

PROVINCIA DI TORINO



AREA AMBIENTE,  
PARCHI, RISORSE IDRICHE  
E TUTELA DELLA FAUNA



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

***CLAVIERE***



RELAZIONE FINALE

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

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

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

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

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

## INDICE

<b>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....</b>	<b>4</b>
<i>L'aria e i suoi inquinanti</i> .....	5
<i>Il quadro normativo</i> .....	7
<b>LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>10</b>
<i>Obiettivi del monitoraggio</i> .....	11
<i>Descrizione della campagna</i> .....	14
<i>Elaborazione dati meteorologici</i> .....	15
<i>Elaborazione statistica dati di inquinamento atmosferico (1° e 2° periodo)</i> .....	21
<i>Elaborazione grafica dati di inquinamento atmosferico</i> .....	26
Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge.....	26
Giorno medio.....	26
Ozono .....	26
<i>Ozono - Considerazioni</i> .....	42
<i>Composti organici volatili - V.O.C.</i> .....	44
<i>Idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.)</i> .....	48
<i>Metalli</i> .....	49
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>51</b>
<b>APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI</b> .....	<b>56</b>

## ***CAPITOLO 1***

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

## ***L'aria e i suoi inquinanti***

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

Oggi giorno è analiticamente possibile identificare nell'atmosfera numerosissimi composti di varia origine, presenti in concentrazioni che variano dal nanogrammo per metrocubo (ng/m<sup>3</sup>) al microgrammo per metrocubo (µg/m<sup>3</sup>).

Le maggiori sorgenti di inquinanti sono:

- emissioni veicolari;
- emissioni industriali;
- combustione da impianti termoelettrici;
- combustione da riscaldamento domestico;
- smaltimento rifiuti (inceneritori e discariche).

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

Nella tabella 1 sono indicate, in linea del tutto generale, le fonti principali e secondarie dei più comuni inquinanti atmosferici.

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

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

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

**Tabella 1 - Sorgenti dei principali inquinanti**

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

 *Fonti principali*

 *Fonti secondarie*

## ***Il quadro normativo***

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria prevede limiti per gli inquinanti quantitativamente più rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale. Detti limiti possono essere classificati in due tipologie:

- la prima fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure di lungo periodo (usualmente 1 anno); appartengono ad essa i **valori limite**, i **valori guida**, e gli **obiettivi di qualità**;
- la seconda fa riferimento alla prevenzione a breve termine, in presenza di fenomeni acuti di inquinamento; in essa comprendiamo i **livelli di attenzione** e **di allarme**.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(3): Misurate con il metodo gravimetrico.

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

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

(6): La concentrazione di 200 µg/m<sup>3</sup> non deve essere raggiunta più di una volta al mese.

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

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

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

## ***CAPITOLO 2***

### ***LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO***

## **Obiettivi del monitoraggio**

A seguito della richiesta dell'Amministrazione comunale di Claviere è stato effettuato un monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio comunale, in due diversi periodi dell'anno. Una relazione preliminare, relativa al primo periodo, è già stata inviata all'Amministrazione competente stessa.

Le campagne sono state realizzate nell'ambito della convenzione stipulata fra l'A.R.P.A. Piemonte ed il Comune di Claviere, finalizzata al monitoraggio dei principali parametri ambientali nel territorio comunale coinvolto nel progetto. In particolare, l'obiettivo del monitoraggio della qualità dell'aria era rappresentato dallo studio dell'andamento dei principali inquinanti dell'atmosfera, ed il confronto dei valori rilevati con i limiti di legge.

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

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

A seguito dei sopralluoghi effettuati - finalizzati all'individuazione di siti corrispondenti alle caratteristiche sopra citate - e in accordo con le procedure di intervento definite nel corso dei colloqui con l'Amministrazione, il sito di monitoraggio è stato identificato nel piazzale della Via Nazionale (S.S. 24) prospiciente la casa cantoniera dell'A.N.A.S..

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

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

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

Nel nostro caso, invece, dove per il periodo di monitoraggio si è protratto complessivamente per **58** giorni, ripartiti rispettivamente in **34** giorni nel 1° periodo e **24** giorni nel 2° periodo, i dati acquisiti permettono di formulare una valutazione presuntiva degli andamenti stagionali per i vari inquinanti.

Nella Figura 1 è riportata - sulla cartografia del comune di Claviere - l'indicazione del sito nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso delle due campagne di monitoraggio. E' stato inoltre indicato il luogo presso il quale sono stati eseguiti alcuni prelievi di microinquinanti (I.P.A. e metalli) a completamento delle campagne di prelievo presso la Stazione Mobile.

Campagna di monitoraggio della Qualità dell'Aria

CLAVIERE

07/07/2000 - 30/07/2000

- Laboratorio Mobile
- Grande Albergo Claviere

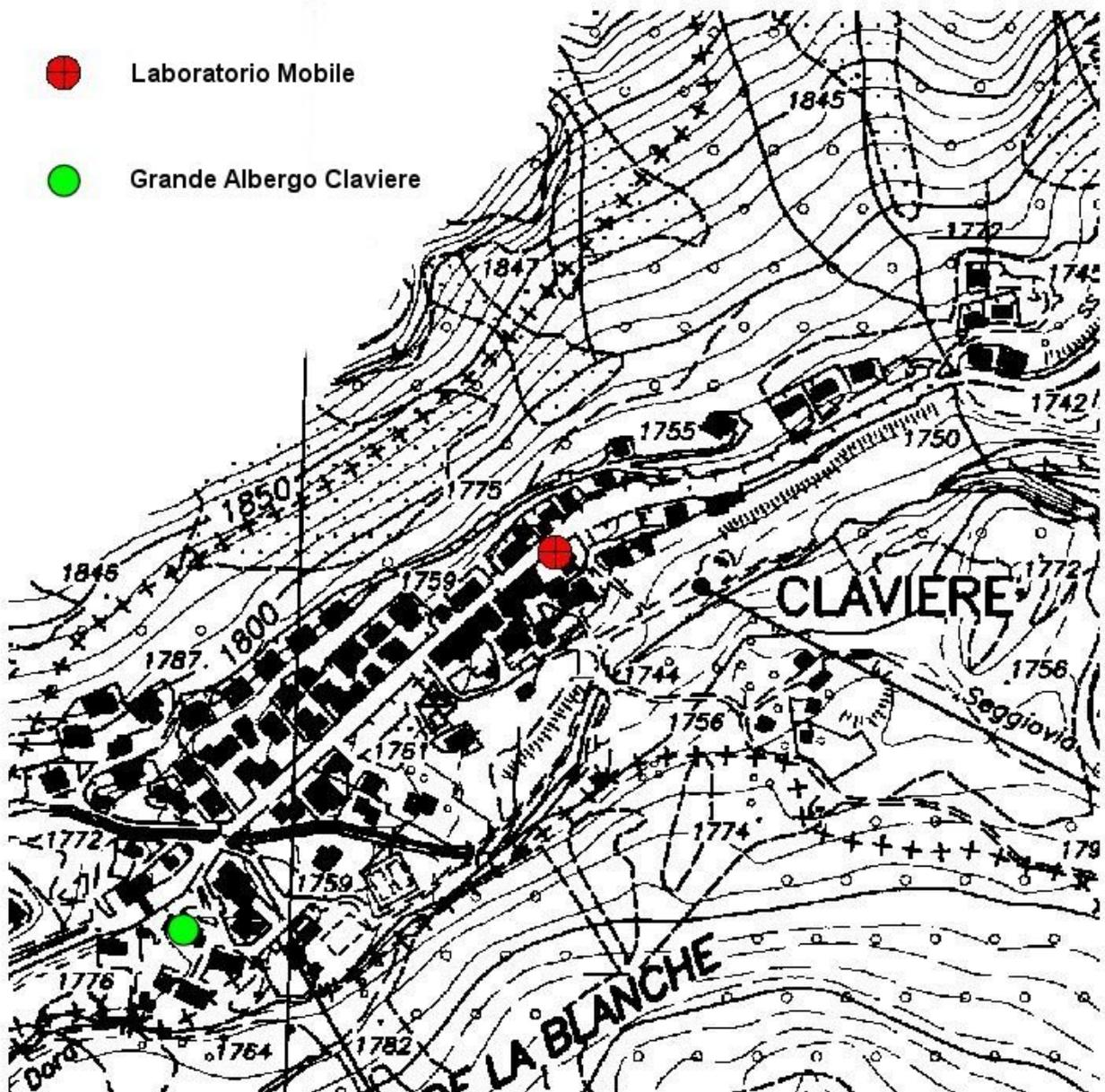


Figura 1 - Individuazione dei punti di prelievo nel corso delle campagne di monitoraggio

## **Descrizione della campagna**

Fra le fonti di inquinamento dell'aria precedentemente citate, nel territorio del Comune di Claviere rivestono particolare importanza il riscaldamento domestico ed il traffico veicolare, mentre le attività di tipo industriale risultano essere praticamente assenti.

**Il primo monitoraggio** - di seguito per brevità indicato, dal punto di vista temporale, come Novembre 1999 - è stato eseguito fra il 29 ottobre ed il 1 dicembre 1999. Si colloca nel semestre freddo, periodo nel quale sono attive entrambe le sorgenti di inquinamento dell'aria significative per la zona considerata.

Le condizioni atmosferiche che caratterizzano questo periodo dell'anno sono - in generale - rappresentative di una situazione di criticità medio-alta per tutti gli inquinanti, ad eccezione dell'ozono.

**Il secondo monitoraggio** è stato condotto nelle giornate fra il 7 luglio e l'8 agosto 2000; tuttavia, a causa di un malfunzionamento, i dati acquisiti nel corso degli ultimi giorni di campagna si sono rivelati inutilizzabili. Il periodo utile di monitoraggio risulta quindi essere limitato alle giornate dal 7 luglio al 31 luglio; le valutazioni sull'inquinamento atmosferico nel comune di Claviere sono quindi relative ad un momento dell'anno nel quale il contributo del riscaldamento domestico è assente.

Le condizioni atmosferiche tipiche del periodo considerato sono favorevoli da un lato alla dispersione degli inquinanti e dall'altro alla formazione di inquinanti fotochimici.

Durante il periodo di monitoraggio sono stati effettuati, oltre ai prelievi in continuo presso il Laboratorio Mobile, prelievi discontinui di aeriformi - anche presso altri siti - atti a studiare la concentrazione e la tipologia dei principali Composti Organici Volatili (V.O.C.), degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.), dei Metalli (Pb, Cd e Ni) presenti nell'aria. Tali prelievi, relativi ad un ambito temporale di 24 ore, si ritiene che forniscano indicazioni di massima sulle concentrazioni degli inquinanti non analizzabili in continuo.

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

## ***Elaborazione dati meteorologici***

In questo paragrafo vengono presentati i dati meteorologici registrati durante la seconda campagna di monitoraggio (luglio 2000). La valutazione statistica ed alcune elaborazioni grafiche (nello specifico quelle riguardanti la direzione di provenienza del vento) relative ai dati registrati nel corso del mese di novembre 1999 sono stati trasmessi nella Relazione Preliminare inviata in precedenza.

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

V.V.	Velocità Vento	m/s
D.V.	Direzione Vento	gradi
T. A.	Temperatura Aria	°C
U. A.	Umidità relativa	%
R.S.T.	Radiazione solare totale	W/m <sup>2</sup>

In particolare, per quanto riguarda la direzione di provenienza del vento, i dati sono stati ulteriormente elaborati in una rappresentazione grafica volta ad evidenziare eventuali alternanze nel corso del ciclo giorno-notte.

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

Si fa presente che i dati relativi ai parametri pressione atmosferica e radiazione solare netta - riportati nella tabella 4 della Relazione Preliminare - non devono essere considerati validi a causa del non corretto funzionamento degli specifici sensori.

**Tabella 3 - Valutazione statistica dei parametri meteorologici relativi al mese di luglio 2000**

parametro (calme escluse)	V.V. m/s
<b>% calme (misure &lt; 0.5 m/s):</b>	<b>17.0</b>
Valore minimo:	0.5
Valore massimo:	5.0
Valore medio:	1.9
Deviaz.Standard:	0.8

parametro	T.A. °C
Valore minimo:	4
Valore massimo:	25
Valore medio:	13
Valore mediana:	12
Deviaz.Standard:	4

parametro	U.R. %
Valore minimo:	33.2
Valore massimo:	99.4
Valore medio:	75.5
Valore mediana:	77.0
Deviaz.Standard:	20.0

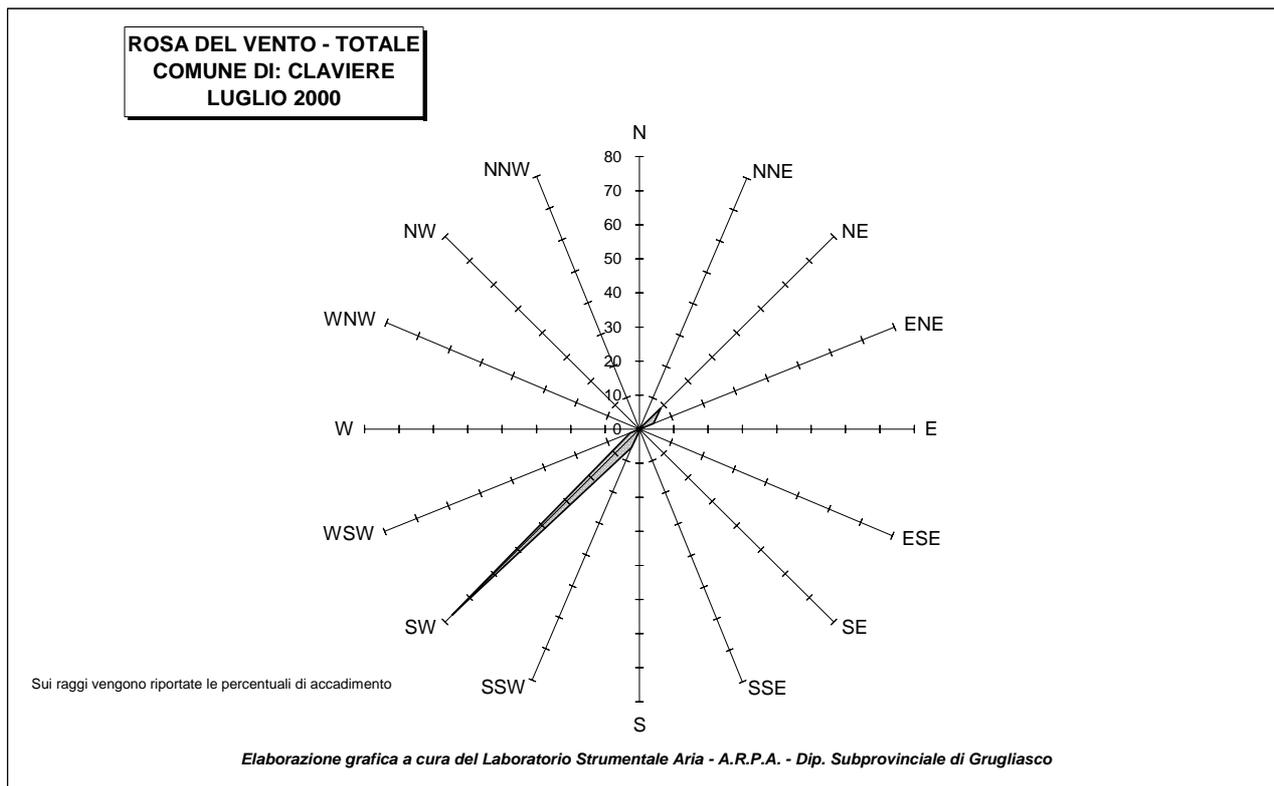
parametro	R.S.T. W/m <sup>2</sup>
Valore minimo:	0
Valore massimo:	977
Valore medio:	247
Valore mediana:	54
Deviaz.Standard:	316

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore diurne	6-18
N	0
NNE	0
NE	13
ENE	8
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	1
SSW	10
SW	68
WSW	0
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (diurno - calme escluse)	262

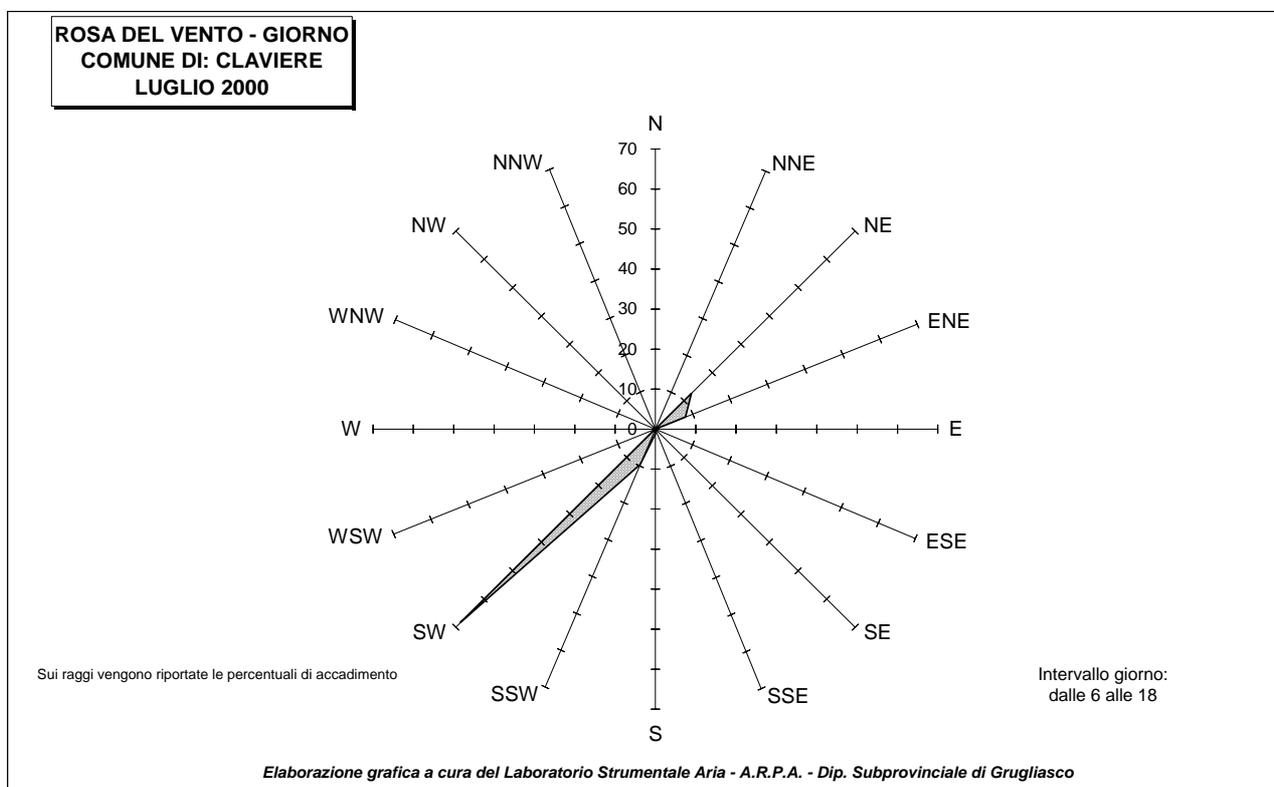
percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore notturne	19-5
N	0
NNE	0
NE	4
ENE	0
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	0
SSW	1
SW	88
WSW	6
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero eventi (notturno - calme escluse)	215

percentuale direzione vento (calme escluse)	
ore totali	
N	0
NNE	0
NE	9
ENE	4
E	0
ESE	0
SE	0
SSE	0
S	1
SSW	6
SW	77
WSW	3
W	0
WNW	0
NW	0
NNW	0
Numero totale eventi (calme escluse)	477

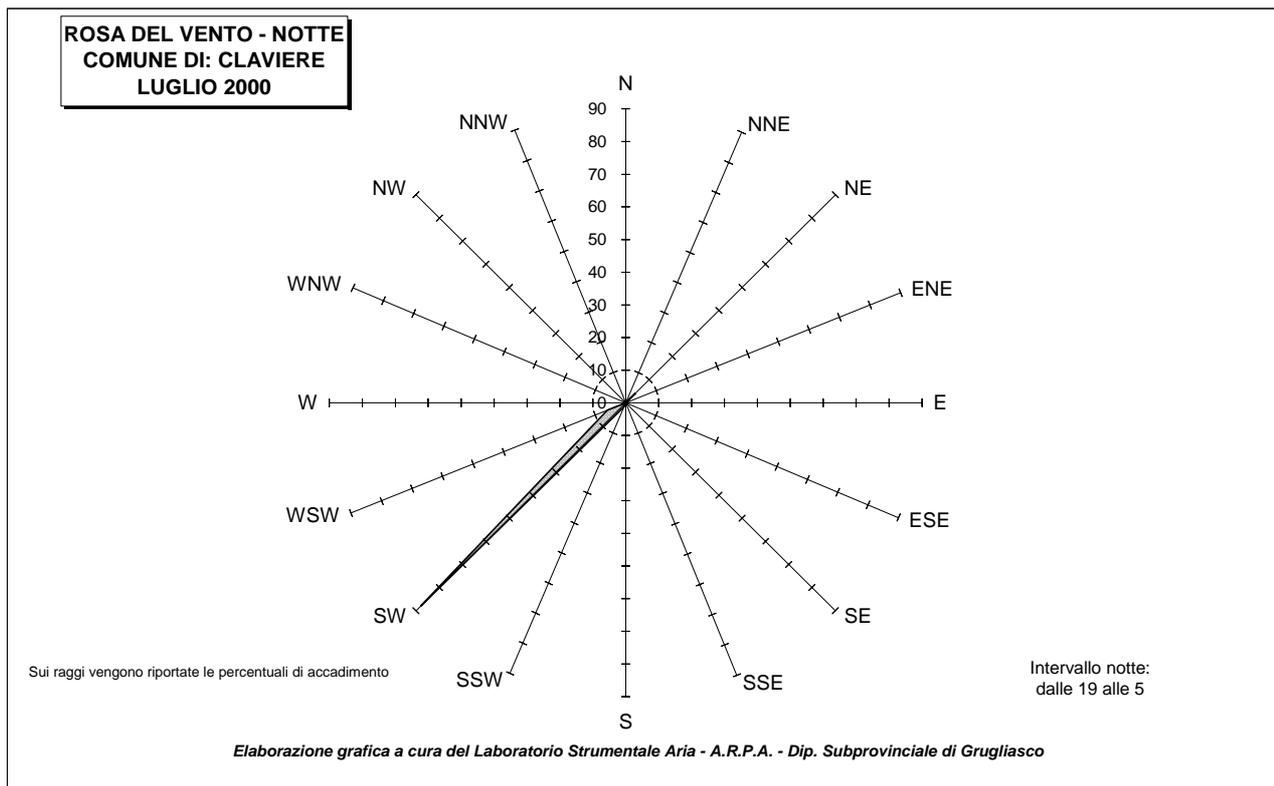
## Parametro Direzione Vento - luglio 2000



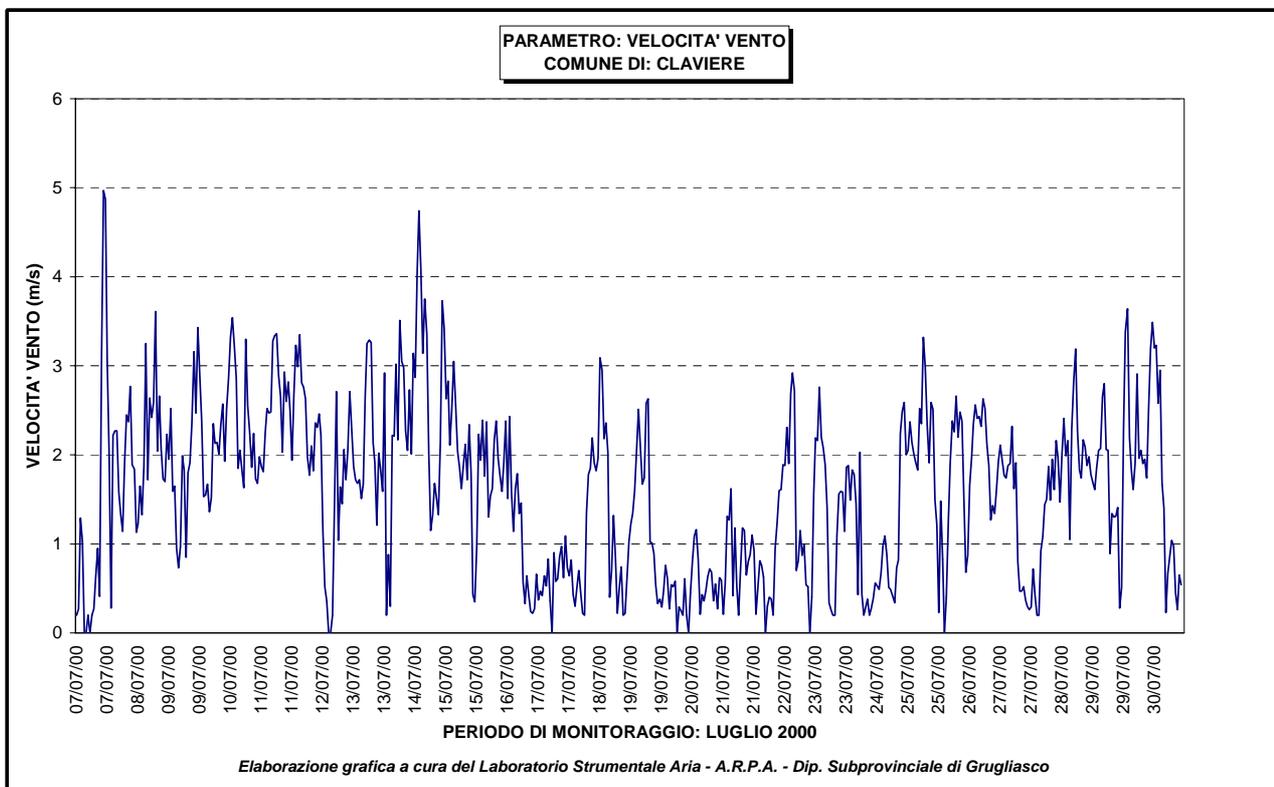
## Parametro Direzione Vento, ore diurne - luglio 2000



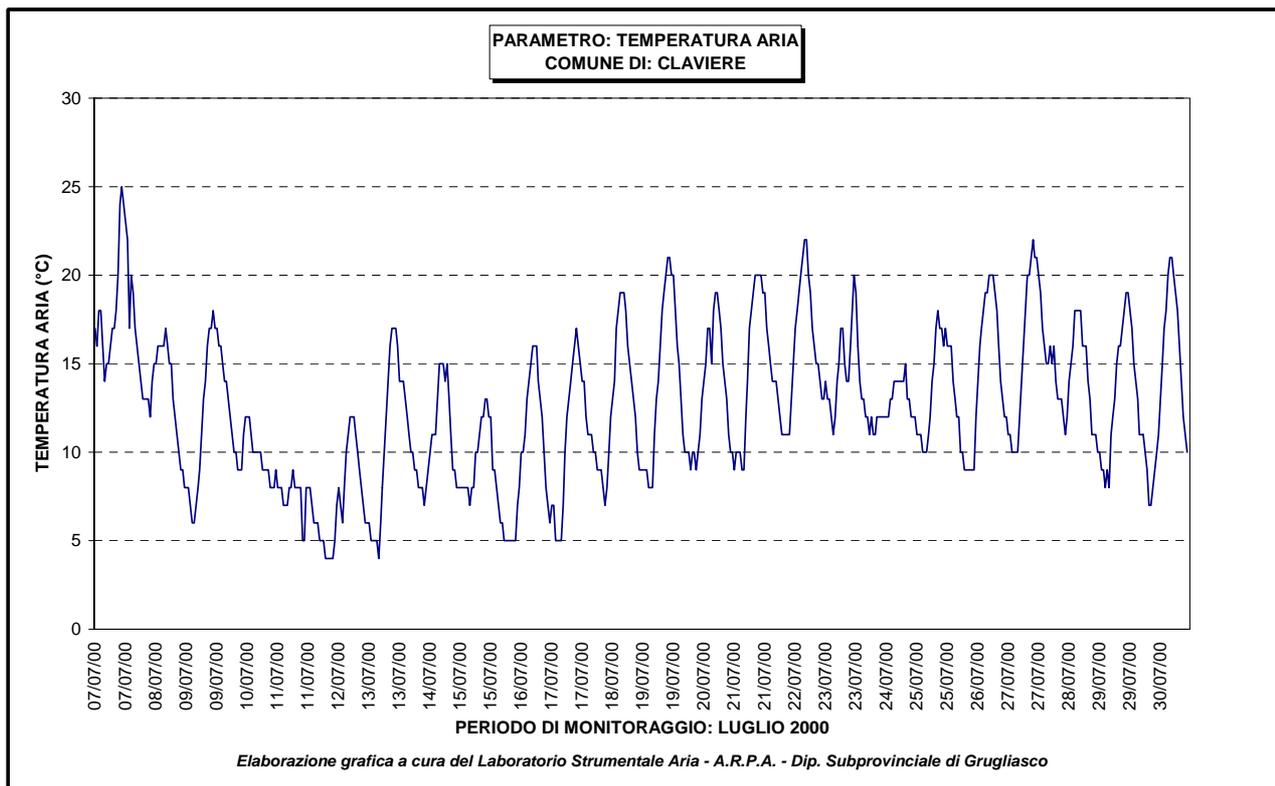
## Parametro Direzione Vento, ore notturne - luglio 2000



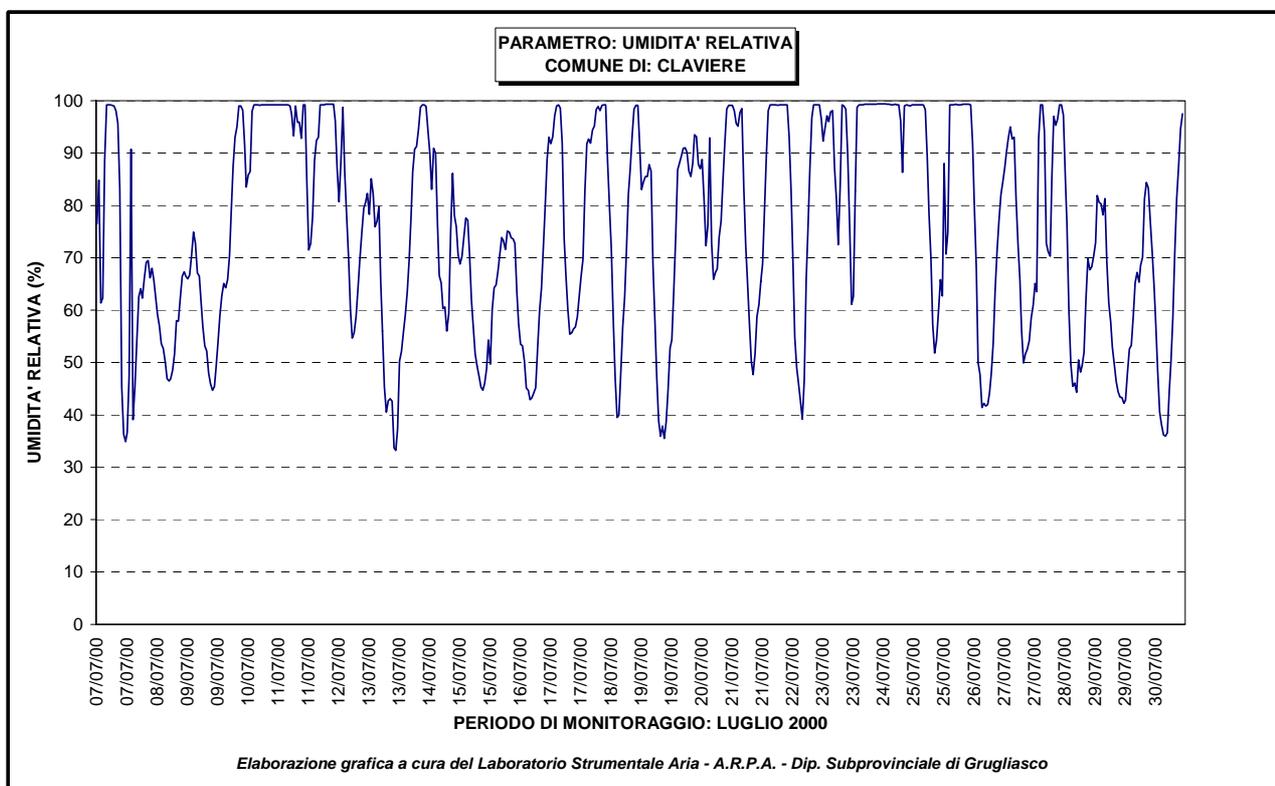
## Parametro Velocità Vento - luglio 2000



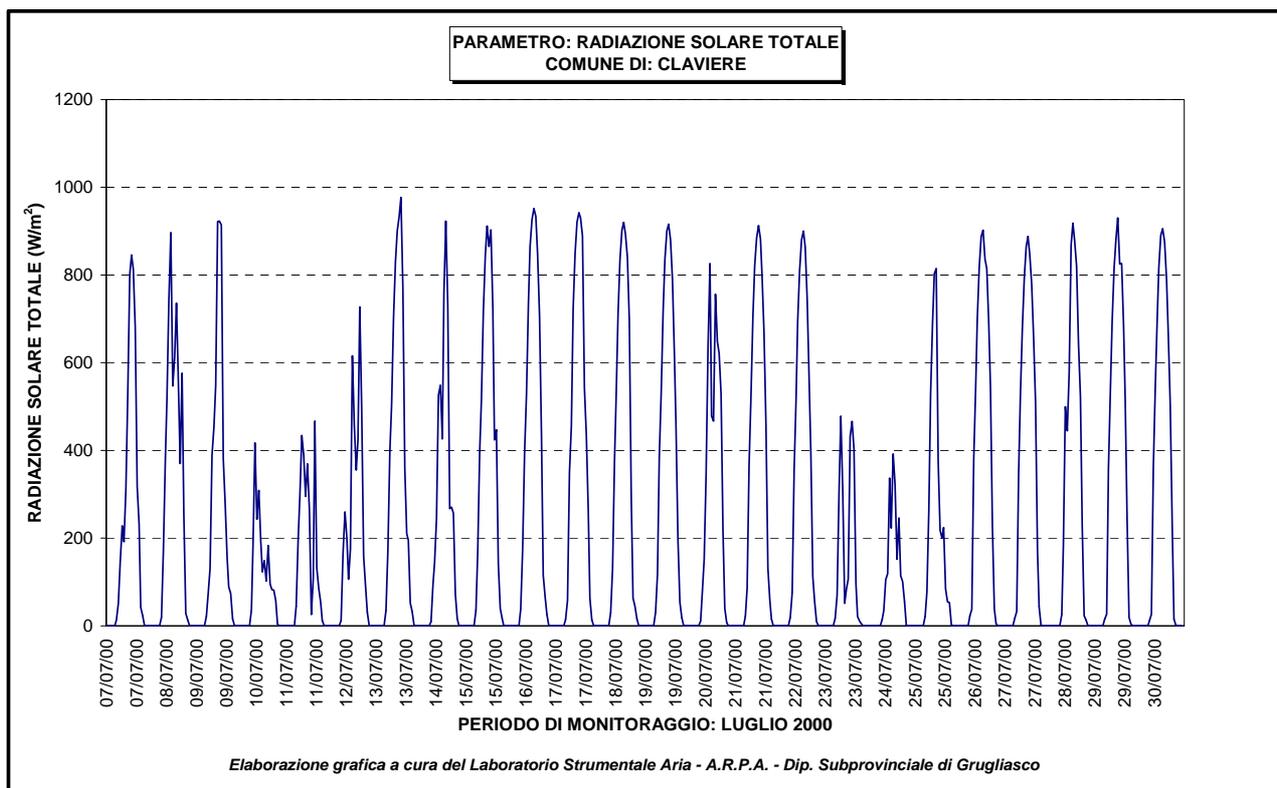
## Parametro Temperatura Aria - luglio 2000



## Parametro Umidità Relativa - luglio 2000



# Parametro Radiazione Solare Totale - luglio 2000



## ***Elaborazione statistica dati di inquinamento atmosferico (1° e 2° periodo)***

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

### **Rappresentazione media oraria e giornaliera - Superamento dei limiti di legge**

La prima valutazione statistica (tabelle 4 e 5) riassume, per ogni inquinante, i valori minimi, medi e massimi. La seconda valutazione (tabelle 6 e 7), invece, evidenzia gli eventuali superamenti dei limiti di legge per i diversi inquinanti durante i due periodi di monitoraggio.

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

- SO<sub>2</sub>      BIOSSIDO DI ZOLFO
- CO        MONOSSIDO DI CARBONIO
- NO<sub>2</sub>     BIOSSIDO DI AZOTO
- NO        MONOSSIDO DI AZOTO
- NO<sub>x</sub>     OSSIDI DI AZOTO TOTALI
- O<sub>3</sub>        OZONO
- PTS        POLVERI TOTALI SOSPESI

## Tabella 4 - valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di

### Novembre 1999

I valori sono riferiti a medie orarie e sono quindi confrontabili con i livelli di attenzione per tutti gli inquinanti tranne per SO<sub>2</sub> e PTS, per i quali i livelli di attenzione e di allarme sono riferiti a medie **giornaliera**

inquinante :	SO <sub>2</sub>
	µg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	35.5
Valore medio:	4.5
Valore mediana:	3.4
Deviaz. Standard:	4.9

inquinante :	NO
	µg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	0
Valore massimo:	81
Valore medio:	8
Valore mediana:	5
Deviaz. Standard:	11

inquinante :	NO <sub>2</sub>
	µg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	0
Valore massimo:	70
Valore medio:	17
Valore mediana:	14
Deviaz. Standard:	12

inquinante :	NO <sub>x</sub>
	µg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	0
Valore massimo:	150
Valore medio:	25
Valore mediana:	19
Deviaz. Standard:	23

inquinante :	CO
	mg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	2.4
Valore medio:	0.7
Valore mediana:	0.7
Deviaz. Standard:	0.3

inquinante :	O <sub>3</sub>
	µg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	5
Valore massimo:	89
Valore medio:	51
Valore mediana:	53
Deviaz. Standard:	19

inquinante :	PTS
	µg/m <sup>3</sup>
Valore minimo:	1
Valore massimo:	470
Valore medio:	34
Valore mediana:	20
Deviaz. Standard:	49

**Tabella 5:** valutazione statistica degli inquinanti rilevati nel mese di

## Luglio 2000

I valori sono riferiti a medie orarie e sono quindi confrontabili con i livelli di attenzione per tutti gli inquinanti tranne per SO<sub>2</sub> e PTS, per i quali i livelli di attenzione e di allarme sono riferiti a medie giornaliere

inquinante :	SO <sub>2</sub>
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	9.6
Valore medio:	1.2
Valore mediana:	1.0
Deviaz. Standard:	1.3

inquinante :	NO
Valore minimo:	2
Valore massimo:	57
Valore medio:	19
Valore mediana:	14
Deviaz. Standard:	15

inquinante :	NO <sub>2</sub>
Valore minimo:	2
Valore massimo:	37
Valore medio:	8
Valore mediana:	7
Deviaz. Standard:	6

inquinante :	NO <sub>x</sub>
Valore minimo:	4
Valore massimo:	84
Valore medio:	27
Valore mediana:	23
Deviaz. Standard:	19

inquinante :	CO
Valore minimo:	0.0
Valore massimo:	1.0
Valore medio:	0.4
Valore mediana:	0.4
Deviaz. Standard:	0.2

inquinante :	O <sub>3</sub>
Valore minimo:	30
Valore massimo:	198
Valore medio:	97
Valore mediana:	91
Deviaz. Standard:	30

inquinante :	PTS
Valore minimo:	0
Valore massimo:	275
Valore medio:	16
Valore mediana:	7
Deviaz. Standard:	24

**Tabella 6:** numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

**Novembre 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°	%
SO <sub>2</sub>	816	100.0	125 (*)	0	0.0	250 (*)	0	0.0	80 (1)	0	0.0
NO <sub>2</sub>	325	39.8	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O <sub>3</sub>	809	99.1	180	0	0.0	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	430	52.7	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	815	99.9	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

INQUINANTE	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°	%
O <sub>3</sub>	809	99.1	0	0.0	0	0.0	3	8.8

(1) media trascinata sulle 8 ore

(2) media oraria

(3) media giornaliera

**Tabella 7:** numeri di superamenti registrati durante la campagna di monitoraggio del mese di

**Luglio 2000**

INQUINANTE	NUMERO DI LETTURE VALIDE		LIVELLO DI ATTENZIONE	NUMERO DI SUPERAMENTI		LIVELLO DI ALLARME	NUMERO DI SUPERAMENTI		STANDARD QUALITA' ARIA	NUMERO DI SUPERAMENTI	
	N°	%		N°	%		N°	%		N°	%
	SO2	426		74.0	125 (*)		0	0.0		250 (*)	0
NO2	456	79.2	200	0	0.0	400	0	0.0	200	0	0.0
O3	575	99.8	180	11	1.9	360	0	0.0	200	0	0.0
CO	228	39.6	15	0	0.0	30	0	0.0	40	0	0.0
PTS	575	99.8	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

INQUINANTE	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°	%
O <sub>3</sub>	576	100.0	112	27.5	0	0.0	24	100.0

(1) media trascinata sulle 8 ore

(2) media oraria

(3) media giornaliera

## ***Elaborazione grafica dati di inquinamento atmosferico***

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

### **Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge**

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

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

Per alcuni parametri, i cui valori sono risultati nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse delle ordinate rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio, e può essere inviata su richiesta specifica.

Per NO ed NO<sub>x</sub>, parametri per i quali la normativa non prevede limiti, sono stati riportati gli andamenti delle medie orarie.

### **Giorno medio**

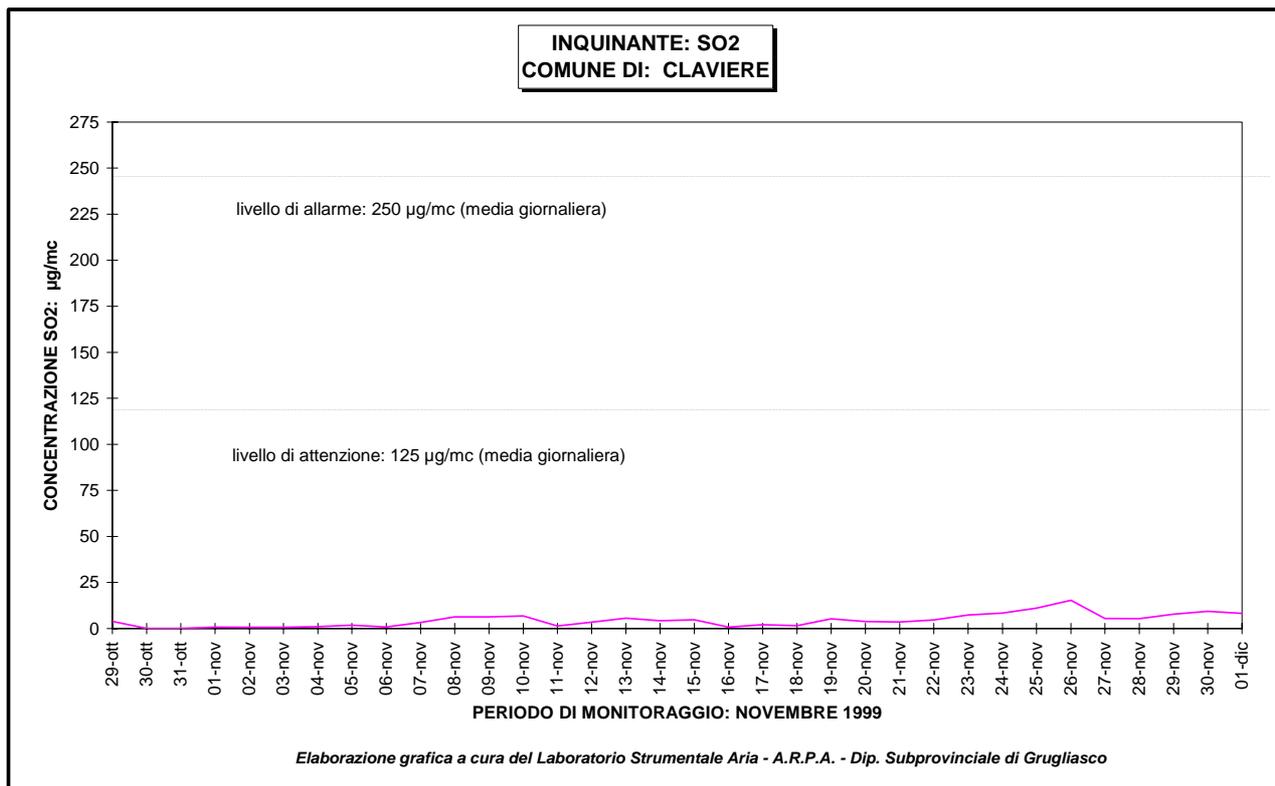
Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato - per entrambi i periodi - il giorno medio: questo si ottiene calcolando, per ognuna delle 24 ore che costituiscono la giornata, la media aritmetica dei valori medi orari registrati nel periodo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

In questo modo è possibile evidenziare in quali ore della giornata le concentrazioni di inquinanti siano generalmente maggiori, nonché fornire informazioni sulla persistenza degli inquinanti durante la giornata.

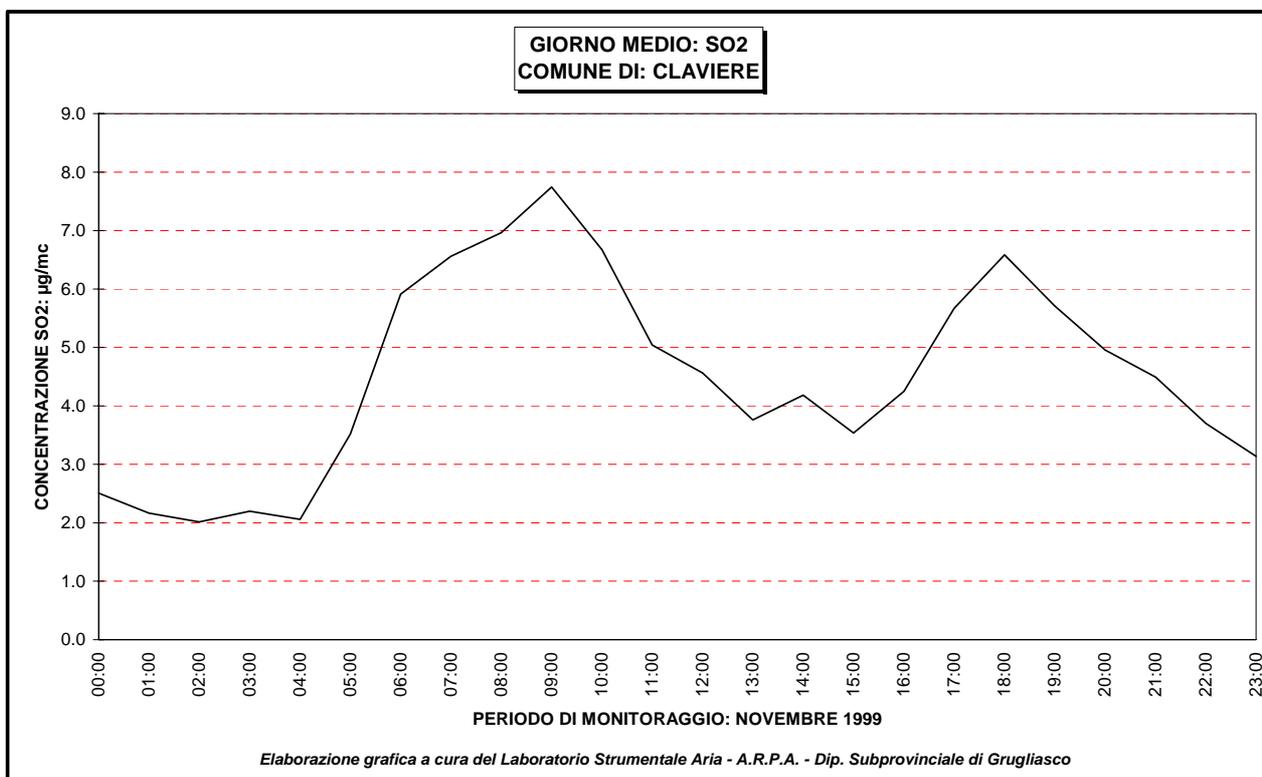
### **Ozono**

La normativa relativa all'ozono prevede, oltre ai livelli di attenzione e di allarme, un livello di protezione per la salute umana, calcolato come media mobile trascinata sulle 8 ore, e due livelli di protezione della vegetazione, espressi come media oraria e come media giornaliera. Nella presente relazione vengono rappresentate graficamente le ulteriori elaborazioni statistiche relative ai valori di ozono - registrati nel corso delle due campagne - rispetto a tali limiti.

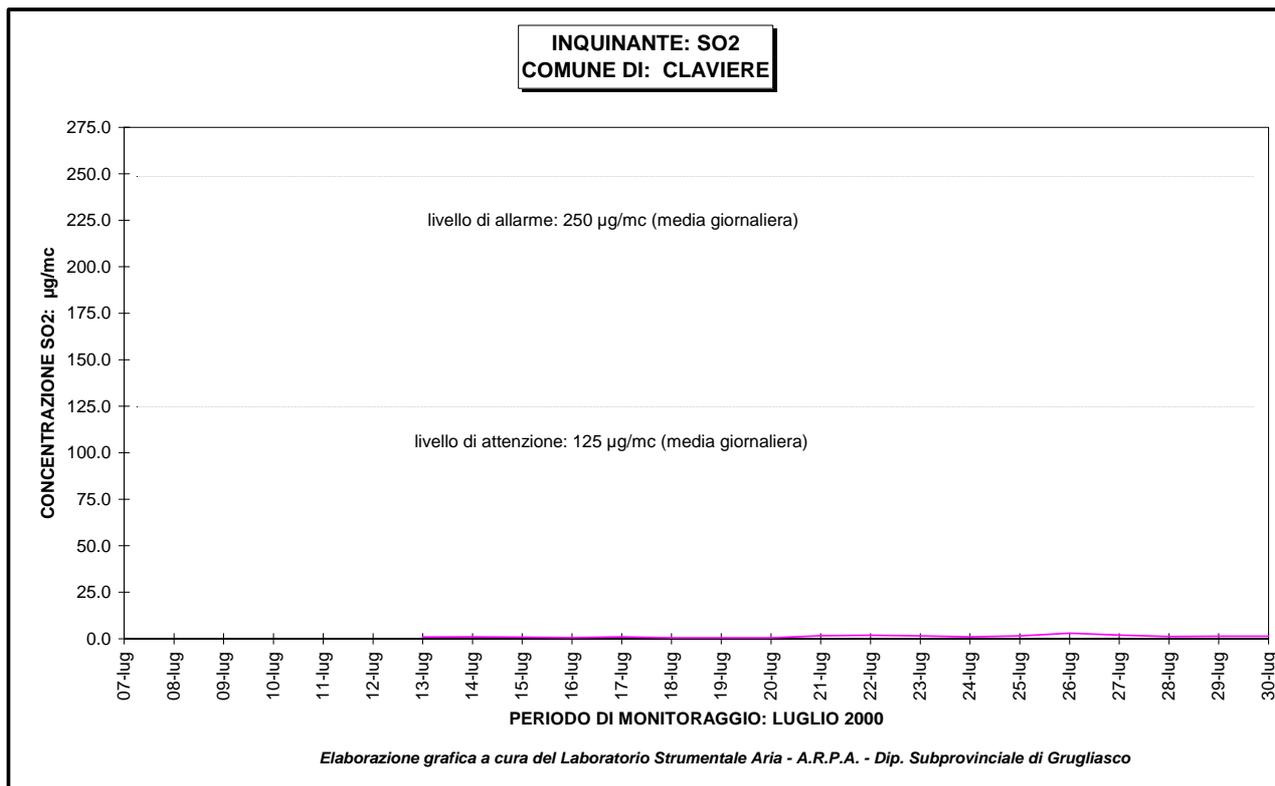
## SO<sub>2</sub>: confronto con limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo



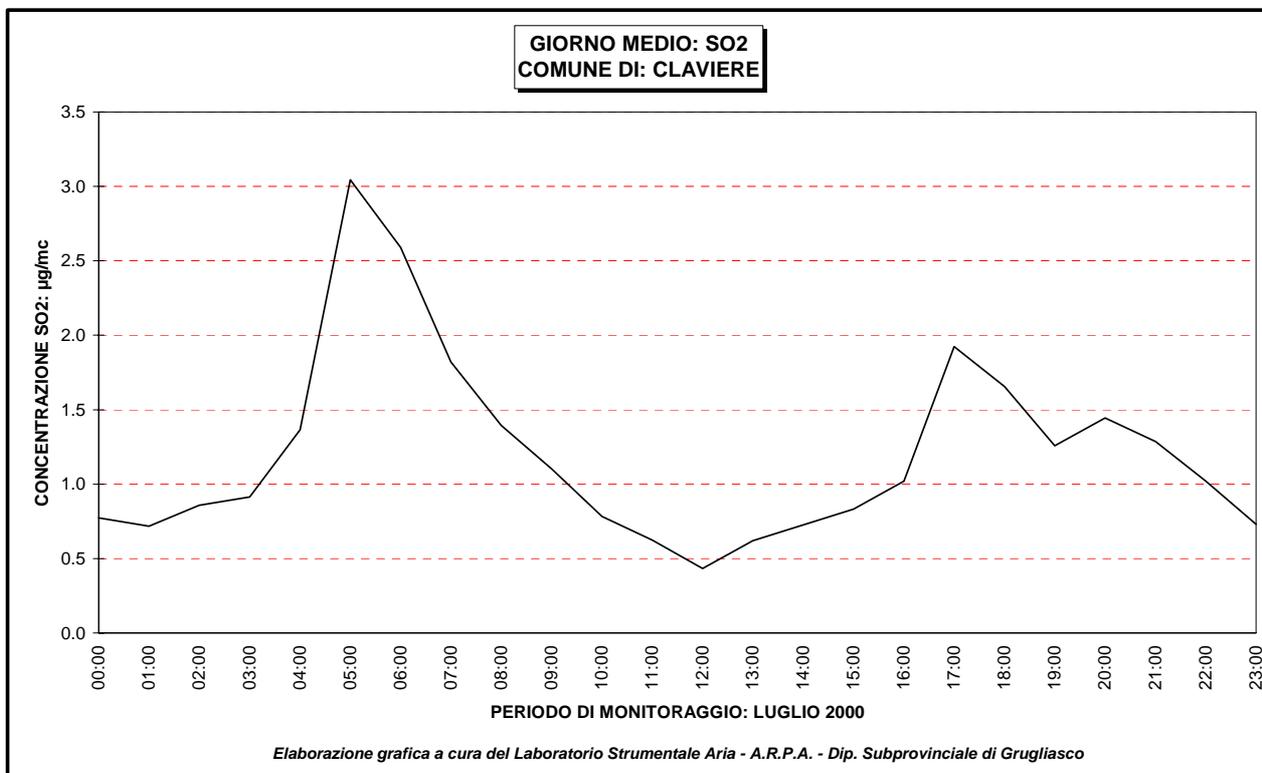
## SO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - 1° periodo



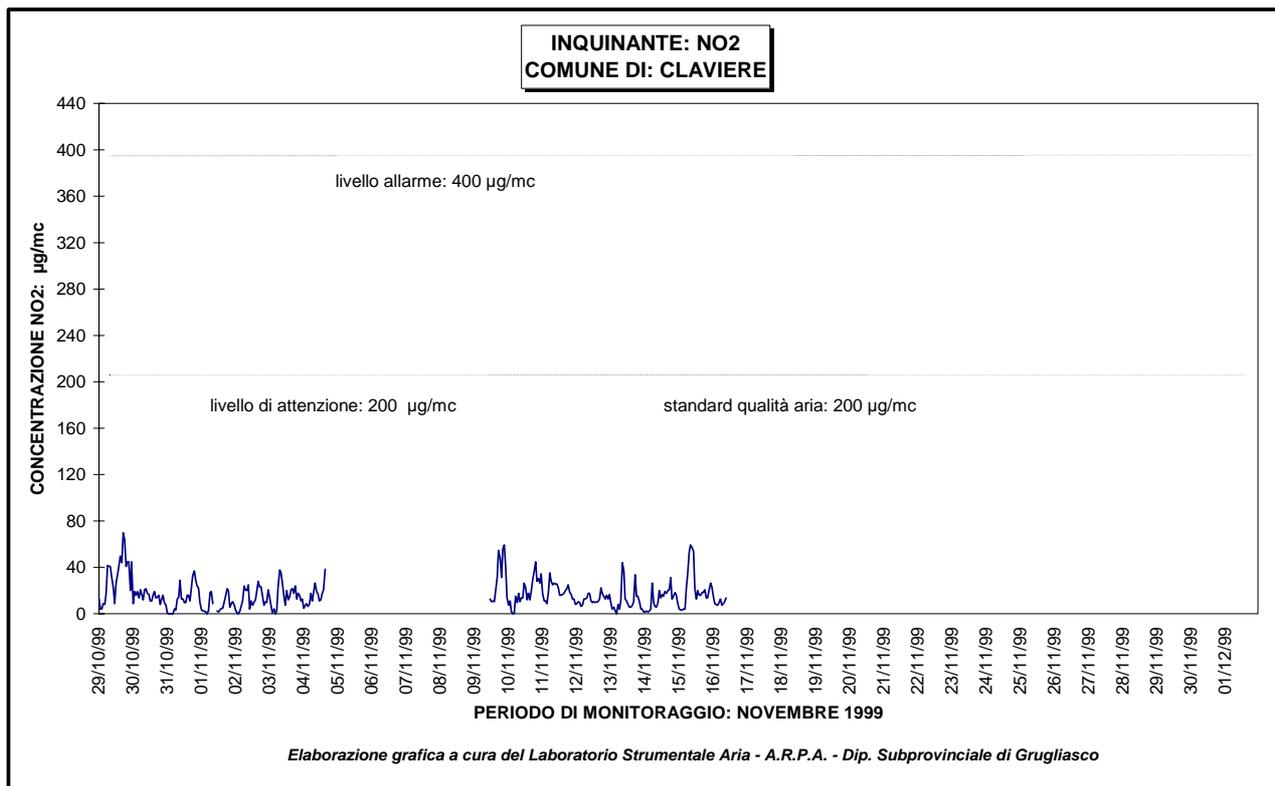
## SO<sub>2</sub>: confronto con limiti di legge (media giornaliera) - 2° periodo



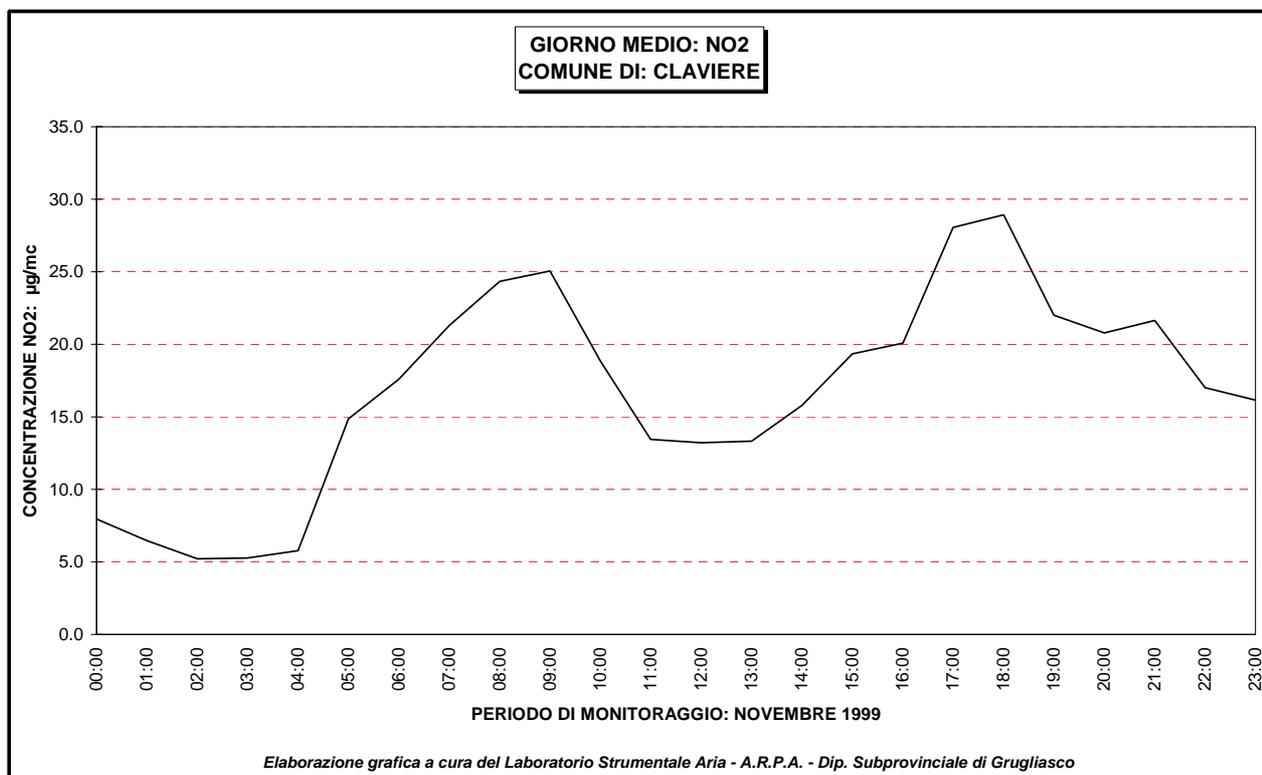
## SO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - 2° periodo



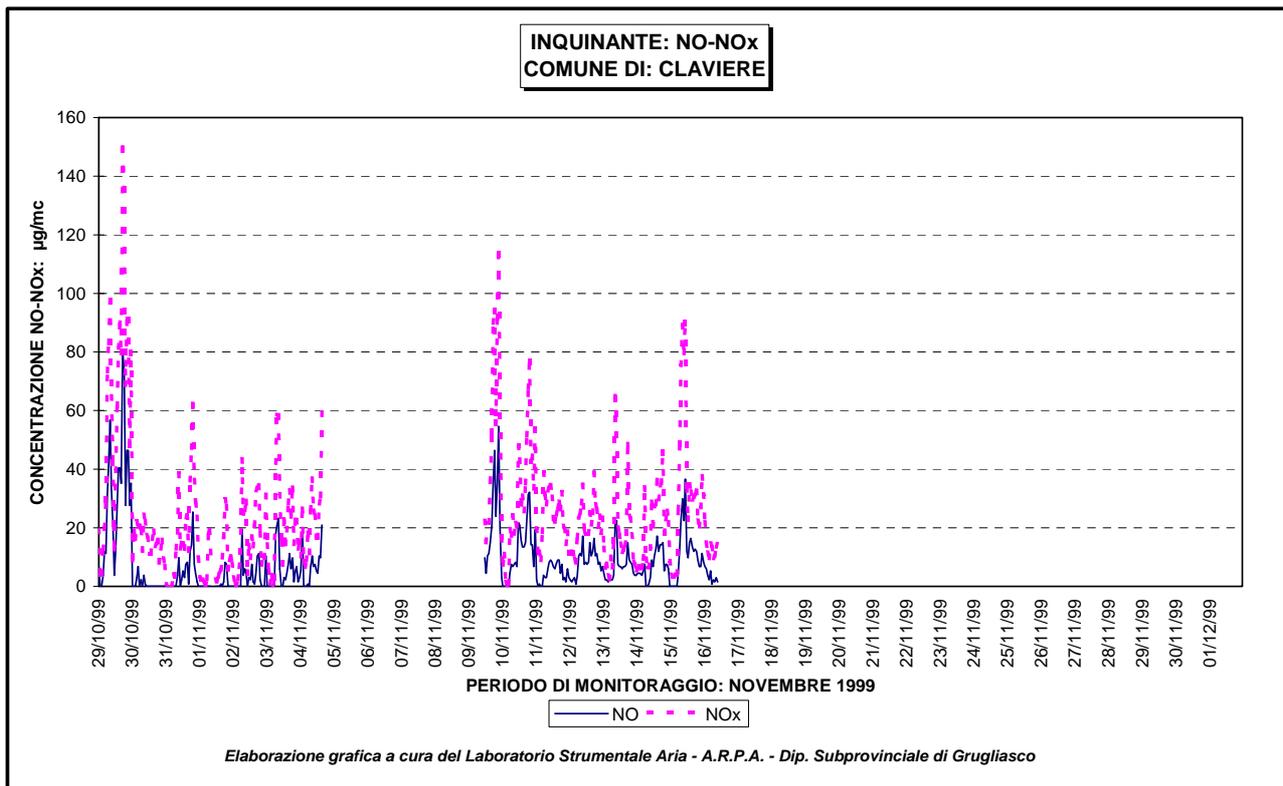
## NO<sub>2</sub>: confronto con limiti di legge - 1° periodo



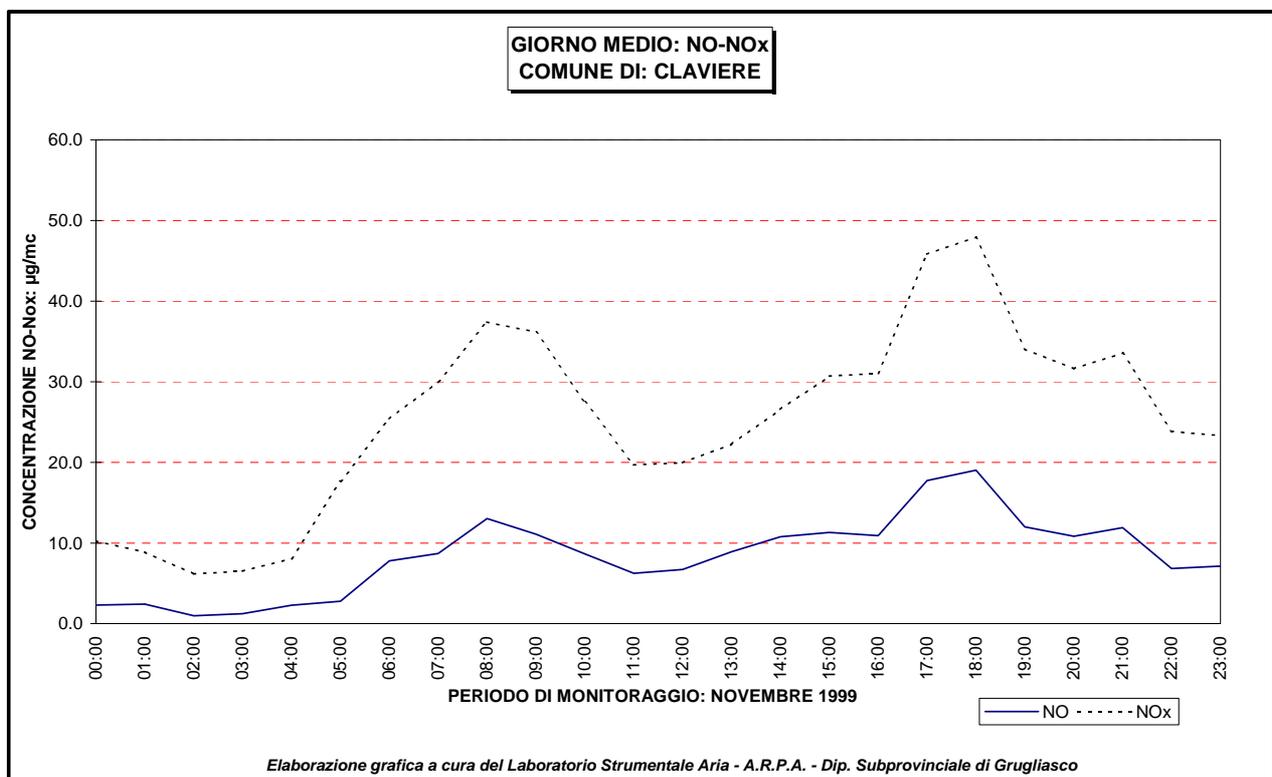
## NO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - 1° periodo –



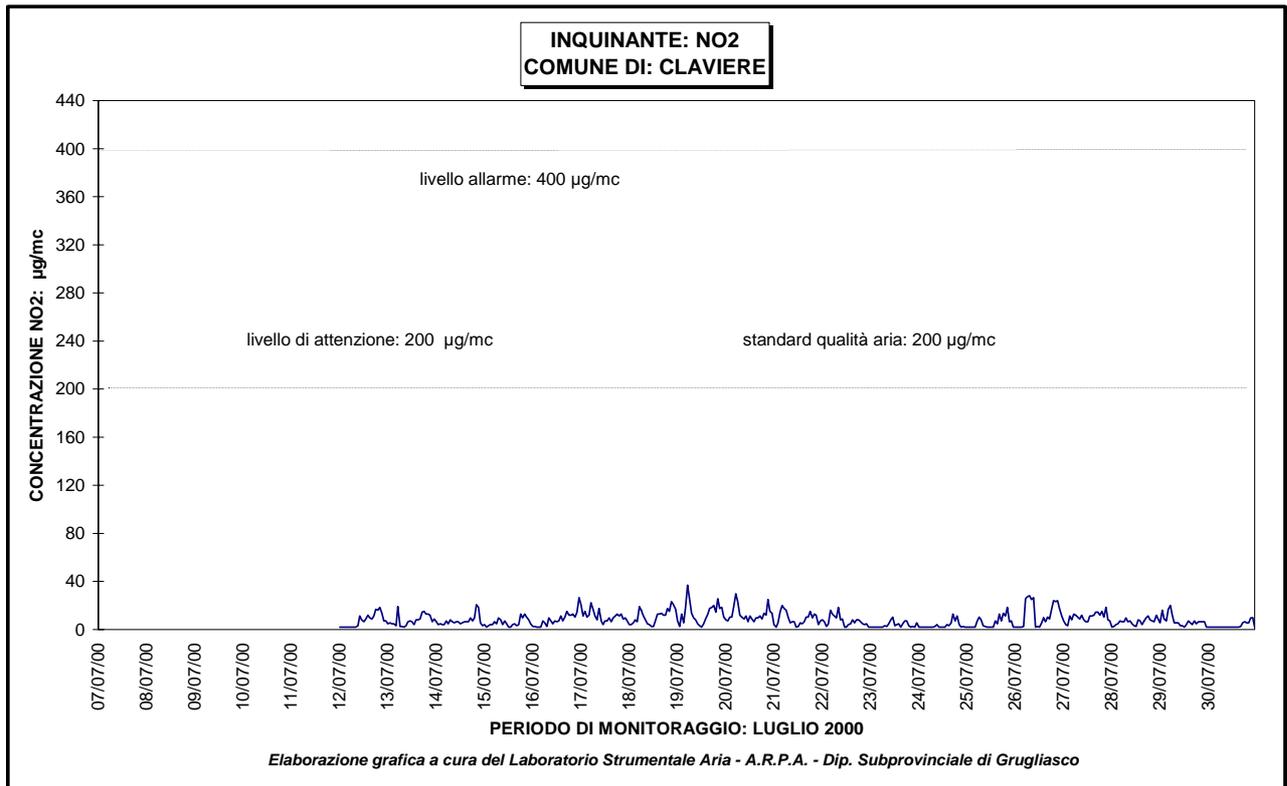
## NO - NO<sub>x</sub>: medie orarie - 1° periodo



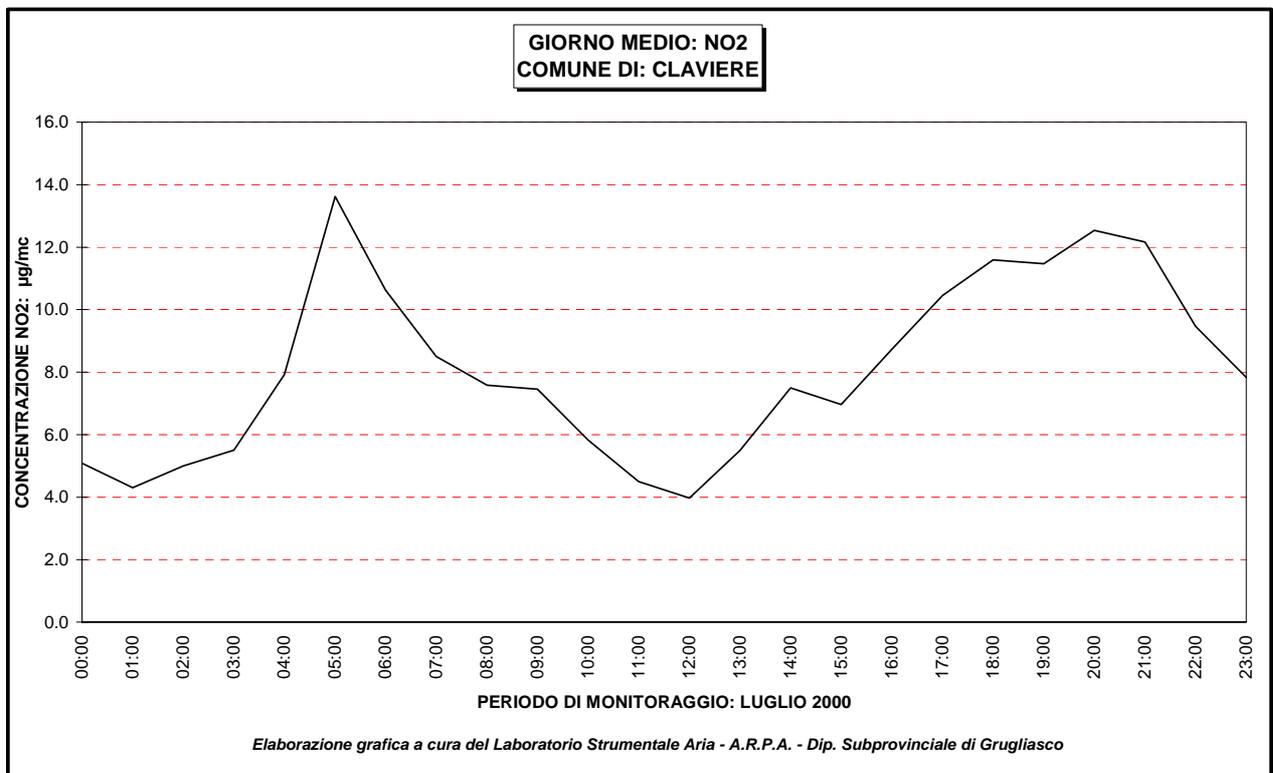
## NO - NO<sub>x</sub>: andamento giorno medio - 1° periodo



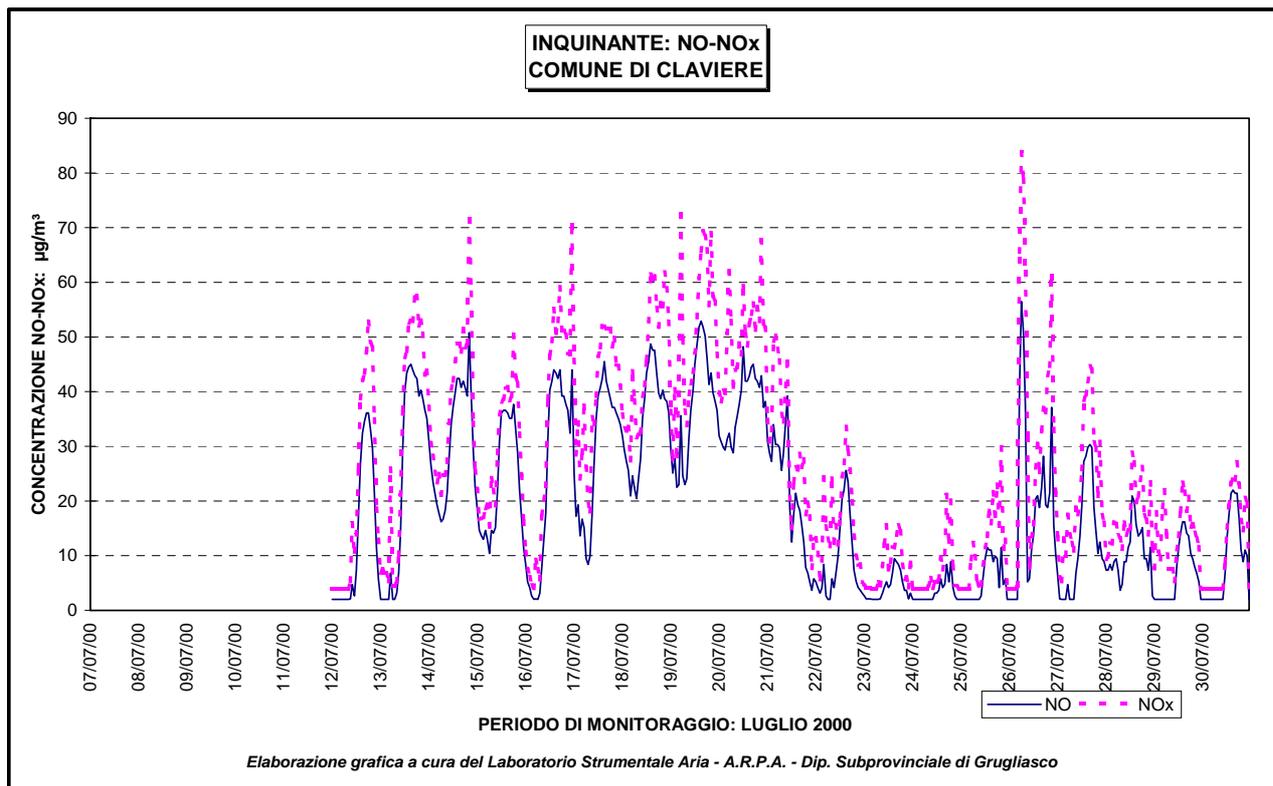
## NO<sub>2</sub>: confronto con limiti di legge - 2° periodo



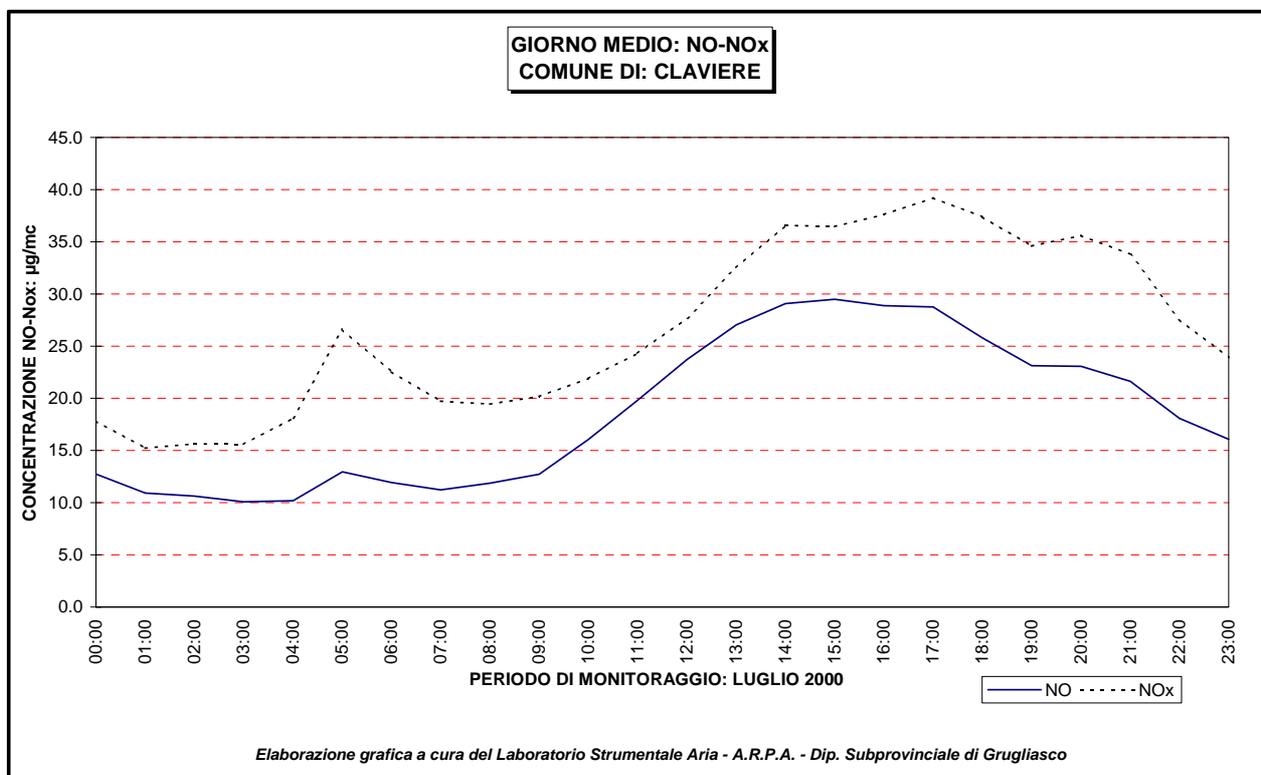
## NO<sub>2</sub>: andamento giorno medio - 2° periodo



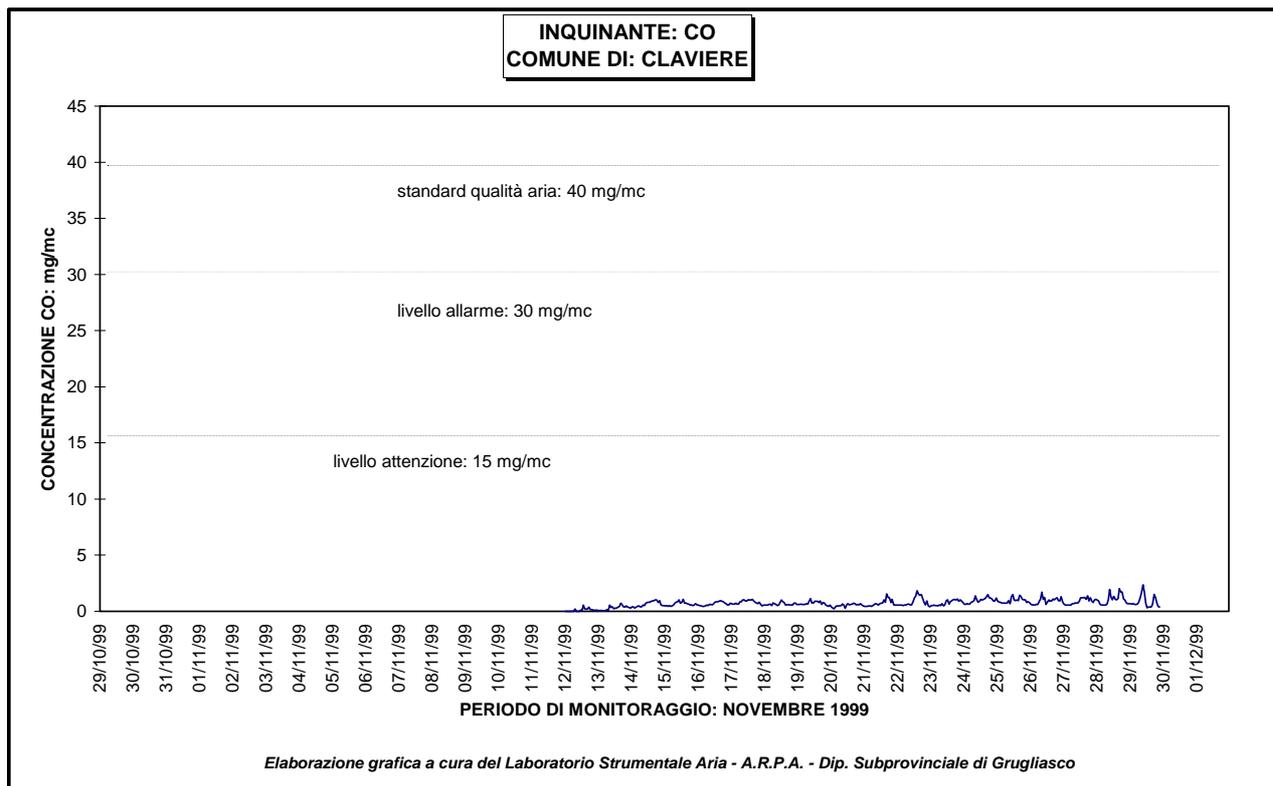
## NO - NO<sub>x</sub>: andamento medie orarie - 2° periodo



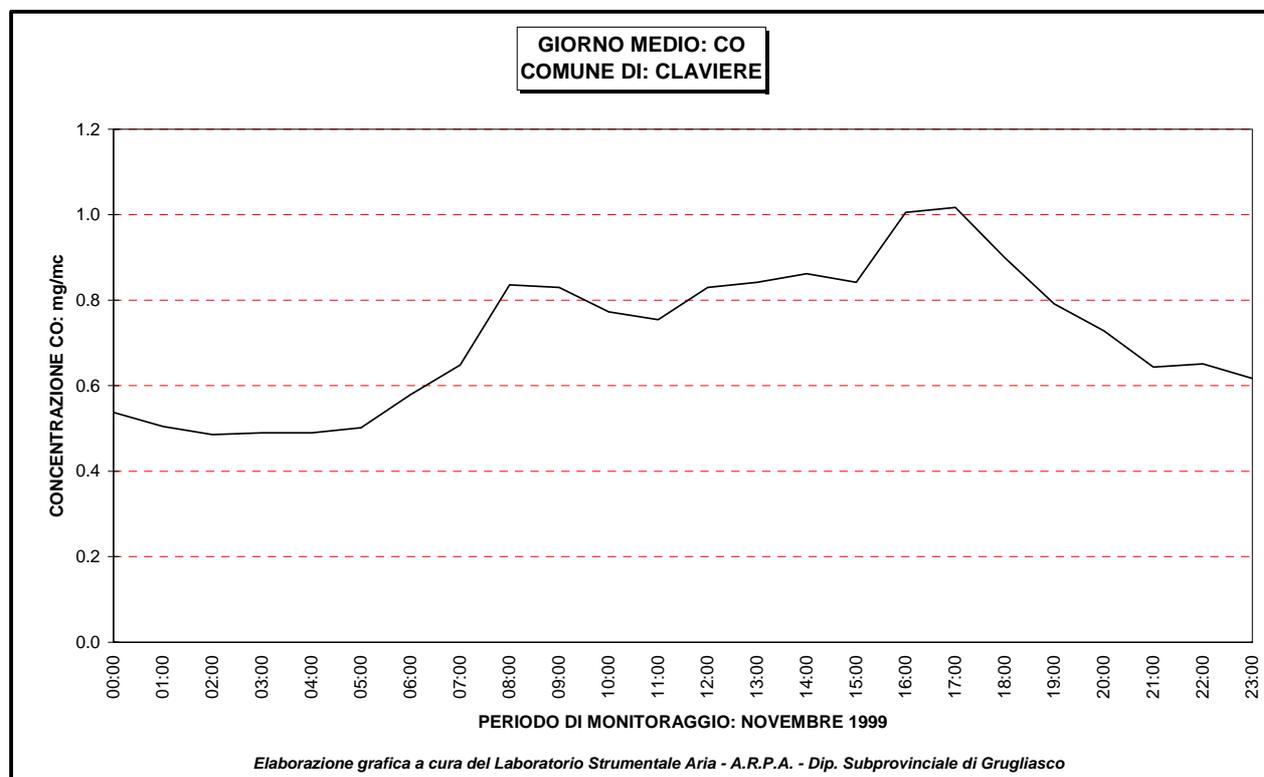
## NO - NO<sub>x</sub>: andamento giorno medio - 2° periodo



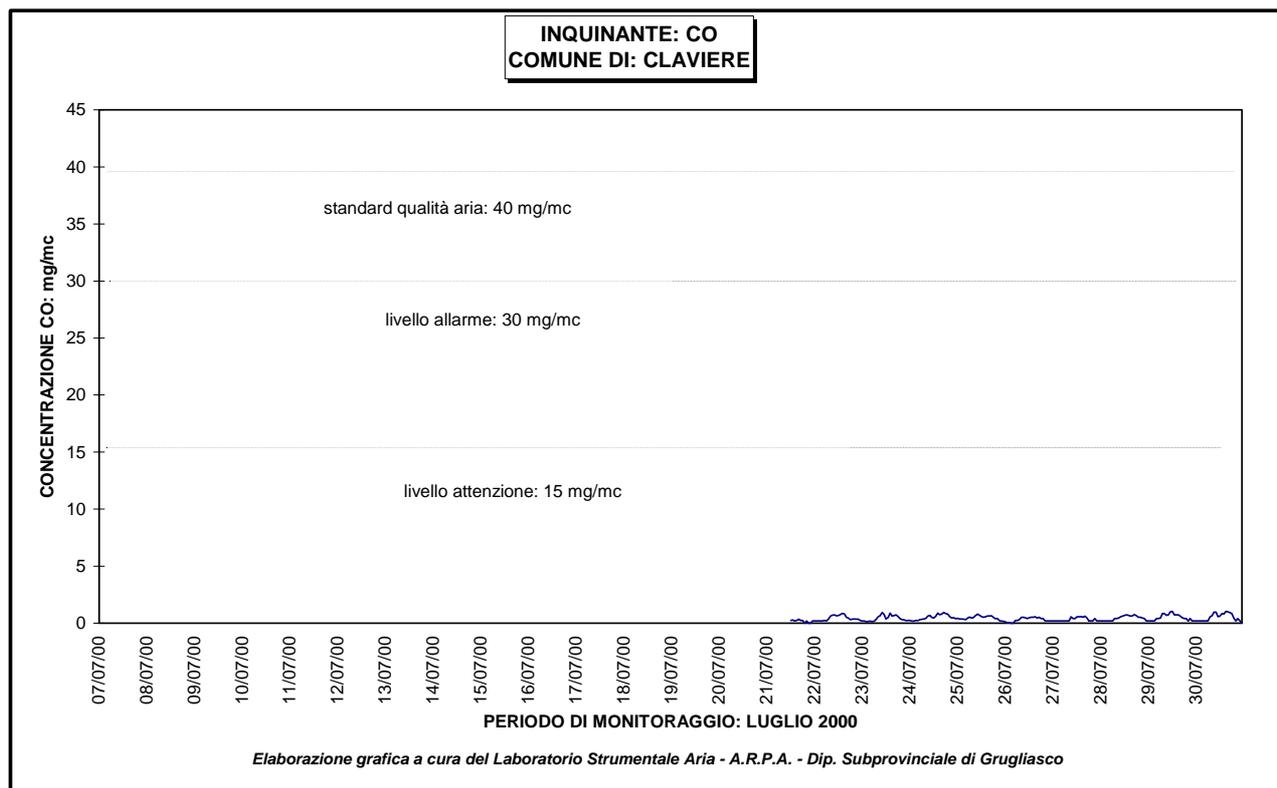
## CO: confronto con limiti di legge - 1° periodo



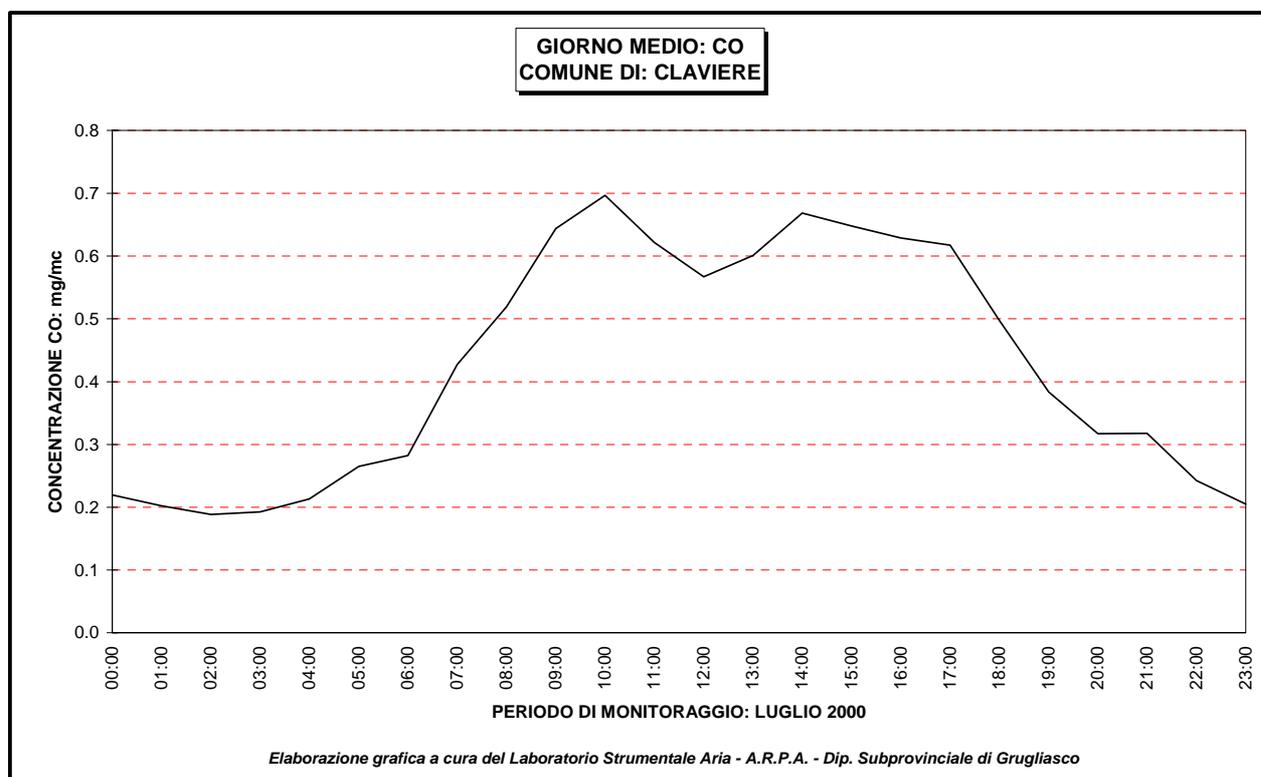
## CO: andamento giorno medio - 1° periodo



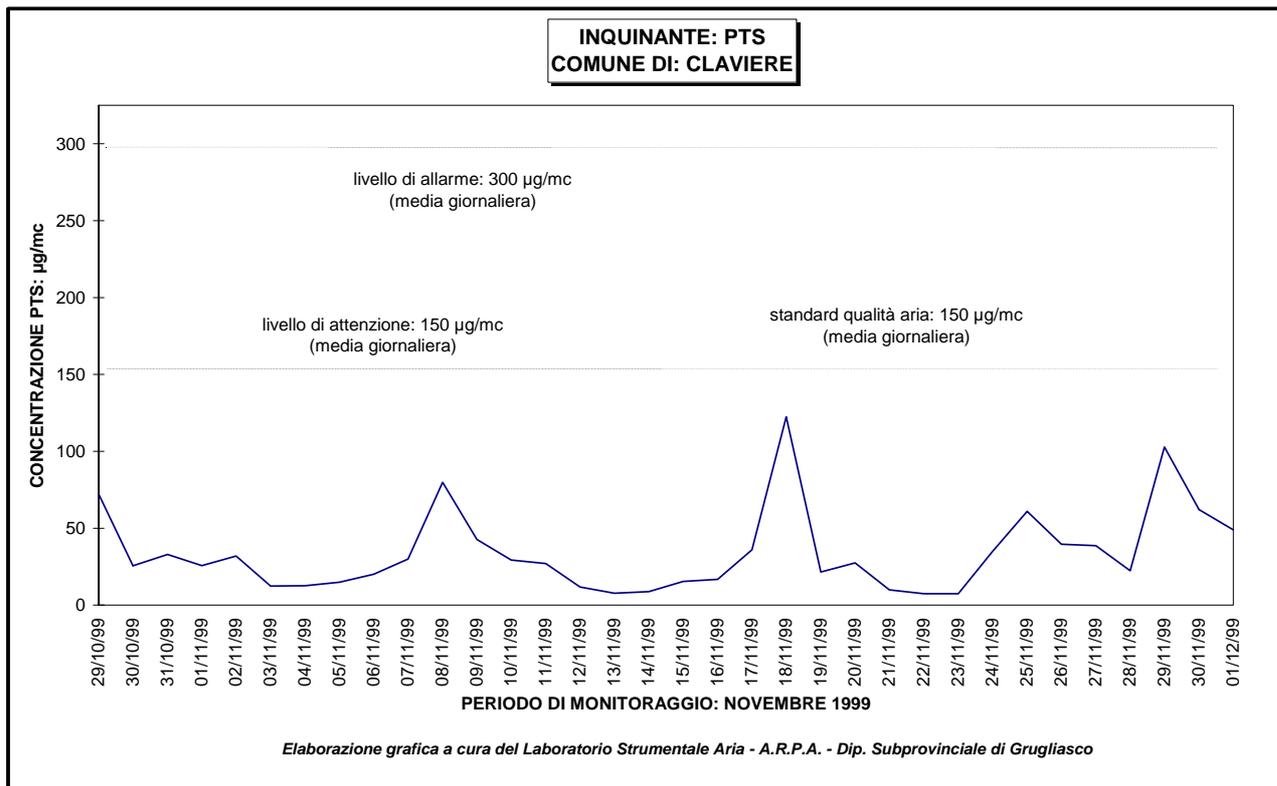
## CO: confronto con limiti di legge - 2° periodo



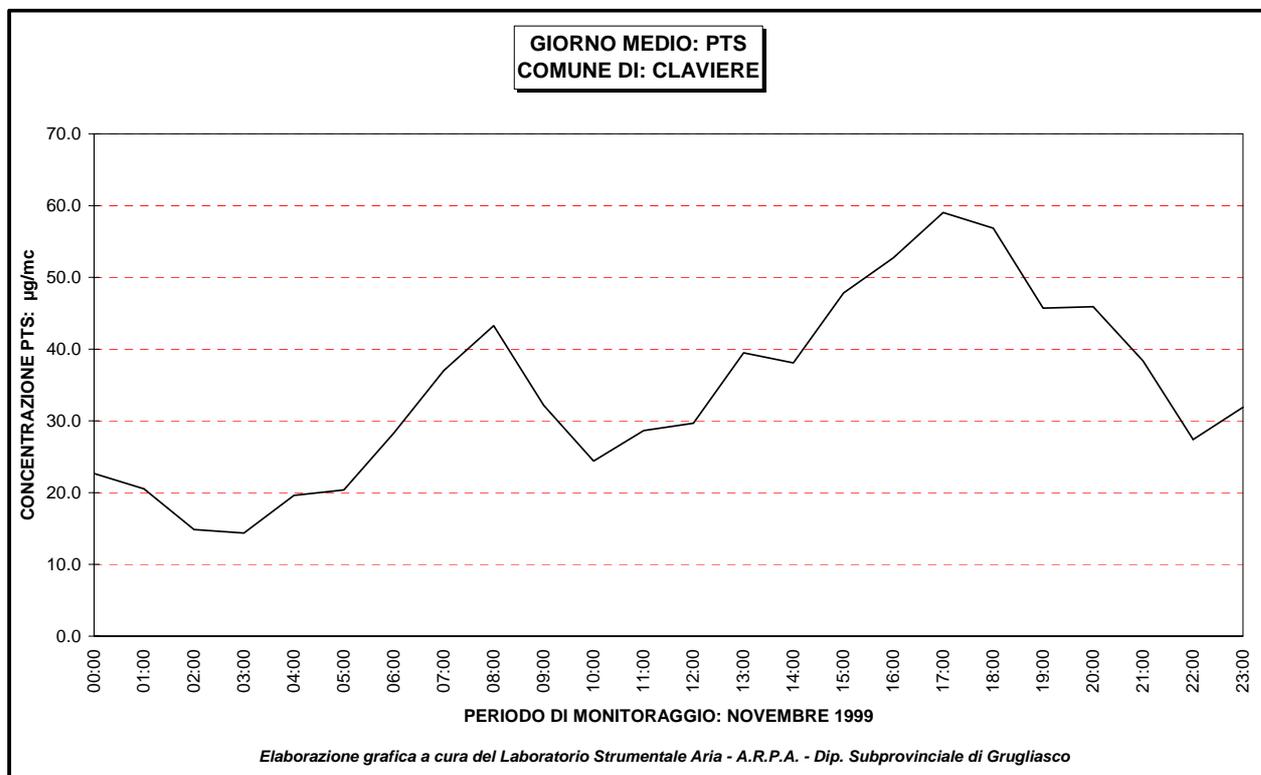
## CO: andamento giorno medio - 2° periodo



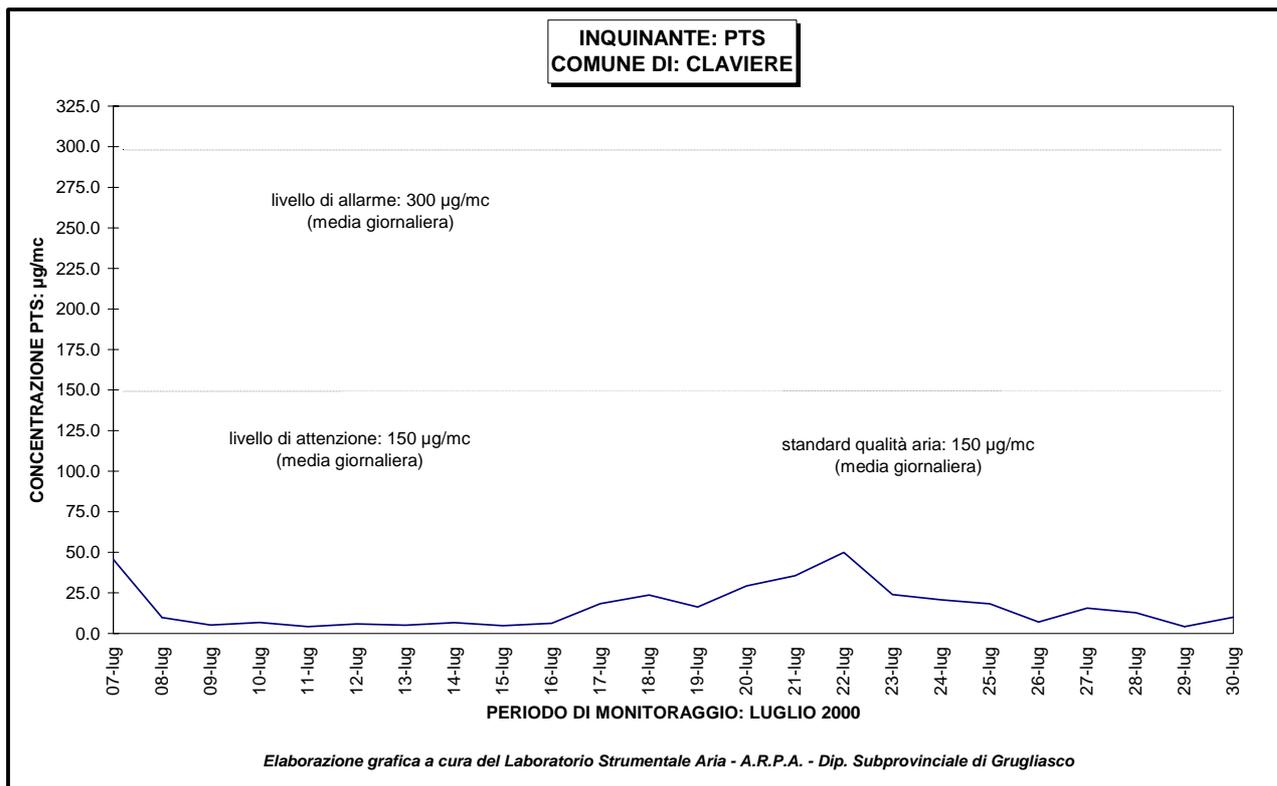
## PTS: confronto con limiti di legge (media giornaliera) - 1° periodo



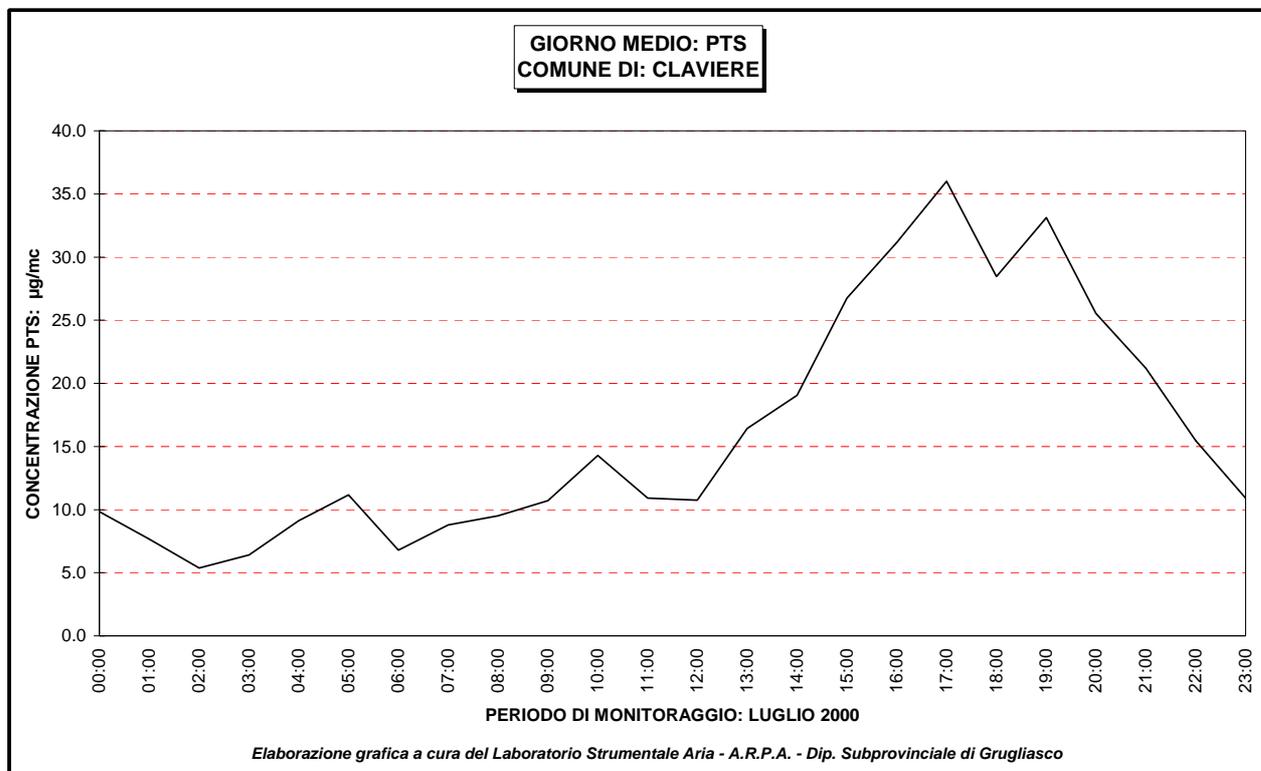
## PTS: giorno medio - 1° periodo



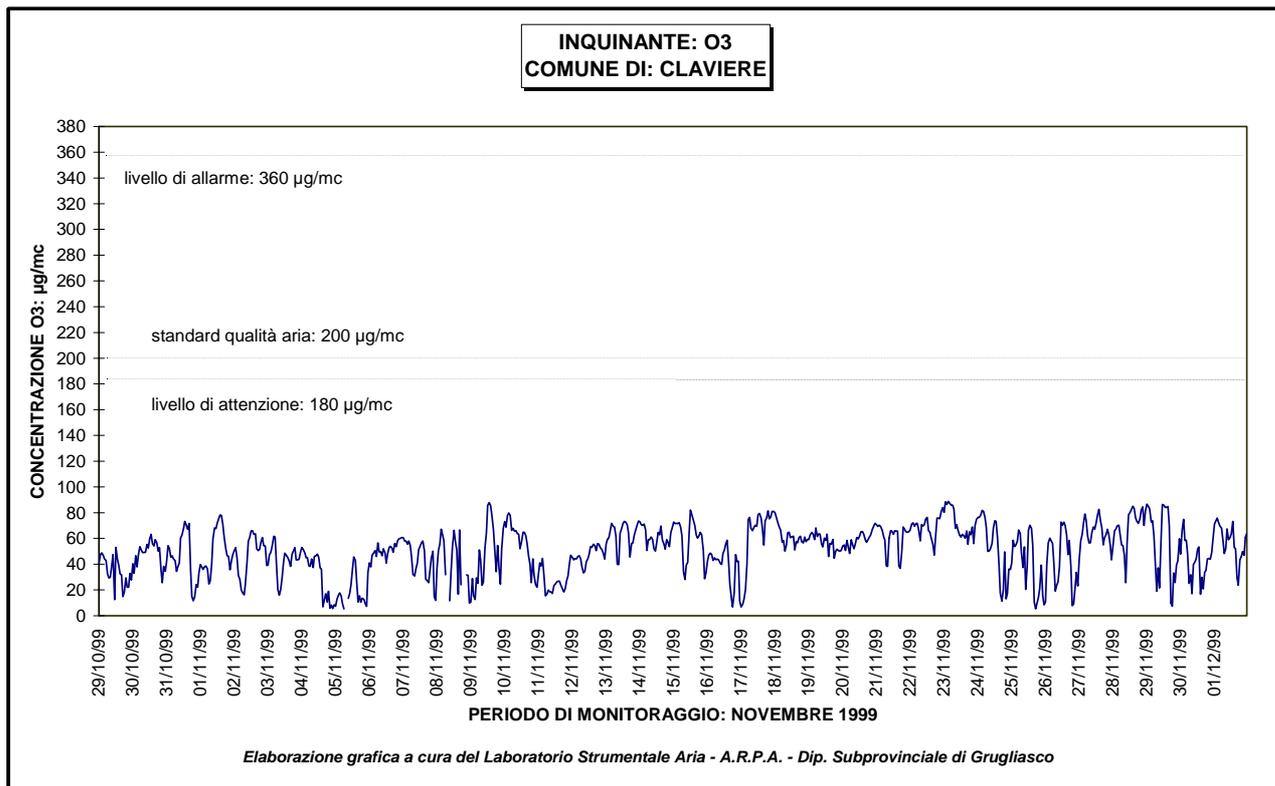
## PTS: confronto con limiti di legge - 2° periodo



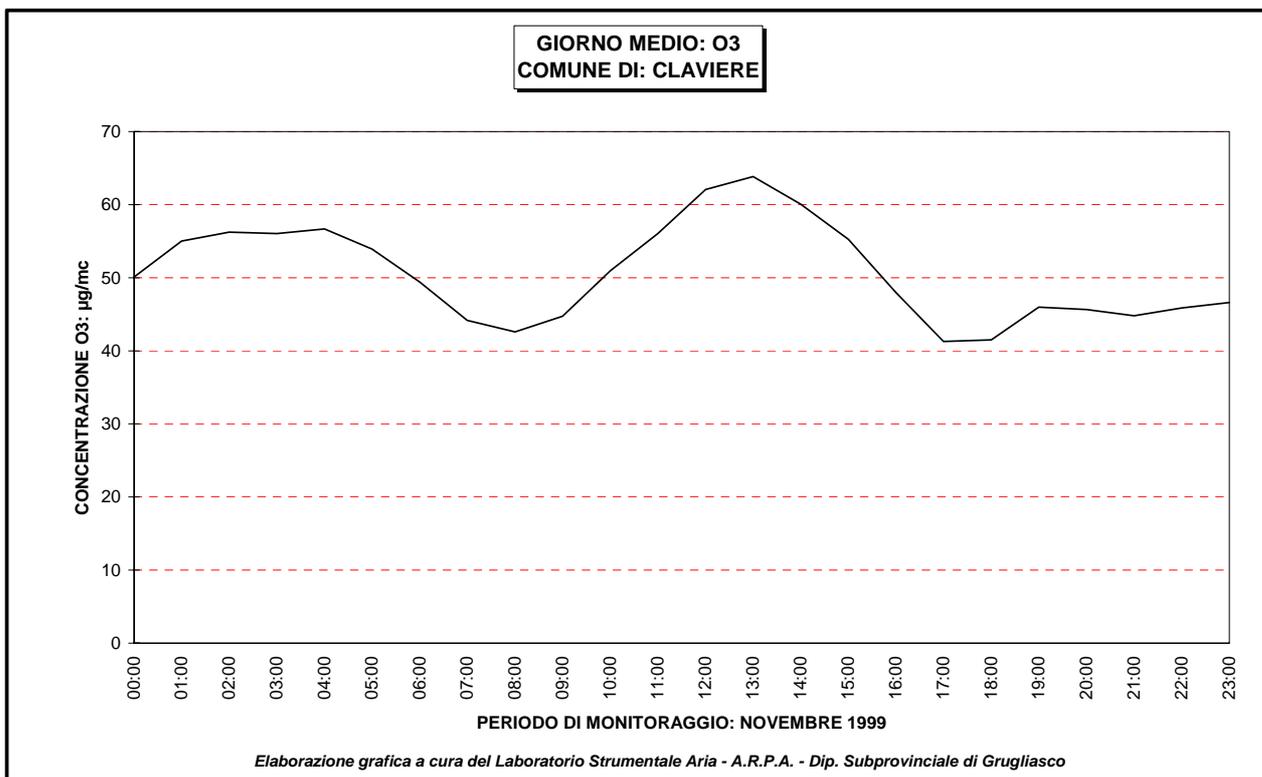
## PTS: giorno medio - 2° periodo



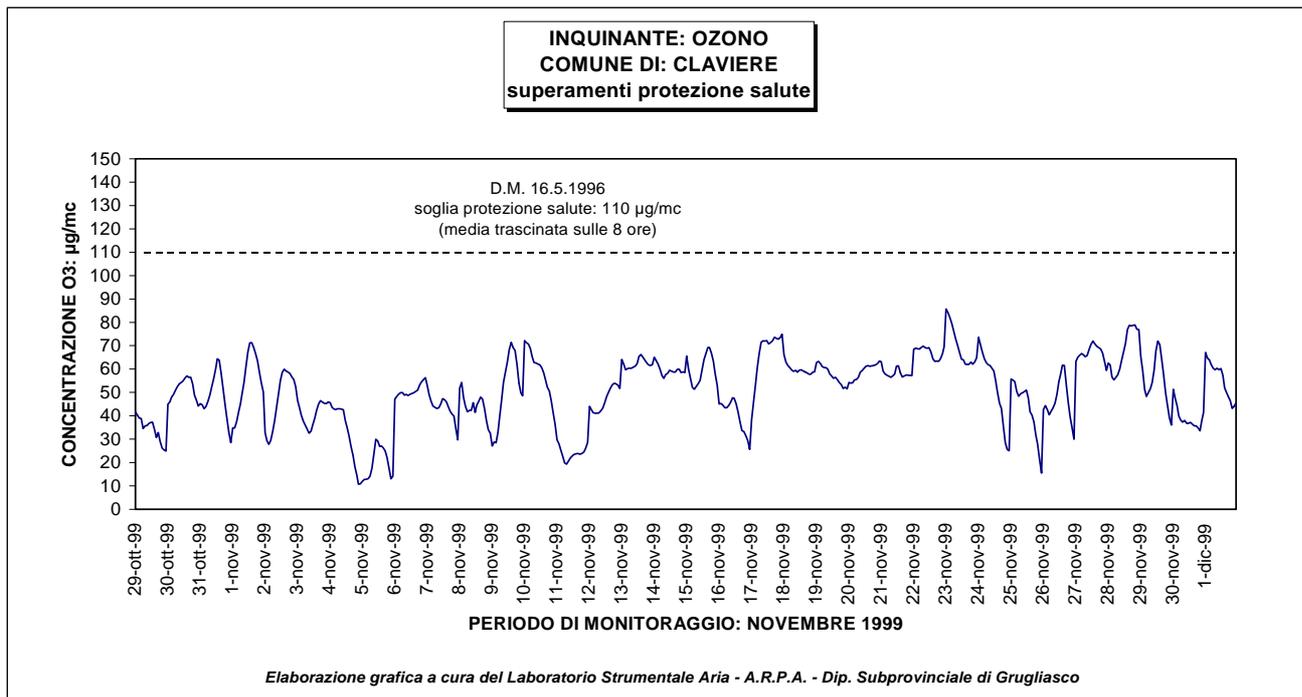
### O<sub>3</sub>: confronto con livelli di attenzione e allarme - 1° periodo



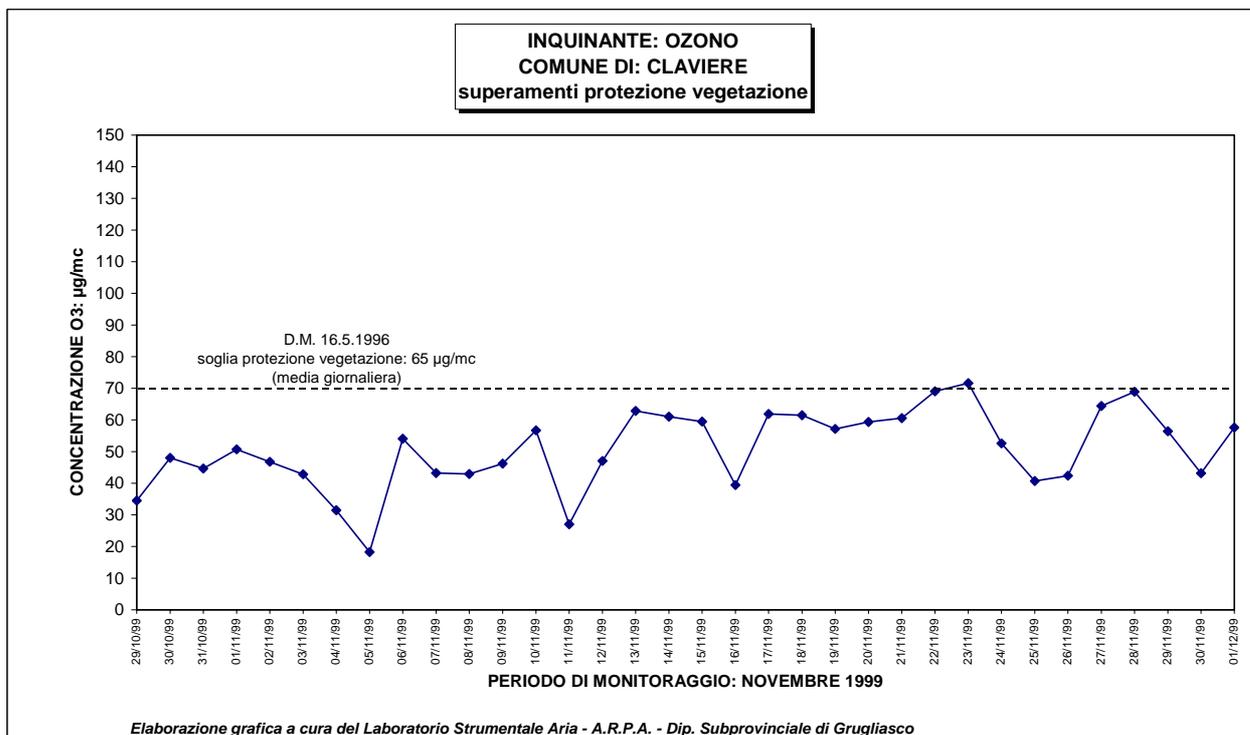
### O<sub>3</sub>: giorno medio - 1° periodo



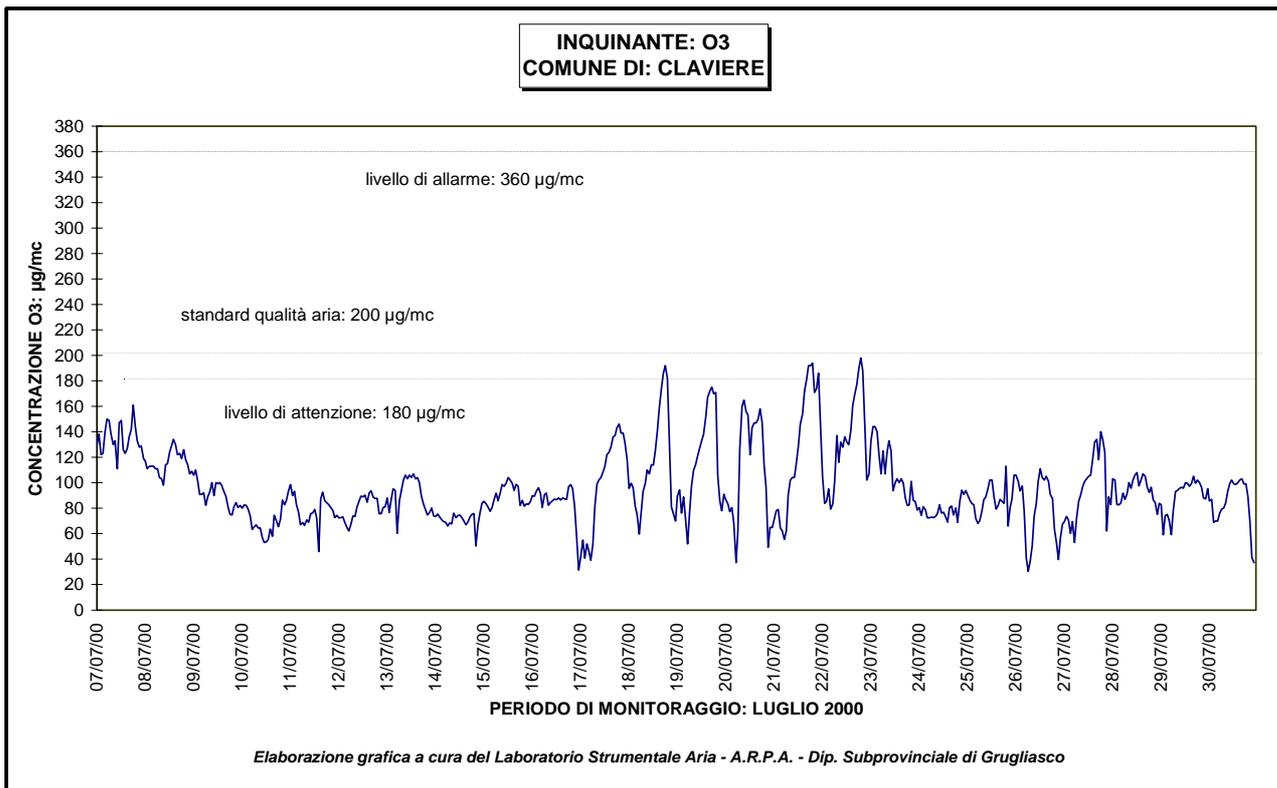
### O<sub>3</sub>: confronto con soglia di protezione salute - 1° periodo



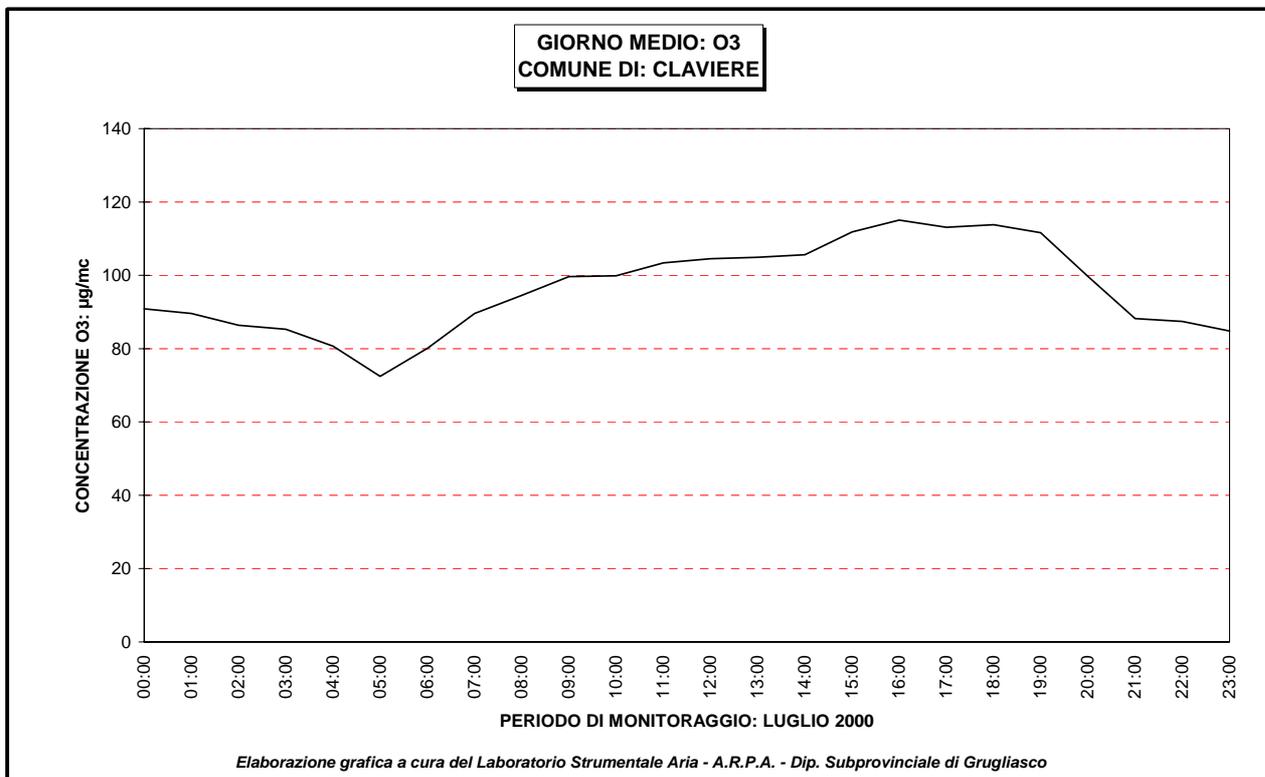
### O<sub>3</sub>: confronto con soglia di protezione vegetazione (media giornaliera) - 1° periodo



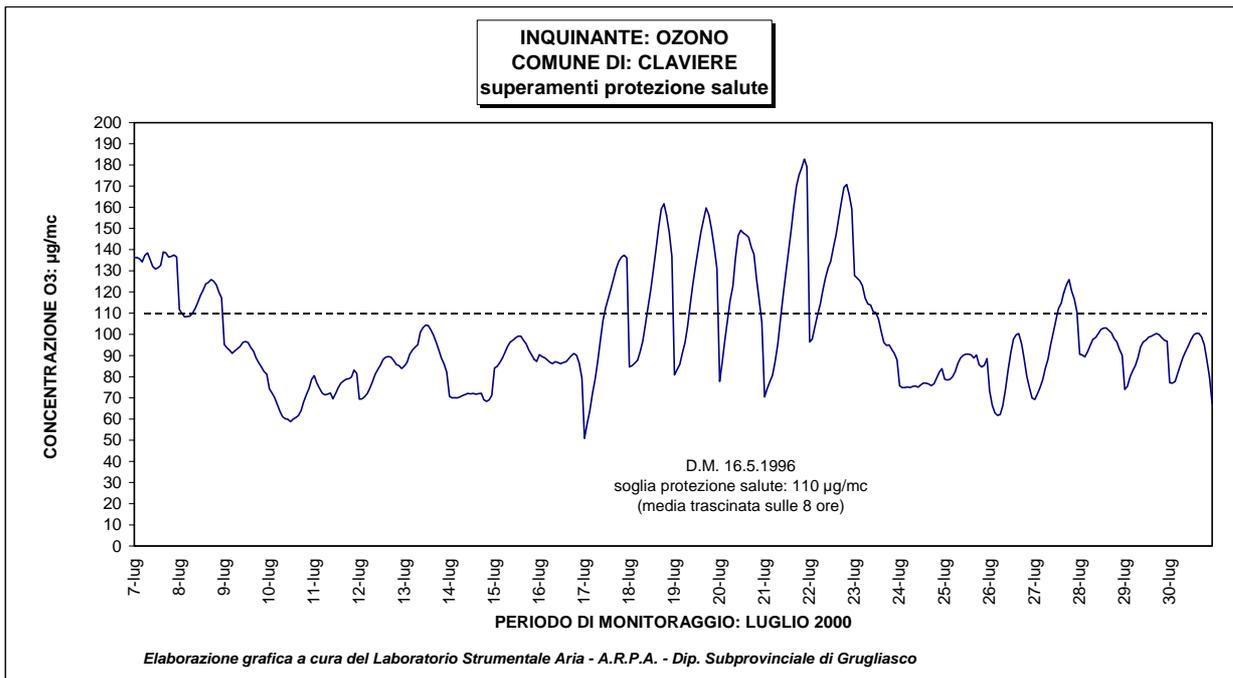
### O<sub>3</sub>: confronto con livelli di attenzione e allarme - 2° periodo



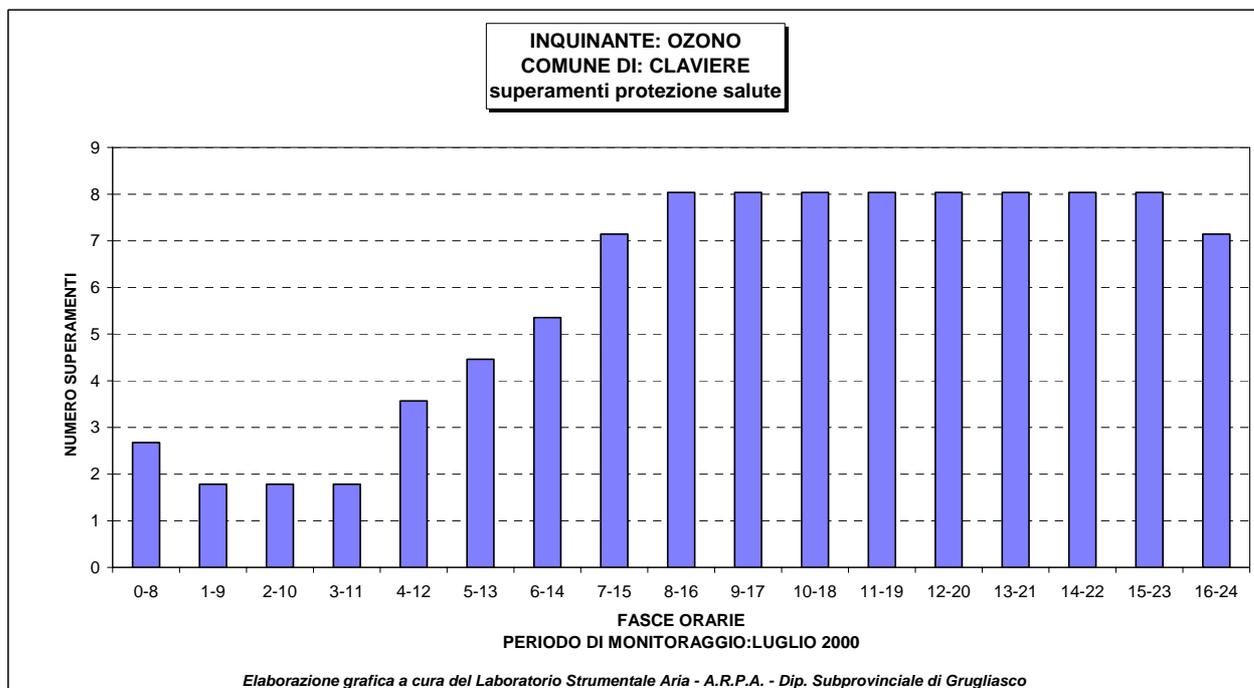
### O<sub>3</sub>: giorno medio - 2° periodo



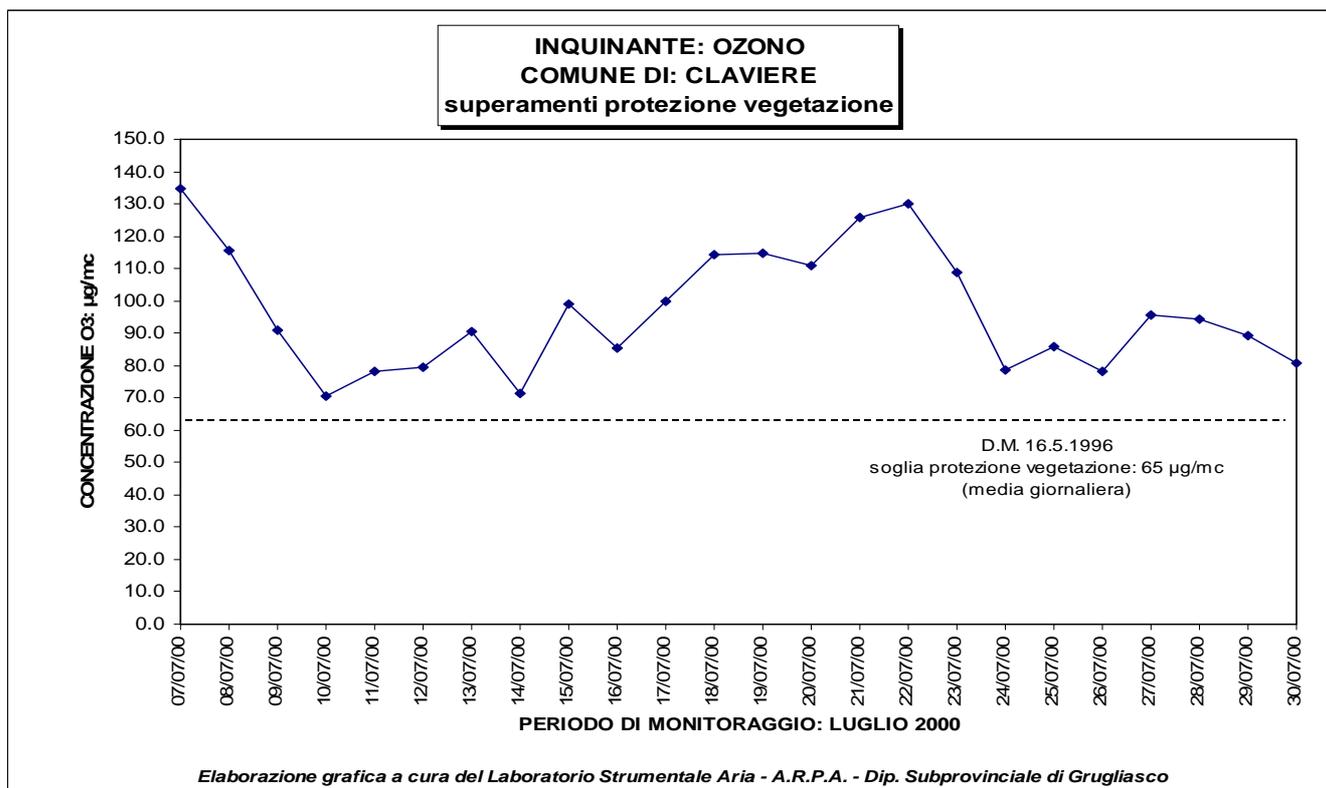
### O<sub>3</sub>: confronto con soglia di protezione salute - 2° periodo



### O<sub>3</sub>: superamenti soglia di protezione salute - 2° periodo



O<sub>3</sub>: confronto con soglia di protezione vegetazione (media giornaliera) - 2° periodo



## **Ozono - Considerazioni**

A completamento delle elaborazioni presentate nelle pagine precedenti ed alla luce dei risultati emersi nel corso delle due campagne di monitoraggio effettuate a Claviere, si è ritenuto opportuno riportare alcune considerazioni riguardanti il comportamento dell'ozono in relazione al sito monitorato.

Una delle caratteristiche più importanti di tale inquinante è il carattere ubiquitario; questo fa sì che - come evidenziato dai dati acquisiti dalla rete di monitoraggio provinciale e dalle numerose campagne effettuate con il Laboratorio Mobile - la sua presenza interessi tutto il territorio provinciale, indipendentemente dal grado di industrializzazione ed urbanizzazione.

Tale situazione è legata all'origine secondaria dell'inquinante; l'ozono, infatti, non viene emesso direttamente da una fonte antropica, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite quindi da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e i composti organici volatili (V.O.C.).

La sua distribuzione spaziale - ed in generale quella dei composti di origine fotochimica presenti in atmosfera - è inoltre differente da quella degli inquinanti primari; contrariamente a questi ultimi, infatti, gli inquinanti secondari raggiungono spesso concentrazioni più elevate in aree lontane dai centri urbani, ed in particolare nelle zone alpine e prealpine.

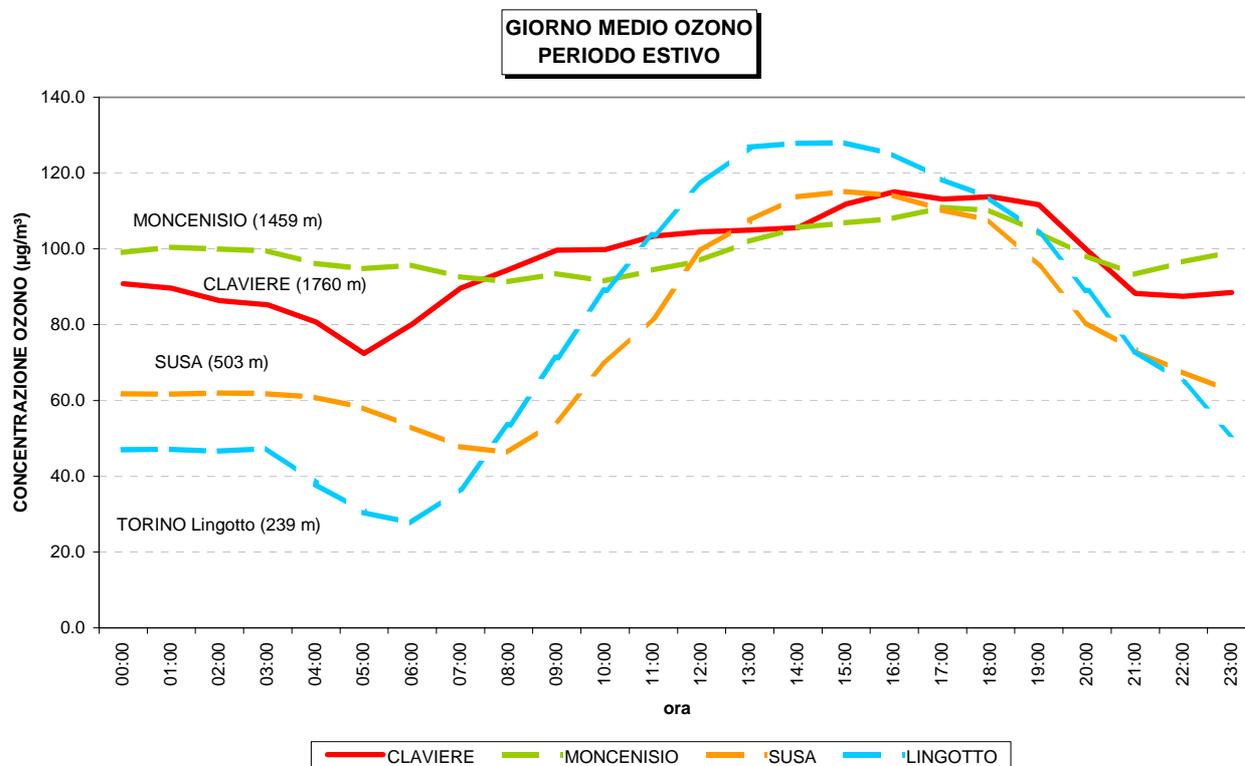
Questo comportamento appare particolarmente evidente esaminando l'andamento dei giorni medi di ozono calcolati nel periodo estivo per diversi siti nel territorio provinciale; da tale confronto emergono differenze sostanziali legate sia alla diversa antropizzazione delle aree che alla loro localizzazione geografica.

Il diverso comportamento è da attribuire alla presenza di complessi fenomeni di trasporto che si instaurano alle diverse scale di moto dell'atmosfera.

Nel caso dei piccoli centri urbani, delle periferie e delle aree rurali posti sottovento ai grandi centri urbani, i picchi estivi nelle concentrazioni di ozono - più elevati di quelli riscontrabili nelle stazioni di monitoraggio metropolitane - sono spiegati dal fatto che le masse d'aria, nel transito sulle grandi città, si arricchiscono di precursori responsabili della formazione di sostanze di origine fotochimica. Contemporaneamente le minori concentrazioni di NO - direttamente coinvolto nella rimozione dell'ozono - presenti nei siti meno antropizzati non sono in grado di attaccare efficacemente l'ozono, che quindi tende ad accumularsi con la persistenza di condizioni meteorologiche favorevoli (anticicloniche).

Per quanto riguarda invece i valori riscontrati nei siti montani, si rilevano concentrazioni di ozono con andamento giornaliero quasi costante, privo del caratteristico massimo giornaliero (che si verifica solitamente con leggero ritardo rispetto al massimo di irraggiamento solare), con minimi più elevati di quelli riscontrati nelle stazioni di pianura. Tale andamento può essere spiegato dalla presenza di fenomeni di trasporto verticali - di masse d'aria provenienti sia dalle zone circostanti che da quote più elevate - ed orizzontali - legati a fenomeni di inquinamento fotochimico su grande scala - con conseguente accumulo di ozono in quota.

Un'elaborazione volta ad evidenziare questi diversi comportamenti è stata effettuata utilizzando i dati registrati a Claviere durante la seconda campagna di monitoraggio (Figura 2). Nel confronto sono stati utilizzati i valori di ozono misurati presso la stazione della rete di monitoraggio provinciale di Torino Lingotto (dati relativi al mese di luglio 2000) ed i dati acquisiti nel corso di due campagne di monitoraggio effettuate con il Laboratorio Mobile nei comuni di Susa (agosto 1998) e Moncenisio (Ferrera Cenisio, agosto 1995).

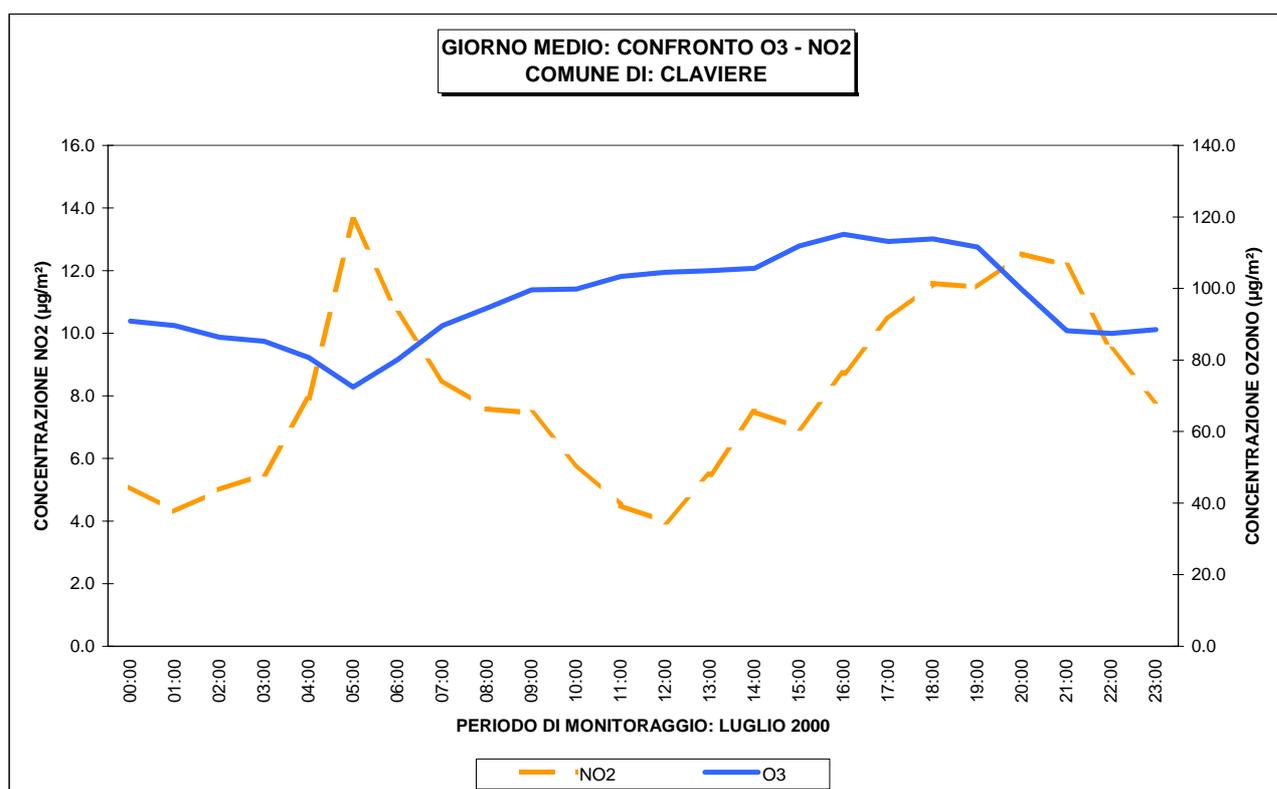


**Figura 2:** Ozono: andamento del giorno medio estivo

Il sito di Torino Lingotto, sebbene corrisponda ad una stazione classificata come tipo A - quindi posizionata, ai sensi del D.M. 20 maggio 1991, in un luogo lontano dalle fonti di inquinamento di natura antropogenica - mostra il tipico andamento a campana da area urbana. E' da ricordare che, presso le stazioni di monitoraggio poste nella cintura torinese, i massimi del giorno medio ed i valori di fondo tipicamente riscontrabili sono, a conferma di quanto precedentemente detto, più elevati di quelli calcolati per la stazione di Torino Lingotto.

Allontanandosi dall'area metropolitana e salendo di quota, il giorno medio estivo per l'ozono mostra massimi meno accentuati ed un incremento graduale dei valori di fondo, che raggiungono il livello più elevato nel sito di Moncenisio; il grafico relativo a tale postazione mostra l'andamento tipico del sito di montagna, confermato - per la stessa area - da un successivo monitoraggio effettuato nell'agosto 1996. Il monitoraggio nel comune di Moncenisio era stato specificatamente condotto al fine di studiare l'andamento delle concentrazioni di ozono in un sito remoto ed in quota; il Laboratorio Mobile era stato quindi posizionato lontano dalla statale S.S. 25 che collega l'Italia con la Francia attraverso il valico del Moncenisio, in una zona interessata unicamente dal traffico locale del comune omonimo.

Nel sito di Claviere, sebbene situato ad una quota più elevata rispetto al comune di Moncenisio, l'andamento del giorno tipo estivo per l'ozono risente della presenza del traffico veicolare in transito sulla strada statale S.S. 24 (altra importante via di comunicazione con la Francia attraverso il valico del Monginevro). I valori di fondo si mantengono elevati ma è più evidente, rispetto a Moncenisio, l'andamento a campana generato dalla presenza dei diversi inquinanti che entrano nel ciclo di formazione-distruzione dell'ozono. A conferma di ciò viene riportato nella Figura 3 il confronto del giorno medio estivo fra ozono e biossido di azoto.



**Figura 3:** Ozono e biossido di azoto: andamento del giorno medio estivo

### ***Composti organici volatili - V.O.C.***

Per dare completezza alla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria, sono stati eseguiti campionamenti finalizzati a rilevare e quantificare i principali composti organici volatili (V.O.C.); tali prelievi sono stati effettuati:

- ✓ nelle giornate 23 e 24 novembre 1999, 12 e 13 luglio 2000 e 26 luglio 2000 presso il Laboratorio Mobile;
- ✓ nella giornata del 26 luglio 2000 a Claviere presso il Grande Albergo Claviere - Via Nazionale 47 - ed in Via Roma nei pressi del n. civico 25, e a Monginevro, in prossimità della Strada Statale.

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

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

Nelle tabelle 8 (prima campagna) e 9 (seconda campagna) sono riportati i risultati dei prelievi effettuati presso il Laboratorio Mobile. I dati relativi ai prelievi condotti nella giornata del 26 luglio 2000 verranno invece trasmessi all'interno della relazione conclusiva del progetto di monitoraggio stipulato fra A.R.P.A. e Comune di Claviere.

**Tabella 8** - Concentrazioni di V.O.C. - campionamenti relativi ai giorni 23 e 24 novembre 1999

PRELIEVI ESEGUITI A CLAVIERE (c/o Laboratorio Mobile)										
Numero campione	Data prelievo	Orario	n-Eptano (µg/m³)	Benzene (µg/m³)	Toluene (µg/m³)	m+p-Xilene (µg/m³)	o-Xilene (µg/m³)	Cumene (µg/m³)	1,3,5-trimetilbenzene (µg/m³)	VOC Identif. (µg/m³)
1	23.11.99	12:00-14:00	-	6.8	25.0	46.0	17.0	7.4	11.0	113.2
2	23.11.99	16:00-18:00	-	6.4	31.0	32.0	9.4		4.2	83.0
3	23.11.99	20:00-22:00	-	5.4	31.0	34.0	12.0		4.2	86.6
4	24.11.99	04:00-06:00	-	4.0	21.0	30.0	12.0	2.9	6.8	76.7
Val. MINIMO			-	4.0	21.0	30.0	9.4	2.9	4.2	76.7
Val. MASSIMO			-	6.8	31.0	46.0	17.0	7.4	11.0	113.2
Val. MEDIO			-	5.7	27.0	35.5	12.6	5.2	6.6	89.9
DEVIAZIONE STANDARD			-	1.2	4.9	7.2	3.2	3.2	3.2	16.1

**Tabella 9** - Concentrazioni di V.O.C. - campionamenti relativi ai giorni 12 e 13 luglio 2000

PRELIEVI ESEGUITI A CLAVIERE (c/o Laboratorio Mobile)										
Numero campione	Data prelievo	Orario	Etano (µg/m³)	Propano (µg/m³)	Butano (µg/m³)	Ciclo pentano (µg/m³)	Iso pentano (µg/m³)	n-Pentano (µg/m³)	1-3 Butadiene (µg/m³)	n-Esano (µg/m³)
1	12/07/00	10:30-12:30	2.4	2.9	2.6	0.4	4.2	2.6	1.4	5.6
2	12/07/00	14:30-16:30	1.3	2.0	2.1	0.4	4.1	1.4	1.0	3.7
3	12/07/00	22:30-00:30	1.2	2.5	1.2	-	1.0	0.6	0.4	3.3
4	13/07/00	06:30-08:30	1.5	3.1	1.6	-	2.0	0.9	0.3	2.9
Val. MINIMO			1.2	2.0	1.2	0.4	1.0	0.6	0.3	2.9
Val. MASSIMO			2.4	3.1	2.6	0.4	4.2	2.6	1.4	5.6
Val. MEDIO			1.6	2.6	1.9	0.4	2.8	1.4	0.8	3.9
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	0.5	0.6	0.0	1.6	0.9	0.5	1.2
Numero campione	Data prelievo	Orario	n-Eptano (µg/m³)	Benzene (µg/m³)	Toluene (µg/m³)	m+p-Xilene (µg/m³)	o-Xilene (µg/m³)	Cumene (µg/m³)	1,3,5-trimetilbenzene (µg/m³)	VOC Identif. (µg/m³)
1	12/07/00	10:30-12:30	1.4	6.5	23.1	9.6	-	-	-	62.7
2	12/07/00	14:30-16:30	1.8	5.8	20.6	28.6	10.5	-	-	83.2
3	12/07/00	22:30-00:30	0.5	2.9	13.2	10.7	4.0	-	-	41.5
4	13/07/00	06:30-08:30	0.7	2.4	19.8	9.2	2.9	-	-	47.3
Val. MINIMO			0.5	2.4	13.2	9.2	2.9	-	-	41.5
Val. MASSIMO			1.8	6.5	23.1	28.6	10.5	-	-	83.2
Val. MEDIO			1.1	4.4	19.2	14.5	5.8	-	-	58.7
DEVIAZIONE STANDARD			0.6	2.0	4.2	9.4	4.1	-	-	18.7

**Tabella 10** - Concentrazioni di V.O.C. espresse come carbonio - campionamenti relativi ai giorni 23 e 24 novembre 1999

PRELIEVI ESEGUITI A CLAVIERE (c/o Laboratorio Mobile)										
Numero campione	Data prelievo	Orario	n-Eptano (µg/m³)	Benzene (µg/m³)	Toluene (µg/m³)	m+p-Xilene (µg/m³)	o-Xilene (µg/m³)	Cumene (µg/m³)	1,3,5-trimetilbenzene (µg/m³)	VOC Identif. (µg/m³)
1	23.11.99	12:00-14:00	-	6.3	22.8	41.6	15.4	6.6	9.9	102.5
2	23.11.99	16:00-18:00	-	5.9	28.3	28.9	8.5	-	3.8	75.4
3	23.11.99	20:00-22:00	-	5.0	28.3	30.7	10.8	-	3.8	78.6
4	24.11.99	04:00-06:00	-	3.7	19.2	27.1	10.8	2.6	6.1	69.5
Val. MINIMO			-	3.7	19.2	27.1	8.5	2.6	3.8	69.5
Val. MASSIMO			-	6.3	28.3	41.6	15.4	6.6	9.9	102.5
Val. MEDIO			-	5.2	24.6	32.1	11.4	4.6	5.9	81.5
DEVIAZIONE STANDARD			-	1.1	4.5	6.5	2.9	2.9	2.9	14.5

**Tabella 11** - Concentrazioni di V.O.C. espresse come carbonio - campionamenti relativi ai giorni 12 e 13 luglio 2000

PRELIEVI ESEGUITI A CLAVIERE (c/o Laboratorio Mobile)										
Numero campione	Data prelievo	Orario	Etano (µg/m³)	Propano (µg/m³)	Butano (µg/m³)	Ciclo pentano (µg/m³)	Iso pentano (µg/m³)	n-Pentano (µg/m³)	1-3 Butadiene (µg/m³)	n-Esano (µg/m³)
1	12/07/00	10:30-12:30	1.9	2.4	2.1	0.3	3.5	2.2	1.2	4.7
2	12/07/00	14:30-16:30	1.0	1.6	1.7	0.3	3.4	1.2	0.9	3.1
3	12/07/00	22:30-00:30	1.0	2.0	1.0	-	0.8	0.5	0.4	2.8
4	13/07/00	06:30-08:30	1.2	2.5	1.3	-	1.7	0.7	0.3	2.4
Val. MINIMO			1.0	1.6	1.0	0.3	0.8	0.5	0.3	2.4
Val. MASSIMO			1.9	2.5	2.1	0.3	3.5	2.2	1.2	4.7
Val. MEDIO			1.3	2.1	1.5	0.3	2.3	1.1	0.7	3.2
DEVIAZIONE STANDARD			0.4	0.4	0.5	0.0	1.3	0.7	0.5	1.0

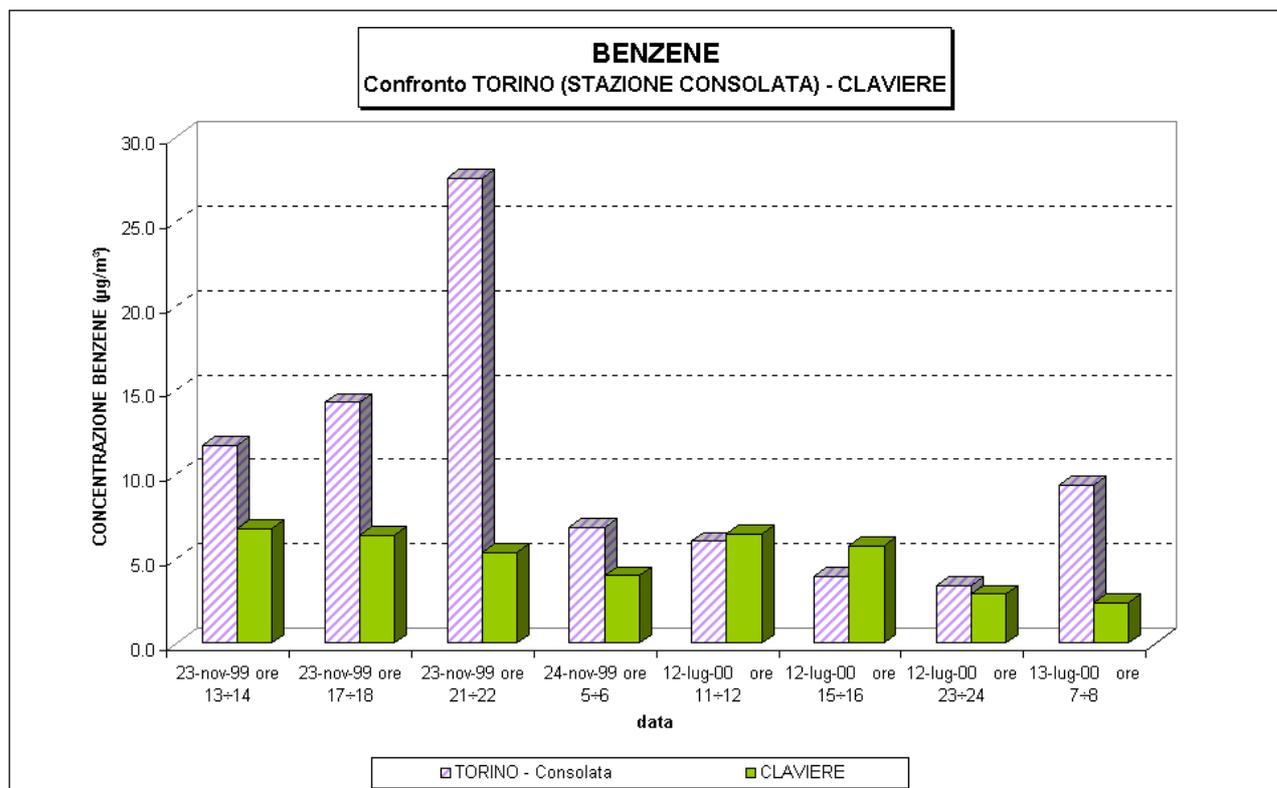
  

Numero campione	Data prelievo	Orario	n-Eptano (µg/m³)	Benzene (µg/m³)	Toluene (µg/m³)	m+p-Xilene (µg/m³)	o-Xilene (µg/m³)	Cumene (µg/m³)	1,3,5-trimetilbenzene (µg/m³)	VOC Identif. (µg/m³)
1	12/07/00	10:30-12:30	1.2	6.0	21.1	8.7	-	-	-	55.2
2	12/07/00	14:30-16:30	1.5	5.3	18.8	25.9	9.5	-	-	74.2
3	12/07/00	22:30-00:30	0.4	2.7	12.0	9.7	3.6	-	-	36.8
4	13/07/00	06:30-08:30	0.6	2.2	18.1	8.3	2.6	-	-	41.9
Val. MINIMO			0.4	2.2	12.0	8.3	2.6	-	-	36.8
Val. MASSIMO			1.5	6.0	21.1	25.9	9.5	-	-	74.2
Val. MEDIO			0.9	4.0	17.5	13.1	5.2	-	-	52.0
DEVIAZIONE STANDARD			0.5	1.9	3.9	8.5	3.7	-	-	16.7

Fra i V.O.C. monitorati, l'unico normato ai fini della qualità dell'aria è il benzene, per il quale il limite di riferimento è l'obiettivo di qualità su base annuale (D.M. 25/11/94), pari a 10 µg/m³. I risultati dei campionamenti, data la loro ridotta rappresentatività temporale, non permettono di effettuare valutazioni approfondite per quanto riguarda tale inquinante. I risultati analitici riportati nelle Tabelle 8 e 9 evidenziano come, nelle giornate scelte per il campionamento e limitatamente alla durata del prelievo, le concentrazioni di benzene riscontrate siano inferiori al limite di legge; è quindi presumibile che l'obiettivo di qualità su base annuale sia rispettato.

Si è ritenuto interessante riportare il confronto fra le concentrazioni di benzene registrate a Claviere nelle giornate del 23 novembre 1999 e 12 luglio 2000 e quelle rilevate

nelle stesse giornate presso la stazione di Torino - Via della Consolata (Figura 4). In quest'ultima stazione i valori di benzene sono registrati come medie orarie; è stato pertanto necessario calcolare le concentrazioni medie su intervalli temporali coincidenti con quelli corrispondenti ai prelievi effettuati presso il Laboratorio Mobile.



**Figura 4:** Benzene: confronto fra i dati registrati a Torino - Via della Consolata e Clavier

Per quanto riguarda invece i V.O.C. nel loro complesso, le concentrazioni misurate possono essere confrontate con il limite di 200 µg/m<sup>3</sup> previsto, per gli idrocarburi non metanici, dal D.P.C.M. del 28/3/83. Tale limite - secondo la suddetta norma - deve essere adottato solamente nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si verificano superamenti significativi dello standard di qualità dell'aria per l'ozono. Esprimendo gli idrocarburi come carbonio, si ottengono i risultati riportati nelle tabelle 10 (prima campagna) e 11 (seconda campagna).

Il confronto, con il limite di 200 µg/m<sup>3</sup>, va effettuato tenendo conto che esso si riferisce ad un valore mediato su tre ore, mentre le misure effettuate nel corso della presente campagna sono relative a prelievi caratterizzati da durata inferiore. L'esame dei risultati ottenuti evidenzia come le concentrazioni più elevate (comunque inferiori al limite di riferimento) si riscontrano nel periodo invernale che, ai sensi della normativa citata, non risulta essere un periodo critico ai fini della prevenzione dell'inquinamento da ozono.

Pur con le limitazioni precedentemente indicate è da ritenersi improbabile che nei mesi estivi si abbiano concentrazioni di idrocarburi tali da contribuire in modo importante alla formazione locale di smog fotochimico, ad eccezione dei momenti in cui il traffico veicolare sia particolarmente sostenuto.

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

Nell'ambito del monitoraggio condotto sul territorio del comune di Claviere sono stati eseguiti campionamenti finalizzati alla quantificazione dei principali idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.) presenti nell'aria.

I prelievi sono stati eseguiti captando - su membrana in fibra di vetro - un volume noto di aria con campionatore a bassi flussi; successivamente gli I.P.A. sono stati quantificati mediante Gascromatografia-Spettrometria di Massa. La durata di ogni campionamento è pari a 24 ore.

I campionamenti sono stati effettuati nelle giornate del 24 novembre 1999 e 13 luglio 2000 presso il Laboratorio Mobile. Sono stati inoltre eseguiti due campionamenti nelle giornate del 4 e 5 febbraio 2000 presso il Grande Albergo Claviere, in corrispondenza alla chiusura al traffico stradale del Traforo del Frejus, al fine di valutare eventuali effetti sul territorio del comune di Claviere a seguito di un aumento dei transiti da e verso il confine francese di Monginevro. I risultati analitici sono riportati nelle tabelle 12 (prima e seconda campagna) e 13 (prelievi eseguiti a febbraio 2000).

Per ragioni organizzative, le analisi dei campioni sono state eseguite da due laboratori analitici che utilizzano strumentazione e standard di riferimento diversi; per tale ragione i limiti di rilevabilità di una stessa sostanza possono differire nei vari campioni.

**Tabella 12 - Concentrazioni di I.P.A. - campionamenti relativi ai giorni 24 novembre 1999 e 13 luglio 2000**

	Prelievo eseguito il 24/11/1999 c/o Laboratorio Mobile (1) (ng/Nm <sup>3</sup> )	Rapporto IPA/BaP	Prelievo eseguito il 13/7/2000 c/o Laboratorio Mobile (2) (ng/Nm <sup>3</sup> )	Rapporto IPA/BaP	Rapporto IPA/BaP-aree urbane*
naftalene	< 0.05		n.d.		
acenaftilene	< 0.05		n.d.		
acenaftene	0.76	0.96	n.d.		
fluorene	< 0.05		n.d.		
fenantrene	< 0.05		n.d.		
antracene	< 0.05		n.d.		
fluorantene	0.06	0.08	n.d.		
pirene	0.08	0.10	0.05	0.31	
benzo(a)antracene	0.86	1.09	0.04	0.25	0.9-2.5
crisene	0.90	1.14	0.06	0.38	
benzo(b)fluorantene	0.86		0.10		
benzo(k)fluorantene	0.93	2.27	0.06	1.00	2.0-14.8
benzo(j)fluorantene	n.d.		0.07		
<b>benzo(a)pirene</b>	<b>0.79</b>		<b>0.16</b>		
indenopirene	0.86	1.09	0.08	0.50	0.7-3.9
dibenzo(a,h)antracene	< 0.20		< 0.001		<0.1-<0.8
benzo(g,h,i)perilene	0.97	1.23	0.13	0.81	
<b>totale</b>	<b>7.07</b>	<b>8.95</b>	<b>0.75</b>	<b>4.69</b>	

\*fonte: Istisan 91/27

(1) Analisi eseguita dal Laboratorio di Gascromatografia-Spettrometria di Massa

(2) Analisi eseguita dal Laboratorio Microinquinanti

n.d. Non determinato analiticamente

**Tabella 13** - Concentrazioni di I.P.A. - campionamenti relativi ai giorni 4 e 5 febbraio 2000

	Prelievo eseguito il 4/2/2000 c/o Grande Albergo Claviere (1) (ng/Nm <sup>3</sup> )	Rapporto IPA/BaP	Prelievo eseguito il 5/2/2000 c/o Grande Albergo Claviere (1) (ng/Nm <sup>3</sup> )	Rapporto IPA/BaP	Rapporto IPA/BaP-aree urbane*
naftalene	< 0.05		< 0.05		
acenaftilene	< 0.05		< 0.05		
acenaftene	< 0.05		< 0.05		
fluorene	< 0.05		< 0.05		
fenantrene	< 0.05		< 0.05		
antracene	< 0.05		< 0.05		
fluorantene	< 0.05		< 0.05		
pirene	< 0.05		< 0.05		
benzo(a)antracene	0.55	0.70	< 0.10		0.9-2.5
crisene	0.86	1.09	< 0.10		
benzo(b)fluorantene	0.62	1.87	0.65	2.00	2.0-14.8
benzo(k)fluorantene	0.86		0.85		
benzo(j)fluorantene	n.d.		n.d.		
<b>benzo(a)pirene</b>	<b>0.79</b>		<b>0.75</b>		
indenopirene	< 0.20		< 0.20		0.7-3.9
dibenzo(a,h)antracene	< 0.20		< 0.20		<0.1-<0.8
benzo(g,h,i)perilene	< 0.20		< 0.20		
<b>totale</b>	<b>3.68</b>	<b>4.66</b>	<b>2.25</b>	3.00	

\*fonte: Istisan 91/27

(1) Analisi eseguita dal Laboratorio di Gascromatografia-Spettrometria di Massa

(2) Analisi eseguita dal Laboratorio Microinquinanti

n.d. Non determinato analiticamente

## Metalli

Analogamente a quanto precedentemente descritto nel caso dei prelievi finalizzati alla determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici, si è proceduto ad alcune campionature di polveri aereodisperse per valutarne il contenuto di metalli quali piombo (Pb), cadmio (Cd), nichel (Ni) e vanadio (V).

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

Nelle tabelle 14 e 15 sono riassunti i risultati analitici relativi ai prelievi eseguiti nel corso delle due campagne di monitoraggio (23 novembre 1999 e 12 luglio 2000, presso il Laboratorio Mobile) ed a quelli eseguiti in corrispondenza della chiusura del Traforo del Frejus (4 e 5 febbraio 2000, presso il Grande Albergo Claviere) confrontati (tabella 16) con le linee guida proposte dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (O.M.S.): per i vari metalli sono riportati degli intervalli di concentrazione - riferiti ad aree a diversa tipologia - ottenuti su base sperimentale.

**Tabella 14** - Concentrazioni di metalli - campionamenti relativi ai giorni 23 novembre 1999 e 12 luglio 2000

	Cadmio µg/ m <sup>3</sup>	Piombo µg/ m <sup>3</sup>	Nichel µg/ m <sup>3</sup>	Vanadio µg/ m <sup>3</sup>
Prelievo eseguito c/ o Laboratorio Mobile 23/ 11/ 1999	<0.0004	0.007	0.012	<0,008
Prelievo eseguito c/ o Laboratorio Mobile 12/ 07/ 2000	<0,0004	0.008	0.009	<0,008

**Tabella 15** - Concentrazioni di metalli - campionamenti relativi ai giorni 4 e 5 febbraio 2000

	Cadmio µg/ m <sup>3</sup>	Piombo µg/ m <sup>3</sup>	Nichel µg/ m <sup>3</sup>	Vanadio µg/ m <sup>3</sup>
Prelievo eseguito c/ o Grande Albergo Claviere 04/ 02/ 2000	<0,0004	0.009	<0,008	<0,008
Prelievo eseguito c/ o Grande Albergo Claviere 05/ 02/ 2000	<0,0004	0.010	<0,008	<0,008

**Tabella 16** - Linee Guida O.M.S. e classificazione delle aree urbane, industriali e remote rispetto alle concentrazioni dei metalli (esprese come media annuale)

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

Nota 1: media di 24 ore  
 Nota 2: media annuale  
 Nota3: sostanza cancerogena

## ***CAPITOLO 3***

### ***CONCLUSIONI***

## **Conclusioni relative alla campagna di monitoraggio effettuata con il Laboratorio Mobile**

L'obiettivo del monitoraggio era la valutazione dell'incidenza - sulla qualità dell'aria del comune di Claviere - dell'inquinamento generato dal traffico veicolare in transito sulla Strada Statale n° 24, che mette in comunicazione Italia e Francia attraverso il valico del Monginevro.

Nei periodi coincidenti con le due campagne del Laboratorio Mobile non si sono verificati superamenti del livello di allarme per nessuno degli inquinanti monitorati. Per quanto riguarda il livello di attenzione si sono riscontrati superamenti - nel corso della campagna estiva - per il solo ozono.

L'**ozono** si è dimostrato - fra gli inquinanti classicamente monitorati ai fini della valutazione della qualità dell'aria - uno dei più significativi per il sito di Claviere.

Infatti, oltre al livello di attenzione (11 superamenti nella campagna estiva) sono stati superati i valori di riferimento relativi alla protezione della salute (112 superamenti nella campagna estiva) e della vegetazione (3 superamenti nella campagna invernale e 24 nella campagna estiva) previsti dal D.M. 16/05/96. Questi ultimi, pur corrispondendo ad indici di esposizione numericamente inferiori al livello di attenzione, assumono particolare significato nel momento in cui i relativi superamenti interessano buona parte della giornata.

Inoltre, per quanto riguarda il livello di protezione della salute ( $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media mobile trascinata su otto ore), è da ricordare come, alla luce dei più recenti documenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, tale indice viene considerato uno dei più efficaci ai fini della valutazione del rischio per la salute umana.

L'origine delle concentrazioni elevate di ozono è - come evidenziato nel paragrafo dedicato a tale inquinante - da ricercarsi nei valori di fondo normalmente più elevati rispetto a quelli riscontrabili in aree di pianura, ai quali si aggiunge il contributo dell'ozono derivante dal ciclo di reazioni fotochimiche che coinvolgono le sostanze generate dalla presenza del traffico veicolare in transito da e verso il confine francese.

La presenza di concentrazioni di fondo elevate contribuisce in modo considerevole al superamento della soglia di protezione della vegetazione, riscontrato anche nel corso della campagna invernale; infatti l'elaborazione del giorno medio relativo al mese di novembre 1999 evidenzia come il minimo giornaliero sia pari a  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , decisamente superiore ai valori minimi (per il giorno medio) riscontrabili in siti di pianura.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti monitorati in continuo (biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio e particolato totale sospeso) è da rilevare che i livelli registrati nel corso di entrambe le campagne di misura risultano contenuti. Fra questi, l'inquinante più critico è costituito dal particolato totale sospeso, la cui concentrazione raggiunge il valore di  $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - come media sulle 24 ore - nella giornata del 18 novembre 1999 (a fronte di un livello di attenzione di  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In generale, si nota una diminuzione delle concentrazioni nella campagna monitoraggio estiva rispetto a quella invernale. Tale decremento è attribuibile alle condizioni meteorologiche presenti nel corso del periodo estivo, tali da favorire la dispersione degli inquinanti in atmosfera. Nel caso del biossido di zolfo e del particolato totale sospeso - per i quali la diminuzione delle concentrazioni è più consistente - è necessario considerare, nel corso della campagna estiva anche la mancanza del contributo emissivo legato al riscaldamento domestico.

L'esame delle elaborazioni effettuate sui dati di velocità del vento acquisiti nel corso delle due campagne di misura permette inoltre di affermare che il sito in esame sembra essere caratterizzato da un regime anemologico non favorevole al ristagno degli inquinanti; in entrambi i periodi di monitoraggio, infatti, si sono verificate condizioni di calma di vento solo nel 20% delle misure.

Per quanto riguarda il monitoraggio dei V.O.C. (tra cui il benzene) e gli I.P.A., occorre ricordare che gli obiettivi di qualità previsti dal D.M. n° 159 del 25/11/94 - per il benzene 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 1  $\text{ng}/\text{m}^3$  per il benzo(a)pirene - si riferiscono ad una statistica su base annuale, mentre i valori riscontrati nel corso della campagna derivano da misure caratterizzate da una rappresentatività temporale molto ridotta.

Tenendo presente tali limitazioni, è possibile fare alcune considerazioni di carattere qualitativo sui dati rilevati a Claviere, avendo come riferimento le concentrazioni registrate nel corso dell'anno 1999 presso le stazioni di Torino Consolata (relativamente a benzene e benzo(a)pirene), Buttigliera e Carmagnola (benzo(a)pirene).

Nel caso del benzene presso la stazione di rilevamento del capoluogo si sono registrati:

- una concentrazione media annuale pari a 9.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (anno 1999);
- una concentrazione media giornaliera pari a 2.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  il 23 novembre 1999 e a 1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  il 12 luglio 2000.

I risultati registrati a Claviere - pur ricordando la dovuta cautela con la quale tali confronti debbono essere valutati - si collocano in un range di concentrazioni intermedio fra le due sopra indicate.

Di maggiore interesse è invece il confronto con le concentrazioni medie di Torino Consolata calcolate su intervalli temporali coincidenti con i singoli prelievi effettuati a Claviere nelle giornate del 23 novembre 1999 e 12 luglio 2000. In questo caso si nota la differente modulazione fra i due siti; nel caso di Torino le concentrazioni più elevate si riscontrano - nelle due giornate esaminate - nel corso della giornata invernale e delle ore diurne, mentre a Claviere si nota una minore differenziazione nei valori registrati sia nel corso della giornata che nei due periodi (estivo ed invernale).

Nel caso della stazione urbana la modulazione è attribuibile sia alla distribuzione temporale dei volumi di traffico che ai diversi meccanismi di dispersione degli inquinanti in atmosfera che distinguono i mesi estivi da quelli invernali.

Nel caso di Claviere è possibile ipotizzare che ad una più efficace rimozione degli inquinanti tipica del periodo estivo corrisponda un incremento del traffico in transito sulla statale S.S. 24, associata ad una maggiore evaporazione del carburante dai serbatoi degli autoveicoli dovuta alle temperature più elevate. La mancanza di dati relativi agli inquinanti direttamente associati al traffico veicolare - fra quelli monitorati in continuo - nel corso delle due giornate in questione non permette di avvalorare questa ipotesi. E' comunque da rilevare che la giornata del 23 novembre 1999 è stata particolarmente favorita - al fine della dispersione degli inquinanti - dalla presenza di vento mediamente intenso (la velocità media della giornata è stata pari a 2.7 m/s), mentre il 12 luglio 2000 si è registrata una velocità media decisamente inferiore (1.6 m/s).

Pur non essendo possibile effettuare valutazioni circa il rispetto dell'obiettivo di qualità per il benzene nel sito di Claviere, i risultati riscontrati debbono essere considerati significativi nella valutazione complessiva delle criticità dell'area studiata.

Di maggiore criticità sembrano essere i risultati relativi al **benzo(a)pirene**, che nel periodo invernale (prelievo del 24 novembre 1999) raggiunge un valore di concentrazione vicino all'obiettivo di qualità ed alle medie registrate nelle stazioni di monitoraggio situate sul territorio provinciale: i dati relativi al 1999 mostrano una media annuale a Torino Consolata pari a 0.9 ng/m<sup>3</sup>, mentre a Buttigliera e Carmagnola pari a 0.5 ng/m<sup>3</sup> (per un maggiore dettaglio riguardo i dati provinciali si rimanda alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 1999").

Dal punto di vista qualitativo, è importante ricordare che buona parte degli idrocarburi policiclici aromatici ritrovati nei campioni prelevati a Claviere (in particolare isomeri del benzofluorantene<sup>1</sup>) sono considerati traccianti tipici di inquinamento generato da traffico veicolare pesante.

Per quanto riguarda l'inquinamento da metalli, la normativa italiana (D.P.C.M. del 28/03/83) prende in considerazione solamente il piombo, per il quale fissa un valore standard di qualità dell'aria pari a una media di 2 µg/m<sup>3</sup> su base annuale.

Anche in questo caso, per i risultati analitici ottenuti nel corso delle campagne di monitoraggio condotte a Claviere è possibile effettuare solo considerazioni qualitative: i valori riscontrati, comunque, si collocano abbondantemente al di sotto del limite di legge ed ai valori riscontrati nel corso del 1999 nelle stazioni provinciali di Carmagnola e Buttigliera; analoghe conclusioni emergono dall'esame dei risultati relativi agli altri metalli analizzati.

Limitatamente ai metalli, nel confronto con i dati forniti dall'O.M.S., i valori riscontrati nel territorio del Comune di Claviere si collocano nel range caratteristico delle aree remote.

Per quanto riguarda i prelievi effettuati nel corso del mese di febbraio 2000 - in corrispondenza alla chiusura al traffico stradale del Traforo del Frejus - i risultati analitici emersi per i metalli e gli idrocarburi policiclici aromatici non evidenziano un aumento rispetto alle concentrazioni riscontrate nelle altre giornate di prelievo.

In realtà, a seguito della chiusura del Tunnel, non si è verificato l'aspettato aumento nel numero di transiti dei veicoli pesanti sulla Strada Statale n. 24 - i mezzi hanno atteso la riapertura del traforo fermandosi nelle aree predisposte lungo l'autostrada Torino-Bardonecchia dalle forze dell'ordine - per cui i risultati analitici confermano sostanzialmente i valori acquisiti nel corso dei prelievi condotti nei mesi di novembre 1999 e luglio 2000.

In conclusione, i risultati ottenuti nel corso delle campagne di monitoraggio effettuate nel comune di Claviere permettono di evidenziare alcune caratteristiche dell'area studiata:

1. la posizione geografica, la quale determina valori di fondo delle concentrazioni di ozono relativamente elevati, che contribuiscono al superamento dei limiti previsti dalla normativa italiana;
2. una relativa criticità evidenziata dai valori registrati per il particolato totale sospeso e gli idrocarburi policiclici aromatici che - pur ipotizzando un rispetto nei limiti previsti dalla normativa - evidenziano una significatività dell'inquinamento atmosferico prodotto da traffico

---

<sup>1</sup> Duval, M.M. Source Resolution of polycyclic aromatic hydrocarbons in the Los Angeles Atmosphere. USEPA Report EPA-600/2-81-161; Washington DC, 1981.

- pesante; analoghe considerazioni possono essere effettuate relativamente alle concentrazioni di benzene, associandole però al traffico leggero;
3. una situazione anemologica comunque favorevole alla dispersione degli inquinanti in atmosfera, che verosimilmente può spiegare i ridotti valori di concentrazione registrati durante le due campagne di monitoraggio;
  4. la presenza di un volume di traffico veicolare che incide sull'inquinamento non tanto direttamente - come si desume dalle concentrazioni non particolarmente elevate degli inquinanti primari - quanto indirettamente, attraverso l'immissione in atmosfera di composti che intervengono nel ciclo delle reazioni fotochimiche in grado di generare ozono.

**Il Tecnico del Laboratorio  
Ambienti di Vita e di Lavoro**  
P. I. Paolo FORNETTI

**Il Componente di Area Tematica**  
Dr.ssa Roberta DE MARIA

**Il Responsabile  
dell'Area Tematica Modellistica e Emissioni**

Dr. Francesco LOLLOBRIGIDA

## **APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI**

### **• Biossido di zolfo**

**DASIBI 4108**

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di 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 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 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 2 µg/m<sup>3</sup>.

### **• Monossido di carbonio**

**DASIBI 3008**

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

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 200 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.1 ppm.

### **• Particolato totale sospeso**

**KIMOTO 186**

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

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 5000 µg/m<sup>3</sup>;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 10 µg/m<sup>3</sup>.

### **• Stazione meteorologica**

**LASTEM**

Stazione completa per la misura dei seguenti parametri: velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, irraggiamento solare.