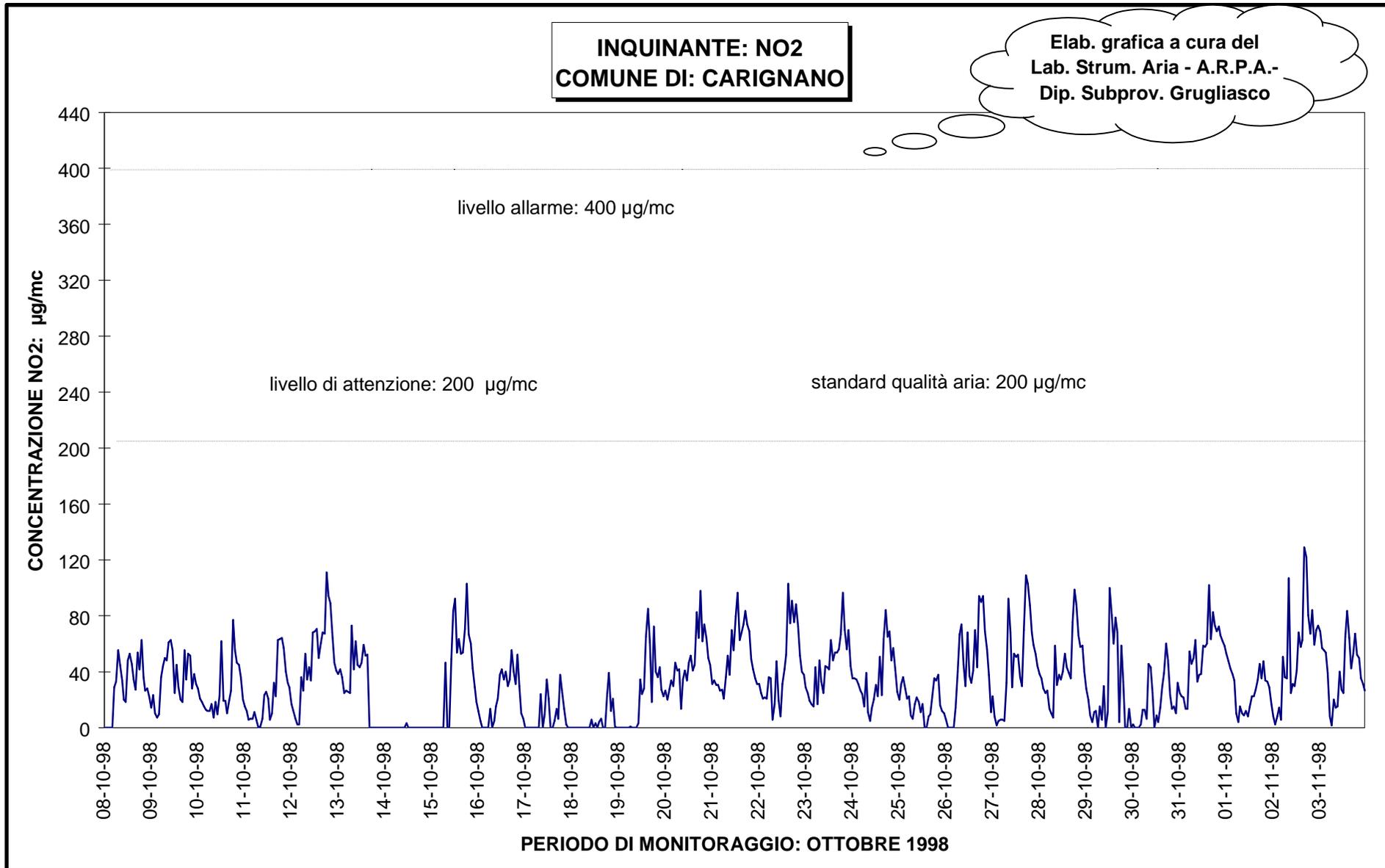
NO-NOx: andamento giorno medio - MARZO-APRILE 1998 -



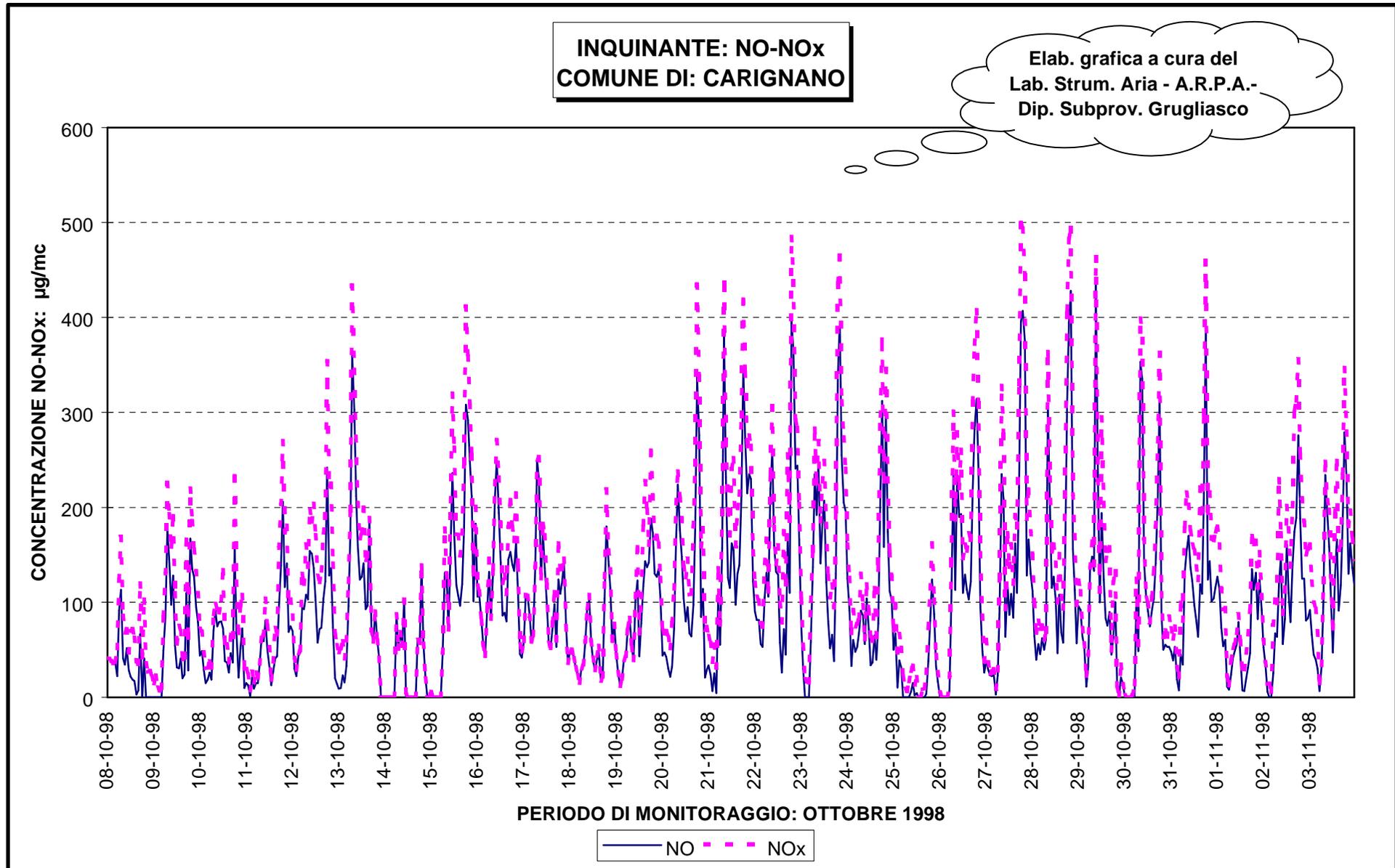
NO2: andamento medie orarie - OTTOBRE 1998 -



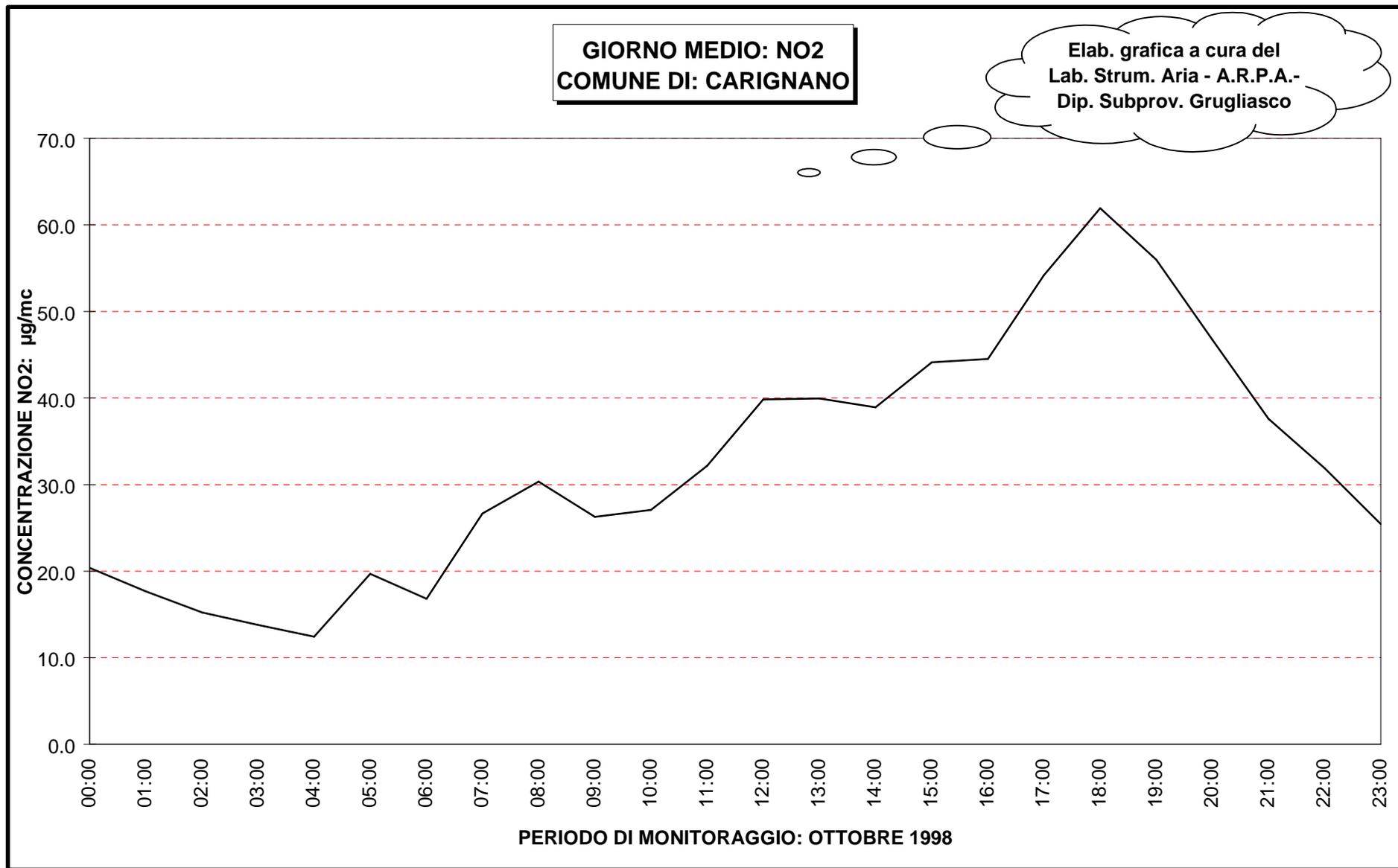
NO2: limiti di legge - OTTOBRE 1998 -



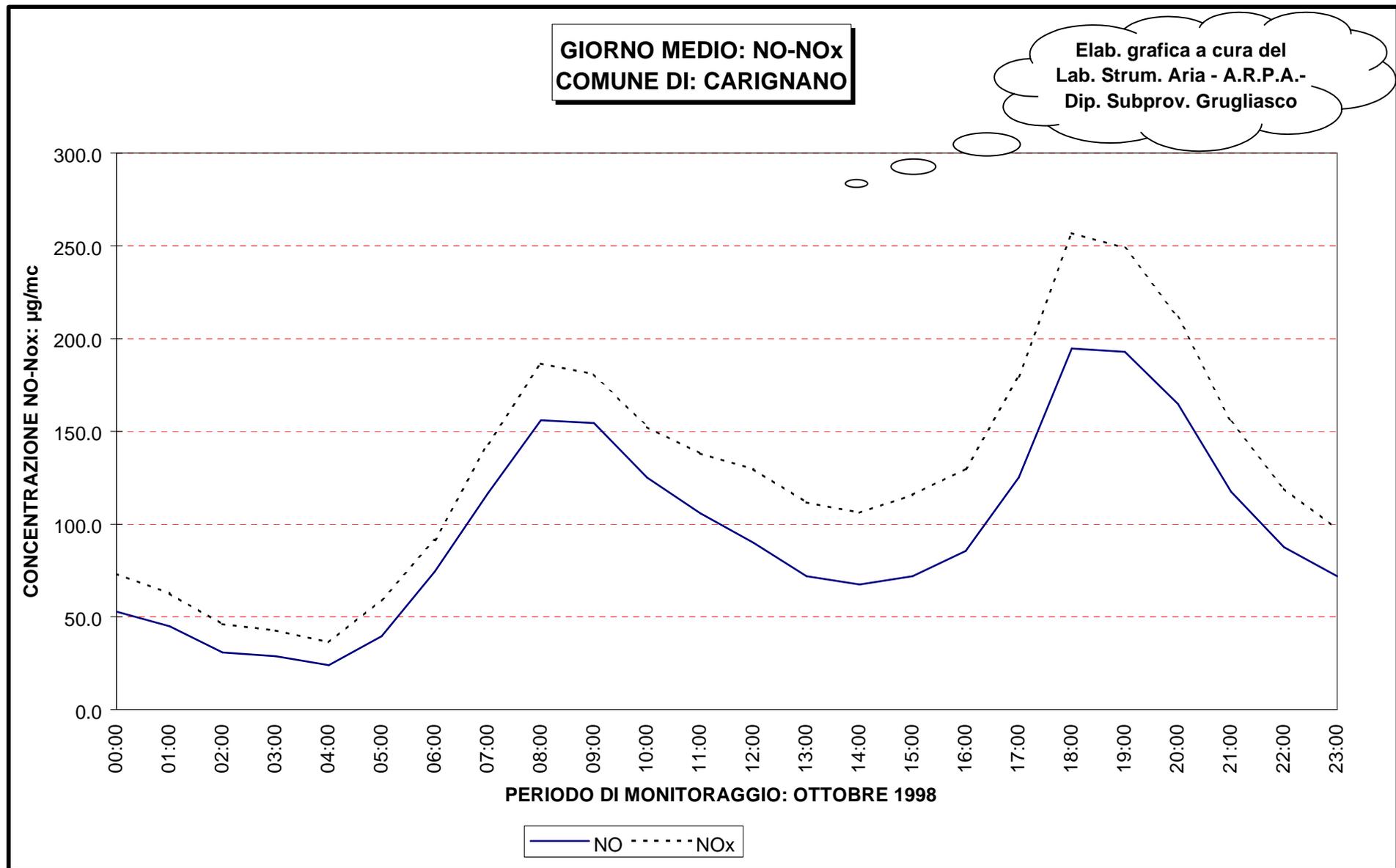
NO-NOx: andamento medie orarie - OTTOBRE 1998 -



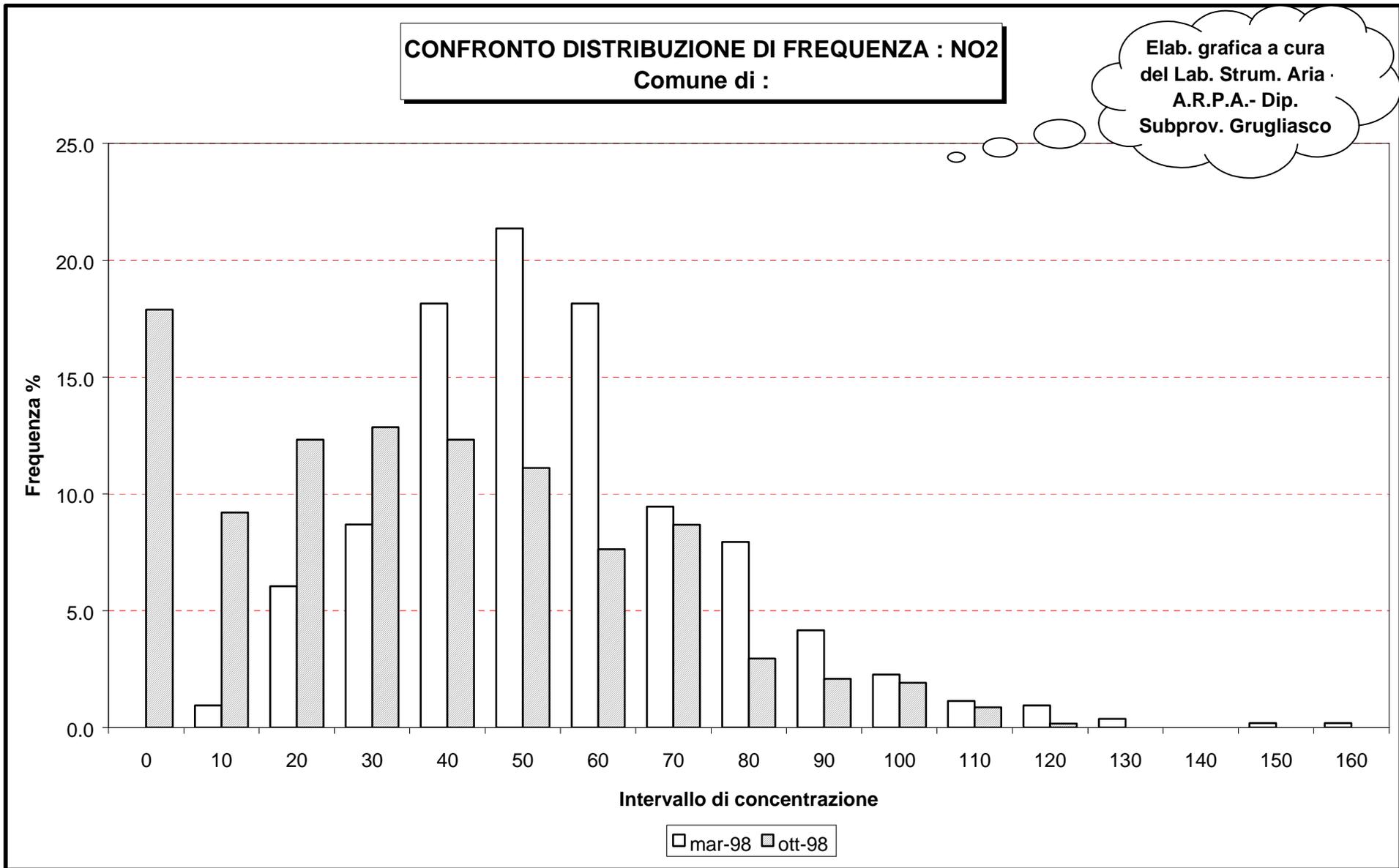
NO2: andamento giorno medio - OTTOBRE 1998 -



NO-NOx: andamento medie giornaliere - OTTOBRE 1998 -



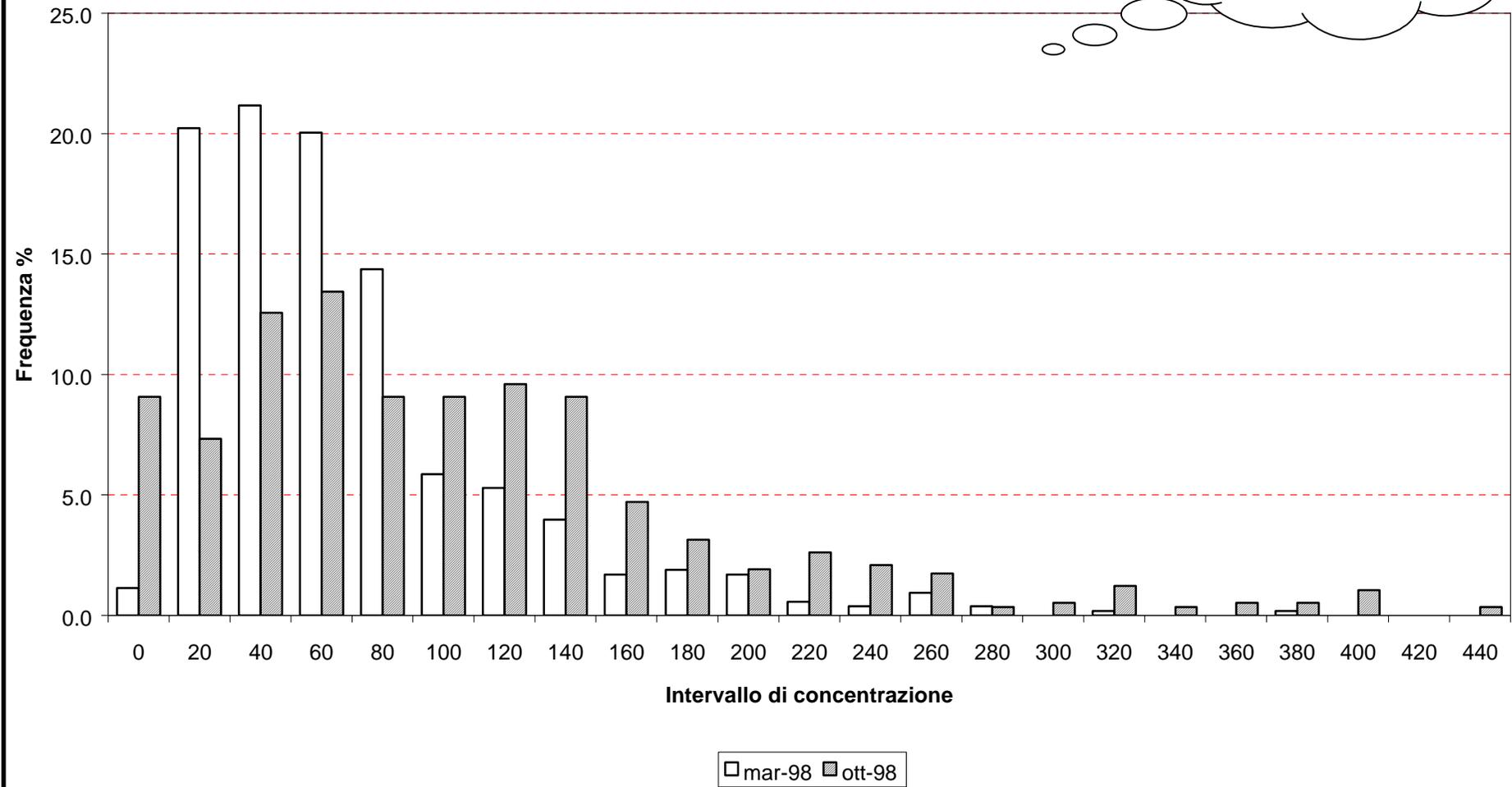
## NO2: confronto distribuzioni di frequenza



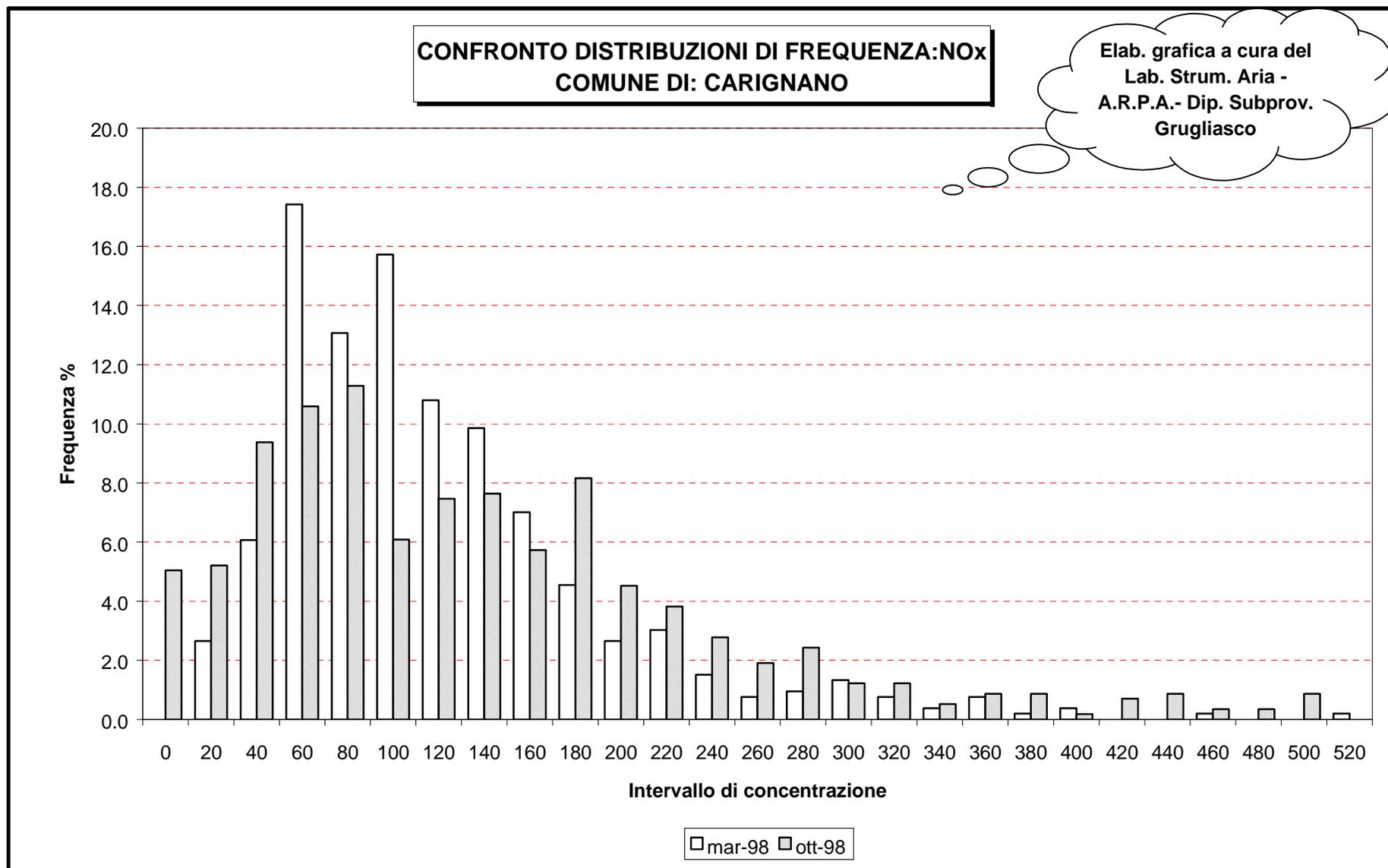
# NO: confronto distribuzioni di frequenza

**CONFRONTO DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA:NO  
COMUNE DI: CARIGNANO**

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria -  
A.R.P.A.- Dip. Subprov.  
Grugliasco



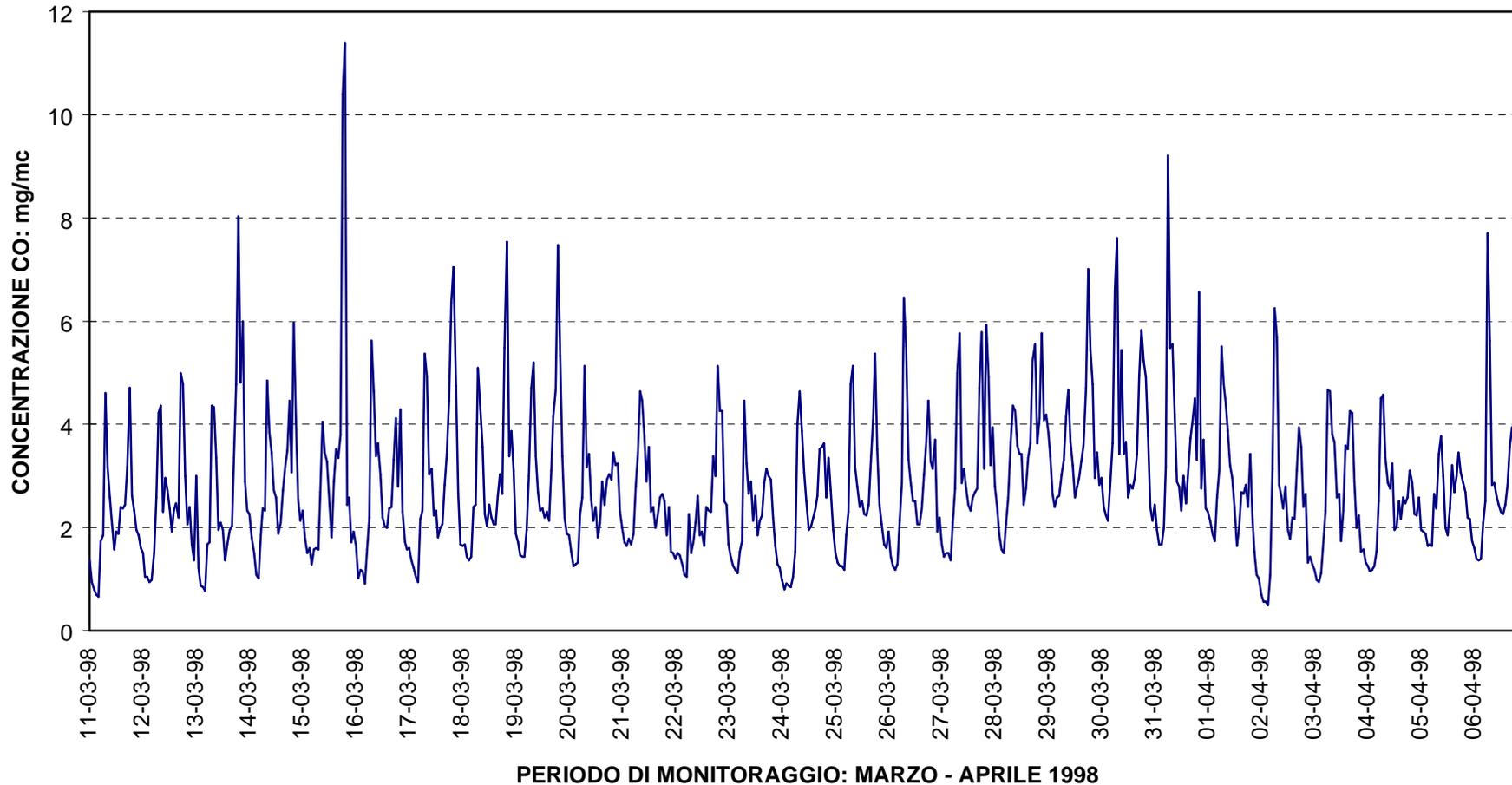
## NOx: confronto distribuzioni di frequenza



CO: andamento medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -

**INQUINANTE: CO**  
**COMUNE DI: CARIGNANO**

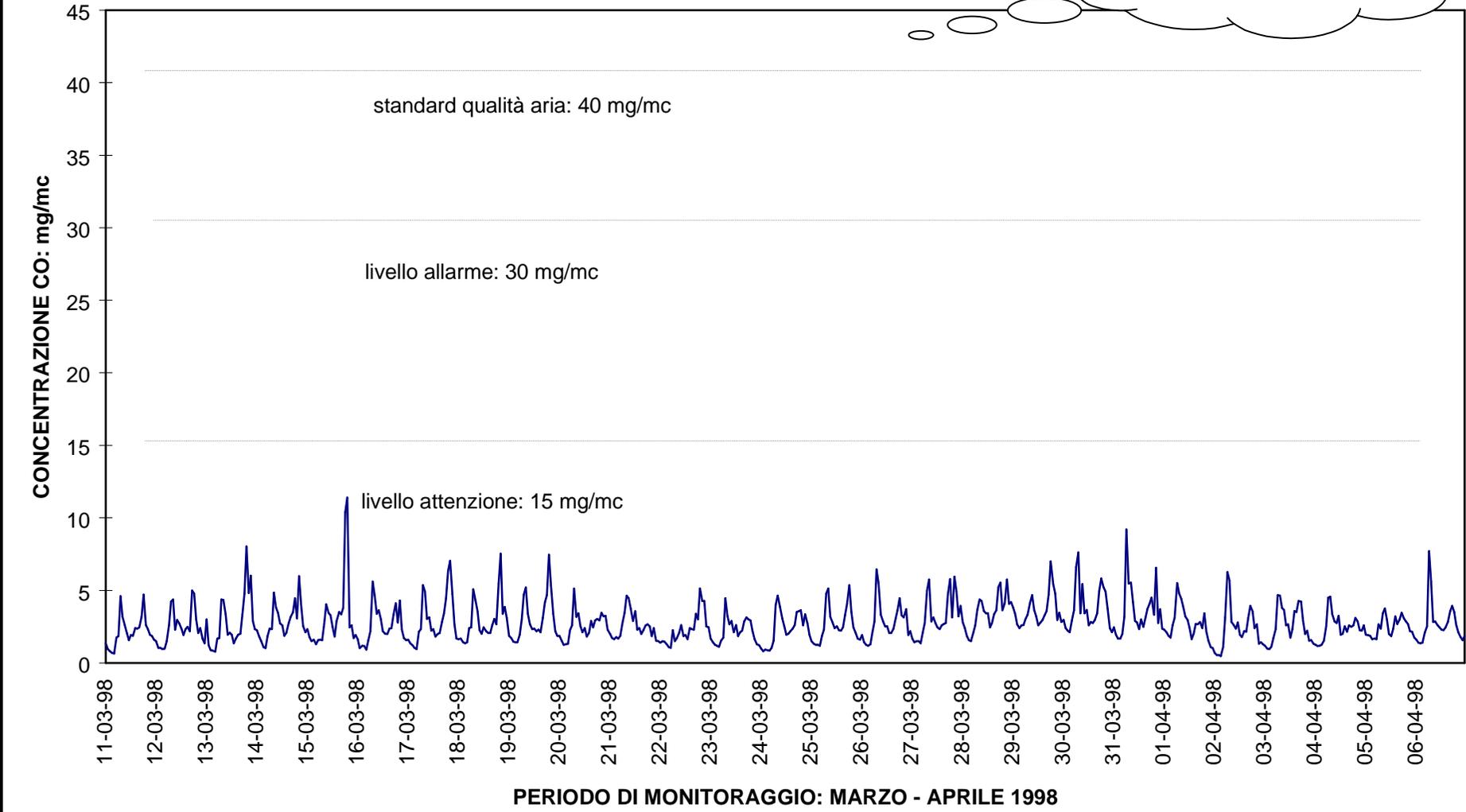
Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria - A.R.P.A.-  
Dip. Subprov. Grugliasco



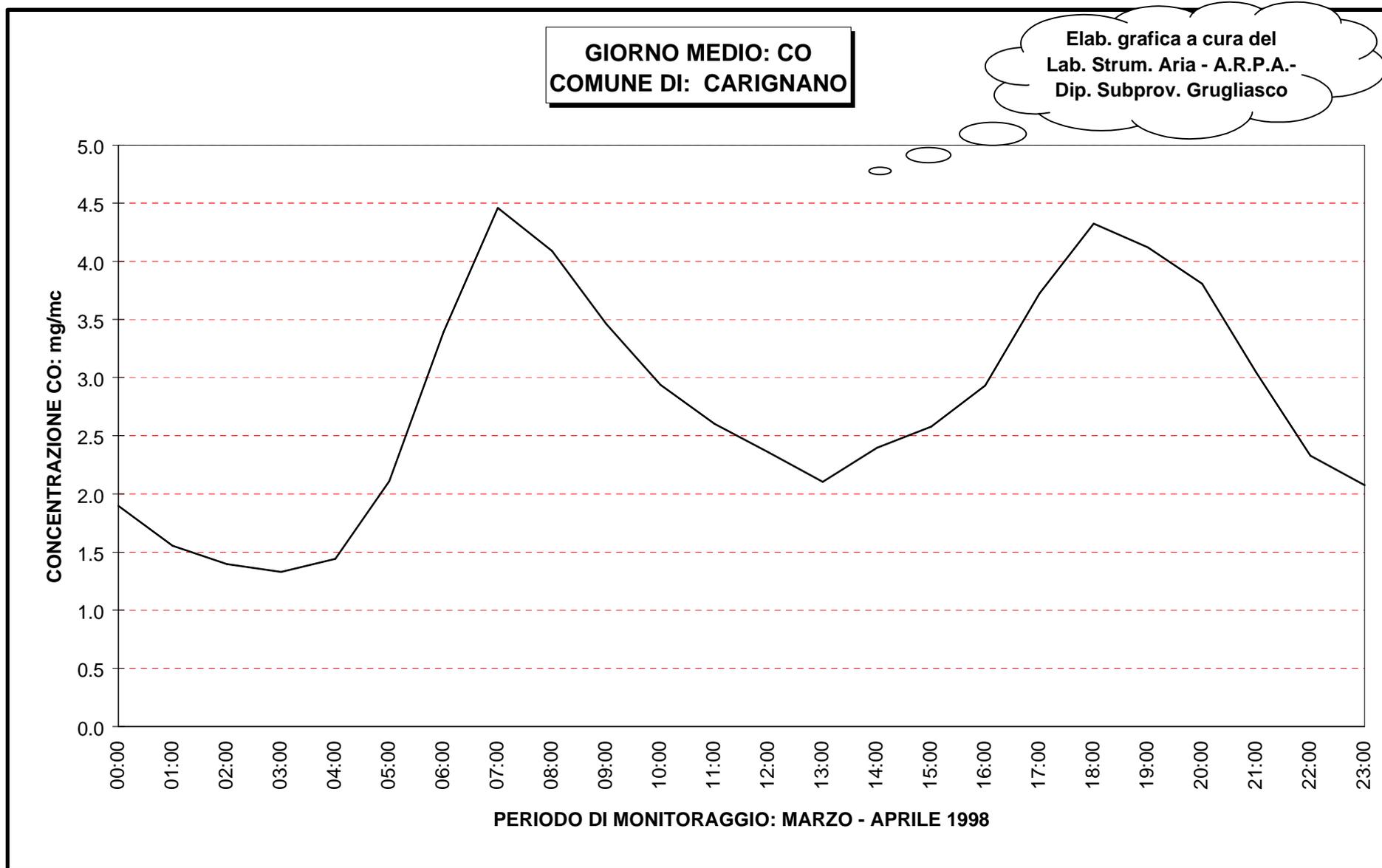
CO: limiti di legge - MARZO-APRILE 1998 -

**INQUINANTE: CO**  
**COMUNE DI: CARIGNANO**

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria - A.R.P.A.-  
Dip. Subprov. Grugliasco



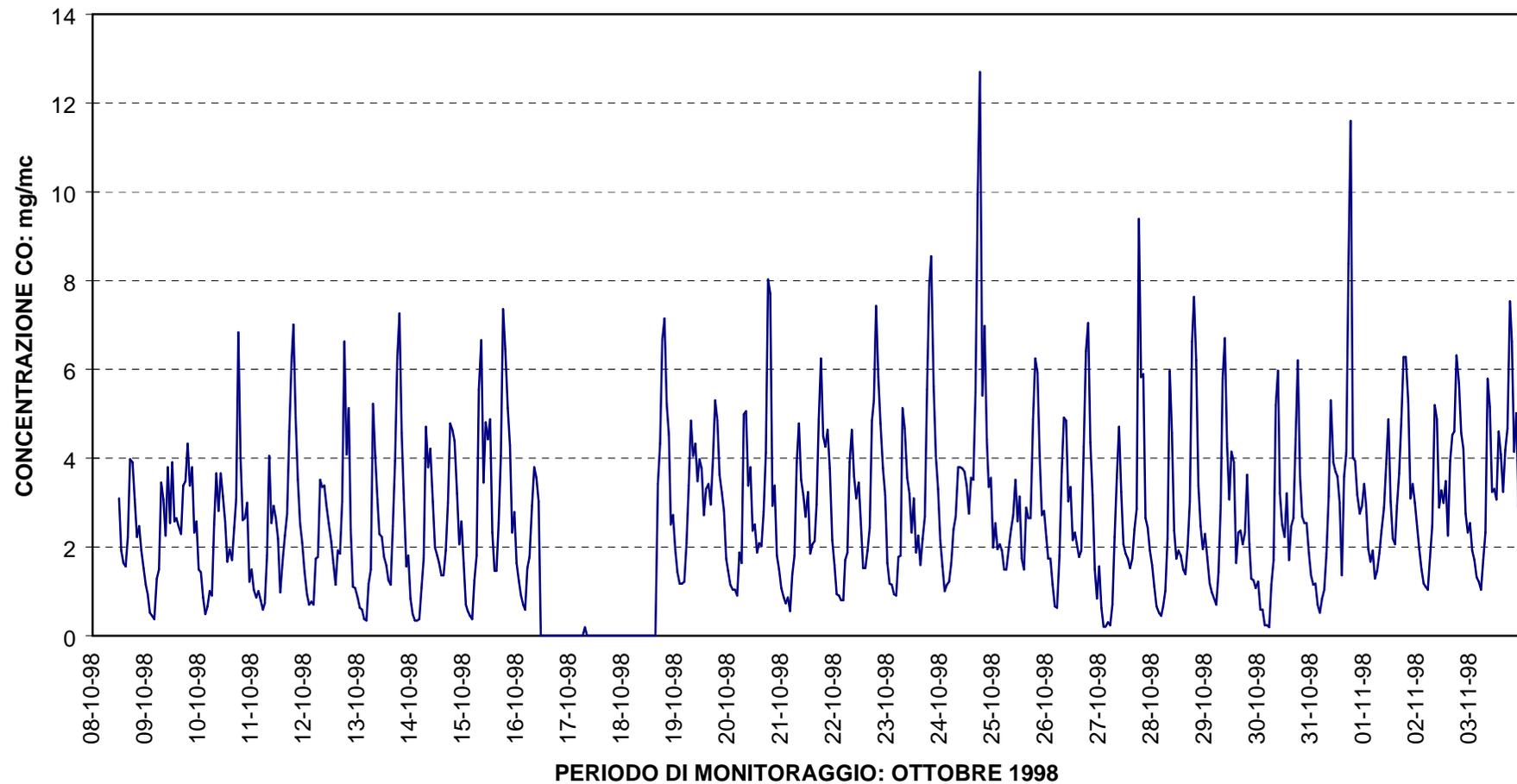
CO: andamento giorno medio - MARZO-APRILE 1998 -



CO: andamento medie orarie - OTTOBRE 1998 -

**INQUINANTE: CO**  
**COMUNE DI: CARIGNANO**

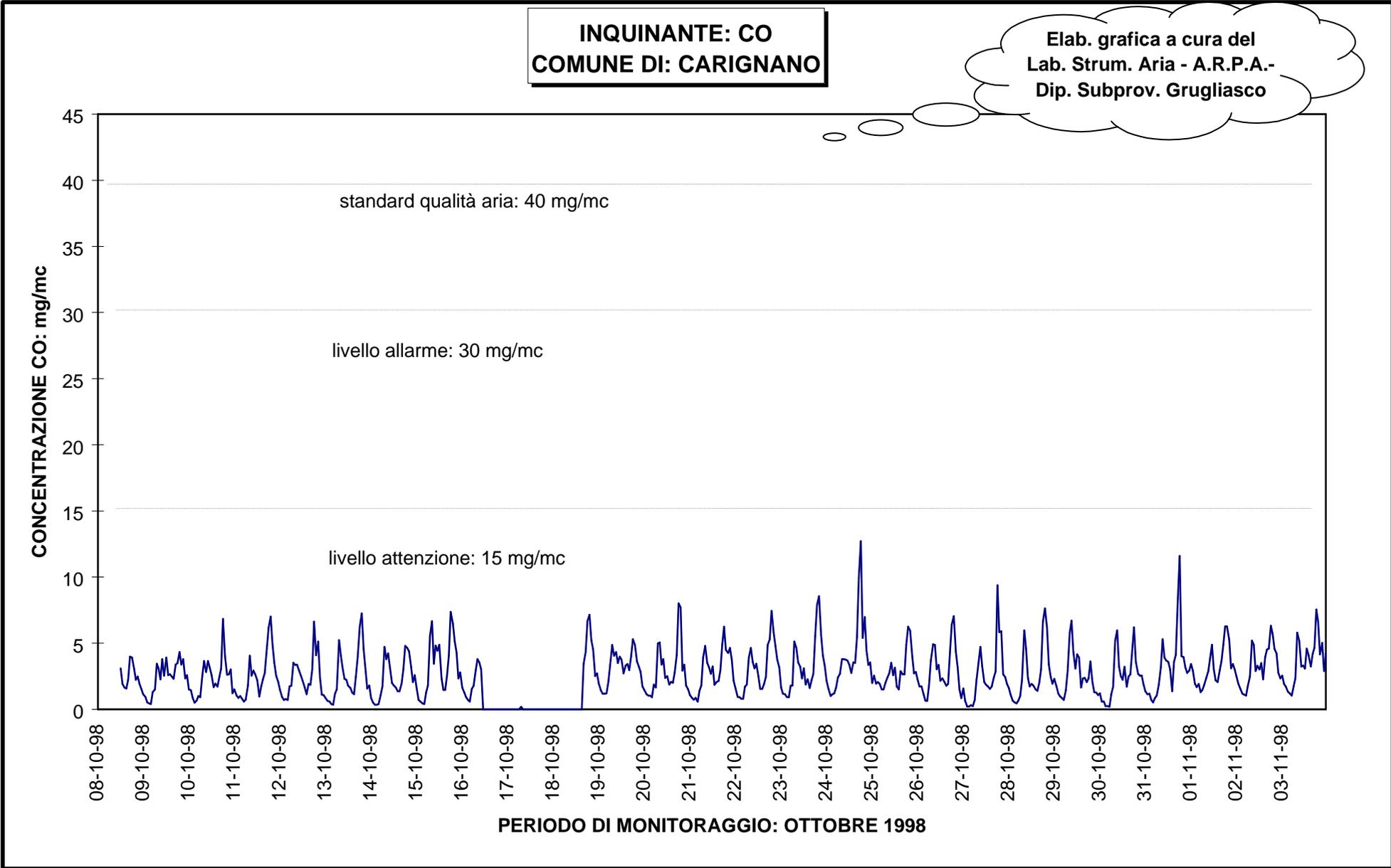
Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria - A.R.P.A.-  
Dip. Subprov. Grugliasco



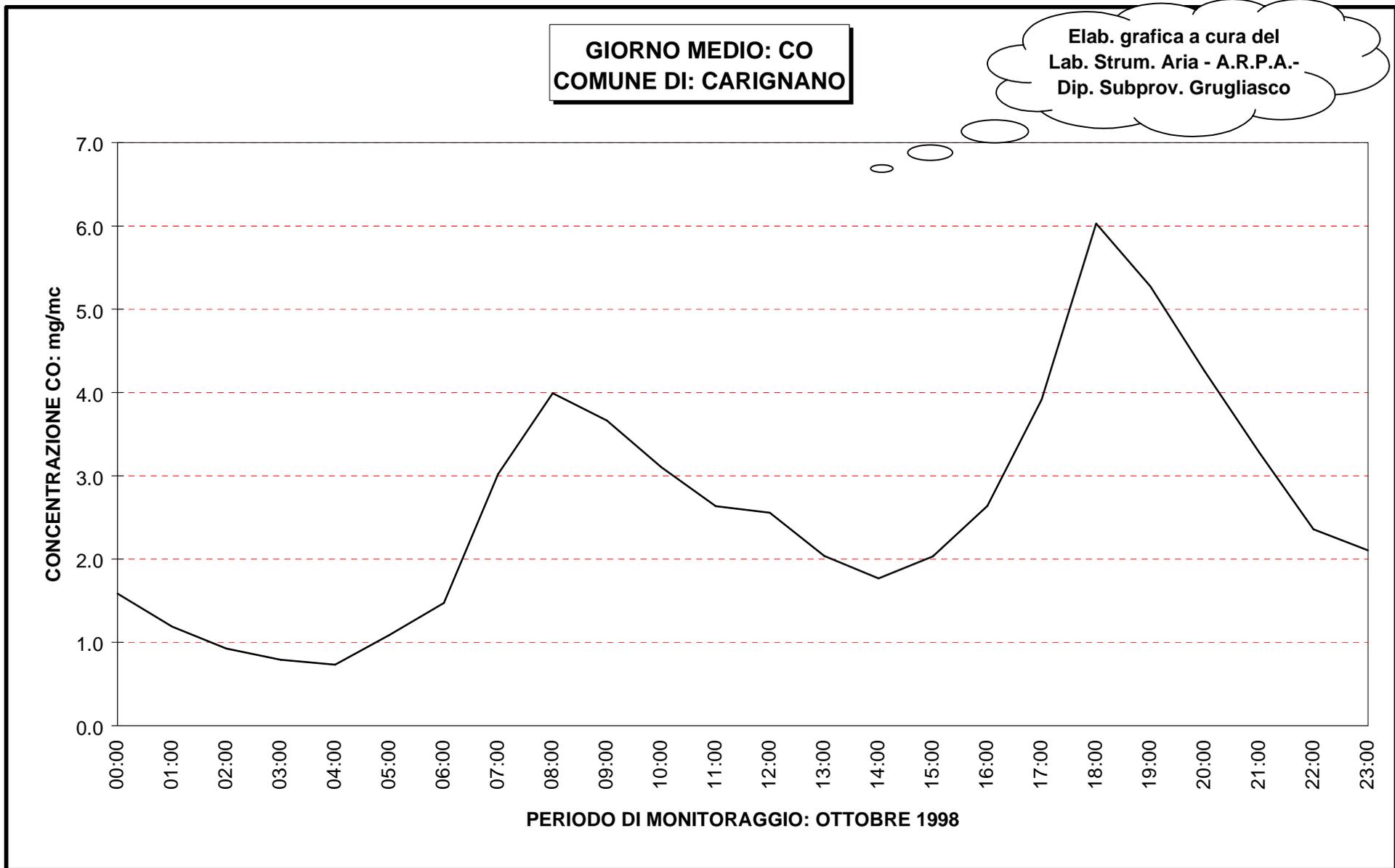
CO: limiti di legge - OTTOBRE 1998 -

**INQUINANTE: CO**  
**COMUNE DI: CARIGNANO**

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria - A.R.P.A.-  
Dip. Subprov. Grugliasco



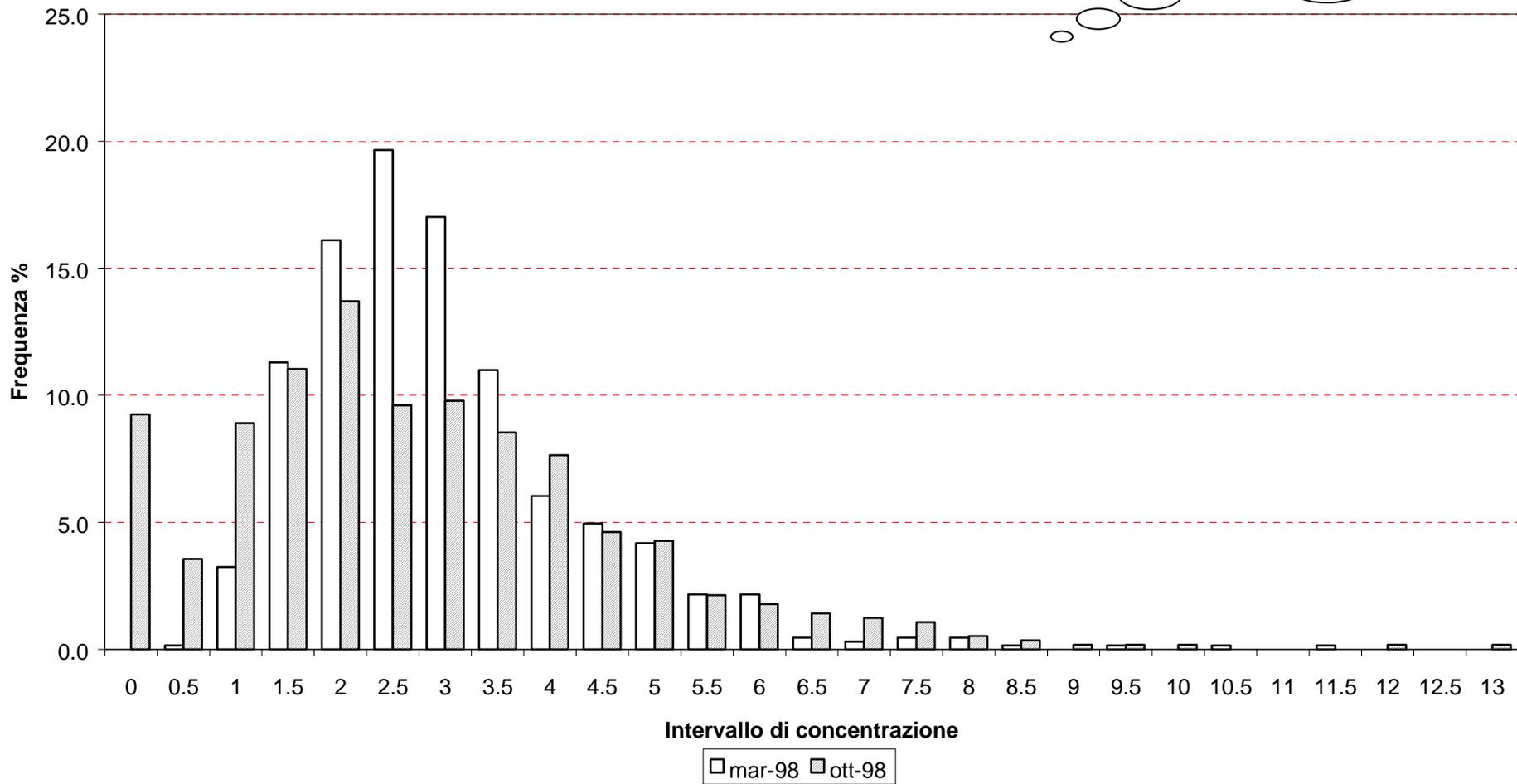
CO: andamento giorno medio - OTTOBRE 1998 -



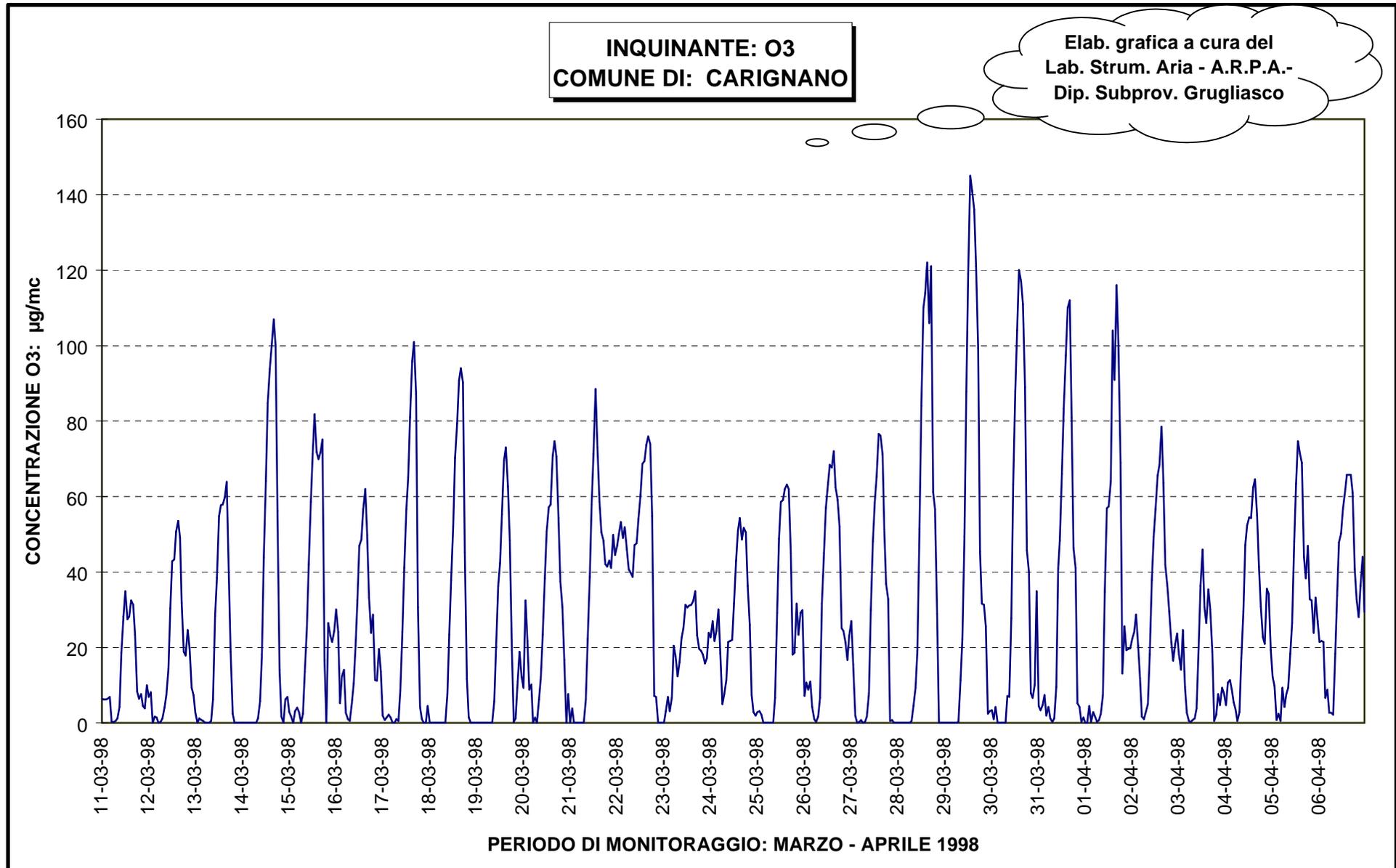
# CO: confronto distribuzioni di frequenza

## CONFRONTO DISTRIBUZIONI DI FREQUENZA:CO COMUNE DI: CARIGNANO

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria -  
A.R.P.A.- Dip. Subprov.  
Grugliasco



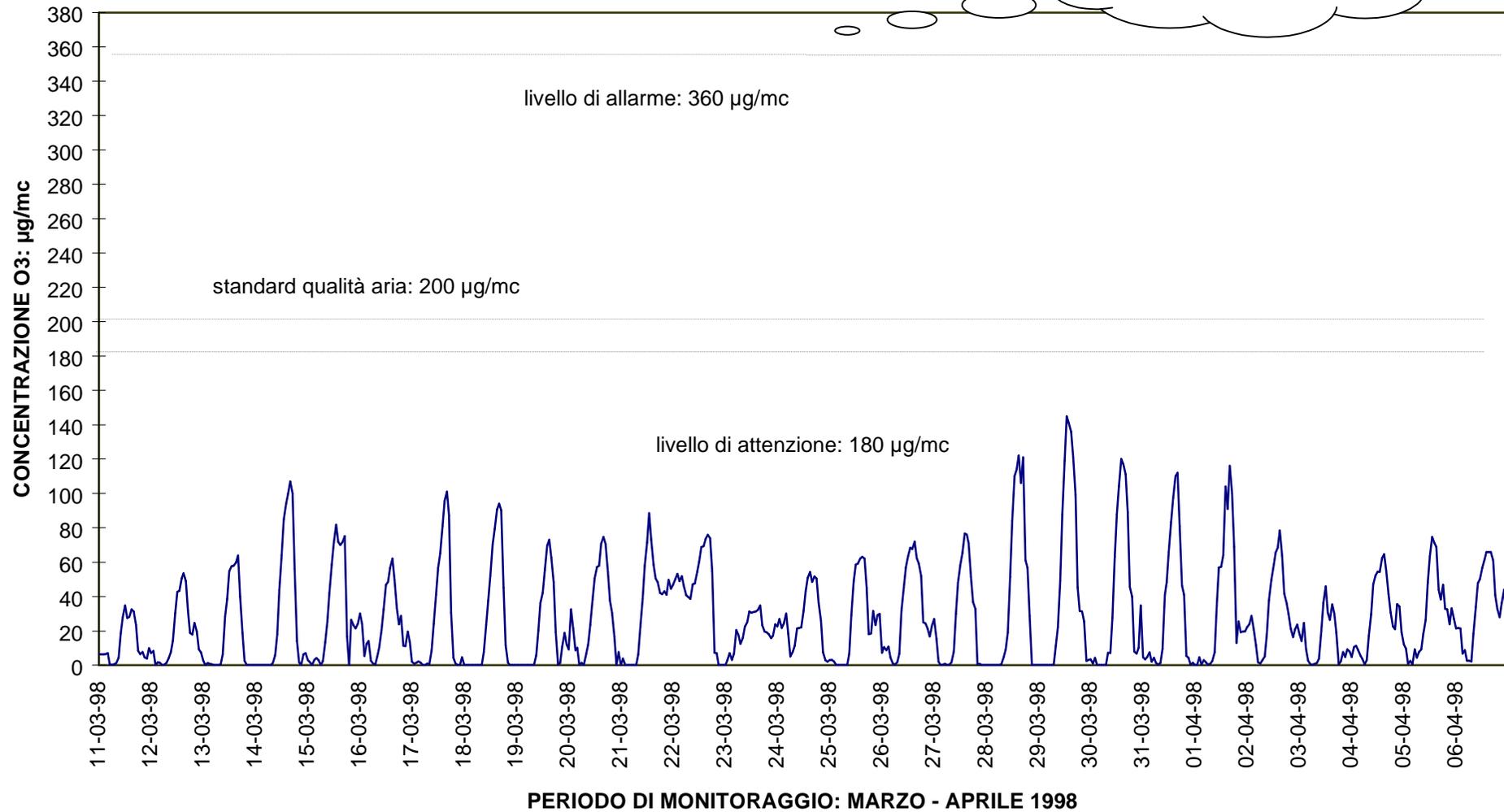
O3: andamento medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -



O3: limiti di legge - MARZO-APRILE 1998 -

**INQUINANTE: O3**  
**COMUNE DI: CARIGNANO**

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria - A.R.P.A.-  
Dip. Subprov. Grugliasco



O3: giorno medio - MARZO-APRILE 1998 -

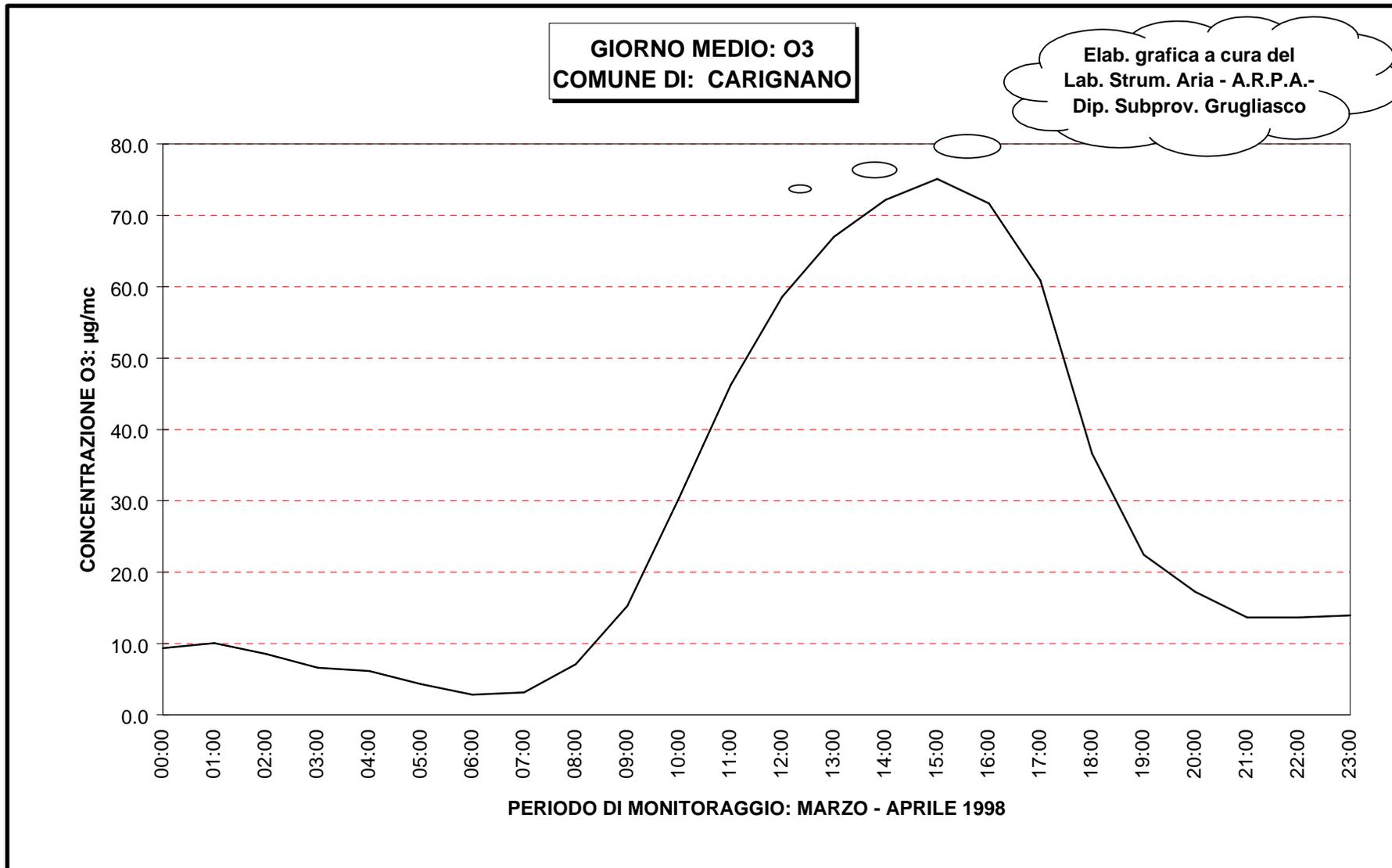


TABELLA n°9: superamenti ozono registrati nel mes e di **MARZO-APRILE**  
**1998**

a **CARIGNANO – D.M. 16.5.1996**

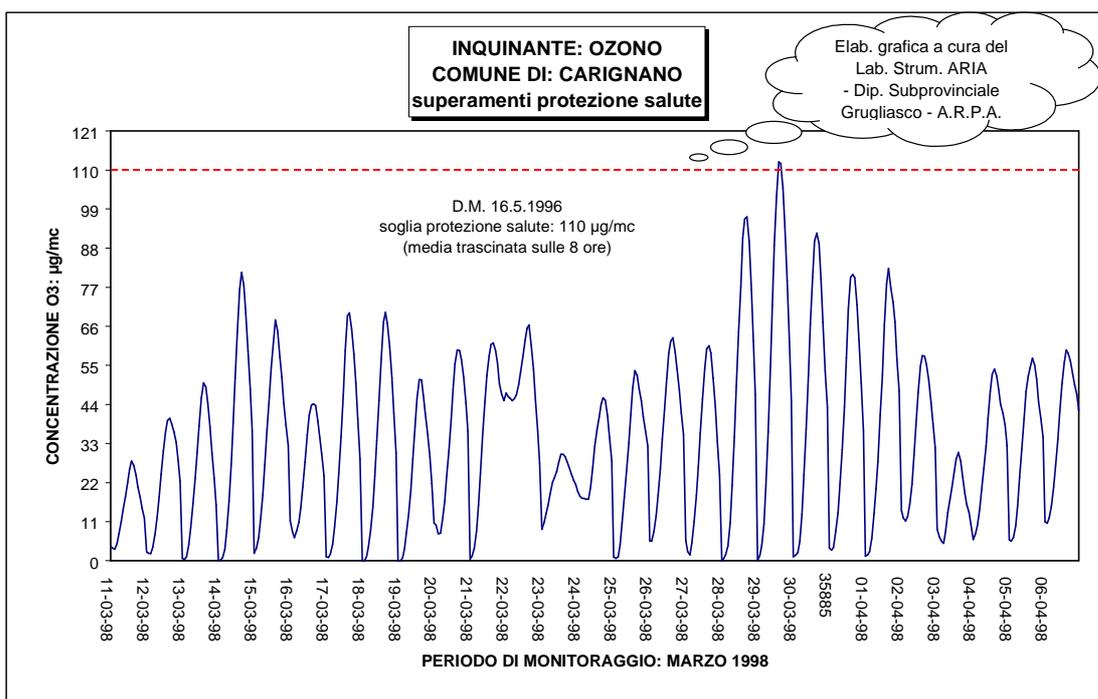
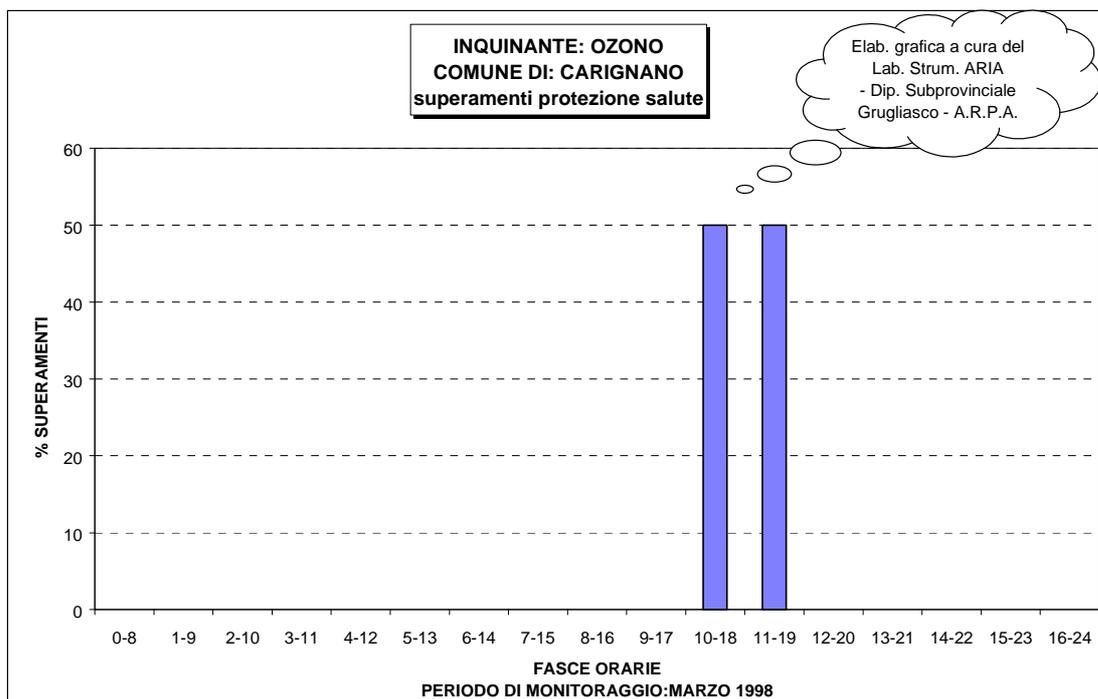
LETTURE VALIDE		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (2)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)	
N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
648	100.0	2	0.4	0	0.0	0	0.0

(1) media trascinata sulle 8 ore

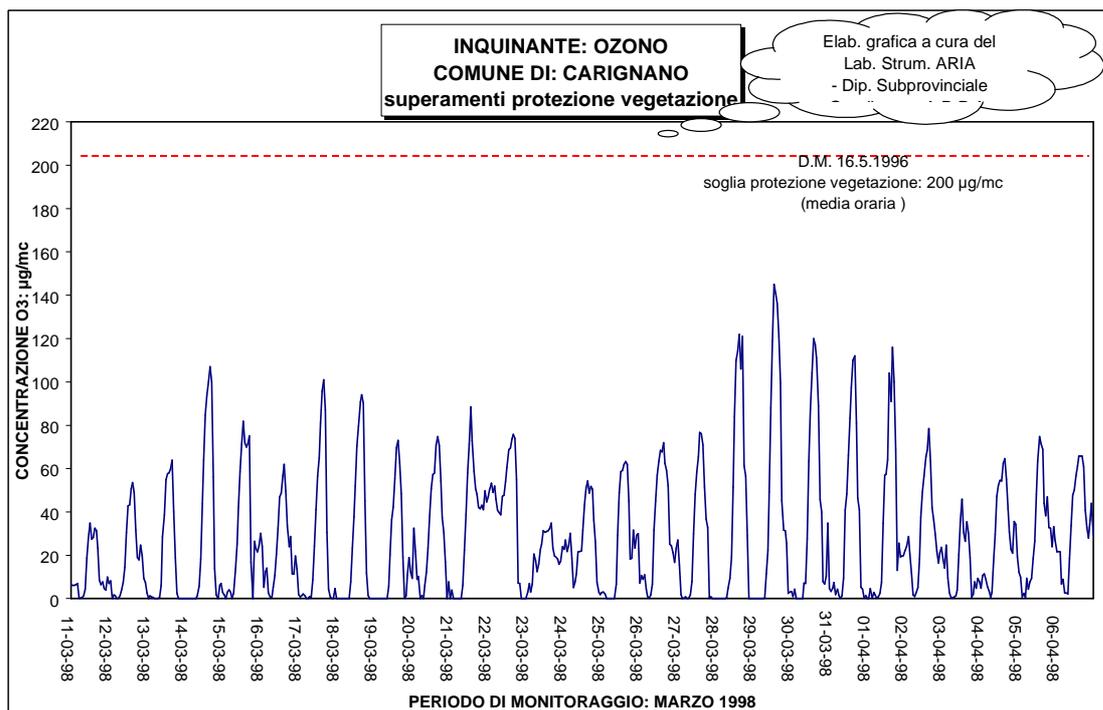
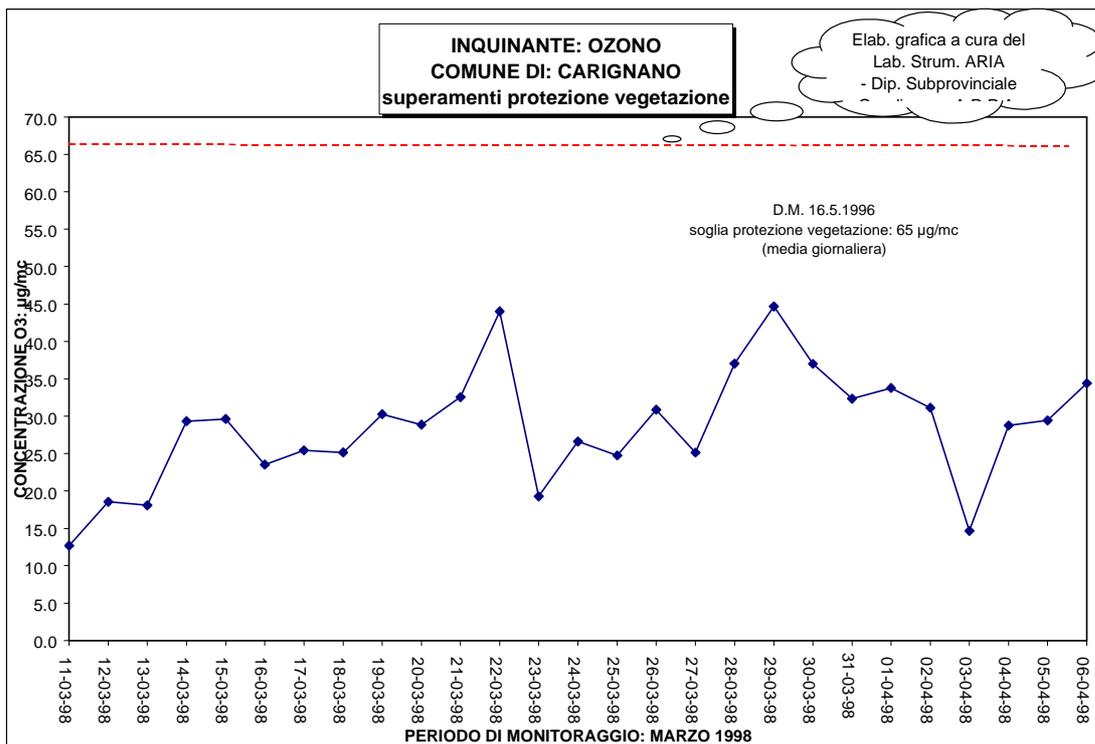
(2) media oraria

(3) media giornaliera

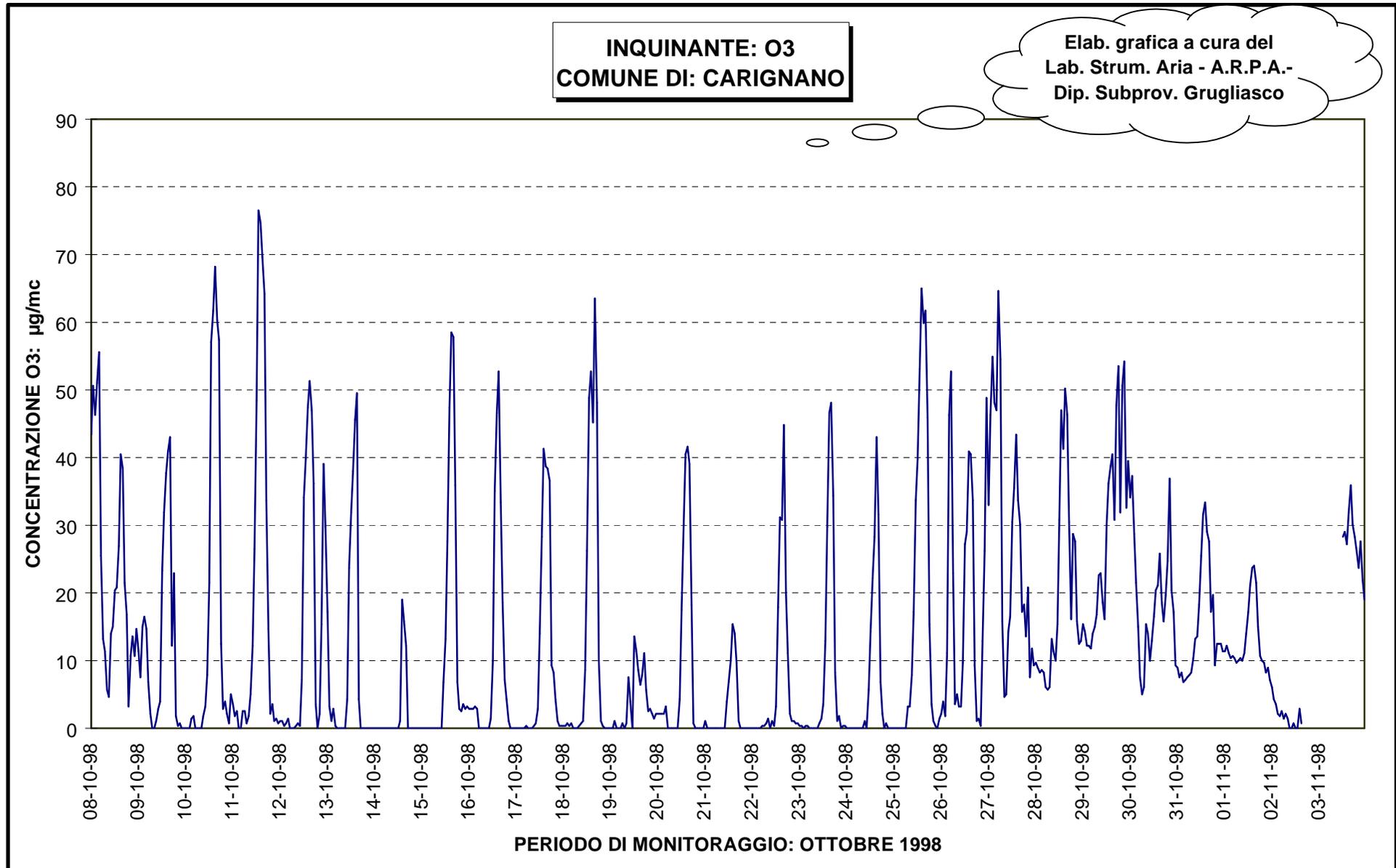
TABELLA n° 10: dettaglio superamenti ozono protezi one salute registrati nel mese di **MARZO-APRILE 1998** a **CARIGNANO** – D.M. 16.5.1996



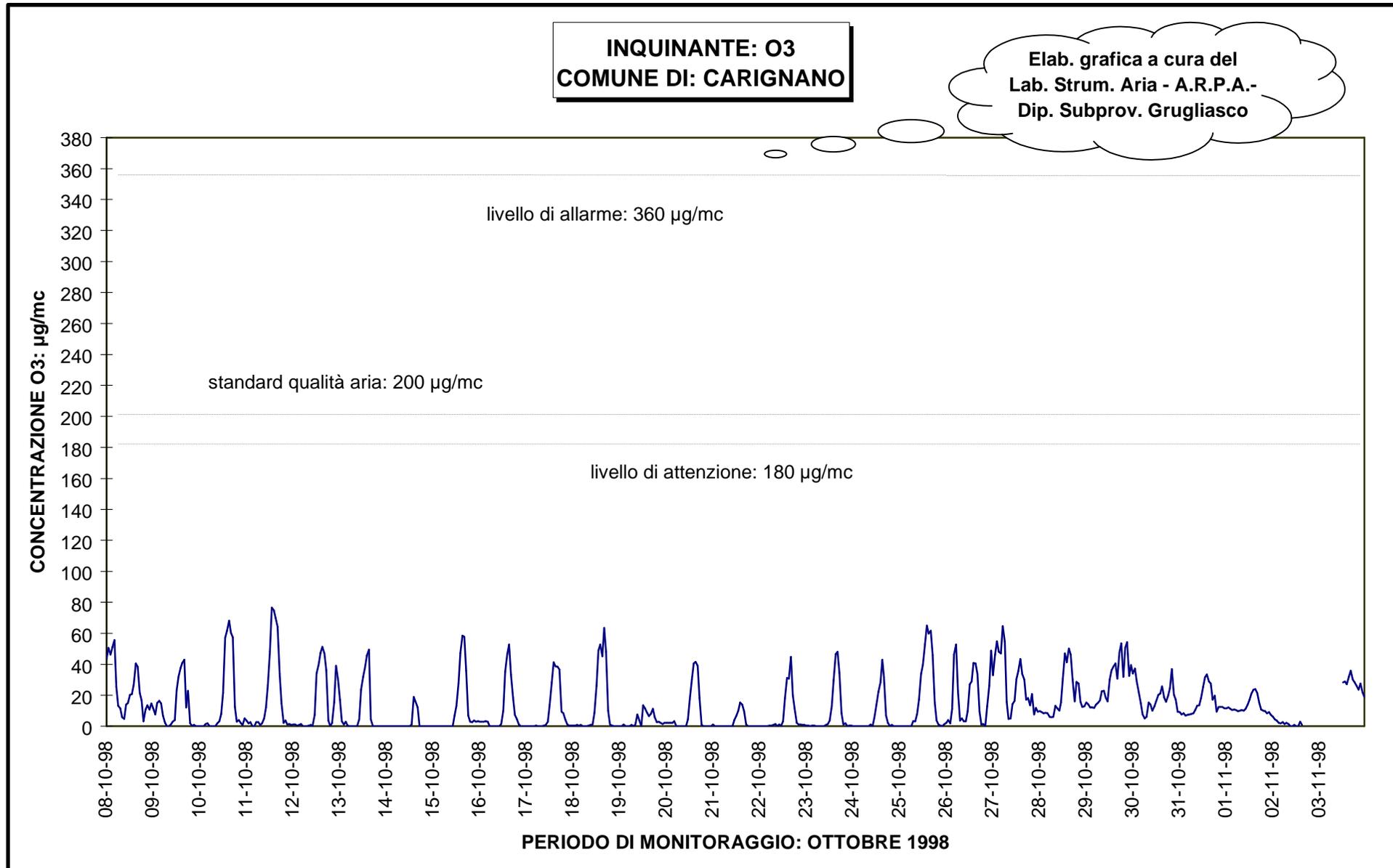
### O3: superamenti protezione vegetazione - MARZO-APRILE 1998 -



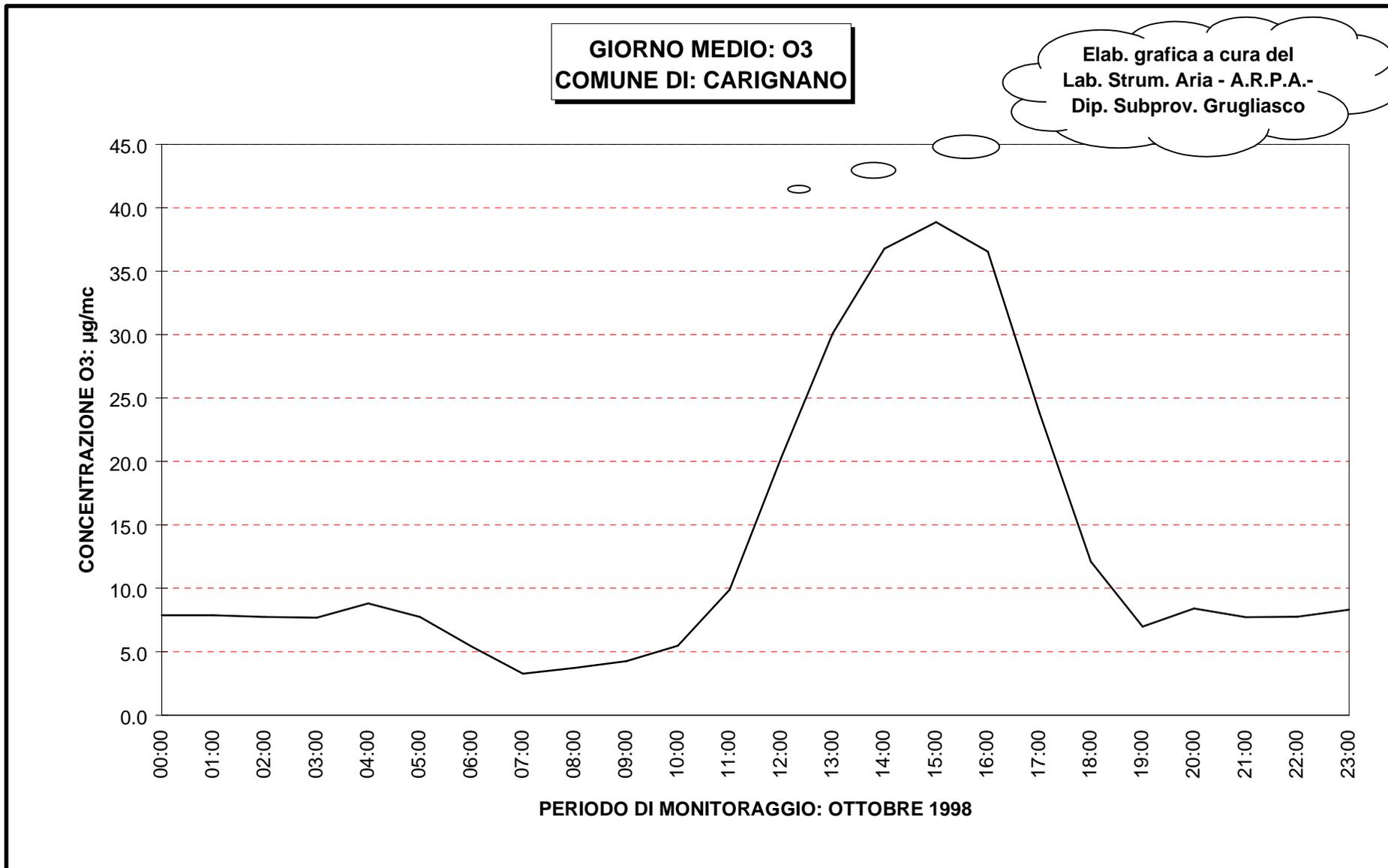
O3: andamento medie orarie -OTTOBRE 1998 -



O3: limiti di legge - OTTOBRE 1998 -



O3: giorno medio - OTTOBRE 1998 -

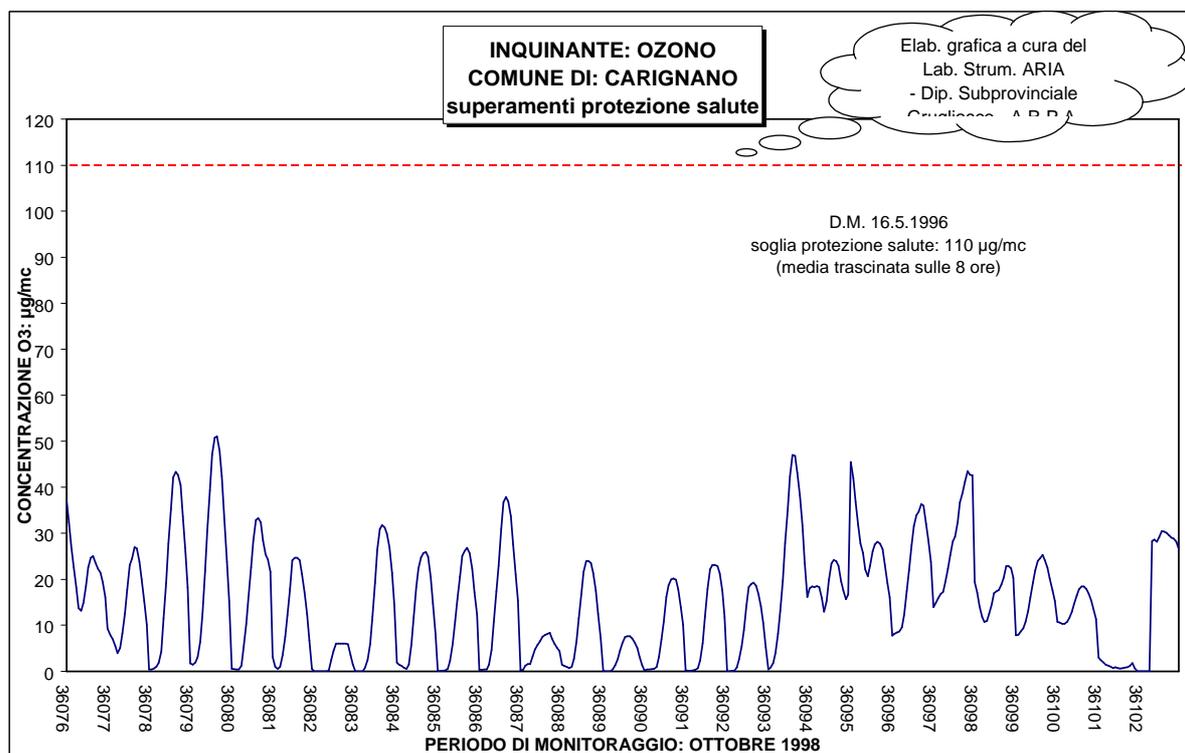


**TABELLA n°11:** superamenti ozono registrati nel mese di **OTTOBRE 1998** a **CARIGNANO – D.M. 16.5.1996**

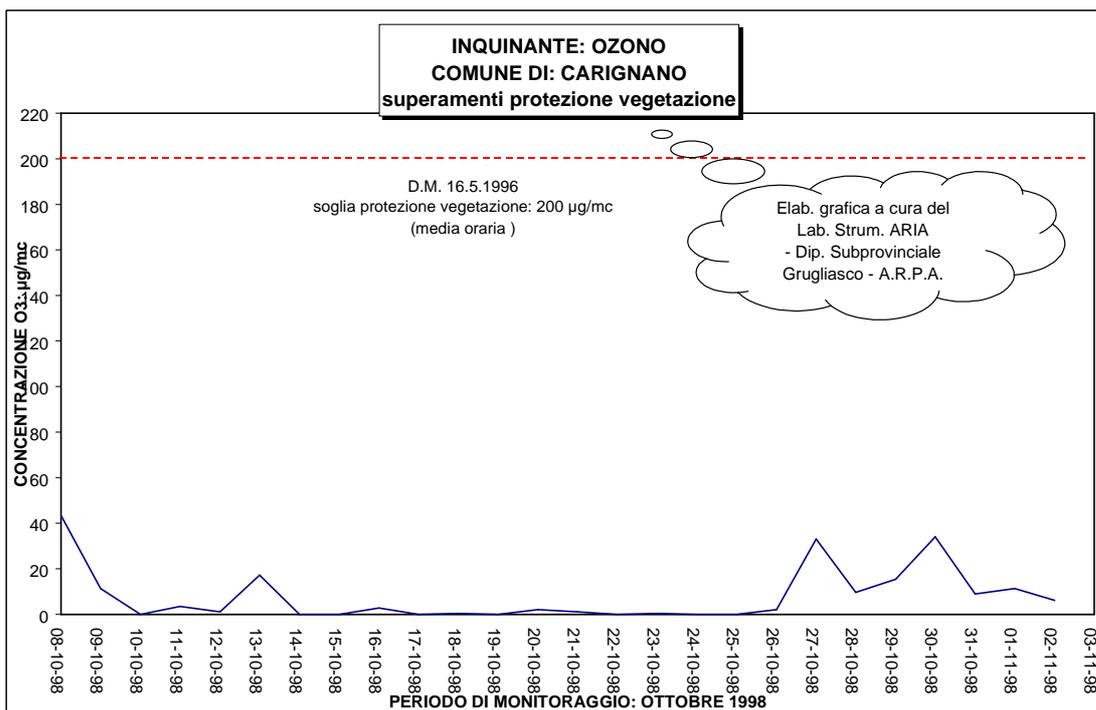
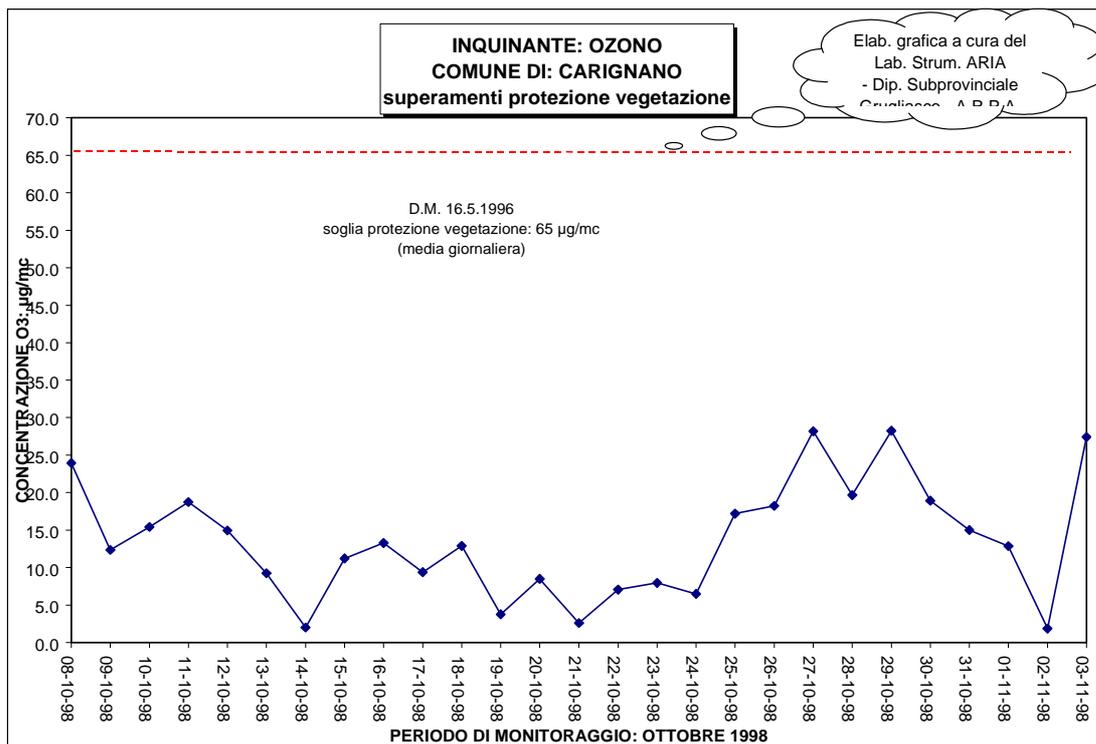
LETTURE VALIDE		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE: 110 µg/mc (1)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 200 µg/mc (2)		SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE VEGETAZIONE: 65 µg/mc (3)	
N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
628	96.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0

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

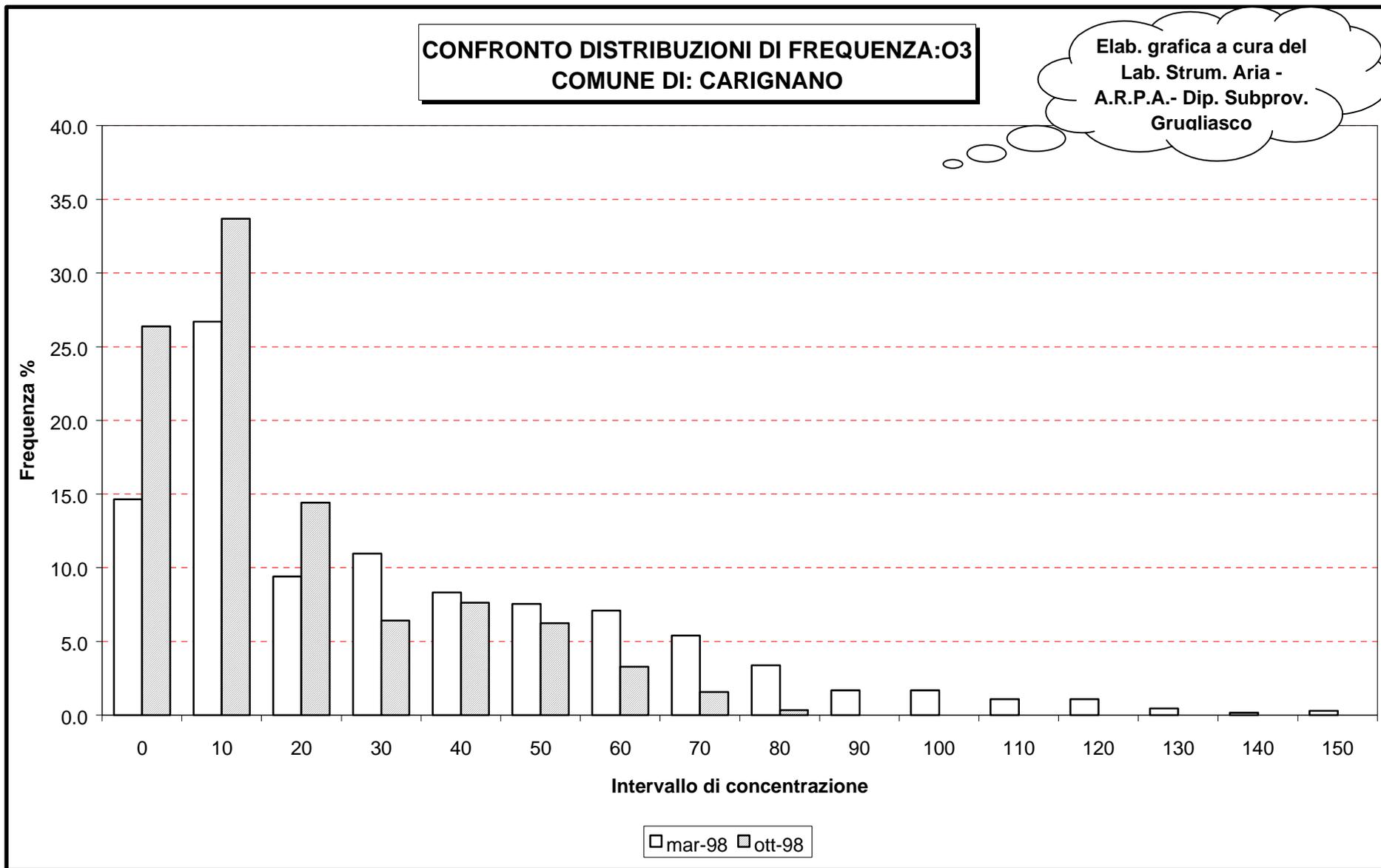
**TABELLA n°12:** dettaglio superamenti ozono protezione salute registrati nel mese di **OTTOBRE 1998** a **CARIGNANO – D.M. 16.5.1996**



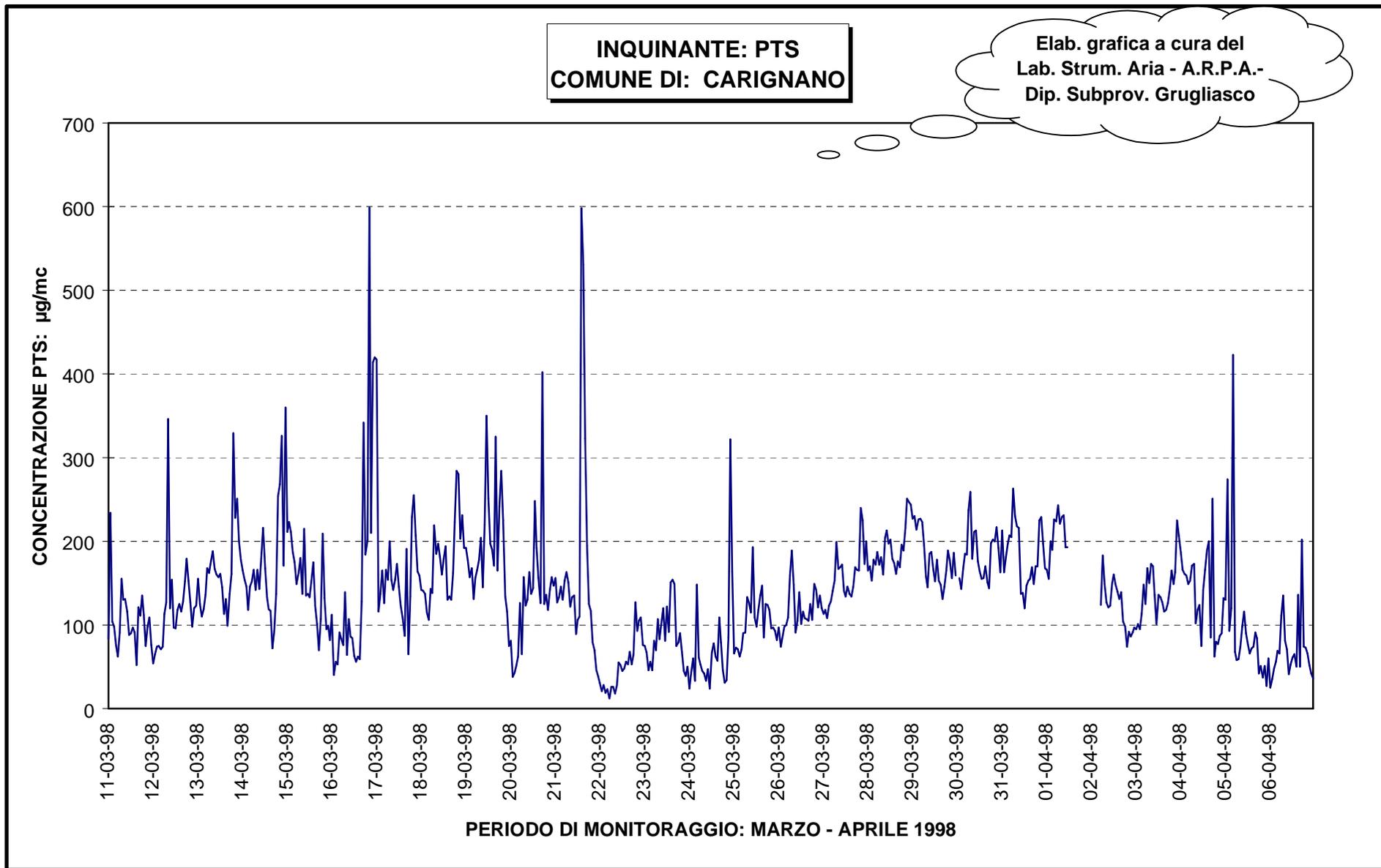
### O3: superamenti protezione vegetazione - OTTOBRE 1998 -



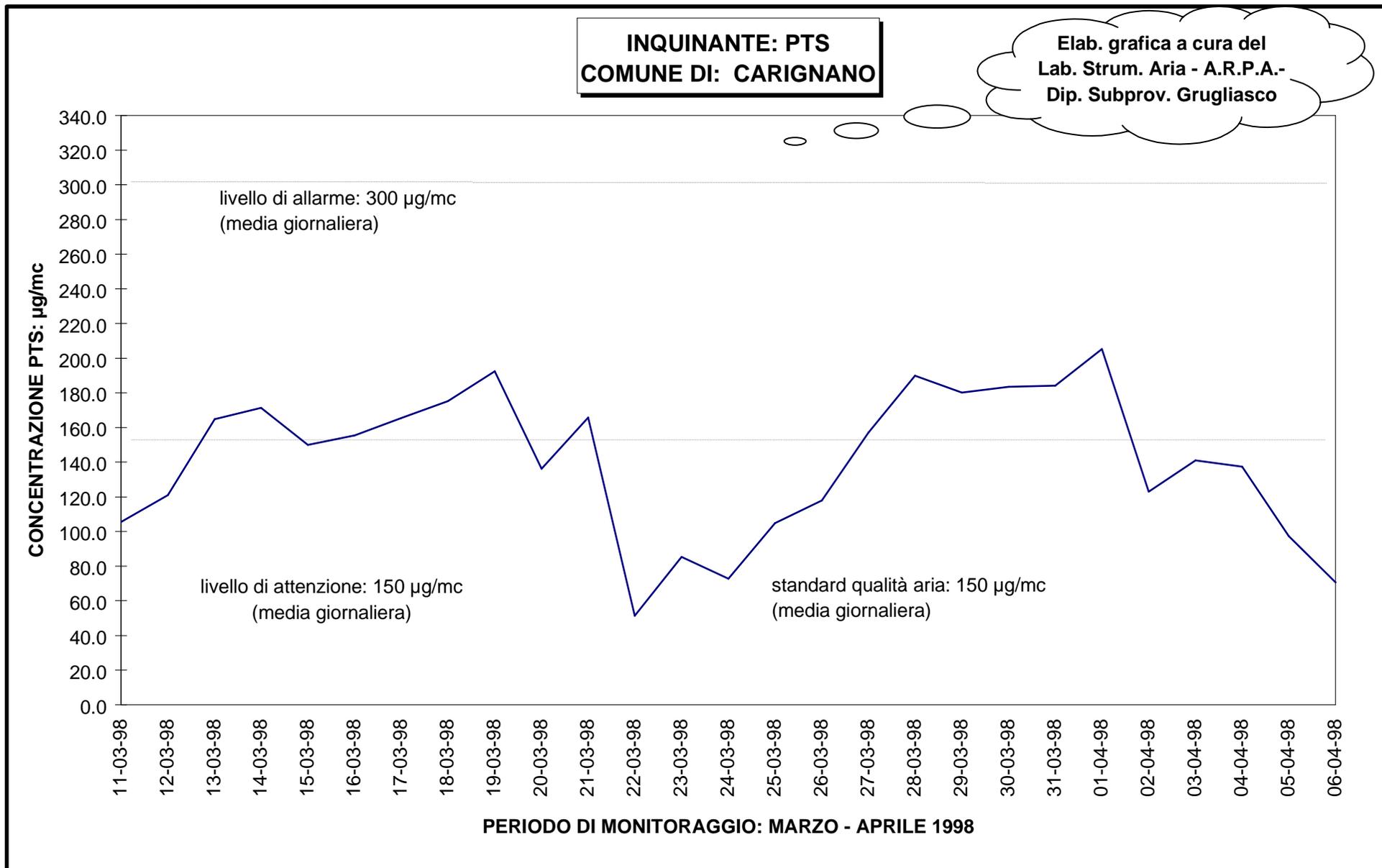
### O3: confronto distribuzioni di frequenza



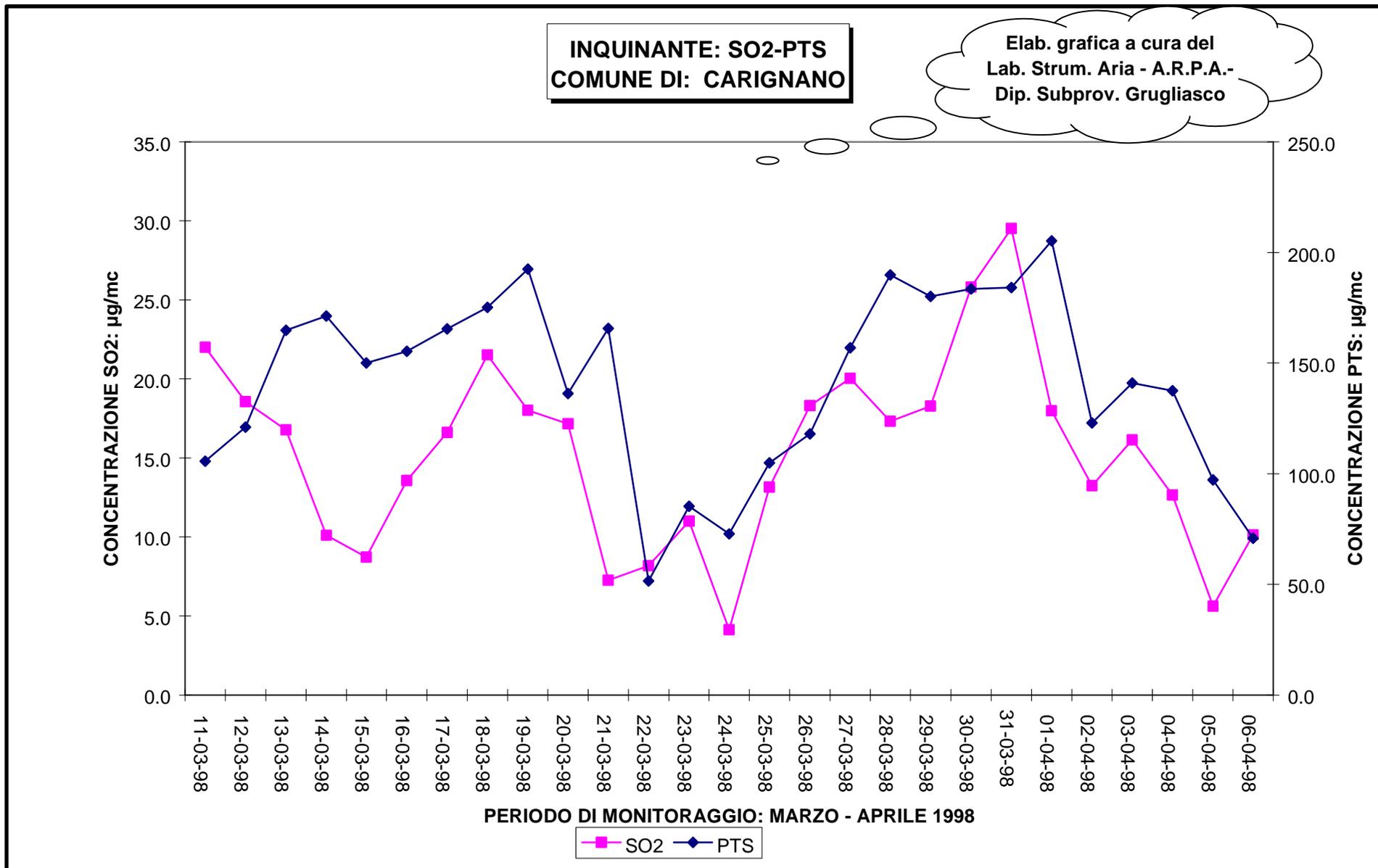
PTS: andamento delle medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -



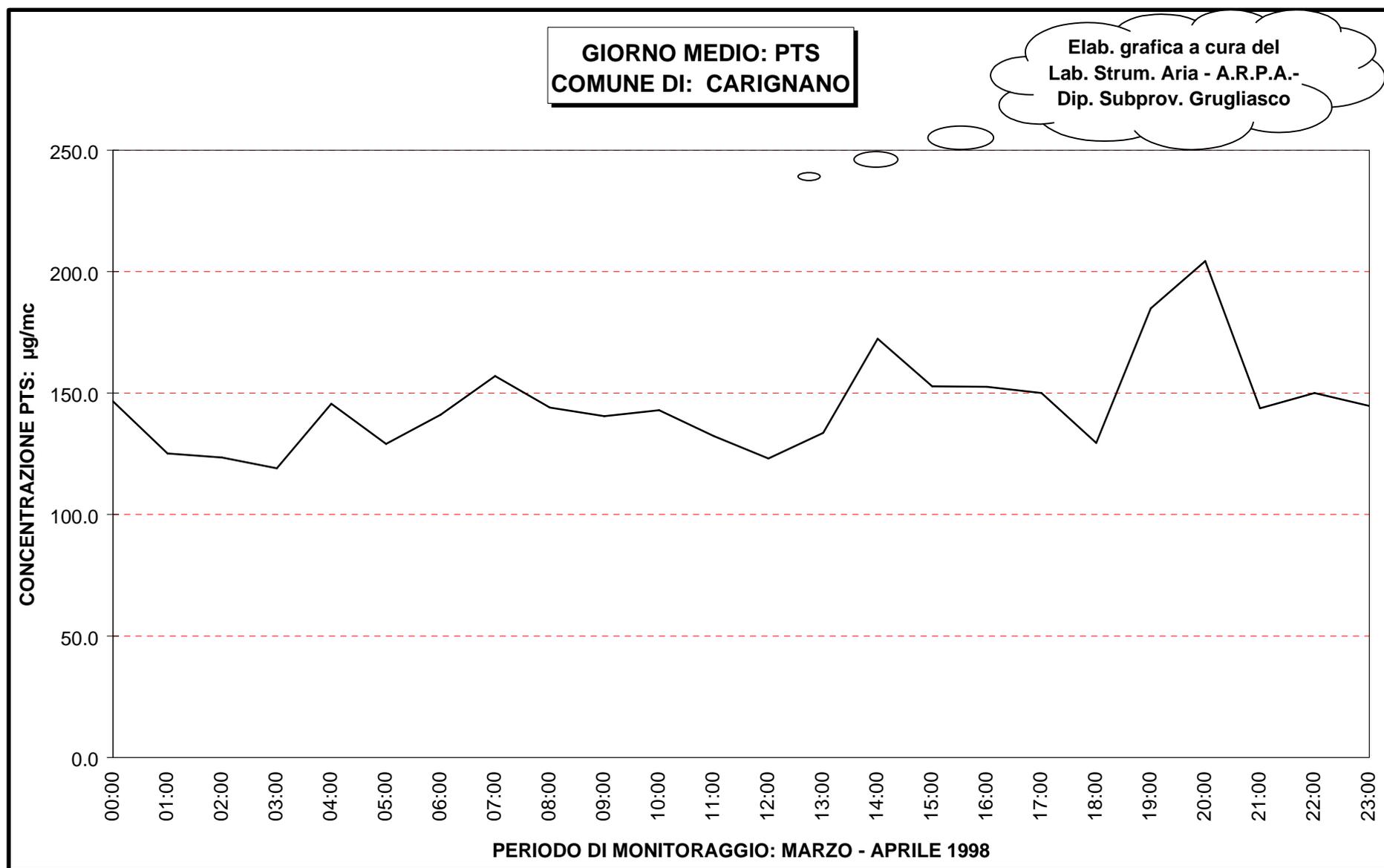
PTS: limiti di legge (media giornaliera) - MARZO-APRILE 1998 -



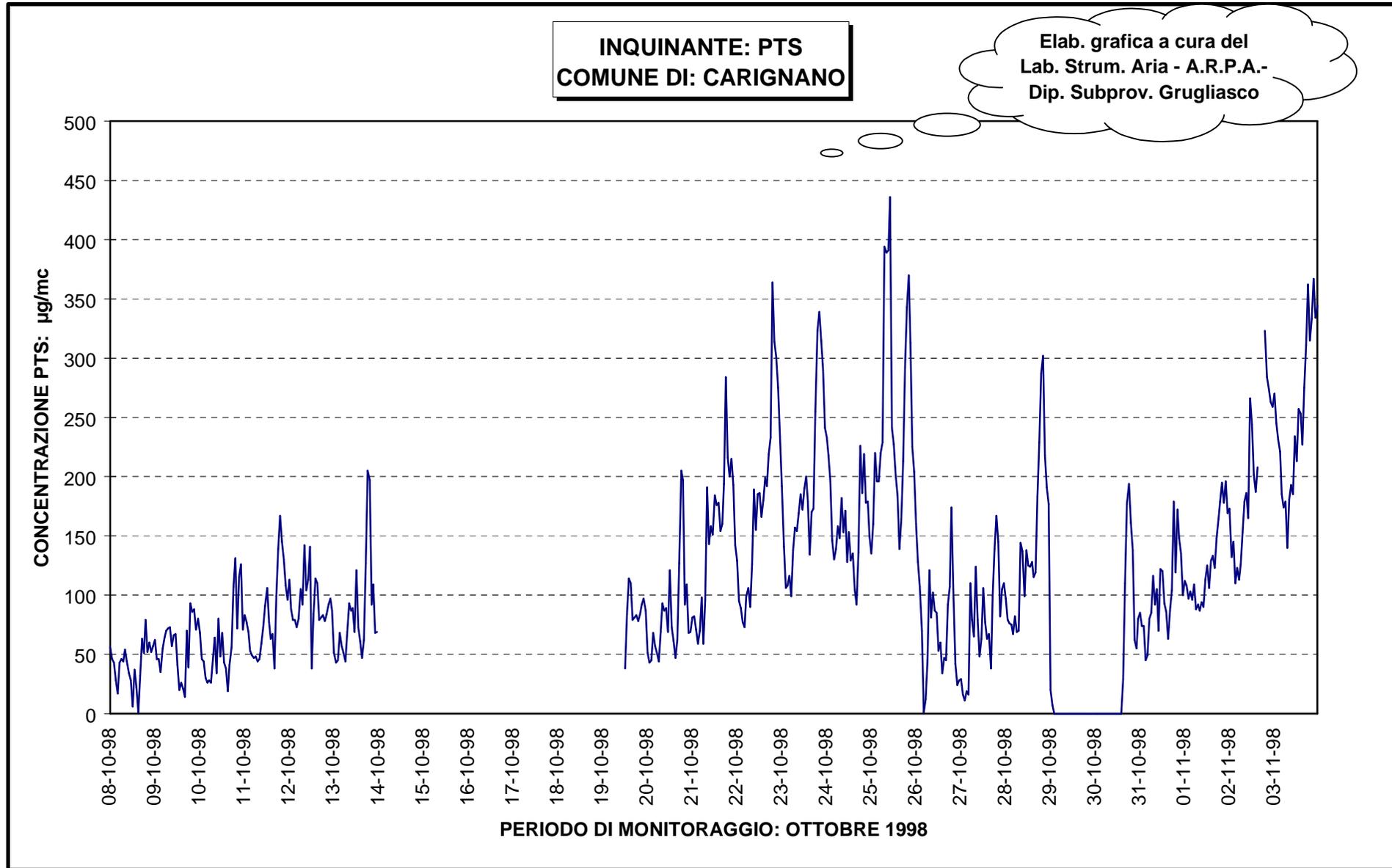
PTS-SO2: andamento delle medie orarie - MARZO-APRILE 1998 -

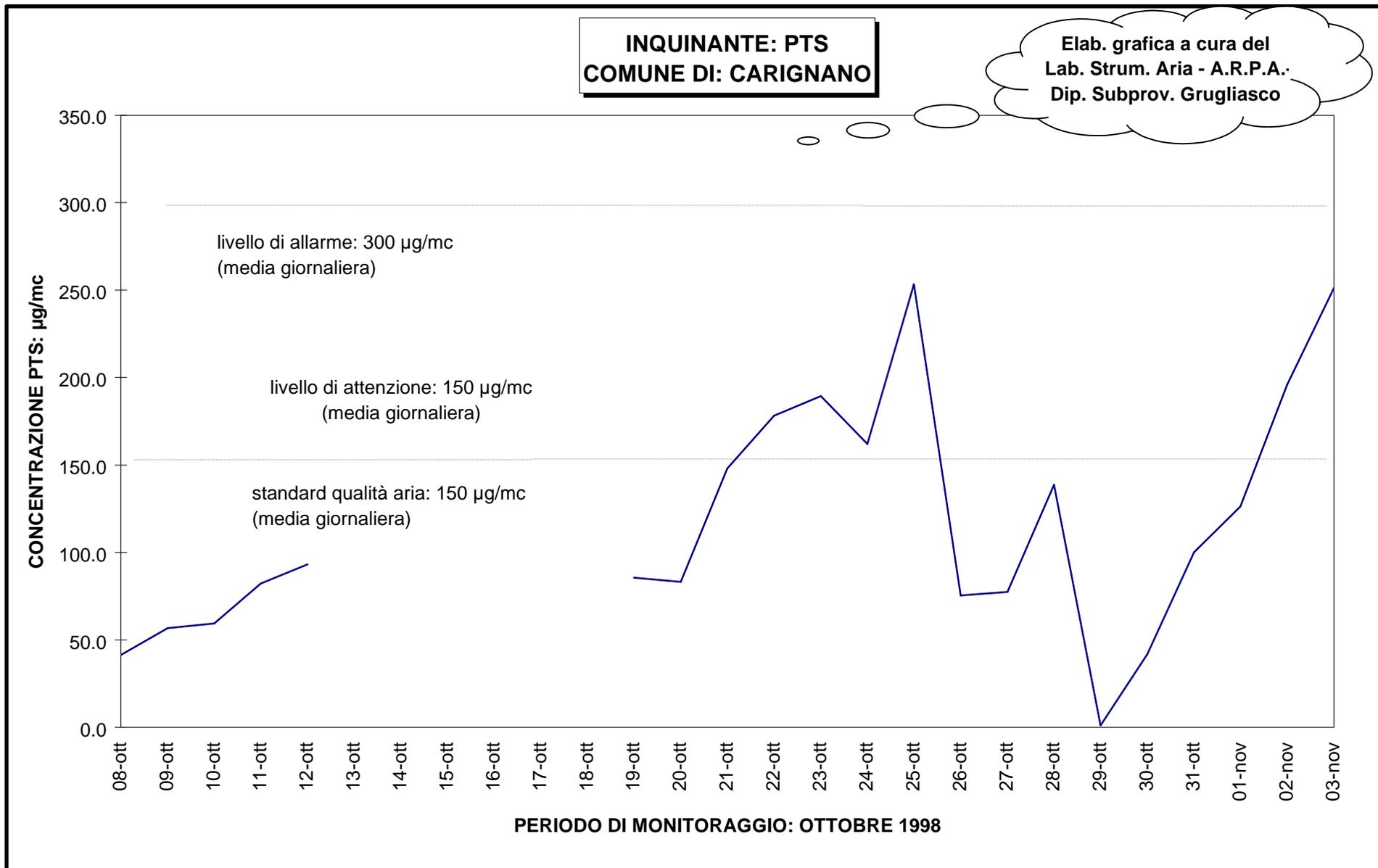


PTS: giorno medio - MARZO-APRILE 1998 -

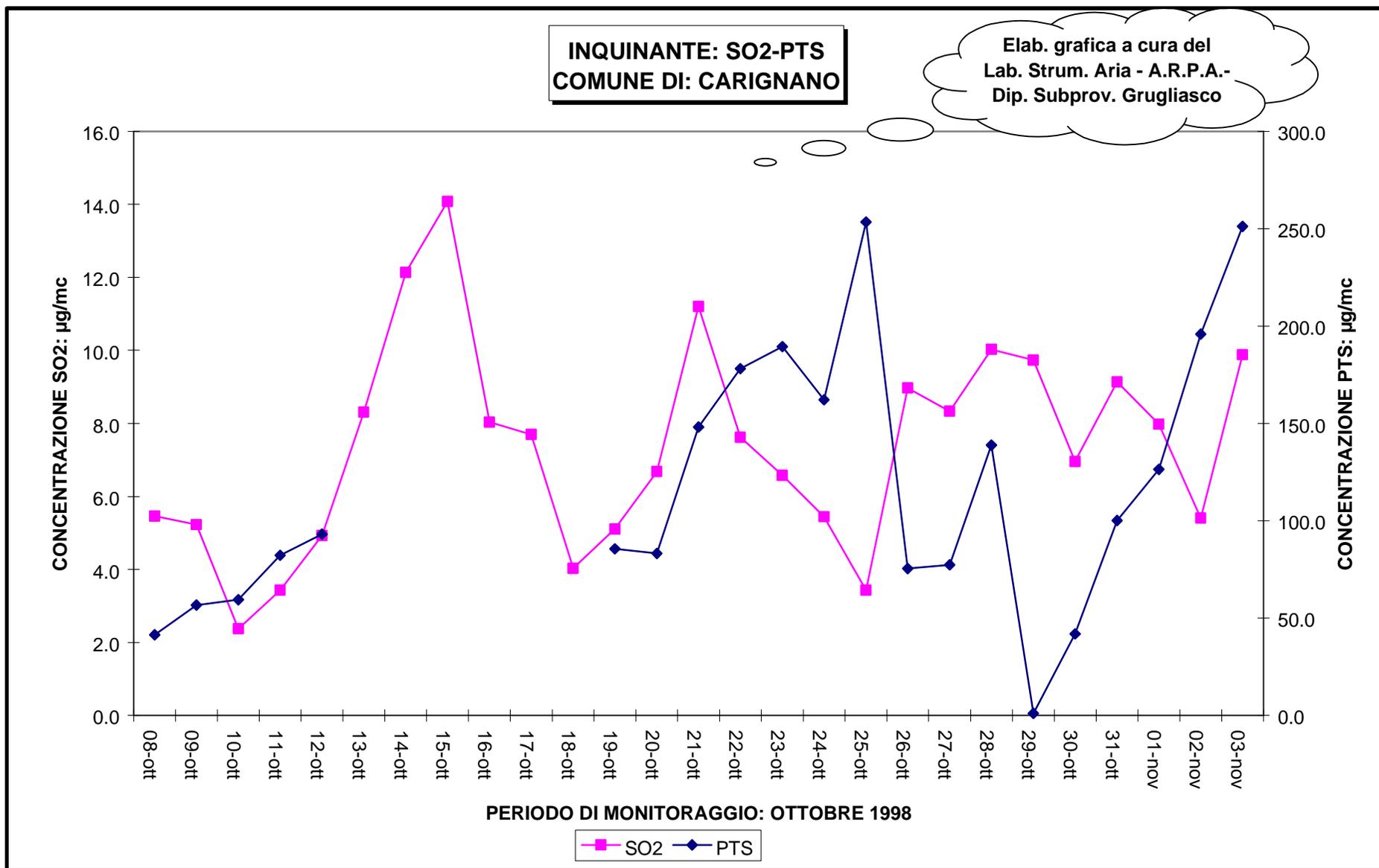


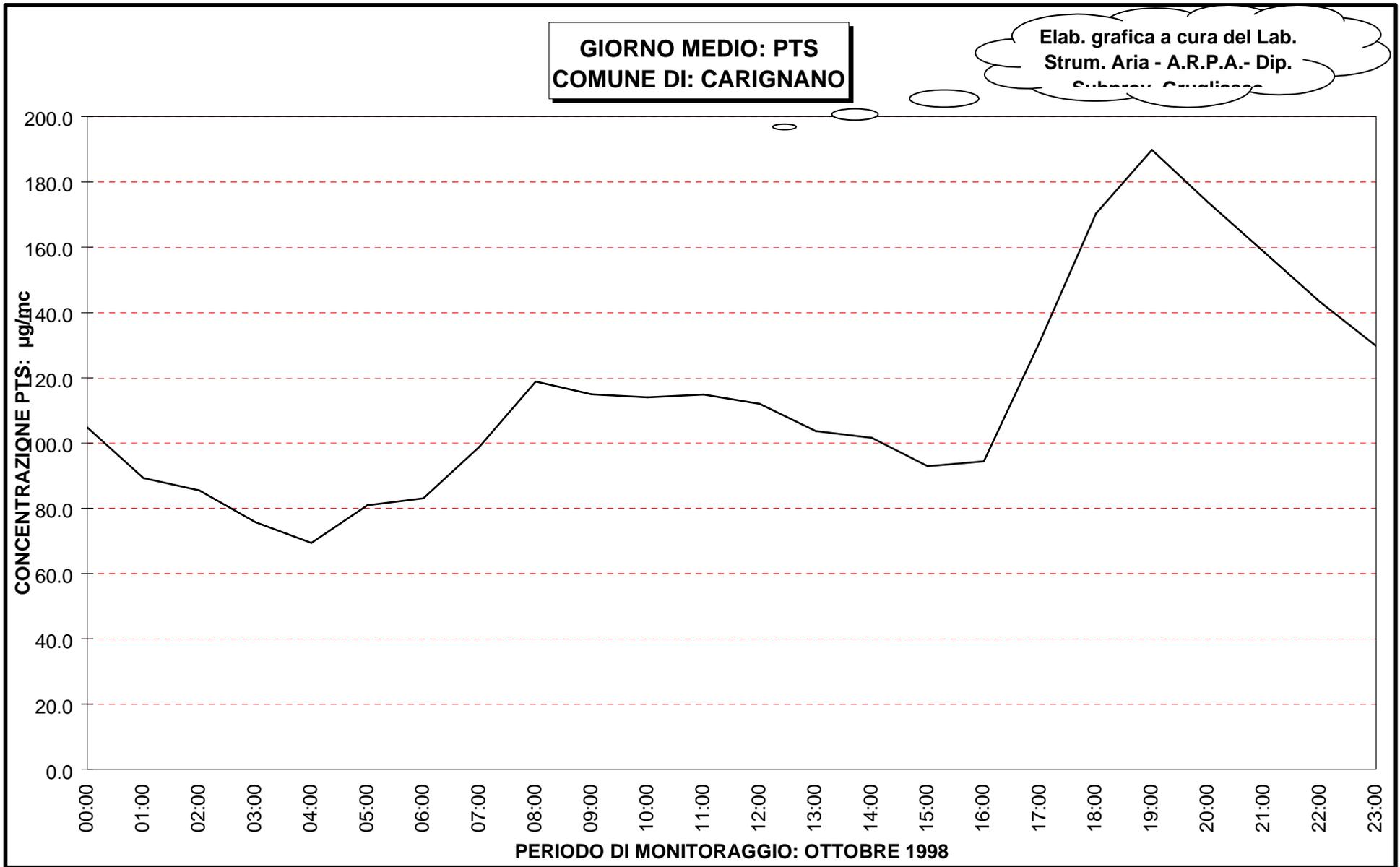
PTS: andamento delle medie orarie - OTTOBRE 1998 -



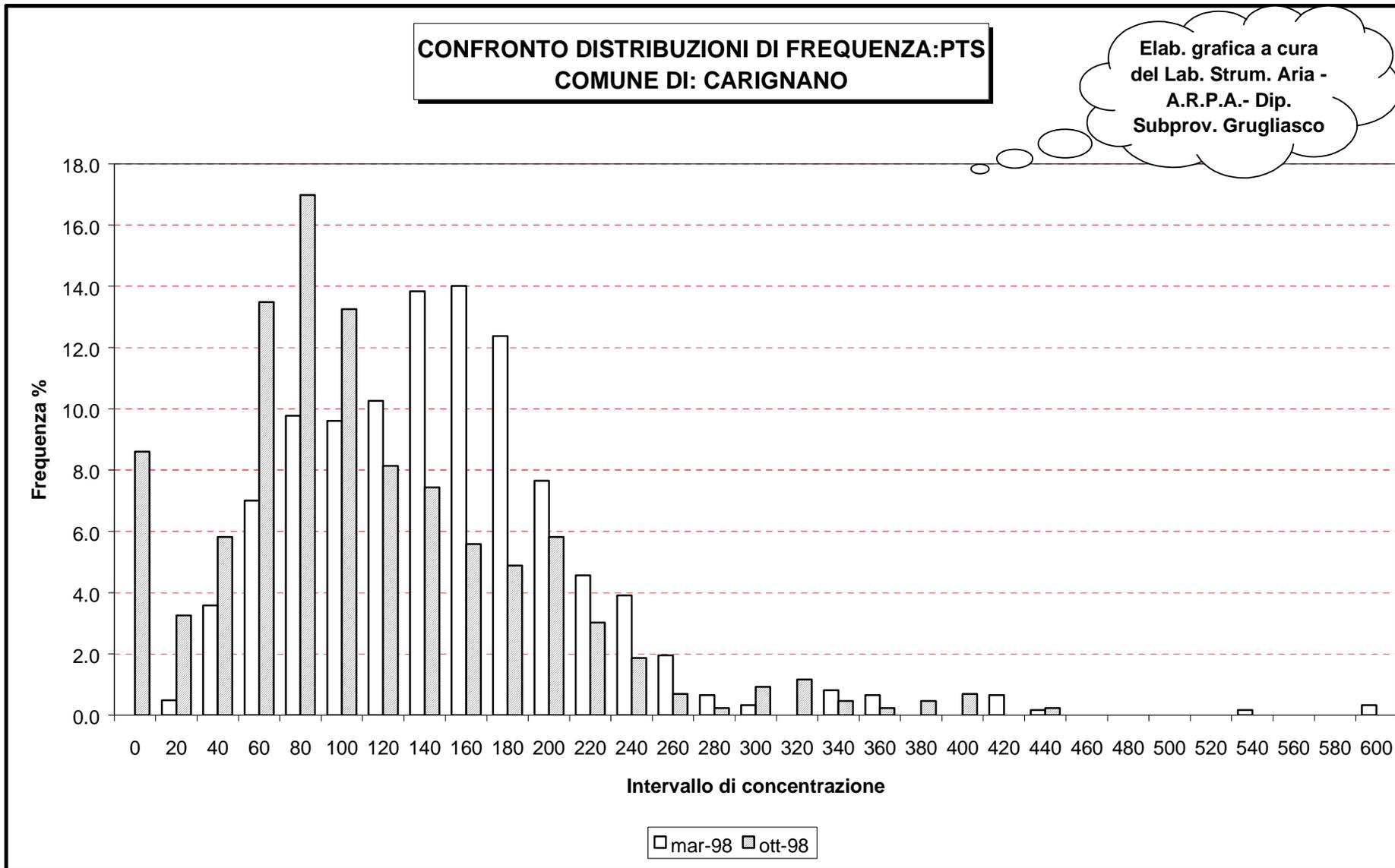


PTS-SO2: andamento delle medie orarie - OTTOBRE 1998 -





PTS: confronto distribuzione di frequenza dei diversi periodi



## - Composti organici volatili - VOC.

Per dare completezza alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria sono stati eseguiti una serie di campionamenti 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.

Se prendiamo in considerazione, tra i VOC monitorati, il benzene, di cui è ampiamente dimostrata la pericolosità per la salute e assumendo come limite di riferimento 15 µg/mc (obbiettivo di qualità su base annuale secondo il D.M. 25/11/94), dalle tabelle risulta che:

- nella giornata del 31.03.98 il valore medio del benzene è di 15.4 µg/mc con valori compresi tra 9 e 29 µg/mc;
- nella giornata del 03.11.98 il valore medio del benzene è di 18 µg/mc con valori compresi tra 16 e 22 µg/mc.

Tra i siti monitorati si evidenziano le seguenti medie con confronto tra i due periodi:

	<b>marzo-aprile 1998</b>		<b>ottobre 1998</b>	
	<b>benzene</b>	<b>VOC tot.</b>	<b>benzene</b>	<b>VOC tot.</b>
	<b>µg/mc</b>	<b>µg/mc</b>	<b>µg/mc</b>	<b>µg/mc</b>
<b>V. SALOTTO</b>				
<b>ANG. V. PRINCIPE</b>	40	537	12	170
<b>V. UMBERTO I°</b>	16	311	15	195
<b>V.MONTENERO</b>				
<b>ANG. V.S.REMIGIO</b>	8	206	8	143
<b>V. PLATANO</b>				
<b>ANG. V. SAVOIA</b>	7	171	7	133
<b>MOBILAB</b>	15	177	18	285

Per quanto riguarda invece i VOC nel loro complesso, si può assumere come confronto il limite di 200 µg/mc previsto dal D.P.C.M. 30/83 per gli idrocarburi non metanici ai fini della prevenzione della formazione di smog fotochimico.

Esprimendo, come previsto dal D.P.C.M. citato, gli idrocarburi come carbonio, si ottengono i risultati riassunti nelle tabelle delle pagine seguenti.

Il confronto con il citato limite di 200 µg/mc va effettuato tenendo conto che esso si riferisce ad una media di tre ore, mentre le misure dei primi quattro siti effettuate nel corso della presente campagna sono relative a prelievi puntuali di durata inferiore, le misure effettuate presso il MOBILAB sono invece di 24 ore.

Pur con tali limitazioni, sulla base dei valori registrati nei due periodi, è da ritenersi assai probabile che nei mesi estivi si abbiano concentrazioni di idrocarburi tali da poter dare luogo alla formazione di smog fotochimico.

## TABELLA N° 9: monitoraggio V.O.C. valutazione statistica e rappresentazione grafica

SITO:	C.SO CESARE BATTISTI c/o MOBILAB
LOCALITA':	CARIGNANO

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	31.3.1998	12-14	4.1	5.9	10.3	0.8	19.3	6.4	1.3	12.8
2	31.3.1998	16-18	4.8	6.6	12.4	< 0.5	23.1	6.7	1.4	4.3
3	31.3.1998	20-22	9.8	10.7	21.2	1.8	44.1	14	3.2	7
4	01.04.1998	00-02	10.1	13.1	15.9	1.3	27.8	11	1.6	7.2
5	01.04.1998	04-06	8	13.9	10.3	0.5	12.3	4.9	1	4.3
6	01.04.1998	08-10	10	13.8	16.4	0.9	23.9	8.9	1.5	9.9
Val. MINIMO			4.1	5.9	10.3	0.5	12.3	4.9	1.0	4.3
Val. MASSIMO			10.1	13.9	21.2	1.8	44.1	14.0	3.2	12.8
Val. MEDIO			7.4	10.0	14.0	1.1	25.3	8.6	1.7	7.1
DEVIAZIONE STANDARD			2.8	3.7	4.6	0.6	11.9	3.8	0.9	3.5

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	31.3.1998	12-14	11	32.5	29.5	11.9	14.7	6.6	167.1
2	31.3.1998	16-18	12.2	32.3	30.4	12.2	< 1	13.7	160.1
3	31.3.1998	20-22	28.9	55	56.3	21.7	5.5	24.5	303.7
4	01.04.1998	00-02	15.7	50.3	39.3	14.6	9.5	13.5	230.9
5	01.04.1998	04-06	9.1	35.6	32.3	11.3	8.1	10.4	162
6	01.04.1998	08-10	11.9	36.9	30	10.9	3	10.5	188.5
Val. MINIMO			9.1	32.3	29.5	11.3	5.5	6.6	160.1
Val. MASSIMO			28.9	55.0	56.3	21.7	14.7	24.5	303.7
Val. MEDIO			15.4	41.1	37.6	14.3	9.5	13.7	204.8
DEVIAZIONE STANDARD			7.9	10.7	11.2	4.3	3.9	6.7	62.7

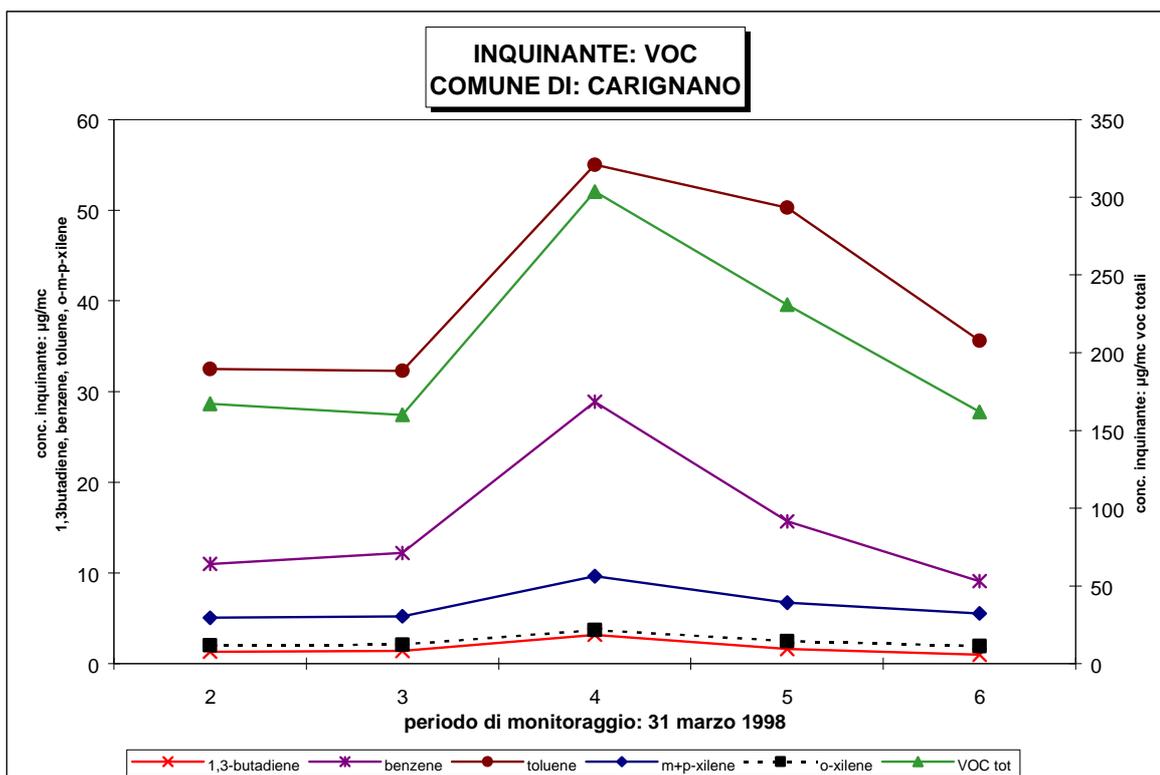


TABELLA N°9a : valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

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	31.3.1998	12-14	3.3	4.8	8.5	0.7	16.0	5.3	1.2	10.7
2	31.3.1998	16-18	3.8	5.4	10.2	0.4	19.2	5.6	1.2	3.4
3	31.3.1998	20-22	7.8	8.7	17.5	1.5	36.6	11.6	2.8	5.6
4	01.04.1998	00-02	8.1	10.7	13.1	1.1	23.1	9.1	1.4	5.7
5	01.04.1998	04-06	6.4	11.3	8.5	0.4	10.2	4.1	0.9	3.4
6	01.04.1998	08-10	8.0	11.3	13.5	0.8	19.9	7.4	1.3	7.9
Val. MINIMO			3.3	4.8	8.5	0.4	10.2	4.1	0.9	3.4
Val. MASSIMO			8.1	11.3	17.5	1.5	36.6	11.6	2.8	10.7
Val. MEDIO			6.2	8.7	11.9	0.8	20.8	7.2	1.5	6.1
DEVIAZIONE STANDARD			2.2	3.0	3.5	0.4	8.9	2.8	0.7	2.8

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	31.3.1998	12-14	10.1	29.6	26.7	10.8	13.2	5.9	147
2	31.3.1998	16-18	11.2	29.5	27.5	11.0	0.9	12.3	142
3	31.3.1998	20-22	26.6	50.2	50.9	19.6	4.9	22.0	267
4	01.04.1998	00-02	14.5	45.9	35.5	13.2	8.5	12.1	202
5	01.04.1998	04-06	8.4	32.5	29.2	10.2	7.3	9.3	142
6	01.04.1998	08-10	11.0	33.7	27.1	9.9	2.7	9.4	164
Val. MINIMO			8.4	29.5	26.7	9.9	0.9	5.9	142
Val. MASSIMO			26.6	50.2	50.9	19.6	13.2	22.0	267
Val. MEDIO			13.6	36.9	32.8	12.4	6.3	11.9	177
DEVIAZIONE STANDARD			6.7	8.9	9.4	3.7	4.4	5.5	49

## TABELLA N° 10 : monitoraggio V.O.C. valutazione statistica e rappresentazione grafica

SITO: C.so Cesare Battisti C/O Mobilab

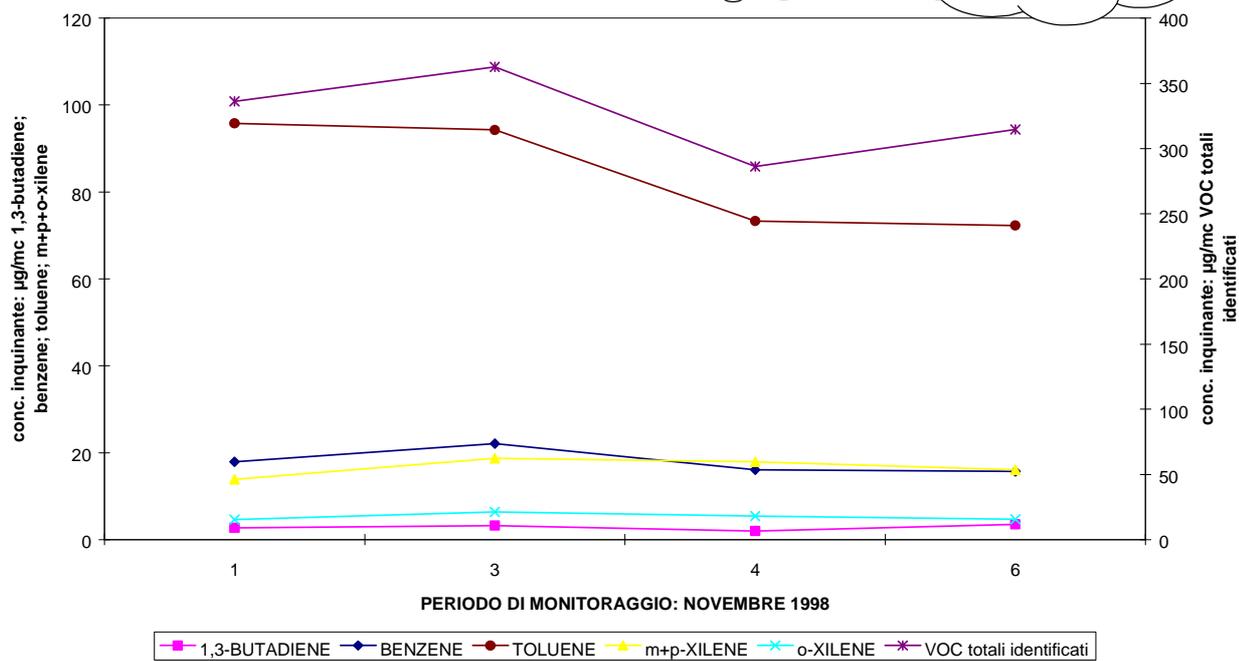
COMUNE DI: CARIGNANO

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	03.11.98	12-14	9.3	13.4	22.1	2.4	52.7	14.6	2.7	9.5
3	03.11.98	20-22	10.4	17.4	24.6	2.2	47.2	13.3	3.2	7.8
4	03.11.98	0-2	8.9	16.2	17	1.4	26.6	8.4	2	7.5
6	03.11.98	8-10	11.3	22.2	26.9	1.8	43.7	12.3	3.5	7.3
Val. MINIMO			8.9	13.4	17.0	1.4	26.6	8.4	2.0	7.3
Val. MASSIMO			11.3	22.2	26.9	2.4	52.7	14.6	3.5	9.5
Val. MEDIO			10.0	17.3	22.7	2.0	42.6	12.2	2.9	8.0
DEVIAZIONE STANDARD			1.1	3.7	4.2	0.4	11.3	2.7	0.7	1.0

Numero campione	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	03.11.98	12-14	5.3	17.9	95.8	46.2	15.4	3.2	25.7	336.2
3	03.11.98	20-22	6.6	22.1	94.3	62.4	21.3	<1	29.8	362.6
4	03.11.98	0-2	4.9	16.1	73.3	59.8	18.1	<1	26	286.2
6	03.11.98	8-10	4.2	15.7	72.3	53.6	15.6	<1	24.2	314.6
Val. MINIMO			4.2	15.7	72.3	46.2	15.4	3.2	24.2	286.2
Val. MASSIMO			6.6	22.1	95.8	62.4	21.3	3.2	29.8	362.6
Val. MEDIO			5.3	18.0	83.9	55.5	17.6	3.2	26.4	324.9
DEVIAZIONE STANDARD			1.0	2.9	12.9	7.2	2.8		2.4	32.4

INQUINANTE: VOC  
COMUNE DI : CARIGNANO

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria -  
A.R.P.A.- Dip. Subprov.  
Grugliasco



**TABELLA n° 10a : valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C**  
**Valori V.O.C. espressi come carbonio**

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	03.11.98	12-14	7.4	10.9	18.2	2.1	43.8	12.1	2.4	7.9
3	03.11.98	20-22	8.3	14.2	20.3	1.9	39.2	11.1	2.8	6.5
4	03.11.98	0-2	7.1	13.2	14.0	1.2	22.1	7.0	1.8	6.3
6	03.11.98	8-10	9.0	18.1	22.2	1.5	36.3	10.2	3.1	6.1
Val. MINIMO			7.1	10.9	14.0	1.2	22.1	7.0	1.8	6.1
Val. MASSIMO			9.0	18.1	22.2	2.1	43.8	12.1	3.1	7.9
Val. MEDIO			8.0	14.1	18.7	1.7	35.4	10.1	2.5	6.7
DEVIAZIONE STANDARD			0.9	3.0	3.5	0.4	9.4	2.2	0.6	0.8

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-trimetilbenzene	VOC Identif.
1	03.11.98	12-14	4.4	16.5	87.4	41.8	13.9	2.9	23.1	294.8
3	03.11.98	20-22	5.5	20.4	86.0	56.4	19.3	2.9	26.8	318.6
4	03.11.98	0-2	4.1	14.8	66.8	54.1	16.4	2.9	23.3	252.2
6	03.11.98	8-10	3.5	14.5	65.9	48.5	14.1	2.9	21.7	274.8
Val. MINIMO			3.5	14.5	65.9	41.8	13.9	2.9	21.7	252.2
Val. MASSIMO			5.5	20.4	87.4	56.4	19.3	2.9	26.8	318.6
Val. MEDIO			4.4	16.5	76.5	50.2	15.9	2.9	23.7	285.1
DEVIAZIONE STANDARD			0.8	2.7	11.7	6.5	2.5	2.1	2.1	28.3

## TABELLA N°11 : valutazione statistica e rappresent azione grafica

SITO:	1. Via Salotto angolo via Principe 2. Via Umberto I 3. Via San Remigio angolo via Monte Nero 4.via Platano angolo via Savoia
LOCALITA:	CARIGNANO

Sito di monitoraggio	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	31.3.98	estemp.	5.1	9.1	13.9	1.1	29.7	8.8	1.3	9.3
2	31.3.98	estemp.	5	7	17.3	1.2	32.9	9.9	1.7	6.6
3	31.3.98	estemp.	4	6.4	8.9	0.6	18.7	5.9	0.5	3.4
4	31.3.98	estemp.	3.9	4.7	4.6	0.5	8.5	3	0.6	5.5
Val. MINIMO			3.9	4.7	4.6	0.5	8.5	3.0	0.5	3.4
Val. MASSIMO			5.1	9.1	17.3	1.2	32.9	9.9	1.7	9.3
Val. MEDIO			4.5	6.8	11.2	0.9	22.5	6.9	1.0	6.2
DEVIAZIONE STANDARD			0.6	1.8	5.6	0.4	11.1	3.1	0.6	2.5

Sito di monitoraggio	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	31.3.98	estemp.	11.6	36.9	29.3	11.9	7	19.5	194.5
2	31.3.98	estemp.	14.9	41.4	35.6	12.9	12.7	23.7	222.8
3	31.3.98	estemp.	7.6	27	30.3	11.1	13.9	23.6	161.9
4	31.3.98	estemp.	7	27.1	38.4	14.8	5.2	25.7	149.5
Val. MINIMO			7.0	27.0	29.3	11.1	5.2	19.5	149.5
Val. MASSIMO			14.9	41.4	38.4	14.8	13.9	25.7	222.8
Val. MEDIO			10.3	33.1	33.4	12.7	9.7	23.1	182.2
DEVIAZIONE STANDARD			3.7	7.2	4.3	1.6	4.2	2.6	33.1

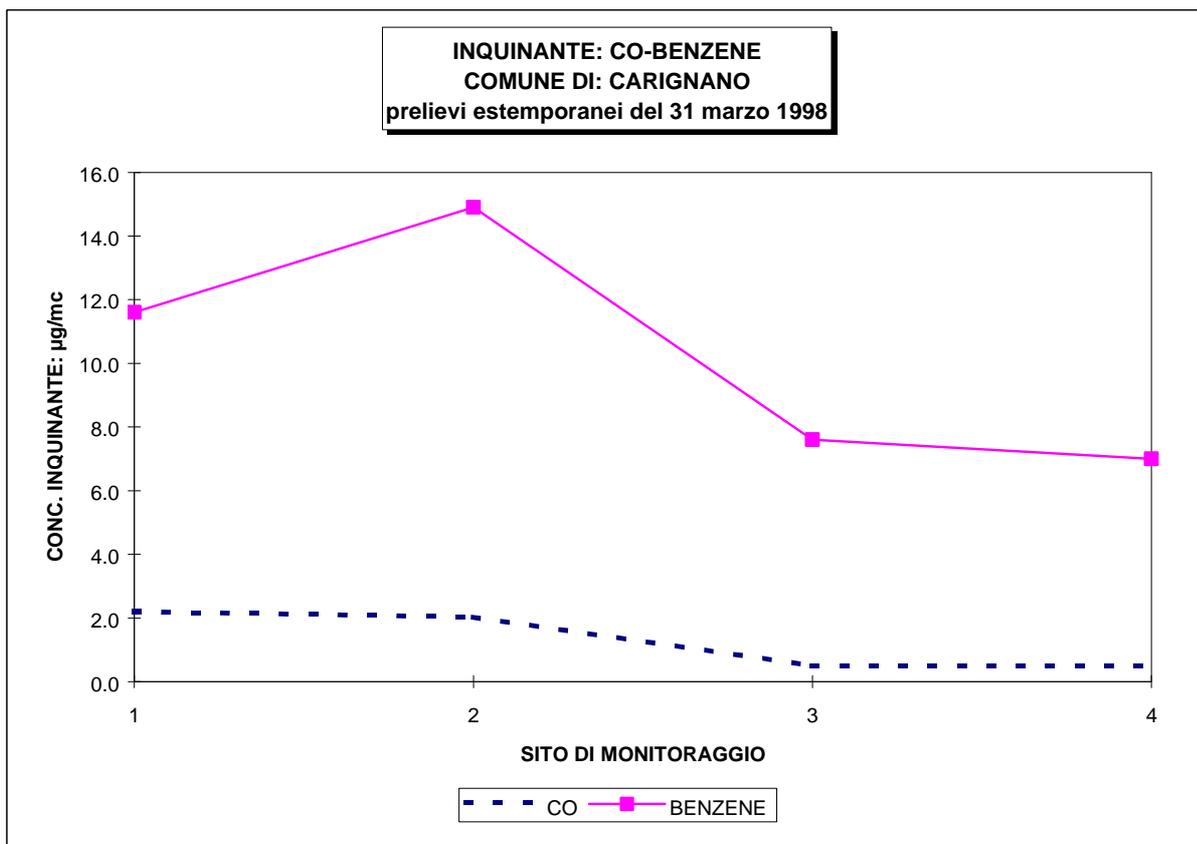
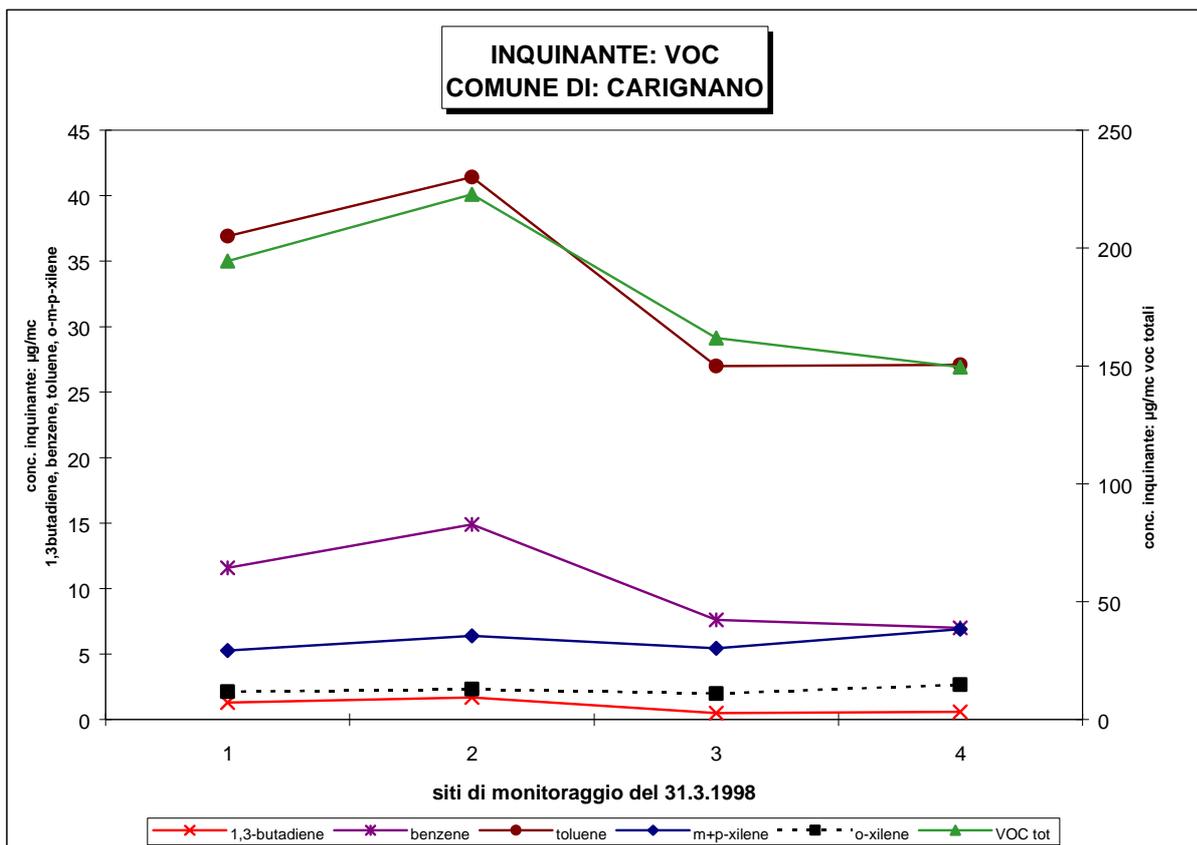


TABELLA n° 11a : valutazione statistica dei valori V.O.C. espressi come C

Sito di monitoraggio	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	31.3.98	estemp.	4.1	7.4	11.5	0.9	24.7	7.3	1.2	7.8
2	31.3.98	estemp.	4.0	5.7	14.3	1.0	27.3	8.2	1.5	5.3
3	31.3.98	estemp.	3.2	5.2	7.3	0.5	15.5	4.9	0.4	2.7
4	31.3.98	estemp.	3.1	3.8	3.8	0.4	7.1	2.5	0.5	4.4
Val. MINIMO			3.1	3.8	3.8	0.4	7.1	2.5	0.4	2.7
Val. MASSIMO			4.1	7.4	14.3	1.0	27.3	8.2	1.5	7.8
Val. MEDIO			3.6	5.5	9.2	0.7	18.7	5.7	0.9	5.0
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	1.5	4.6	0.3	9.2	2.6	0.5	2.1

Sito di monitoraggio	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	31.3.98	estemp.	10.7	33.7	26.5	10.8	6.3	17.5	170
2	31.3.98	estemp.	13.7	37.8	32.2	11.7	11.4	21.3	195
3	31.3.98	estemp.	7.0	24.6	27.4	10.0	12.5	21.2	143
4	31.3.98	estemp.	6.4	24.7	34.7	13.4	4.7	23.1	133
Val. MINIMO			6.4	24.6	26.5	10.0	4.7	17.5	133
Val. MASSIMO			13.7	37.8	34.7	13.4	12.5	23.1	195
Val. MEDIO			9.5	30.2	30.2	11.5	8.7	20.8	160
DEVIAZIONE STANDARD			3.4	6.6	3.9	1.4	3.8	2.3	28

## TABELLA n° 12 : monitoraggio V.O.C valutazione statistica e rappresentazione grafica

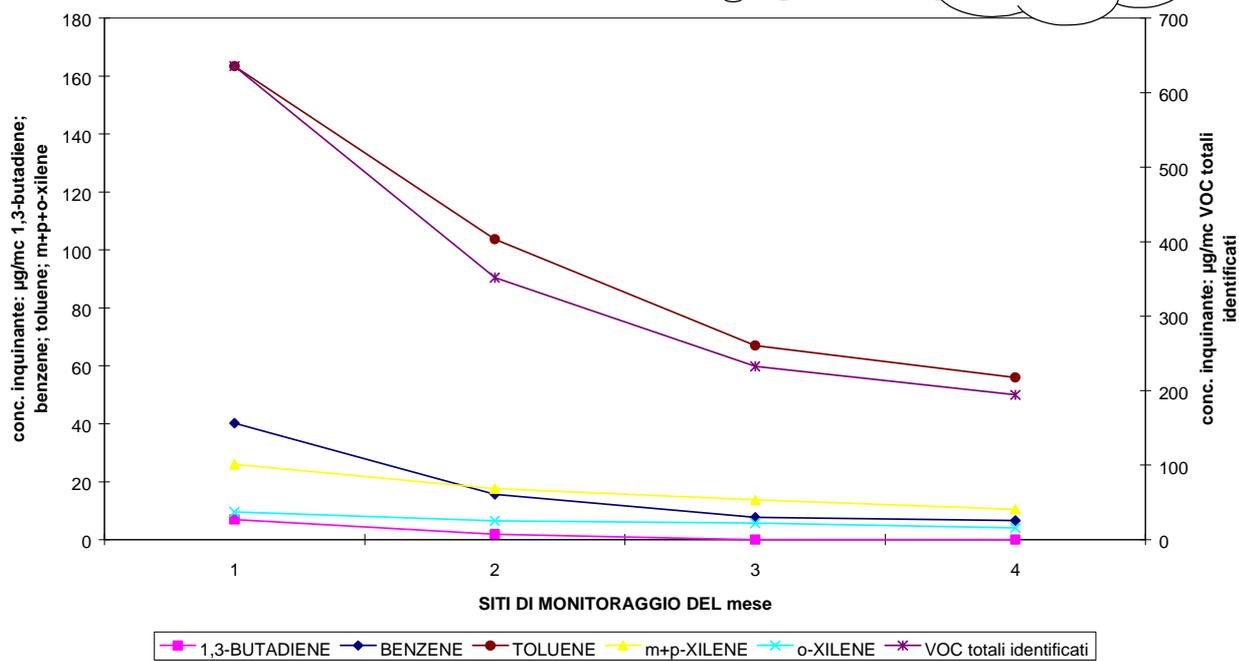
<b>SITO:</b>	<b>1</b>	Via SALOTTO ANG. VIA PRINCIPE
	<b>2</b>	Via UMBERTO I
	<b>3</b>	VIA MONTENERO ANG. VIA S. REMIGIO
	<b>4</b>	VIA PLATANO ANG. VIA SAVOIA
<b>COMUNE DI:</b>		CARIGNANO

Siti di campionamento	Data prelievo		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	03.11.98	ESTEMPORANEO	11.3	17.7	44.1	4.4	120.2	24.9	6.9	20.7
2	03.11.98	ESTEMPORANEO	8	11.6	19.4	1.8	36.5	10.6	1.9	7.4
3	03.11.98	ESTEMPORANEO	5.5	9.5	11.7	<0.5	18	4.6	<0.5	6.7
4	03.11.98	ESTEMPORANEO	5.9	8.8	10.1	<0.5	18.8	4.7	<0.5	5.5
Val. MINIMO			5.5	8.8	10.1	1.8	18.0	4.6	1.9	5.5
Val. MASSIMO			11.3	17.7	44.1	4.4	120.2	24.9	6.9	20.7
Val. MEDIO			7.7	11.9	21.3	3.1	48.4	11.2	4.4	10.1
DEVIAZIONE STANDARD			2.7	4.0	15.7	1.8	48.6	9.6	3.5	7.1

Siti di campionamento	Data prelievo		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	03.11.98	ESTEMPORANEO	11.7	40.2	163.4	101.1	37.1	3.1	28.8	635.6
2	03.11.98	ESTEMPORANEO	6	15.6	103.7	68.3	25.2	4.6	31.2	351.8
3	03.11.98	ESTEMPORANEO	2	7.7	67	53.2	22.1	<1	24.6	232.6
4	03.11.98	ESTEMPORANEO	1.8	6.6	56	40.8	15.5	<1	19.8	194.3
Val. MINIMO			1.8	6.6	56.0	40.8	15.5	3.1	19.8	194.3
Val. MASSIMO			11.7	40.2	163.4	101.1	37.1	4.6	31.2	635.6
Val. MEDIO			5.4	17.5	97.5	65.9	25.0	3.9	26.1	353.6
DEVIAZIONE STANDARD			4.6	15.6	48.4	26.1	9.0	1.1	5.0	199.6

INQUINANTE: VOC  
COMUNE DI : CARIGNANO

Elab. grafica a cura del  
Lab. Strum. Aria -  
A.R.P.A.- Dip. Subprov.  
Grugliasco



## TABELLA n° 12a : statistica dei valori V.O.C. espressi come C.

### Valori V.O.C. espressi come carbonio

Siti 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	03.11.98	ETEMPORANEO	9.0	14.4	36.4	3.8	99.9	20.7	6.1	17.3
2	03.11.98	ETEMPORANEO	6.4	9.5	16.0	1.5	30.3	8.8	1.7	6.2
3	03.11.98	ETEMPORANEO	4.4	7.8	9.7	< 0.4	15.0	3.8	< 0.4	5.6
4	03.11.98	ETEMPORANEO	4.7	7.2	8.3	< 0.4	15.6	3.9	< 0.4	4.6
Val. MINIMO			4.4	7.2	8.3	< 0.4	15.0	3.8	< 0.4	4.6
Val. MASSIMO			9.0	14.4	36.4	3.8	99.9	20.7	6.1	17.3
Val. MEDIO			6.1	9.7	17.6	2.7	40.2	9.3	3.9	8.4
DEVIAZIONE STANDARD			2.1	3.3	13.0	1.6	40.4	7.9	3.1	6.0

Siti di campionamento	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	03.11.98	ETEMPORANEO	9.8	37.0	149.0	91.4	33.5	2.8	25.9	557.0
2	03.11.98	ETEMPORANEO	5.0	14.4	94.6	61.7	22.8	4.1	28.0	311.0
3	03.11.98	ETEMPORANEO	1.7	7.1	61.1	48.1	20.0	< 0.1	22.1	206.2
4	03.11.98	ETEMPORANEO	1.5	6.1	51.1	36.9	14.0	< 0.1	17.8	171.7
Val. MINIMO			1.5	6.1	51.1	36.9	14.0	< 0.1	17.8	171.7
Val. MASSIMO			9.8	37.0	149.0	91.4	33.5	4.1	28.0	557.0
Val. MEDIO			4.5	16.1	88.9	59.5	22.6	3.5	23.4	311.5
DEVIAZIONE STANDARD			3.9	14.4	44.2	23.6	8.2	1.0	4.5	174.1

## **- 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

In particolare, facendo riferimento al Benzo(a)pirene per il quale il D.M. n° 159 del 25.11.94 fissa come obiettivo di qualità 2,5 ng/mc su base annuale, si osserva che il valore di marzo rilevato è di 0.2 ng/mc e quello di ottobre è di 1.6 ng/mc.

TABELLA n°13: campionamenti IPA

	campione n°127 dalle ore 12 del 31.03.98 alle ore 12 del 01.04.98 (ng/Nmc)	Rapporto IPA/BaP	campione n°483 dalle ore 11.10 del 03.11.98 alle ore 11.10 del 04.11.98 (ng/Nmc)	Rapporto IPA/BaP	Rapporto IPA/BaP-aree urbane*
naftalene	<0.05		<0.05		
acenaftilene	<0.05		<0.05		
acenaftene	<0.05		<0.05		
fluorene	<0.05		<0.05		
fenantrene	<0.05		<0.05		
antracene	<0.05		<0.05		
fluorantene	0,07	0,3	<0.05		
pirene	0,15	0,7	0,06	0,0	
benzo(a)antracene	0,15	0,7	0,41	0,3	0.9-2.5
crisene	0,22	1,0	0,76	0,5	
benzo(b)fluorantene	0,2	1,7	0,98	1,3	2.0-14.8
benzo(k)fluorantene	0,17		1,11		
<b>benzo(a)pirene</b>	<b>0,22</b>		<b>1,64</b>		
indenopirene	0,25	1,1	<0.2		0.7-3.9
dibenzoantracene	<0.2		<0.2		<0.1-<0.8
benzoperilene	0,4	1,8	<0.2		
<b>totale</b>	<b>1,83</b>	<b>8,3</b>	<b>4,96</b>	<b>3,0</b>	

\*fonte: Istisan 91/27

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

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.

Prendendo in considerazione il Piombo, unico metallo per il quale la normativa di Legge fissa un limite come standard di qualità dell'aria, pari a 2  $\mu\text{g}/\text{mc}$ , si rileva che pur rientrando nei limiti, vi è una oscillazione tra un valore massimo di 0.2  $\mu\text{g}/\text{mc}$  e un massimo di 0.32  $\mu\text{g}/\text{mc}$ .

In termini più generali, si può fare riferimento alle linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, che fornisce degli intervalli di concentrazione ottenuti su base sperimentale e relativi a diversi tipi di area (urbana, industriale, rurale).

Le concentrazioni di piombo, cadmio, nichel e vanadio rilevate nel corso della presente campagna , come si vede dalla tabella indicata, ricadono all'interno dell'intervallo caratteristico di un'area urbana

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

TABELLA N° :LINEE GUIDA O.M.S. (Organizzazione Mondiale Della Sanità) E CLASSIFICAZIONE DELLE AREE URBANE, INDUSTRIALI E REMOTE RISPETTO ALLE CONCENTRAZIONI DEI METALLI ESPRESSE COME MEDIA ANNUALE (anno di pubblicazione: 1987)

	<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

Nota3: sostanza cancerogena

	<b>Cadmio µg/mc</b>	<b>Piombo µg/mc</b>	<b>Nichel µg/mc</b>	<b>Vanadio µg/mc</b>
<b>campione 1 dalle ore 12 alle ore 20 del 31.03.98</b>	<0.00125	0.32	<0.025	<0.025
<b>campione 2 dalle ore 20 del 31.03.98 alle ore 04 del 01.04.98</b>	<0.00125	0.2	<0.025	<0.025
<b>campione 3 dalle ore 04 alle ore 12 del 01.04.98</b>	<0.00125	0.21	0.026	<0.025

media 24 ore

0.24
------

## **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 nel mese di ottobre 1998 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. Il monitoraggio effettuato nel periodo marzo 1998 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.
5. 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. Va comunque rilevato che i mesi più critici per l'inquinamento da ozono sono quelli da giugno ad agosto, per cui la situazione rilevata nel corso della presente indagine senza dubbio sottostima la portata del fenomeno
6. Per quanto riguarda il contributo alla diluizione degli inquinanti per trasporto da parte del vento, si rileva in entrambi i periodi una prevalenza di situazioni di calma di vento, con conseguente ristagno degli inquinanti

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**

I valori rilevati di questi inquinanti si sono mantenuti ampiamente nei limiti della normativa in entrambi i periodi di monitoraggio, per cui è certamente prevedibile che anche nei mesi invernali, i più critici per questo inquinante, essi siano costantemente rispettati.

### **Cadmio (Cd) , nichel (Ni) e Piombo**

I valori di piombo rilevati sono dieci volte inferiori allo standard di qualità dell'aria di 2 µg/mc.

Per cadmio e nichel 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.

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

In entrambi i periodi non si sono verificati superamenti del livello di attenzione; il valore massimo del marzo 1998 è 159 µg/mc , quello di ottobre 129 µg/mc ( a fronte di un livello di attenzione di 200 µg/mc). Si può prevedere che , in particolare nei mesi invernali, in corrispondenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli si possano verificare superamenti del livello di attenzione, mentre sono da escludersi superamenti del livello di allarme.

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.

### **Monossido di carbonio**

Non si sono verificati superamenti del livello di attenzione. Il valore massimo di 12,7 mg/mc ( a fronte di un livello di attenzione di 15 mg/mc) si è verificato nell'ottobre 1998.

E' prevedibile che nei mesi invernali possano verificarsi occasionali superamenti del livello di attenzione, mentre sono da escludersi superamenti del livello di allarme. L'origine dell'inquinante è legata alle emissioni degli autoveicoli con motori a benzina.

## **Ozono (O3)**

In entrambi i periodi di monitoraggio non si sono verificati superamenti del livello di attenzione; nel marzo 1998 si sono verificati 2 superamenti della soglia di protezione della salute (110 µg/mc come media di otto ore consecutive), pari allo 0,4% dei periodi totali di monitoraggio

Occorre considerare che i valori di irraggiamento solare e di temperatura registrati in tale periodo sono tipicamente primaverili e quindi nettamente inferiori a quelli che è prevedibile registrare nei mesi estivi.

Poiché la formazione di ozono, a parità delle altre condizioni, aumenta con l'aumentare dell'irraggiamento solare e della temperatura, si può ritenere assai probabile che nei mesi estivi si abbiano anche superamenti del livello di attenzione (che è pari a 180 µg/mc).

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.

Va comunque osservato che un contributo significativo alla presenza di questo inquinante è attribuibile a emissioni autoveicolari provenienti da assi viari anche molto lontani dalla postazione di misura; è infatti un dato scientifico ormai acquisito che i fenomeni di inquinamento fotochimico , quando si verificano, non sono localizzati ma, al contrario, interessano porzioni del territorio anche molto estese e sono originati dall'insieme delle fonti emmissive diffuse.

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

Le polveri sospese totali risultano, tra gli inquinanti oggetto del monitoraggio, quello di maggiore criticità.

In entrambi i periodi di monitoraggio si sono evidenziati superamenti del livello di attenzione (150 µg/mc come media giornaliera), pari al 51% delle giornate totali di monitoraggio nel marzo-aprile 1998 e al 28,6 % delle giornate totali di monitoraggio nell'ottobre 1998.

E' certamente prevedibile che nel semestre freddo dell'anno(ottobre-marzo) si verifichino frequenti superamenti del livello di attenzione. In corrispondenza di particolari condizioni meteorologiche di stabilità atmosferica, in particolare nei

mesi invernali, è possibile che si verifichino occasionali superamenti anche del livello di allarme.

Va notato che nell'ottobre 1998 la composizione delle polveri risulta più ricca in idrocarburi policiclici aromatici rispetto al marzo 1998, a conferma di quanto rilevato nell'indagine preliminare svolta nel gennaio 1997. Nel periodo autunno-inverno, quindi, agli effetti sulla salute legati all'azione **diretta** delle polveri sulle vie respiratorie si aggiunge un effetto di veicolazione di sostanze tossiche come appunto gli idrocarburi policiclici aromatici

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).
- all'erosione naturale dei terreni

L'esame complessivo dei dati mostra che nell'ottobre 1998 il contributo degli autoveicoli con motore diesel risulta prevalente, mentre nel marzo 1998 l'origine delle polveri è attribuibile all'insieme delle fonti.

### **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 10 µg/mc a partire da l 1/1/99

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 misure di tipo puntuale nel sito di posizionamento del mobilab e in altri 4 siti all'interno del territorio comunale, 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 10 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 di marzo

Il valore medio dei VOC relativamente ai quattro siti di prelievo è di 177 µg/mc , nel sito mobilab 285 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 1998), si ha un valore medio pari a 10 µg/mc nei quattro siti di prelievo e pari a 15 µg/mc nel sito mobilab, mentre nel secondo periodo ( ottobre 1998 ) tali valori sono rispettivamente 10,3 µg/mc e 18 µg/mc.

Pur non potendo effettuare in senso stretto un confronto con l'obiettivo di qualità di 10 µg/mc (che, come si è detto, è calcolato su base annuale), si può affermare , anche sulla base di quanto rilevato nell'indagine preliminare del gennaio 1997, che la situazione del benzene è da ritenersi preoccupante , in particolare in presenza di condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti come quelle che si verificano nei mesi freddi dell'anno.

### Idrocarburi policiclici aromatici

Sono stati effettuati **due** campionamenti di idrocarburi policiclici aromatici nel corso delle due campagne , evidenziando nell'ottobre 1998 una concentrazione di benzo-a- pirene pari a 1,6 ng/mc superiore all'obiettivo di qualità su base annuale entrato in vigore il 1/1/99 (1 ng/mc).

Come per il benzene non è possibile effettuare in senso stretto un confronto con l'obiettivo di qualità; sulla base anche dei valori rilevati nell'indagine preliminare del gennaio 1997 si possono trarre le conclusioni già evidenziate per il benzene.

L'origine degli idrocarburi policiclici aromatici è 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. Quest'ultima fonte , in base a quanto evidenziato nel paragrafo relativo alle polveri, è presumibilmente quella prevalente.

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.

### - 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.	4
CAPITOLO 2		
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag.	17
CAPITOLO 3		
OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO ATMOSFERICO	pag.	32
CAPITOLO 4		
4.1 - ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI	pag.	35
4.2 - ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO	pag	56
5.4 -.CONCLUSIONI	pag.	135
SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	pag.	142
BIBLIOGRAFIA	pag.	144

Finito di stampare nel .....  
a cura del Centro Stampa  
Provincia di Torino