

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

BRANDIZZO

Via Nicola Cena, angolo Piazza Orchidea



**RELAZIONE CONCLUSIVA
Febbraio 2004**

ARPA Ente di diritto pubblico - Dipartimento Provinciale di Torino

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Tematismo Qualità dell'Aria

Via San Domenico, 22/B - 10122 Torino - Tel. 011/2278720- fax 0112278604 - E-mail: dip.torino@arpa.piemonte.it

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, l'elaborazione dei dati e la stesura della presente relazione sono state curate dai componenti del Tematismo "Qualità dell'Aria" del Dipartimento di Torino dell'Arpa:

sig. Giacomo Castrogiovanni, dott.ssa Marilena Maringo, ing. Milena Sacco.

Le determinazioni analitiche sono state effettuate dal Laboratorio Strumentale "Qualità dell'aria ed Emissioni" e dal Laboratorio Strumentale di Gascromatografia/HPLC - Assorbimento Atomico/I.C.P. del medesimo Dipartimento.

La gestione tecnica del laboratorio mobile è stata curata dal Responsabile gestione tecnica del laboratorio mobile del Dipartimento Arpa di Torino.

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

CAPITOLO 1	
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO ATMOSFERICO	4
<i>L'aria e i suoi inquinanti.....</i>	<i>5</i>
<i>Il Laboratorio Mobile</i>	<i>8</i>
<i>Il quadro normativo.....</i>	<i>8</i>
CAPITOLO 2	
LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO	12
<i>Obiettivi della campagna di monitoraggio</i>	<i>13</i>
<i>Elaborazione dati meteorologici</i>	<i>15</i>
<i>Elaborazione statistica dati e superamento dei limiti di legge.....</i>	<i>21</i>
<i>Elaborazione grafica dati di inquinamento atmosferico</i>	<i>26</i>
Andamento orario e giornaliero - Confronto con i limiti di legge	26
Giorno medio.....	26
COMMENTO AI DATI	38
Biossido di zolfo	38
Monossido di Carbonio.....	38
Benzene e Toluene	39
Ossidi di azoto.....	41
Particolato Sospeso (PTS e PM10).....	42
Ozono.....	44
CONCLUSIONI	45
APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI	46



CAPITOLO 1
CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO INQUINAMENTO
ATMOSFERICO

L'aria e i suoi inquinanti

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 metro cubo (ng/m^3) al microgrammo per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Le principali sorgenti di inquinanti sono:

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

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

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

La dispersione degli inquinanti nell'atmosfera è strettamente legata alla situazione meteorologica dei punti presi in esame; pertanto, per una completa caratterizzazione della qualità dell'aria in un determinato sito, occorre conoscere l'andamento dei principali parametri meteorologici (velocità e direzione del vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, 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 2002", elaborata congiuntamente dal Dipartimento Ambiente della Provincia di Torino e dall'Arpa, ed inviata a tutte le Amministrazioni comunali della Provincia.

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

Tabella 1

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

 = fonti primarie
 = fonti secondarie

Il Laboratorio Mobile

Il controllo dell'inquinamento atmosferico nel territorio provinciale viene realizzato attraverso le stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Le informazioni acquisite da tale rete sono integrate, laddove non siano presenti postazioni della rete fissa e si renda comunque necessaria una stima della qualità dell'aria, attraverso l'utilizzo di una stazione mobile di proprietà della Provincia di Torino, gestita dall'Arpa - Dipartimento di Torino.

Il Laboratorio Mobile è dotato di una stazione meteorologica e di analizzatori per la misura in continuo di inquinanti chimici quali biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono, particolato totale sospeso, Benzene, Toluene e di un campionatore di PM10, che viene determinato in laboratorio per via gravimetrica.

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.

La normativa quadro è rappresentata dal D.Lgs. 351/99 ed attuata, per i valori limite di alcuni inquinanti, dal D.M. 60/2002. Detti limiti possono essere classificati in tre tipologie:

- **Valori limite annuale** per gli inquinanti biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato PM10, piombo (Pb) e benzene per la protezione della salute umana e degli ecosistemi, finalizzati alla prevenzione dell'inquinamento su lungo periodo.
- **Valori limite giornalieri o orari** per biossido di zolfo ossidi di azoto, PM10, e monossido di carbonio (CO), volti al contenimento di episodi acuti d'inquinamento
- **Soglie di allarme** per il biossido di zolfo e il biossido di azoto, superate le quali può insorgere rischio per la salute umana, per cui le autorità competenti sono tenute ad adottare immediatamente misure atte a ridurre le concentrazioni degli inquinanti al di sotto della soglia d'allarme.

Per quanto riguarda il parametro ozono la normativa italiana non ha ancora recepito la direttiva 2002/3/CE ed attualmente sono in vigore il D.P.C.M. 28/3/83, il D.M. 15/4/94, il D.M. 25/11/94 e il D.M. 16/5/96.

Nei limiti riferiti alla prevenzione a breve termine sono previsti anche per l'ozono i livelli per la protezione della salute e della vegetazione. Il primo corrisponde alla concentrazione di inquinante ritenuta significativa - in caso di episodi prolungati di inquinamento - dal punto di vista del rischio sanitario; il secondo è invece la concentrazione di ozono, superata la quale la vegetazione può subire danni.

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

Per una descrizione più ampia del quadro normativo si rimanda ancora alla pubblicazione "Uno sguardo all'aria - Relazione annuale 2002".

Tabella 2

- Valori di attenzione e di allarme per gli inquinanti

Ozono espresso come O ₃	STANDARD DI QUALITA' (D.P.C.M. 28/3/83)	media oraria (1)	1 mese	200 µg/m ³
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	media (mobile trascinata) su 8 ore (2)	8 ore	110 µg/m ³
	LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	200 µg/m ³
		media giornaliera	ogni giorno	65 µg/m ³
	LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	180 µg/m ³
	LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94, D.M. 25/11/94 e D.M. 16/5/96)	media oraria	1 ora	360 µg/m ³
BENZO(A)PIRENE	OBIETTIVO DI QUALITA' (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri (3)	anno (1 gennaio - 31 dicembre)	1 ng/m ³

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

(2): La media mobile trascinata è calcolata ogni ora sulla base degli 8 valori relativi agli intervalli h-(h-8)

(3): 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.

Tabella 3 - Decreto Ministeriale n. 60 aprile 2002

INQUINANTE	LIMITE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO	SUPERAMENTI CONCESSI	DATA PER IL RISPETTO DEL LIMITE
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile	20 µg/m ³	--	19-lug-01
		inverno (1 ott ÷ 31 mar)			
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	--	--	
BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ (NO ₂)	18 volte/anno civile	1-gen-10
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³ (NO ₂)	--	1-gen-10
	Soglia di allarme	3 ore consecutive	400 µg/m ³	--	--
	Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 µg/m ³ (NO _x)	--	19-lug-01
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	---	1-gen-05
PIOMBO (Pb)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	0.5 µg/m ³	---	1-gen-05
PARTICELLE (PM10) FASE 1	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35 volte/anno civile	1-gen-05
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 µg/m ³	---	1-gen-05
BENZENE	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	5 µg/m ³	---	1-gen-10



CAPITOLO 2

LA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Obiettivi della campagna di monitoraggio

La campagna di monitoraggio condotta nel Comune di Brandizzo, promossa dalla Provincia di Torino in collaborazione con l'Arpa Piemonte - Dipartimento di Torino, è stata finalizzata al controllo della qualità dell'aria, in relazione al fatto che il territorio comunale è interessato dal cantiere per la linea ferroviaria ad alta velocità (TAV) e da transito di mezzi pesanti all'interno del centro abitato.

Nel corso del sopralluogo preliminare alla realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico è stato individuato come idoneo al posizionamento della stazione mobile il seguente sito:

Scuola "Don Milani" - Via Nicola Cena, angolo Piazza Orchidea

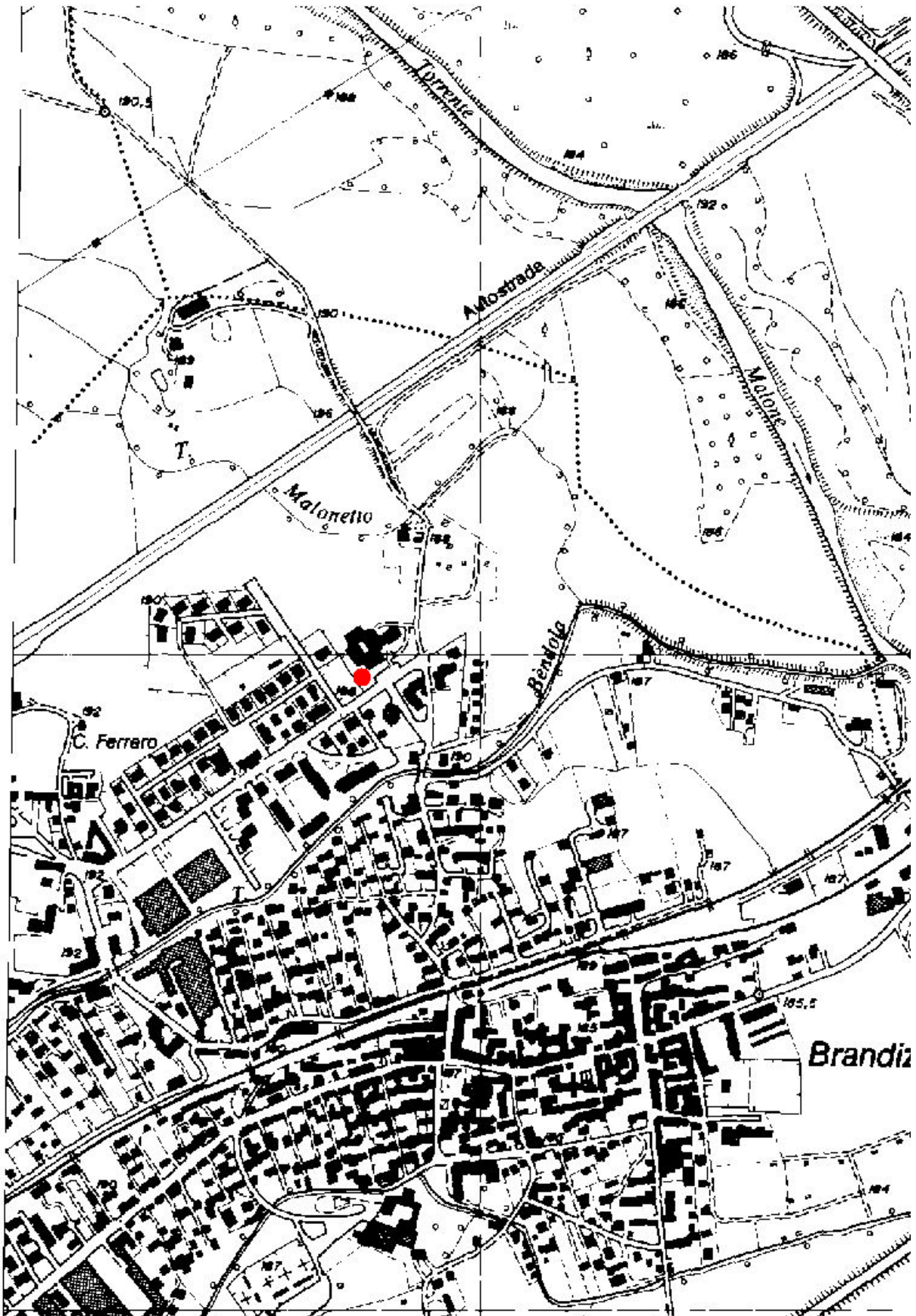
Nella Figura 1 è riportata - sulla cartografia del Comune di Brandizzo - l'indicazione del sito nel quale è stato posizionato il Laboratorio Mobile nel corso della campagna di monitoraggio.

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

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

La campagna di monitoraggio è stata condotta nel periodo compreso tra il 28 gennaio - 25 febbraio 2004 (29 giorni).

Figura 1- Postazione di monitoraggio del Laboratorio Mobile



Elaborazione dati meteorologici

In questo paragrafo vengono presentate le elaborazioni statistiche e grafiche relative ai dati meteorologici registrati durante la campagna di monitoraggio.

Relativamente a tutto il periodo di monitoraggio è stata effettuata una elaborazione statistica riportante i valori minimo, massimo e medio e la deviazione standard delle medie orarie registrate a Brandizzo (Tabella 4 - Tabella 5 - Tabella 6 - Tabella 7 - Tabella 8 - Tabella 9 - Tabella 10).

Nelle pagine successive sono riportate le elaborazioni grafiche che mostrano l'andamento orario per i seguenti parametri:

P	Pressione Atmosferica	mbar
D.V.	Direzione Vento	gradi
V.V.	Velocità Vento	m/s
T	Temperatura	°C
U.R.	Umidità relativa	%
R.S.G	Radiazione Solare Globale	W/m ²
R.S.N.	Radiazione Solare Netta	W/m ²

Tabella 4 Parametro: velocità vento (m/s)

Minima media giornaliera	0,4
Massima media giornaliera	2,6
Media delle medie giornaliere	0,8
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	76%
Media dei valori orari	0,8
Massima media oraria	5,2
Ore valide	543
Percentuale ore valide	78%

Tabella 5: Parametro: Direzione Vento (gradi)

Minima media giornaliera	50
Massima media giornaliera	251
Media delle medie giornaliere	172
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	76%
Media dei valori orari	174
Massima media oraria	360
Ore valide	543
Percentuale ore valide	78%

Tabella 8: Parametro: Temperatura aria (gradi centigradi)

Minima media giornaliera	-0,6
Massima media giornaliera	6,3
Media delle medie giornaliere	3,3
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	93%
Media dei valori orari	3,4
Massima media oraria	14,8
Ore valide	658
Percentuale ore valide	95%

Tabella 6: Parametro: Pressione (mbar)

Minima media giornaliera	981
Massima media giornaliera	1015
Media delle medie giornaliere	1003
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	93%
Media dei valori orari	1003
Massima media oraria	1017
Ore valide	658
Percentuale ore valide	95%

Tabella 9: Parametro: Radiazione Solare Globale (W/m^2)

Minima media giornaliera	8,6
Massima media giornaliera	153
Media delle medie giornaliere	85
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	93%
Media dei valori orari	86,2
Massima media oraria	579
Ore valide	658
Percentuale ore valide	95%

Tabella 7: Parametro: Umidità Relativa (percentuale)

Minima media giornaliera	47,5
Massima media giornaliera	98,6
Media delle medie giornaliere	76
Giorni validi	27
Percentuale giorni validi	93%
Media dei valori orari	75,3
Massima media oraria	98,8
Ore valide	658
Percentuale ore valide	95%

Tabella 10: Parametro: Radiazione Solare Netta (W/m^2)

Minima media giornaliera	-7,5
Massima media giornaliera	47
Media delle medie giornaliere	26,2
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	76%
Media dei valori orari	26,3
Massima media oraria	337
Ore valide	571
Percentuale ore valide	82%

Figura 2 Parametro Direzione Vento – 28 gennaio – 25 febbraio 2004

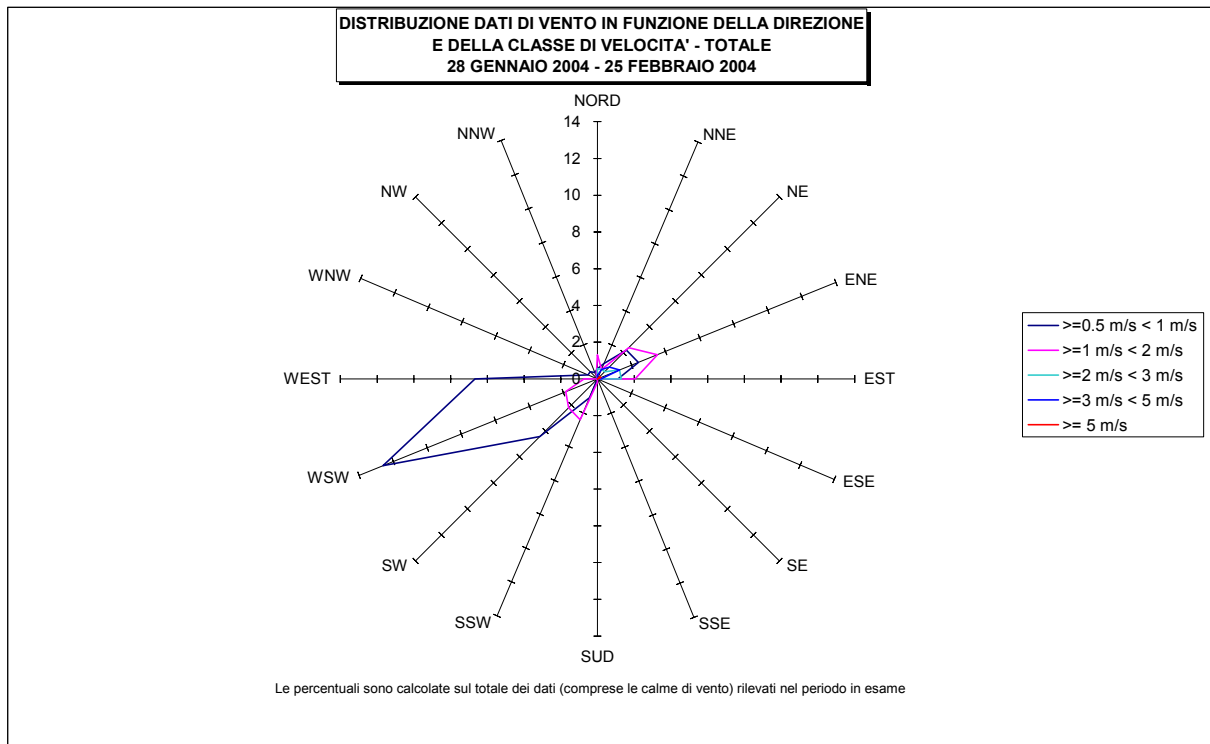


Figura 3 Parametro Direzione Vento, ore diurne –28 gennaio – 25 febbraio 2004

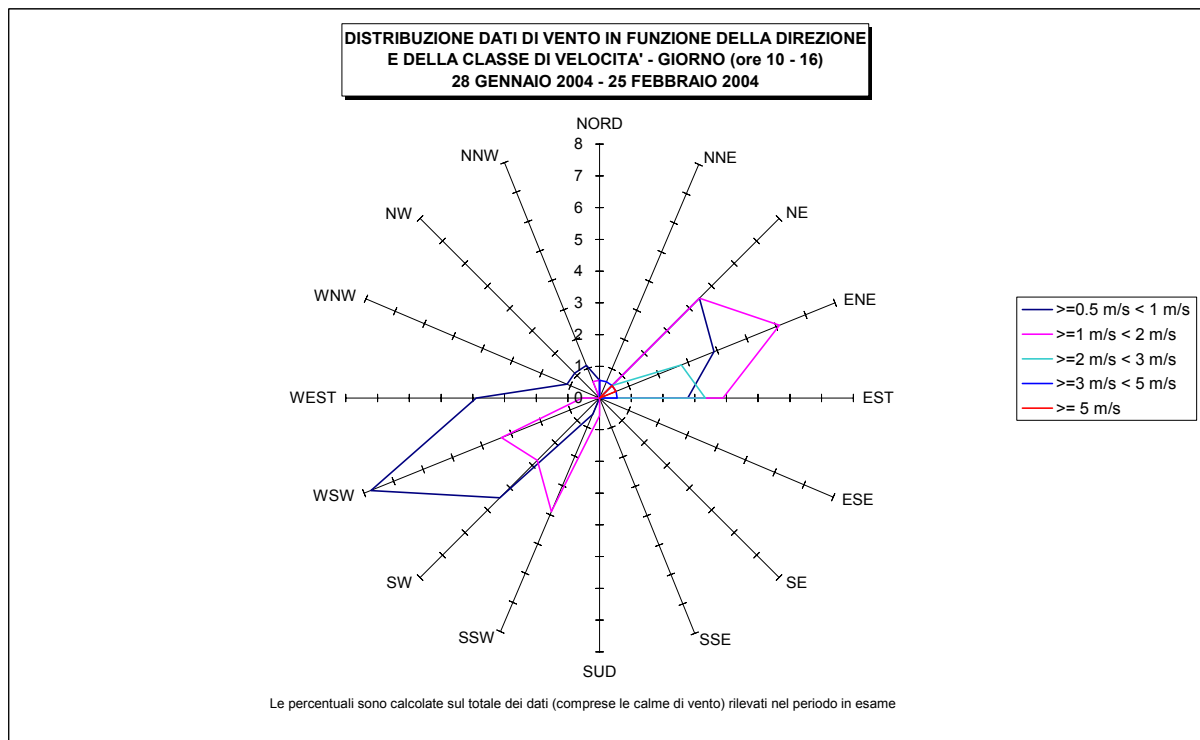


Figura 4 Parametro Direzione Vento, ore notturne – 28 gennaio – 25 febbraio 2004

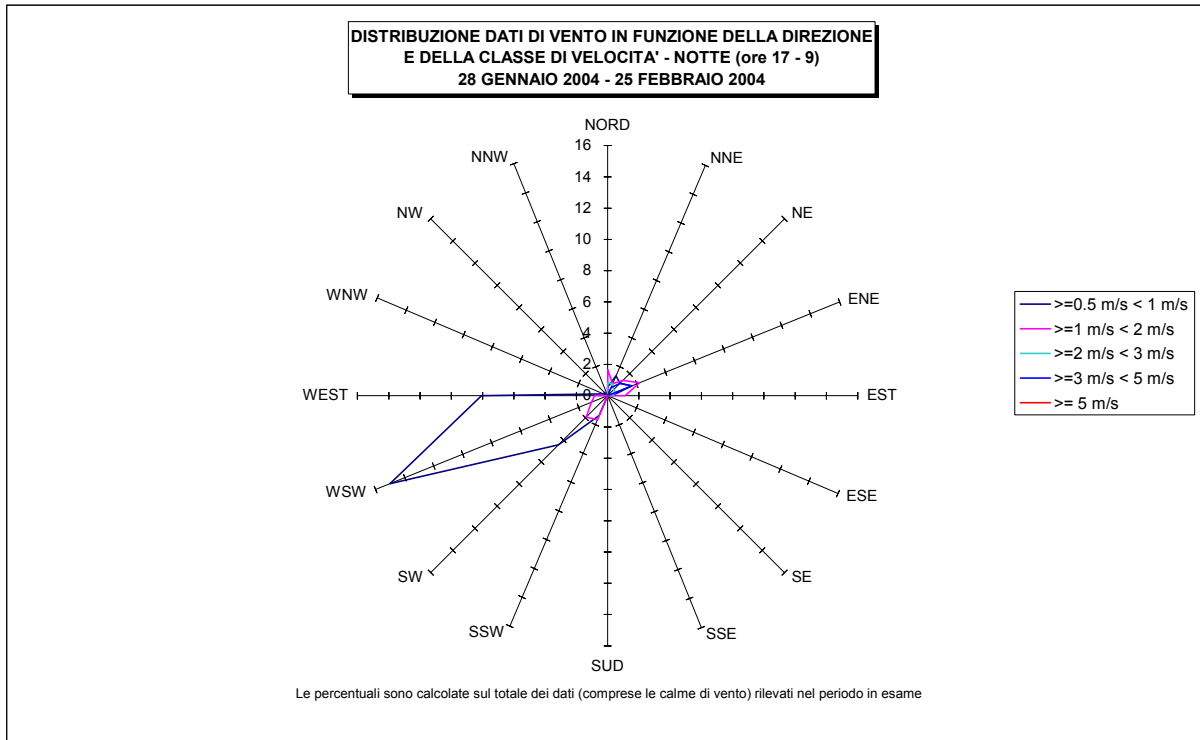


Figura 5 Parametro Velocità Vento – 28 gennaio – 25 febbraio 2004

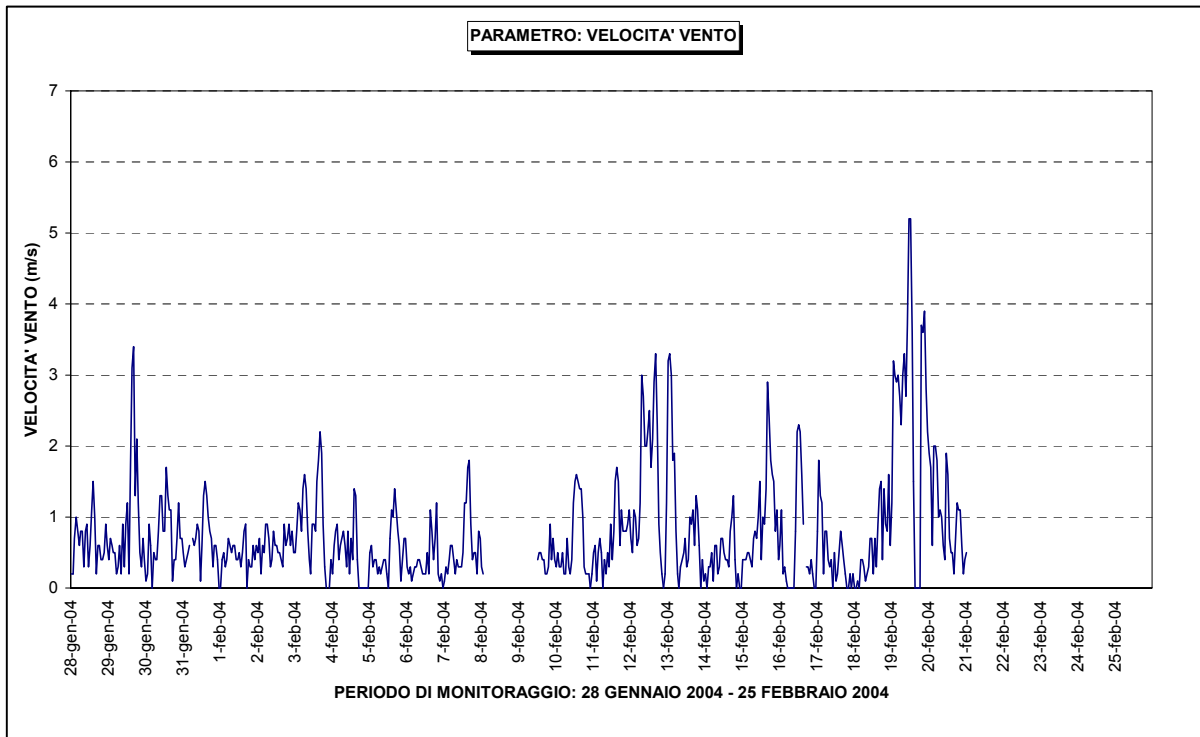


Figura 6 Pressione Atmosferica - 28 gennaio – 25 febbraio 2004

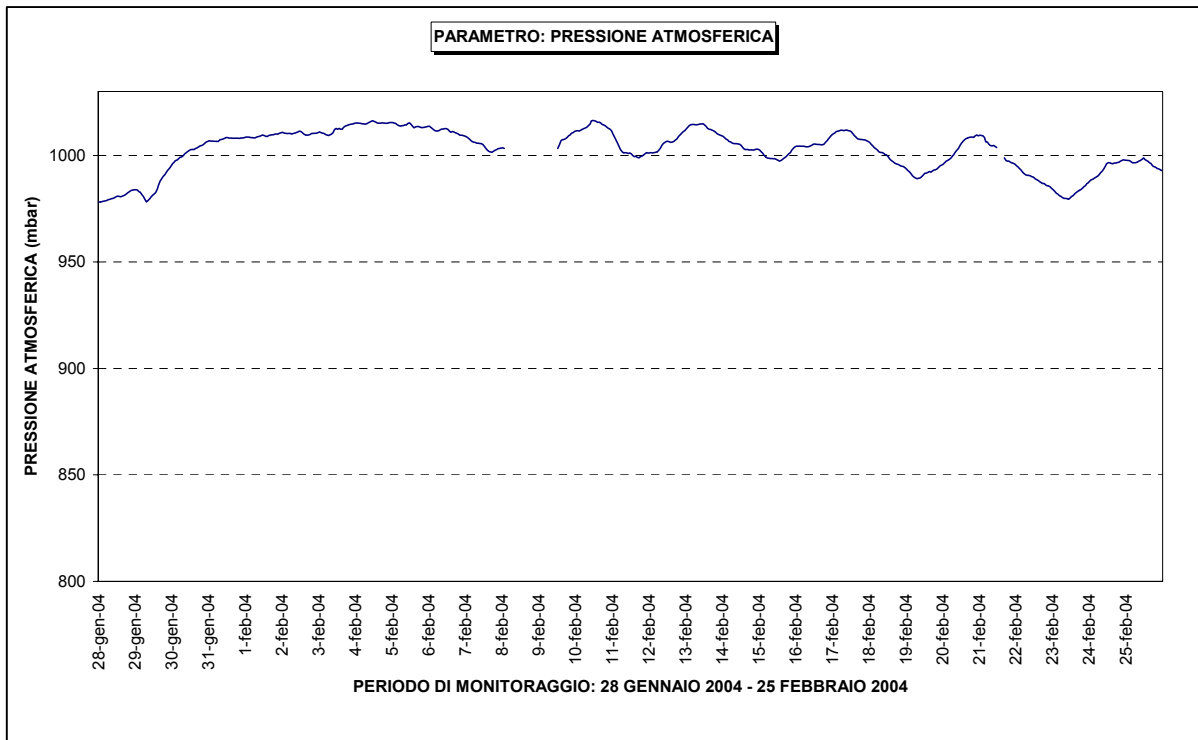


Figura 7 Umidità Relativa - 28 gennaio – 25 febbraio 2004

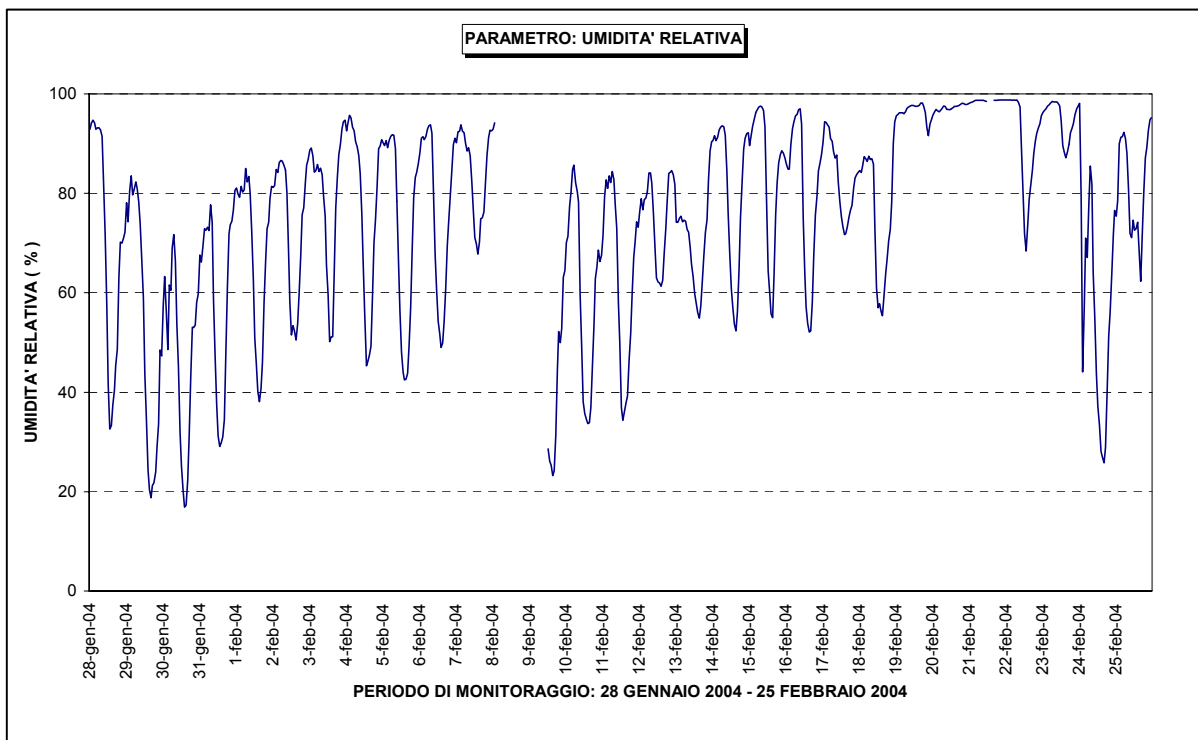


Figura 8 Temperatura aria - 28 gennaio – 25 febbraio 2004

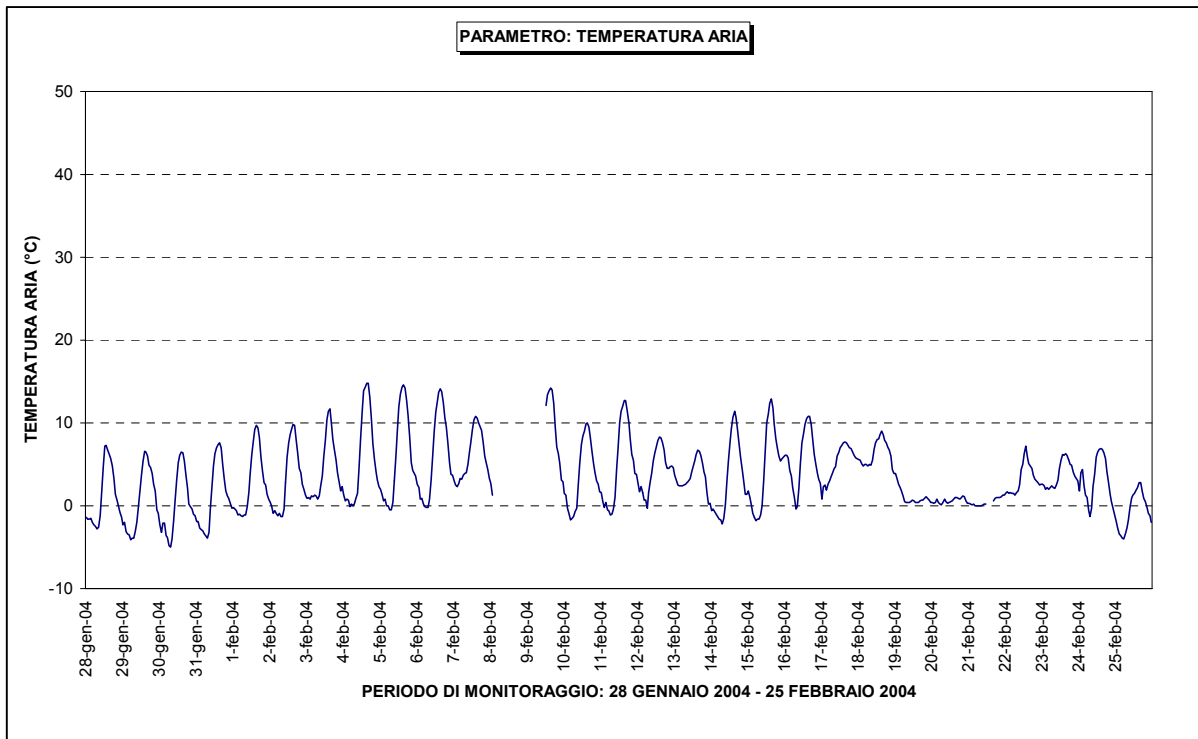


Figura 9 Radiazione Solare Globale - 28 gennaio – 25 febbraio 2004

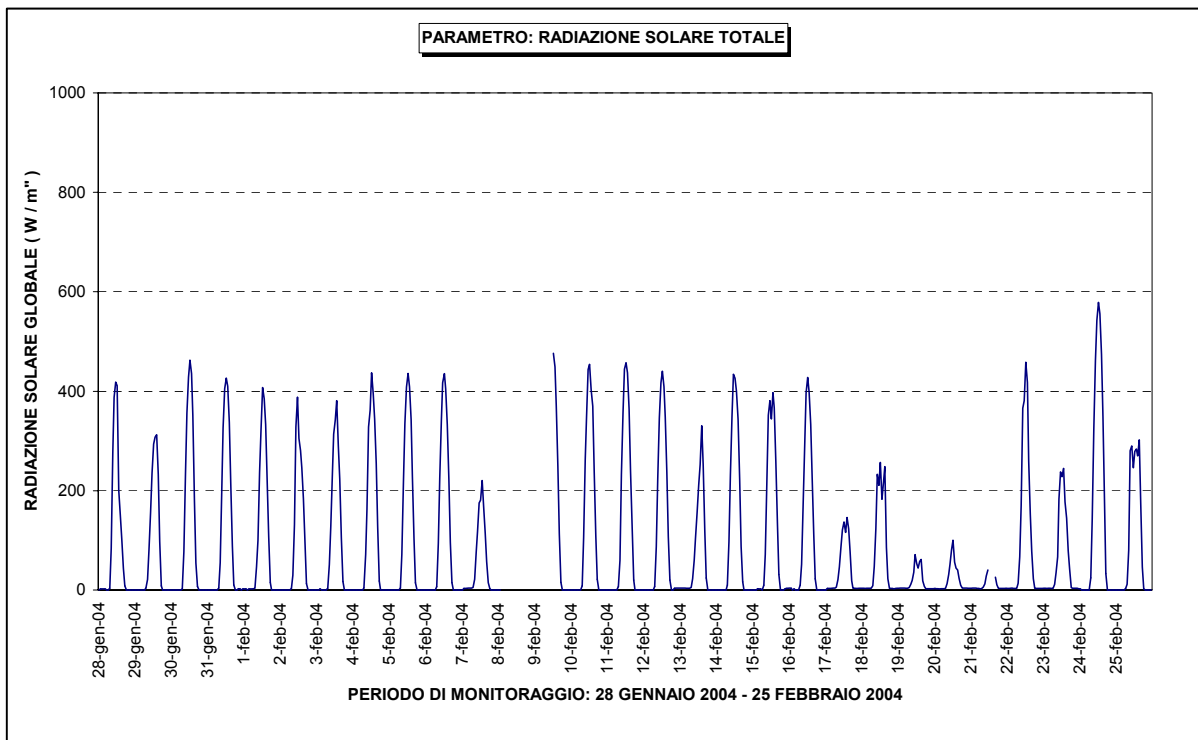
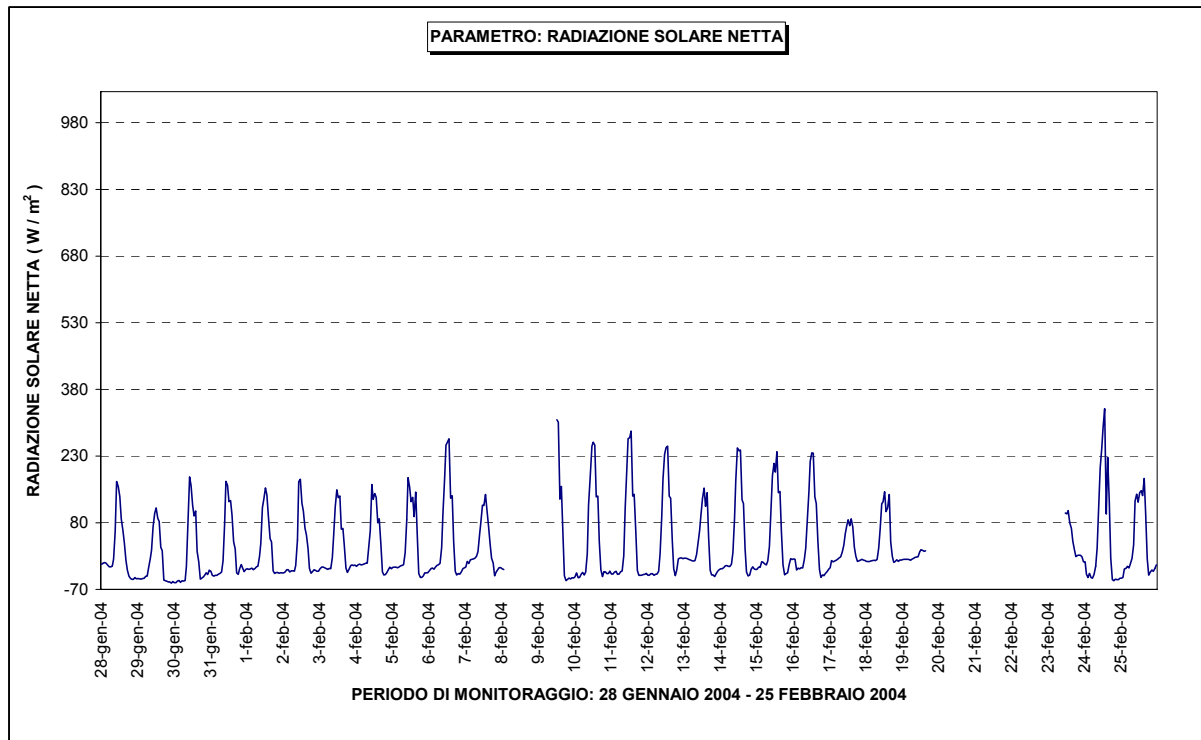


Figura 10 Radiazione Solare Netta - 28 gennaio – 25 febbraio 2004



Elaborazione statistica dati e superamento dei limiti di legge

Nelle pagine seguenti vengono riportate le elaborazioni statistiche dei dati e i superamento dei limiti di legge di inquinamento dell'aria registrati dagli analizzatori nel periodo di campionamento.

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

SO ₂	BIOSSIDO DI ZOLFO
NO ₂	BIOSSIDO DI AZOTO
NO	MONOSSIDO DI AZOTO
PTS	PARTICOLATO SOSPESO
O ₃	OZONO
CO	MONOSSIDO DI CARBONIO
C ₆ H ₆	BENZENE
C ₆ H ₅ CH ₃	TOLUENE
PM10	PARTICOLATO SOSPESO PM10

Le analisi degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e dei metalli sono attualmente in corso, pertanto i risultati verranno esposti nella relazione finale.

Copia di tutti i dati acquisiti è conservata su supporto informatico presso il Dipartimento di Torino (Tematismo Qualità dell'Aria ed Emissioni) e in rete sul sito "Aria Web" della Regione Piemonte all'indirizzo <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev/datiarea2.htm> a disposizione per elaborazioni successive e/o per eventuali richieste di trasmissione da parte degli Enti interessati.

Dati del periodo: 28/1/2004 – 25/2/2004

Tabella 11 Parametro: Biossido di Zolfo (SO₂) (µg/m³)

Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	17
Media delle medie giornaliere	10
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	76%
Media dei valori orari	10
Massima media oraria	39
Ore valide	573
Percentuale ore valide	82%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (350)	0
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (125)	0
Numero di superamenti livello allarme (500)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (500)	0

Tabella 12 Parametro: Monossido di Carbonio (CO) (mg/m³)

Minima media giornaliera	0,3
Massima media giornaliera	2,3
Media delle medie giornaliere	1,2
Giorni validi	18
Percentuale giorni validi	62%
Massima media oraria	4,9
Ore valide	519
Percentuale ore valide	75%
Minimo delle medie 8 ore	0,1
Media delle medie 8 ore	1,1
Massimo delle medie 8 ore	2,9
Percentuale medie 8 ore valide	72%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(10)	0

Tabella 13 Parametro: Benzene (µg/m³)

Minima media giornaliera	1,9
Massima media giornaliera	11,3
Media delle medie giornaliere	6
Giorni validi	8
Percentuale giorni validi	28%
Media dei valori orari	6,2
Massima media oraria	23,7
Ore valide	246
Percentuale ore valide	35%

Tabella 14 Parametro: Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	4
Massima media giornaliera	52
Media delle medie giornaliere	22
Giorni validi	6
Percentuale giorni validi	21%
Media dei valori orari	21
Massima media oraria	258
Ore valide	172
Percentuale ore valide	25%

Tabella 15 Parametro: monossido di azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	28
Massima media giornaliera	248
Media delle medie giornaliere	108
Giorni validi	20
Percentuale giorni validi	69%
Media dei valori orari	101
Massima media oraria	555
Ore valide	517
Percentuale ore valide	74%

Tabella 16 Biossido di azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	35
Massima media giornaliera	128
Media delle medie giornaliere	61
Giorni validi	22
Percentuale giorni validi	76%
Media dei valori orari	59
Massima media oraria	199
Ore valide	584
Percentuale ore valide	84%
Numero di superamenti livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello orario protezione della salute (200)	0
Numero di superamenti livello allarme (400)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (400)	0

Tabella 17 Parametro: Particelle Totali Sospese ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	93
Massima media giornaliera	319
Media delle medie giornaliere	167
Giorni validi	17
Percentuale giorni validi	59%
Media dei valori orari	167
Massima media oraria	588
Ore valide	421
Percentuale ore valide	60%

Tabella 18 Parametro: Polveri PM10 - Basso Volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	9
Massima media giornaliera	201
Media delle medie giornaliere	94
Giorni validi	29
Percentuale giorni validi	100%
Numero di superamenti livello giornaliero protezione della salute (50)	24

Tabella 19 Parametro: Ozono (O_3) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Minima media giornaliera	11
Massima media giornaliera	31
Media delle medie giornaliere	19
Giorni validi	19
Percentuale giorni validi	66%
Massima media oraria	92
Ore valide	486
Percentuale ore valide	70%
Minimo delle medie 8 ore	4
Media delle medie 8 ore	19
Massimo delle medie 8 ore	57
Percentuale medie 8 ore valide	67%
Numero di superamenti livello protezione della salute su medie 8 ore(110)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello protezione della salute su medie 8 ore(110)	0
Numero di superamenti livello attenzione (180)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello attenzione (180)	0
Numero di superamenti livello allarme (360)	0
Numero di giorni con almeno un superamento livello allarme (360)	0
Numero di superamenti livello protezione della vegetazione (65)	0

Elaborazione grafica dati di inquinamento atmosferico

Sono di seguito riportate le elaborazioni grafiche relative ai dati presentati nel capitolo precedente.

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 periodo di monitoraggio.

La scala adottata per l'asse delle ordinate permette di evidenziare, laddove esistenti, i superamenti dei limiti.

Nel caso in cui i valori assunti dai parametri risultino nettamente inferiori ai limiti di legge, l'espansione dell'asse y rende meno chiaro l'andamento orario delle concentrazioni. L'elaborazione oraria dettagliata è comunque disponibile presso lo scrivente servizio, e può essere inviata su richiesta specifica.

Giorno medio

Per una corretta valutazione dell'andamento degli inquinanti durante le diverse ore del giorno è stato calcolato 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. Ad esempio il valore dell'ora 1.00 è calcolato mediando i valori di concentrazione rilevati alle ore 1.00 di ciascun giorno del periodo di monitoraggio. In grafico vengono quindi rappresentati gli andamenti medi giornalieri delle concentrazioni per ognuno degli inquinanti.

In questo modo è possibile non solo evidenziare in quali ore generalmente si verifichi un incremento delle concentrazioni dei vari inquinanti, ma anche fornire informazioni sulla persistenza degli stessi durante la giornata.

Figura 11 SO₂: confronto con il livello di protezione della salute (media giornaliera)

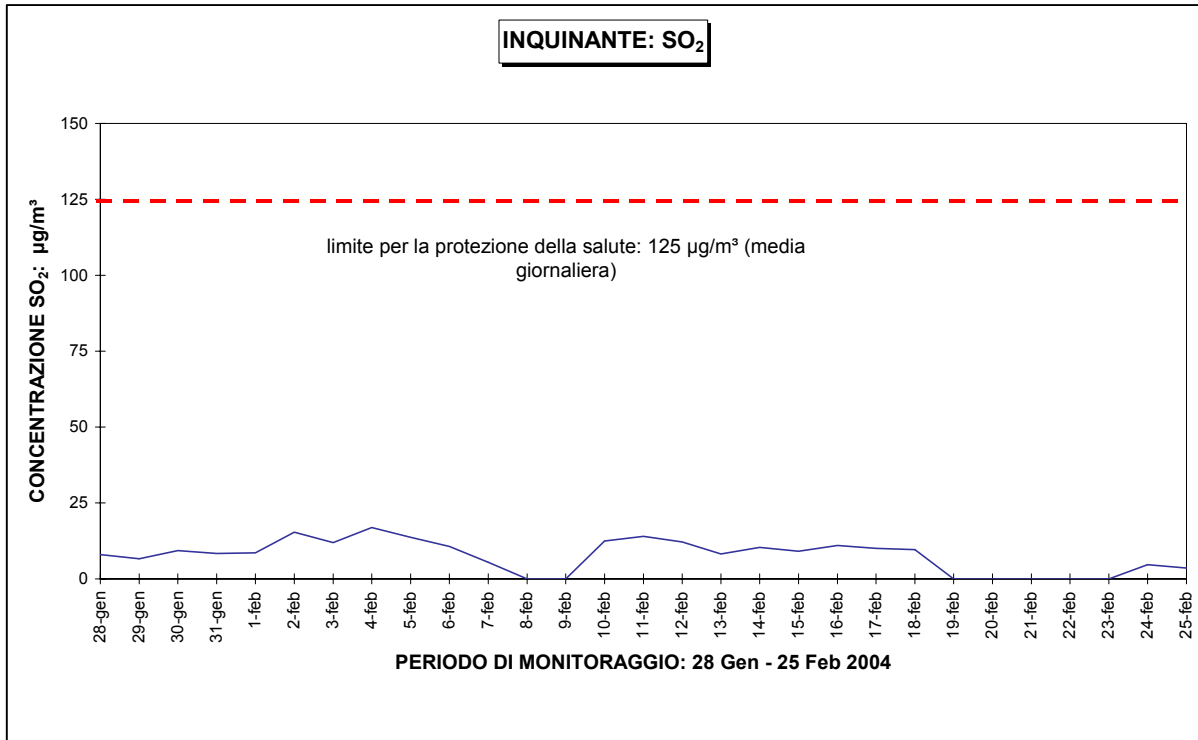


Figura 12 SO₂: andamento giorno medio

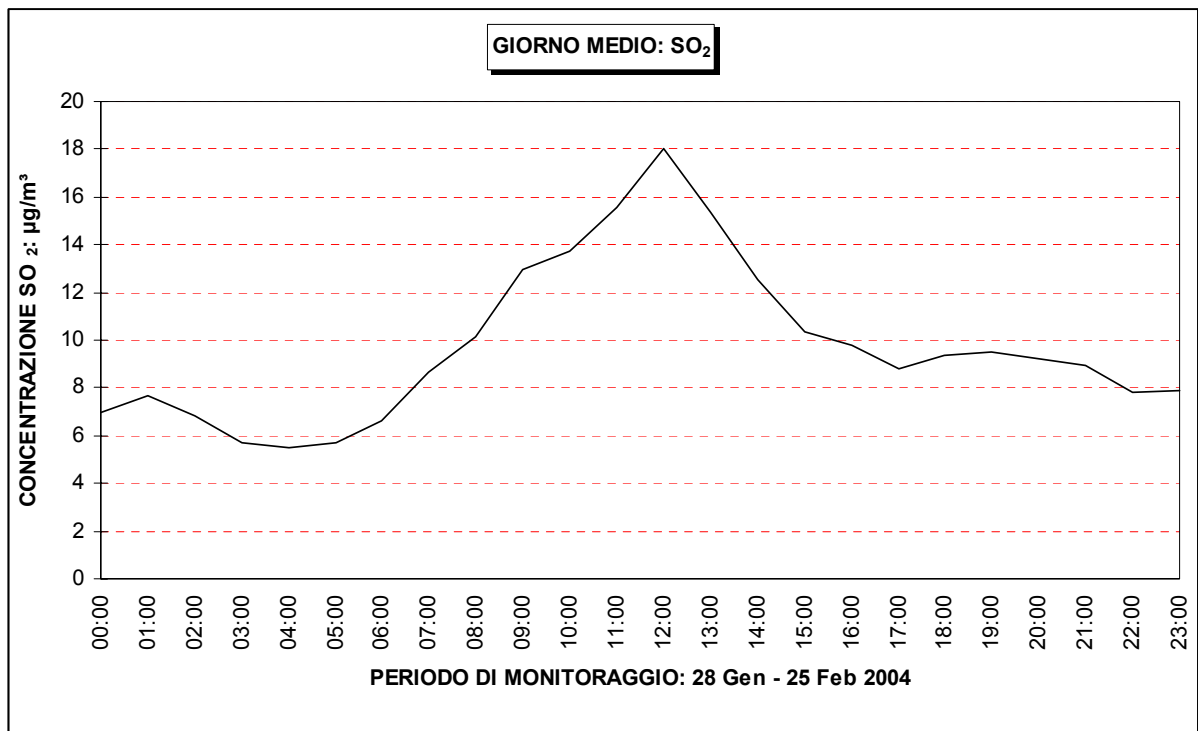


Figura 13 SO₂ : andamento medie orarie

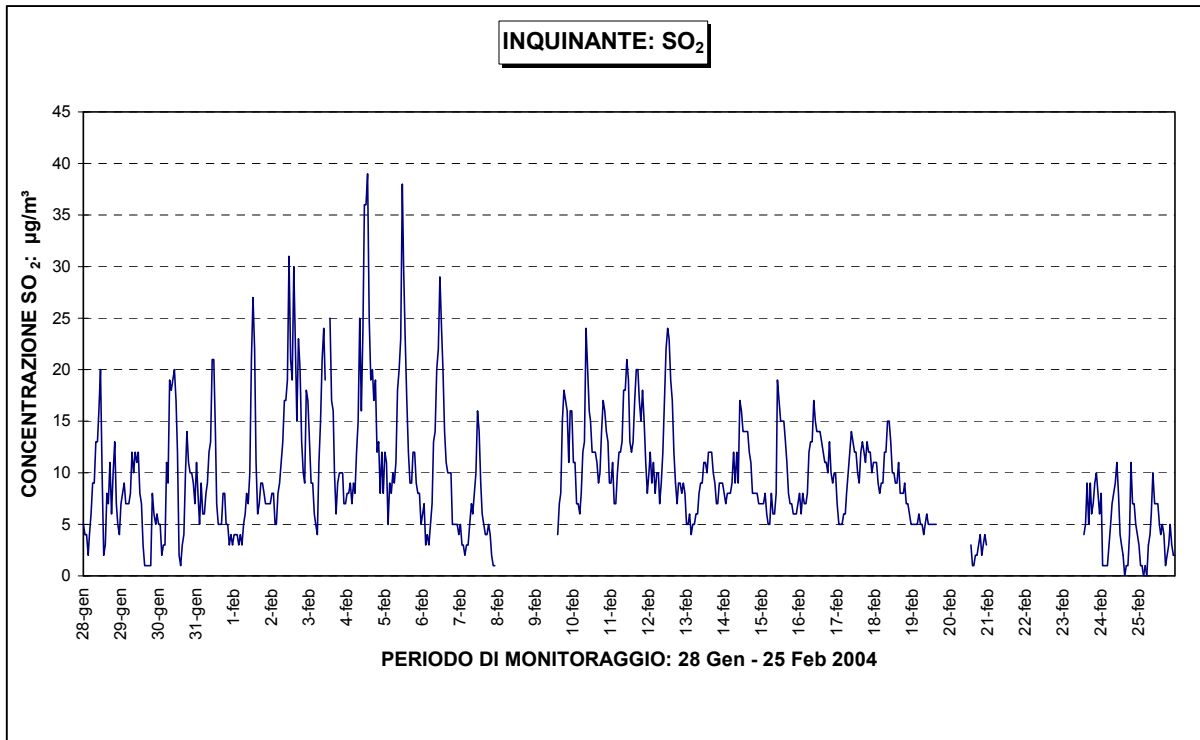


Figura 14 NO₂: confronto con limiti di legge

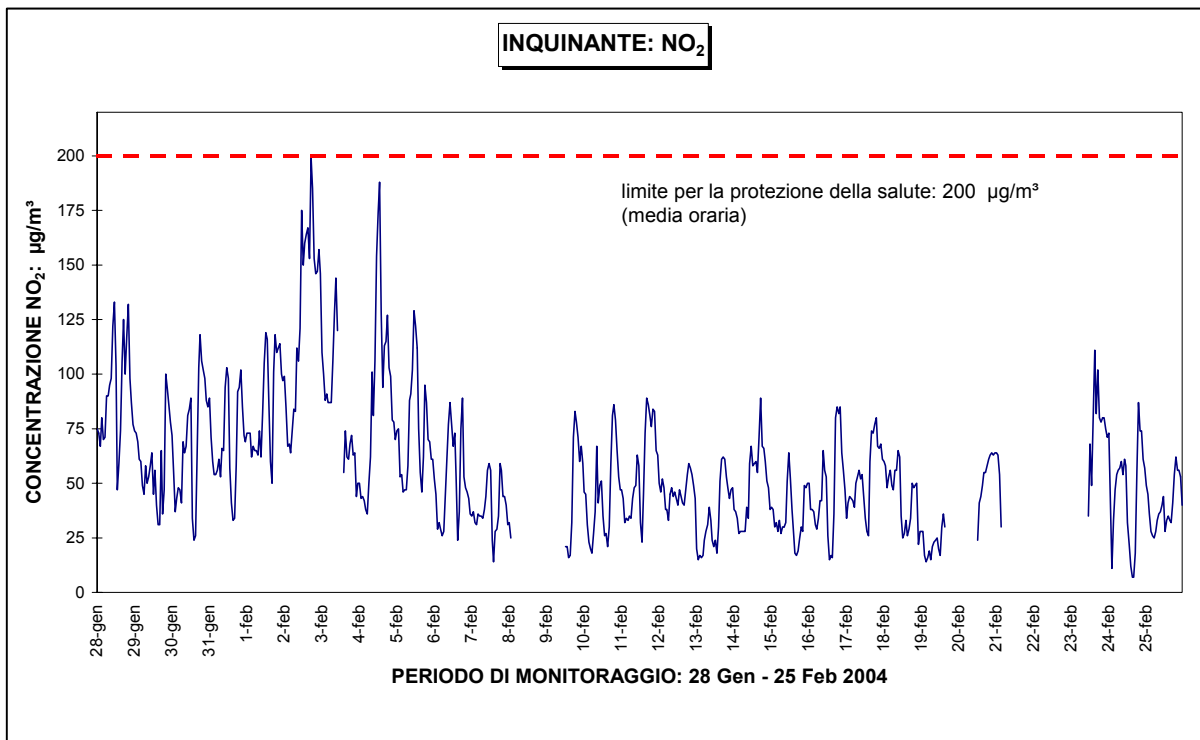


Figura 15 NO₂: andamento giorno medio

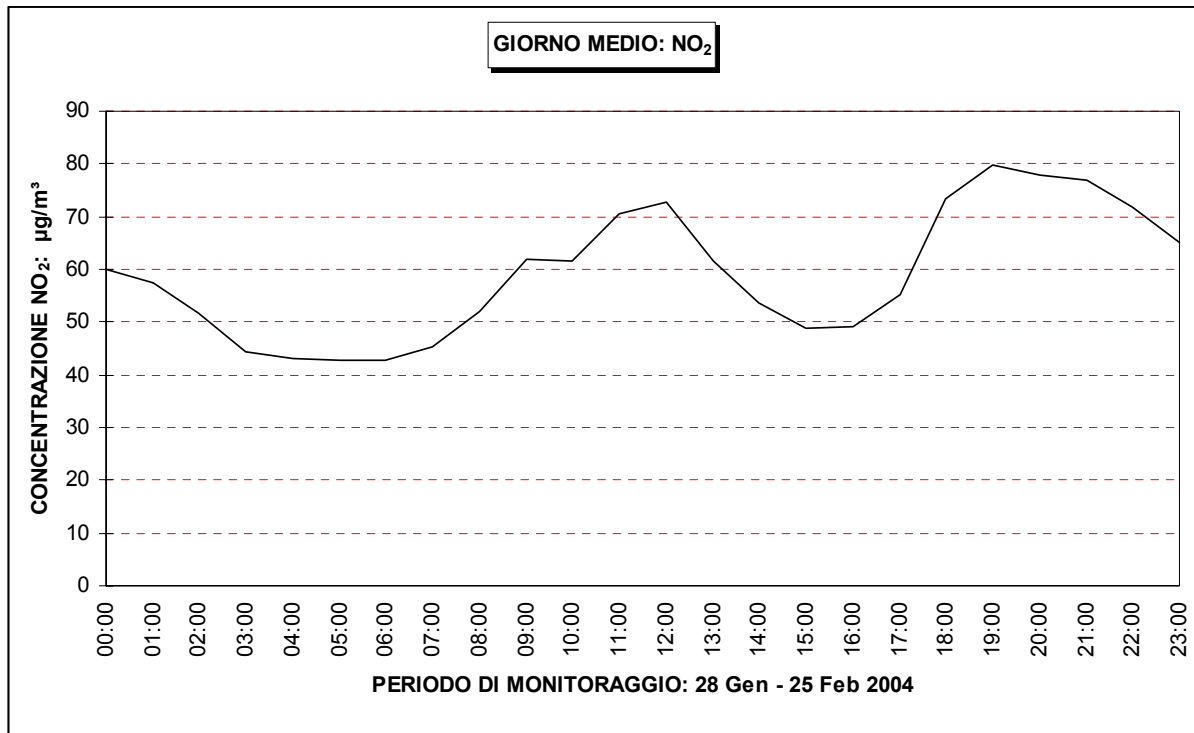


Figura 16 NO : andamento orario

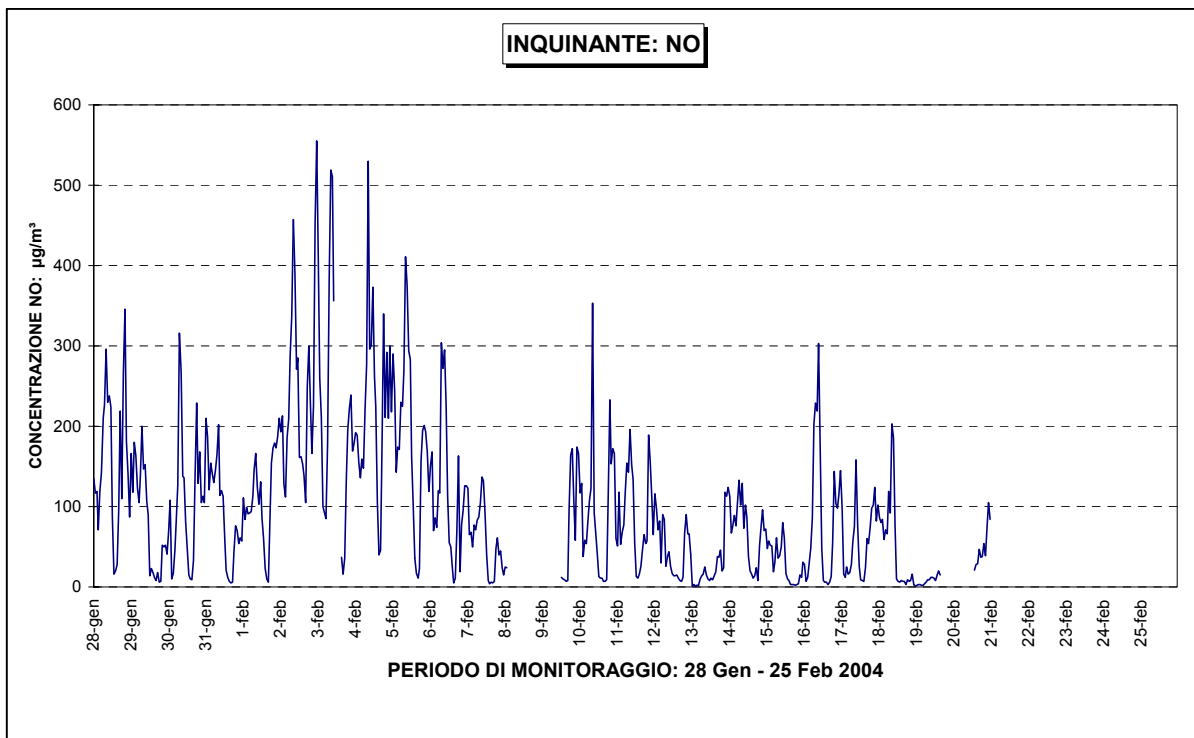


Figura 17: CO confronto limite di legge media trascinata sulle otto ore

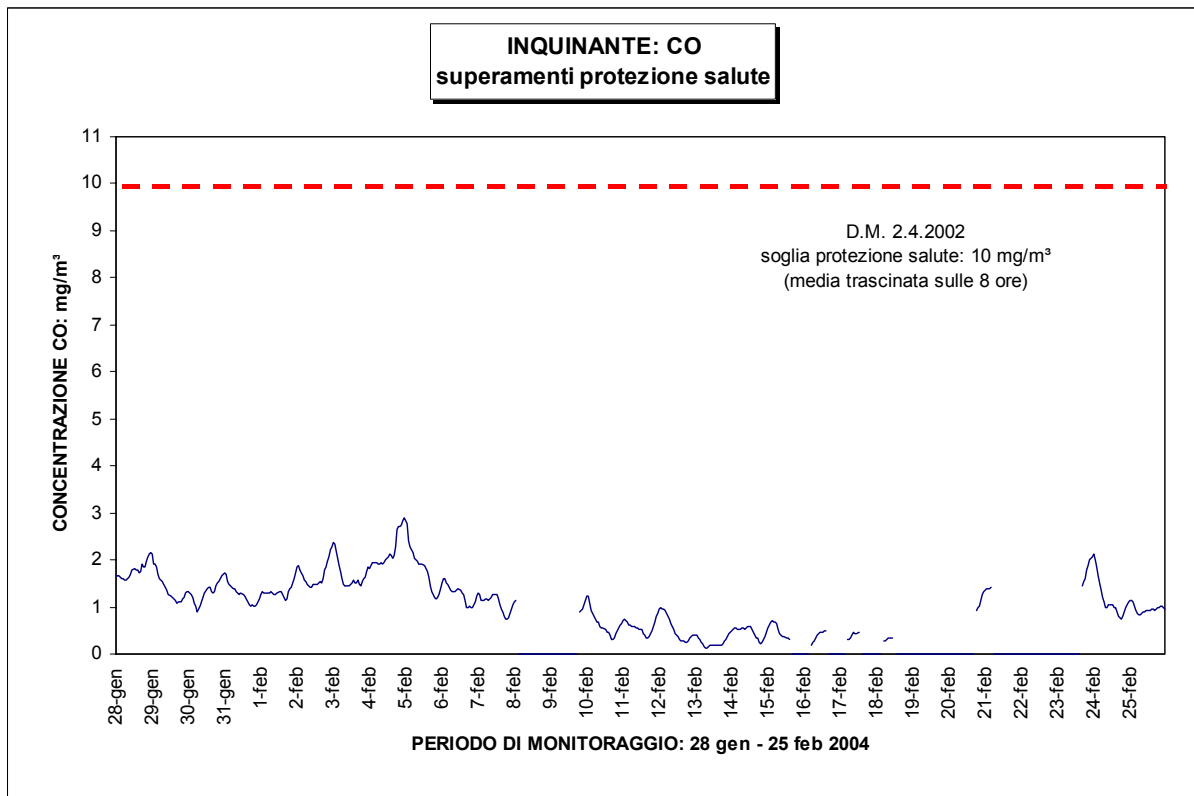


Figura 18: CO andamento orario

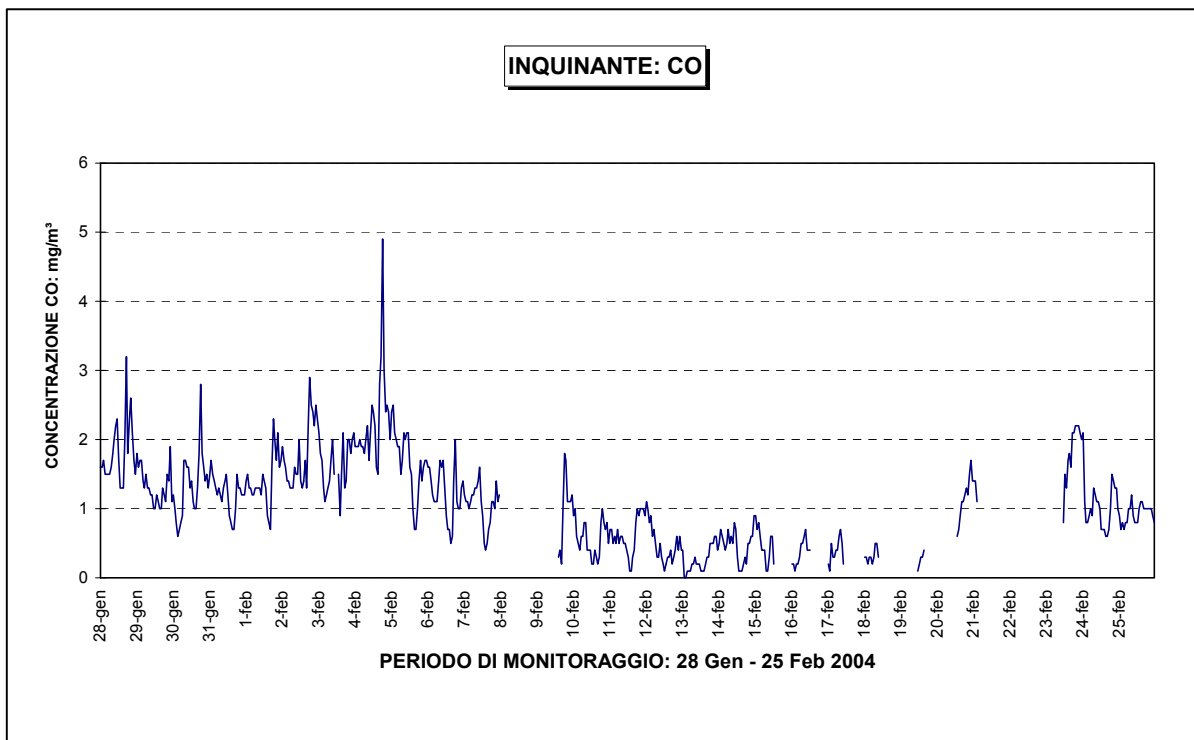


Figura 19: CO andamento giorno medio

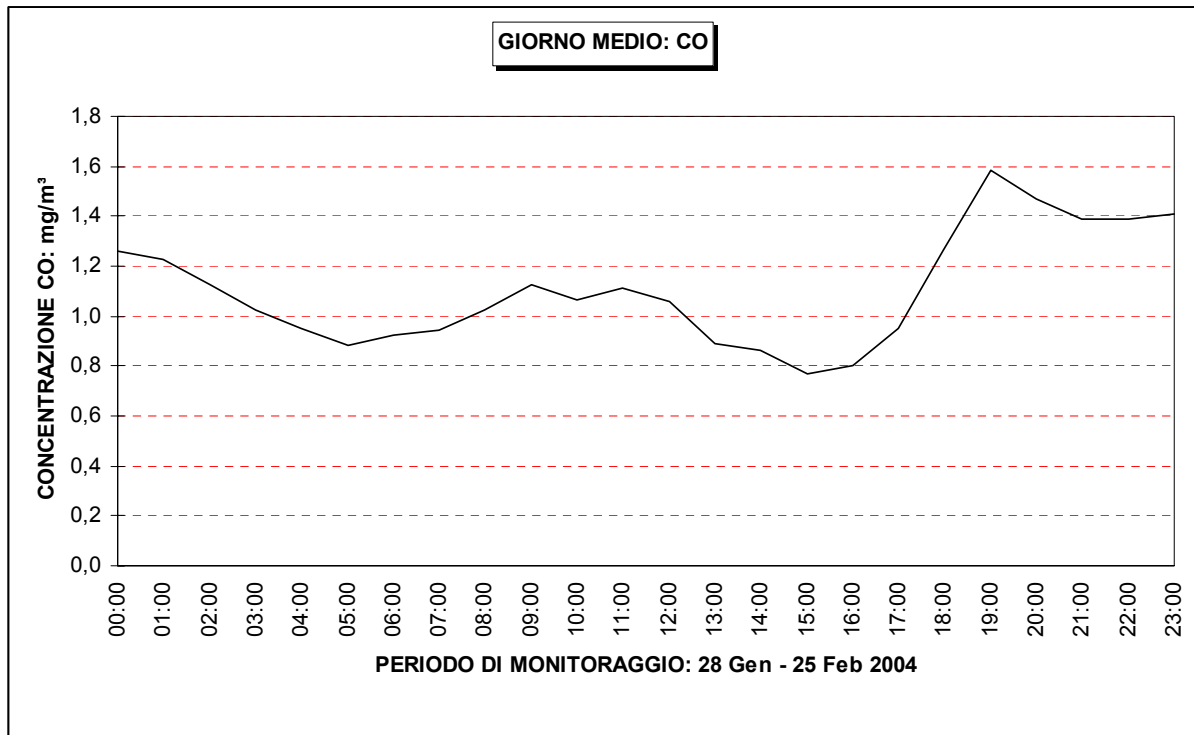


Figura 20: PTS e PM10 andamento giornaliero.

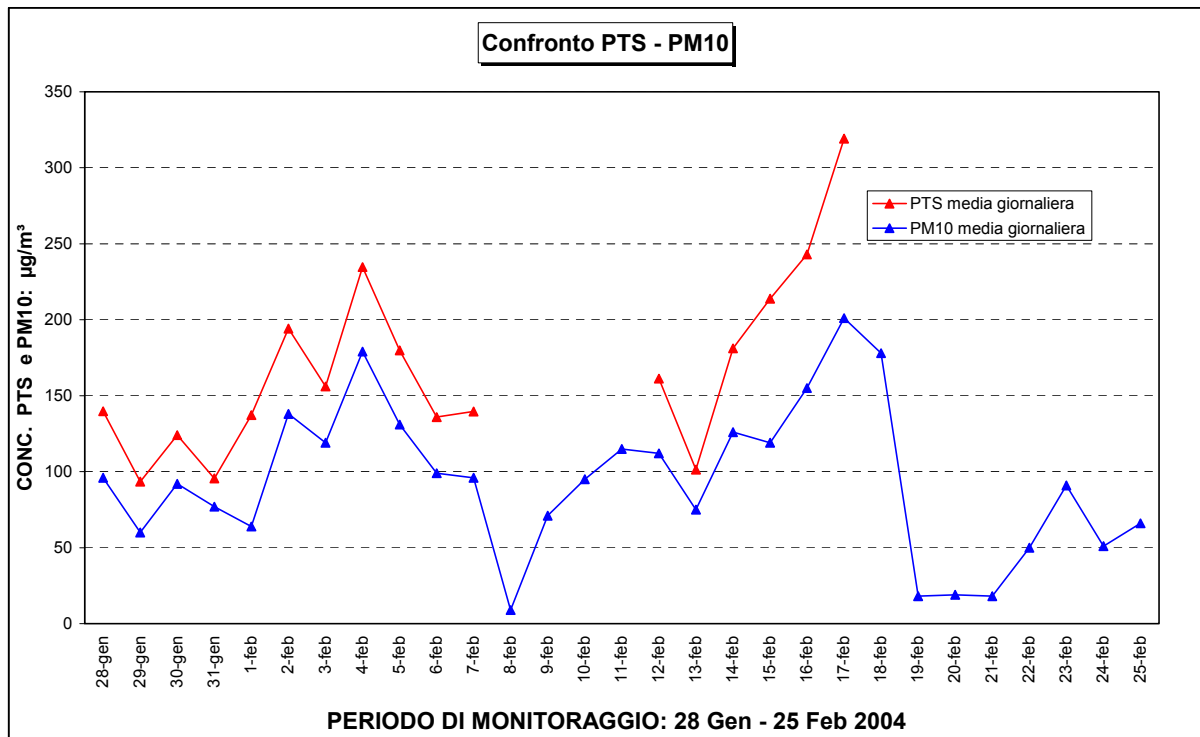


Figura 21 : PTS andamento orario

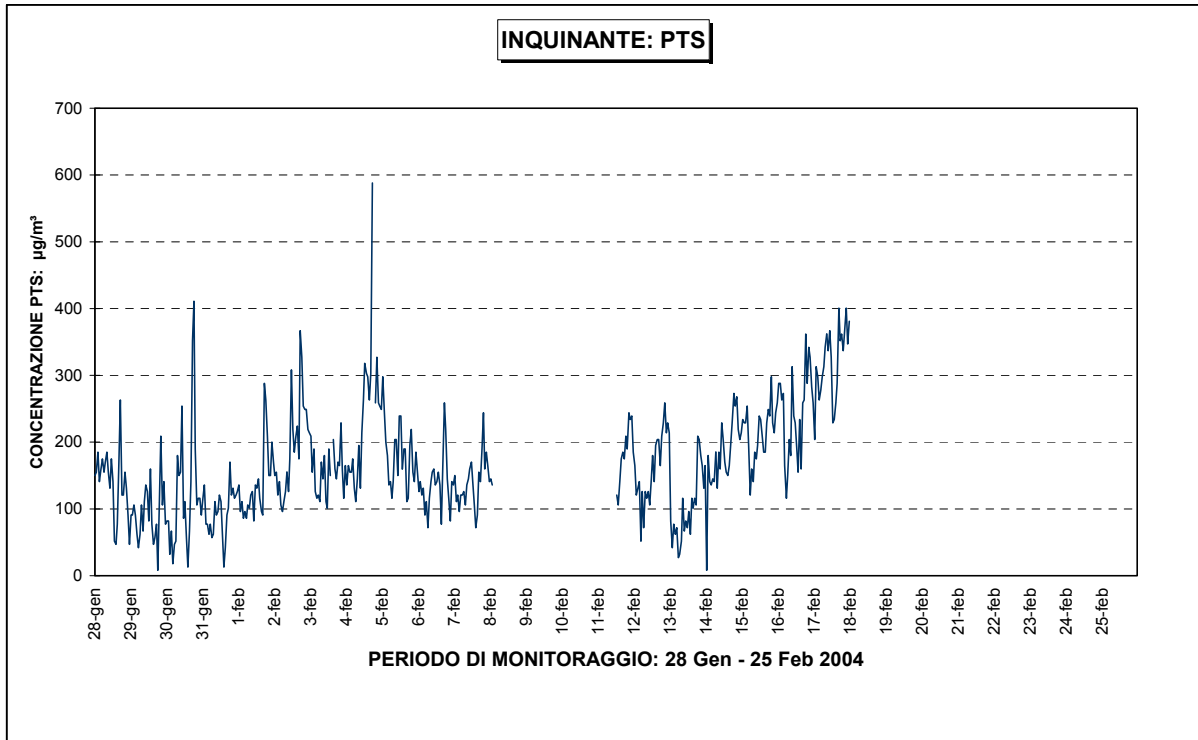


Figura 22 SO₂ - PTS : confronto andamenti orari

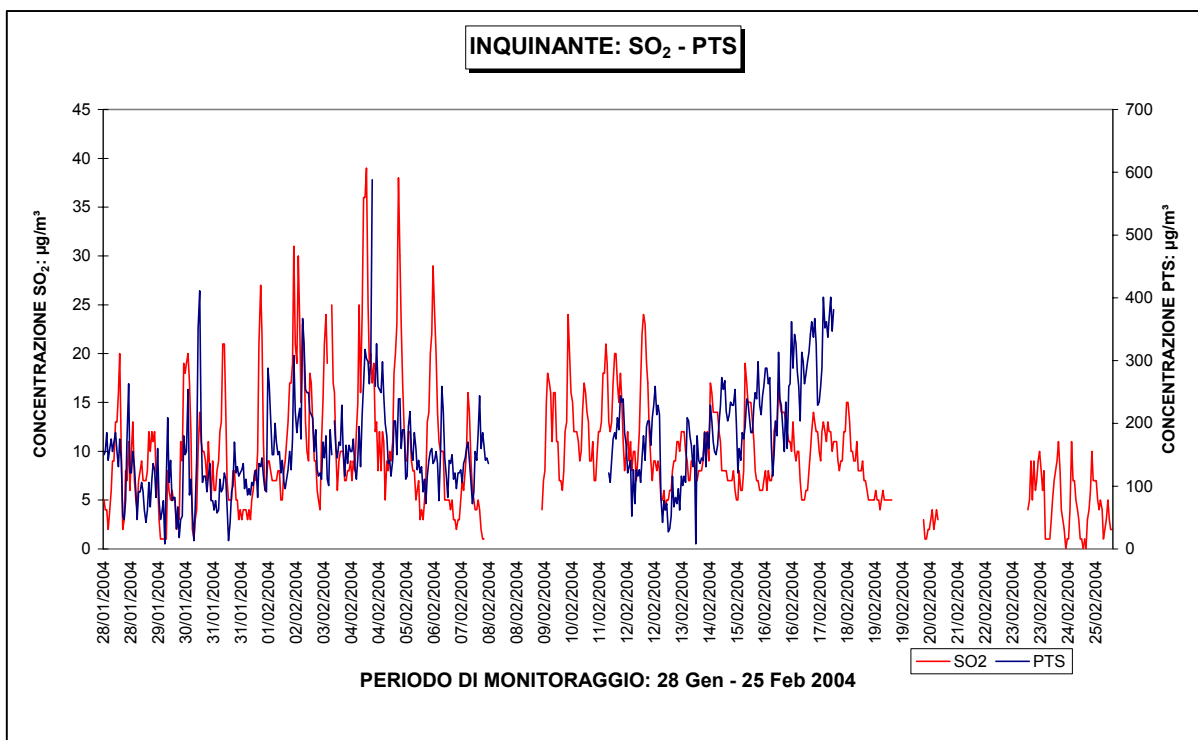


Figura 23 :Benzene andamento orario

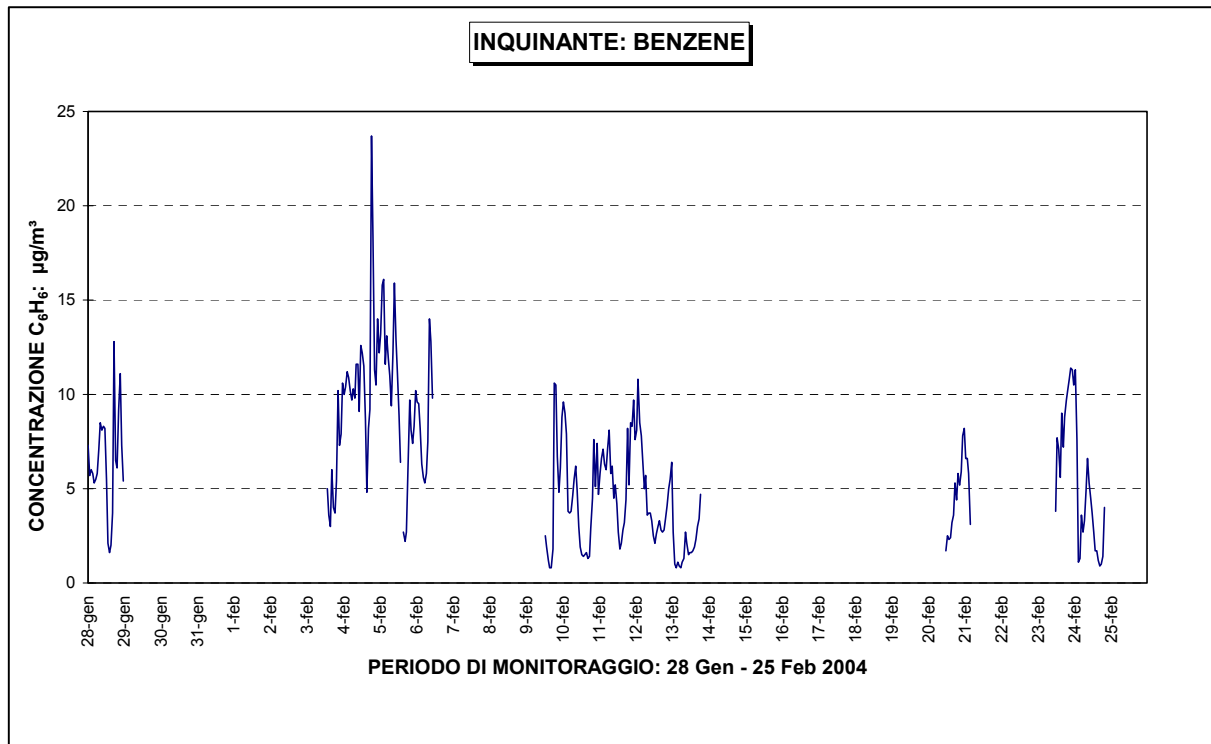


Figura 24 : Benzene andamento giorno medio

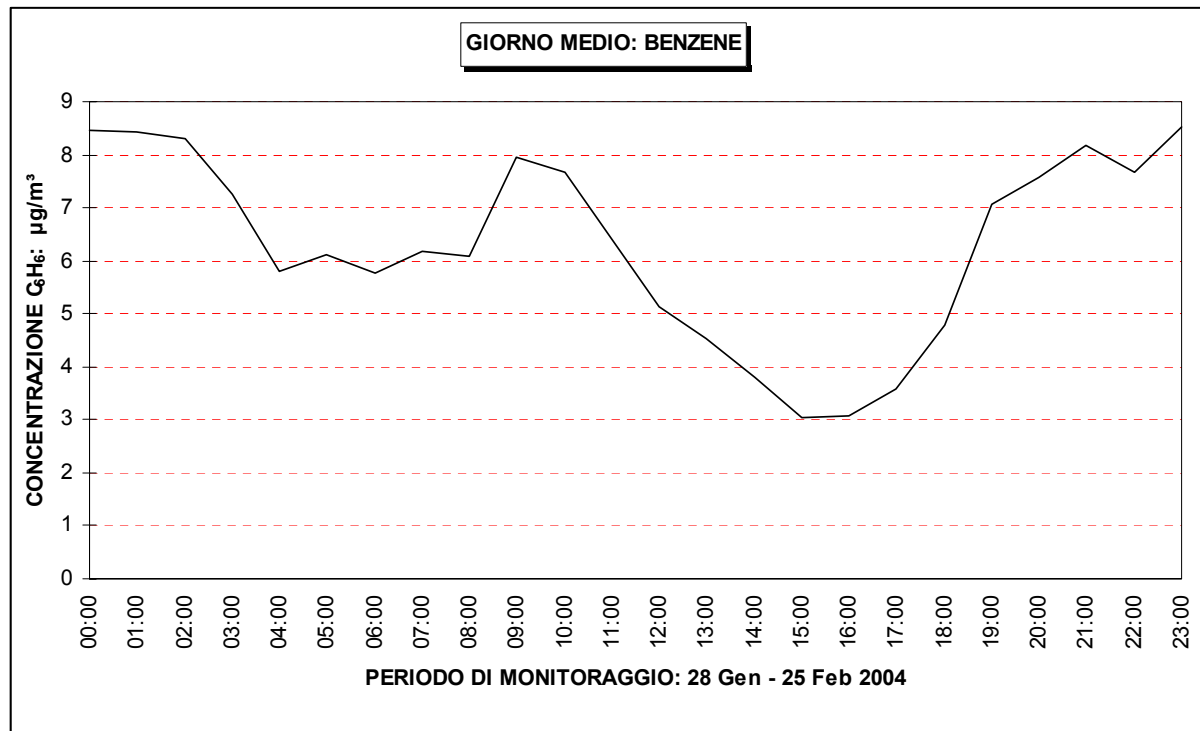


Figura 25 :Toluene andamento orario

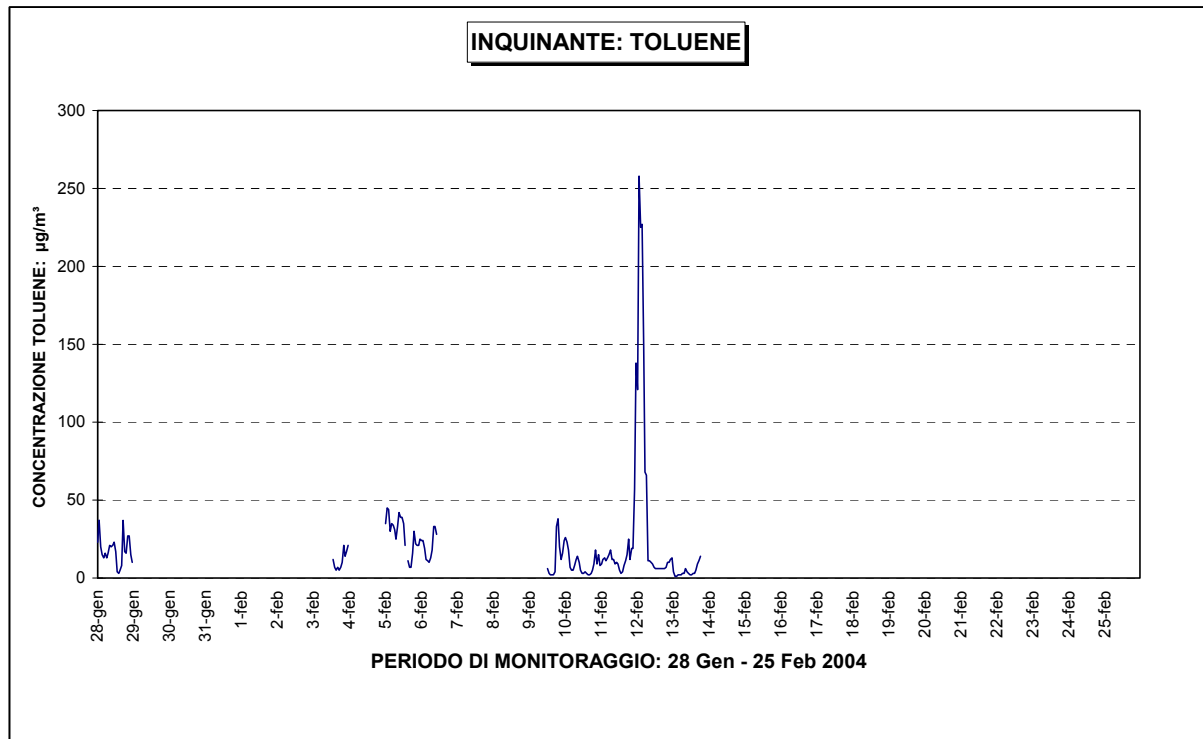


Figura 26 : Toluene andamento giorno medio

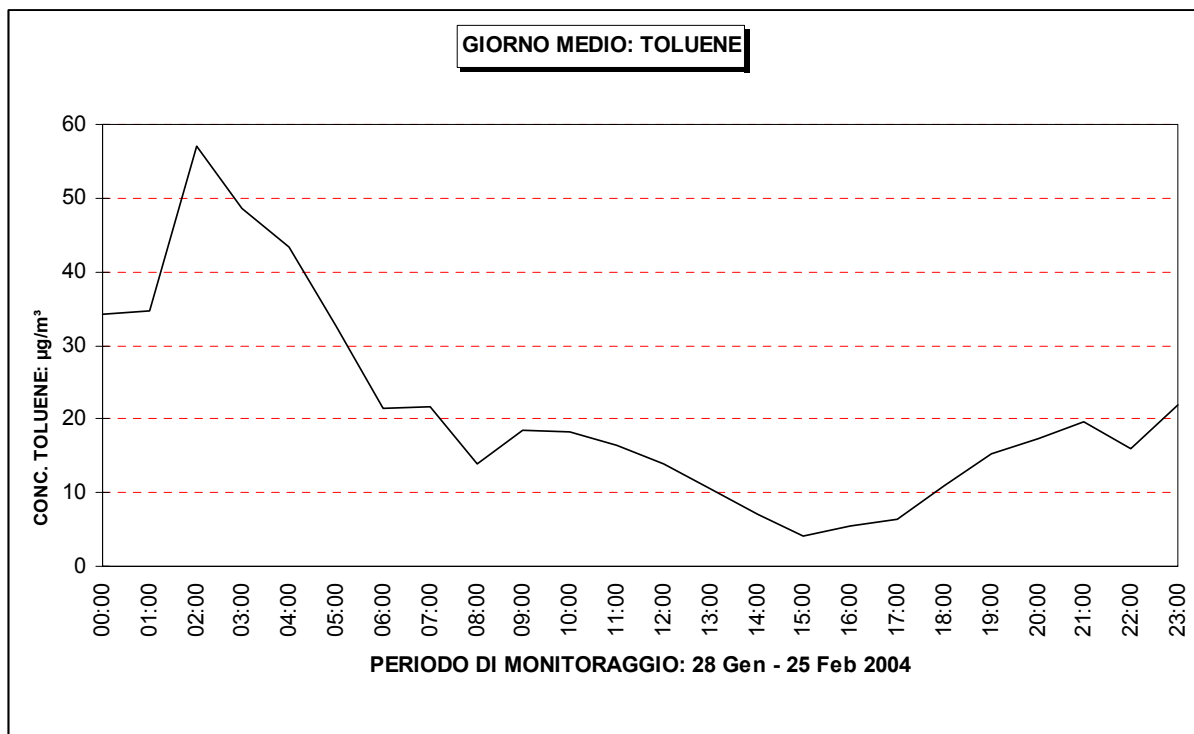


Figura 27 : PM10 confronto con limite di legge e con andamento stazioni fisse di Borgaro e Torino – via Consolata

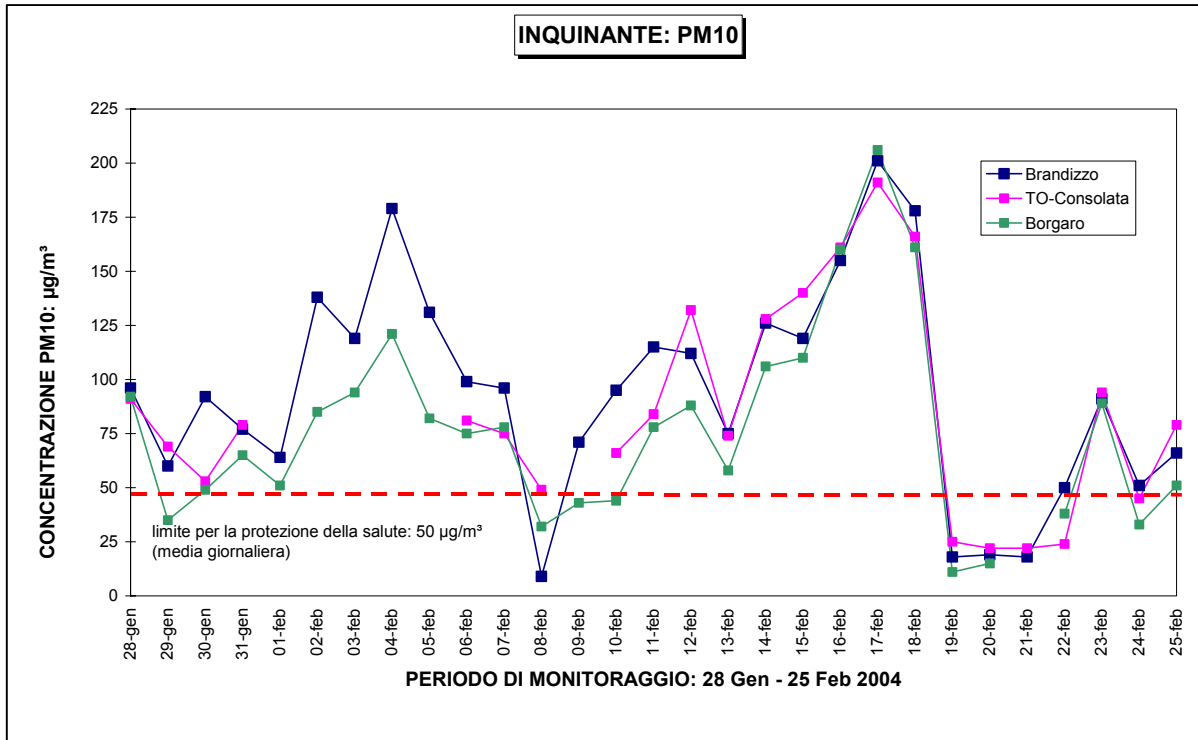


Figura 28 O₃: confronto con soglia di protezione salute umana (media trascinata sulle 8 ore)

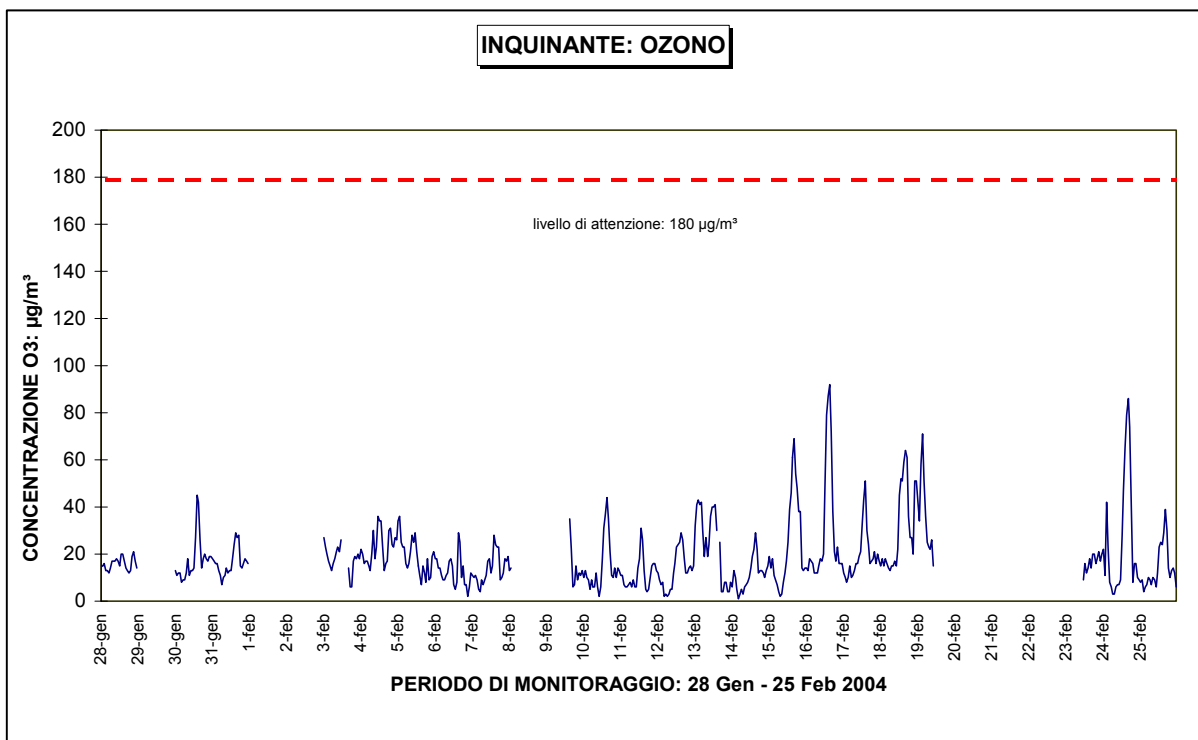


Figura 29 O₃: confronto con soglia di protezione vegetazione (media oraria)

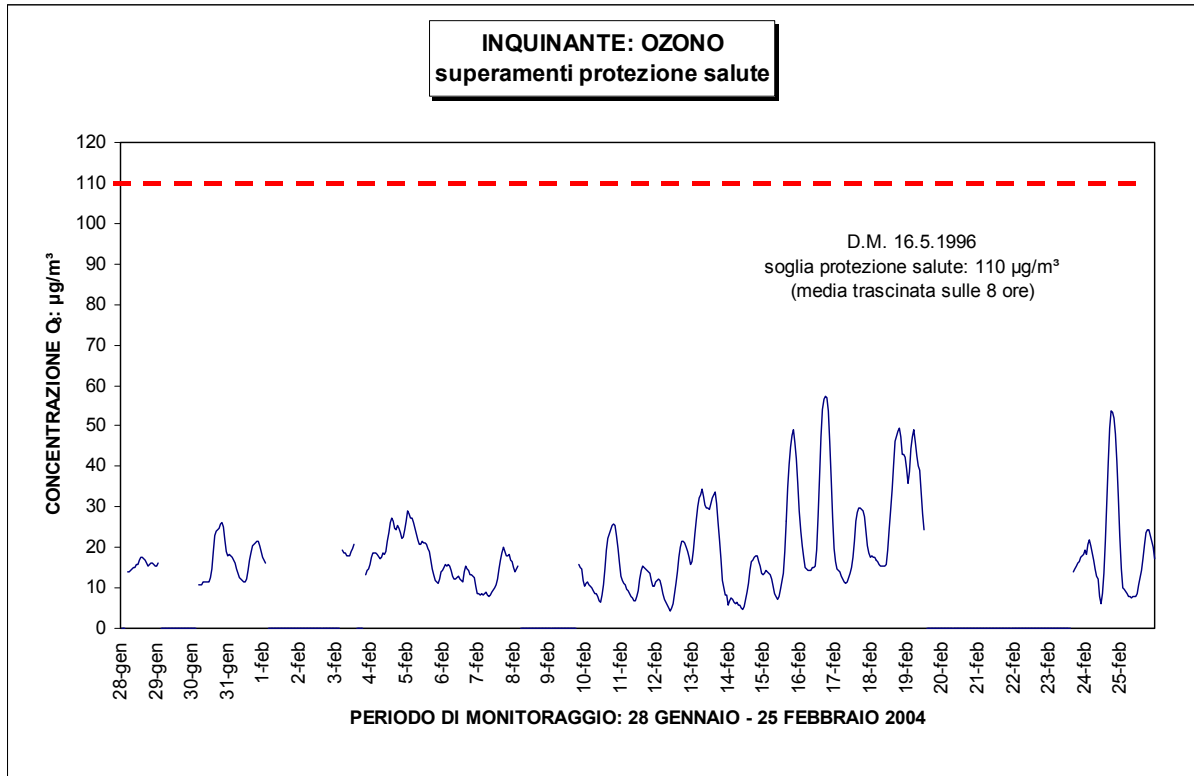


Figura 30 O₃: superamenti protezione vegetazione (media giornaliera)

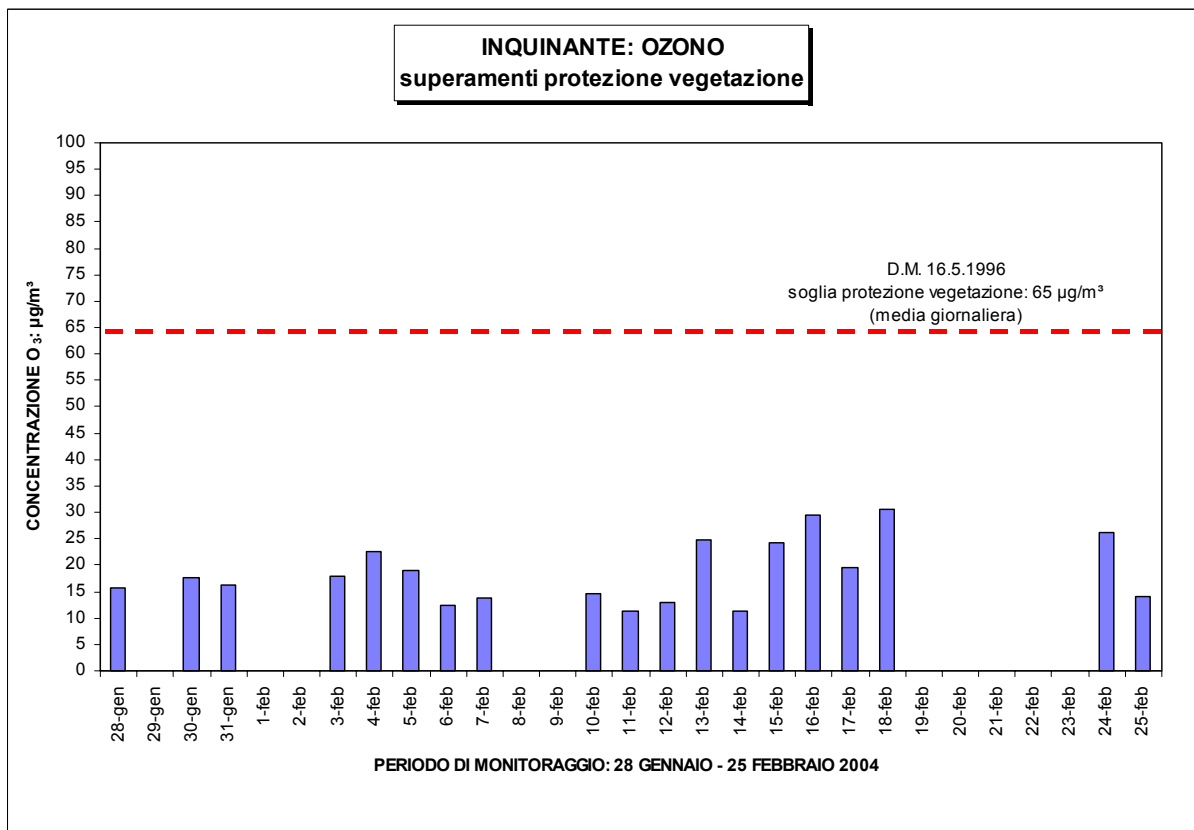


Figura 31 : O₃ andamento giorno medio

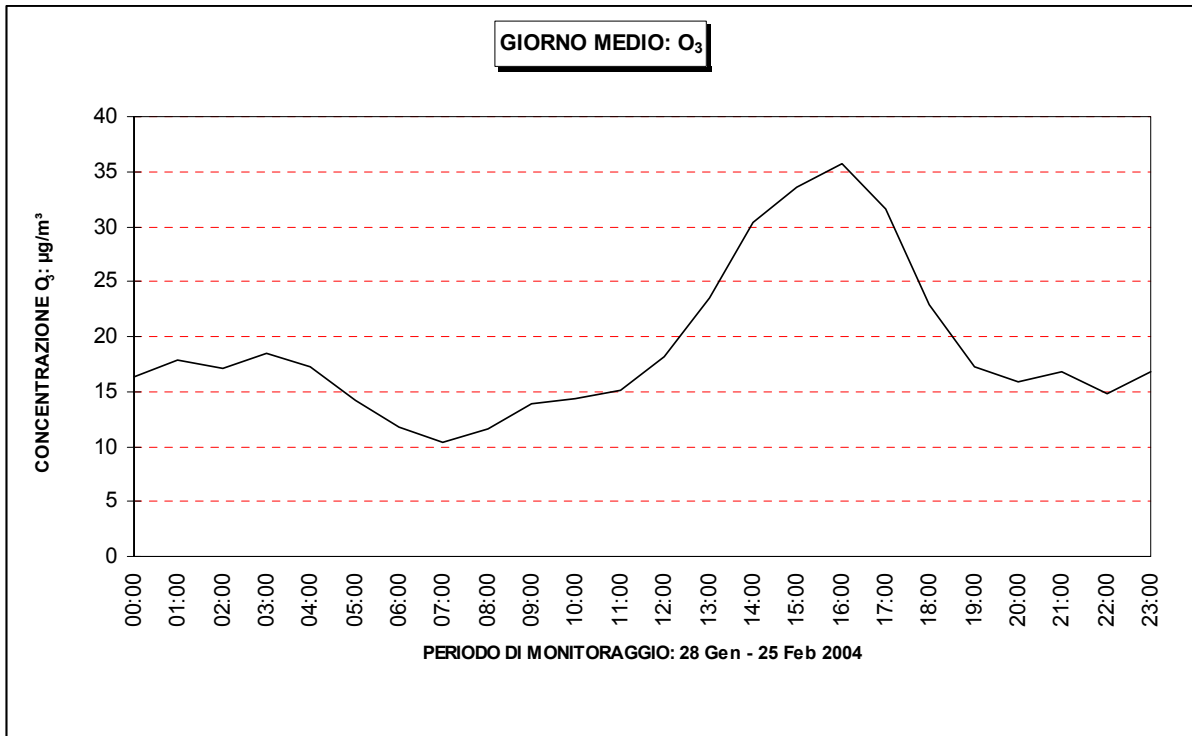
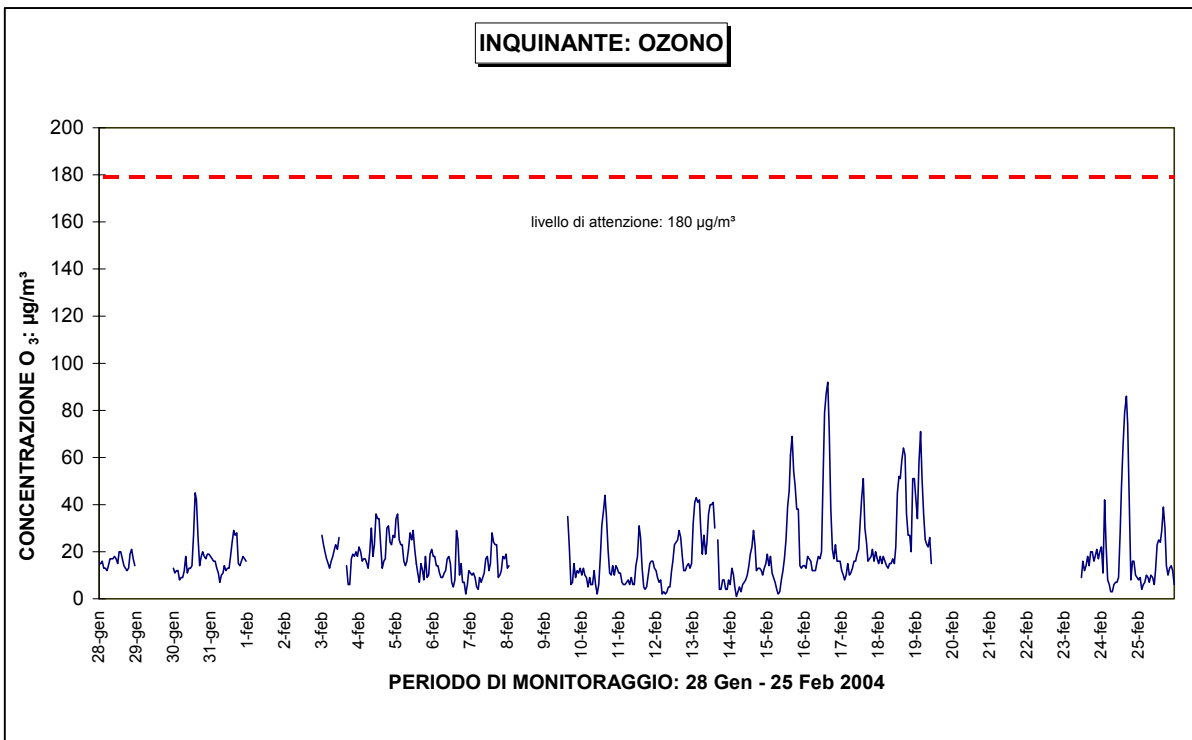


Figura 32 :O₃ confronto con il livello di attenzione.



COMMENTO AI DATI

Biossido di zolfo

Il biossido di zolfo è un gas incolore, di odore pungente. Le principali emissioni di SO₂ derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (ad esempio gasolio, olio combustibile e carbone) nei quali lo zolfo è presente come impurità.

Una percentuale molto bassa di biossido di zolfo nell'aria (6-7 %) proviene dal traffico veicolare, in particolare da veicoli a motore diesel.

La concentrazione di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi durante la stagione invernale a causa del riscaldamento domestico.

Durante la campagna di monitoraggio le concentrazioni di biossido di zolfo sono state molto contenute; infatti il massimo valore giornaliero registrato è pari a 17 µg/m³ (calcolato come media giornaliera sulle 24 ore), che corrisponde al 14% circa del limite orario per la protezione della salute (125 µg/m³). Osservando il grafico che mostra il confronto con il valore limite orario, si nota come i valori registrati durante la campagna siano molto inferiori rispetto ai limiti di legge.

Per il biossido di zolfo il Decreto Ministeriale n. 60/2002 ha fissato 125 µg/m³ come valore limite per la protezione della salute umana sulle 24 ore, pari al livello di attenzione della precedente normativa, mentre è stato inserito come soglia di allarme il valore di 500 µg/m³, misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria.

Come emerso anche dal monitoraggio tramite centraline fisse, per tale inquinante le azioni a livello nazionale per la riduzione della percentuale di zolfo nei combustibili ha dato i risultati attesi e le concentrazioni di SO₂ a livello provinciale sono sempre al di sotto dei limiti.

Monossido di Carbonio

È un gas inodore ed incolore che viene generato durante la combustione di materiali organici quando la quantità di ossigeno a disposizione è insufficiente.

L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3) infatti, si tratta dell'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale sorgente di CO, in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina. Quando il motore del veicolo funziona al minimo, o si trova in decelerazione si producono le maggiori concentrazioni di CO in emissione.

Tale situazione è la causa dei valori relativamente elevati nelle ore di maggior traffico. Si deve comunque sottolineare che l'introduzione delle marmitte catalitiche nei primi anni '90 e l'incremento degli autoveicoli a ciclo Diesel hanno contribuito ad una costante e significativa diminuzione della concentrazione del monossido di carbonio nei gas di combustione prodotti dagli autoveicoli.

Vista la sua grande affinità con l'emoglobina presente nel sangue (circa 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno), la presenza di questo gas comporta un peggioramento del normale trasporto di ossigeno nei diversi distretti corporei. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare. Nei casi peggiori con concentrazioni elevatissime di CO si può arrivare anche alla morte per asfissia.

La carbossiemoglobina, che si può formare in seguito ad inalazione del CO alle concentrazioni abitualmente rilevabili nell'atmosfera delle nostre città, non ha effetti sulla salute di carattere irreversibile e acuto, pur essendo per sua natura, un composto estremamente stabile.

Nel periodo considerato il monossido di carbonio rilevato non ha presentato valori superiori ai $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ che, secondo il DM 60 del 2/04/02, è il limite da non superare come media di otto ore consecutive. Considerato che tali concentrazioni non si sono avute neppure come media oraria, poiché il massimo orario ha raggiunto il valore di $4.9 \text{ mg}/\text{m}^3$ si può ritenere tale risultato, seppur indicativo, del tutto positivo.

Benzene e Toluene

Il benzene presente in atmosfera viene prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte di esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare dei veicoli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di

Unione Europea attribuiscono questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente nelle benzine come tale e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene nelle benzine all'uno per cento.

L'unità di misura con la quale vengono misurate le concentrazioni di benzene è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e il valore limite annuale indicato dalla normativa vigente (D.M.60 del 2/4/2002), da raggiungere entro il 31/12/2005, è pari a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

Per quanto riguarda il toluene la normativa italiana non prevede alcun limite, ma le linee guida del 2000 dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) consigliano un valore guida di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media settimanale.

Gli effetti del toluene sono stati studiati soprattutto in relazione all'esposizione lavorativa e sono stati dimostrati casi di disfunzioni del sistema nervoso centrale, ritardi nello sviluppo e anomalie congenite, oltre a sbilanci ormonali in donne e uomini.

La normativa in vigore (D.M.60 del 2/4/2002) prevede per il benzene un valore limite annuale di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 31/12/2005. La concentrazione media rilevata

in questa campagna è di $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bisogna però tener conto che la percentuale di ore valide per motivi tecnici è stata solo il 35%. I dati finora registrati si può dire che siano in linea con quelli delle stazioni di monitoraggio fisse dislocate su territorio provinciale, che indicano un non superamento del limite di benzene su base annuale.

Per il toluene visto che la massima media giornaliera è risultata essere di $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne deriva che si è ben al di sotto del valore guida consigliato dall'OMS.

Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto vengono generati da tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile usato.

Il monossido di azoto viene prodotto a temperature superiori a 1000°C dalla reazione tra azoto e ossigeno. Non è tossico come il biossido di azoto, ma viene misurato in quanto partecipa ai fenomeni di inquinamento fotochimico e si trasforma facilmente in biossido di azoto in presenza di ossigeno e ozono. Il biossido di azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla formazione di sostanze inquinanti complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

Il contributo dell'inquinamento veicolare alle emissioni di ossidi di azoto è diverso a seconda del tipo di veicolo. Da una stima dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, (*"Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000"*, APAT 2003), risulta che nell'anno 2000 il fattore di emissione medio di NO_x su percorso urbano stimato per le autovetture ammonta a $1,070 \text{ g/veic*km}$, per i veicoli commerciali leggeri è $2,338 \text{ g/veic*km}$, mentre per i veicoli commerciali pesanti ($>3,5 \text{ t}$) e i bus il fattore di emissione è pari a $12,014 \text{ g/veic*km}$.

Per quanto riguarda le concentrazioni di biossido di azoto misurate nel sito in esame non si sono rilevati superamenti, ma il massimo orario, misurato il 2/2/2004, è pari a $199 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e risulta quasi coincidente con il limite orario per la protezione della salute umana stabilito dal D.M. 60/2002 ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$), da non superarsi più di 18 volte in un anno. Inoltre a poca distanza di tempo, il 4/2/2004 si è registrato un valore di $188 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Successivamente alla

prima decina di giorni di misurazioni la velocità del vento in media è aumentata e sono diminuiti i valori di NO₂. I valori misurati fanno emergere una certa criticità dell'inquinante nel periodo monitorato, alla luce anche delle trasformazioni chimiche che subisce nella troposfera.

La soglia di allarme per il biossido di azoto è pari a 400 µg/m³, misurati per tre ore consecutive: tale limite è ampiamente rispettato dai valori registrati a Brandizzo durante il periodo di monitoraggio.

La media delle medie giornaliere nel periodo di monitoraggio è pari a 61 µg/m³, se si fa un confronto con i dati delle altre stazioni di monitoraggio ubicate sul territorio provinciale, si può notare come tale valore sia paragonabile con quello delle stazioni di Alpignano, Ivrea e Orbassano (dove rispettivamente le medie sono 60, 64 e 61 µg/m³).

Particolato Sospeso (PTS e PM10)

Il particolato sospeso è costituito dall'insieme di tutto il materiale non gassoso in sospensione nell'aria.

La natura delle particelle aerodisperse è molto varia: ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali, il materiale inorganico prodotto da agenti naturali ecc..

Nelle aree urbane il materiale può avere origine da lavorazioni industriali, dall'usura dell'asfalto, dei pneumatici, dei freni e dalle emissioni di scarico degli autoveicoli, in particolare quelli con motore diesel.

Il rischio sanitario legato a questo tipo di inquinamento dipende, oltre che dalla concentrazione, anche dalle dimensioni delle particelle stesse; infatti le particelle con dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Diversi studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra la concentrazioni di polveri nell'aria e la manifestazioni di malattie croniche alle vie respiratorie, a causa degli inquinanti che queste particelle veicolano e che possono essere rilasciate negli alveoli polmonari.

La legislazione italiana, recependo quella europea, non ha più posto limiti per il particolato sospeso totale (PTS), ma con il DM 60/2002 ha previsto dei limiti esclusivamente per il particolato PM10, cioè la frazione con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm , più pericolosa in quanto può raggiungere facilmente trachea e bronchi. La frazione fine PM10 nel periodo monitorato ha rappresentato giornalmente circa il 60-70 % del particolato sospeso totale (figura 20).

Durante il periodo di campionamento il valore massimo giornaliero di PTS è di 319 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, il livello di attenzione della normativa italiana non più in vigore era di 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, inoltre la media delle medie giornaliere è risultata di 167 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Questi dati indicano una notevole problematicità nel parametro, dovuta alla presenza del cantiere per la linea ferroviaria ad alta velocità.

Per quanto riguarda il PM10, osservando l'andamento del parametro in confronto con i dati misurati presso le stazioni di monitoraggio di Borgaro e Torino – via Consolata (figura 27), si rileva che i valori sono molto prossimi a quelli della stazione di Torino, caratterizzata da un elevato traffico veicolare. Tale risultato può indicare un attraversamento della strada adiacente al sito ove era ubicato il laboratorio mobile da parte di veicoli pesanti. L'andamento dei dati per le tre stazioni è sovrapponibile, in virtù delle analoghe condizioni atmosferiche occorse nel periodo di monitoraggio.

I dati relativi al PM10 evidenziano una criticità di questo inquinante, infatti per 24 giorni su 29 di campionamento è stato superato il livello giornaliero di protezione della salute (pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media delle medie giornaliere è stata di 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La normativa pone un numero massimo di superamenti per tutto l'anno pari a 35, obiettivo da raggiungere entro il 2005.

I valori maggiori si sono registrati dal 3 al 6 di febbraio e dal 14 al 18 febbraio 2004, mentre i valori più bassi sono occorsi dal 19 al 22 febbraio, quando l'intensità del vento è stata più elevata e si sono verificate precipitazioni nevose.

Ozono

L'ozono è un inquinante non direttamente emesso da una fonte antropica, ma si genera in atmosfera grazie all'instaurarsi di un ciclo di reazioni fotochimiche (favorite da un intenso irraggiamento solare) che coinvolgono principalmente gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (V.O.C.). Rappresentando quindi un inquinante tipico del periodo estivo, nel periodo di campionamento ora esaminato si è mantenuto ben al di sotto dei limiti imposti dalla normativa attualmente in vigore: non ci sono mai stati superamenti del livello di attenzione (pari a 180 µg/m³ come media oraria), né superamenti del livello di protezione della salute (110 µg/m³ calcolata come media trascinata sulle 8 ore) e del livello di protezione della vegetazione (65 µg/m³ calcolata come media giornaliera).

CONCLUSIONI

L'analisi dei dati evidenzia una forte problematicità del sito per quanto riguarda le polveri, sia la frazione fine del particolato sospeso PM10, sia le polveri sospese totali. Tali valori elevati, insieme ai valori rilevati per gli ossidi di azoto, indicano la presenza di traffico veicolare pesante.

Per il PM10 il superamento del valore limite è avvenuto per l'83% dei dati disponibili. La criticità di questo inquinante è comune a tutto il territorio provinciale, in particolar modo quello interessato da traffico veicolare. Il miglioramento della qualità dell'aria potrà avvenire sia attraverso misure specifiche adottate presso il territorio del comune considerato, ma anche mediante l'attuazione di politiche a livello nazionale per l'abbattimento del particolato dovuto alle emissioni da veicoli diesel e da impianti di combustione alimentati da combustibili fossili.

Per quanto riguarda gli altri inquinanti non ci sono stati superamenti dei limiti.

I componenti di Tematismo

Giacomo Castrogiovanni

dott.ssa Marilena Maringo

ing. Milena Sacco

APPENDICE - SPECIFICHE TECNICHE DEGLI ANALIZZATORI

• Biossido di zolfo

DASIBI 4108

Analizzatore a fluorescenza classificato da EPA (U.S. Environmental Protection Agency) per la misura della concentrazione di SO₂ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 2000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 1 ppb.

• Ossidi di azoto

MONITOR EUROPE ML 9841B

Analizzatore reazione di chemiluminescenza classificato da EPA quale metodo di riferimento per la misura della concentrazione di NO/NO_x.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20000 ppb;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità : 0.5 ppb.

• Ozono

MONITOR EUROPE ML 9810B

Analizzatore ad assorbimento ultravioletto classificato da EPA per la misura delle concentrazioni di O₃ nell'aria ambiente.

- ✓ Campo di misura: 0 ÷ 20 ppm;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità: 0.001 ppm.

• 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/m³;
- ✓ Limite inferiore di rivelabilità < 10 μg/m³.

• Particolato sospeso PM10

TECORA CHARLIE AIR GUARD PM

Campionatore di particolato sospeso PM10; campionamento delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm in aria ambiente, con testa di prelievo EPA.

Analisi gravimetrica su filtri in fibra di vetro EDEROL di diametro 47 mm.

• Stazione meteorologica

LASTEM

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