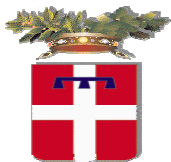


PROVINCIA DI TORINO



ASSESSORATO AMBIENTE

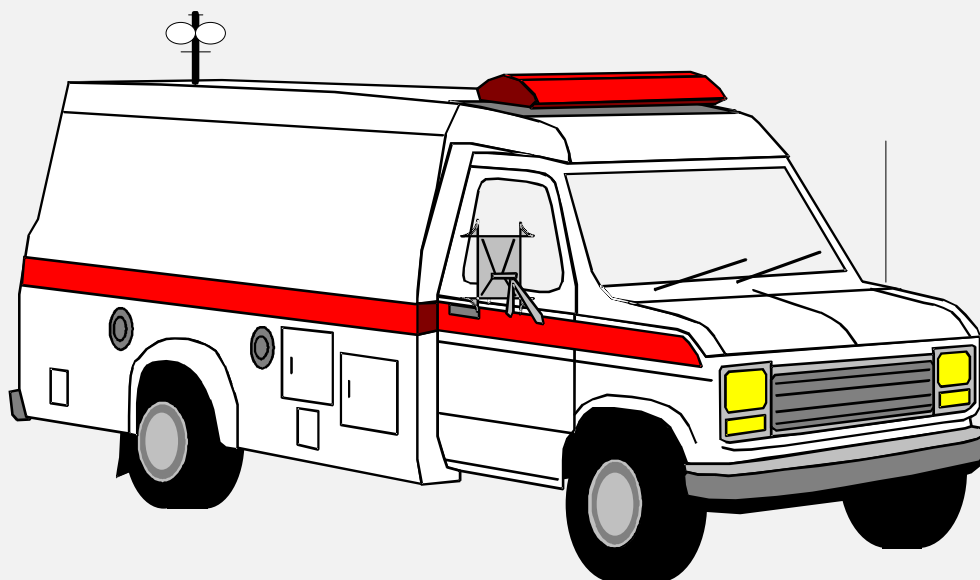
**A.R.P.A.**

AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE  
AMBIENTALE DEL PIEMONTE

DIPARTIMENTO SUB-PROVINCIALE  
GRUGLIASCO

## **LABORATORIO MOBILE**

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



**CAMPAGNA DI RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI**

**COLLEGNO – FRAZIONE SAVONERA**

**Dicembre 1998 – Giugno 1999**

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 aeriformi e l'elaborazione dei dati sono state curate dal Laboratorio Gestione Strumentazione Mobile e fissa rilevamento dati in ambienti di vita e di lavoro in collaborazione con il Servizio Territoriale del Dipartimento di Grugliasco.

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

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

## **CAPITOLO 1**

### ***LA NORMATIVA ITALIANA IN TEMA DI QUALITA' DELL'ARIA***

## **LA NORMATIVA IN MATERIA DI CONTROLLO DELLA QUALITA' DELL'ARIA**

Per una migliore comprensione dei dati raccolti si ritiene opportuno riportare un breve riepilogo della normativa nazionale in materia di tutela della qualità dell'aria e di inquinamento atmosferico

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

➤ **DPCM 28/03/83**

Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni ed i limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno

➤ **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.M. 20/5/1991**

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

➤ **D.M. 20/5/1991**

Criteri per l'elaborazione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria

➤ **D.M. 28/12/91**

Recepimento delle Direttiva 91/441/CEE in materia di emissioni di autoveicoli

➤ **D. Leg. 30.4.1992 n. 285**

Nuovo codice della strada

➤ **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.P.R. 16.12.92, n. 495**

Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada

➤ **D.P.R. 26/8/93, n. 412**

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia

➤ **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 15/4/1994.

- Legge 12/4/95 n. 146  
Ratifica e d esecuzione del protocollo alla convenzione sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lunga distanza concernente la lotta contro le emissioni di composti organici volatili o i loro flussi transfrontalieri
- D.M: 4/9/95  
Attuazione della direttiva 93/59/CEE del Consiglio del 28 giugno 1993 che modifica la direttiva 70/220/CEE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alle misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico da emissioni di veicoli a motore
- D.P.C.M.2/10/95  
Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione
- D.P.C.M. 14/11/95  
Recepimento della direttiva 93/12/CEE relativa al tenore di zolfo di taluni combustibili liquidi
- D.M. 5/2/96  
Prescrizioni per la verifica delle emissioni dei gas di scarico degli autoveicoli in circolazione ai sensi della direttiva del Consiglio delle Comunità europee n. 92/55/CEE
- D.M. 16/5/96  
Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono
- D.M. 16/5/96  
Requisiti tecnici di omologazione e installazione e procedure di controllo dei sistemi di recupero dei vapori di benzina prodotti durante le operazioni di rifornimento degli autoveicoli presso gli impianti di distribuzione carburanti
- Legge 4 novembre 1997 n. 413  
Misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene
- D.M. 19/11/97 n. 503  
Regolamento recante norme per l'attuazione delle direttive 89/369/CEE e 89/429/CEE concernenti la prevenzione dell'inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento di rifiuti urbani, rifiuti speciali non pericolosi, nonché di taluni rifiuti sanitari
- D.M. 27/3/98  
Mobilità sostenibile nelle aree urbane
- Direttiva 7.7.98 del Ministero dei lavori pubblici  
Direttiva sul controllo dei gas di scarico dei veicoli(bollino blu)ai sensi dell'art. 7 del nuovo codice della strada
- D.M. 21/4/99 n. 163  
Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione

I limiti di riferimento per le concentrazioni di inquinanti in ambiente esterno sono essenzialmente di due tipi:

- il primo tipo di limite ( **valore limite , valore guida, obiettivo di qualità** ) fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure di lungo periodo ( usualmente 1 anno ),
- il secondo tipo di limite ( **livelli di attenzione ed allarme** ) fa riferimento alla prevenzione a breve termine , in presenza di fenomeni acuti di inquinamento.
- In particolare, in base alle definizioni normative, il livello di attenzione è la concentrazione di inquinante che, se superata in maniera persistente nel tempo, può portare ad una situazione di rischio ambientale e sanitario, mentre il livello di allarme corrisponde alla concentrazione di inquinante il cui superamento indica già di per sé una situazione di rischio ambientale e sanitario.

Nella tabella che segue sono indicati i valori di riferimento previsti dalla normativa vigente per gli inquinanti in ambiente esterno.

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) (1)	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)(6)	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)(1)	media oraria	1 ora	180 µg/mc
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 16/5/96)(1)	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 rilevate in un anno	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 alla tabella

- (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 attenzione e di allarme, 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

I livelli di attenzione e di allarme sono riferiti alle aree urbane e alle zone individuate dalle Regioni ai sensi dell'art.9 del DM 20.5.91(criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria)

- (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.



In estrema sintesi ,si può affermare che il quadro normativo, sino ai primi anni '90 si muoveva lungo quattro direttive principali

- *Controllo dell'esposizione della popolazione a medio-lungo termine attraverso gli standard di qualità dell'aria (D.P.C.M. 28.3.83 e D.P.R. 203/88) come guida alle azioni di risanamento (esempio: diminuzione del tenore di zolfo nei combustibili)*
- *Controllo dell'esposizione della popolazione a breve termine attraverso i livelli di attenzione e di allarme (D.M. 25/11/94), come guida a provvedimenti limitati nel tempo nei soli grandi centri urbani (limitazione del traffico autoveicolare), identificati in base alla soglia dei 150.000 abitanti*
- *Controllo delle fonti industriali attraverso la definizione di limiti alle emissioni (D.P. R. 203/88 e successive modifiche e integrazioni) e delle fonti autoveicolari attraverso la qualità dei combustili ( es norme sul contenuto di benzene nelle benzine)*

Le acquisizioni normative più recenti evolvono verso una situazione in cui alle linee di azione precedenti si affiancano le seguenti

- *Allargamento dell'ambito spaziale di interesse ai comuni c n popolazione inferiore ai 150.000 abitanti( es D. M. 16 maggio 1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono; D. M. 27 marzo 1998 -Mobilità sostenibile nelle aree urbane ;D.M. 21/4/99 n. 163 Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione)*
- *Controllo sistematico alla fonte anche delle emissioni autoveicolari (es D. M. 5 febbraio 1996- valori limite delle emissioni inquinanti allo scarico degli autoveicoli in circolazione e Direttiva Min. LL. PP. 7 luglio 1998 - Controllo dei gas di scarico dei veicoli) e delle emissioni dagli impianti di distribuzione del carburante(es Legge 4 novembre 1997 n. 413)*
- *Azioni di razionalizzazione del sistema dei trasporti (es: D. Leg. 30.4.1992 n. 285 Nuovo codice della strada, nella parte relativa ai Piani Urbani del Traffico; D. M. 27 marzo 1998 -Mobilità sostenibile nelle aree urbane)*
- *Introduzione di valori di riferimento anche per la protezione della vegetazione(D. M. 16 maggio 1996 - Attivazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono)*

Nel prossimo futuro è prevedibile una ulteriore evoluzione normativa a seguito del recepimento delle più recenti Direttive UE, in particolare la 199/30/CE del 22 aprile 1999 che introduce, tra l'altro, nuovi valori di riferimento per biossido di zolfo, ossidi di azoto, particelle e piombo

## ***CAPITOLO 2***

### ***CONSIDERAZIONI 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	0.0000003

---

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

## **2.2 SORGENTI DI INQUINAMENTO**

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.

Nella tabella che segue sono indicati , in linea generale del tutto generale, le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici

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

 Fonti principali

 Fonti secondarie

### **2.3 INQUINANTI PRIMARI E SECONDARI**

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**).

In questo paragrafo verrà effettuata una breve disamina dei principali inquinanti atmosferici, con indicazione dei loro effetti sull'ambiente e sulla salute umana

#### **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

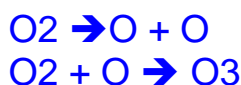
L'anidride solforosa è forse l'inquinante più comune delle aree urbane; le emissioni di questo composto sono di natura principalmente antropogenica (impianti industriali, combustioni domestiche e traffico pesante).

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 cosiddetto smog fotochimico.

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

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

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

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

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

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

## **Le polveri totali sospese**

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



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

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

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

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

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

## **Monossido di carbonio**

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

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

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

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

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

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

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

Essendo le emissioni di CO legate ad una situazione di traffico congestionato, al cessare delle situazioni di ingorgo tipiche delle ore di punta serali le concentrazioni di questo inquinante si riducono più rapidamente di quanto avvenga per es. per gli ossidi di azoto 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 additate 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>2</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>2</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 g/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>3</sup>

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

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

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

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

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

Si elencano i principali IPA<sup>4</sup>:

<sup>3</sup> Atti giornata di studio sulla gestione tecnica e amministrativa del DM 25/11/94- Bologna, Marzo 1995

<sup>4</sup> fonte: International Agency for Research on Cancer

<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**

Nelle tabelle seguenti<sup>5</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**

	<b>Nell'aria urbana</b>	<b>Nelle emissioni autoveicolari</b>
<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 - 4.0
<b>DBahA/BaP</b>	0.1 - 0.8	0.1 - 0.3

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

	<b>Concentrazioni (ng/mc)</b>
<b>BaA</b>	1 - 20
<b>B(b+j+k)FA/BaP</b>	3 - 40
<b>BaP</b>	1 - 14
<b>DBahA</b>	0.5 - 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>5</sup> fonte: rapporto Istisan 91/27



## **CAPITOLO 3**

### ***OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO ATMOSFERICO***

### 3.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

A seguito della richiesta dell'Amministrazione Comunale di Collegno, in due periodi dell'anno, rispettivamente dicembre 1998 e maggio 1999, si sono effettuati monitoraggi della qualità dell'aria nella frazione Savonera.

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

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 identificato all'interno del cortile della Scuola Materna Don Sapino, in Via Torino.

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.

La presenza di diversi alberi all'interno del giardino non ha permesso un corretto funzionamento della strumentazione di rilevamento dei dati anemologici. I dati relativi alla velocità e alla direzione dei venti non sono quindi rappresentativi della situazione in loco. Per fornire un quadro della situazione meteorologica, vengono inseriti nella presente relazione i dati rilevati nel Dicembre 1998 e nel Giugno 1999 nella stazione fissa situata nel Parco La Mandria, che per diversi aspetti risulta essere la più rappresentativa.

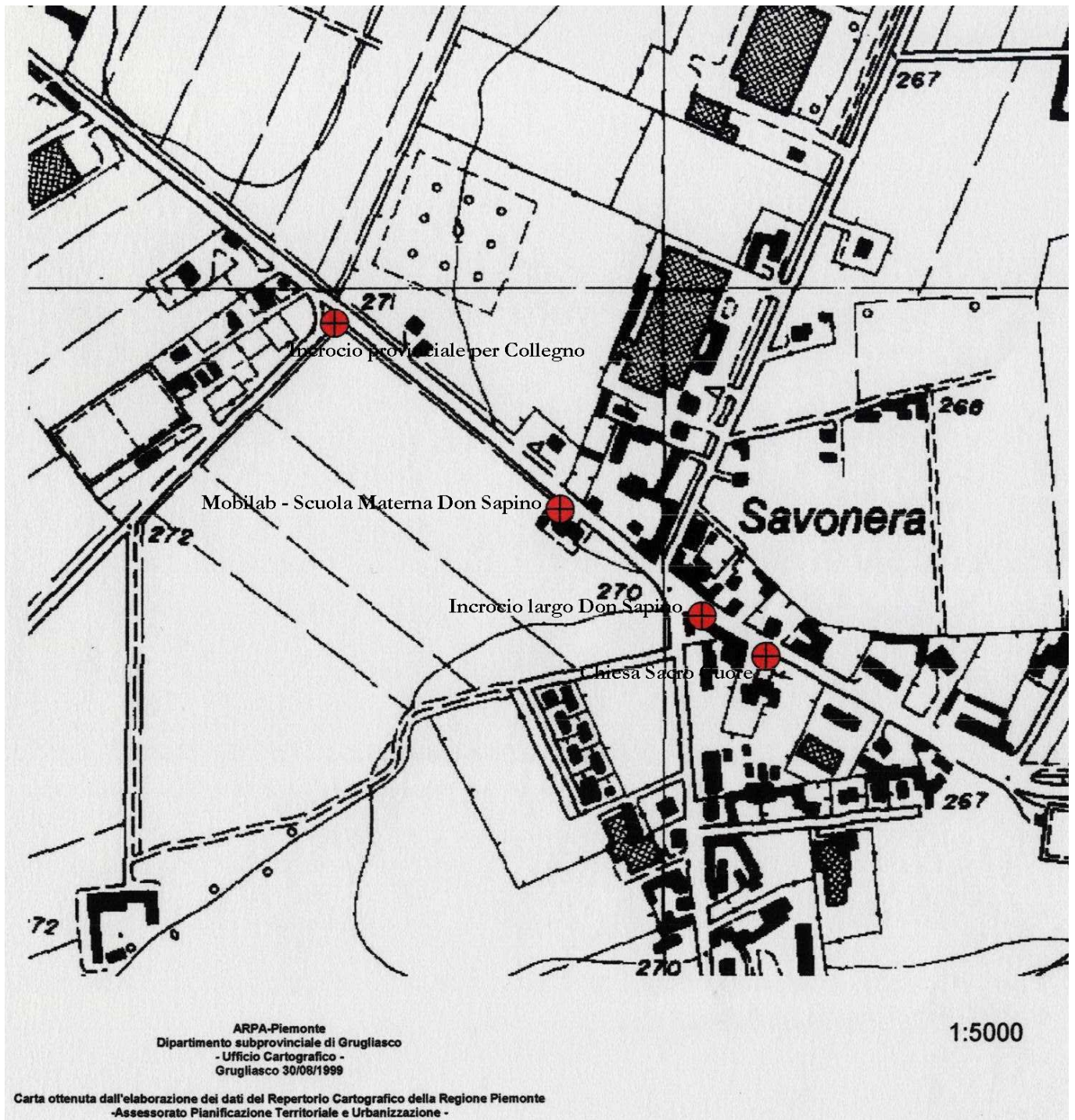
Secondo la definizione data dal Decreto del Ministero dell'Ambiente la postazione da noi scelta è identificabile come **stazione di monitoraggio di tipo "C"**.

Durante il periodo di monitoraggio con il Laboratorio Mobile si sono effettuati prelievi di aeriformi, atti a studiare la concentrazione e la tipologia delle principali Sostanze Organiche Volatili (VOC), degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei Metalli (Pb, Cd e Ni) presenti nell'aria, anche in alcuni punti nei pressi della scuola materna Don Sapino. Più precisamente questi prelievi sono stati eseguiti:

- all'incrocio della provinciale per Collegno;
- in Largo Don Sapino;
- di fronte alla Chiesa del Sacro Cuore.

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





## **CAPITOLO 4**

***ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI***

***ELABORAZIONE DATI INQUINAMENTO ATMOSFERICO:***

## 4.1 ELABORAZIONE DATI METEOROLOGICI

In questo paragrafo sono presentati i dati meteoroclimatici registrati dalla centrale meteorologica funzionante nella Stazione fissa di rilevamento dati Qualità dell'aria situata nel parco Regionale de La Mandria. I dati sono riferiti al mese di Dicembre 1998; Nelle pagine successive sono riportate le elaborazioni grafiche che mostrano gli andamenti orari per i seguenti parametri:

V.V. - Velocità Vento	m/sec.
D.V. - Direzione Vento	gradi
T. A. - Temperatura Aria	C°
U. A. - Umidità relativa	%
R.Sol - Radiazione solare	W/m2
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.

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

Tabella n° 1: valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al mese di Dicembre 1998 (stazione di La Mandria)

NUMERO DATI VALIDI %	CALME % (misure < 0.5 m/s)	VALORE MASSIMO ORARIO DATATO m/s	MEDIA MENSILE m/s	DEVIAZIONE STANDARD m/s
71.5	54.9	4.1 05-12-1998 ore 18.00	1.0	0.6

% direzione vento (calme escluse) ore totali	
N	0
NNE	30
NE	4
ENE	2
E	1
ESE	1
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	2
SW	5
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero totale eventi (calme escluse)	
240	

% direzione vento (calme escluse) ore diurne 9-15	
N	0
NNE	11
NE	5
ENE	5
E	3
ESE	3
SE	1
SSE	0
S	0
SSW	6
SW	14
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (diurno - calme escluse)	
71	

% direzione vento (calme escluse) ore notturne 16-8	
N	0
NNE	37
NE	4
ENE	0
E	1
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	0
SW	2
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (notturno - calme escluse)	
169	

parametro	T.A. C°
Valore minimo:	-11.60
Valore massimo:	10.80
Valore medio:	-2.65
Valore mediana:	-2.90
Deviaz.Standard:	4.58

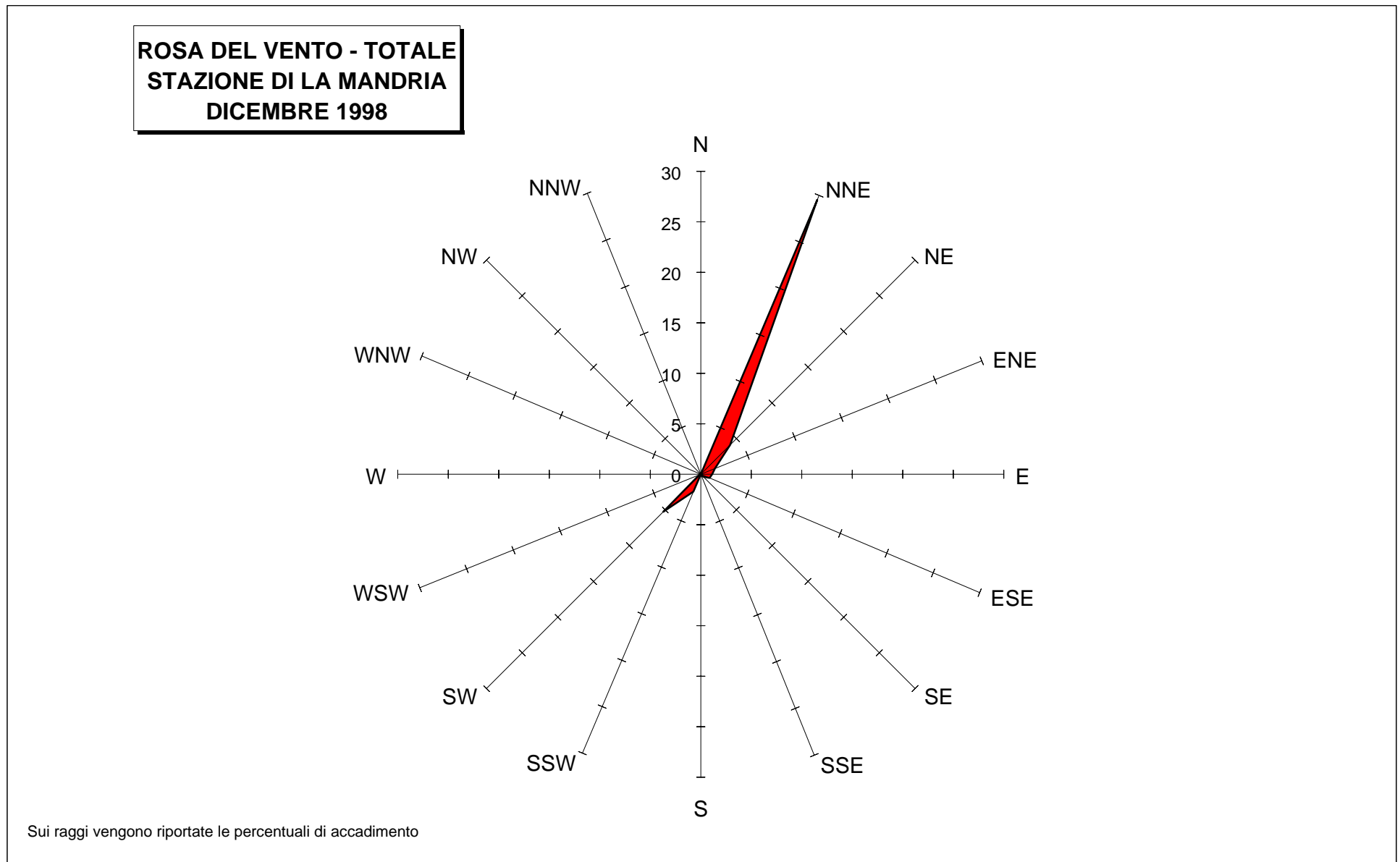
parametro	U.R. %
Valore minimo:	47.00
Valore massimo:	98.00
Valore medio:	92.20
Valore mediana:	98.00
Deviaz.Standard:	10.94

parametro	P.A. mbar
Valore minimo:	961.00
Valore massimo:	994.00
Valore medio:	983.99
Valore mediana:	986.00
Deviaz.Standard:	7.53

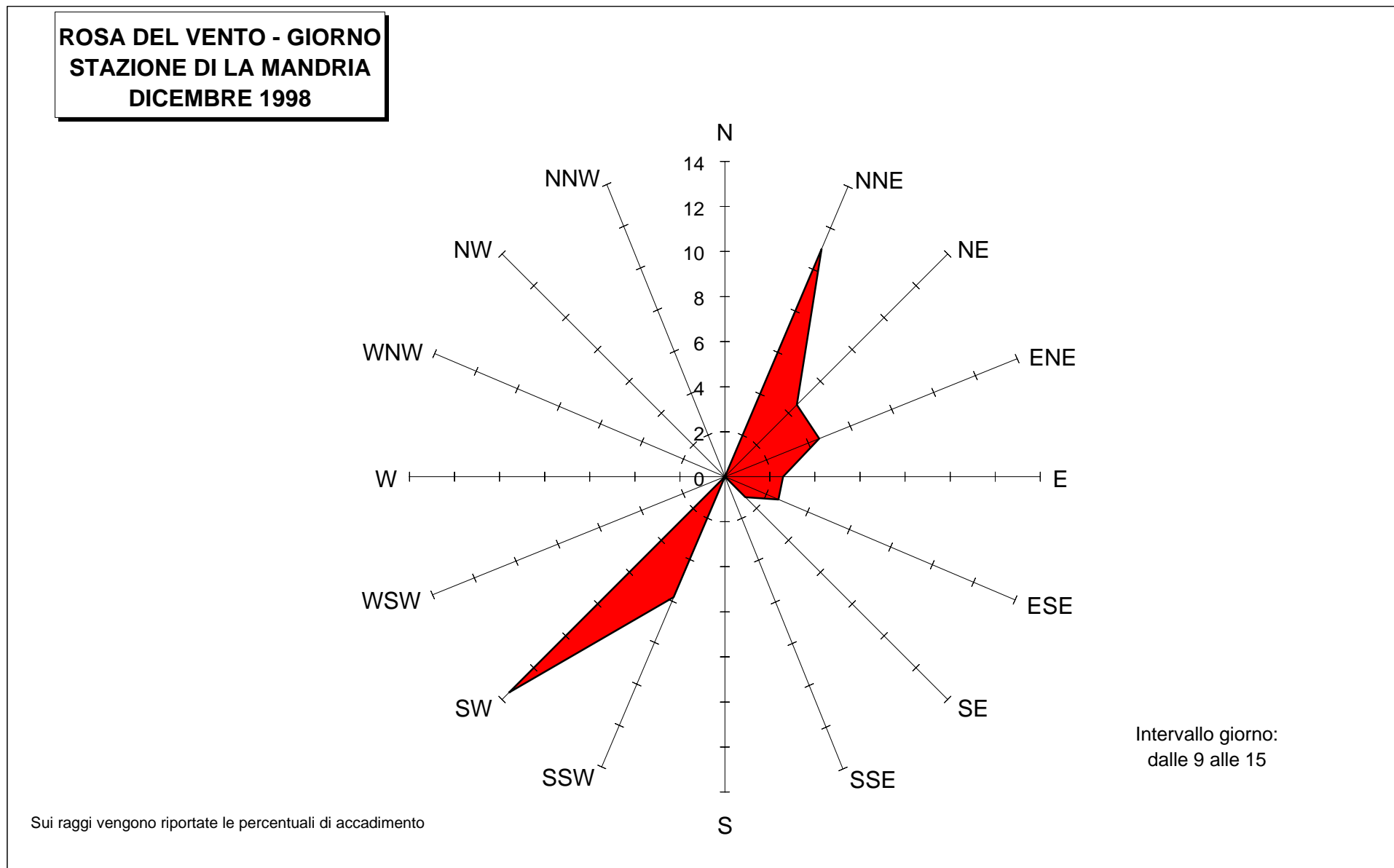
parametro	R.S.T. W/mq
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	433.20
Valore medio:	52.71
Valore mediana:	0.90
Deviaz.Standard:	102.25

parametro	R.S.N. W/mq
Valore minimo:	-43.00
Valore massimo:	125.00
Valore medio:	10.18
Valore mediana:	1.00
Deviaz.Standard:	33.60

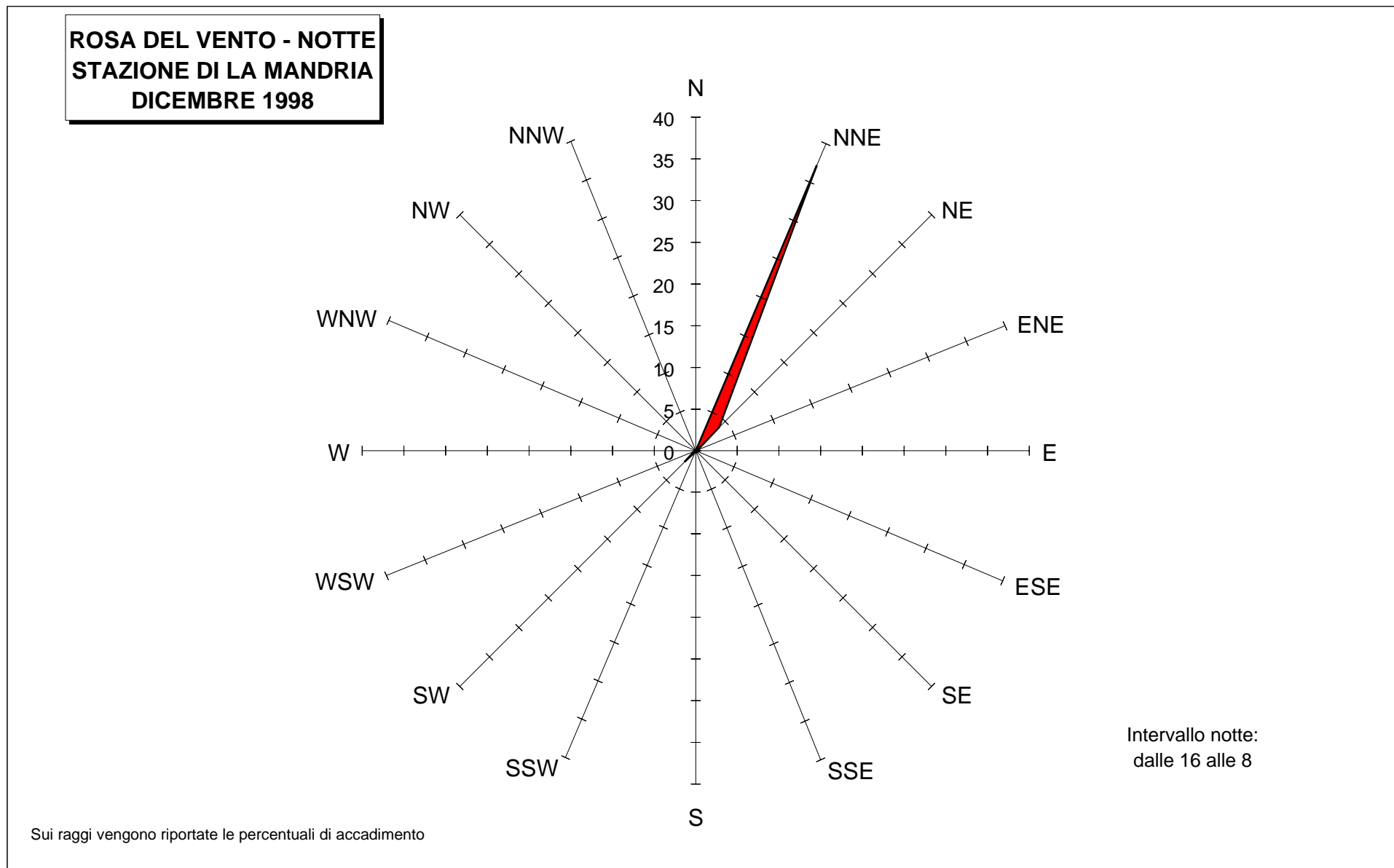
parametro D.V. - Dicembre 1998 -



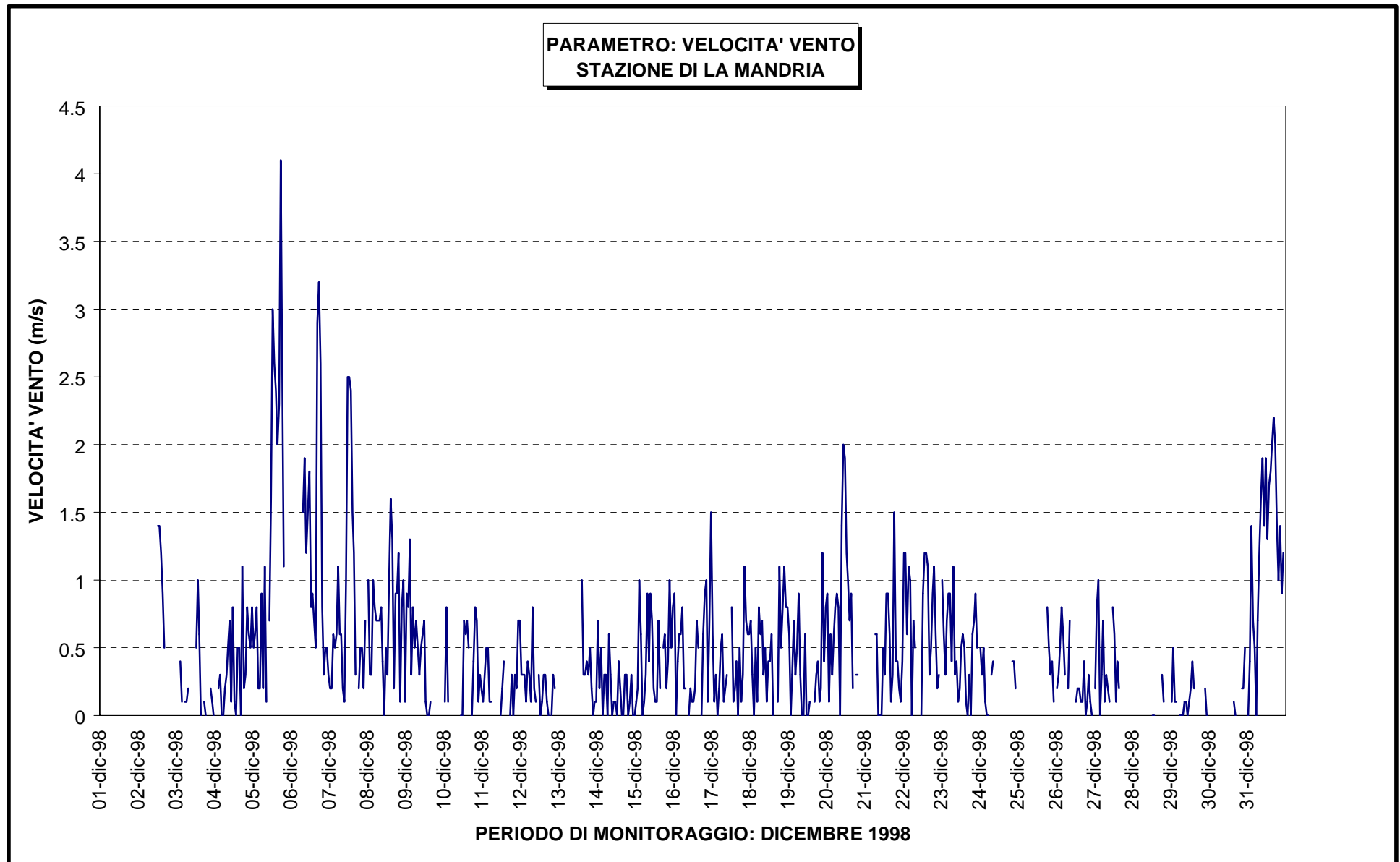
parametro D.V. ore diurne - Dicembre 1998 -



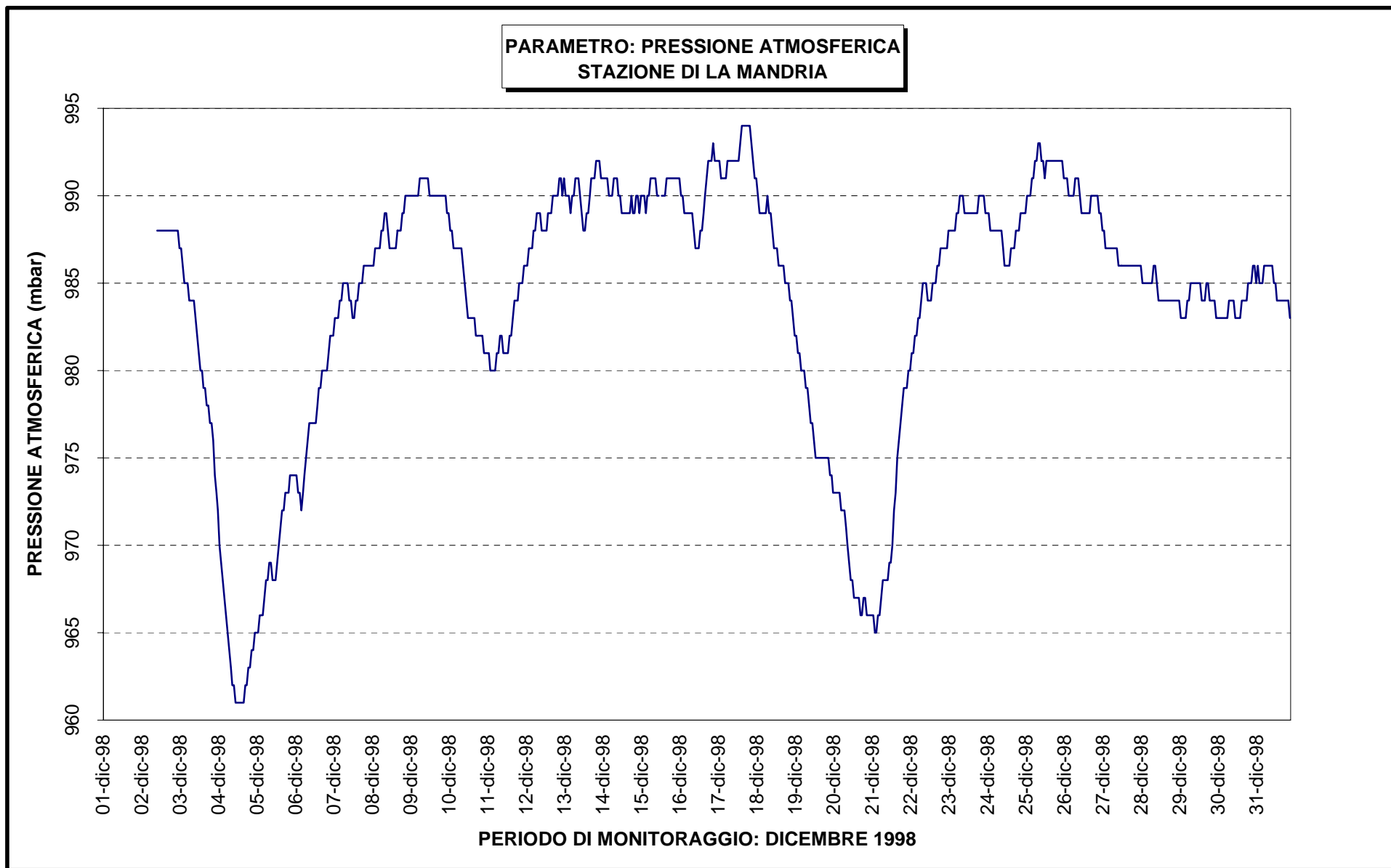
parametro D.V. ore notturne - Dicembre 1998 -

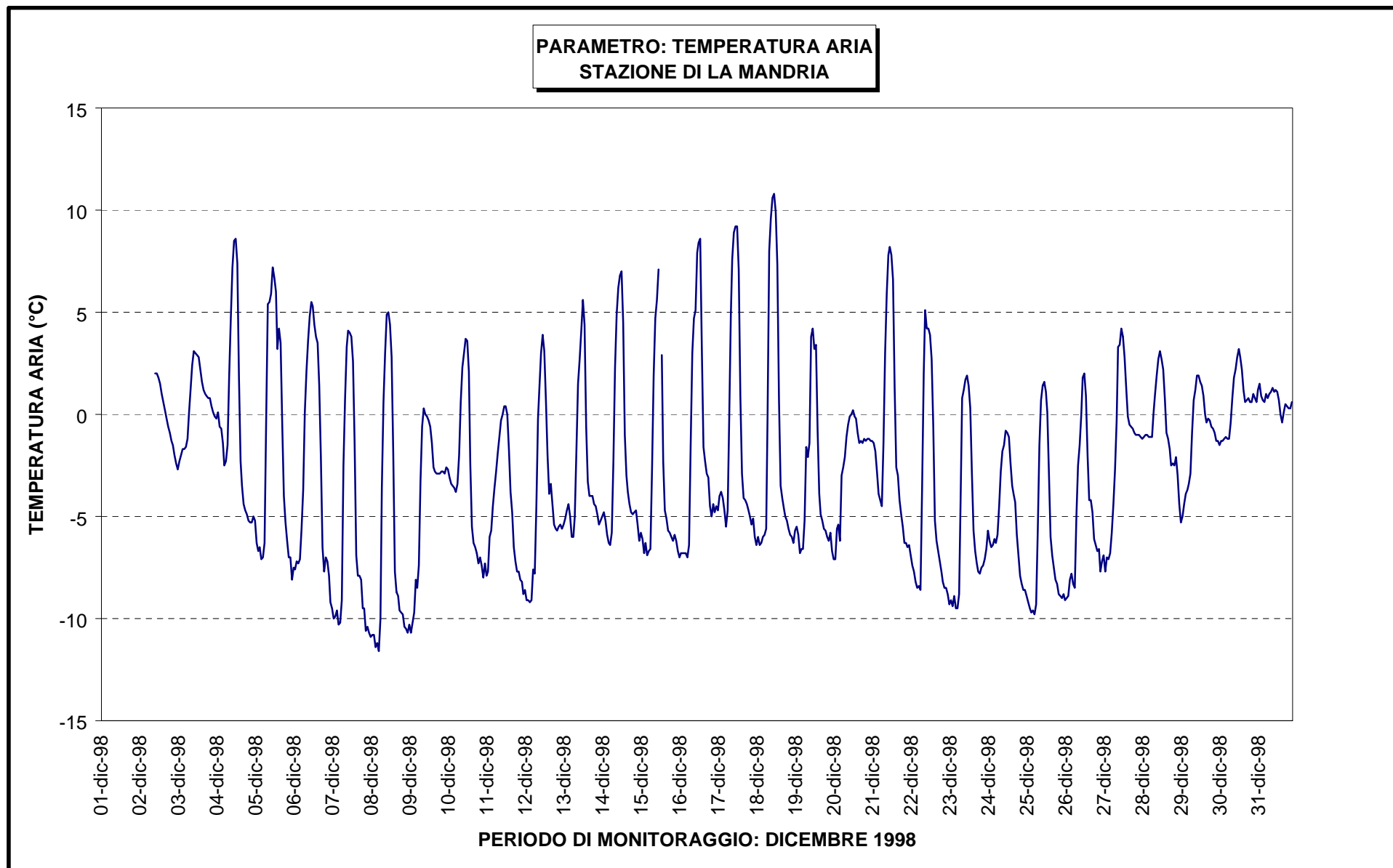


parametro V.V. - Dicembre 1998 -

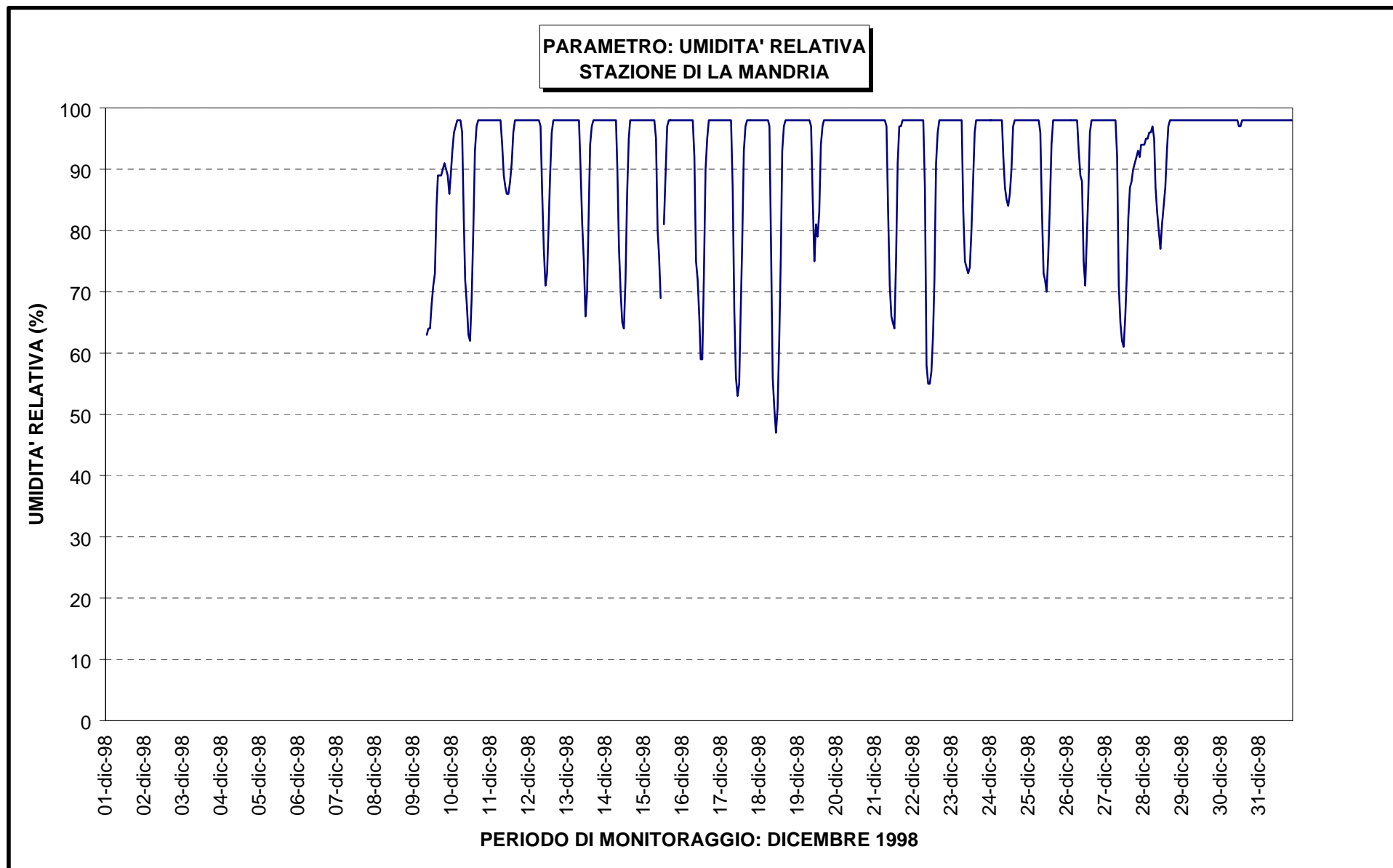




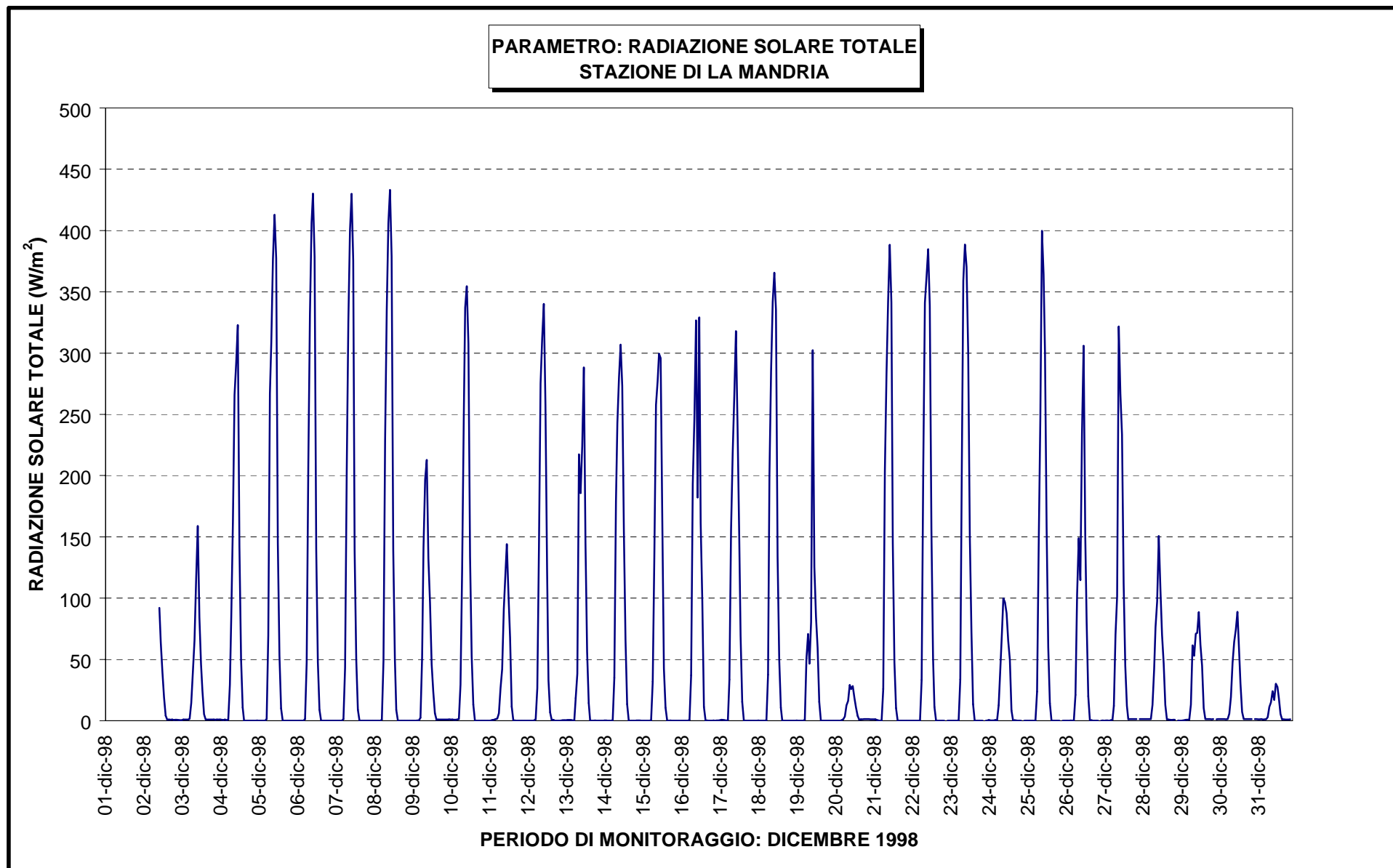




parametro U.R. - Dicembre 1998 -



parametro R.S.T. - Dicembre 1998 -



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

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 primo monitoraggio è stato eseguito fra il 10 DICEMBRE 1998 e l' 11 GENNAIO 1999, e verrà nelle pagine seguenti indicato come DICEMBRE 1998. Si colloca nel semestre freddo, e vede quindi presenti ed operativi in zona le tre sorgenti principali di inquinamento dell'aria: traffico, riscaldamento e industria

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

Il secondo monitoraggio è viceversa compreso fra il 26 MAGGIO e il 21 GIUGNO 1999 (verrà indicato di seguito come GIUGNO 1999), e ci consente di valutare l'inquinamento atmosferico in un momento in cui il contributo dato a quest'ultimo dal riscaldamento domestico è nullo o trascurabile.

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

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

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

-

La prima valutazione statistica (tabelle n° 3 e n° 4) evidenzia, per ogni inquinante, i valori minimi, medi e massimi. La seconda valutazione (tabelle n° 5 e n° 6), invece, evidenzia gli eventuali superamenti dei limiti di legge per i diversi inquinanti

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

**Dicembre 1998**

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	90.60
Valore medio:	10.69
Valore mediana:	8.63
Deviaz. Standard:	9.81

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	914.00
Valore medio:	168.83
Valore mediana:	145.00
Deviaz. Standard:	126.91

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	270.00
Valore medio:	54.97
Valore mediana:	48.60
Deviaz. Standard:	33.27

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	1037.00
Valore medio:	223.31
Valore mediana:	195.50
Deviaz. Standard:	150.94

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.63
Valore massimo:	10.80
Valore medio:	3.55
Valore mediana:	3.35
Deviaz. Standard:	1.47

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.24
Valore massimo:	23.40
Valore medio:	3.27
Valore mediana:	2.15
Deviaz. Standard:	3.32

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	µg/mc
Valore minimo:	2.00
Valore massimo:	567.00
Valore medio:	164.13
Valore mediana:	151.50
Deviaz. Standard:	97.87

TABELLA n° 4: valutazione statistica degli inquinanti rilevati nei mesi di

Giugno 1999

<b>inquinante :</b>	<b>SO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	19.10
Valore medio:	3.92
Valore mediana:	3.35
Deviaz. Standard:	3.13

<b>inquinante :</b>	<b>NO</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	207.00
Valore medio:	38.31
Valore mediana:	27.60
Deviaz. Standard:	35.03

<b>inquinante :</b>	<b>NO2</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	218.00
Valore medio:	51.52
Valore mediana:	45.70
Deviaz. Standard:	35.89

<b>inquinante :</b>	<b>NOx</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	409.00
Valore medio:	81.23
Valore mediana:	64.25
Deviaz. Standard:	69.77

<b>inquinante :</b>	<b>CO</b>
	mg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	7.64
Valore medio:	1.53
Valore mediana:	1.32
Deviaz. Standard:	1.15

<b>inquinante :</b>	<b>O3</b>
	µg/mc
Valore minimo:	0.00
Valore massimo:	159.00
Valore medio:	39.10
Valore mediana:	32.80
Deviaz. Standard:	30.49

<b>inquinante :</b>	<b>PTS</b>
	µg/mc
Valore minimo:	1.00
Valore massimo:	273.00
Valore medio:	64.93
Valore mediana:	57.50
Deviaz. Standard:	40.22

TABELLA n° 5: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

**Dicembre 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	792	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	784	99.0	200	2	0.3	400	0	0.0	200	2	0.3
O3	790	99.7	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	792	100.0	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	792	100.0	150 (*)	19	57.6	300 (*)	3	9.1	150 (2)	19	57.6

(\*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

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



TABELLA n° 6: numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

**Giugno 1999**

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
SO2	646	99.7	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO2	569	87.8	200	1	0.2	400	0	0.0	200	1	0.2
O3	648	100.0	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	647	99.8	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	648	100.0	150 (*)	0	0.0	300 (*)	0	0.0	150 (2)	0	0.0

(\*) MEDIA GIORNALIERA

(1) MEDIANA DELLE CONCENTRAZIONI MEDIE DI 24 ORE

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

## **- GIORNO MEDIO**

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno 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. Il risultato è riportato nelle tabelle n. 7 e 8.

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° 7: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di **Dicembre 1998**

	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\text{mg}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$
<b>ore</b>	<b>SO2</b>	<b>NO</b>	<b>NO2</b>	<b>O3</b>	<b>CO</b>	<b>PTS</b>	<b>NOx</b>
00:00	6.3	135.8	39.6	2.6	3.1	153.7	175.4
01:00	5.2	113.5	35.4	2.6	2.8	141.8	148.9
02:00	4.5	95.4	34.3	2.7	2.5	131.4	129.7
03:00	3.4	69.9	32.5	2.9	2.2	116.9	102.3
04:00	3.4	70.2	31.4	3.2	2.1	117.6	101.5
05:00	4.6	90.8	41.9	3.0	2.5	110.8	132.7
06:00	5.1	111.3	33.8	2.6	2.6	123.1	145.2
07:00	8.3	191.1	42.8	2.4	3.9	136.7	234.0
08:00	10.1	238.3	49.6	2.5	4.2	154.7	287.8
09:00	10.6	237.8	50.0	2.6	4.0	168.4	287.7
10:00	9.8	194.8	60.7	2.6	3.5	178.3	253.9
11:00	11.9	169.9	71.4	3.1	3.4	166.9	239.2
12:00	17.5	151.5	81.5	3.4	3.4	176.0	230.8
13:00	21.9	133.0	85.6	4.4	3.2	176.5	216.4
14:00	21.7	146.7	87.3	4.4	3.6	179.7	231.4
15:00	20.1	177.1	83.0	3.8	4.0	189.2	257.8
16:00	19.0	244.5	79.7	2.5	4.8	209.1	321.8
17:00	16.8	300.7	76.8	2.2	5.6	214.5	375.3
18:00	12.8	251.0	65.1	2.1	4.8	204.8	316.2
19:00	11.3	237.4	57.0	2.3	4.6	195.9	294.4
20:00	9.5	197.5	52.3	2.0	4.1	188.5	249.8
21:00	8.4	180.5	48.7	2.3	3.8	177.9	229.2
22:00	7.2	156.4	43.5	2.4	3.5	166.3	200.0
23:00	7.1	156.9	41.1	2.4	3.4	160.2	198.0

TABELLA n° 8: giorno medio relativo alla campagna di monitoraggio eseguita nel mese di **Giugno 1999**

	µg/mc	µg/mc	µg/mc	µg/mc	mg/mc	µg/mc	µg/mc
<b>ore</b>	<b>SO2</b>	<b>NO</b>	<b>NO2</b>	<b>O3</b>	<b>CO</b>	<b>PTS</b>	<b>NOx</b>
00:00	2.0	7.9	23.5	20.6	0.9	71.5	28.0
01:00	1.8	4.9	17.3	21.8	0.8	68.4	19.8
02:00	1.5	2.1	12.2	23.8	0.7	60.4	12.7
03:00	1.5	3.5	12.6	22.7	0.7	60.5	14.3
04:00	1.8	10.5	15.3	17.5	0.9	60.0	22.9
05:00	3.2	31.8	90.0	14.0	1.2	57.8	107.3
06:00	5.4	69.6	48.6	11.0	2.5	54.0	105.7
07:00	7.0	65.4	51.1	16.4	2.4	64.0	108.1
08:00	6.5	43.8	50.4	23.5	1.6	61.0	86.0
09:00	6.2	36.1	48.8	32.5	1.4	64.9	84.2
10:00	6.0	31.5	51.9	43.5	1.3	68.5	80.2
11:00	5.6	27.0	51.0	58.7	1.5	67.9	67.5
12:00	4.8	30.3	56.7	70.2	1.4	63.6	89.6
13:00	4.6	44.6	73.1	74.5	1.6	64.1	106.8
14:00	4.1	59.1	86.0	76.8	1.7	63.9	131.6
15:00	4.1	70.5	86.2	75.9	1.9	66.2	142.4
16:00	5.3	83.2	93.5	67.4	2.6	69.3	159.2
17:00	4.5	75.4	80.9	62.5	2.5	72.8	139.6
18:00	4.0	66.6	71.3	52.5	2.2	70.6	123.0
19:00	3.5	52.6	60.5	43.6	1.7	70.8	100.4
20:00	3.3	38.8	49.7	33.7	1.5	63.9	78.5
21:00	2.6	25.2	39.8	27.7	1.4	64.5	55.6
22:00	2.5	19.0	34.6	23.9	1.2	63.9	46.6
23:00	2.4	16.8	29.5	23.6	1.1	65.9	39.4

## - 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 della Frazione Savonera, 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 **60** giorni di campionamento, ripartiti rispettivamente in **33** giorni nel 1° periodo e **27** giorni nel 2° periodo, 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 Dicembre 1998**

<b>NO2</b>	<b>n° volte</b>	<b>%</b>
		<b>PNO2</b>
0	8	1.0
10	18	2.3
20	37	4.7
30	86	11.0
40	124	15.8
50	144	18.4
60	102	13.0
70	91	11.6
80	52	6.6
90	39	5.0
100	20	2.6
110	14	1.8
120	6	0.8
130	13	1.7
140	7	0.9
150	5	0.6
160	4	0.5
170	3	0.4
180	3	0.4
190	4	0.5
200	2	0.3
210	0	0.0
220	1	0.1
230	0	0.0
240	0	0.0
250	0	0.0
260	0	0.0
270	1	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>784</b>	

<b>SO2</b>	<b>n° volte</b>	<b>%</b>
		<b>PSO2</b>
0	24	3.0
5	214	27.0
10	217	27.4
15	169	21.3
20	78	9.8
25	38	4.8
30	15	1.9
35	12	1.5
40	11	1.4
45	5	0.6
50	3	0.4
55	1	0.1
60	3	0.4
65	0	0.0
70	0	0.0
75	0	0.0
80	0	0.0
85	1	0.1
90	0	0.0
95	1	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>792</b>	

<b>NO</b>	<b>n° volte</b>	<b>%</b>
		<b>PNO</b>
0	12	1.5
20	46	5.8
40	39	4.9
60	67	8.5
80	62	7.8
100	59	7.4
120	58	7.3
140	42	5.3
160	46	5.8
180	42	5.3
200	41	5.2
220	44	5.6
240	31	3.9
260	32	4.0
280	34	4.3
300	25	3.2
320	26	3.3
340	17	2.1
360	16	2.0
380	9	1.1
400	7	0.9
420	6	0.8
440	3	0.4
460	4	0.5
480	5	0.6
500	5	0.6
520	3	0.4
540	1	0.1
560	0	0.0
580	0	0.0
600	3	0.4
620	2	0.3
640	0	0.0
660	1	0.1
680	1	0.1
700	0	0.0
720	1	0.1
740	0	0.0
760	0	0.0
780	0	0.0
800	0	0.0
820	1	0.1
840	0	0.0
860	0	0.0
880	0	0.0
900	0	0.0
920	1	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>792</b>	

<b>NOx</b>	<b>n° volte</b>	<b>%</b>
		<b>PNOx</b>
0	8	1.0
20	15	1.9
40	35	4.4
60	26	3.3
80	36	4.5
100	54	6.8
120	52	6.6
140	48	6.1
160	47	5.9
180	43	5.4
200	40	5.1
220	33	4.2
240	36	4.5
260	41	5.2
280	31	3.9
300	30	3.8
320	35	4.4
340	33	4.2
360	25	3.2
380	20	2.5
400	16	2.0
420	12	1.5
440	13	1.6
460	9	1.1
480	8	1.0
500	8	1.0
520	8	1.0
540	3	0.4
560	1	0.1
580	2	0.3
600	4	0.5
620	4	0.5
640	4	0.5
660	2	0.3
680	0	0.0
700	1	0.1
720	1	0.1
740	0	0.0
760	2	0.3
780	1	0.1
800	0	0.0
820	2	0.3
840	1	0.1
860	0	0.0
880	0	0.0
900	0	0.0
920	0	0.0
940	1	0.1
960	0	0.0
980	0	0.0
1000	0	0.0
1020	0	0.0
1040	1	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>792</b>	

**TABELLA n° 7 - SEGUITO** valutazione statistica delle distribuzioni di frequenza relative al monitoraggio eseguito nel mese di **Dicembre 1998**

PTS	n° volte	%
0	0	0.0
20	32	4.0
40	44	5.6
60	30	3.8
80	43	5.4
100	68	8.6
120	69	8.7
140	73	9.2
160	65	8.2
180	66	8.3
200	63	8.0
220	54	6.8
240	38	4.8
260	27	3.4
280	19	2.4
300	22	2.8
320	12	1.5
340	17	2.1
360	14	1.8
380	11	1.4
400	10	1.3
420	3	0.4
440	3	0.4
460	2	0.3
480	2	0.3
500	2	0.3
520	2	0.3
540	0	0.0
560	0	0.0
580	1	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>792</b>	

CO	n° volte	%
0	0	0.0
0.5	0	0.0
1	3	0.4
1.5	27	3.4
2	72	9.1
2.5	90	11.4
3	129	16.3
3.5	121	15.3
4	91	11.5
4.5	74	9.3
5	63	8.0
5.5	47	5.9
6	31	3.9
6.5	15	1.9
7	8	1.0
7.5	8	1.0
8	5	0.6
8.5	2	0.3
9	0	0.0
9.5	4	0.5
10	1	0.1
10.5	0	0.0
11	1	0.1
<b>TOTALE</b>	<b>792</b>	

CO3	n° volte	%
0	0	0.0
10	742	93.9
20	45	5.7
30	3	0.4
40	0	0.0
50	0	0.0
60	0	0.0
70	0	0.0
80	0	0.0
90	0	0.0
100	0	0.0
110	0	0.0
120	0	0.0
130	0	0.0
140	0	0.0
150	0	0.0
160	0	0.0
<b>TOTALE</b>	<b>790</b>	

**TABELLA n° 8 : valutazione statistica delle distribuzioni di frequenza relative al monitoraggio eseguito nel mese di **Giugno 1999****

<b>NO2</b>	n° volte	% PNO2
0	15	2,6
10	28	4,9
20	80	14,1
30	69	12,1
40	55	9,7
50	62	10,9
60	60	10,5
70	49	8,6
80	38	6,7
90	29	5,1
100	29	5,1
110	17	3,0
120	12	2,1
130	10	1,8
140	5	0,9
150	1	0,2
160	4	0,7
170	2	0,4
180	2	0,4
190	1	0,2
200	0	0,0
210	0	0,0
220	1	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>569</b>	

<b>NO</b>	n° volte	% PNO
0	52	9,2
20	167	29,6
40	130	23,0
60	75	13,3
80	68	12,1
100	37	6,6
120	20	3,5
140	6	1,1
160	7	1,2
180	1	0,2
200	0	0,0
220	1	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>564</b>	

<b>NOx</b>	n° volte	% PNOx
0	68	10,5
20	75	11,6
40	81	12,5
60	84	13,0
80	62	9,6
100	60	9,3
120	44	6,8
140	48	7,4
160	33	5,1
180	29	4,5
200	23	3,5
220	13	2,0
240	9	1,4
260	8	1,2
280	4	0,6
300	3	0,5
320	1	0,2
340	2	0,3
360	0	0,0
380	0	0,0
400	0	0,0
420	1	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

<b>SO2</b>	n° volte	% PSO2
0	49	7,6
5	413	63,9
10	153	23,7
15	27	4,2
20	4	0,6
<b>TOTALE</b>	<b>646</b>	

<b>PTS</b>	n° volte	% PPTS
0	0	0,0
20	76	11,7
40	124	19,1
60	141	21,8
80	111	17,1
100	76	11,7
120	61	9,4
140	30	4,6
160	13	2,0
180	10	1,5
200	3	0,5
220	2	0,3
240	0	0,0
260	0	0,0
280	1	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	

<b>CO</b>	n° volte	% PCO
0	20	3,1
0,5	254	39,3
1	66	10,2
1,5	62	9,6
2	89	13,8
2,5	58	9,0
3	37	5,7
3,5	24	3,7
4	15	2,3
4,5	9	1,4
5	8	1,2
5,5	2	0,3
6	2	0,3
6,5	0	0,0
7	0	0,0
7,5	0	0,0
8	1	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>647</b>	

<b>O3</b>	n° volte	% PO3
0	19	2,9
10	95	14,7
20	99	15,3
30	90	13,9
40	84	13,0
50	53	8,2
60	53	8,2
70	46	7,1
80	40	6,2
90	24	3,7
100	18	2,8
110	12	1,9
120	6	0,9
130	2	0,3
140	3	0,5
150	3	0,5
160	1	0,2
<b>TOTALE</b>	<b>648</b>	



## ELABORAZIONI GRAFICHE

Nelle pagine seguenti sono riportate le elaborazioni grafiche dei dati presentati in precedenza; per ogni inquinante vengono riportati i dati relativi al primo e al secondo periodo di monitoraggio.

### - **Andamento orario e giornaliero:**

Per ogni inquinante si è effettuata una doppia elaborazione grafica che permette di visualizzare su assi concentrazione-tempo l'andamento registrato durante il 1° periodo (**Dicembre 1998**) ed il 2° periodo (**Giugno 1999**)

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

Viceversa, nel secondo 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. Per facilitare il confronto fra i due periodi di monitoraggio, in questa seconda elaborazione la scala delle concentrazioni (asse y) mantiene lo stesso valore di fondo.

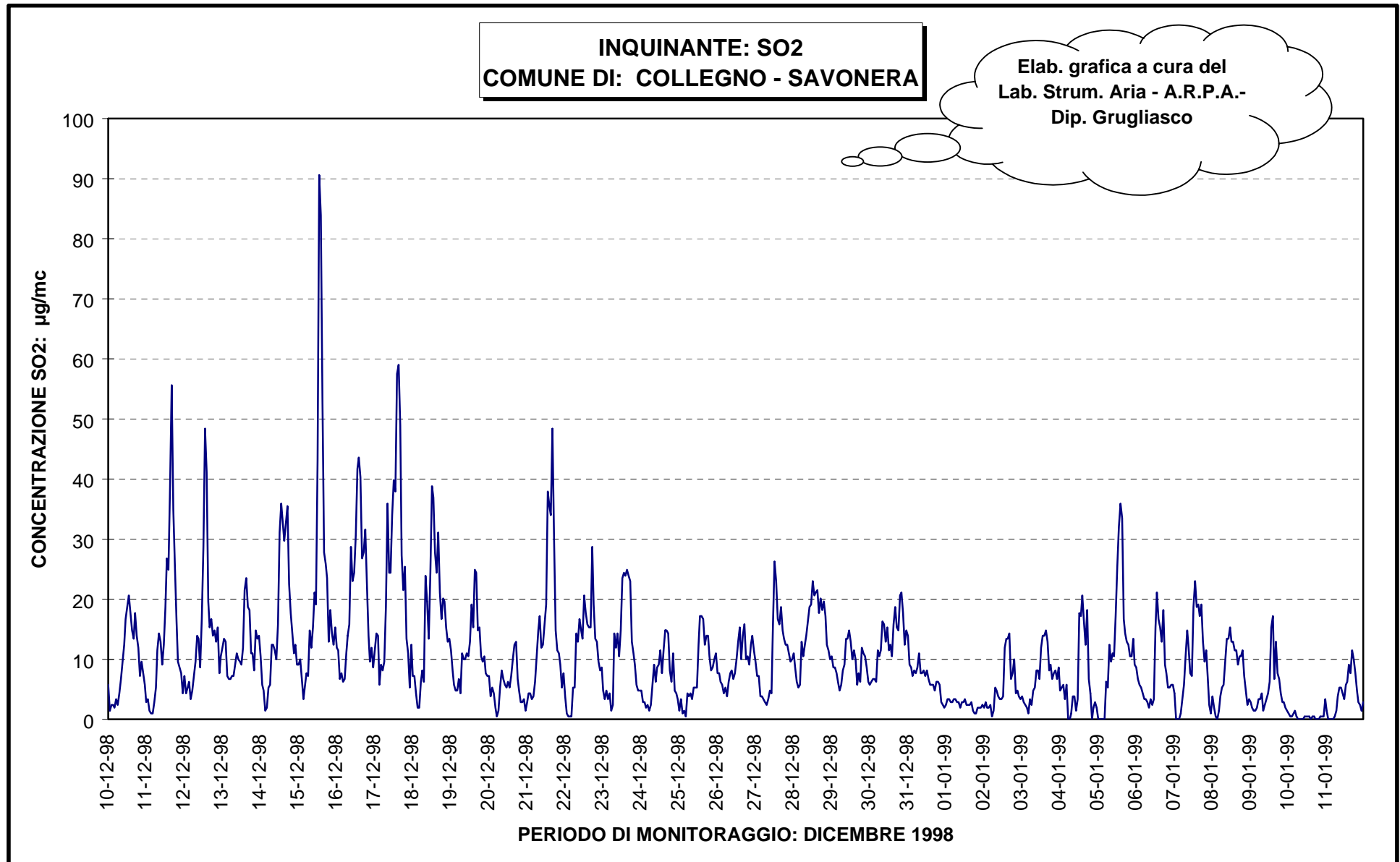
### - **Giorno medio**

Viene evidenziata la variazione delle concentrazioni di inquinanti nell'arco del giorno medio

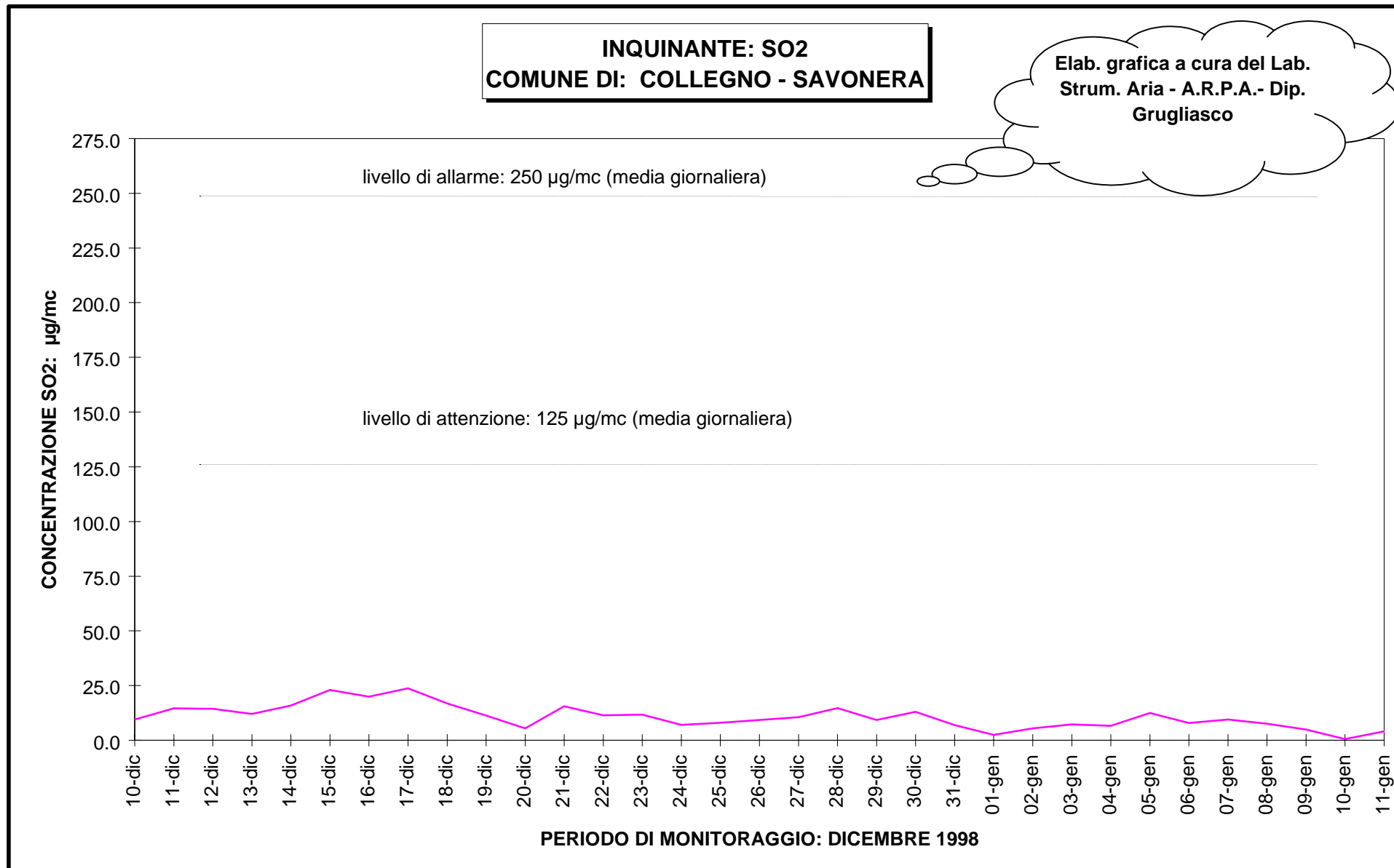
### - **Distribuzione di frequenza**

Le percentuali di accadimento vengono evidenziate in istogrammi, nei quali è possibile confrontare gli andamenti del primo e del secondo periodo.

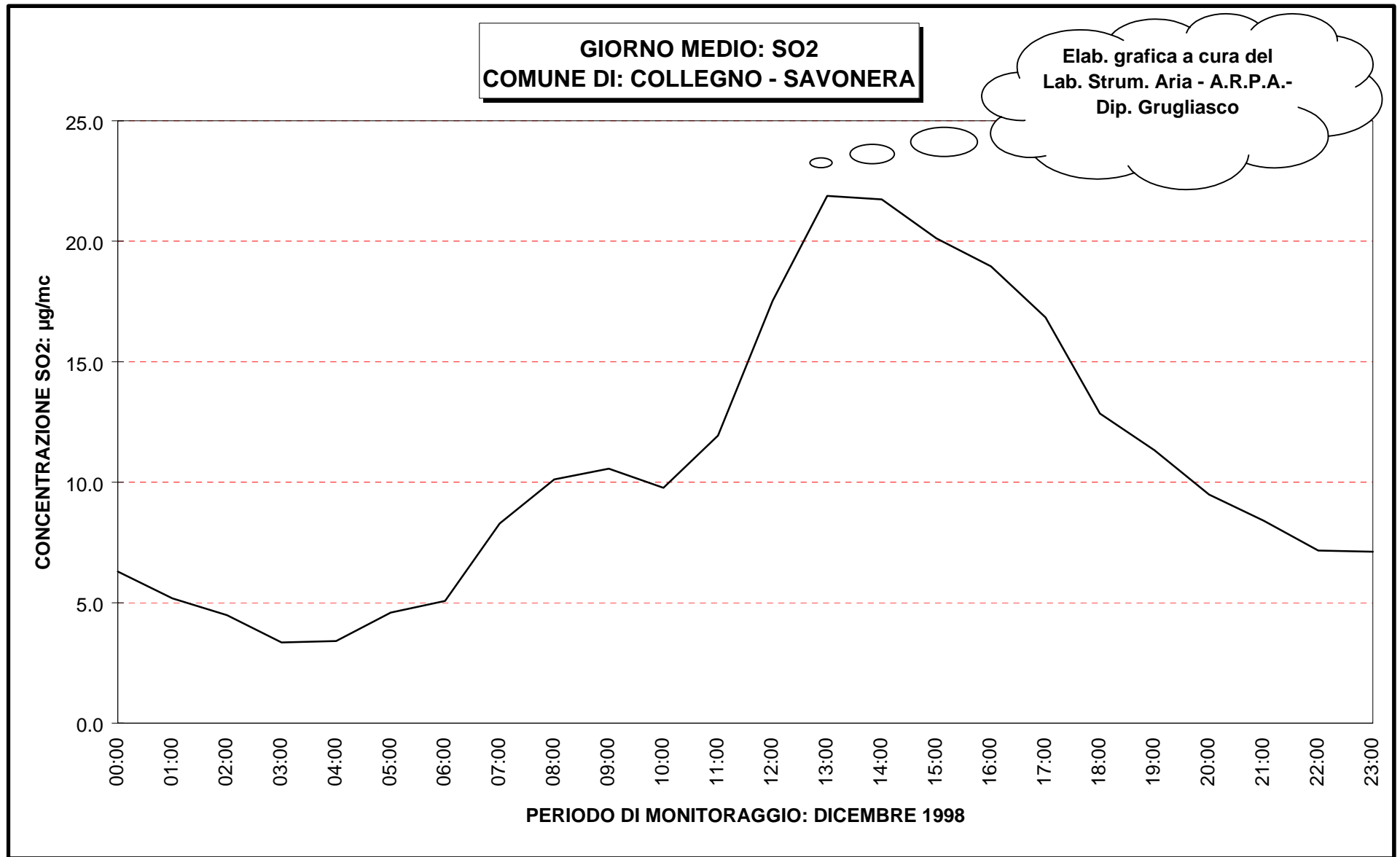
SO2: andamento medie orarie - 1° periodo -



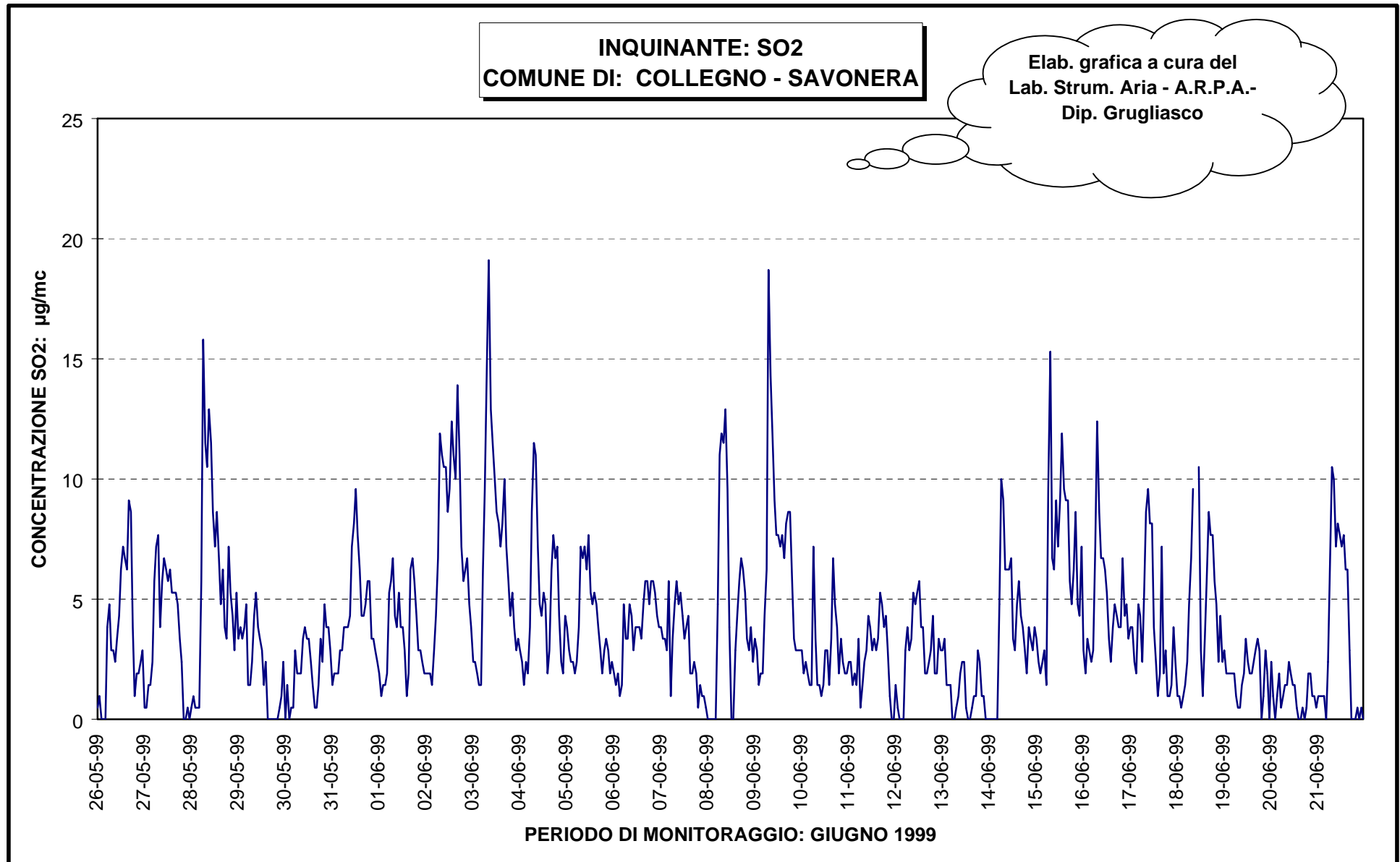
SO2: limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo –



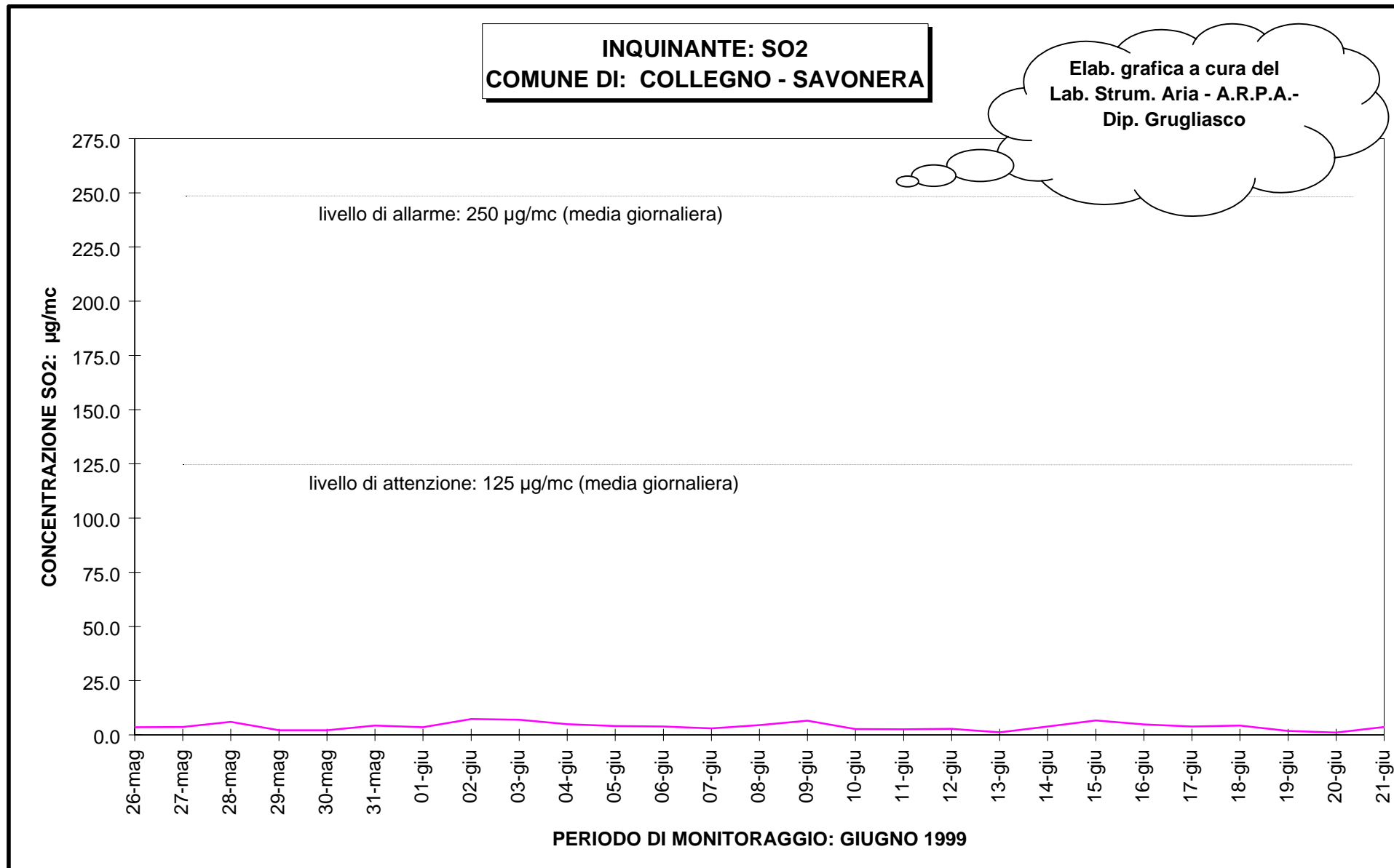
SO2: andamento giorno medio - 1° periodo -



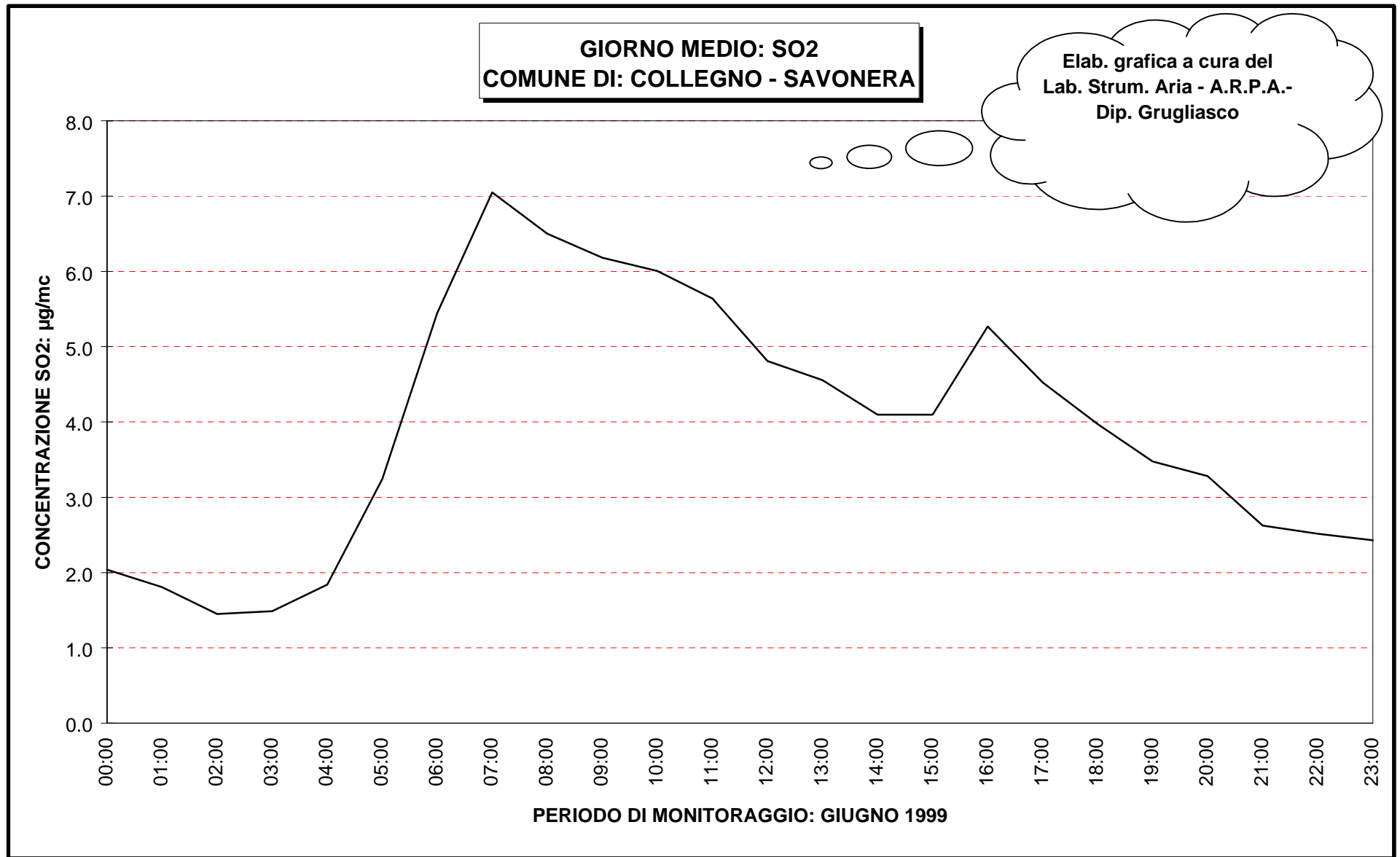
SO2: andamento medie orarie - 2° periodo -



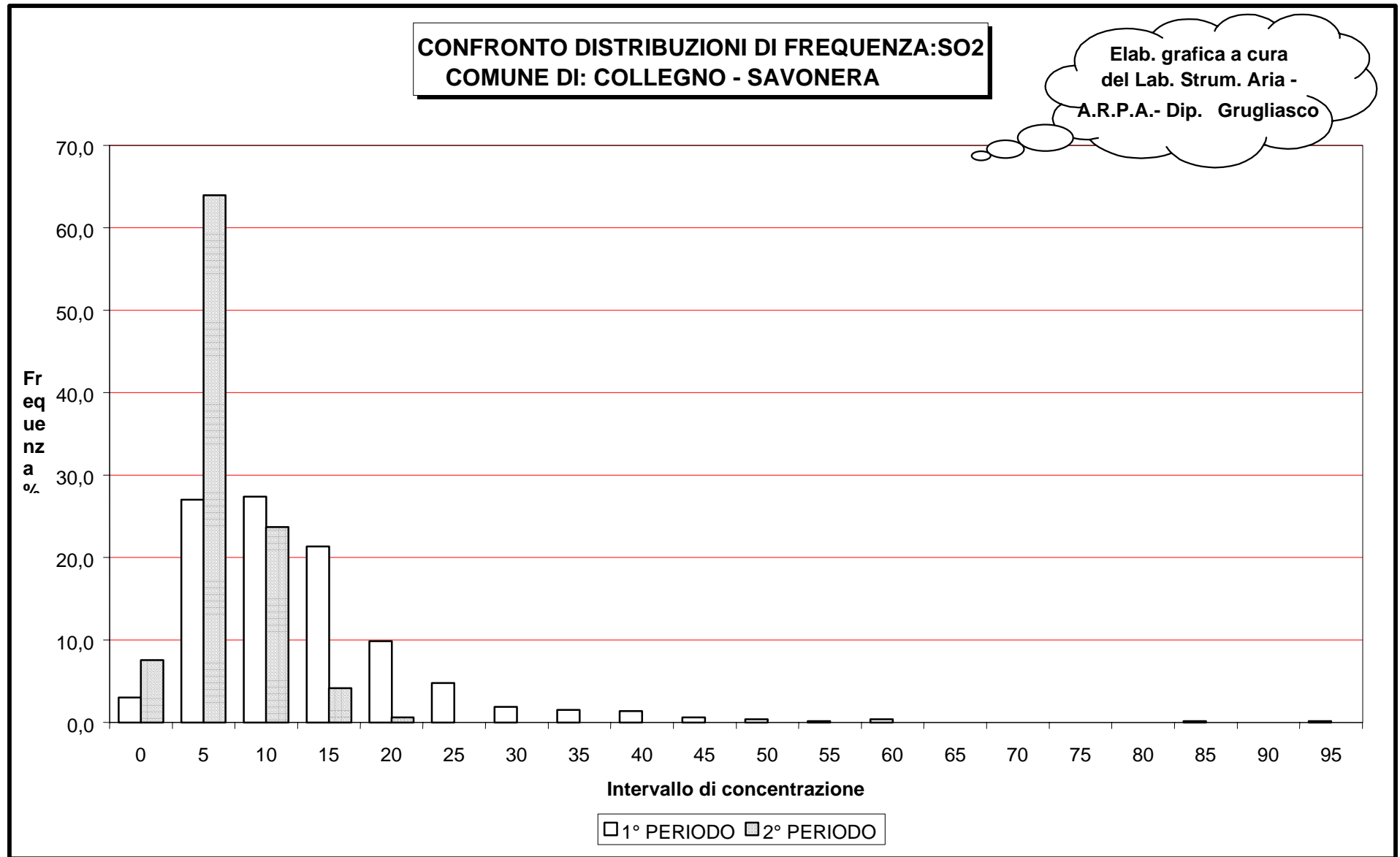
SO2: limiti di legge (media giornaliera) - 2° periodo -



SO2: andamento giorno medio - 2° periodo -

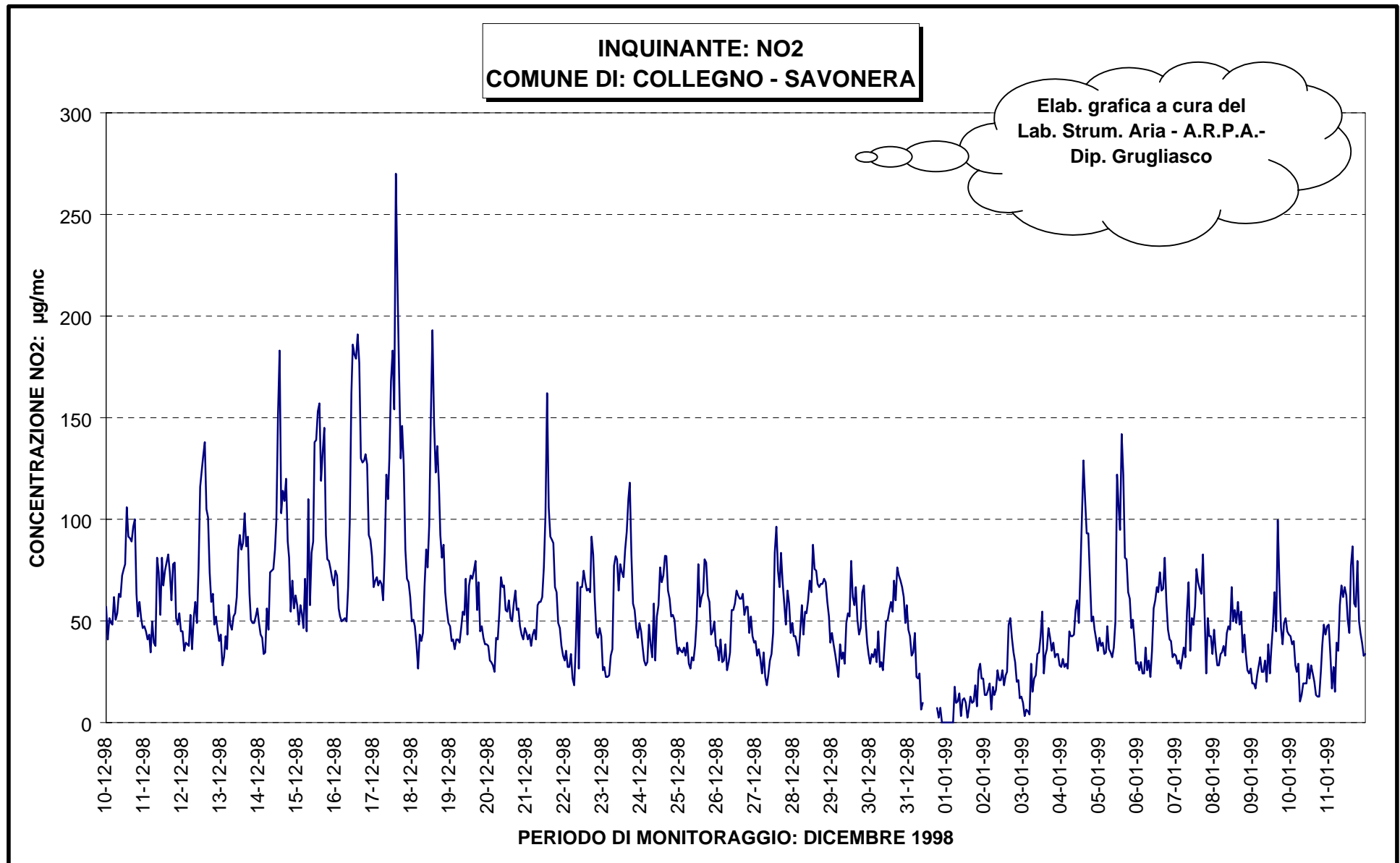


SO2: confronto distribuzione di frequenza dei vari periodi.

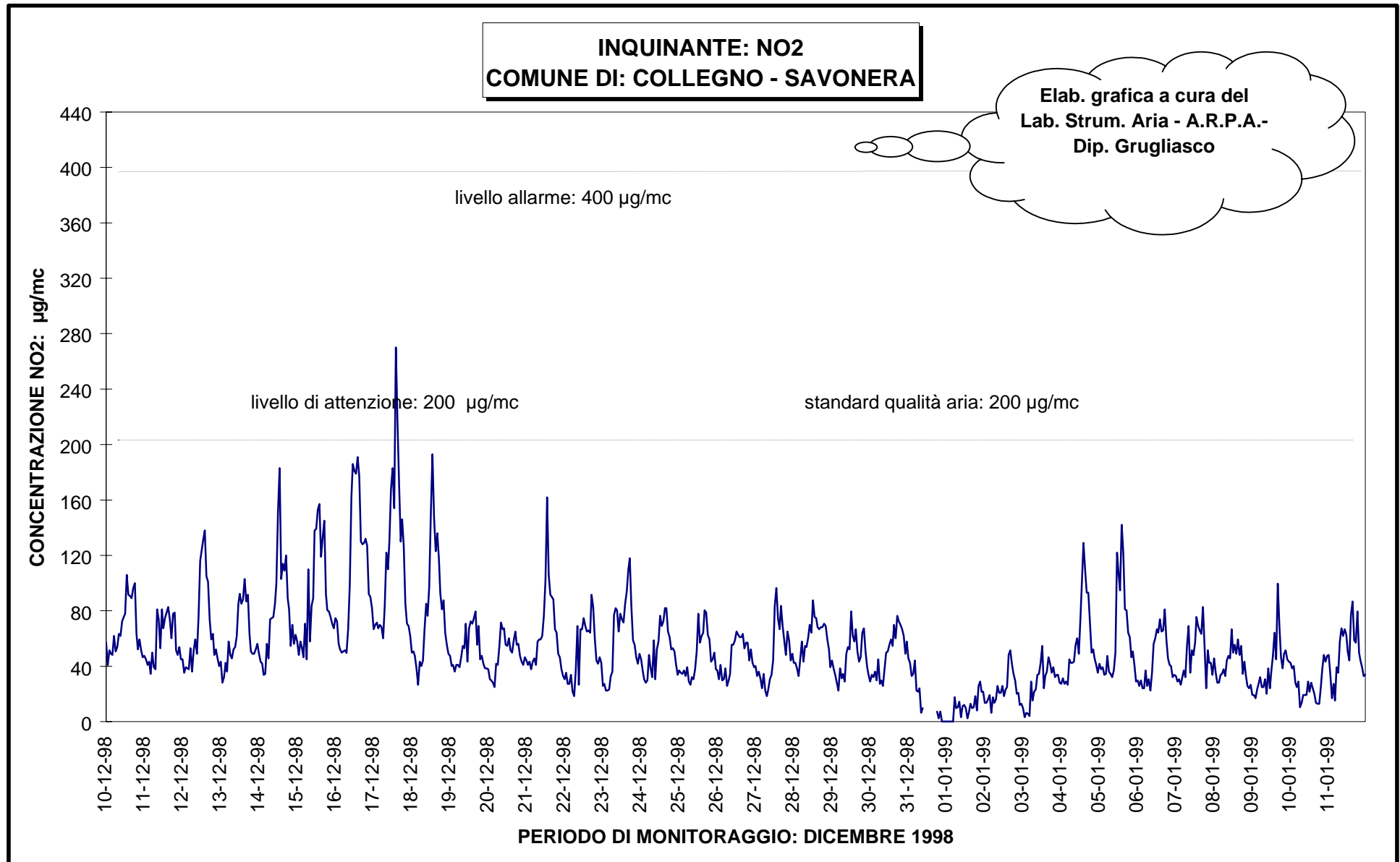




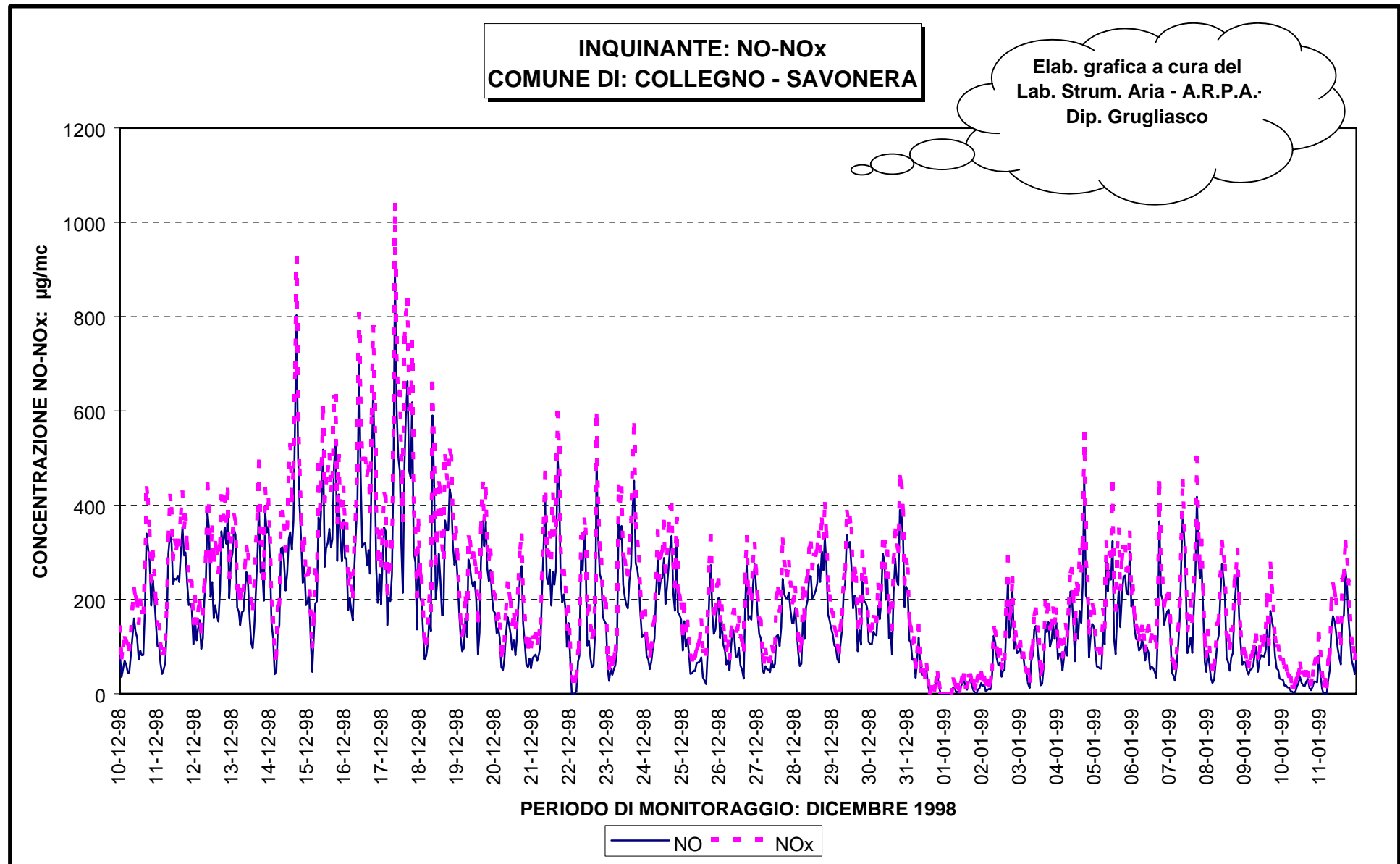
NO2: andamento medie orarie - 1° periodo -



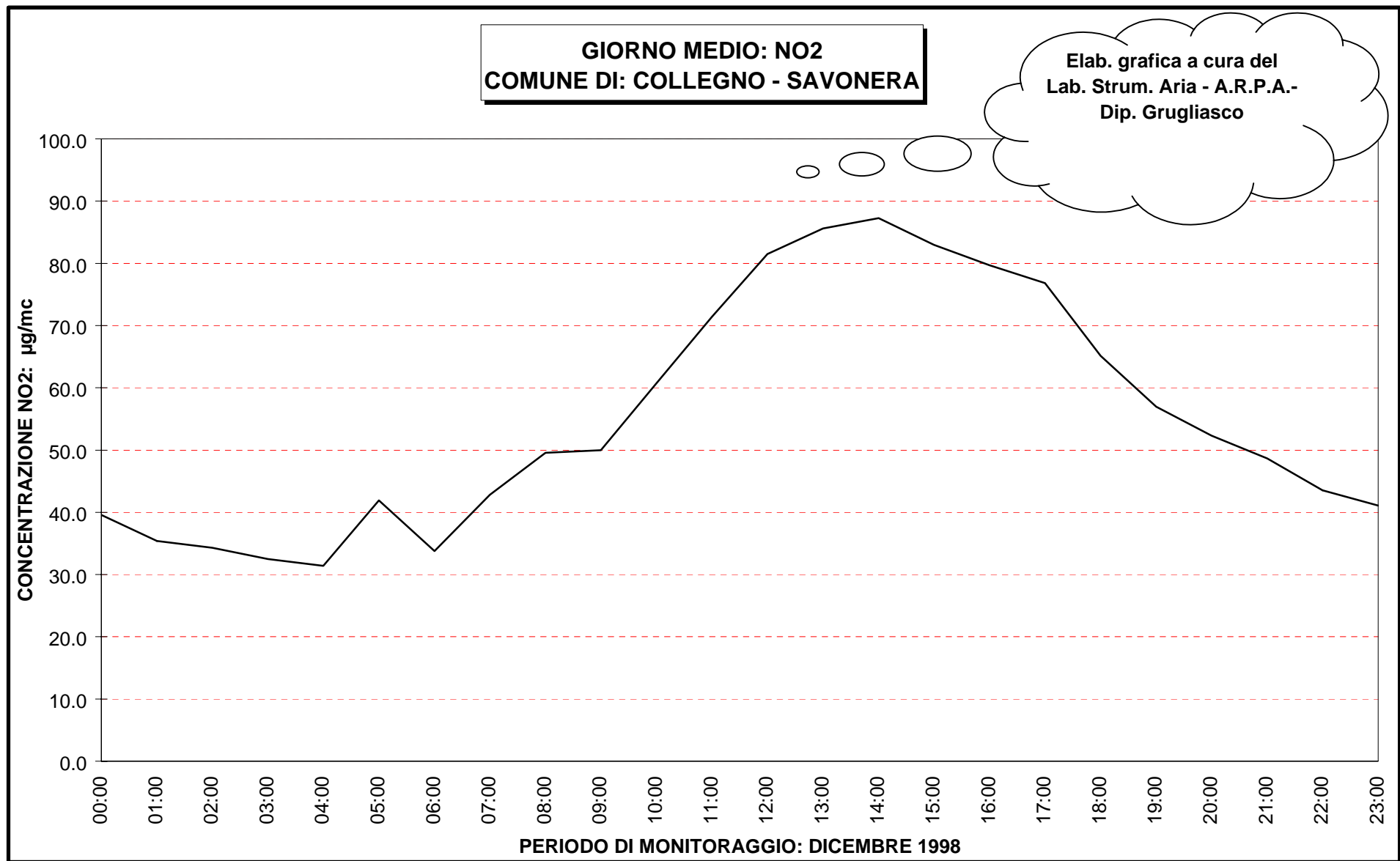
NO2: limiti di legge - 1° periodo -



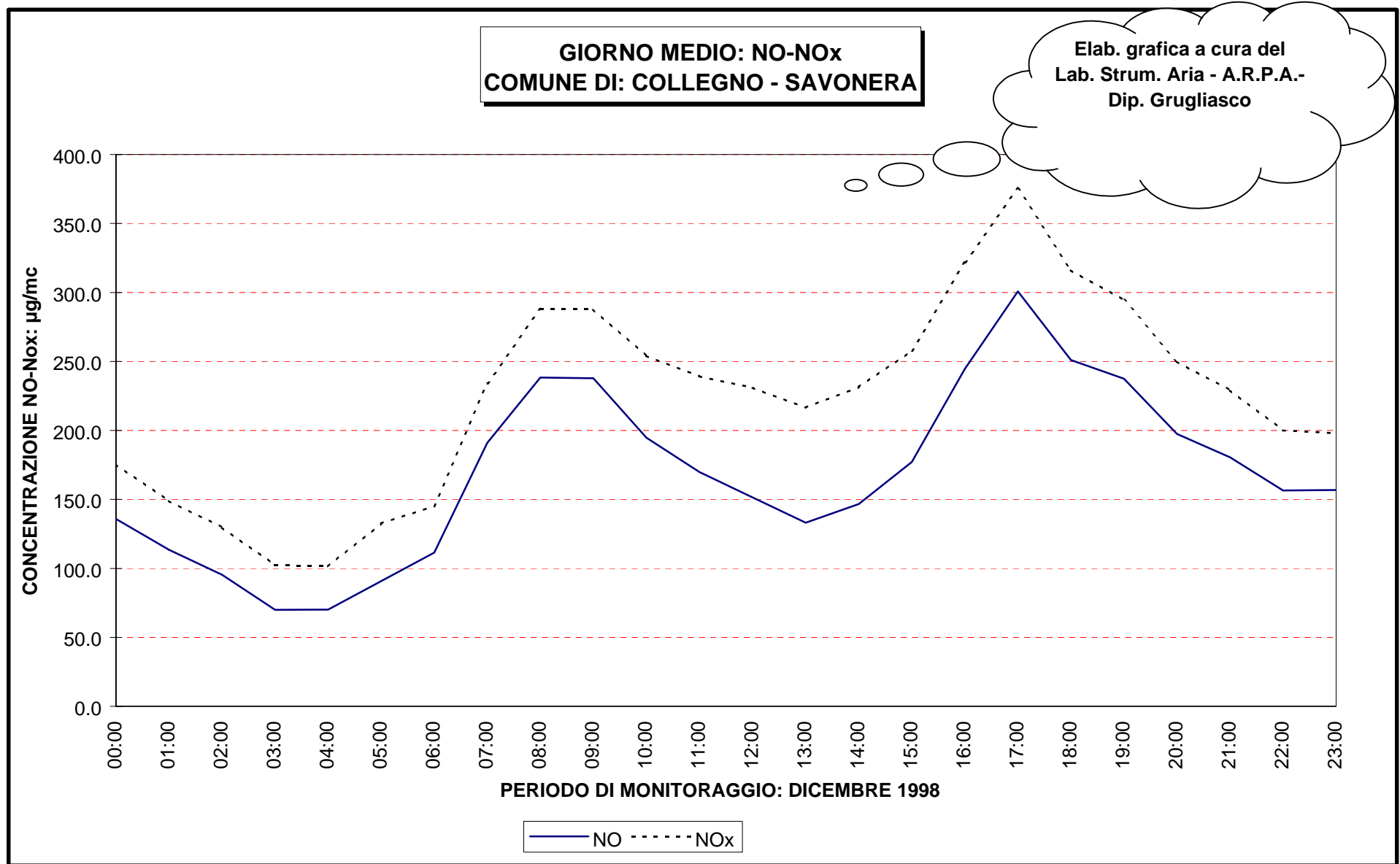
NO -NOx: medie orarie - 1° periodo -



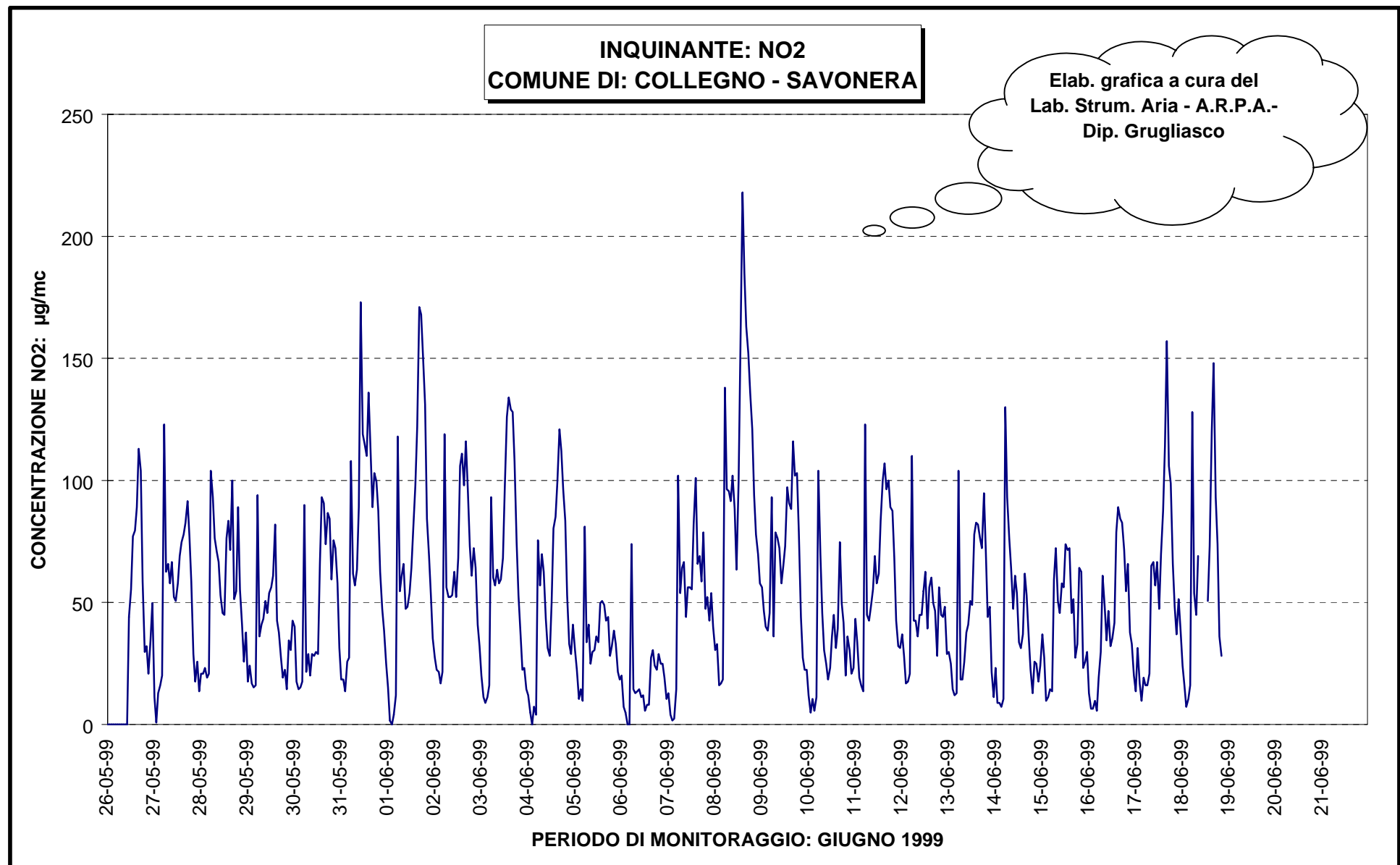
NO2: andamento giorno medio - 1° periodo –



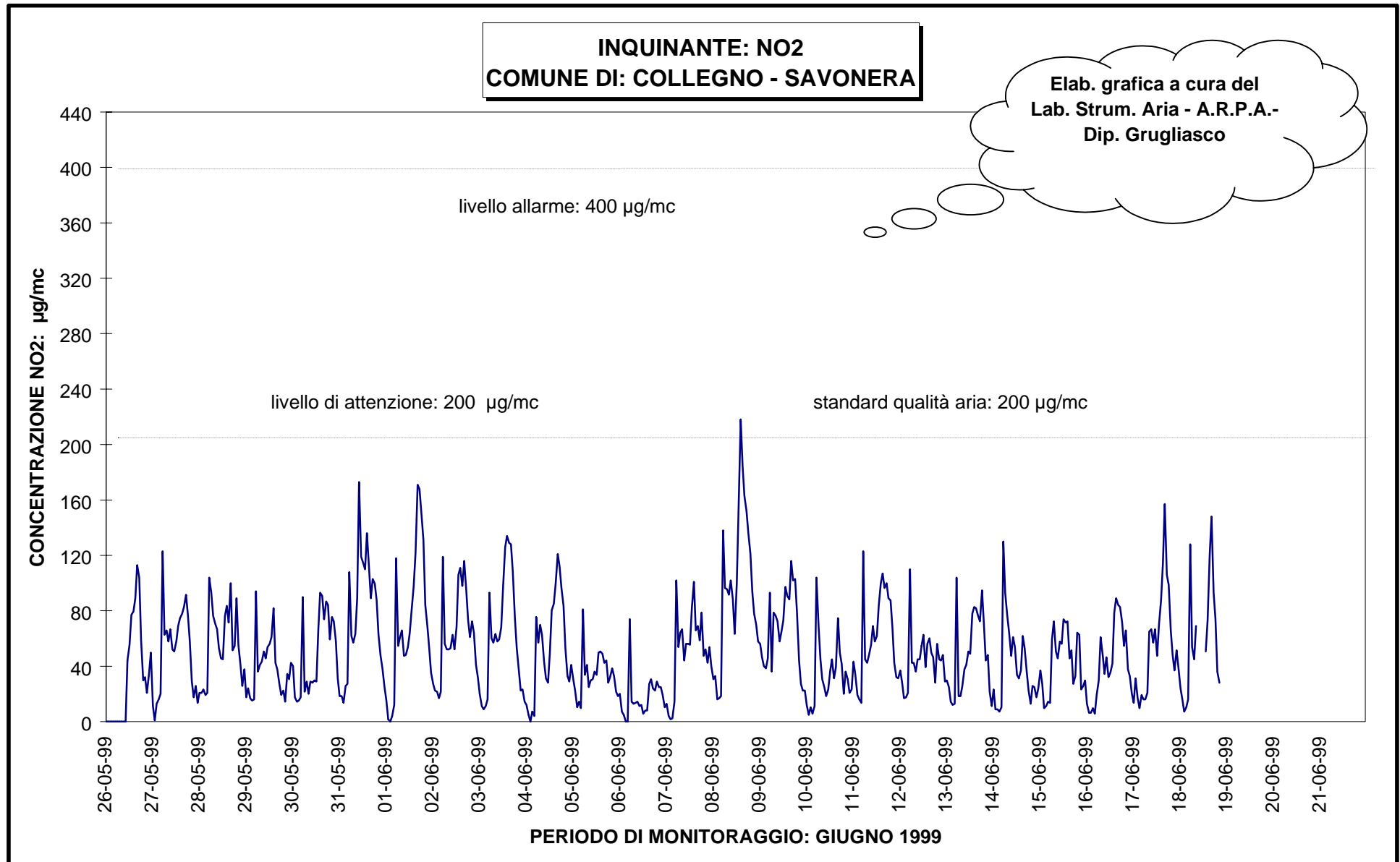
NO-NOx: andamento giorno medio - 1° periodo -



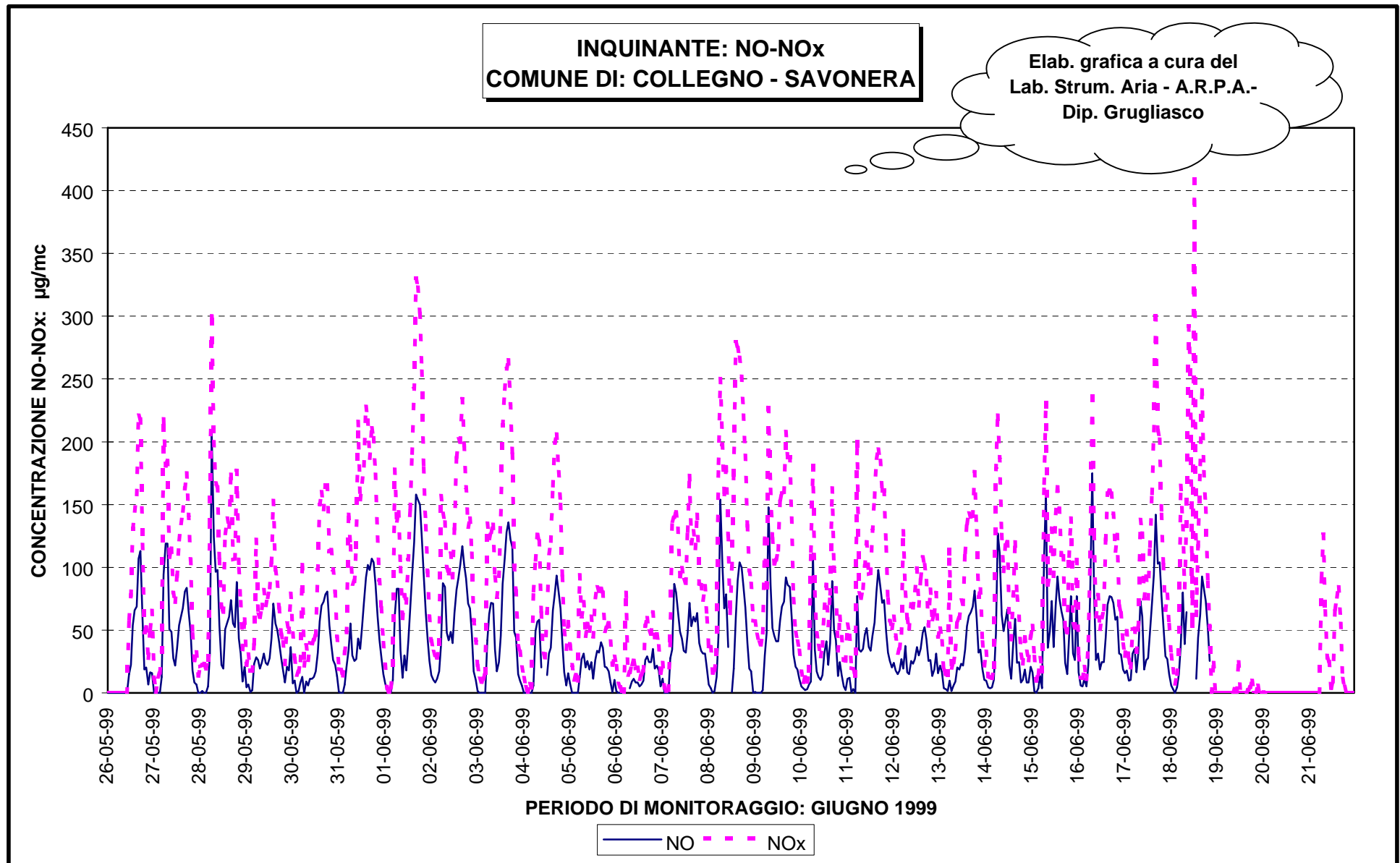
NO2: andamento medie orarie - 2° periodo -



NO2: limiti di legge - 2° periodo -

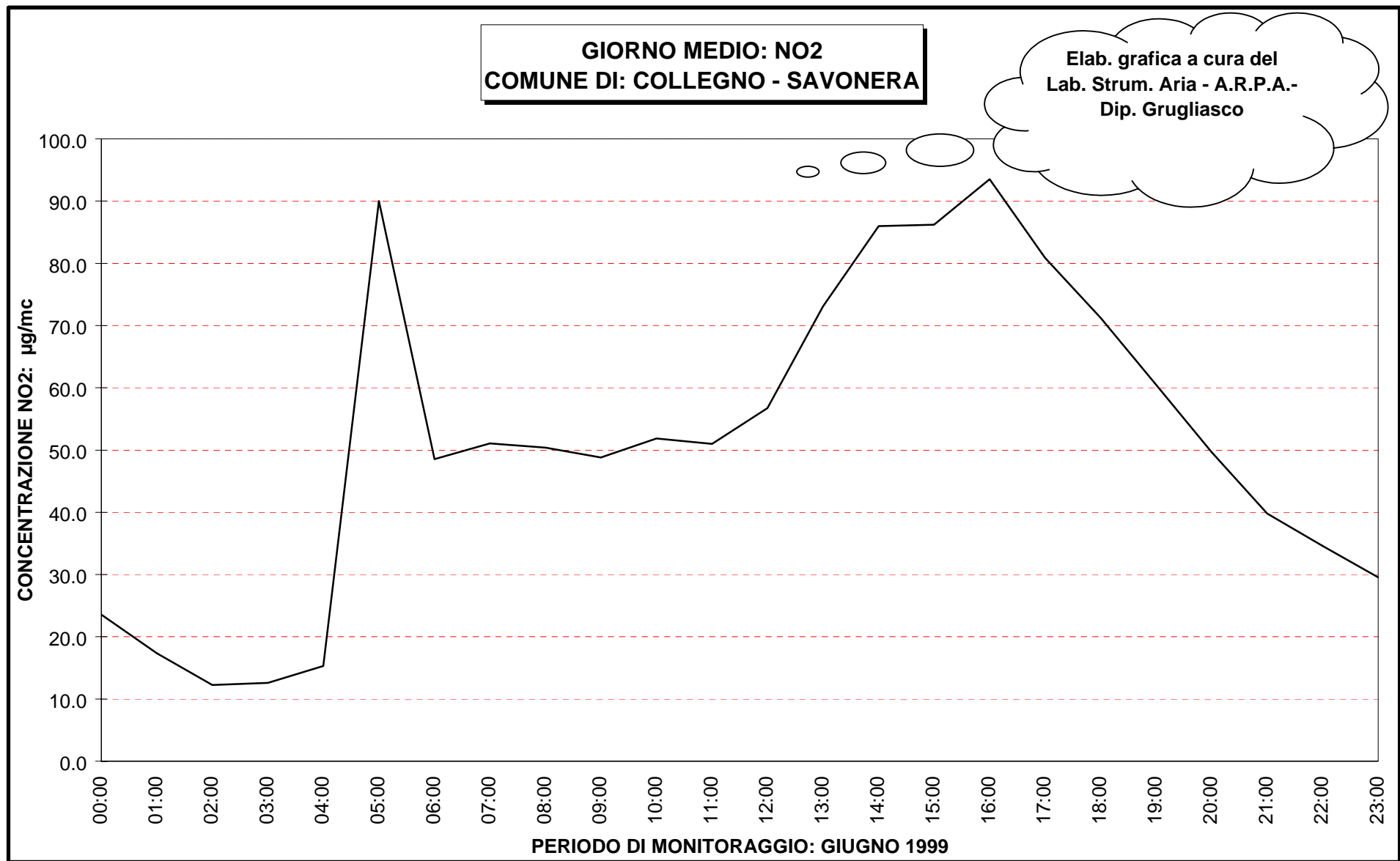


NO-NOx: andamento medie orarie - 2° periodo -

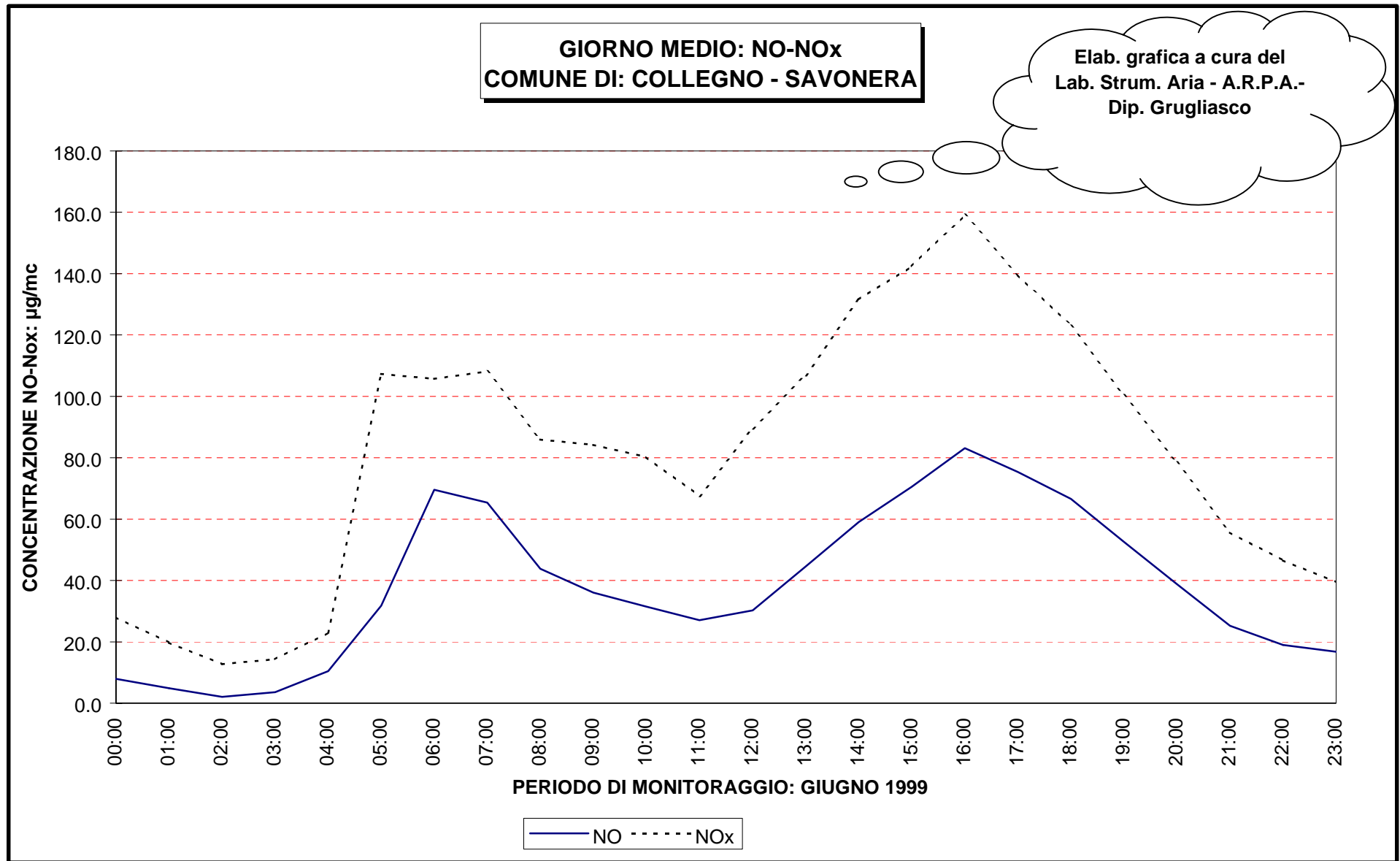




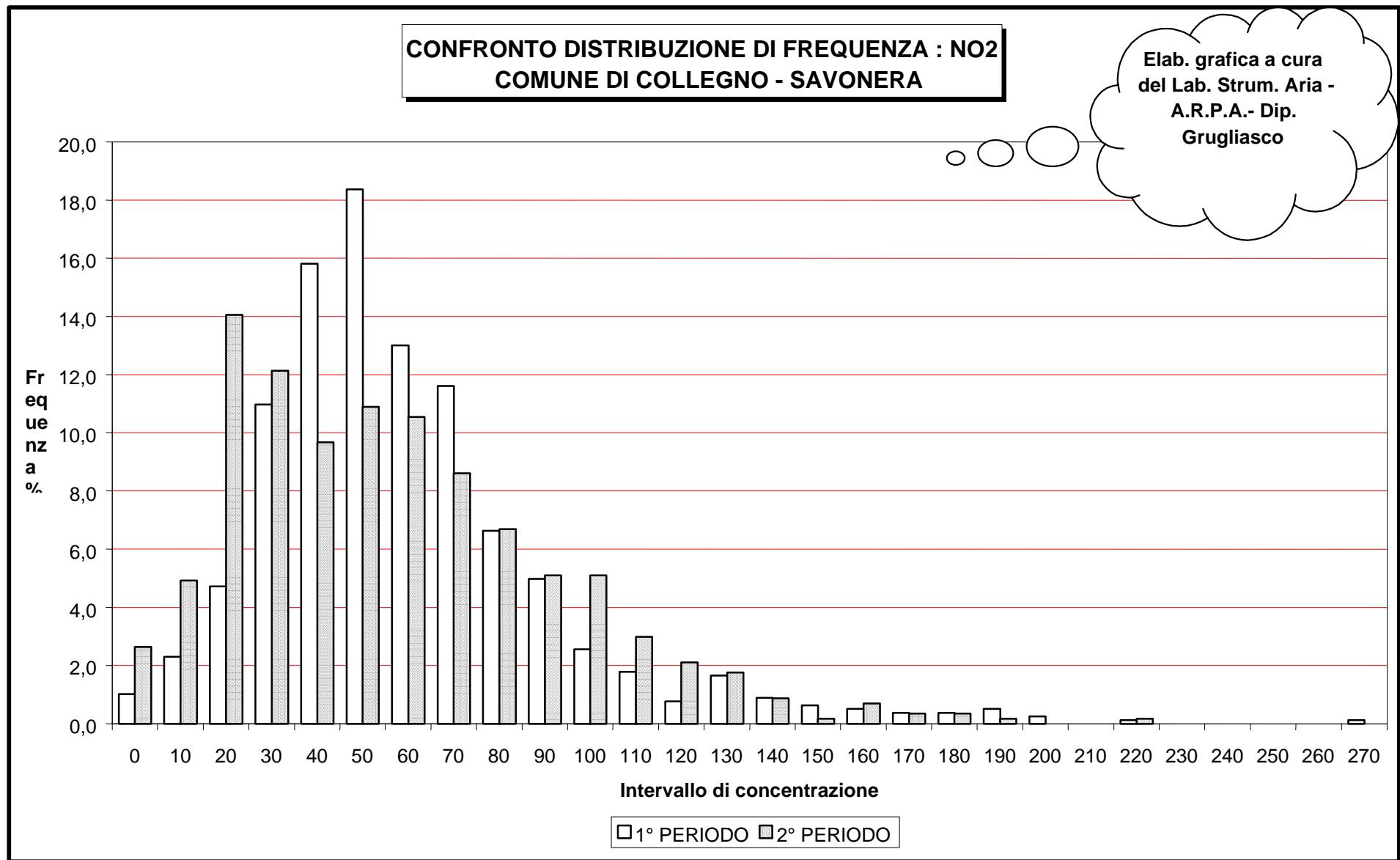
NO2: andamento giorno medio - 2° periodo -



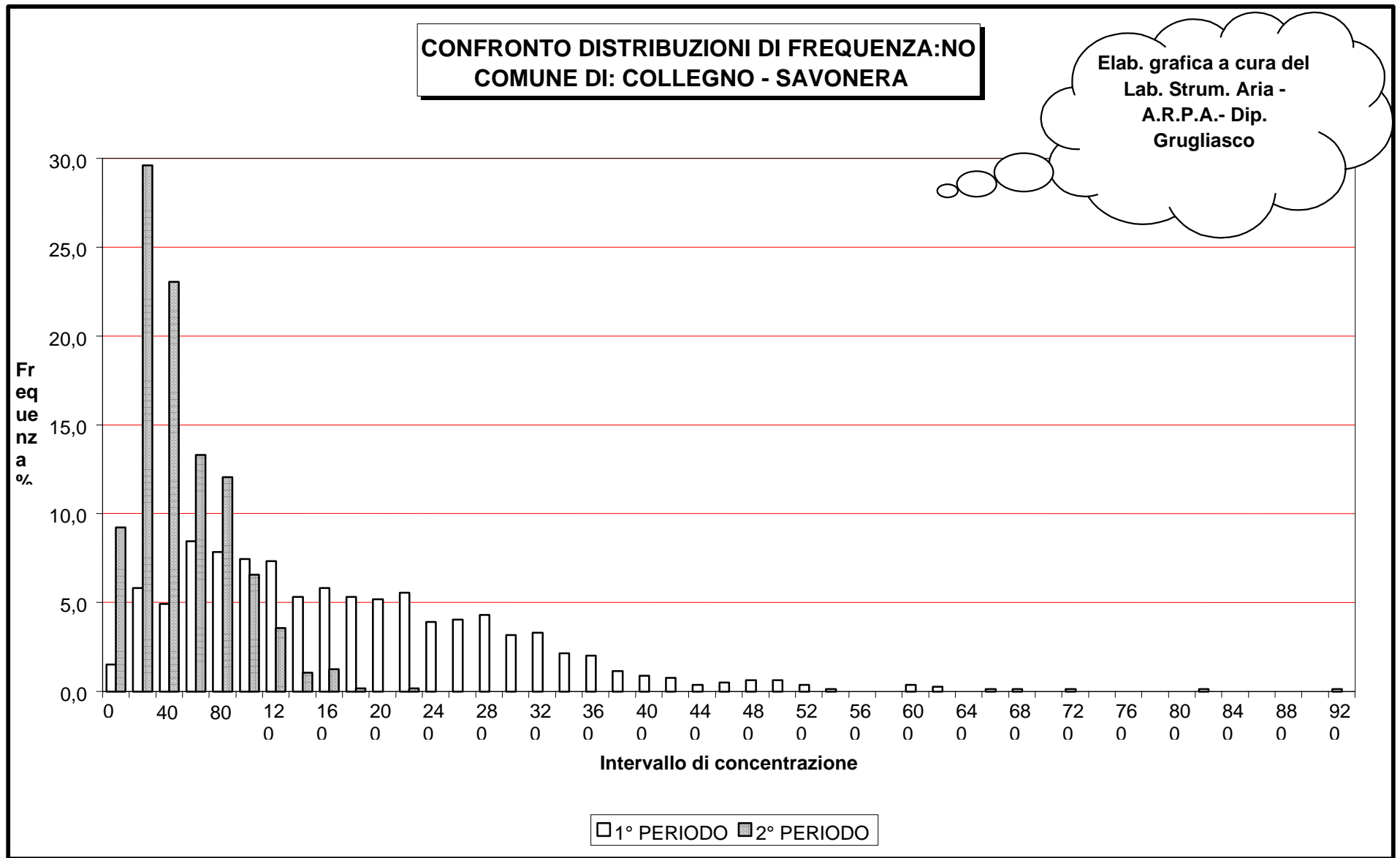
NO-NOx: andamento medie giornaliere - 2° periodo -



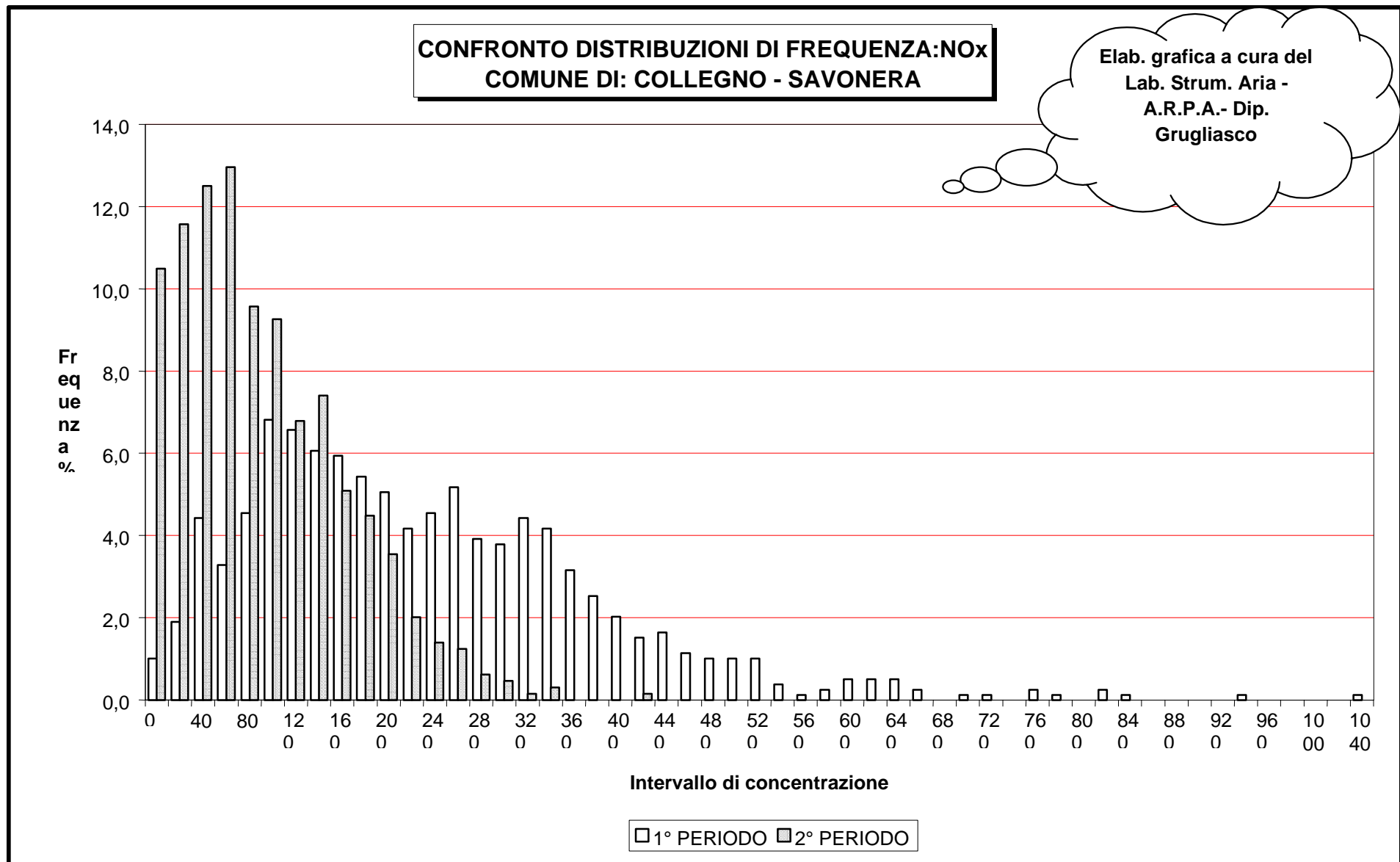
## NO2: confronto distribuzioni di frequenza



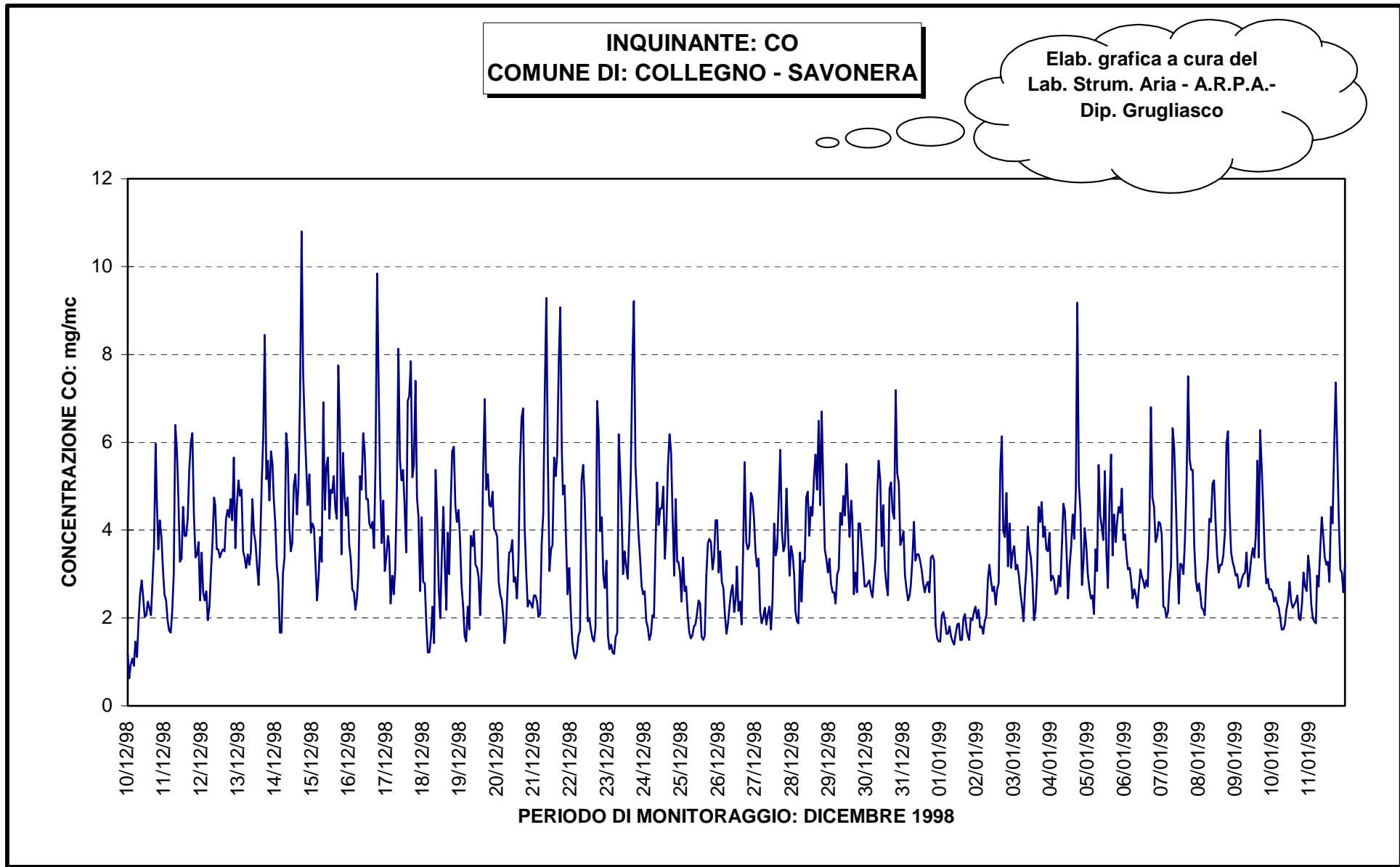
NO: confronto distribuzioni di frequenza



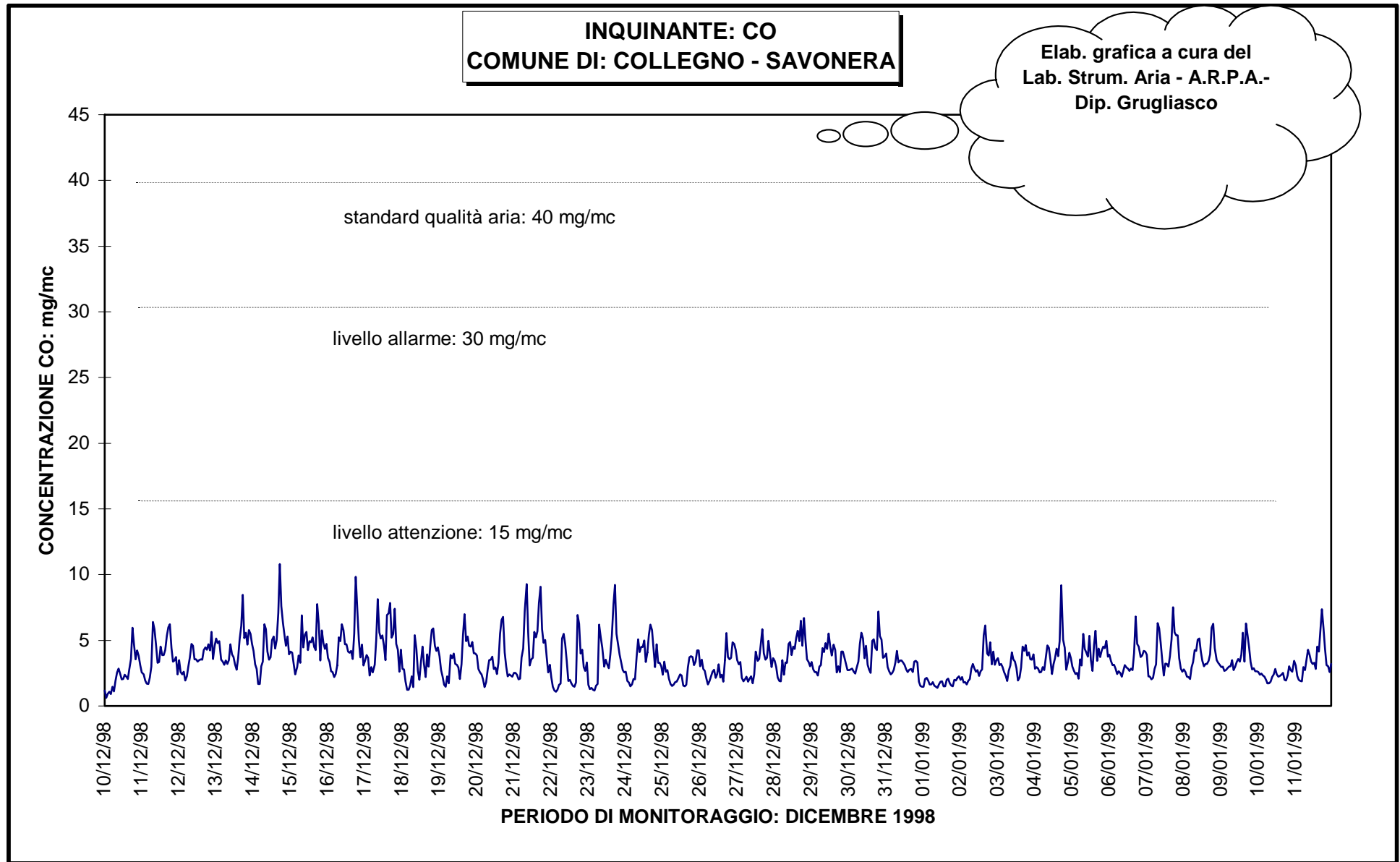
## NOx: confronto distribuzioni di frequenza



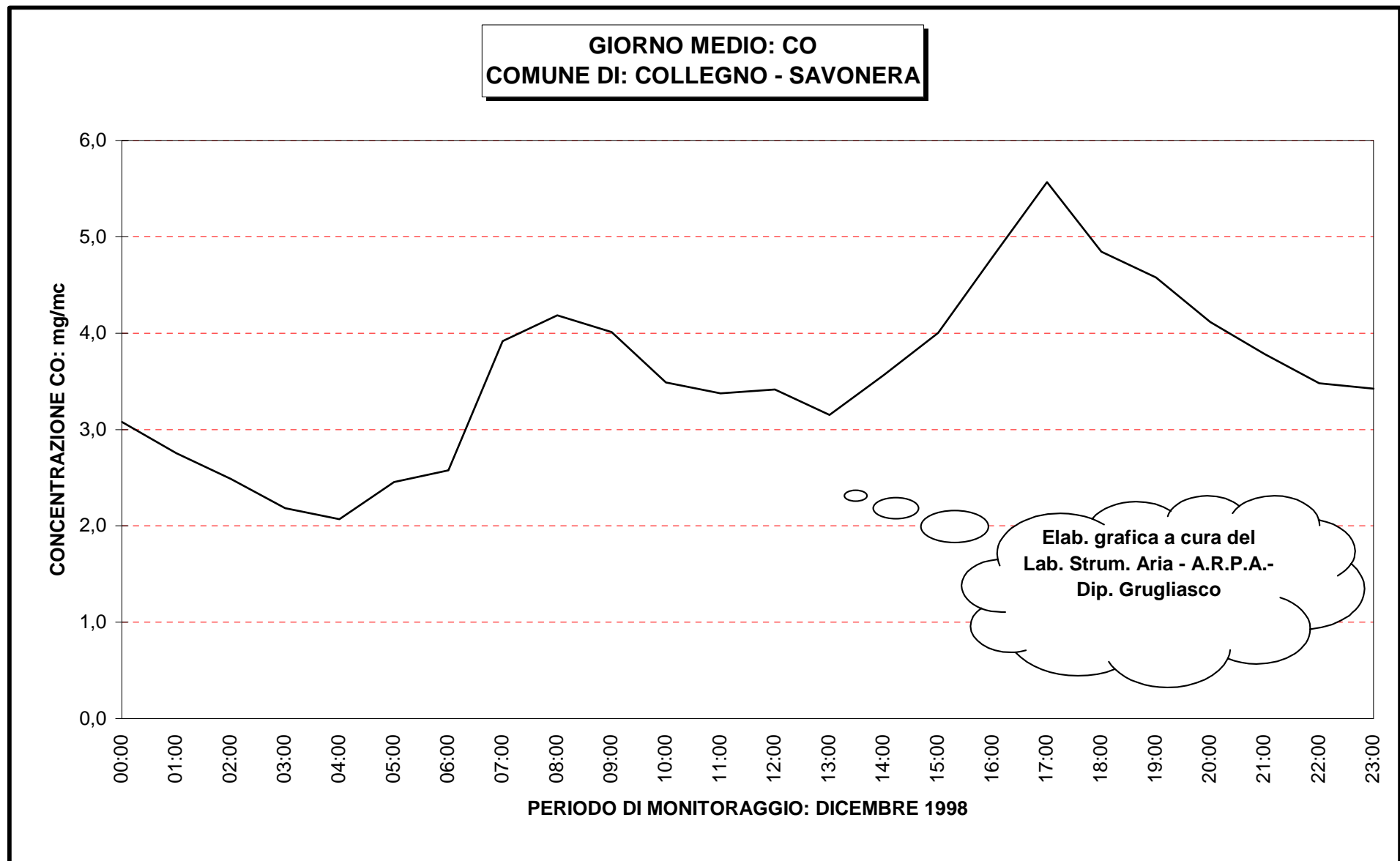
CO: andamento medie orarie - 1° periodo -



CO: limiti di legge - 1° periodo -

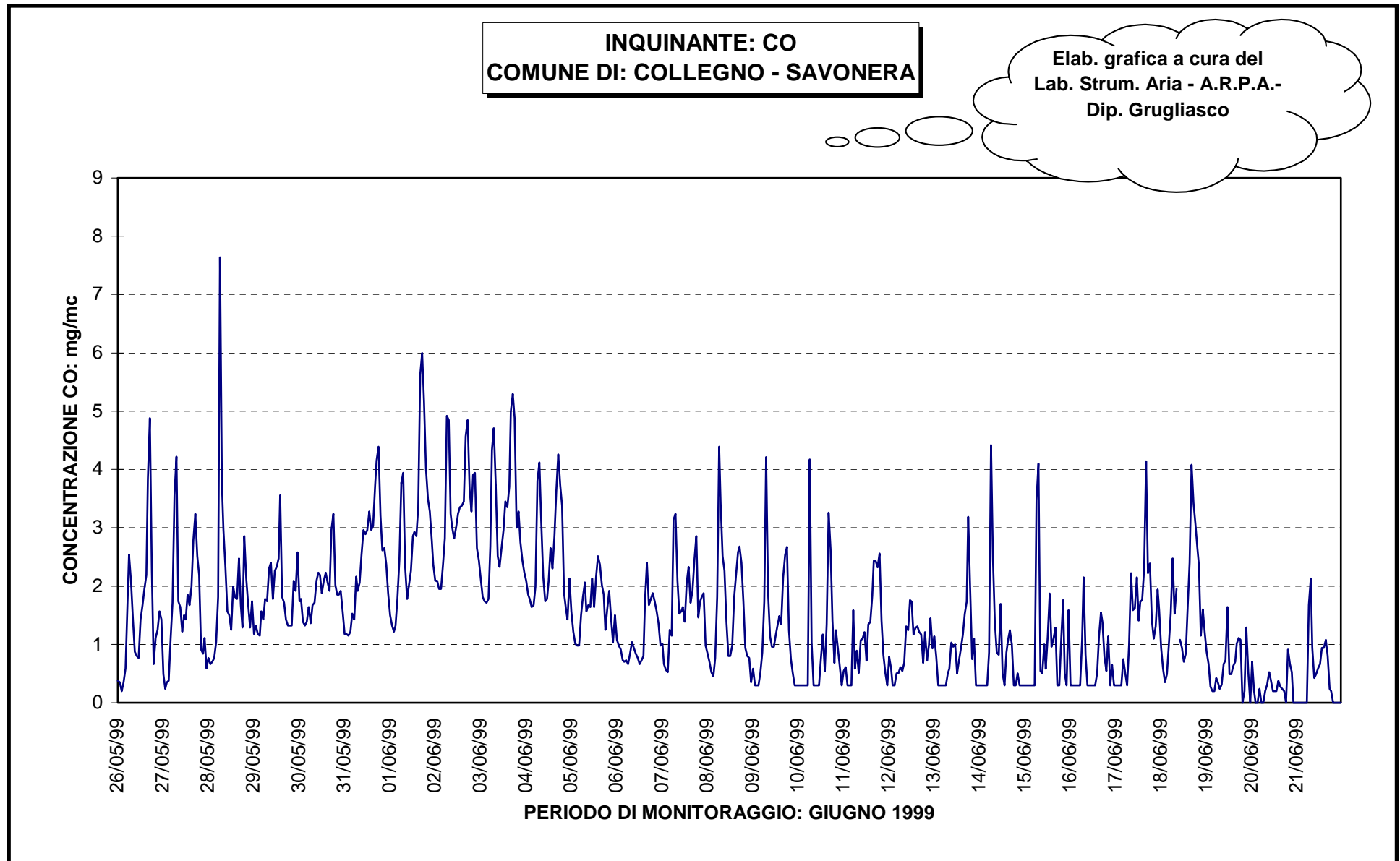


CO: andamento giorno medio - 1° periodo -

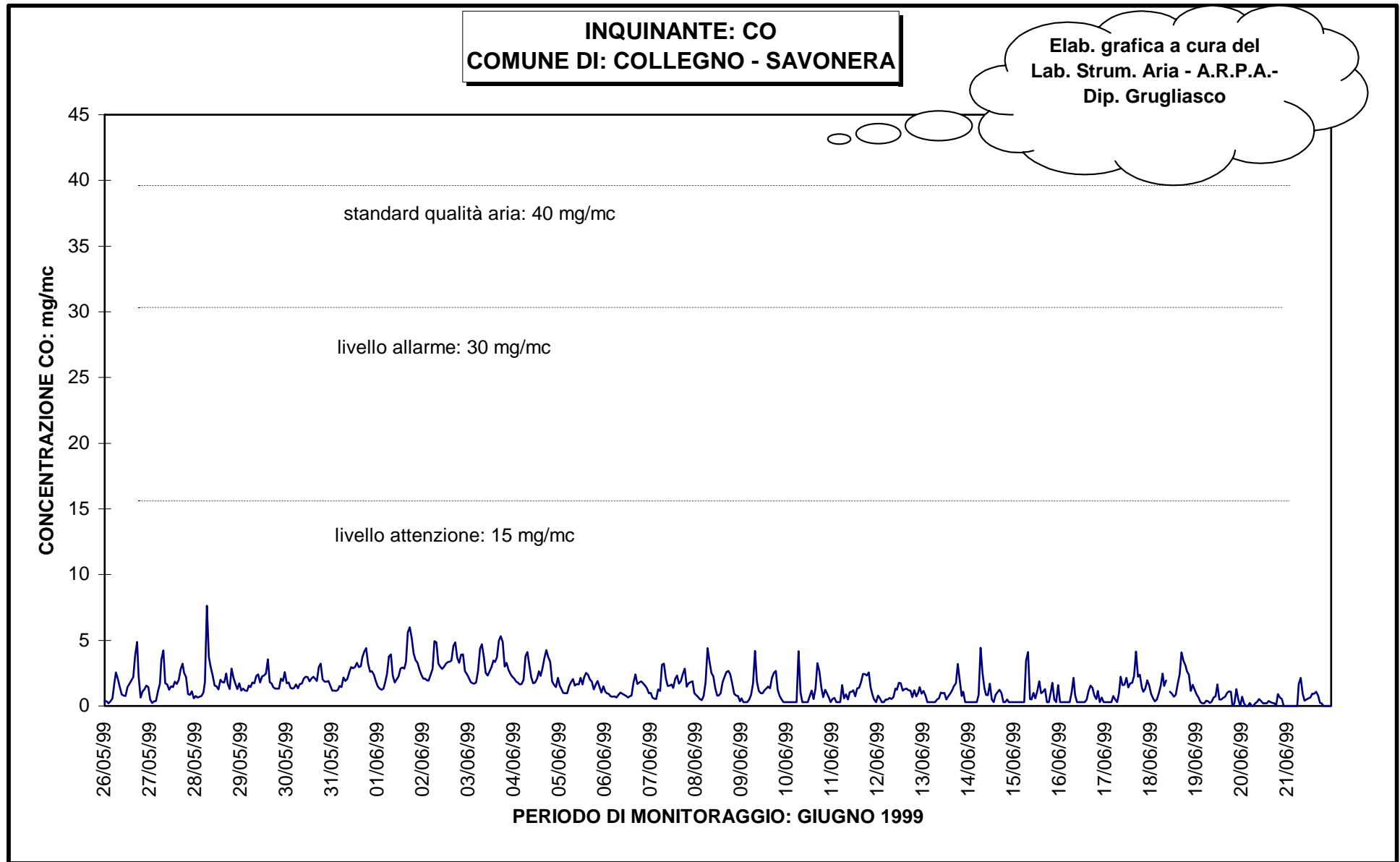




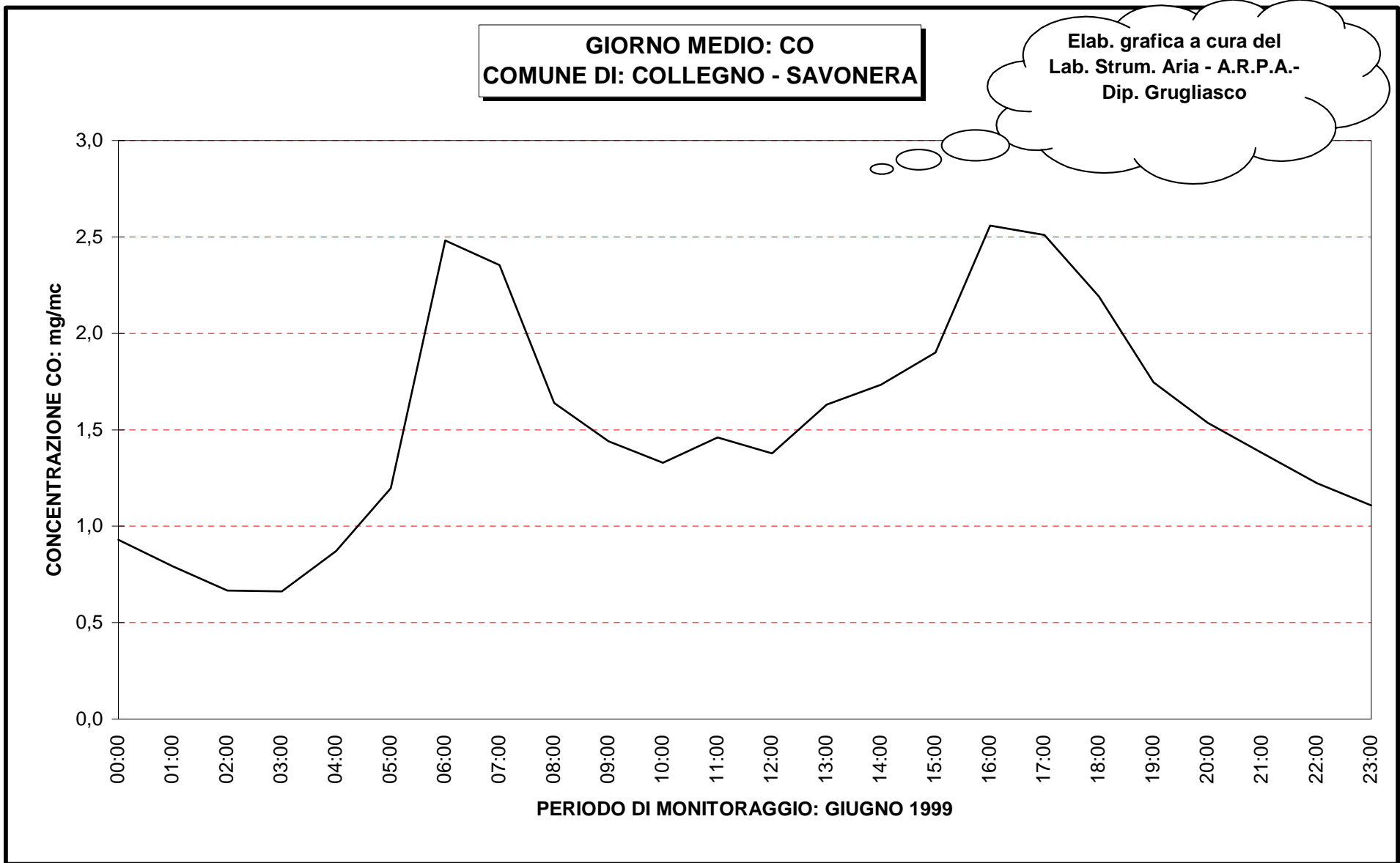
CO: andamento medie orarie - 2° periodo -



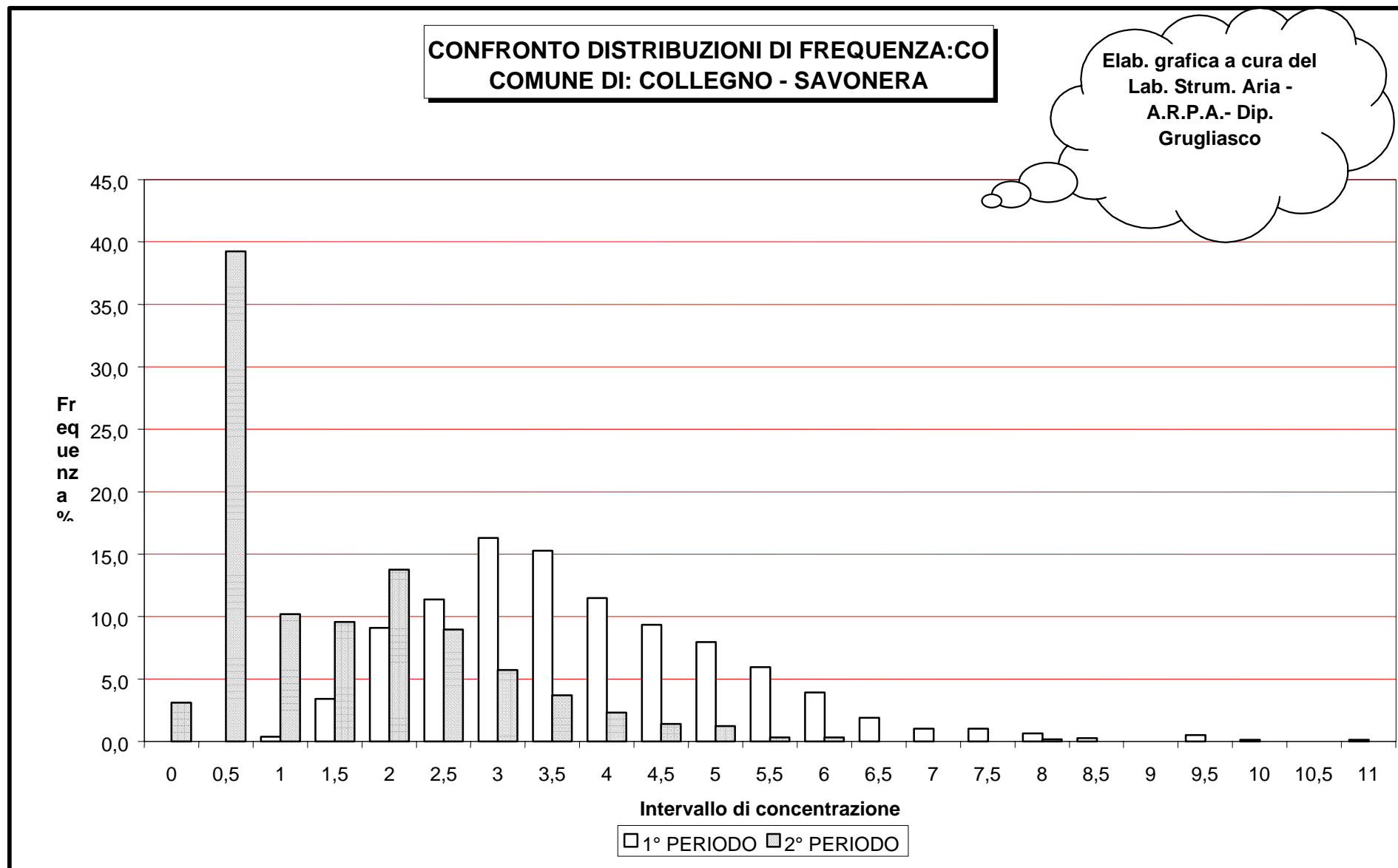
CO: limiti di legge - 2° periodo -



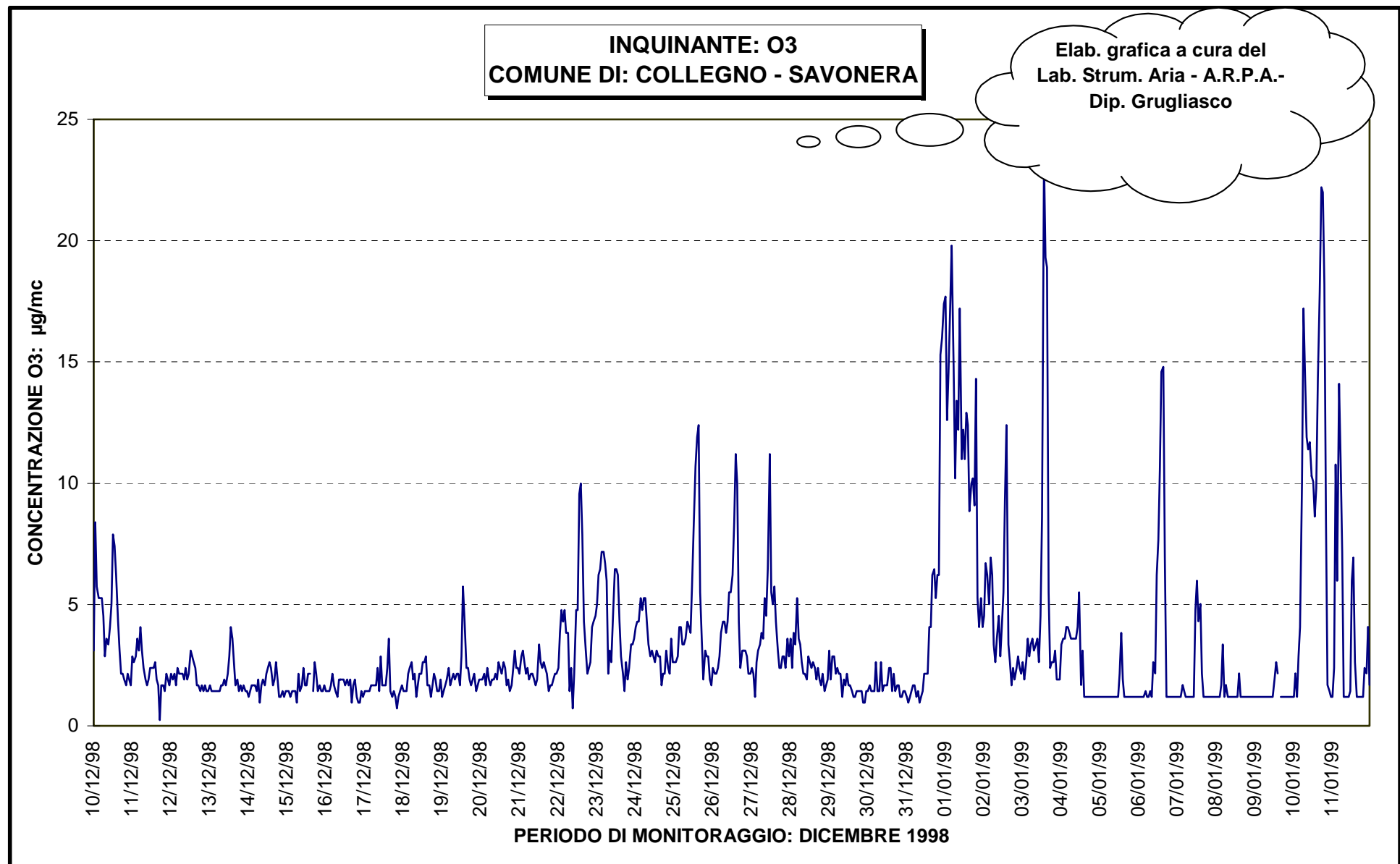
CO: andamento giorno medio - 2° periodo -



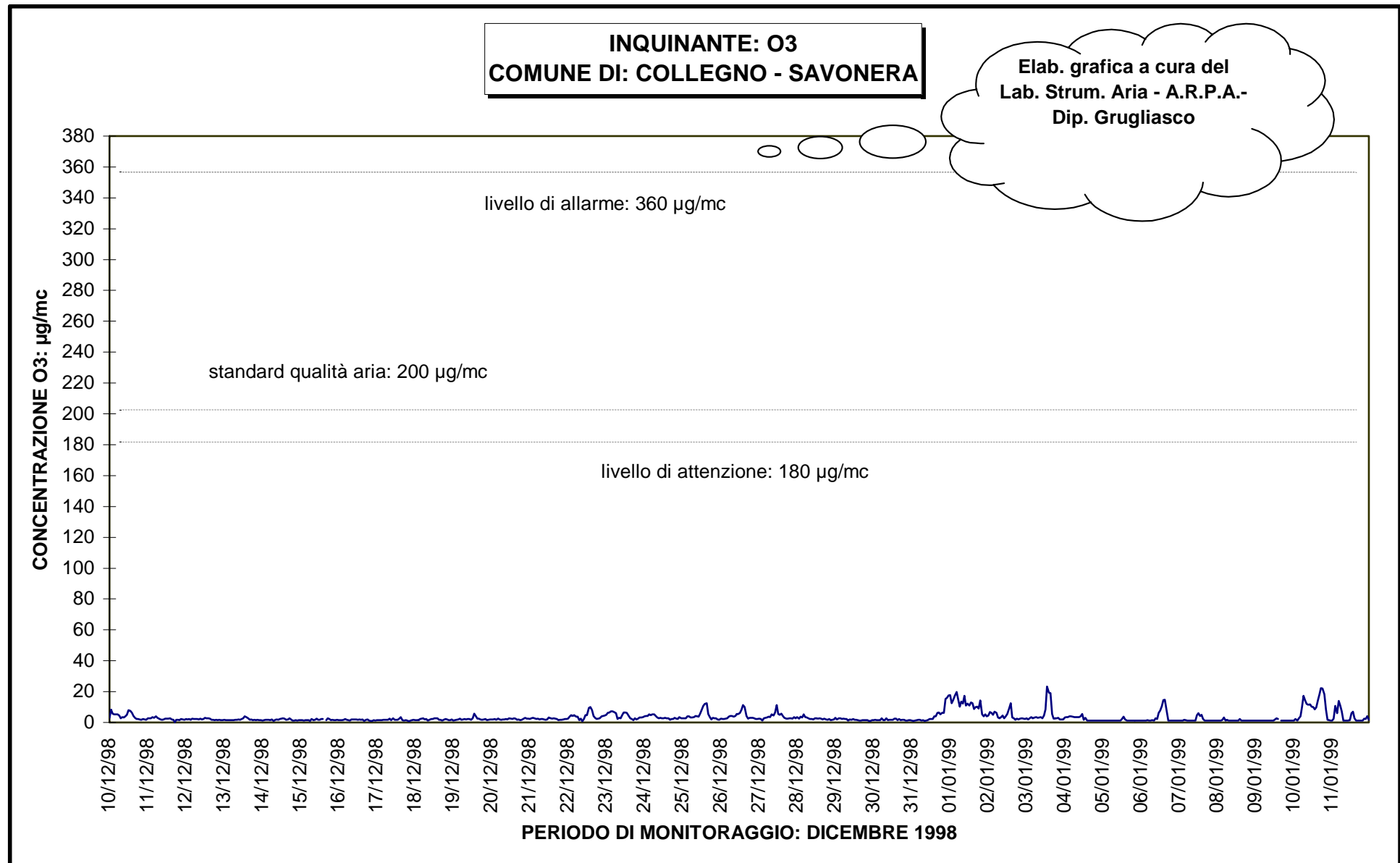
CO: confronto distribuzioni di frequenza



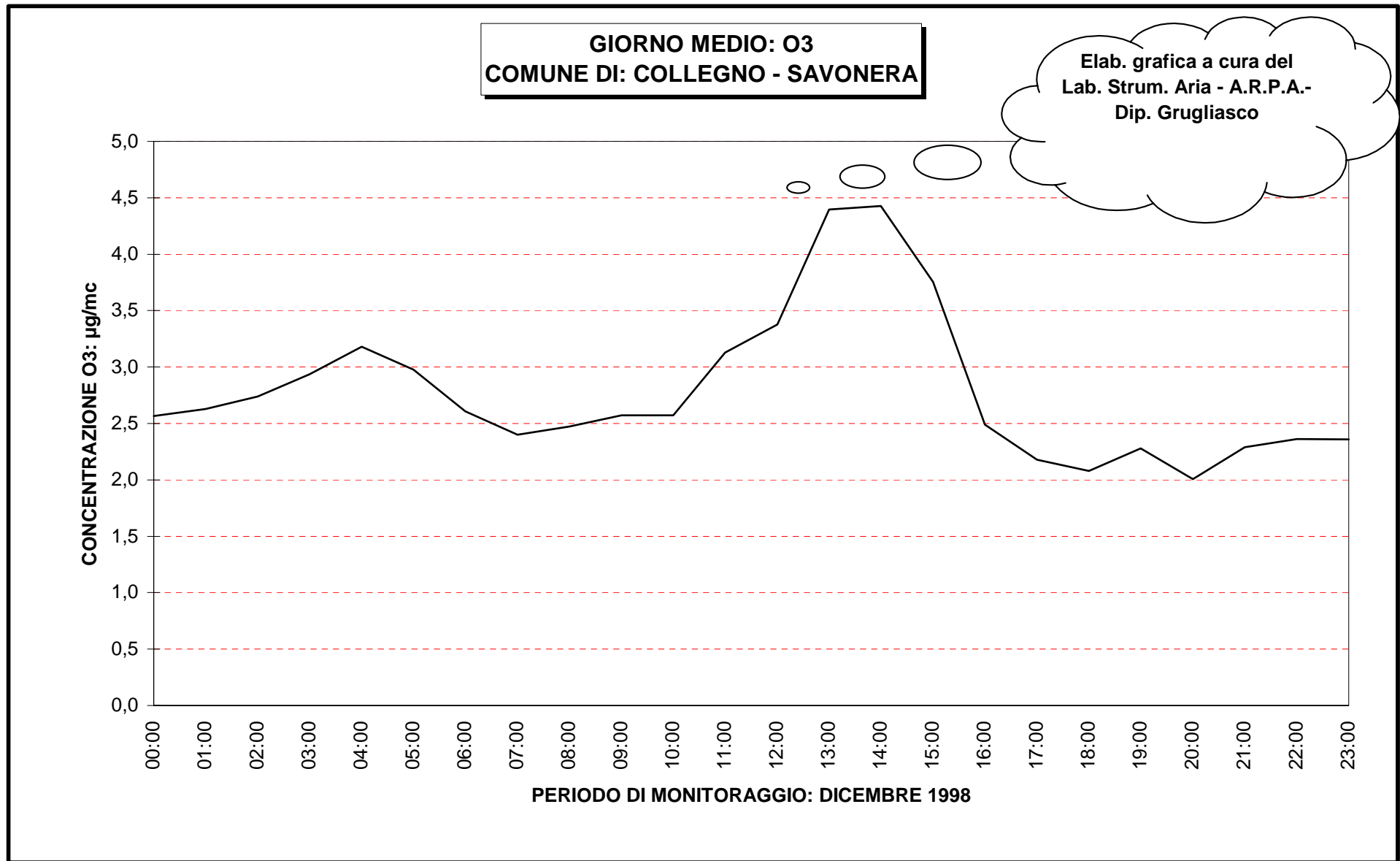
O3: andamento medie orarie - 1° periodo -



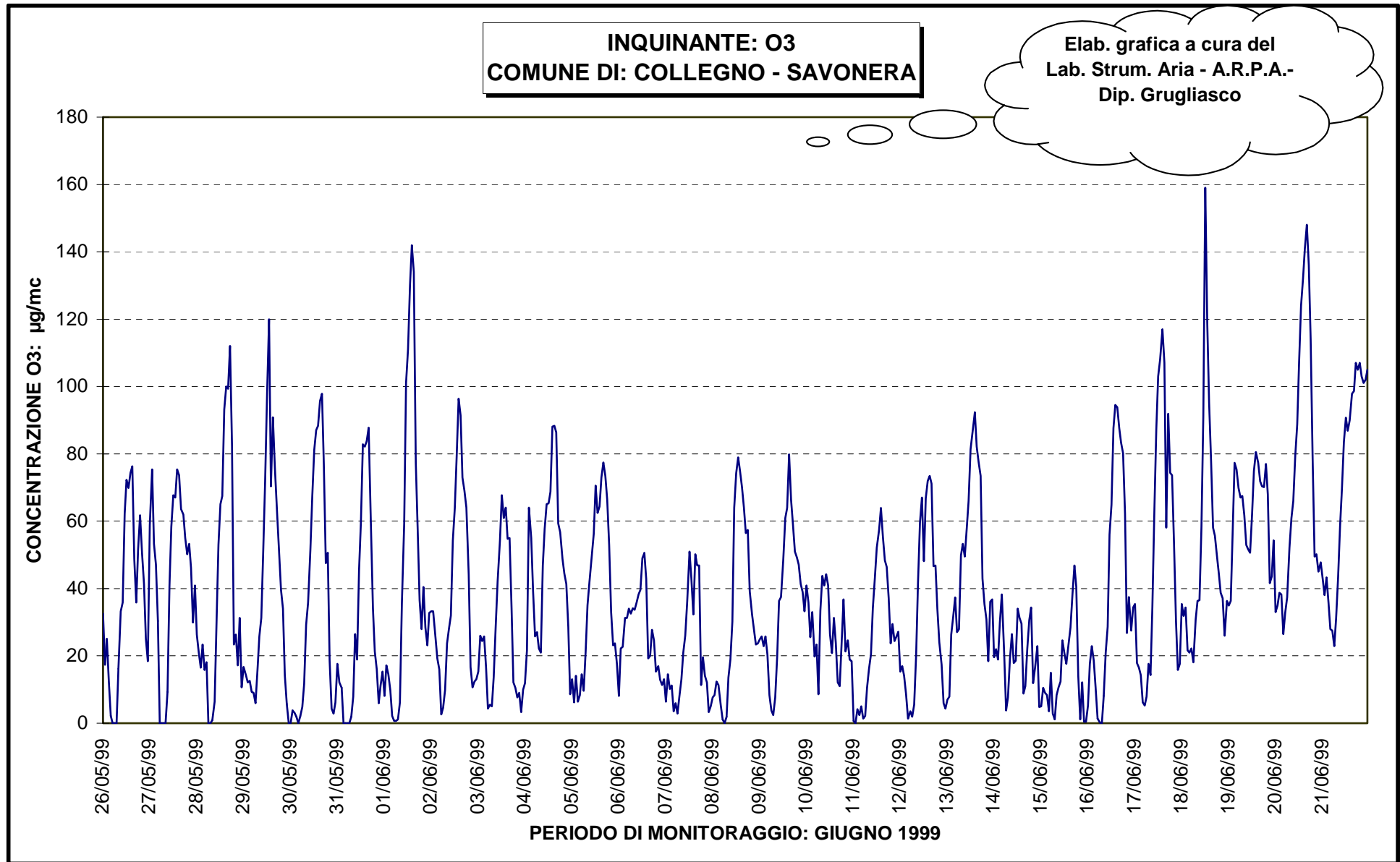
O3: limiti di legge - 1° periodo -



O3: giorno medio - 1° periodo -

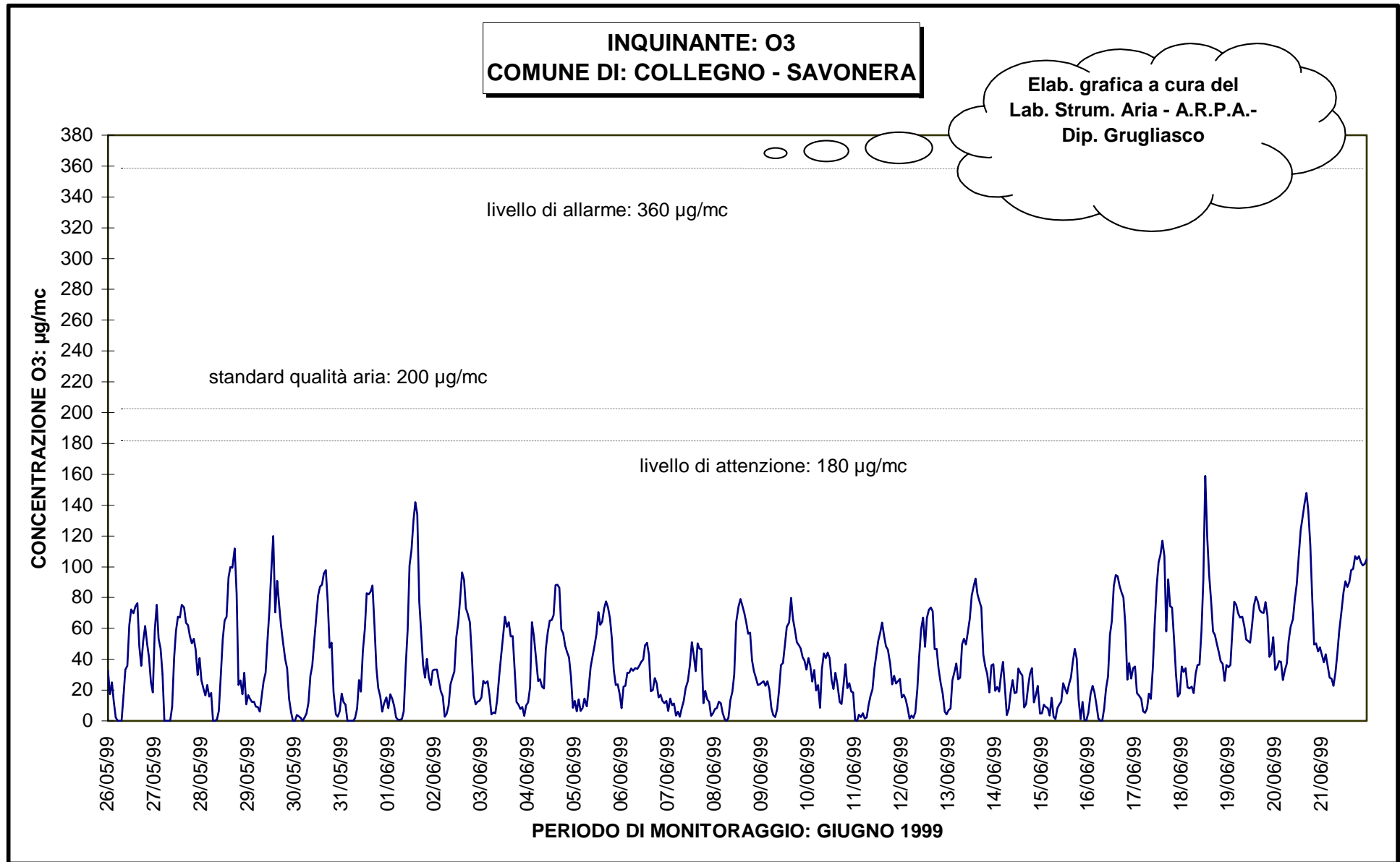


O3: andamento medie orarie -2° periodo -

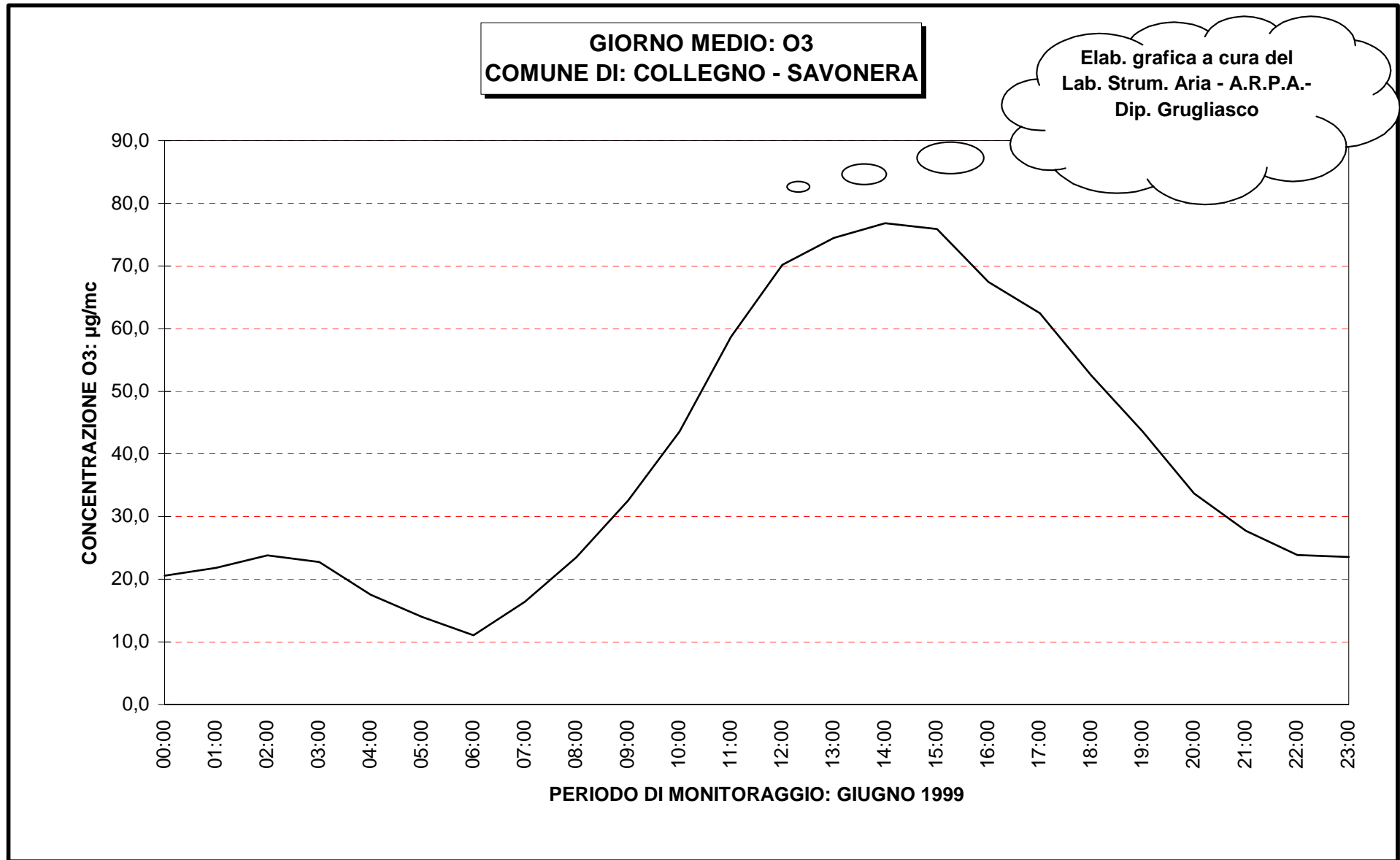




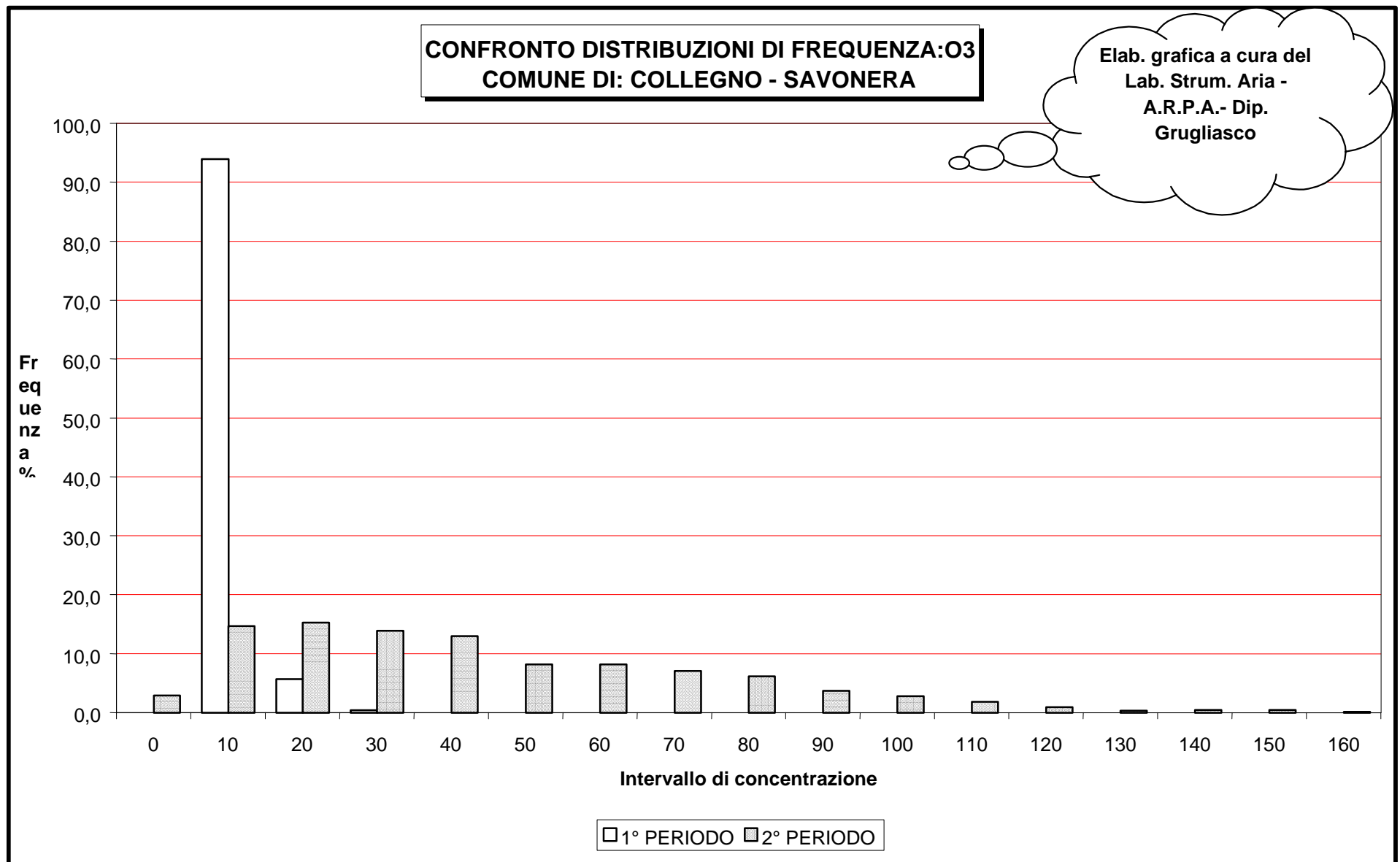
O3: limiti di legge - 2° periodo -



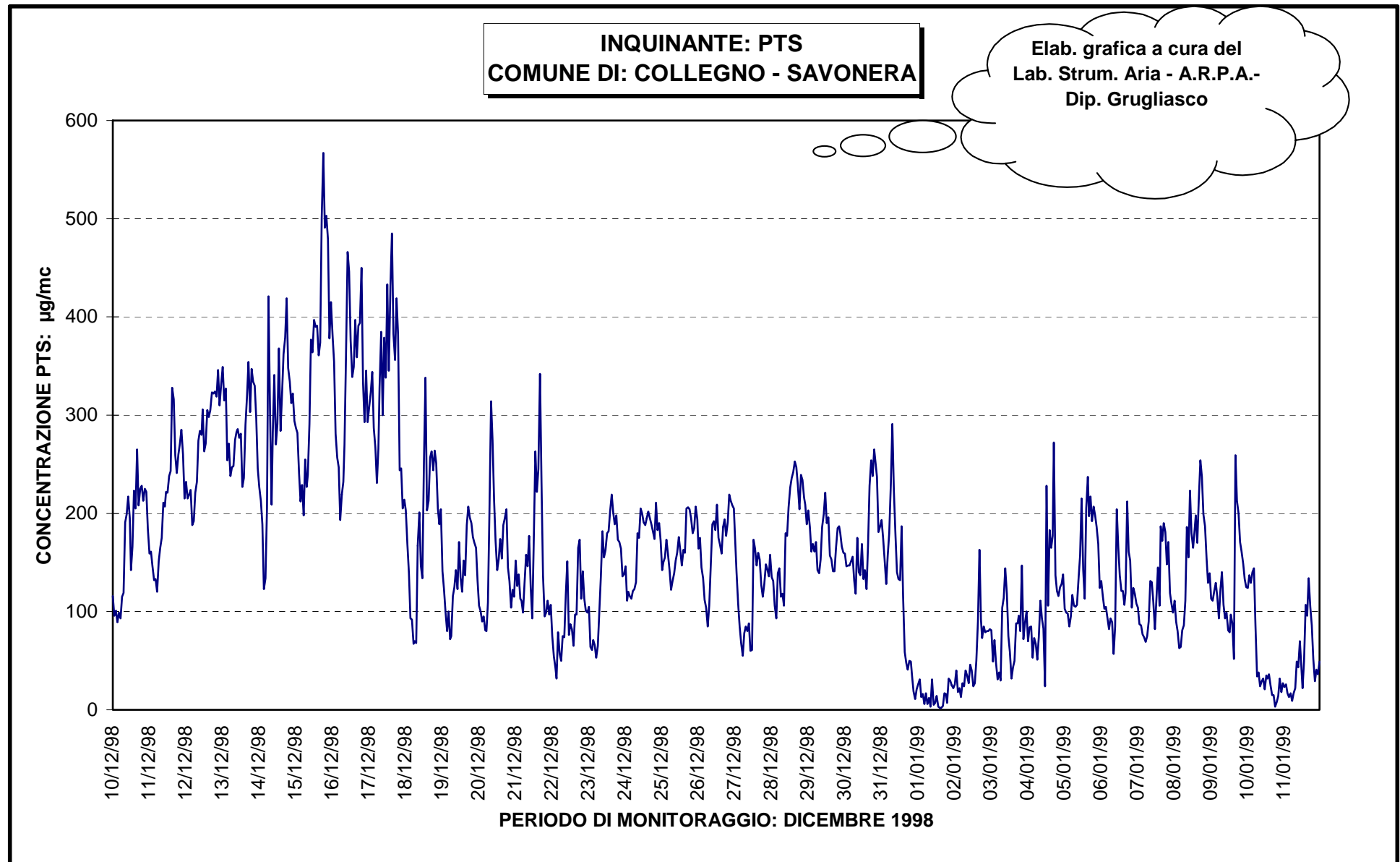
O3: giorno medio - 2° periodo -



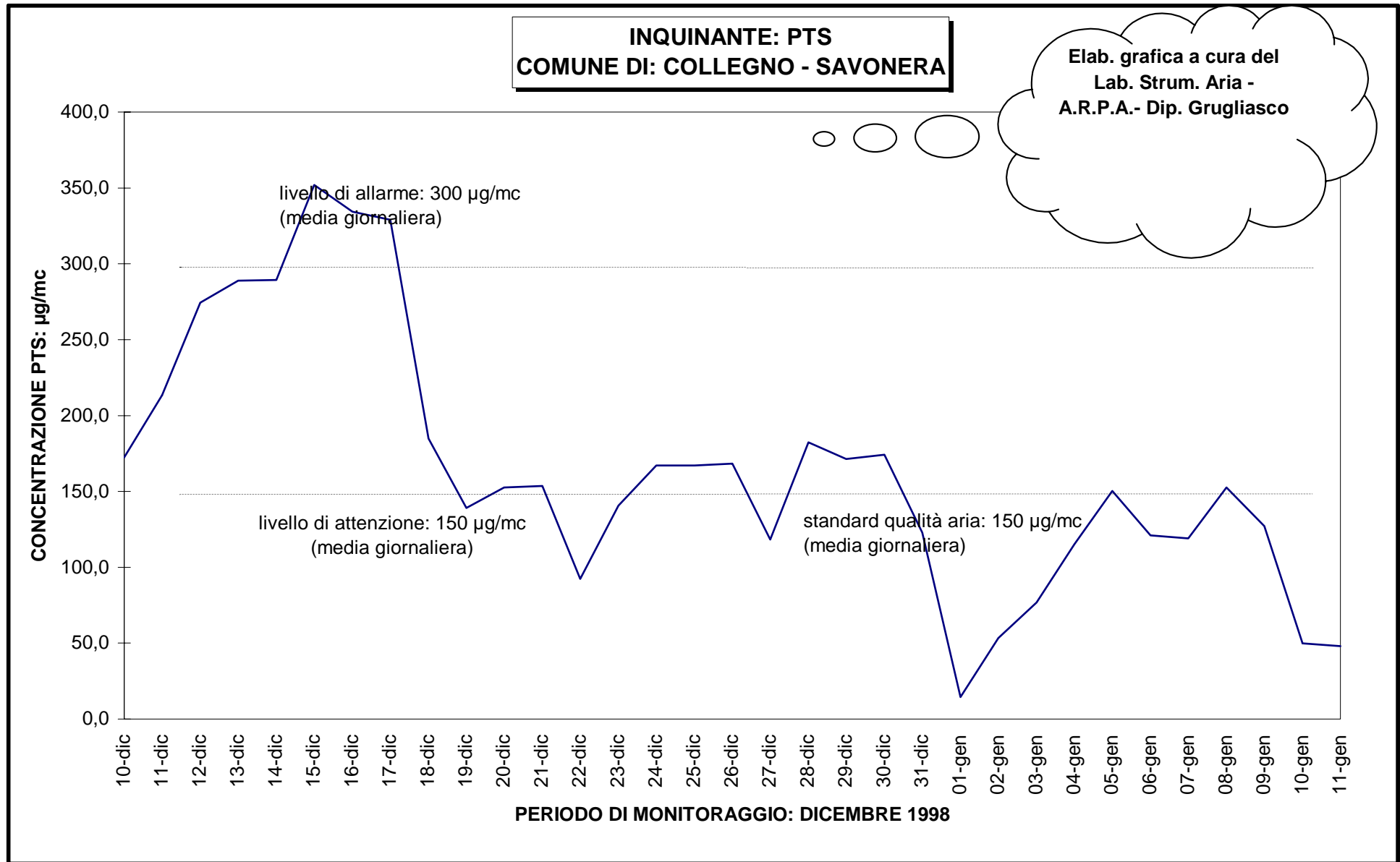
### O3: confronto distribuzioni di frequenza



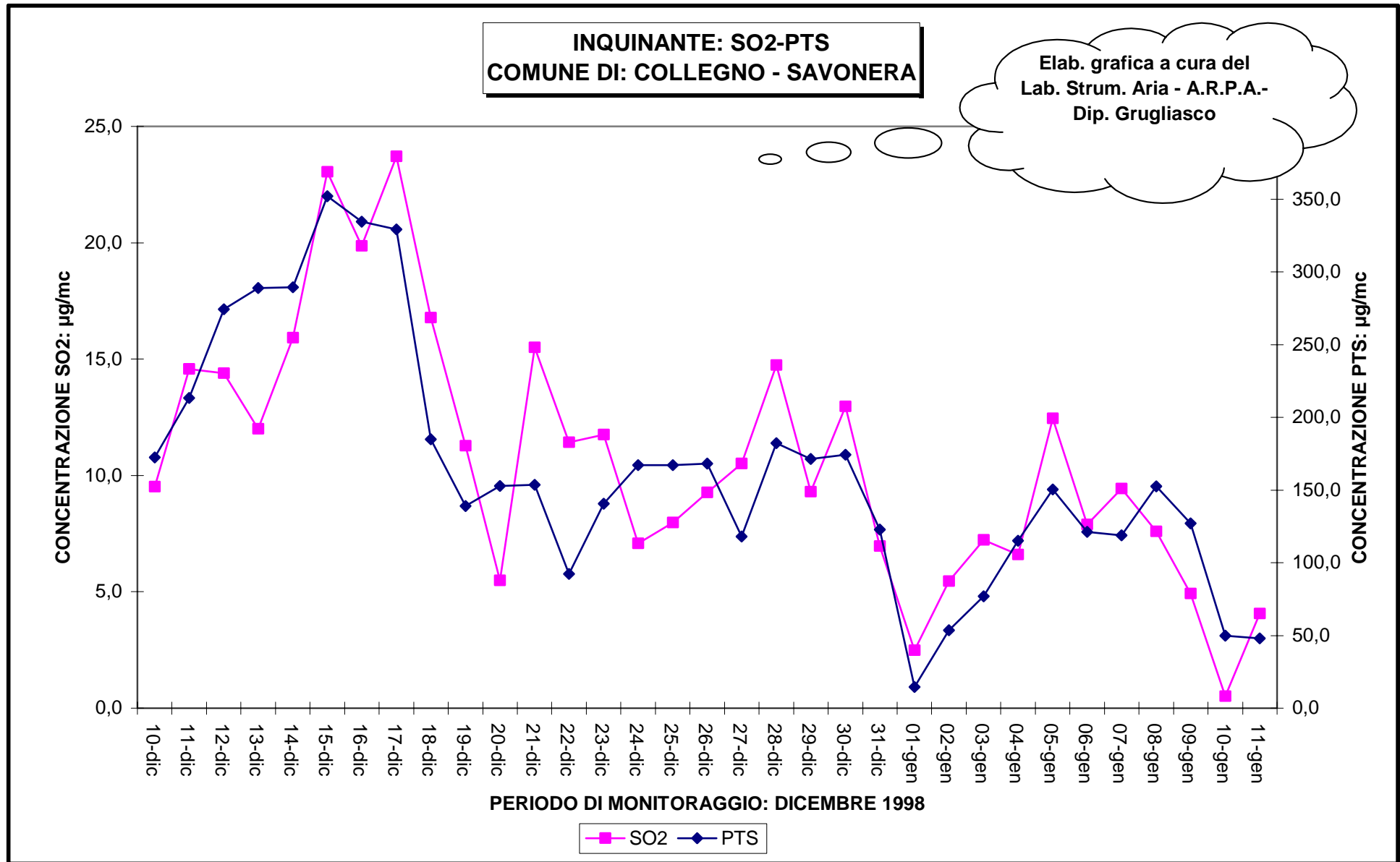
PTS: andamento delle medie orarie - 1° periodo -



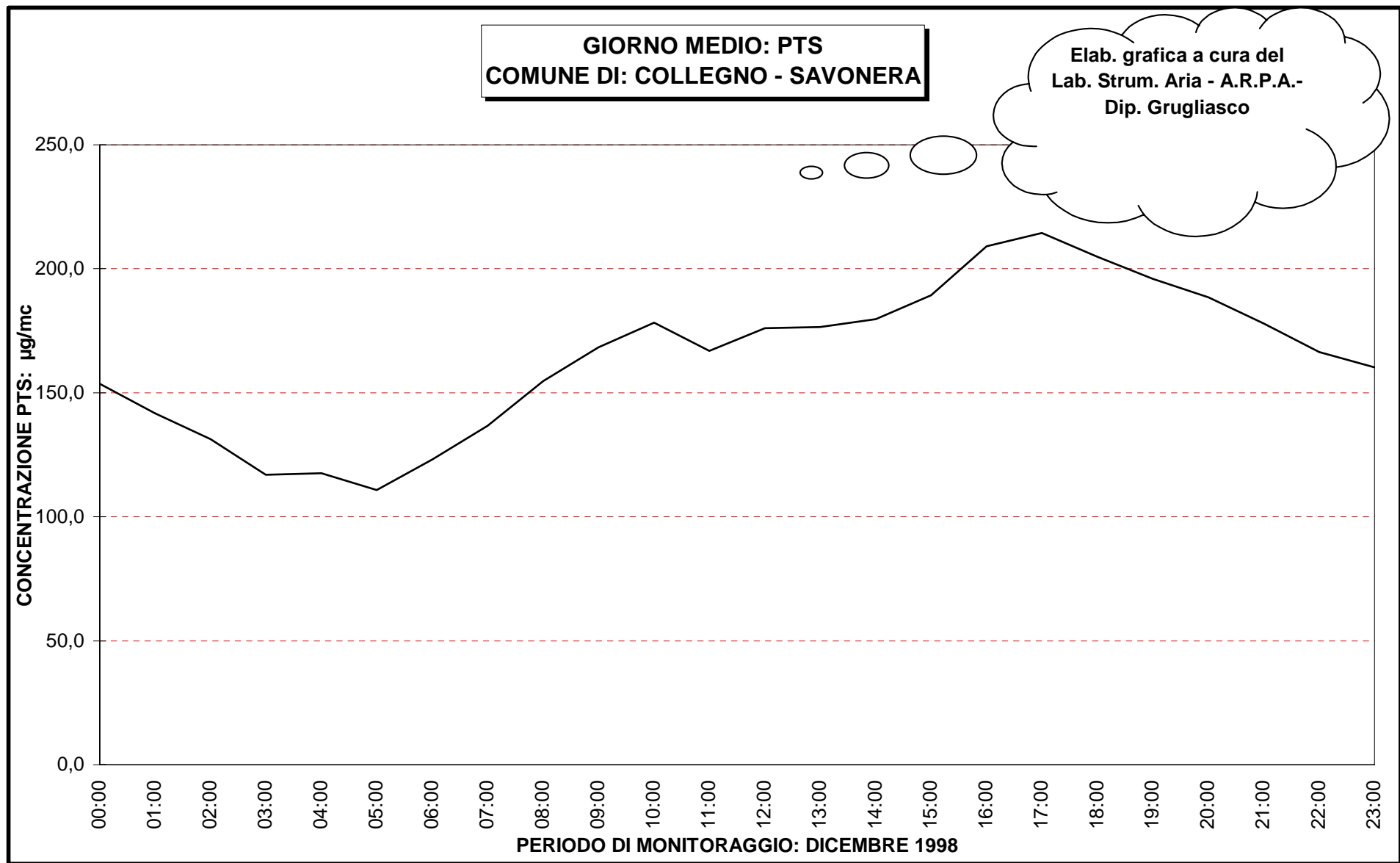
PTS: limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo -



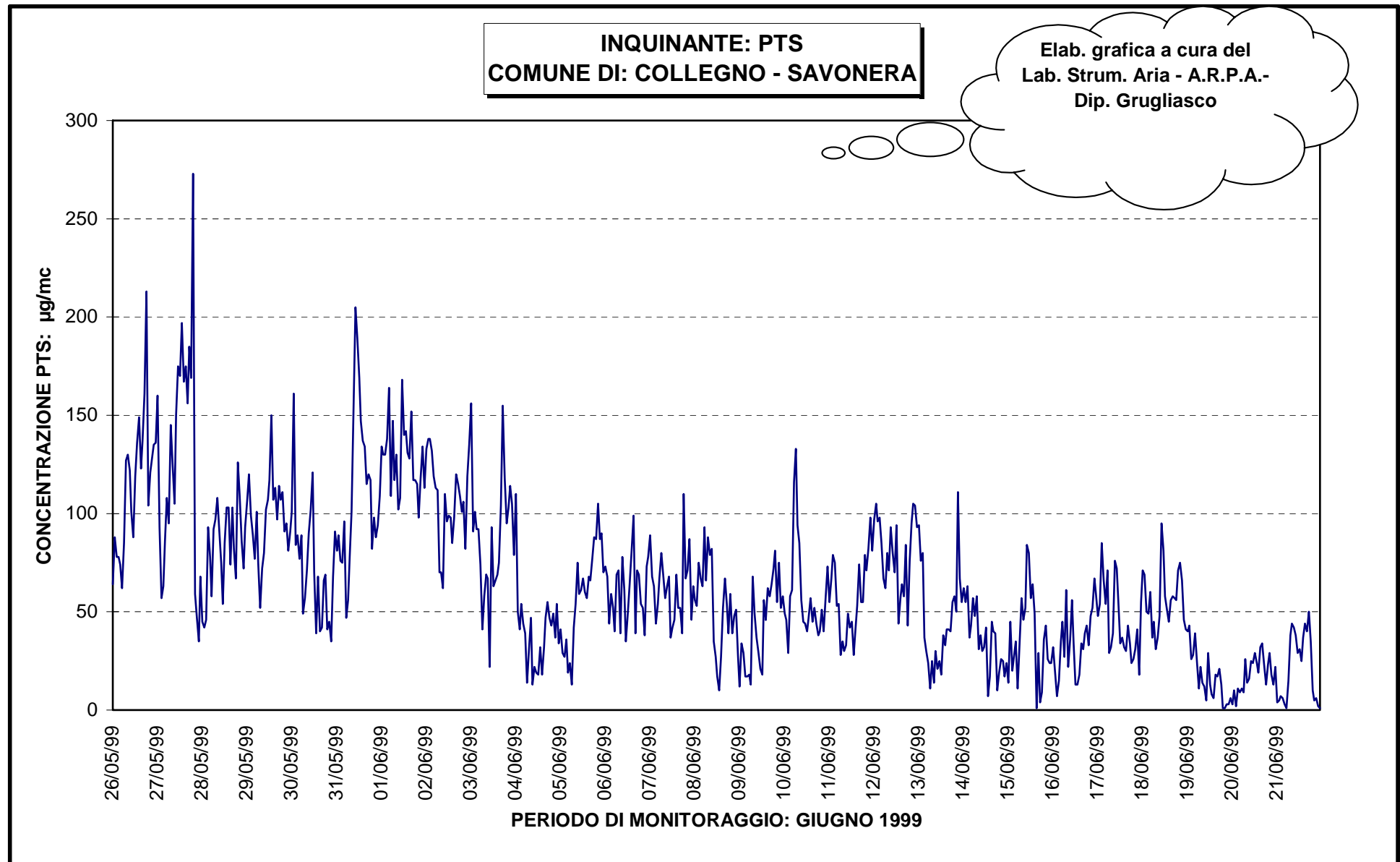
SO2-PTS: andamento delle medie orarie - 1° periodo -



PTS: giorno medio - 1° periodo -

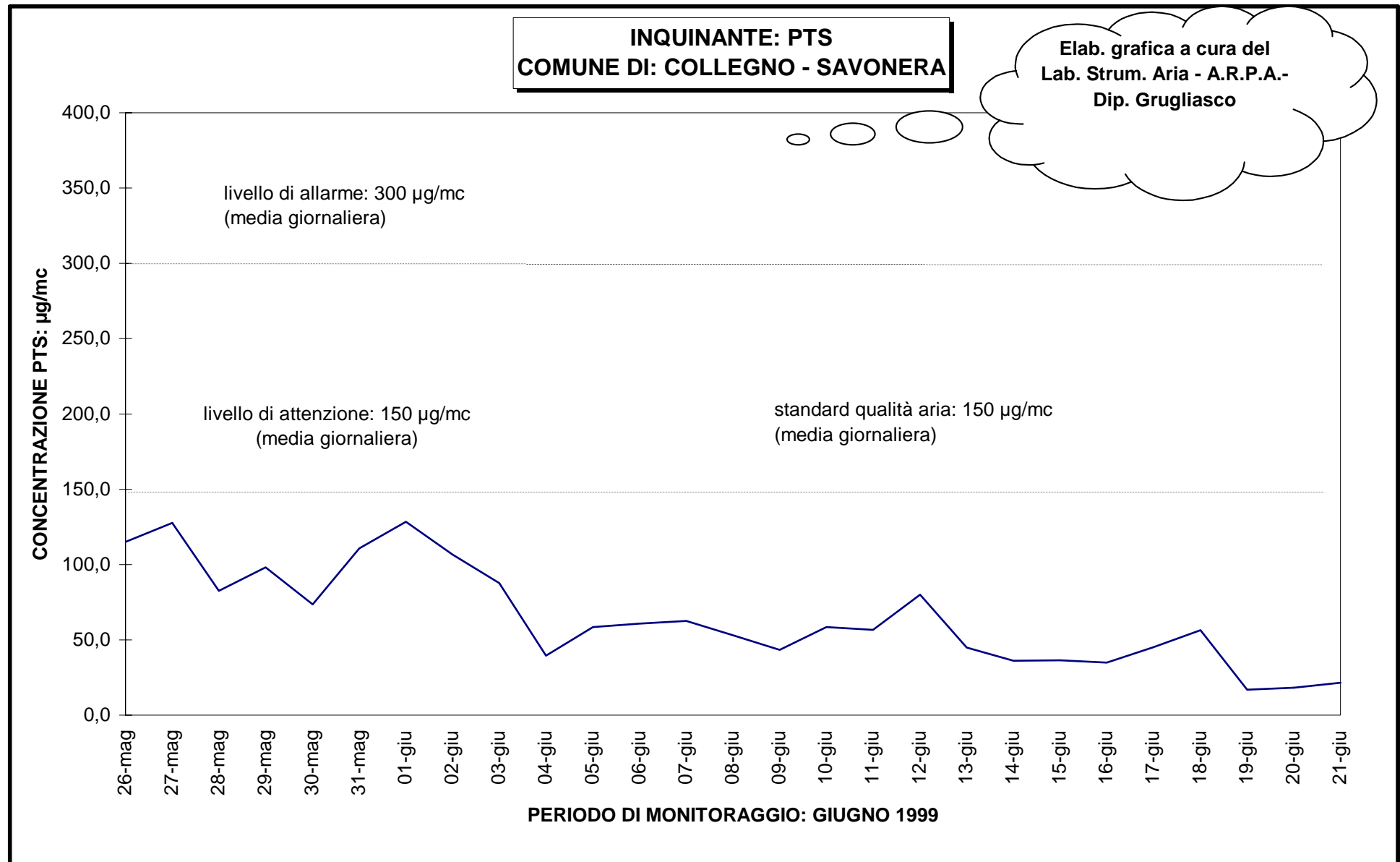


PTS: andamento delle medie orarie - 2° periodo -

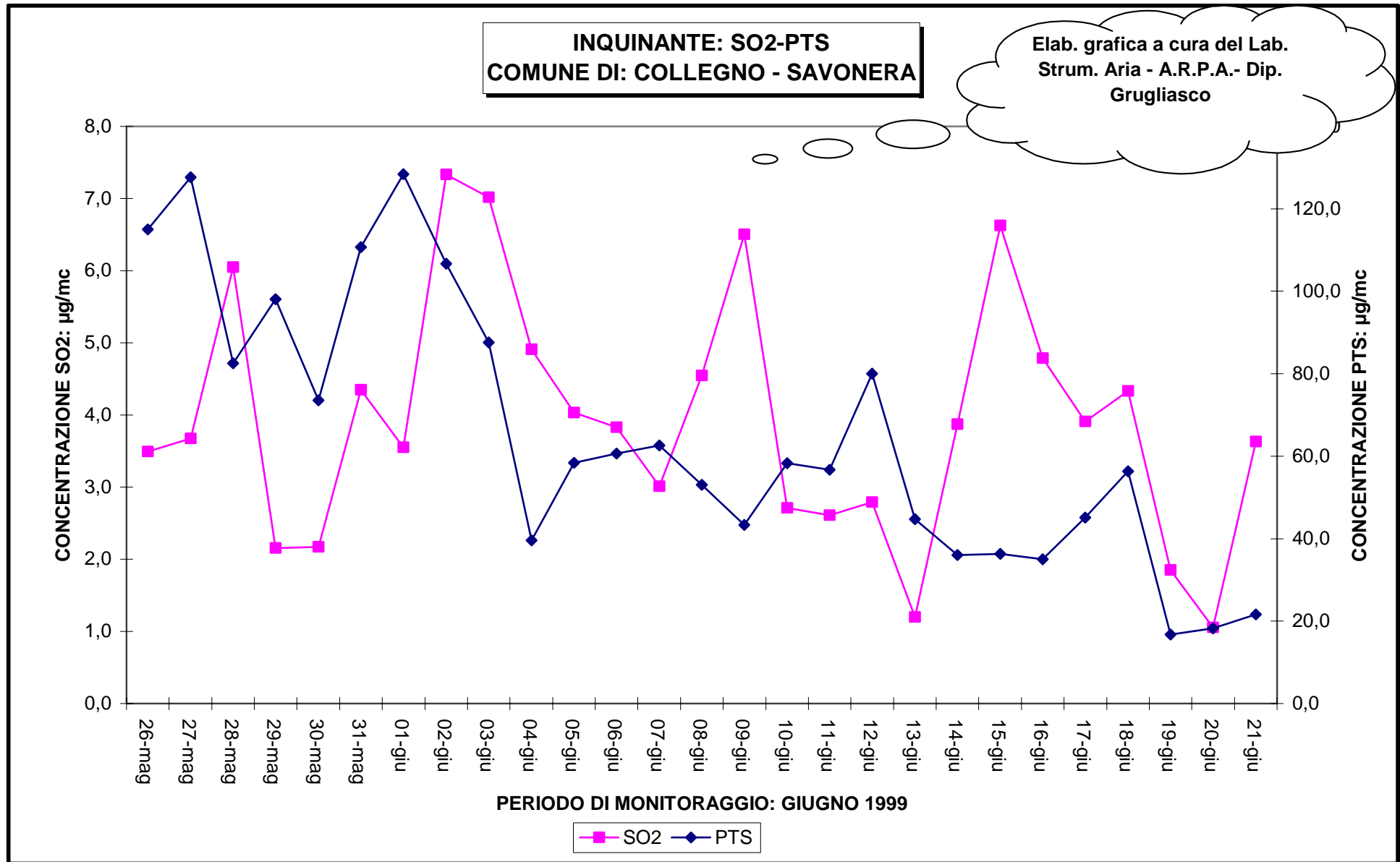




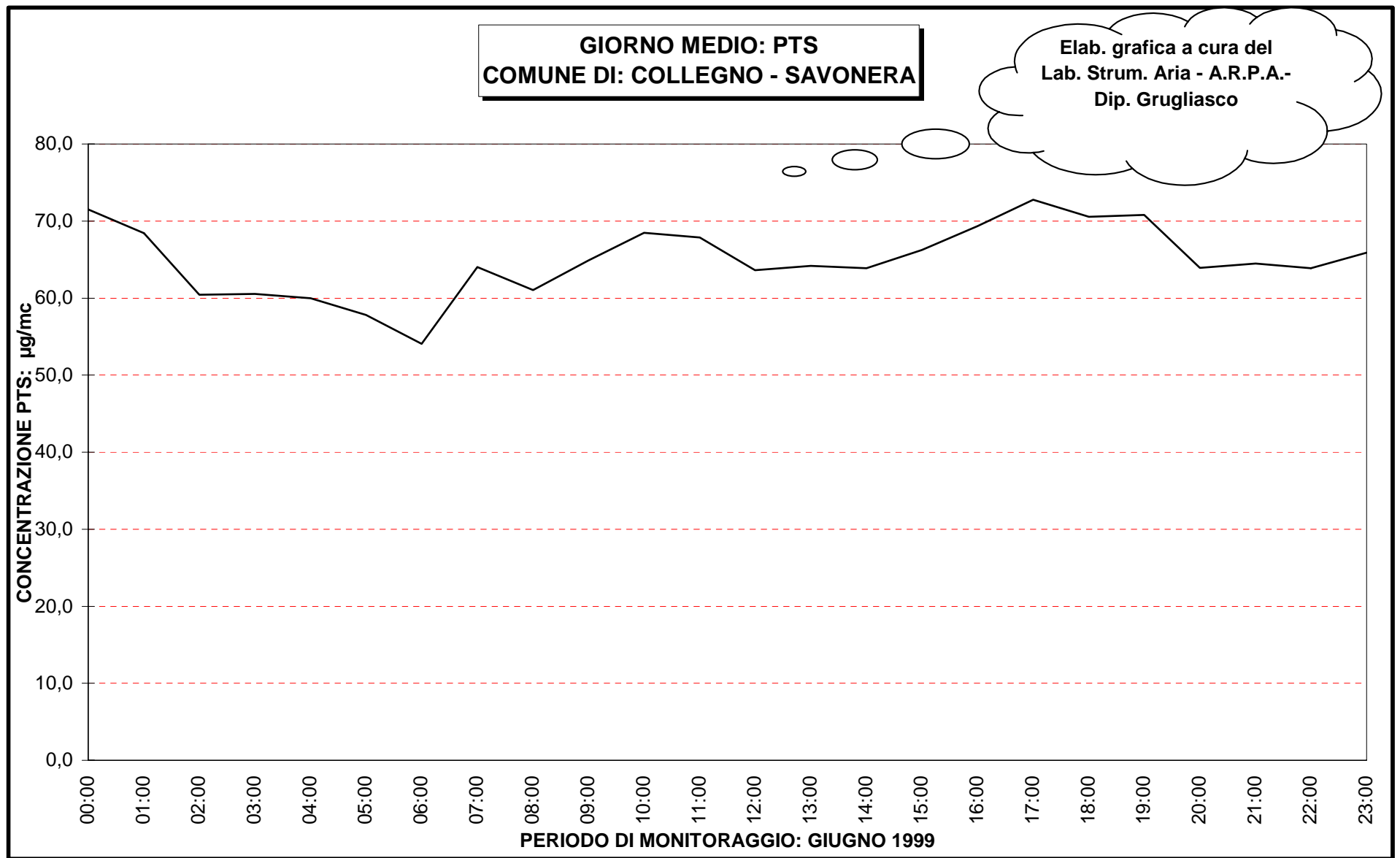
PTS: limiti di legge - 2° periodo -



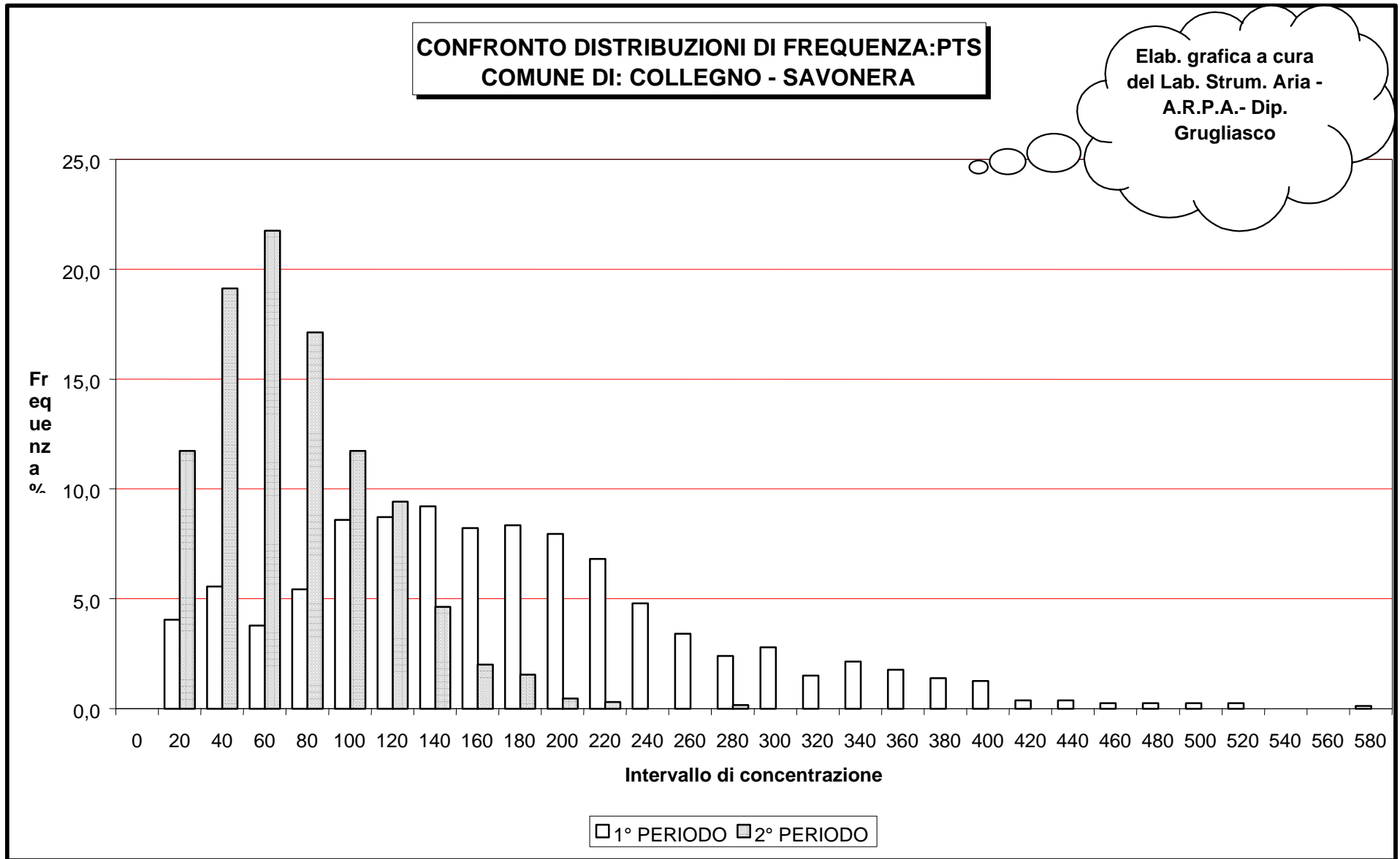
SO2-PTS: andamento delle medie orarie - 2° periodo -



PTS: giorno medio - 2° periodo -



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 gascromatografia con criofocalizzazione.

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 (obiettivo di qualità su base annuale secondo il D.M. 25/11/94), dalle tabelle risulta che:

- nella giornata del 21/12/98 il valore medio del benzene è di 31,1 µg/mc, con valori compresi tra 18,3 e 36 µg/mc;
- nella giornata del 17/6/99 il valore medio di benzene è di 7,1 µg/mc, con valori compresi tra 3,7 e 7,1 µg/mc.

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

Sito	Dicembre 1998		Giugno 1999	
	benzene	VOC tot.	benzene	VOC tot.
Incrocio strada per Collegno	18	312	3,7	109
Scuola Don Sapino (mobilab)	36	344	7,3	221
Incrocio – L.go Don Sapino	36	543	9,5	428
Chiesa Sacro Cuore	34	568	7,4	231

(I valori di giugno 1999 presso la Scuola Don Sapino sono la media dei risultati di due prelievi)

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 effettuate nel corso della presente campagna sono relative a prelievi puntuali di durata inferiore.

Pur con tali limitazioni, sulla base dei valori registrati nel mese di Aprile 1996, è da ritenersi assai probabile che nei mesi estivi si abbiano concentrazioni di idrocarburi tali da poter dare luogo alla formazione di smog fotochimico.

Confrontando l'andamento della concentrazione di VOC con l'ubicazione dei punti di prelievo in planimetria, appare evidente come vi sia un incremento della concentrazione di VOC nei punti dove, a causa del semaforo di Via Don Sapino, il traffico subisce un rallentamento.

TABELLA N° 9: monitoraggio V.O.C. del 21/12/1998: valutazione statistica

Siti di campionam.		Data prelievo	mcg/mc Etano	mcg/mc Propano	mcg/mc Butano	mcg/mc Ciclo pentano	mcg/mc Iso pentano	mcg/mc n-Pentano	mcg/mc 1-3 Butadiene	mcg/mc n-Esano
1	Incrocio strada per Collegno	21-12-98	14.5	16.6	23.4	1.6	39.9	9.6	2.8	7.5
2	Scuola Materna - c/o Mobilab	21-12-98	20.3	23.6	36.7	<0.5	61.3	13.1	3.4	9
3	Incrocio - Largo Don Sapino	21-12-98	18	18.6	32.3	3	69.6	14.4	6.5	9.5
4	Chiesa Sacro Cuore	21-12-98	19.5	34.9	69.5	4	93	23.9	5.6	12.3
Val. MINIMO			14.5	16.6	23.4	1.6	39.9	9.6	2.8	7.5
Val. MASSIMO			20.3	34.9	69.5	4.0	93.0	23.9	6.5	12.3
Val. MEDIO			18.1	23.4	40.5	2.9	66.0	15.3	4.6	9.6
DEVIAZIONE STANDARD			2.6	8.2	20.1	1.2	21.9	6.1	1.8	2.0

Siti di campionam.		Data prelievo	mcg/mc n-Eptano	mcg/mc Benzene	mcg/mc Toluene	mcg/mc m+p-Xilene	mcg/mc o-Xilene	mcg/mc Cumene	mcg/mc 1,3,5-trimetilbenzene	mcg/mc VOC Identif.
1	Incrocio strada per Collegno	21-12-98	5.7	18.3	71.5	69	26.2	5.6	<1	312.2
2	Scuola Materna - c/o Mobilab	21-12-98	5.6	35.9	72.2	44.5	18.4	<1	<1	344
3	Incrocio - Largo Don Sapino	21-12-98	10.2	36	129.5	135.6	51.5	8.4	<1	543.1
4	Chiesa Sacro Cuore	21-12-98	11.6	34.3	120.6	97	36.6	5.6	<1	568.4
Val. MINIMO			5.6	18.3	71.5	44.5	18.4	5.6	<1	312.2
Val. MASSIMO			11.6	36.0	129.5	135.6	51.5	8.4	<1	568.4
Val. MEDIO			8.3	31.1	98.5	86.5	33.2	6.5		441.9
DEVIAZIONE STANDARD			3.1	8.6	30.9	39.1	14.3	1.6		132.5

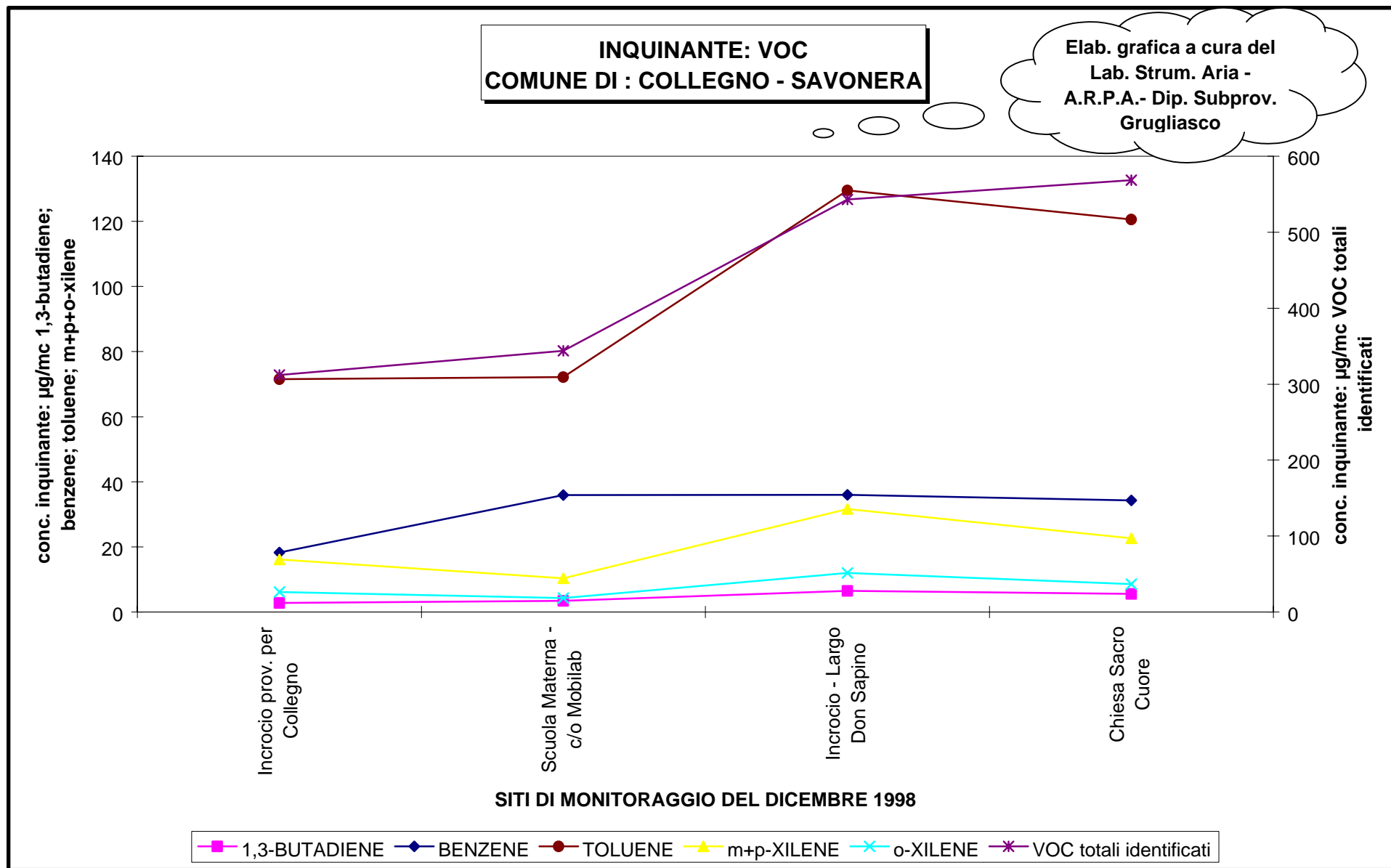
TABELLA N° 10: monitoraggio V.O.C. del 17/06/1999: valutazione statistica e rappresentazione grafica

Siti di campionam.	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	
2	Incrocio strada per Collegno	17-06-99	4.5	3.4	5.1	0.7	8.8	2.5	0.5	1.1
	Scuola Materna - c/o Mobilab	17-06-99	4.4	8.6	32.6	0.5	60.2	9.7	1.1	14.3
1	Incrocio - Largo Don Sapino	17-06-99	4	17.9	108	3.4	198.5	25.6	1.7	7.5
3	Chiesa Sacro Cuore	17-06-99	6.5	8.6	36.6	1.7	71.2	12	1.3	10.3
	Scuola Materna - c/o Mobilab	17-06-99	3.8	4.3	11.7	1	24.9	6	1.2	13.4
Val. MINIMO			32.6	3.4	5.1	0.5	8.8	2.5	0.5	1.1
Val. MASSIMO			0.5	17.9	108.0	3.4	198.5	25.6	1.7	14.3
Val. MEDIO			60.2	8.6	38.8	1.5	72.7	11.2	1.2	9.3
DEVIAZIONE STANDARD			9.7	5.7	40.9	1.2	74.8	8.8	0.4	5.3

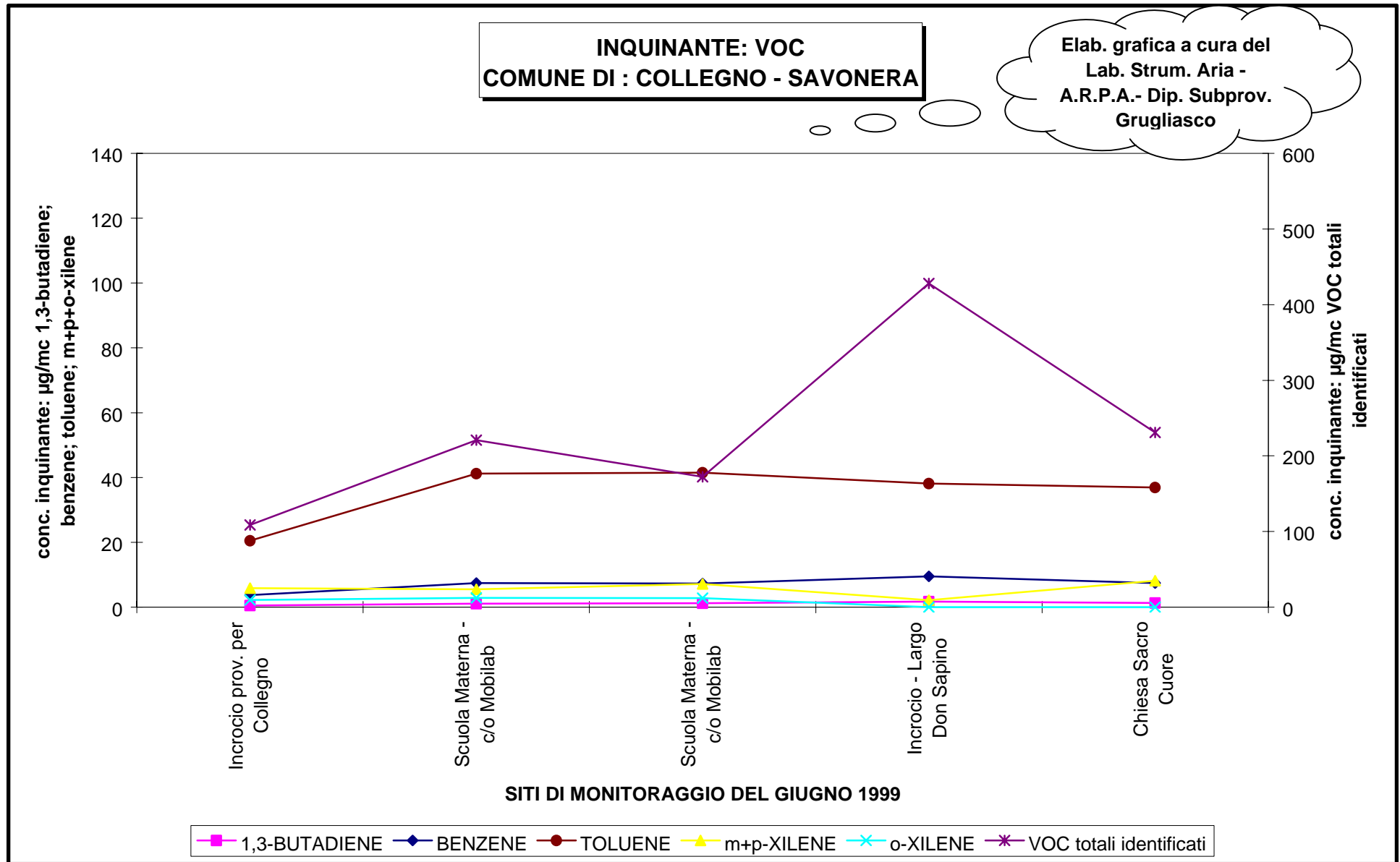
Siti di campionam.	Data prelievo	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc	mcg/mc
		n-Eptano	Benzene	Toluene	m+p-Xilene	o-Xilene	Cumene	1,3,5-trimetilbenzene	VOC Identif.	
2	Incrocio strada per Collegno	17-06-99	<1	3.7	20.5	25.1	9.5	5.9	17.3	108.6
	Scuola Materna - c/o Mobilab	17-06-99	5.1	7.4	41.2	23.6	12.1	<1	<1	220.8
1	Incrocio - Largo Don Sapino	17-06-99	4.7	9.5	38.1	9.2	<1	<1	<1	428.1
3	Chiesa Sacro Cuore	17-06-99	3.6	7.4	36.9	35	<1	<1	<1	231.1
	Scuola Materna - c/o Mobilab	17-06-99	3.2	7.3	41.5	30.6	11.9	<1	11.4	172.2
Val. MINIMO			3.2	3.7	20.5	9.2	9.5	5.9	11.4	108.6
Val. MASSIMO			5.1	9.5	41.5	35.0	12.1	5.9	17.3	428.1
Val. MEDIO			4.2	7.1	35.6	24.7	11.2	5.9	14.4	232.2
DEVIAZIONE STANDARD			0.9	2.1	8.7	9.8	1.4		4.2	119.8



# MONITORAGGIO V.O.C. DEL 21/12/1998: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA



# MONITORAGGIO V.O.C. DEL 17/06/1999: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA



## **- 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 rilevato nel periodo invernale è di 2,4 ng/mc e quello nel periodo estivo è di 0,6 ng/mc.

Anche per gli I.P.A. totali vi è una notevole fluttuazione tra i due periodi: si rilevano 15 ng/mc nel dicembre 1998 e 5,2 ng/mc nel giugno 1999

TABELLA n° 13: campionamenti IPA (periodo invernale ed estivo)

	campione n° 1: dalle ore 12 del 21/12/98 alle ore 12 del 22/12/98 (ng/Nmc)	Rapporto IPA/BaP	campione n° 2: dalle ore 10 del 17/06/99 alle ore 12 del 18/06/99 (ng/Nmc)	Rapporto IPA/BaP	Rapporto IPA/BaP- aree urbane*
naftalene	<0.05		0.3	0.53	
acenaftilene	<0.05		<0.05		
acenaftene	<0.05		0.6	1.05	
fluorene	<0.05		0.5	0.95	
fenantrene	0.1	0.03	<0.05		
antracene	<0.05		<0.05		
fluorantene	0.7	0.31	<0.05		
pirene	1.0	0.42	0.6	1.05	
benzo(a)antracene	1.8	0.77	0.6	1.05	0.9-2.5
crisene	1.6	0.69	0.5	0.95	
benzo(b)fluorantene	1.8	1.58	0.9	2.68	2.0-14.8
benzo(k)fluorantene	1.9		0.6		
<b>benzo(a)pirene</b>	2.4		0.6		
indenopirene	1.8	0.76	<0.1		0.7-3.9
dibenzoantracene	<0.1		<0.1		<0.1-<0.8
benzoperilene	2.3	0.97	<0.1		
<b>totale</b>	<b>15.4</b>	<b>6.53</b>	<b>5.2</b>	<b>9.26</b>	

\*fonte: Istisan 91/27

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

Si è proceduto ad una campionatura di polveri aereodisperse per valutare le concentrazioni di Pb, Cd e Ni 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 µg/mc, si rileva che, vi è nel periodo invernale una oscillazione tra un valore massimo di 0,5 µg/mc e un minimo di 0,2 µg/mc; nel periodo estivo è stata rilevata la concentrazione media nelle 24 ore, che risulta pari a 0,1 µg/mc; tutti i valori rilevati risultano nei limiti di legge.

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 e nichel 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 :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**

	<b>Cadmio µg/mc</b>	<b>Cromo µg/mc</b>	<b>Piombo µg/mc</b>	<b>Manganese µg/mc</b>	<b>Nichel µg/mc</b>	<b>Vanadio µg/mc</b>
<b>Linee Guida</b>	(Nota 3)	(Nota 3)	0.5 -1.0 (Nota 1)	1 (Nota 2)	(Nota 3)	1 (Nota 1)
<b>Concentrazioni tipiche in area urbana</b>	0.001 - 0.05	0.004 -0.07	0.5 - 3	0.01 - 0.07	0.003 - 0.1	0.007 - 0.2
<b>Concentrazioni tipiche in area industriale</b>	0.001 - 0.1	0.005 -0.2		0.2 - 0.3 vicino fonderie	0.008 - 0.2	0.01 - 0.07
<b>Concentrazioni tipiche in area remota</b>	0.0001 - 0.001	0 - 0.003	0.1 - 0.3	0.01 - 0.03	0.0001 - 0.0007	0 - 0.003

Nota 1: media di 24 ore

Nota 2: media annuale

Nota3: sostanza cancerogena

**TABELLA n° 16: RISULTATI METALLI (PERIODO INVERNALE)**

	<b>Cadmio µg/mc</b>	<b>Ferro µg/mc</b>	<b>Piombo µg/mc</b>	<b>Zinco µg/mc</b>	<b>Nichel µg/mc</b>	<b>Rame µg/mc</b>
<b>Scuola materna Don Sapino - 21/12/98 dalle 12.00 alle 20.00</b>	0.002	7.54	0.17	0.44	0.07	0.002
<b>Scuola materna Don Sapino - 21 e 22/12/98 dalle 20.00 alle 04.00</b>	0.002	1.10	0.17	0.22	<0.025	0.07
<b>Scuola materna Don Sapino - 22/12/98 dalle 04.00 alle 12.00</b>	0.005	3.26	0.53	2.06	0.03	0.11

**TABELLA n° 17: RISULTATI METALLI (PERIODO ESTIVO)**

	<b>Cadmio µg/mc</b>	<b>Piombo µg/mc</b>	<b>Nichel µg/mc</b>	<b>Vanadio µg/mc</b>
<b>Scuola materna Don Sapino - 17/06/99 (24 ore)</b>	0.001	0.11	0.02	<0.006

## TABELLA N. 18: SUPERAMENTI OZONO (PERIODO INVERNALE)

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°	%
790	99.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0

(1) media trascinata sulle 8 ore

(2) media oraria

(3) media giornaliera

## TABELLA N. 19: SUPERAMENTI OZONO (PERIODO ESTIVO)

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	5	1.1	0	0.0	2	7.4

(1) media trascinata sulle 8 ore

(2) media oraria

(3) media giornaliera

**TABELLA N. 20: DETTAGLIO SUPERAMENTI SOGLIA PROTEZIONE SALUTE  
(PERIODO ESTIVO)**

<b>fasce orarie definite dal D.M. 16.5.1996</b>	<b>numero superamenti</b>	<b>percentuale superamenti rispetto al totale superamenti</b>
0-8	0	0
1-9	0	0
2-10	0	0
3-11	0	0
4-12	0	0
5-13	0	0
6-14	0	0
7-15	0	0
8-16	0	0
9-17	1	20
10-18	1	20
11-19	1	20
12-20	1	20
13-21	1	20
14-22	0	0
15-23	0	0
16-24	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>5</b>	



## ***CAPITOLO 5***

### ***CONCLUSIONI***

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

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

1. Il monitoraggio effettuato dal 10 dicembre 1998 al 11 gennaio 1999 si colloca in un periodo dell'anno in cui, all'inquinamento provocato dalle attività industriali e dal traffico veicolare, si aggiunge il contributo degli impianti di riscaldamento domestico;
2. le condizioni meteorologiche, inoltre, caratterizzate da bassi valori di irraggiamento solare, sono, in termini generali, sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera.
3. Le risultanze dell'indagine effettuata in tale periodo si possono quindi ritenere rappresentative della situazione più critica dell'anno solare in relazione a tutti gli inquinanti esaminati ad eccezione dell'ozono che, in quanto sostanza di origine fotochimica, presenta nel semestre freddo valori minimi di concentrazione.
4. La direzione prevalente del vento rilevata nella vicina stazione di La Mandria è da nord-nordest, e quindi, in prima approssimazione, favorevole all'allontanamento degli inquinanti dalla zona del centro abitato; occorre però considerare che l'analisi dei dati di velocità del vento evidenzia una situazione generale con numerose calme di vento e quindi tendenzialmente sfavorevole alla diluizione degli inquinanti per trasporto; tale dato è tanto più significativo se si considera che nel sito di misura la percentuale di calme di vento è con tutta probabilità ancora più elevata che nel Parco La Mandria.
5. Il monitoraggio effettuato dal 26 maggio al 21 giugno 1999 si colloca invece in un periodo dell'anno in cui è minimo il contributo all'inquinamento atmosferico degli impianti di riscaldamento domestico ed in cui le condizioni meteorologiche sono caratterizzate da elevati valori di irraggiamento solare e sono quindi in generale favorevoli alla dispersione degli inquinanti in atmosfera come pure però alla formazione di inquinanti secondari ed in particolare di ozono.
6. Le risultanze dell'indagine effettuata in tale periodo si possono quindi ritenere rappresentative di una situazione prossima ai massimi annuali per quanto riguarda l'ozono e prossima ai minimi annuali per tutti gli altri inquinanti.

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

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

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

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

Per queste due sostanze non ci sono riferimenti normativi. Facendo riferimento alle Linee guida per la qualità dell'aria dell'O.M.S., si evidenzia che le concentrazioni rilevate rientrano nell'ambito medio di un'area urbana.

### **Monossido di carbonio (CO)**

Non si sono verificati superamenti del livello di attenzione, ma nel periodo di monitoraggio invernale si hanno valori di punta attorno a 11 mg/mc (a fronte di un livello di attenzione di 15 mg/mc). E' presumibile che , in corrispondenza di condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli e/o di condizioni di rallentamento del traffico, si possano verificare assai occasionalmente superamenti del livello di attenzione, mentre sono da escludersi superamenti del livello di allarme.

L'origine di questo inquinante è da ricercarsi nelle emissioni degli autoveicoli alimentati a benzina

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

Si sono verificati due superamenti del livello di attenzione nel periodo di monitoraggio invernale, e un superamento in quello estivo. Ciò fa presumere che tali superamenti si possano verificare in maniera saltuaria nella maggior parte dei mesi dell'anno e in particolare nel periodo invernale. Sono invece 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 ossidi di azoto, si può ritenere che la presenza di questi ultimi sia attribuibile principalmente alle emissioni da traffico autoveicolare.

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

Nel periodo di monitoraggio invernale i valori di ozono, com'è prevedibile, si mantengono ampiamente all'interno dei limiti di legge, mentre in quello estivo il livello di attenzione è costantemente rispettato ma si sono verificati 5 superamenti del livello di protezione della salute (pari a circa l'1% del totale dei periodi rilevati), E' quindi prevedibile che in tutto il periodo estivo si verifichino superamenti di tale livello, in particolare nel mese di luglio che alle nostre latitudini è caratterizzato dai massimi annui di radiazione solare, a cui la formazione di ozono è strettamente legata.

Inoltre poiché il valore massimo registrato nel mese di giugno è di 160 µg/mc (a fronte di un livello di attenzione di 180 µg/mc) è presumibile che nelle giornate più calde si verifichino anche superamenti del livello di attenzione.

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.

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

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

## Polveri sospese totali (PTS)

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

Nel periodo di monitoraggio del dicembre 1998 si sono verificati 19 superamenti del livello di attenzione, pari al 58% delle giornate totali di durata della campagna. In 3 di questi casi (9% del totale) si è superato il livello di allarme.

Nessun superamento è stato invece osservato nel periodo estivo

Occorre notare che, nel periodo invernale, i valori particolarmente bassi registrati nei giorni 1 e 2 gennaio sono legati presumibilmente alla riduzione del traffico dovuta alle festività; in assenza di essa è probabile che si sarebbero registrati ulteriori superamenti del livello di attenzione.

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).

Va comunque osservato che nel periodo di monitoraggio invernale erano in corso nelle vicinanze del sito i lavori di sistemazione dell'area a giardino; ***tale situazione contingente ha certamente contribuito a un aumento delle concentrazioni di polveri totali sospese nella zona.***

È ipotizzabile che si verifichino superamenti del livello di attenzione nella maggior parte dei mesi invernali e saltuariamente, anche del livello di allarme

## 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.

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

Per il confronto con i valori di legge, occorre considerare che, per ragioni tecniche, nel corso della presente campagna sono state effettuate, in 4 siti all'interno del territorio comunale, misure

di tipo puntuale, mentre i suddetti riferimenti normativi sono relativi ad una base temporale pari a tre ore per il limite di 200 µg/mc (idrocarburi non metanici precursori di ossidanti fotochimici) e pari ad un anno per il limite di 15 µg/mc (benzene).

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

**a)** per quanto riguarda la formazione di ossidanti fotochimici, il periodo di monitoraggio da esaminare è, per le ragioni già esposte in relazione all'esame dei dati di ozono, quello del giugno 1999.

Il valore medio dei VOC relativamente ai quattro siti di prelievo è di 230 µg/mc con una punta di 430 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 (gennaio 1996) si ha un valore medio, in relazione ai quattro siti di prelievo, pari a 31 µg/mc, con una punta di 36 µg/mc, mentre nel secondo periodo (aprile 1996) tali valori sono rispettivamente 7,1 µg/mc e 9,5 µg/mc. Confrontando l'andamento della concentrazione di VOC con l'ubicazione dei punti di prelievo in planimetria, appare evidente come vi sia un incremento della concentrazione di VOC nei punti dove, a causa del semaforo di Via Don Sapino, il traffico subisce un rallentamento.

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 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.

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

### **Idrocarburi policiclici aromatici**

Sono stati effettuati due campionamenti di idrocarburi policiclici aromatici nel corso delle due campagne, evidenziando concentrazioni, in particolare di benzo-a-pirene, nettamente più elevate nel periodo invernale (2.4 ng/mc contro 0.6 ng/mc in quello estivo).

Come per il benzene, non è possibile effettuare un confronto stretto con l'obiettivo di qualità (1 ng/mc) in quanto questo è calcolato su base annuale, ma si può affermare che, in relazione al territorio provinciale esterno al capoluogo, i valori rilevati sono medio-alti. Ciò conferma la criticità rilevata per le polveri totali sospese, in quanto gli I.P.A. più rilevanti sotto il profilo tossicologico sono adsorbiti sul particolato.

L'origine di questa famiglia di sostanze 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.

La presenza di benzofluoranteni indica come il contributo di quest'ultima fonte risulti assai significativo.

### **Considerazioni conclusive**

Il rispetto dei livelli di allarme indica che non sussistono rischi di tossicità acuta per la popolazione, se non, in particolari condizioni, per le polveri totali sospese (in circa una giornata su 10 si verifica nel periodo invernale il superamento del livello di allarme). Gli inquinanti che destano maggiore preoccupazione sono le polveri totali sospese stesse, il benzene, gli idrocarburi policiclici aromatici e l'ozono.

La differenza fondamentale è che mentre l'ozono interessa aree vaste, gli altri inquinanti derivano da fonti **locali** (in particolare le emissioni degli autoveicoli con motore diesel per quanto riguarda polveri e I.P.A. e le emissioni dei veicoli a benzina per quanto riguarda il benzene). Il periodo dell'anno più a rischio è maggio-settembre per l'ozono e novembre - febbraio per gli altri inquinanti.

Nel complesso la qualità dell'aria del sito in esame, se raffrontata con il territorio della provincia di Torino esterno al capoluogo, si può considerare medio-bassa.

Il responsabile  
dell'Area Tematica Aria  
dott. Francesco Lollobrigida

## SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

### - Biossido di zolfo      DASIBI 4108

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'aria ambiente.

Campo di misura 0 - 2000 ppb;  
limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

### - Ossidi di azoto      DASIBI 2108

Analizzatore a reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO<sub>x</sub>.

Campo di misura 0 - 4000 ppb; limite inferiore di rivelabilità 2 ppb.

### - Ozono      DASIBI 1108

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O<sub>3</sub> nell'aria ambiente.

Campo di misura 0 - 2000 ppm;  
limite inferiore di rivelabilità 2 µg/mc.

### - Monossido di carbonio      DASIBI 3008

Analizzatore a filtro a correzione di gas classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di CO nell'aria ambiente.

Campo di misura 0 - 200 ppm;  
limite inferiore di rivelabilità 0.1 ppm.

### - Idrocarburi      RANCON 526

Analizzatore a ionizzazione di fiamma conforme al metodo previsto dal D.P.C.M. 30/83.

Campo di misura 0 - 10 ppm; limite di rivelabilità < 0.02 ppm.

- Particolato totale sospeso            KIMOTO 186

Analizzatore ad assorbimento raggi beta con sorgente a minima intensità di radiazione (100 u Ci); campionamento delle particelle sospese totali in aria ambiente, con sonde di prelievo protetta dal vento.

Campo di misura 0 - 5000 µg/mc;

limite inferiore di rivelabilità < 10 µg/mc.

- Stazione meteorologica            LASTEM

Stazione completa per la valutazione dei seguenti parametri: velocità e direzione del vento, temperatura, umidità, pressione, irraggiamento solare.