

Sezione Regionale  
Modellistica, Climatologia e  
Meteorologia

Unità Operativa  
Tutela della Qualità dell'Aria  
Sezione  
*Monitoraggio della Qualità dell'Aria*

**RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITA'  
DELL'ARIA**  
*(DATI DELL'ANNO 2002, AREA OMOGENEA DI FIRENZE)*

*Firenze, aprile 2003*



## **1 Il sistema di monitoraggio.**

### **1.1 Stazioni fisse.**

Nel territorio dei Comuni di Firenze, Scandicci e Calenzano, che fanno parte dell'area omogenea definita dalla Deliberazione G.R.Toscana n. 1406 del 21.12.2001<sup>1</sup>, è presente una rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà della Amministrazione Provinciale di Firenze e gestita da questo Dipartimento Provinciale ARPAT, costituita nella sua interezza da n° 11 stazioni fisse per il rilevamento degli inquinanti e da n° 2 stazioni meteorologiche.

Nel Comune di Sesto Fiorentino, che fa parte della stessa area omogenea, sono presenti n° 2 stazioni fisse private di cui una di proprietà del Consorzio Quadrifoglio (azienda incaricata del servizio di raccolta e smaltimento RSU), ubicata in località Case Passerini nei pressi dell'impianto di selezione e compostaggio, l'altra di proprietà del Consorzio CAVET (appaltatore dei lavori per la realizzazione della tratta ferroviaria TAV), ubicata in località Quinto, nei pressi del cantiere di scavo della galleria Sesto-Vaglia.

La stazione del Consorzio Quadrifoglio è attualmente inattiva.

La stazione del Consorzio CAVET è attiva dal mese di febbraio 2001. La validazione dei dati, da intendersi come l'insieme delle operazioni di controllo dei segnali acquisiti per verificare il corretto funzionamento dei sistemi di misura nel loro complesso<sup>2</sup>, è a cura del Consorzio medesimo tramite la Soc. FIAT ENGINEERING che si avvale della Soc. ORION.

Nella tabella 1 è fornita una descrizione delle postazioni delle reti pubblica e private in termini di localizzazione e classificazione.

La figura 1 mostra la mappa della localizzazione delle stazioni.

La composizione delle reti è sintetizzata in tabella 2, ove si evidenziano gli inquinanti monitorati in ciascuna stazione.

La rete pubblica, nell'area omogenea, comprende anche n° 2 stazioni per il rilevamento di parametri meteorologici ubicate a:

1. Firenze, P.za S. Lorenzo (c/o Osservatorio Ximeniano)
2. Sesto F.no, Monte Morello (c/o Casa della Resistenza)

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni stazione ed inquinante, l'insieme dei dati raccolti viene considerato significativo quando il rendimento strumentale è almeno pari al 90%; il rendimento è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla calibrazione automatica degli analizzatori, nei casi in cui è richiesta).

In tabella 3 sono riportati i rendimenti annuali delle postazioni fisse, per ciascun inquinante monitorato.

---

<sup>1</sup> L'area omogenea comprende anche i Comuni di Bagno a Ripoli, Campi Bisenzio, Lastra a Signa, Sesto Fiorentino e Signa nei quali, attualmente, non sono attive stazioni di rilevamento pubbliche, salvo una stazione privata a Sesto F.no.

<sup>2</sup> DM Ambiente 6 maggio 1992 "Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio", art. 2, comma 5 (GU n° 111 del 14 maggio 1992).

Tabella 1 = Stazioni fisse di misura nel territorio di Firenze, Scandicci e Calenzano, anno 2002.

comune-ubicazione	Rete (1)	N° (2)	Tipo zona	tipo stazione		localizzazione stazione		quota s.l.m. (m)
			Decisione 2001/752/CE	DM 20/5/91 (4)	Decisione 2001/752/CE (3)	distanza strada (m)	distanza semaforo (m)	
Firenze-Boboli	PUB	1	Urbana	A	fondo	>100	n.p.	75
Firenze-V.le U. Bassi	PUB	2	Urbana	B	fondo	20	n.p.	61
Firenze- V. di Scandicci	PUB	3	Urbana	B	fondo	10	n.p.	44
Firenze-V. di Novoli	PUB	4	Urbana	B	fondo	40	n.p.	42
Firenze-V.le Gramsci	PUB	5	Urbana	C	traffico	6	10	49
Firenze-V.le Rosselli	PUB	6	Urbana	C	traffico	4	20	45
Firenze- V. Ponte alle Mosse	PUB	7	Urbana	C	traffico	6	20	41
Firenze-V. Desiderio da Settignano	PUB	8	Rurale	D	fondo	n.p.	n.p.	195
Scandicci- V. Buoizzi	PUB	11	Urbana	B	fondo	10	n.p.	45
Calenzano- V. Giovanni XXIII	PUB	9	Urbana	B	fondo	10	n.p.	40
Calenzano- V. Boccaccio	PUB	10	Rurale	I	industriale	30	n.p.	40
Sesto-V. Gramsci	PRIV	13	Suburbana (3)	B	fondo	10	10	40
Sesto- loc. Case Passerini	PRIV	12	Rurale	I	industriale	15	n.p.	40

n.p. = non pertinente

(1) PUB = pubblica; PRIV = privata

(2) Riferimento figura 1

(3) Definizione provvisoria (soggetta a verifica)

(4) A=parco urbano; B=area residenziale; C=sito ad alto traffico; D=per inq. fotochimici; I=area industriale

Tabella 2 = Stazioni fisse e inquinanti monitorati.

Stazione	CO (1)	NO <sub>x</sub> (2)	O <sub>3</sub> (3)	SO <sub>2</sub> (4)	PM <sub>10</sub> (5)	PM <sub>2.5</sub> (6) (10)	Benzene	Altro (7)(8)(9)
Firenze-Boboli	X	X	X	X	X	X		
Firenze-V.le U. Bassi	X	X		X	X	X	X	BTEX
Firenze-V. di Scandicci	X	X		X				
Firenze-V. di Novoli	X	X	X					
Firenze-V.le Gramsci	X	X			X	X		
Firenze-V.le Rosselli	X	X			X	X		NMHC
Firenze-V. Ponte alle Mosse	X	X		X	X	X		
Firenze-V. Desiderio da Settignano		X	X					
Calenzano-V. Giovanni XXIII		X	X					
Calenzano- V. Boccaccio			X		X			
Scandicci- V. Buoizzi	X	X	X	X	X			
Sesto-loc. Case Passerini	X	X		X	X			NMHC, H <sub>2</sub> S , CO <sub>2</sub>
Sesto-V. Gramsci	X	X		X	X			

(1) CO = monossido di carbonio

(2) NO<sub>x</sub> = ossidi di azoto totali, ovvero monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

(3) O<sub>3</sub> = ozono

(4) SO<sub>2</sub> = biossido di zolfo (anidride solforosa)

(5) PM<sub>10</sub> = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron

(6) PM<sub>2.5</sub> = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 micron

(7) BTEX = benzene, toluene, etilbenzene, xileni

(8) NMHC = idrocarburi totali eccetto il metano

(9) H<sub>2</sub>S = acido solfidrico

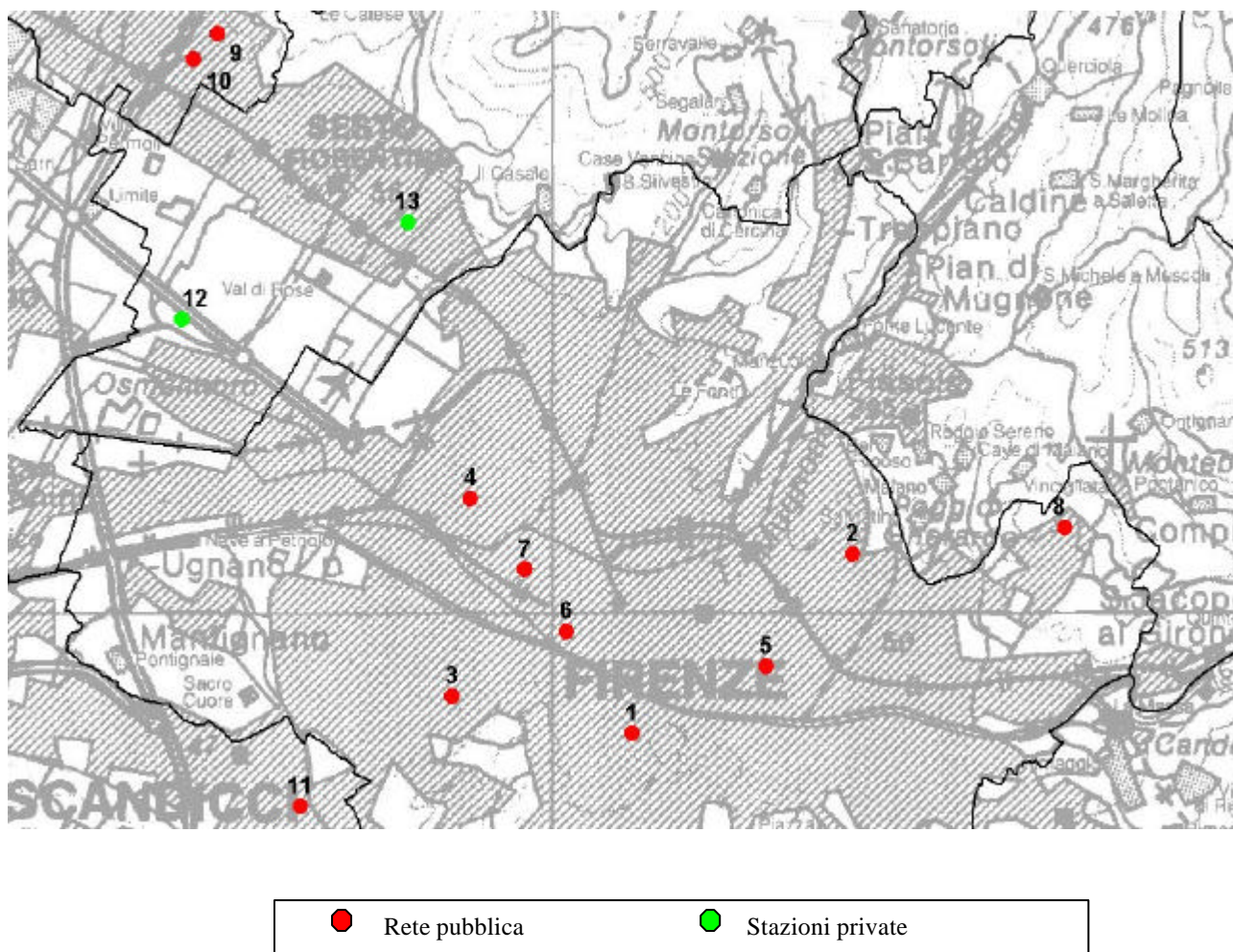
(10) misura attivata in via sperimentale, alternativamente con quella di PM<sub>10</sub>.

Tabella 3 = Rendimento % degli analizzatori delle postazioni fisse (anno 2002).

Stazione	CO	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	benzene
Firenze-Boboli	97	97	93	94	90 (*)	N.P.
Firenze-V.le U. Bassi	98	98	N.P.	93	94 (*)	64
Firenze-V. di Scandicci	99	99	N.P.	93	N.P.	N.P.
Firenze-V. di Novoli	98	99	98	N.P.	N.P.	N.P.
Firenze-V.le Gramsci	93	97	N.P.	N.P.	89 (*)	N.P.
Firenze-V.le Rosselli	95	90	N.P.	N.P.	89 (*)	N.P.
Firenze-V. Ponte alle Mosse	94	86	N.P.	94	82 (*)	N.P.
Firenze-V. Desiderio da Settignano	N.P.	97	98	N.P.	N.P.	N.P.
Scandicci- V. Buozzi	98	54	53	53	80	N.P.
Calenzano-V. Giovanni XXIII	N.P.	93	90	N.P.	N.P.	N.P.
Calenzano- V. Boccaccio	N.P.	N.P.	95	N.P.	99	N.P.
Sesto-V. Gramsci	N.D.	N.D.	N.P.	N.D.	N.D.	N.P.
Sesto-loc. Case Passerini	0	0	N.P.	0	0	0

N.P. = analizzatore non presente nella stazione N.D. = dato non disponibile (\*) compreso PM<sub>2.5</sub>

Figura 1 = Localizzazione delle stazioni fisse di misura.



Nella stazione Scandicci – Buozzi sono stati disattivati gli analizzatori di SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> dalla metà del mese di marzo alla fine del mese di luglio per mancanza di adeguata climatizzazione.

Inoltre, sempre per la medesima stazione, mancano i dati di tutti gli analizzatori, relativamente al mese di settembre, per non funzionamento dell'impianto di trasmissione dati.

Nella stazione Firenze – Bassi non sono disponibili i dati di benzene relativi al periodo da metà febbraio a metà maggio.

I polverimetri della stazioni: Firenze-Boboli, Firenze-Bassi, Firenze-Gramsci, Firenze-Rosselli, sono stati utilizzati a partire dal mese di ottobre per la determinazione di PM<sub>2.5</sub> alternativamente al PM<sub>10</sub>. Il polverimetro della stazione di Firenze-Mosse è stato utilizzato in tal modo fin dall'inizio dell'anno.

Nella stazione di Calenzano Boccaccio è stata attivata la misura del PM<sub>10</sub> a partire dalla metà del mese di luglio.

I dati complessivi possono essere ritenuti utili ai fini del calcolo degli indicatori su base annuale, in particolare di quelli definiti come media, salvo i dati relativi alla stazione di Scandicci-Buozzi, relativamente alle misure di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e O<sub>3</sub>.

Nel caso degli indicatori definiti come quantità di superamenti di determinate soglie (orarie, pluriorarie, giornaliere), l'incompletezza del periodo di rilevamento conduce ad una sottostima che, in taluni casi, potrebbe essere rilevante. Per meglio approssimare il valore vero dell'indicatore si è valutata l'incidenza percentuale della quantità di superamenti rispetto al numero effettivo dei dati validi.

## **1.2 Campagne di rilevamento.**

Nel corso dell'anno sono state effettuate le seguenti campagne di monitoraggio:

1. in n° 4 siti della zona a traffico limitato nel centro storico di Firenze (Via Verdi, Via Martelli, Via Nazionale e Via Calzaioli in area pedonale), per la determinazione di benzene mediante campionatori passivi e successiva analisi gas cromatografica con detector a ionizzazione di fiamma (GC-FID);

2. in n° 2 siti dell'area urbana di Firenze (di cui 1 presso la stazione Viale Rosselli e l'altro nel parco di S.Salvi), per la determinazione di benzene mediante campionatori attivi e successiva analisi gas cromatografica con detector a ionizzazione di fiamma (GC-FID);

3. in n° 3 siti dell'area urbana di Firenze (di cui 1 presso la stazione Viale Bassi, 1 presso la stazione Via Ponte alle Mosse e l'altro nel parco di San Salvi), per la determinazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (benzo(a)pirene ed altri IPA cancerogeni) mediante campionatori attivi per polveri e successiva estrazione con cicloesano e analisi per cromatografia liquida ad alta pressione con detector a fluorescenza (HPLC-FA);

Nelle tabelle 4 e 5 si indicano nel dettaglio i siti e i periodi di rilevamento, gli inquinanti monitorati e i sistemi di misura, relativamente alle campagne condotte con strumentazione mobile.

Nelle figure 2 e 3 sono mostrate le localizzazioni dei siti di campionamento utilizzati nelle campagne condotte a Firenze.

Figura 2 = Siti di misura di benzene mediante campionatori passivi (Firenze, ZTL).

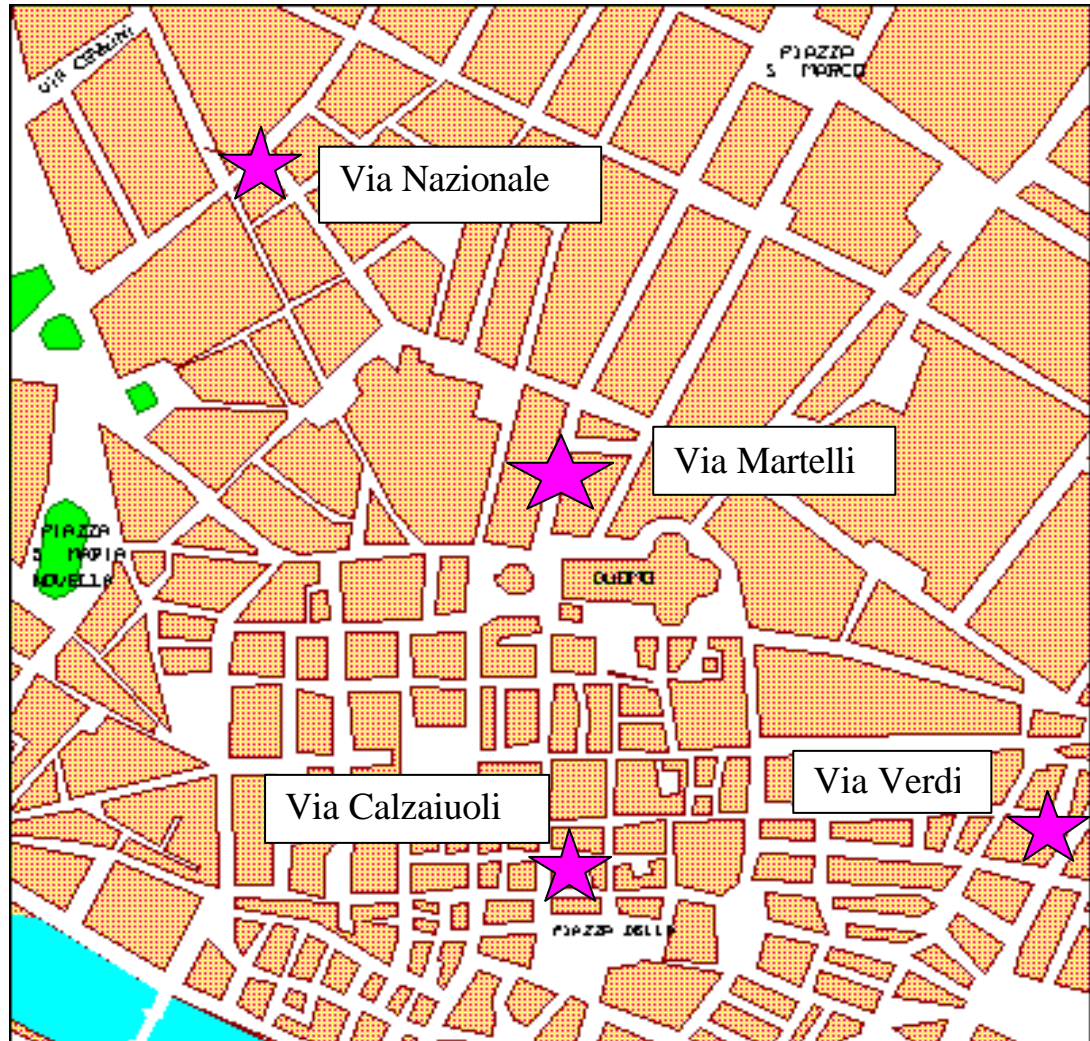




Figura 3 = Siti di campionamento per benzene (con sistemi attivi) e per IPA (Firenze).

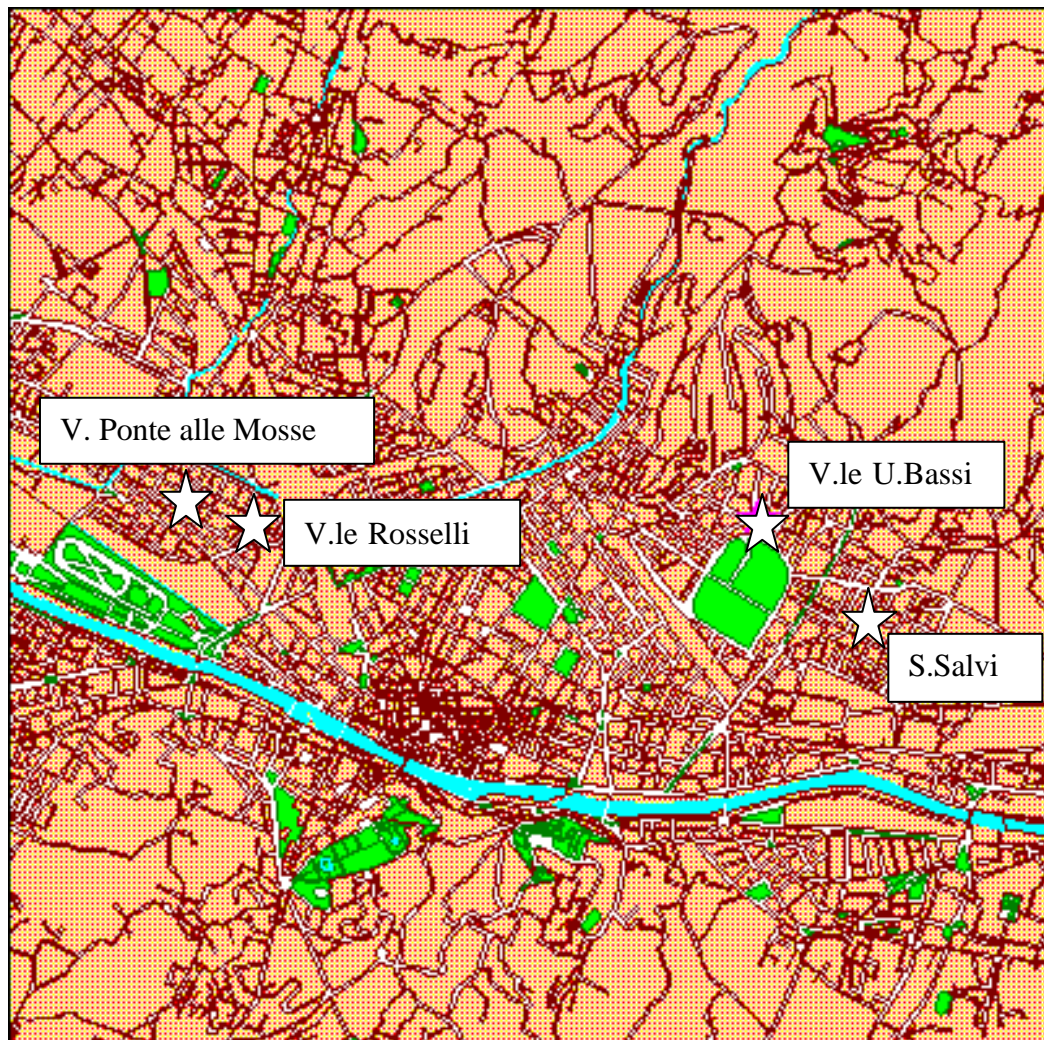


Tabella 4 = Campagne per benzene (sistemi attivi) e per benzo(a)pirene (e altri IPA) nell'area urbana di Firenze.

Parametro	Tipo di campionatore	Marca / modello	Periodo misura	Sito di campionamento	Note
benzene	Fiala carbone	PerkinElmer STS 25	anno	S.Salvi V.le Rosselli	10 giorni al mese
IPA	Filtro lana di vetro	Tecora SKYPOST	anno	S.Salvi V.le U.Bassi V. Ponte alle Mosse	1 settimana al mese

Tabella 5 = Campagne per benzene (sistemi passivi) nella zona a traffico limitato (ZTL) dell'area urbana di Firenze.

Parametro	Tipo di campionatore	Periodo misura	n° siti	ubicazione	Note
benzene	Radiello®	anno	4	Via Calzaiuoli (area pedonale) Via Verdi Via Nazionale Via Martelli	1 settimana al mese

## 2 Risultati.

Si considerano le serie di dati raccolti nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio e durante le campagne con valenza annuale.

Per ciascun inquinante vengono mostrate le elaborazioni degli indicatori fissati ed il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla recente normativa europea e recepiti con il D. M. Ambiente n° 60/02<sup>3</sup> o, per l'inquinante ozono, in corso di recepimento (Direttiva 2002/3/CE). Il rispetto dei limiti viene richiesto entro determinati termini temporali, riassunti nella tabella seguente.

Tabella 6 = scadenze temporali per l'applicazione dei limiti di cui al DM 60/02

### per la protezione della salute umana

Biossido di zolfo	1 gennaio 2005
Biossido di azoto	1 gennaio 2010
Polveri PM <sub>10</sub>	1 gennaio 2005
Benzene	1 gennaio 2010
Monossido di carbonio	1 gennaio 2005
Ozono	1 gennaio 2010

### per la protezione degli ecosistemi

Biossido di zolfo	19 luglio 2001
-------------------	----------------

### per la protezione della vegetazione

Biossido di azoto	19 luglio 2001
Ozono	1 gennaio 2010

In realtà la normativa europea definisce per ciascun inquinante (salvo l'ozono) specifici margini di tolleranza che si riducono progressivamente entro le date sopra indicate, fino al conseguimento del pieno rispetto della norma. Tali margini di tolleranza hanno un significato meramente operativo

<sup>3</sup> Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Decreto 2 aprile 2002, n. 60 (S.O.G.U. n. 77/L del 13 aprile 2002).



mentre quello di tutela sanitaria/ambientale è associato unicamente ai valori fissati per le scadenze indicate. Peraltro, la progressiva riduzione dei margini di tolleranza riflette la riduzione attesa e generalizzata dei livelli di inquinamento, conseguente ai provvedimenti di vasta scala già in corso, sulla base di Direttive riguardanti, ad esempio, il miglioramento della qualità dei combustibili e dei carburanti, la riduzione dei limiti di omologazione per veicoli a motore e il contenimento delle emissioni industriali

Nella presente relazione, in prima istanza, il confronto tra le concentrazioni rilevate e i limiti di legge viene effettuato relativamente a quelli "finali", prescindendo dai margini di tolleranza. Ciò consente di individuare con maggiore immediatezza le sostanze per le quali, anche in prospettiva, si rende necessaria l'adozione di adeguate politiche di risanamento, ma anche quelle per le quali risultano (in tutto o in parte) rispettati i limiti che entreranno pienamente in vigore solo nel 2005 o nel 2010.

In fase di discussione conclusiva viene effettuato il confronto con i limiti maggiorati dei margini di tolleranza validi nel 2002 e nel 2003, scelta che consente di meglio evidenziare le priorità nelle azioni di risanamento a carico delle Amministrazioni locali, da adottare come integrazione ai provvedimenti di vasta scala ove questi non si rivelassero sufficienti a conseguire i risultati attesi.

Per l'inquinante benzo(a)pirene, la specifica Direttiva, attualmente in preparazione, non è stata ancora emanata dalla CE. Pertanto l'elaborazione dei dati e il confronto vengono svolti in base ai limiti e ai valori di riferimento, già in vigore, di cui al D.M. Ambiente 25 novembre 1994.

Gli indicatori fissati come soglia di allarme (di informazione, di attenzione), idonei al riconoscimento di episodi acuti, risultano pienamente in vigore.

## 2.1 Polveri (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>).

Tabella 7 = PM<sub>10</sub>

	Limite di rif	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi	Calenzano. Boccaccio
n° dati validi		292 (1)	298 (1)	276 (1)	288 (1)	162 (2)	293	165 (3)
Media annuale µg/m <sup>3</sup>	40	38	42	52	47	38	43	38
n° Valori giornalieri > 50 µg/m <sup>3</sup>	35	55	86	130	108	34	72	35

(1) in alternanza con la misura di PM<sub>2.5</sub> (15 gg/mese) a partire dal 4 ottobre 2002

(2) in alternanza con la misura di PM<sub>2.5</sub> (15 gg/mese)

(3) attivato il 18 luglio 2002

Ambedue i limiti di riferimento sono fissati "per la protezione della salute umana".

Si osservi che il valore limite dello standard espresso come media annuale viene superato nella maggioranza delle stazioni (Firenze-Bassi, Firenze-Gramsci, Firenze-Rosselli e Scandicci-Buoizzi). La ricorrenza di eccedenze rispetto allo standard giornaliero supera, in pratica, il limite consentito in tutte le stazioni.

In ottemperanza alle indicazioni della normativa (DM 60/02), nelle stazioni di Firenze-Boboli, Firenze-Bassi, Firenze-Gramsci, Firenze-Rosselli e Firenze-Mosse si è attivato il monitoraggio della frazione di polveri con granulometria inferiore a 2.5 micron (PM<sub>2.5</sub>), in alternanza con quella di PM<sub>10</sub>. Per questo parametro non sono stabiliti valori limite di riferimento a livello europeo mentre l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA) ha indicato il valore della media annuale pari a 15 µg/m<sup>3</sup>

**Tabella 8 = PM<sub>2.5</sub>**

	Limite di rif	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse
dati validi n°		36 (1)	46 (1)	48 (1)	34 (1)	137 (2)
Media annuale µg/m <sup>3</sup>	15	25	20	33	54	27

(1) in alternanza con la misura di PM<sub>10</sub> (15 gg/mese) a partire dal 4 ottobre 2002

(2) in alternanza con la misura di PM<sub>10</sub> (15 gg/mese)

Si osservi che questo inquinante supera il valore di riferimento in tutte le stazioni. Tuttavia occorre precisare che solo nella stazione Firenze-Mosse questo valore può essere considerato indicativo della media annuale. Per quanto riguarda le altre stazioni, i valori riportati sono da ritenersi rappresentativi della media autunnale/invernale e pertanto presumibilmente sovrastimati rispetto al valore annuale.

## 2.2 Biossido di zolfo.

**Tabella 9 = SO<sub>2</sub>**

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V. Scandicci	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi
n° dati orari validi		7854	7782	7830	7856	4419
n° medie orarie >350 µg/m <sup>3</sup>	24	0	0	0	0	0
n° dati giornalieri validi		338	337	340	339	191
n° medie giornaliere >125 µg/m <sup>3</sup>	3	0	0	0	0	0
media annuale µg/m <sup>3</sup>	20	3	4	2	3	3
media invernale (1/10/02-31/3/03) µg/m <sup>3</sup>	20	2	4	2	4	3

I limiti stabiliti in termini di numero di superamenti di soglie su media oraria e media giornaliera sono fissati "per la protezione della salute umana". Quelli in termini di media annuale e media invernale sono fissati "per la protezione degli ecosistemi".

Si osservi che tutti i limiti di riferimento sono ampiamente rispettati.

Per quanto riguarda la stazione di Scandicci-Buoizzi, la mancanza delle misure per quasi tutto il periodo estivo, induce a sovrastimare il valore della media annua. Tuttavia, tenuto conto del valore estremamente basso della media, la sovrastima è da ritenersi ragionevolmente molto contenuta.

Certamente rappresentativi risultano gli indicatori relativi al numero di superamenti delle soglie oraria e giornaliera.

## 2.3 Monossido di carbonio.

**Tabella 10 = CO**

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V. Scandicci	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi
n° dati validi		8522	8555	8687	8572	8108	8286	8208	4914
n° Medie mobili di 8 h >10 mg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max media mobile di 8 h		3,0	4,6	4,2	5,2	7,2	9,5	5,4	4,2

mg/m <sup>3</sup>										
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Il limite, stabilito come valore della media mobile di 8 ore da non superare, è fissato "per la protezione della salute umana". Si osservi che lo standard appare rispettato in tutte le stazioni.

Per evidenziare le differenze dei livelli di inquinamento nei vari siti, si sono esplicitati i valori massimi raggiunti dalla media di 8 ore che (tranne che per Firenze-Rosselli) risultano inferiori al limite con ampio margine.

Per quanto riguarda la stazione di Scandicci-Buozzi, la mancanza delle misure per quasi tutto il periodo estivo, non influisce sulla rappresentatività degli indicatori relativi al numero di superamenti delle soglie sulle medie mobili di 8 ore, in quanto i valori più elevati di CO si registrano tipicamente nel periodo invernale.

## 2.4 Biossido di azoto e ossidi di azoto totali.

Tabella 11 = NO<sub>2</sub>

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V.Scand	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Firenze Settignano	Scandicci Buozzi	Calenzano Giovanni XXIII
n° dati validi		8142	8229	8289	8281	8172	7561	7234	8137	4492	7766
n° Val. orari >200 µg/m <sup>3</sup>	18	15	11	53	57	11	38	9	5	0	0
media annuale µg/m <sup>3</sup>	40	31	38	55	52	69	86	67	20	48	29

Ambedue i limiti riferiti a NO<sub>2</sub> sono fissati "per la protezione della salute umana".

Si osservi che l'indicatore "n° superamenti soglia oraria" risulta superato nelle stazioni di Firenze Novoli, Rosselli e Via di Scandicci e l'indicatore relativo alla media annuale è superato nelle stazioni di Firenze Novoli, Rosselli, Gramsci, Mosse e Via di Scandicci.

Come più volte richiamato, per la mancanza dei dati relativi al periodo estivo, il valore della media annuale relativo alla stazione di Scandicci-Buozzi può essere ritenuto sovrastimato. Nonostante ciò è ragionevole ritenere che la media reale dei valori relativi alla suddetta stazione sia comunque superiore al limite di 40 µg/m<sup>3</sup>.

Tabella 12 = NO<sub>x</sub>

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V.Scand	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Firenze Settignano	Scandicci Buozzi	Calenzano Giovanni XXIII
n° dati validi		8142	8229	8289	8281	8172	7561	7234	8137	4492	7766
media annuale come NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	30	58	74	109	100	186	300	182	27	117	87

Il limite riferito a NO<sub>x</sub> è fissato "per la protezione della vegetazione".

Si osservi che risulta ampiamente superato in tutte le stazioni con l'eccezione di Firenze-Settignano.

## 2.5 Ozono

Tabella 13 = O<sub>3</sub>

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Novoli	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Boccaccio	Calenzano Giovanni XXIII
n° dati validi		7803	8218	8213	4436	7957	7589
n° giorni con media mobile 8 h > 120 µg/m <sup>3</sup>	25	44	4	21	(2)*	39	45
AOT40: n° dati validi		1100	1057	1096	95	1080	846
AOT40 (µg/m <sup>3</sup> )*h	18000	27251	5677	17472	(1177)*	25549	25975

\*Dati non rappresentativi

I limiti sono definiti come "valore bersaglio" dalla Direttiva 2002/3/CE. Il limite espresso come quantità di giorni in cui si supera la soglia della media mobile di 8 ore pari a 120 µg/m<sup>3</sup>, è fissato "per la protezione della salute umana". Quello in termini di AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m<sup>3</sup>, ovvero 40 ppb, calcolata nel periodo 1 maggio-31 luglio nella fascia oraria 8-20), è fissato "per la protezione della vegetazione".

Considerata la mancanza della quasi totalità dei dati relativi al periodo estivo, i valori relativi al numero di superamenti delle medie mobili e all'AOT40 della stazione Scandicci-Buoizzi sono da considerarsi assolutamente non rappresentativi, in quanto i valori massimi di ozono sono storicamente raggiunti appunto durante il periodo estivo.

Si osservi che ambedue i limiti sono superati o sono prossimi alla soglia in tutte le stazioni di rilevamento, con l'esclusione di Firenze Novoli.

## 2.6 Benzene.

Tabella 14 = BENZENE

Stazioni	Media annuale µg/m <sup>3</sup>
Limite di riferimento	5,0
Firenze-S.Salvi	2,5 (*)
Firenze-Calzaiuoli (ZTL)	3,7 (**)
Firenze-Martelli (ZTL)	10,0 (**)
Firenze-Verdi (ZTL)	10,7 (**)
Firenze-Nazionale (ZTL)	11,1 (**)
Firenze-Boboli	2,7 (***)
Firenze-V.le U. Bassi	3,1
Firenze-V. di Scandicci	3,6 (***)
Firenze-V. di Novoli	4,1 (***)
Firenze-V.le Gramsci	7,7 (***)
Firenze-V.le Rosselli	12,6 (***)
Firenze-V. Ponte alle Mosse	6,3 (***)
Scandicci- V. Buoizzi	4,1 (****)

(\*) manca mese ottobre

(\*\*) 2° semestre

(\*\*\*) stimato per correlazione con CO secondo l'equazione  $C_{\text{benz}} (\text{mg/m}^3) = F * C_{\text{co}} (\text{mg/m}^3)$  dove  $F = 4,5$

(\*\*\*\*) Mancano i dati da marzo a ottobre, valore stimato secondo la correlazione riportata in (\*\*\*)

Il limite è fissato "per la protezione della salute umana".

Si osservi che si riscontrano superamenti della soglia in vari siti di Firenze (Martelli, Verdi, Nazionale, Rosselli, Mosse, Gramsci).

## 2.7 Benzo(a)pirene.

Il D.M. Ambiente n° 60/02 non ha modificato la normativa precedente riguardo a questo inquinante. Pertanto rimane in vigore il limite di riferimento, definito come "obiettivo di qualità", stabilito dal D.M. Ambiente 25.11.1994.

Tabella 15 = BENZO(a)PIRENE.

Stazioni	BaP ng/m <sup>3</sup>
Limite di riferimento (DM 24.11.1994)	1
Firenze-S.Salvi	0,61
Firenze-V.le U. Bassi	0,81
Firenze-V. Ponte alle Mosse	1,40

Le medie indicate si riferiscono ai valori rilevati nel primo semestre dell'anno 2002.

Si osservi che il limite appare superato nel sito Firenze-Mosse.

## 2.8 Episodi acuti

La nuova normativa più volte citata, oltre ai valori standard di riferimento già indicati, fissa limiti di concentrazione definiti come "soglie di allarme" per gli inquinanti in grado di determinare effetti acuti sulla popolazione.

Nella tabella 16 si riassumono i valori soglia e si indicano le ricorrenze di superamento riscontrate.

Tabella 16 = Soglie di allarme e casi rilevati (DM 2.4.2002 e Direttiva 2002/3/CE).

inquinante	Indicatore di soglia di ALLARME	Casi rilevati
SO <sub>2</sub>	Concentrazione oraria > 500 µg/m <sup>3</sup> per 3 h consecutive.	Nessuno
NO <sub>2</sub>	Concentrazione oraria > 400 µg/m <sup>3</sup> per 3 h consecutive.	Nessuno
O <sub>3</sub>	Concentrazione oraria > 240 µg/m <sup>3</sup>	Nessuno

Per l'ozono è stata fissata anche una soglia "di informazione" al valore della media oraria pari a 180 µg/m<sup>3</sup>. Il dettaglio dei superamenti riscontrati è mostrato in tabella 17.

Tabella 17 = Ozono: superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m<sup>3</sup> (Direttiva 2002/3/CE).

	Firenze Boboli	Firenze Novoli	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Boccaccio	Calenzano Giovanni XXIII
n° val orari > 180 µg/m <sup>3</sup>	18	0	6	(0)*	9	15

\*Dato non rappresentativo, v. testo

Considerata la mancanza della quasi totalità dei dati relativi al periodo estivo, si ricorda che i valori relativi al numero di superamenti della stazione Scandicci-Buoizzi sono da considerarsi non rappresentativi, in quanto i valori massimi di ozono sono storicamente raggiunti appunto durante il periodo estivo



Nella tabella 18 si evidenziano i giorni in cui si sono verificati gli stati di ATTENZIONE per NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> ai sensi del D.M. Ambiente 25.11.1994.

Pur essendo tale norma abrogata dal DM 60/02, nell'Ordinanza del Sindaco di Firenze n° 10211 del 15 gennaio 2003 è stato introdotto uno stato di PREAVVISO, relativamente all'inquinante NO<sub>2</sub>, che mantiene i medesimi criteri di valutazione e valori soglia.

Riguardo all'inquinante O<sub>3</sub>, la direttiva 2002/3/CE introduce una "soglia di INFORMAZIONE" che mantiene lo stesso valore limite definito dal D.M. abrogato.

Tabella 18 = NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, stati di ATTENZIONE: (DM 25.11.1994).

inquinante	N° giorni	Data	stazione	Valore orario max µg/m <sup>3</sup>	N° ore >200 µg/m <sup>3</sup>	N° ore >180 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	6	7 gennaio	Firenze Boboli	240	4	
			Firenze Bassi	242	4	
			Firenze V. Scandicci	248	10	
			Firenze Novoli	235	4	
			Firenze Rosselli	223	3	
			Firenze Settignano	206	1	
		8 gennaio	Firenze Boboli	222	2	
			Firenze Bassi	274	4	
			Firenze V. Scandicci	325	9	
			Firenze Novoli	300	12	
			Firenze Gramsci	226	1	
			Firenze Rosselli	258	7	
			Firenze Settignano	251	2	
		9 gennaio	Firenze Boboli	213	5	
			Firenze Bassi	206	1	
			Firenze V. Scandicci	372	8	
			Firenze Novoli	271	10	
			Firenze Gramsci	285	5	
			Firenze Rosselli	310	7	
			Firenze Mosse	245	7	
			Firenze Settignano	202	1	
		10 gennaio	Firenze Boboli	239	4	
			Firenze Bassi	256	2	
			Firenze V. Scandicci	381	12	
			Firenze Novoli	267	11	
			Firenze Gramsci	256	5	
			Firenze Rosselli	255	6	
			Firenze Mosse	231	2	

		Firenze Settignano	207	1	
	11 gennaio	Firenze V. Scandicci	337	9	
		Firenze Novoli	273	17	
		Firenze Rosselli	229	5	
	12 gennaio	Firenze V. Scandicci	214	2	
		Firenze Novoli	209	1	

segue Tabella 18

O <sub>3</sub>	9	16 maggio	Calenzano Giovanni XXIII	181		1
		17 giugno	Firenze Boboli	213		4
			Firenze Settignano	196		5
			Calenzano Boccaccio	213		4
		18 giugno	Firenze Boboli	205		3
			Calenzano Boccaccio	201		1
		20 giugno	Calenzano Giovanni XXIII	189		2
		21 giugno	Firenze Boboli	206		6
			Firenze Settignano	187		1
			Calenzano Boccaccio	200		2
			Calenzano Giovanni XXIII	213		4
		22 giugno	Firenze Boboli	184		1
			Calenzano Giovanni XXIII	181		1
		24 giugno	Firenze Boboli	191		2
			Calenzano Boccaccio	183		2
			Calenzano Giovanni XXIII	206		5
		25 giugno	Firenze Boboli	183		1
		23 luglio	Calenzano Giovanni XXIII	191		2

La Regione Toscana ha recentemente adottato le Deliberazioni GR 116/02 e 1133/02 che introducono dal 4 marzo 2002 gli stati di attenzione/allarme anche per PM<sub>10</sub>. Tuttavia sono qui elaborati i dati relativi a tutto l'anno 2002 per verificare quando si sarebbero riconosciuti gli stati significativi<sup>4</sup> in base ai criteri e ai parametri di tale norma. Il risultato è mostrato in tabella 19.

Per quanto riguarda i valori relativi alla frazione PM<sub>2.5</sub>, a partire dal valore rilevato è possibile stimare il corrispondente valore di PM<sub>10</sub> tramite un apposito algoritmo di conversione. Tale algoritmo è stato ottenuto basandosi sull'archivio storico di due anni di misure alternate di valori di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> nella stazione di Firenze-Mosse e la sua validità è stata confermata dall'analisi dei dati rilevati nella stazione di Firenze-Rosselli. Il rapporto fra i due parametri è ben definito a livello di medie di lungo periodo mentre è soggetto ad una certa variabilità a livello di medie di 24 ore. Inoltre, i valori di PM<sub>10</sub> ricavati dall'algoritmo di conversione (di tipo esponenziale) sono affidabili fino al superamento della soglia di allarme pari a 75 µg/m<sup>3</sup>, al di sopra di tale limite, i valori stimati potrebbero divergere troppo dai reali, pertanto nella stima dei valori di PM<sub>10</sub>, si è seguita la seguente procedura:

- 1) Se il dato di PM<sub>2.5</sub> è = 75 µg/m<sup>3</sup>: il valore corrispondente di PM<sub>10</sub> sarà comunque maggiore della soglia di allarme, quindi è si riporta un segno di > (maggiore) seguito dal valore di PM<sub>2.5</sub>;

<sup>4</sup> Lo stato di attenzione/allarme per PM<sub>10</sub> viene riconosciuto dopo 5 giorni di raggiungimento della rispettiva soglia (50 µg/m<sup>3</sup> quella di attenzione, 75 µg/m<sup>3</sup> quella di allarme) in almeno il 50% delle stazioni di rilevamento dell'area.

- 2) Se il dato di  $PM_{2.5}$  è  $< 75 \mu g/m^3$ : si calcola il corrispettivo valore di  $PM_{10}$  mediante l'apposito algoritmo di conversione. Si possono verificare i due seguenti casi:
- Il valore di  $PM_{10}$  calcolato mediante la relazione è  $> 75 \mu g/m^3$ : in tal caso si riporta la dicitura " $> 75$ ";
  - Il valore di  $PM_{10}$  calcolato mediante la relazione è  $= 75 \mu g/m^3$ : in tal caso si riporta il valore calcolato.

Tabella 19 = PM<sub>10</sub>: stati di ATTENZIONE / ALLARME.

N° giorni ATTENZIONE (anno 2002)	N° giorni ALLARME (anno 2002)	data	Stazione	Concentrazione media di 24 ore µg/m <sup>3</sup>
13	2	9 gennaio	Firenze Boboli	125
			Firenze Bassi	93
			Firenze Gramsci	95
			Firenze Rosselli	76
			Firenze Mosse	58* (PM <sub>2.5</sub> = 47)
			Scandicci Buozzi	131
		10 gennaio	Firenze Boboli	130
			Firenze Bassi	88
			Firenze Gramsci	100
			Firenze Rosselli	78
			Firenze Mosse	74* (PM <sub>2.5</sub> = 57)
			Scandicci Buozzi	135
		11 gennaio (ALLARME)	Firenze Boboli	112
			Firenze Bassi	102
			Firenze Gramsci	96
			Firenze Rosselli	82
			Firenze Mosse	>75* (PM <sub>2.5</sub> = 65)
			Scandicci Buozzi	147
		12 gennaio (ALLARME)	Firenze Boboli	93
			Firenze Bassi	73
			Firenze Gramsci	82
			Firenze Rosselli	57
			Scandicci Buozzi	96
		13 gennaio	Firenze Boboli	87
			Firenze Bassi	63
			Firenze Gramsci	70
		22 gennaio	Firenze Boboli	53
			Firenze Bassi	58
			Firenze Gramsci	77
			Firenze Rosselli	52
			Firenze Mosse	55
			Scandicci Buozzi	55
		23 gennaio	Firenze Boboli	75
			Firenze Bassi	91
			Firenze Gramsci	95
			Firenze Rosselli	74
			Firenze Mosse	90
			Scandicci Buozzi	103
		30 gennaio	Firenze Boboli	64
			Firenze Bassi	57
			Firenze Gramsci	66
			Firenze Mosse	80
			Scandicci Buozzi	80
		31 gennaio	Firenze Boboli	60
			Firenze Bassi	66
			Firenze Gramsci	62
			Firenze Rosselli	57
			Firenze Mosse	>92* (PM <sub>2.5</sub> = 92)
			Scandicci Buozzi	87
		01 febbraio	Firenze Boboli	57
			Firenze Bassi	68
			Firenze Gramsci	73
			Scandicci Buozzi	63
		01 marzo	Firenze Boboli	54
			Firenze Bassi	70
			Firenze Gramsci	61
			Firenze Mosse	58* (PM <sub>2.5</sub> = 47)
			Scandicci Buozzi	63
		02 marzo	Firenze Boboli	56
			Firenze Gramsci	54
			Scandicci Buozzi	54
		07 ottobre	Firenze Boboli	51* (PM <sub>2.5</sub> = 42)
			Firenze Gramsci	60
			Firenze Rosselli	51* (PM <sub>2.5</sub> = 42)

(\*) valore di  $PM_{10}$  stimato in base alla misura primaria di  $PM_{2.5}$ .

### 3 Gli andamenti temporali degli inquinanti atmosferici.

Nel presente paragrafo si sintetizza l'andamento degli inquinanti atmosferici sull'intera area e si confrontano i livelli attuali con quelli storici rilevati mediante la rete di monitoraggio. Si tenga conto che non si dispone degli indicatori su base annuale per tutti gli inquinanti e per tutte le stazioni per motivi riconducibili a:

- inopportunità di rilevamento di uno specifico inquinante in tipologie di sito non idonee (è il caso tipico dell'ozono di cui non è congruo il monitoraggio in siti prossimi alle sorgenti quali il traffico);
- progressiva attivazione di analizzatori nel corso degli anni;
- mancanza di dati per fuori servizio delle stazioni o di analizzatori a causa di guasti o spostamenti o incidenti.

In ogni caso, l'indicatore annuale definito come concentrazione media viene mostrato solo se valido secondo i criteri definiti dalla normativa, o comunque affidabile in quanto determinato in base a misure quantitativamente consistenti e omogeneamente distribuite nell'arco dell'anno solare; l'indicatore definito come quantità di superamenti di soglia viene mostrato in termini di incidenza percentuale sul numero di dati disponibili.

#### 3.1 Polveri ( $PM_{10}$ ).

Nella figura 4 si mostrano le concentrazioni medie annuali di  $PM_{10}$  rilevate dal 1993 nelle stazioni della rete. Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione relativamente omogenea, indipendentemente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e alla tipologia di sito, si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

Si osserva la progressiva diminuzione registrata fra il 1993 e il 1996 a cui ha fatto seguito un incremento che, nell'anno 2000, ha riportato i livelli medi di  $PM_{10}$  ai valori degli anni 1993-1994 anche se con sostanziale riduzione delle differenze fra siti. Nel 2001 si è verificata una riduzione generalizzata dei livelli di  $PM_{10}$  in parte spiegabile con l'andamento meteorologico, come illustrato nella relazione relativa a quell'anno.

Nel 2002, in presenza di un quadro meteorologico più vicino alle medie storiche, i valori di  $PM_{10}$  sono tornati mediamente oltre la soglia fissata dalla normativa.

Nella figura 5 si mostra l'incidenza percentuale dei giorni con valore medio superiore  $50 \mu g/m^3$  il cui limite di riferimento è pari a 10% (35 superamenti ammessi su 365 giorni). L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello delle medie annuali. In tutte le stazioni si sono riscontrate percentuali di superi notevolmente più elevate rispetto alle indicazioni della norma, comprese fra il 19% e il 47%.



Figura 4 = trend delle concentrazioni medie annuali di  $PM_{10}$ .

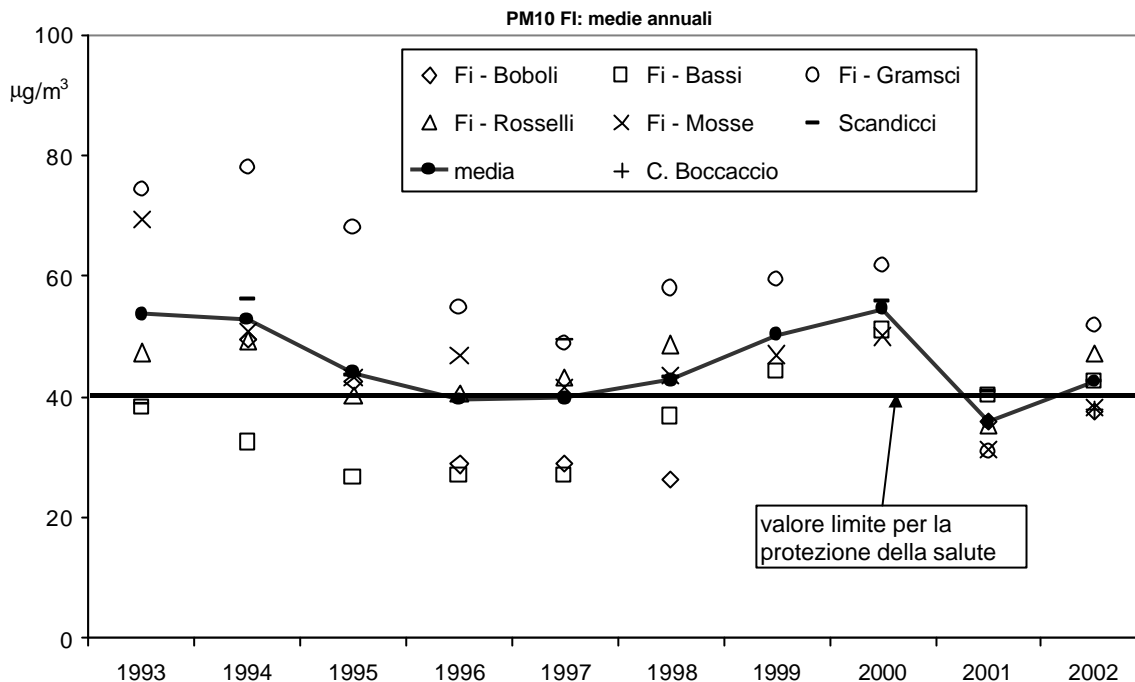
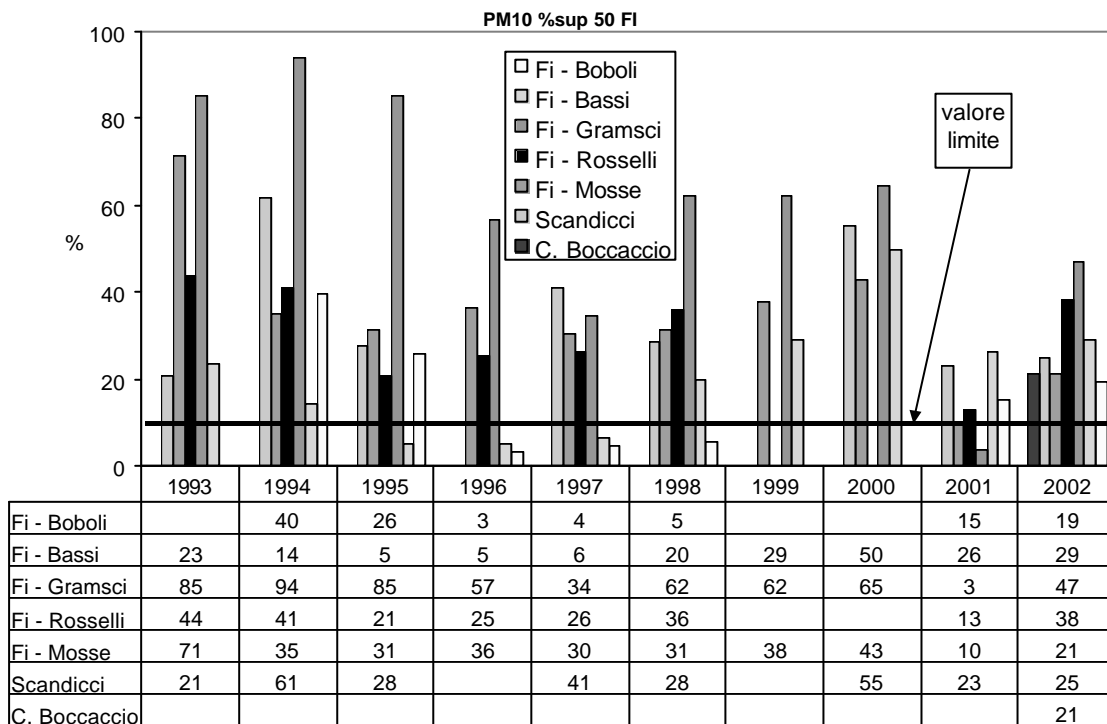


Figura 5 = trend della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di  $PM_{10}$  superiore a  $50 \mu g/m^3$ .

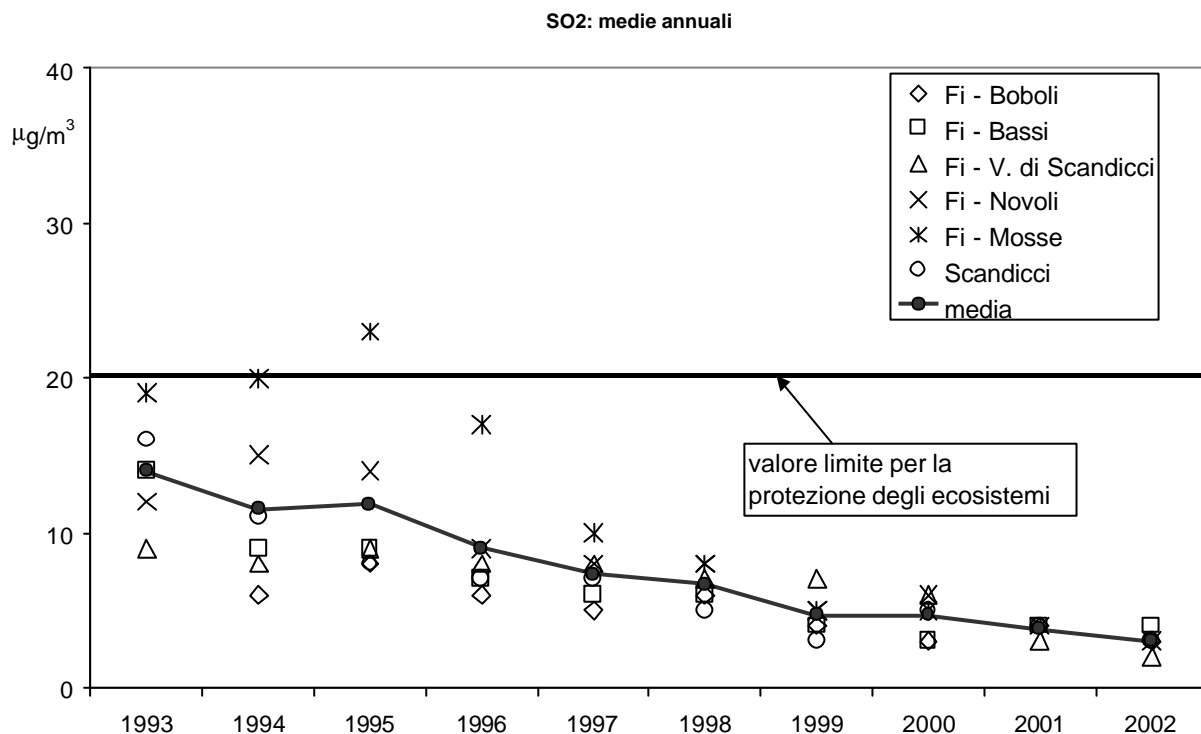


### 3.2 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>).

Nella figura 6 si mostrano le concentrazioni medie annuali di SO<sub>2</sub> rilevate dal 1993 nelle stazioni della rete. Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione relativamente omogenea indipendentemente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e alla tipologia di sito, si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

Si osserva la progressiva diminuzione registrata dal 1993 e la sostanziale riduzione delle differenze fra siti. Il raffronto viene fatto con il limite più restrittivo, previsto dalla norma per la protezione degli ecosistemi, che appare rispettato almeno negli ultimi anni. Per tale motivo non si mostrano gli andamenti degli indicatori meno restrittivi (quelli per la protezione della salute) che, a maggior ragione, risultano ampiamente rispettati.

Figura 6 = trend delle concentrazioni medie annuali di SO<sub>2</sub>.



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

Nella figura 7 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO<sub>2</sub> rilevate dal 1994 nelle stazioni della rete. Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione spaziale relativamente disomogenea e dipendente sia dalla localizzazione rispetto alle sorgenti, sia dalla tipologia di sito, i valori delle medie annuali per ciascun anno, vengono mostrati raggruppati e distinti per le stazioni collocate a distanza dai flussi veicolari (tipo A e B) e per le stazioni in prossimità dei flussi veicolari

(tipo C). A parte si mostrano i valori rilevati nella stazione collinare di Settignano, specifica per inquinanti fotochimici come l'ozono (tipo D).

L'andamento del valore medio relativo alle stazioni di tipo C mostra una diminuzione piuttosto modesta ma regolare. Il dato medio relativo agli anni 1999 e 2000 è da considerarsi sottostimato a causa della mancanza del valore relativo alla stazione Rosselli, caratterizzata dai livelli in assoluto più elevati. Nel 2002 si conferma una sostanziale stabilità del dato già evidenziata da alcuni anni. Anche la media delle stazioni di tipo A e B mostra la progressiva riduzione, almeno fino all'anno 1998, dopo il quale si osserva una sostanziale stabilizzazione. Il decremento del 2001 è presumibilmente dovuto a cause meteorologiche. Infatti, nell'anno 2002 si registra un aumento che riporta i valori a quelli dell'anno 2000.

Stabile appare il livello medio riscontrato nella stazione di Settignano.

Nonostante il trend positivo, rispetto al valore di riferimento fissato dalla norma si osservano valori costantemente molto elevati nelle stazioni tipo C (il doppio) e di poco oltre il limite o circa al limite nelle stazioni tipo A e B.

Nelle figure 8 e 9 si mostra, distintamente per i due gruppi di stazioni, l'incidenza percentuale delle ore dell'anno con valore medio superiore a  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , il cui limite di riferimento è pari a 0,2% (18 superamenti orari ammessi su 8760 ore). L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello delle medie annuali. La ricorrenza di superamenti del valore medio orario, nell'anno 2002, appare notevolmente più elevata rispetto a quella riscontrata nel 2001. Questo fatto appare da imputarsi alla durata degli eventi critici riscontrati nel mese di gennaio e febbraio 2002, in cui si sono concentrati la maggior parte dei superamenti.

Figura 7 = trend delle concentrazioni medie annuali di  $\text{NO}_2$ .

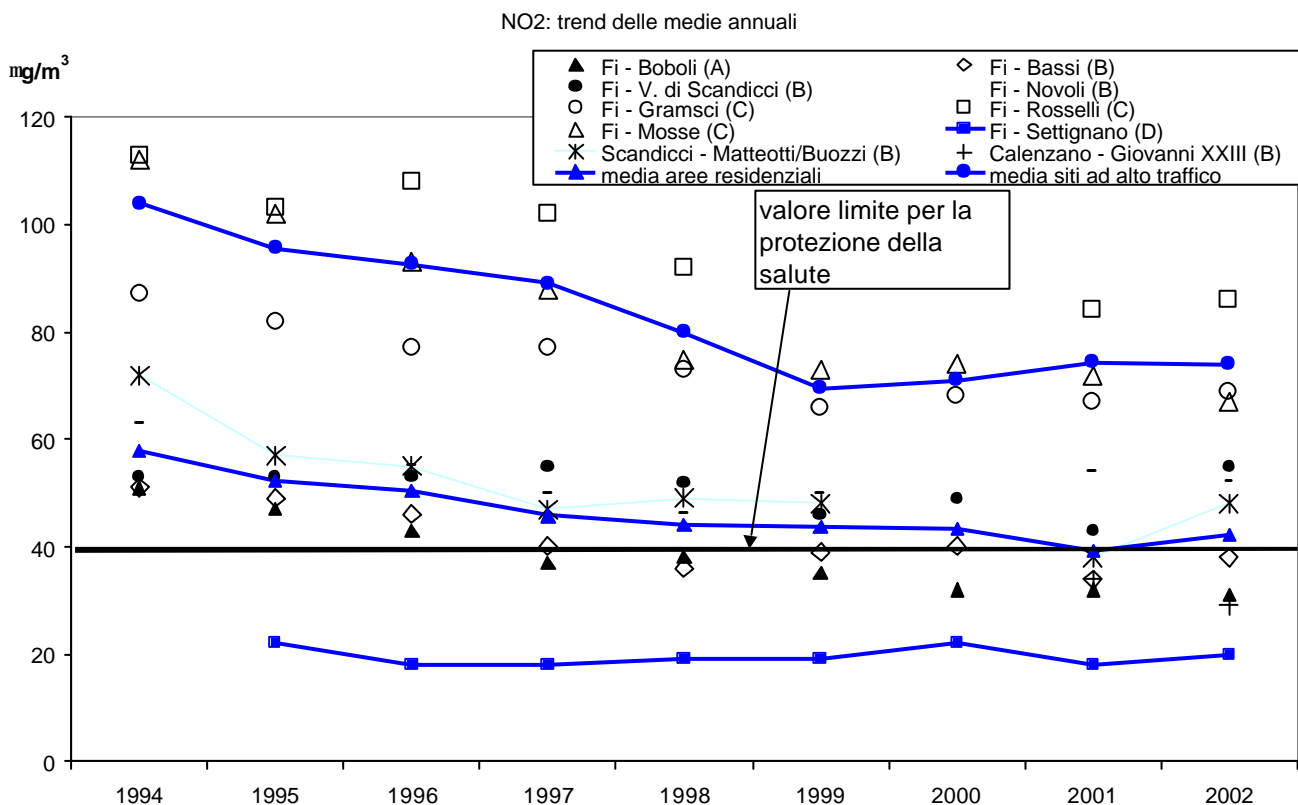


Figura 8 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO<sub>2</sub> superiore a 200 µg/m<sup>3</sup> rilevata nelle stazioni di tipo A e B (parco urbano e aree residenziali).

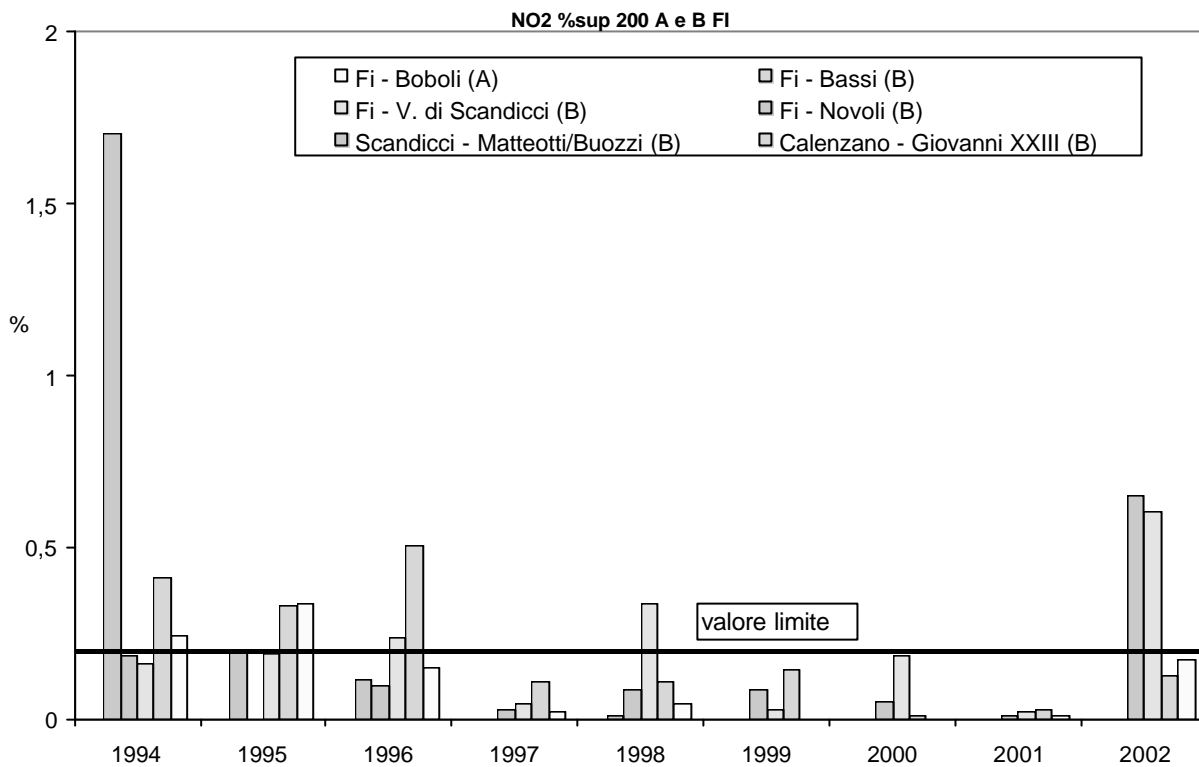
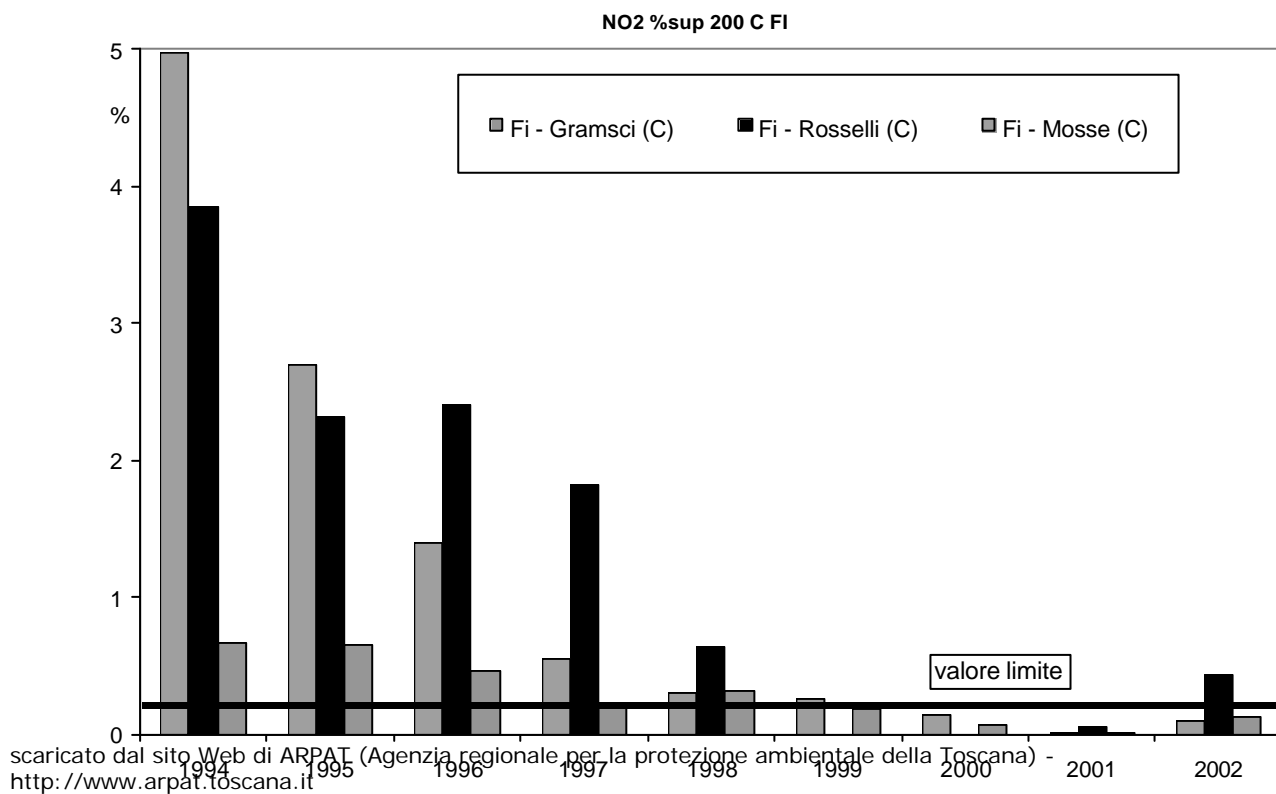


Figura 9 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO<sub>2</sub> superiore a 200 µg/m<sup>3</sup> rilevata nelle stazioni di tipo C (siti ad alto traffico).

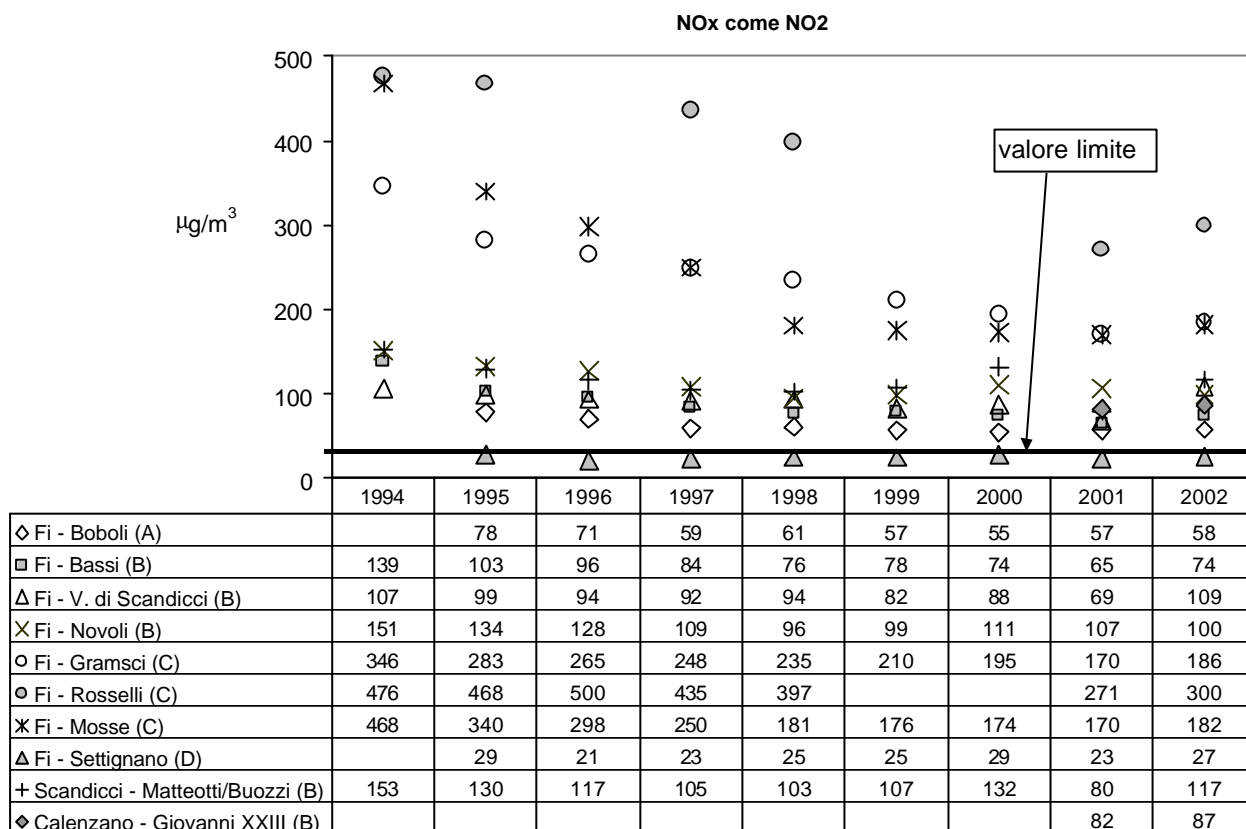


### 3.4 Ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>).

Nella figura 10 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO<sub>x</sub> rilevate dal 1994 nelle stazioni della rete e si confrontano con il valore limite di riferimento fissato per la protezione della vegetazione (pari a 30 µg/m<sup>3</sup>).

Si osservi che vi sono importanti differenze fra le varie tipologie di sito ma, salvo Settignano, in tutte le stazioni si verifica il superamento del limite. Le concentrazioni medie nelle aree residenziali e nel parco urbano risultano 2÷4 volte più elevate del valore di riferimento e nei siti in prossimità di flussi di traffico 6÷10 volte più elevate.

Figura 10 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO<sub>x</sub> (valori espressi come NO<sub>2</sub>).



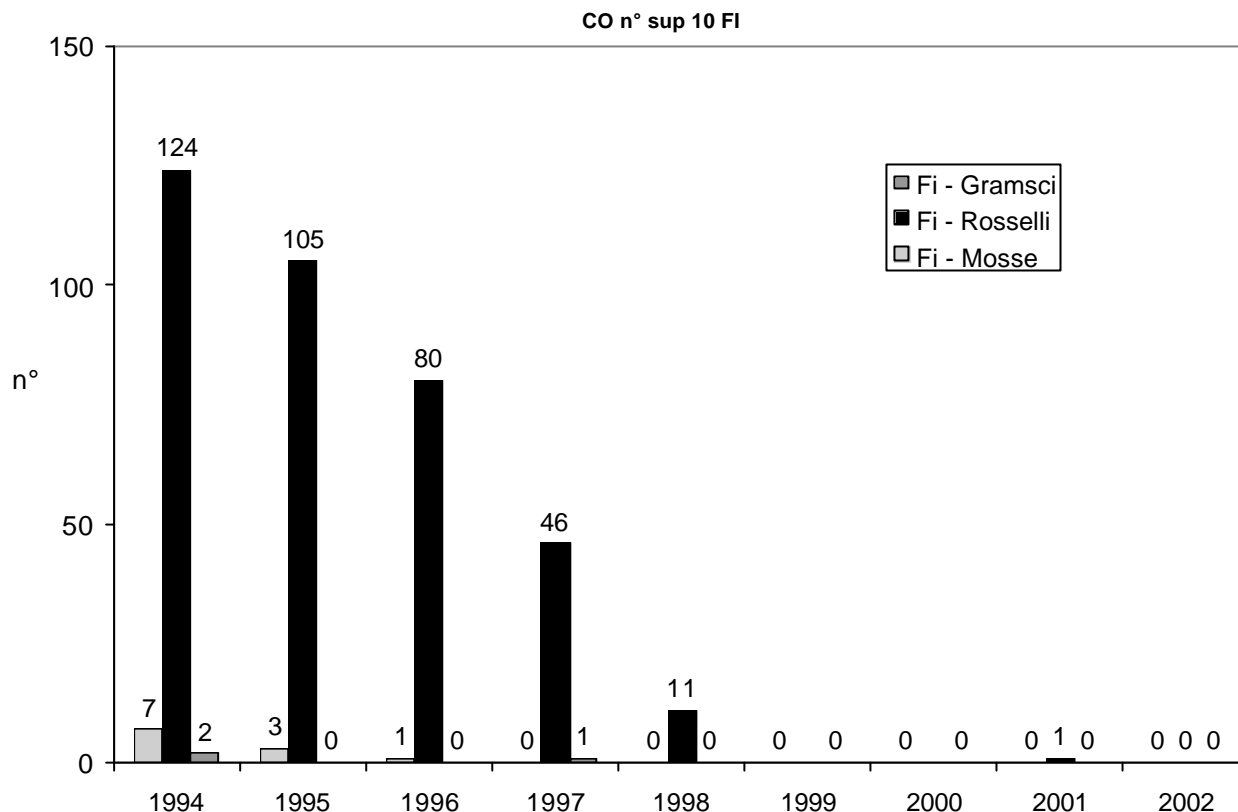
### 3.5 Monossido di carbonio (CO).

Nella figura 11 si mostrano le frequenze di superamento del limite fissato per la media di 8 ore consecutive. L'elaborazione viene presentata solo per le stazioni di tipo C, in quanto questo inquinante è prodotto quasi esclusivamente dalle emissioni allo scarico dei veicoli a motore ed è caratterizzato da un forte gradiente spaziale; perciò nelle stazioni a distanza dai flussi veicolari le concentrazioni di CO risultano ampiamente inferiori rispetto a quelle misurabili a pochi metri dai flussi di traffico.

L'andamento storico mostra una rapida riduzione del numero di superamenti. Nell'anno 2002 in particolare, non si è verificato nessun caso di superamento.



Figura 11 = CO: trend del numero di medie mobili di 8 ore superiori al valore limite pari a 10 mg/m<sup>3</sup> rilevate in ciascun anno nelle stazioni di tipo C (siti ad alto traffico).



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

Nelle figure 12 e 13 si mostrano le frequenze di superamento dei limiti fissati per la media oraria 180 µg/m<sup>3</sup>, definita "soglia di informazione", e 240 µg/m<sup>3</sup>, definita "soglia di allarme".

Si osservi che non è possibile riconoscere un trend univoco e consolidato anche se, negli ultimi 3-4 anni, il numero di superamenti della soglia di informazione ("di attenzione", secondo la definizione contenuta nel D.M. Ambiente 25.11.1994) appare consistentemente ridotto e non si sono verificati superamenti della soglia di allarme.

Nella figura 14 si mostra il numero di giorni in cui si è verificato il superamento del limite fissato per la media di 8 ore consecutive, pari a 120 µg/m<sup>3</sup>, il cui valore è da confrontare con il valore di riferimento pari a 25 giorni all'anno. L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello relativo al superamento dalla soglia di informazione e si osserva il superamento o quantomeno il raggiungimento del valore di riferimento nelle stazioni di misura collocate nel parco urbano (Boboli), nell'area collinare (Settignano) e all'estrema periferia dell'area urbanizzata (Calenzano).

Nelle stazioni collocate all'interno dell'area urbanizzata (Novoli e Scandicci) l'entità dei superamenti è notevolmente ridotta, come atteso per siti di monitoraggio dove si riscontrano livelli elevati degli inquinanti primari (monossido di carbonio, monossido di azoto, idrocarburi).

Nella figura 15 si mostra l'andamento del parametro AOT40, che è calcolato sommando le eccedenze orarie di 80 µg/m<sup>3</sup> rilevate nella fascia oraria 8-20 del periodo dal 1 maggio al 31 luglio. Per questo parametro è stato definito il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, pari a 18000 (µg/m<sup>3</sup>)\*h, e sostanzialmente rappresenta l'esposizione massima accettabile. Anche per

questo indicatore si riscontra una situazione nettamente superiore al limite o prossima ad esso nella maggior parte delle stazioni di rilevamento e nella maggior parte degli anni.

Figura 12 = O<sub>3</sub>: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a 180 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in ciascun anno.

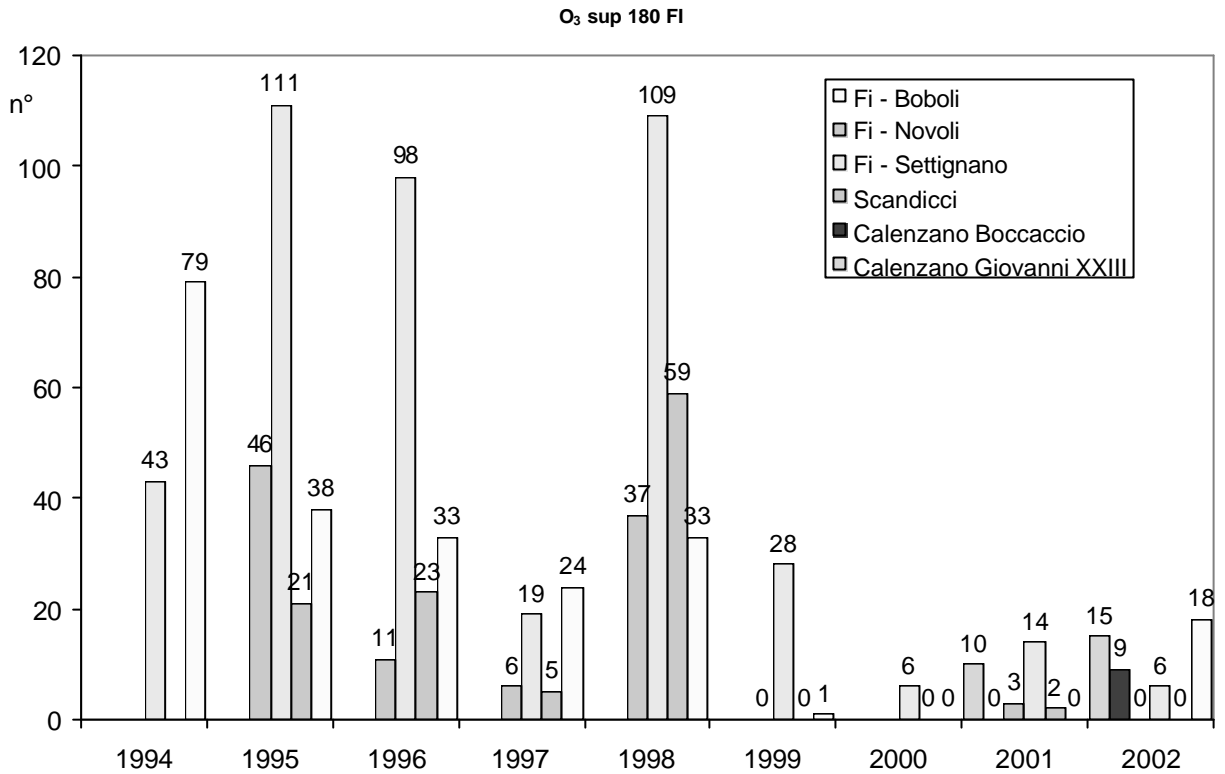


Figura 13 = O<sub>3</sub>: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di allarme, pari a 240 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in ciascun anno.

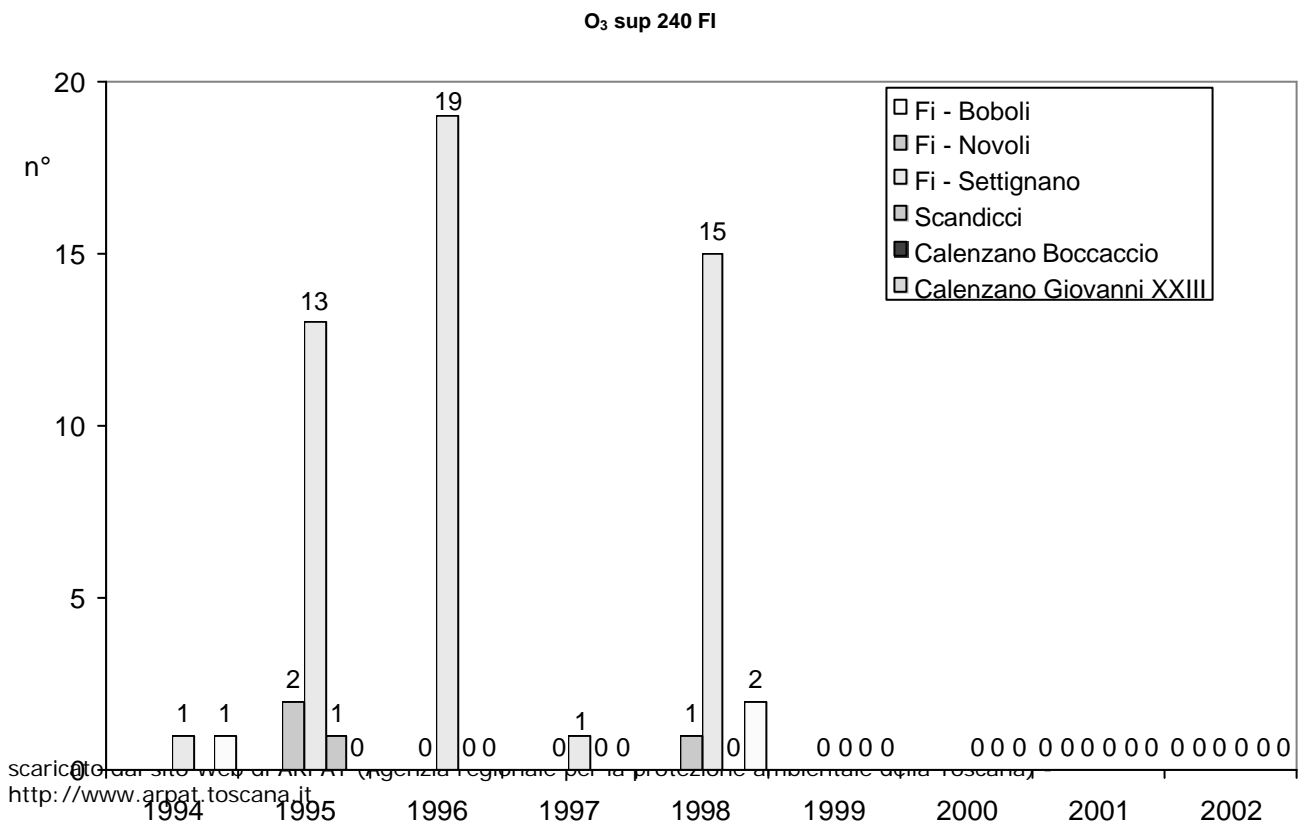


Figura 14 = O<sub>3</sub>: trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in ciascun anno.

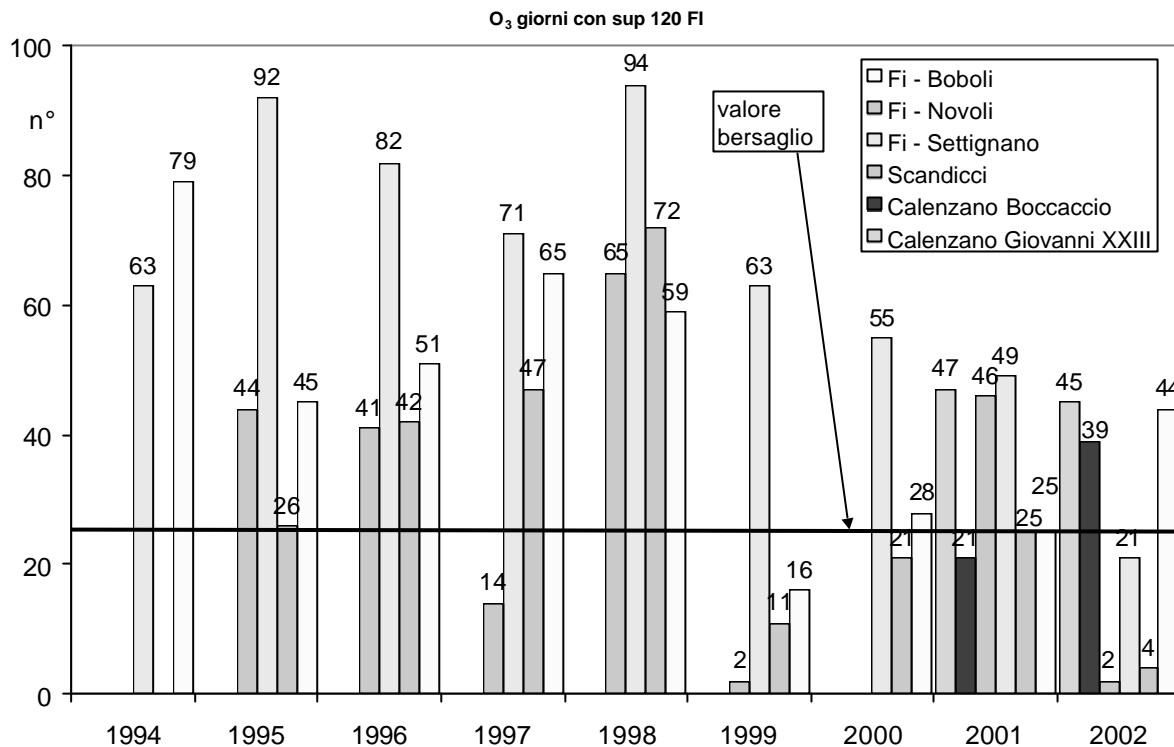
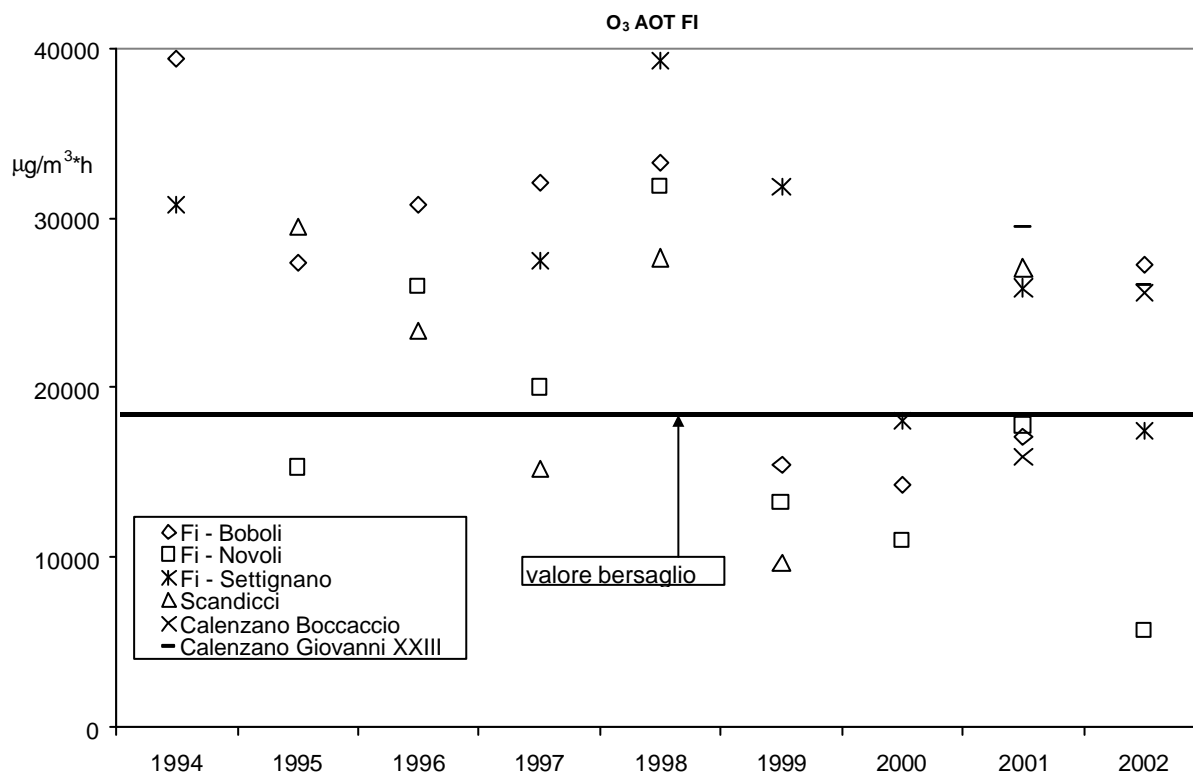


Figura 15 = O<sub>3</sub>: parametro AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m<sup>3</sup>, rilevate in ciascun anno).



### 3.7 Benzene.

Considerato che questo inquinante, come il CO, presenta una forte disomogeneità spaziale in quanto emesso dagli scarichi dei veicoli a motore (a benzina), l'andamento delle concentrazioni medie annuali viene mostrato in due distinte figure. Nella figura 16 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate dal 1995 nelle stazioni della rete ubicate in prossimità dei siti ad alto traffico (tipo C), mentre in figura 17 si mostra quello relativo alle stazioni collocate in parco urbano o in zona residenziale, ovvero a distanza dai flussi veicolari (tipo A e B). L'andamento del valore medio relativo alle stazioni C mostra una diminuzione rilevante, tuttavia permane superiore al limite di riferimento. La diminuzione dei livelli medi di benzene viene riscontrata anche nei siti più lontani dai flussi veicolari (o caratterizzati da bassi volumi di traffico), tanto che il valore limite appare rispettato già dall'anno 2000 (dal 1998 per i siti classificabili come parco urbano).

Figura 16 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate nelle stazioni di tipo C (siti ad alto traffico).

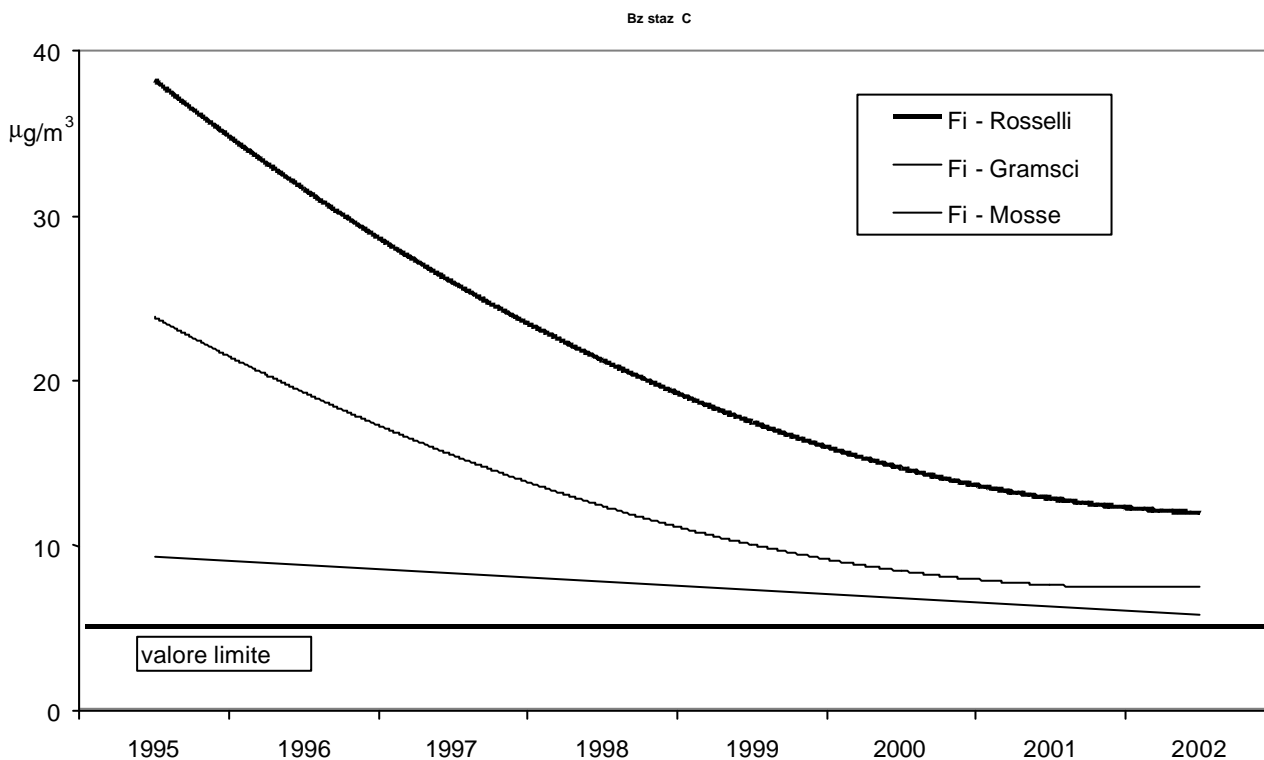
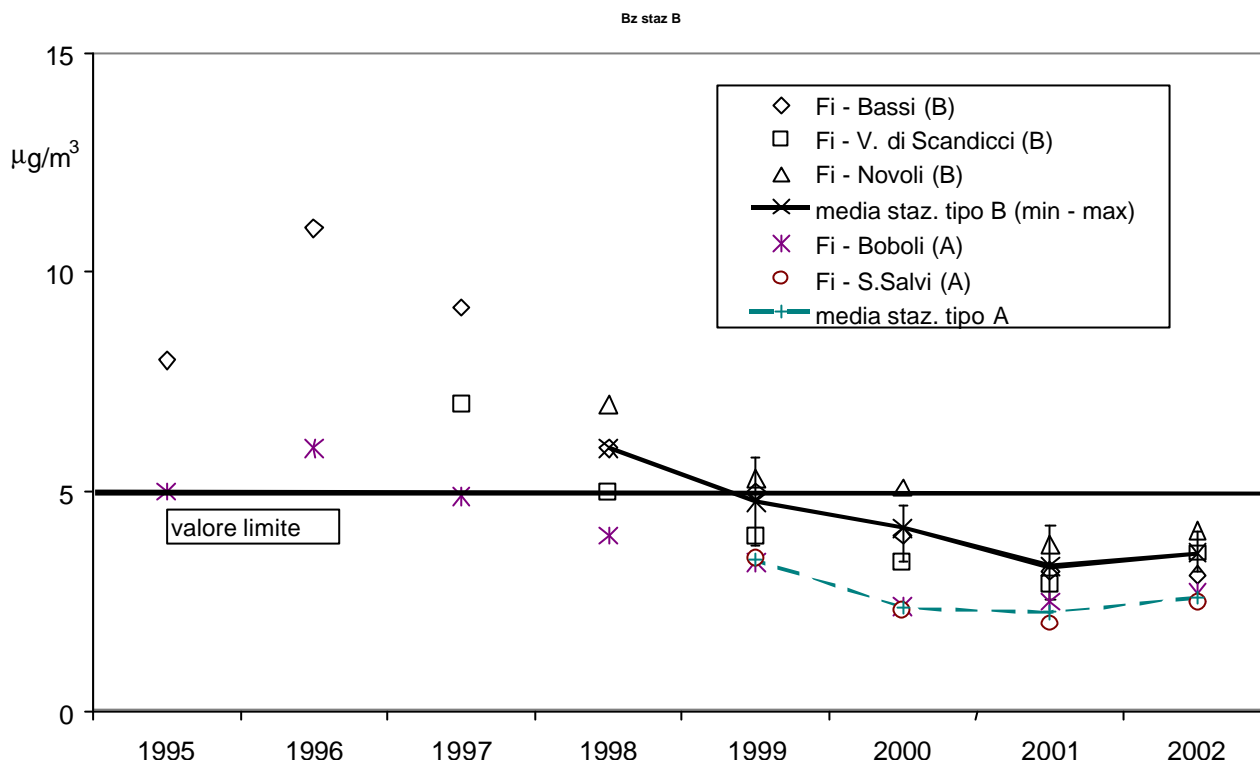


Figura 17 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate nelle stazioni di tipo A e B (parco urbano e aree residenziali).



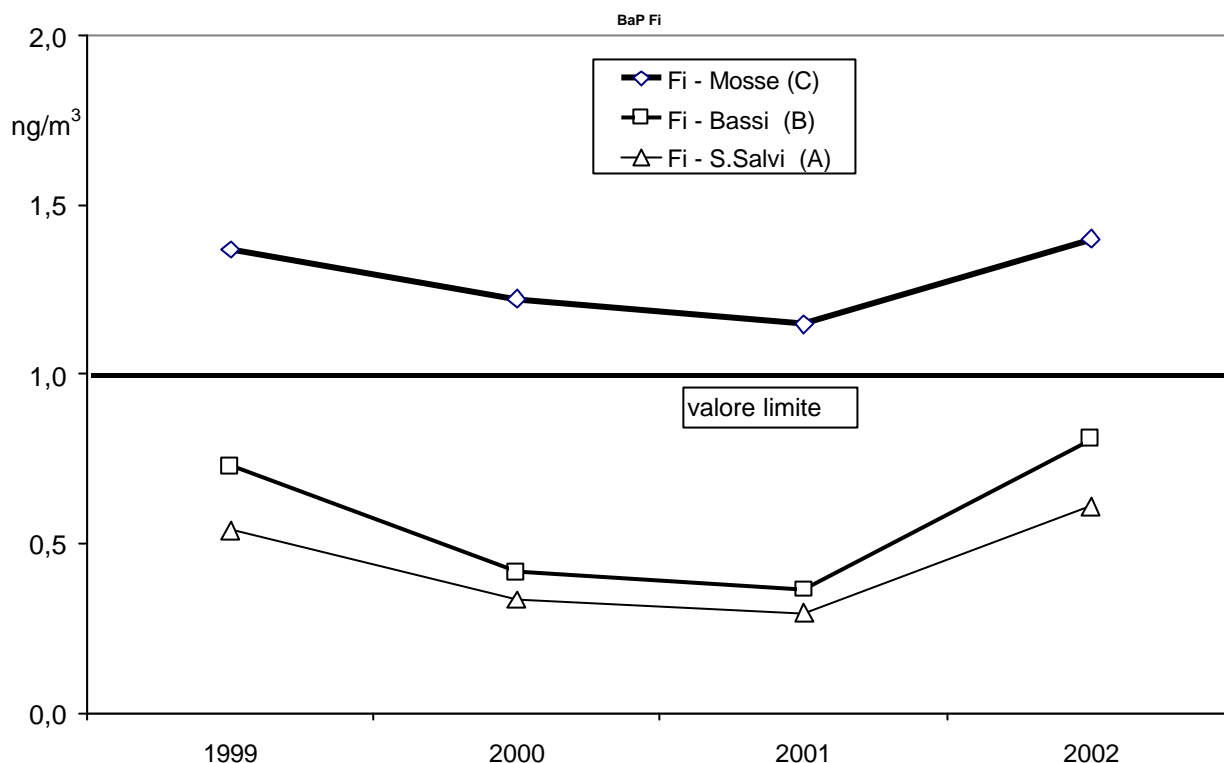
### 3.8 Benzo(a)pirene.

La determinazione di benzo(a)pirene, inquinante tipicamente presente nelle polveri aerodisperse, è possibile solo mediante sistemi manuali di campionamento e impegnative analisi di laboratorio. Per tale motivo il numero di siti di misura e le serie storiche disponibili sono limitati rispetto agli altri parametri rilevati tramite la rete di stazioni fisse.

Nella figura 18 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di questo inquinante, rilevate dal 1999 con sufficiente continuità ed omogeneità in tre siti diversamente caratterizzati per distanza da sedi stradali. Il trend mostra una diminuzione fino all'anno 2001 anche se nel sito di tipo C (in prossimità di flussi di traffico) permane il superamento del valore di riferimento.

I valori relativi al 2002 evidenziano un netto incremento che, in larga misura, potrebbe dipendere dal fatto che si tratta della media del primo semestre, durante il quale si sono verificati periodi particolarmente critici nei mesi di gennaio e febbraio (v. anche il paragrafo 5. Le condizioni meteorologiche).

Figura 18 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene rilevate nelle diverse tipologie di sito urbano.



### 3.9 Idrocarburi non metanici (NMHC)

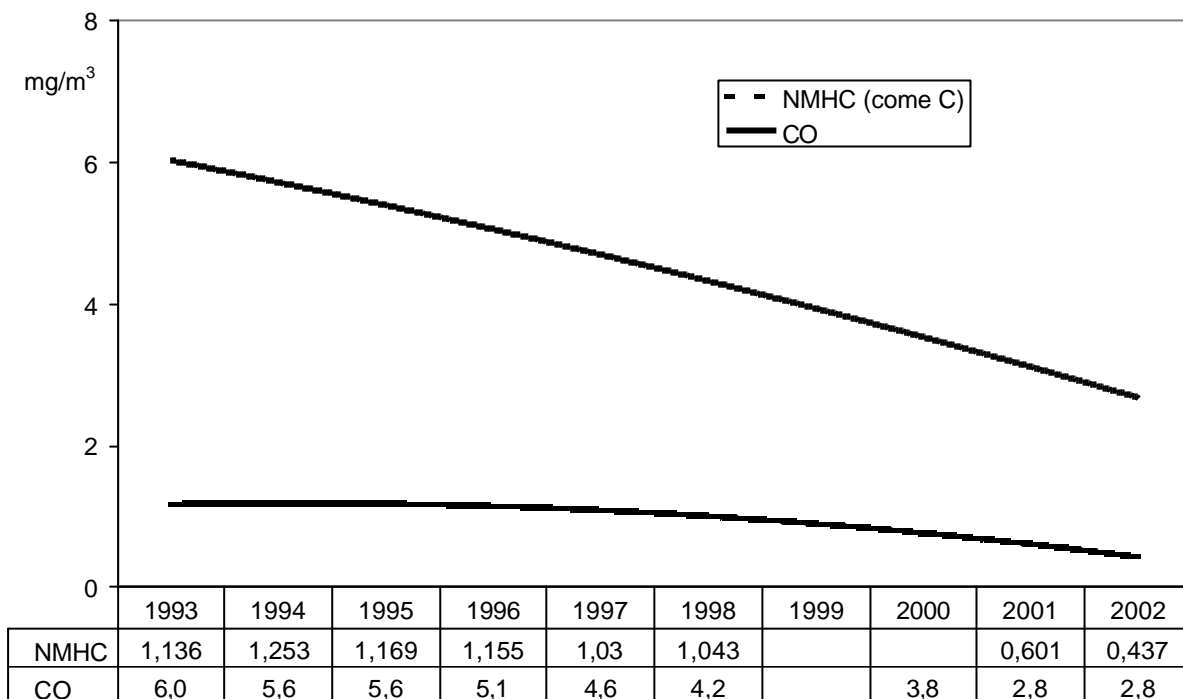
Nella stazione Firenze-Rosselli viene rilevata anche la concentrazione di idrocarburi non metanici (NMHC). Questo parametro rappresenta l'insieme delle sostanze organiche volatili presenti in atmosfera, originate in maniera quasi esclusiva dall'emissione di idrocarburi incombusti allo scarico dei veicoli a motore. La normativa attuale non fissa valori di riferimento per NMHC, tuttavia riteniamo utile mostrarne il trend assieme a quello di CO.

La misura di NMHC ha subito interruzioni negli anni 1999 e 2000, è ripresa nel corso del 2001 e copre parte del 2002. Nonostante l'incompletezza dell'archivio storico e della non ottimale distribuzione stagionale delle serie di dati disponibili dell'ultimo biennio, appare utile una valutazione sia pure sommaria del trend di tale parametro.

In figura 19 si illustrano gli andamenti, a livello di linea di tendenza, delle concentrazioni medie annuali di NMHC (esprese in mg di Carbonio per metro cubo di aria) e di CO (esprese, come usualmente, in mg per metro cubo di aria).

Si osservi che, nei dieci anni considerati, le medie di ambedue i parametri si sono praticamente dimezzate. Mentre la riduzione di CO mostra un decremento regolare, quella di NMHC mostra riduzioni progressive solo negli ultimi 2-3 anni. Questa differenza può essere messa in relazione al fatto che i veicoli a più elevata emissione di idrocarburi sono i ciclomotori a 2 tempi di cui, solo recentemente, si è verificata una significativa riduzione del circolante dovuta alla sostituzione con veicoli a 4 tempi.

Figura 19 = trend delle medie annuali di NMHC e di CO (stazione Rosselli).



## 4 Sintesi e commento

Considerati i dati rilevati nell'anno 2002, il trend storico e l'origine degli inquinanti, in tabella 20 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria riscontrato nelle varie tipologie di sito dell'area omogenea di Firenze (comuni di Firenze, Scandicci, Campi, Signa, Lastra a Signa, Sesto, Calenzano e Bagno a Ripoli) rispetto agli indicatori fissati per la protezione della salute umana, di cui sono riportati i valori "finali" e l'anno da cui questi decorrono (prescindendo quindi dal margine di tolleranza consentito dalle Direttive comunitarie). Nella medesima tabella si sintetizzano le principali sorgenti antropiche di ciascun inquinante (o dei precursori, nel caso degli inquinanti totalmente o parzialmente di origine secondaria). E' opportuno ricordare che per alcuni inquinanti, quali  $PM_{10}$  e  $O_3$ , non è trascurabile l'origine naturale, ancorché di incerta quantificazione soprattutto per il  $PM_{10}$ .

I valori riportati in neretto si riferiscono agli inquinanti di cui è stato riscontrato il superamento o il raggiungimento del valore limite "finale". E' evidente che negli altri casi i limiti risultano rispettati con largo anticipo rispetto alla data di vigenza indicata nelle Direttive comunitarie.

Non desta preoccupazione il biossido di zolfo.

Il CO appare rientrare nei limiti anche nella stazione a più elevata esposizione alle emissioni da veicoli a motore (Firenze-Rosselli).

Si segnalano situazioni di difformità per il benzene in siti particolarmente esposti ad intense e ravvicinate emissioni da veicoli a motore (entro alcuni metri dalle corsie di scorrimento) e in prossimità di strade del centro storico (ZTL) in cui si ha maggior traffico di ciclomotori e in cui può innescarsi il cosiddetto "effetto canyon".

Relativamente ai siti di monitoraggio in ZTL, il confronto fra gli anni 2001 e 2002 evidenzia un peggioramento, presumibilmente dovuto al non ripetersi di una situazione meteorologica favorevole come quella del 2001 e, contestualmente, all'inefficacia delle restrizioni adottate dall'Amministrazione Comunale per la circolazione dei ciclomotori<sup>5</sup>. Un ulteriore fattore che può aver determinato l'incremento dei livelli di benzene potrebbe essere l'incremento del tenore di benzene nelle benzine. Alcuni dati preliminari sembrano indicare che, a seguito della eliminazione della benzina super (dal 1 gennaio 2002), nella benzina "verde" sia incrementato il contenuto di benzene da 0,6% a 0,7%. Si tratterebbe di un aumento di circa il 15%, nonostante rimanga rispettato il limite previsto dalla normativa sui carburanti (1% max).

Anche il BaP mostra il significativo superamento dello standard in prossimità di una strada, Via Ponte alle Mosse; attualmente con traffico non particolarmente elevato. Si presume che i livelli di BaP possano essere superiori allo standard di riferimento su tutte le strade a traffico elevato.

Più critica appare la situazione per il  $PM_{10}$  che evidenzia superamenti dello standard sia su base annuale sia, soprattutto, come frequenza di eccedenze giornaliere, estesi a tutta l'area urbanizzata.

Anche l'inquinante  $NO_2$  evidenzia una situazione critica estesa all'intero contesto urbano, soprattutto a livello di media annuale e soprattutto in siti di monitoraggio prossimi a flussi di traffico. Per quanto riguarda l'inquinante  $O_3$ , tipico inquinante di area vasta, si rilevano notevoli eccedenze nella ricorrenza di giorni con superamento delle soglie.

Nella tabella 21 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria rispetto agli indicatori fissati per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

I valori riportati in neretto si riferiscono agli inquinanti di cui è stato riscontrato il superamento o il raggiungimento del valore limite.

In buona sostanza, si conferma la situazione illustrata in base ai limiti fissati per la tutela della salute, con difformità relative ai livelli di  $NO_x$  e di  $O_3$ .

---

<sup>5</sup> Ordinanza del Sindaco di Firenze 1465 dell'8 marzo 2002 "Divieto di transito in ZTL per ciclomotori non EURO dalle 10 alle 12 e dalle 15 alle 17 dei giorni feriali



**Tabella 20 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2002 nelle diverse tipologie di sito urbano e principali sorgenti. Raffronto con indicatori per la protezione della salute umana.**

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo sito	Media o range	Stati di Attenzione	Stati di Allarme	Sorgenti antropiche principali
<b>PM<sub>10</sub></b> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>40</b> come media annuale [dal 2005]	A	38	<b>13</b> (*)	<b>2</b> (*)	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), traffico, emissioni industriali, impianti termici a combustibili liquidi, combustione legna, attività antropica generica (quota aggiuntiva di origine secondaria, precursori NO <sub>x</sub> e SO <sub>2</sub> )
		B	<b>42 - 43</b>			
		C	<b>38 - 52</b>			
		I	38			
	<b>50</b> come media di 24 ore (max 35 gg) [dal 2005]	A	<b>55 gg</b>			
		B	<b>72 - 86 gg</b>			
		C	<b>34 -130 gg</b>			
<b>SO<sub>2</sub></b> (µg/m <sup>3</sup> )	350 come media oraria (max 24 ore) [dal 2005]	A	0 sup	0	0	Impianti termici industriali e domestici alimentati con combustibili solidi e liquidi (carbone, olio e gasolio).
		B	0 sup			
		C	0 sup			
	125 come media 24 ore (max 3 gg) [dal 2005]	A	0 sup			
		B	0 sup			
		C	0 sup			
<b>CO</b> (mg/m <sup>3</sup> )	<b>10</b> come media di 8 ore da non superare [dal 2005]	A	0 sup	0 (**)	0 (**)	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 e 4 tempi).
		B	0 sup			
		C	0 sup			
<b>NO<sub>2</sub></b> (µg/m <sup>3</sup> )	200 come media oraria (max 18 ore) [dal 2010]	A	15 sup	<b>6</b> (**)	0 (**)	Veicoli diesel (medi e pesanti), auto pre Direttiva 91/441 CEE (diesel, a benzina e a gas non catalizzate), impianti termici industriali e domestici (prevalente origine secondaria, precursore NO)
		B	<b>11-57 sup</b>			
		C	<b>11-38 sup</b>			
	<b>40</b> come media annuale [dal 2010]	A	31			
		B	<b>29-55</b>			
		C	<b>67-86</b>			
<b>O<sub>3</sub></b> (µg/m <sup>3</sup> )	<b>120</b> come media di 8 ore (max 25 gg) [dal 2010]	A	<b>44 sup</b>	<b>9</b> (***)	0 (***)	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), veicoli diesel, lavorazioni industriali e artigianali (origine secondaria, precursori NO <sub>x</sub> , HC, altre sostanze organiche)
		B	<b>4-45 sup</b>			
		I	<b>39 sup</b>			
		D	21 sup			
<b>Benzene</b> (µg/m <sup>3</sup> )	<b>5</b> come media annuale [dal 2010]	A	2,5-2,7	Non Previsto	Non previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi).
		B	3,1-4,1			
		C	<b>6,3-12,6</b>			
<b>BaP</b> (ng/m <sup>3</sup> )	<b>1</b> come media annuale	A	0,61	Non Previsto	Non previsto	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi)
		B	0,81			
		C	<b>1,40</b>			

(1) DM 60/02 per PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub> e benzene; Direttiva 2002/3/CE per O<sub>3</sub>; DM 25.11.1994 per BaP.

(\*) valutazione a posteriori secondo i criteri e i limiti di cui alle Deliberazioni GR 116/02 e 1133/02.

(\*\*) secondo i criteri e i limiti di cui al DM 25.11.1994 e O.S. Sindaco di Firenze 10211/03

(\*\*\*) secondo i criteri e i limiti di cui al DM 25.11.1994 e alla Direttiva 2002/3/CE (dove la soglia di attenzione equivale alla soglia di informazione, la soglia di allarme è fissata a 240 µg/m<sup>3</sup> in luogo di 360 µg/m<sup>3</sup>).

Tabella 21 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2002 nelle diverse tipologie di sito urbano. Raffronto con indicatori per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo sito	Media o range
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	20 come media annuale e invernale [dal 2001]	A	3
		B	2-4
		C	3
NO <sub>x</sub> (µg/m <sup>3</sup> di NO <sub>2</sub> )	30 come media annuale [dal 2001]	A	58
		B	74-117
		C	182-300
		D	27
O <sub>3</sub> (mg/m <sup>3</sup> *h)	18.000 come AOT40 [dal 2010]	A	27.000
		B	5.000-26.000
		I	26.000
		D	17.000

DM 60/02 per SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>; Direttiva 2002/3/CE per O<sub>3</sub>

## 5 Le condizioni meteorologiche

Le figure 20, 21 e 22 presentano l'andamento nel corso dell'anno dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione meteo di Firenze - Ximeniano :

- pressione media e precipitazioni totali giornaliere (fig. 20);
- temperatura media, minima e massima giornaliera (fig. 21);
- velocità del vento media e media oraria massima giornaliera (fig. 22).

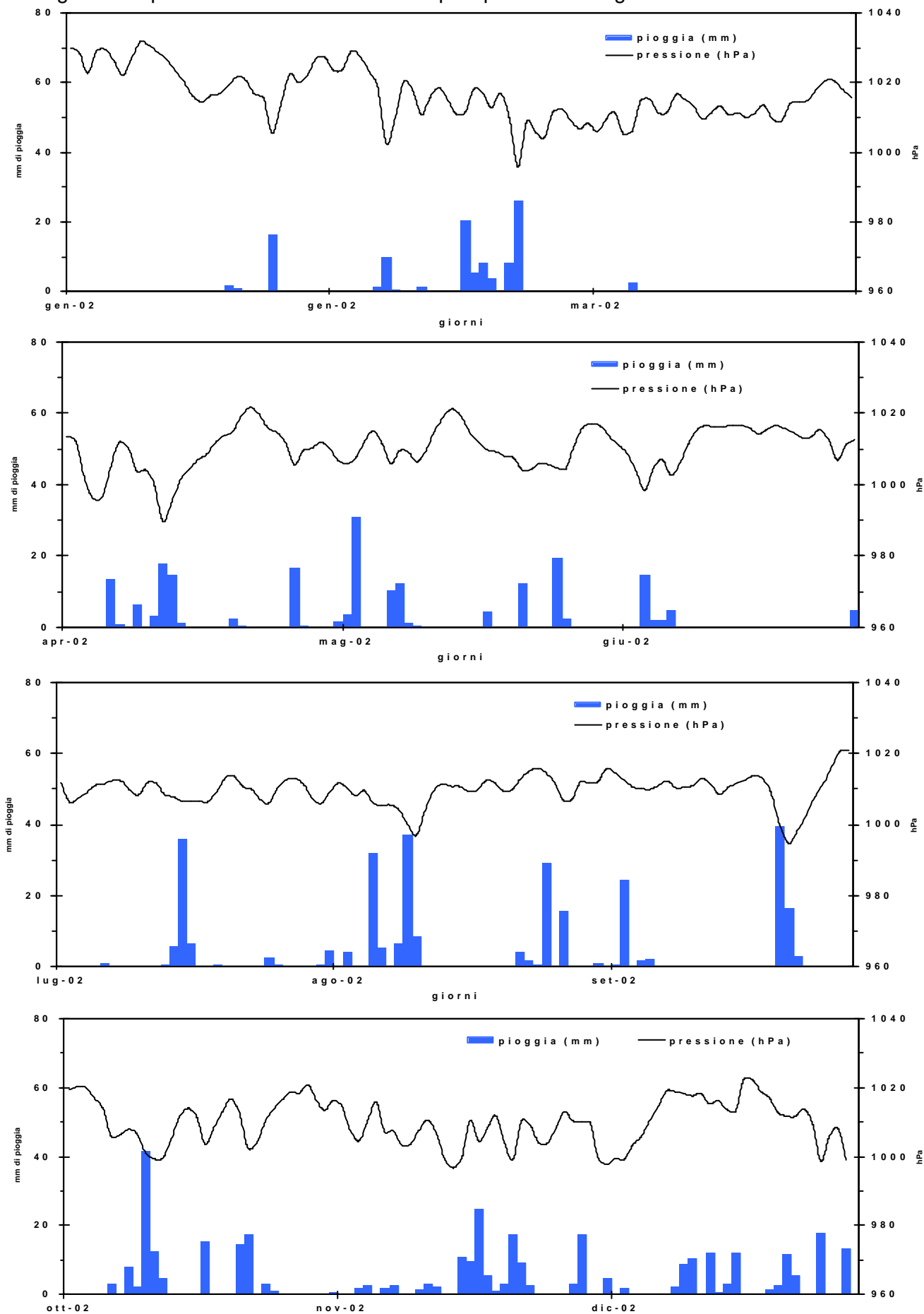
Le figure 23, 24 e 25 integrano le precedenti, fornendo raffronti a partire dal 1994 per alcune grandezze riepilogative: medie mensili delle temperature minime (massime) giornaliere nella figura 23 (24), in cui vengono riportati per confronto i valori medi del periodo considerato ed i relativi intervalli di oscillazione (dati nelle Tabelle 22 e 23); distribuzioni di frequenza per classi di intensità del vento nel periodo diurno nella figura 25 (dati corrispondenti in Tabella 26). Le precipitazioni cumulate come intensità mensile e come frequenze delle precipitazioni giornaliere per classi di intensità sono presentate rispettivamente nella Tabella 24 e nella Tabella 25.

Per quanto riguarda l'andamento generale delle condizioni meteorologiche nell'anno 2002 si rileva (vedi figure 20, 21 e 22) un periodo iniziale (gennaio) caratterizzato da temperature rigide (minime costantemente inferiori a zero °C) tanto che mediamente il mese di gennaio 2002 è risultato il più freddo dal 1994 (media delle minime mensili e media delle massime mensili inferiore al limite inferiore dell'intervallo di oscillazione degli anni 1994-2001). Gli altri scarti mensili rilevanti (rispetto all'intervallo di oscillazione dal 1994 al 2001) si registrano per il valore minimo del mese di febbraio ed in particolare per quello di novembre, entrambi esterni e superiori ai corrispondenti intervalli di oscillazione. Di segno opposto gli scarti registrati nei mesi di luglio ed agosto per i valori massimi, entrambi inferiori ai corrispondenti intervalli di oscillazione. Tale "anomalia" dei principali mesi estivi ed in particolare per il mese di agosto è chiaramente spiegata dalla presenza di precipitazioni frequenti ed intense (si veda la figura 20 ed i dati nella Tabella 24, nella quale il valore delle precipitazioni cumulate del mese di agosto risulta più di tre volte superiore a quello massimo finora registrato dal 1994, e con ben 12 giorni di presenza di pioggia). Mesi "secchi" sono risultati quelli di gennaio e marzo. Nel complesso dell'anno, però, le precipitazioni sono risultate, sia come valore cumulato che come numero di giorni, all'interno dei range di oscillazione registrati dal 1994 al 2001. Analogamente la distribuzione di frequenza dei valori medi diurni del vento non indica rilevanti variazioni rispetto a quelle relative agli anni precedenti.

Per quanto attiene all'influenza sulle concentrazioni degli inquinanti atmosferici occorre segnalare come il mese di gennaio sia stato caratterizzato da modeste e rare precipitazioni, basse temperature e da un prolungato regime di elevata stabilità meteorologica, e quindi abbia fatto registrare numerosi e prolungati episodi di inquinamento atmosferico (superamenti delle soglie di attenzione per l'NO<sub>2</sub> ed in particolare per il PM<sub>10</sub>, con superamenti anche della soglia di "allarme"). I superamenti della soglia di attenzione per il PM<sub>10</sub> si sono poi presentati anche nei periodi più stabili verificatisi nei mesi di febbraio e marzo. Diversamente, le condizioni instabili che hanno caratterizzato i mesi estivi di luglio ed agosto hanno sostanzialmente reso marginali (e confinati al mese di giugno) gli episodi di maggior inquinamento fotochimico caratterizzati da elevate concentrazioni di ozono. I mesi autunnali hanno presentato frequenti precipitazioni (14 giorni ad ottobre, 19 a novembre e 16 a dicembre), fatto che ha evitato il verificarsi di prolungati episodi di superamento delle soglie di legge.



Figura 20 = pressione atmosferica media e precipitazioni totali giornaliere



scaricato dal sito Web di ARPAT (Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana) - <http://www.arp.at.toscana.it>

Figura 21 = temperature medie, minime e massime giornaliere

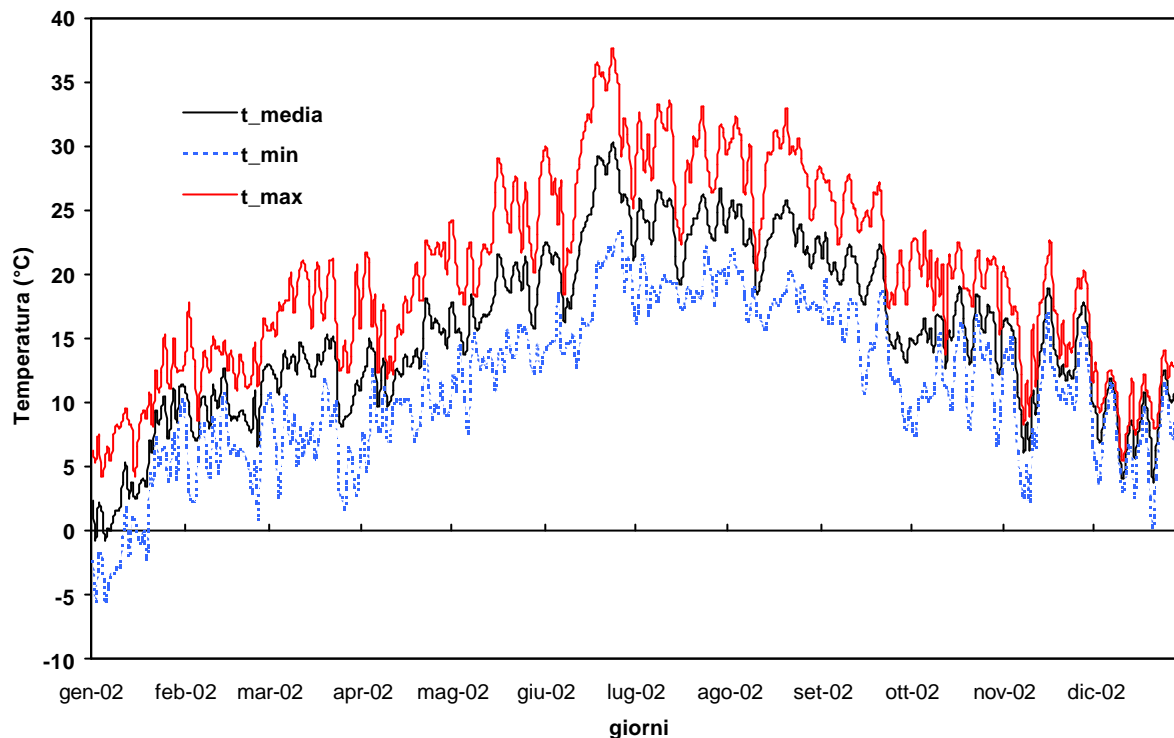


Figura 22 = velocità del vento medie e massime giornaliere

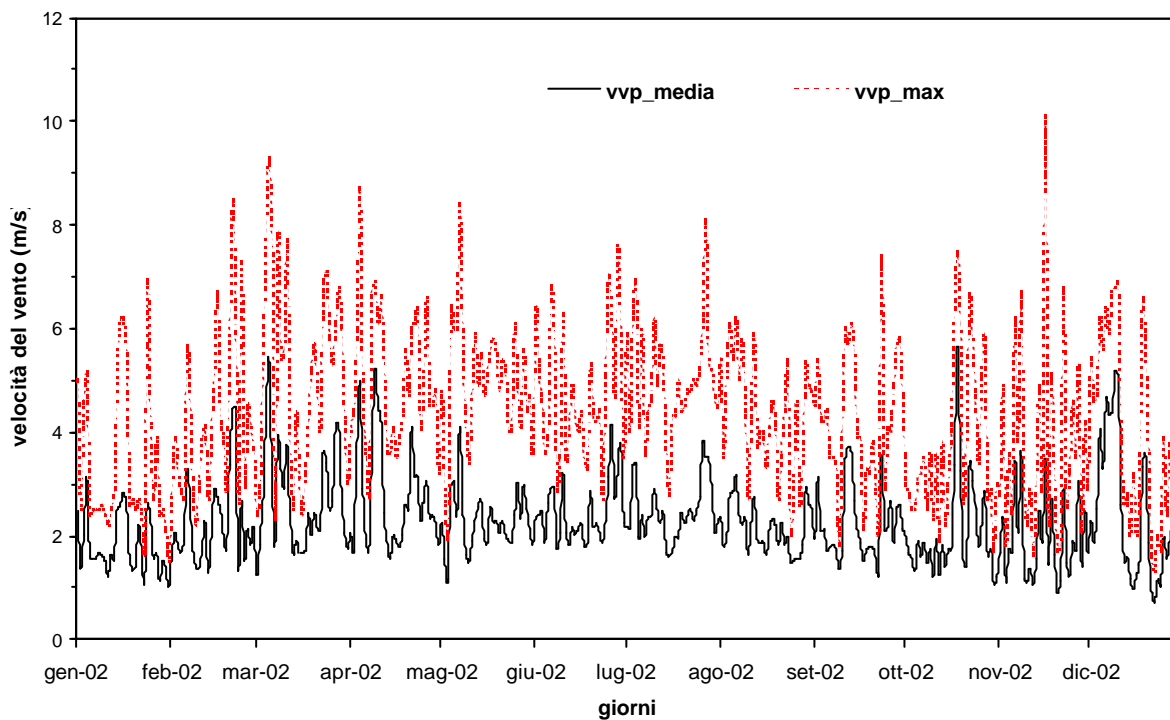


Figura 23 = medie mensili delle temperature minime giornaliere (confronto con il periodo 1994-2001)

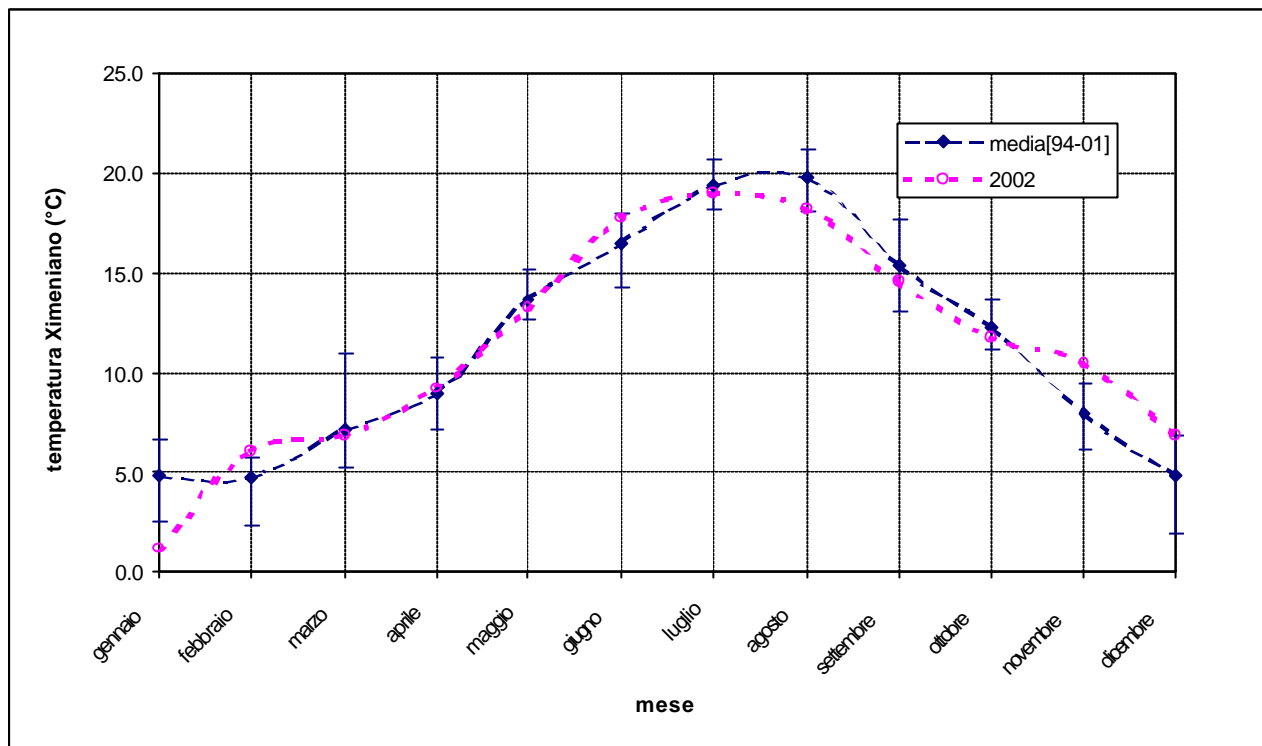


Figura 24 = medie mensili delle temperature massime giornaliere (confronto con il periodo 1994-2001)

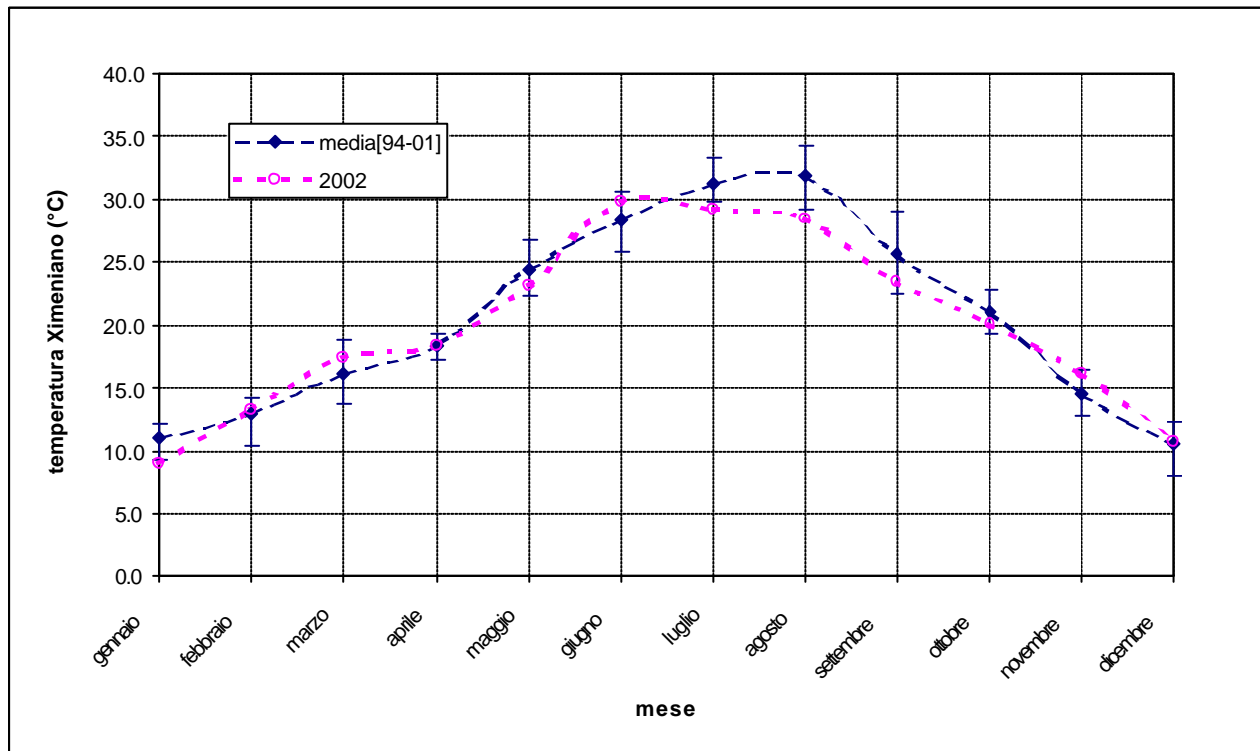


Figura 25 = distribuzioni di frequenza per classi di velocità del vento nel periodo diurno (confronto con gli anni precedenti 1994-2001)

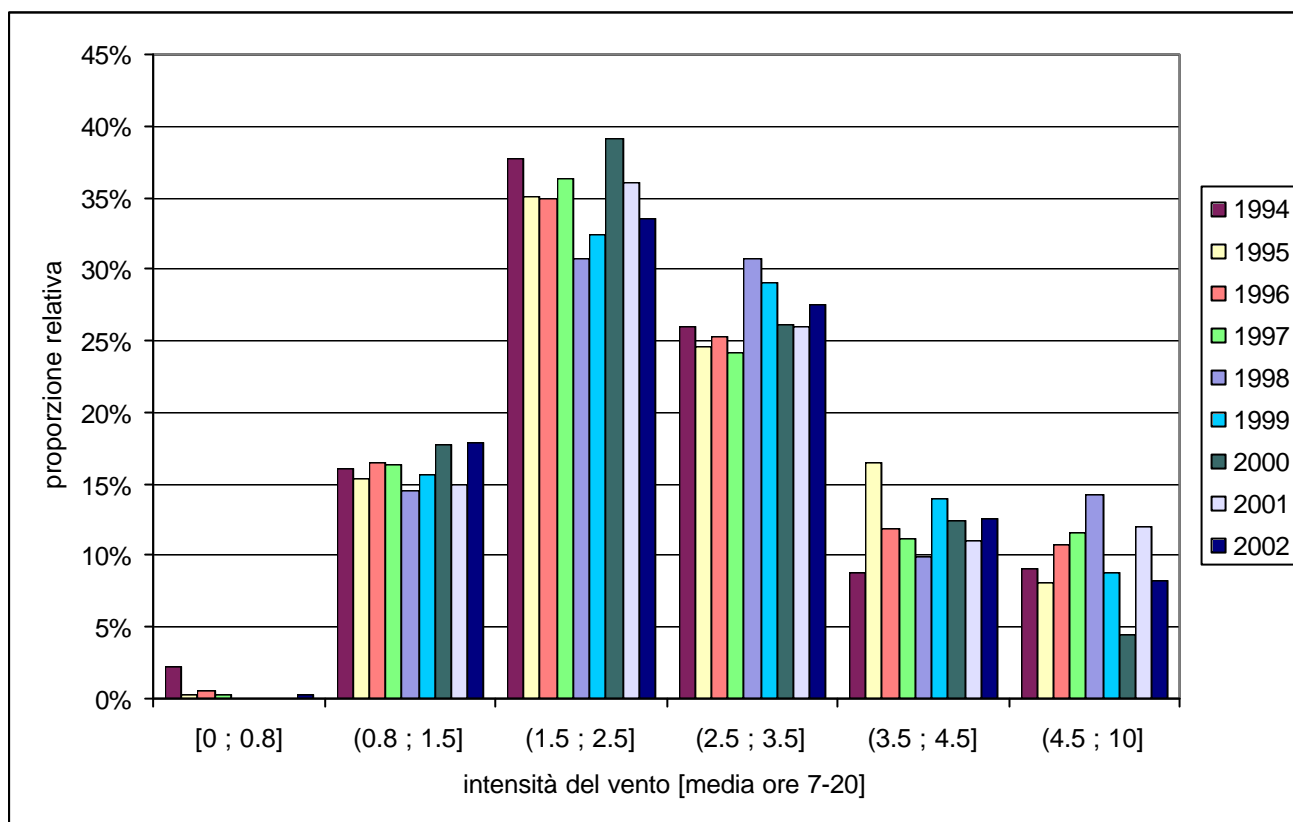


Tabella 22 = medie mensili delle temperature minime giornaliere Firenze – Ximeniano (°C)

mese\anno	2000	2001	2002	Minimo [94-01]	Media [94-01]	Massimo [94-01]
gennaio	2.6	6.7	<b>1.2</b>	2.6	4.8	6.7
febbraio	5.0	5.5	<b>6.1</b>	2.4	4.7	5.8
marzo	7.3	11.0	<b>6.9</b>	5.3	7.1	11.0
aprile	10.8	7.3	<b>9.3</b>	7.1	8.9	10.8
maggio	15.2	14.2	<b>13.3</b>	12.6	13.7	15.2
giugno	18.0	15.4	<b>17.8</b>	14.3	16.5	18.0
luglio	18.2	18.8	<b>19.0</b>	18.2	19.4	20.7
agosto	19.3	19.8	<b>18.2</b>	18.1	19.8	21.2
settembre	16.2	13.0	<b>14.6</b>	13.0	15.4	17.6
ottobre	13.4	13.6	<b>11.7</b>	11.2	12.3	13.6
novembre	9.4	6.9	<b>10.5</b>	6.1	7.9	9.4
dicembre	6.9	2.0	<b>6.9</b>	2.0	4.8	6.9

Tabella 23 = medie mensili delle temperature massime giornaliere Firenze – Ximeniano (°C)

mese\anno	2000	2001	<b>2002</b>	Minimo [94-00]	Media [94-00]	Massimo [94-00]
gennaio	9.3	11.6	<b>9.0</b>	9.3	11.0	12.1
febbraio	13.9	13.3	<b>13.3</b>	10.5	12.9	14.2
marzo	16.0	17.5	<b>17.5</b>	13.7	16.2	18.8
aprile	19.3	17.2	<b>18.4</b>	17.2	18.4	19.3
maggio	26.7	24.2	<b>23.3</b>	22.4	24.5	26.7
giugno	30.6	27.9	<b>29.9</b>	25.8	28.3	30.6
luglio	30.0	29.9	<b>29.3</b>	29.9	31.2	33.4
agosto	33.3	32.0	<b>28.5</b>	29.2	31.8	34.2
settembre	27.4	23.1	<b>23.5</b>	22.6	25.8	29.1
ottobre	21.5	22.7	<b>20.1</b>	19.3	21.1	22.9
novembre	15.2	13.2	<b>16.1</b>	12.8	14.5	16.6
dicembre	12.4	7.9	<b>10.7</b>	7.9	10.5	12.4

Tabella 24 = intensità delle precipitazioni mensili, Firenze – Ximeniano (mm)

<i>mese\anno</i>	2000	2001	Range [1994-2001]	<b>2002</b>
gennaio	21.8	109.6	21.8-112.8	<b>19.0</b>
febbraio	16.0	51.4	16.0-144.4	<b>85.4</b>
marzo	74.2	116.6	0.8-116.6	<b>2.6</b>
aprile	83.8	50.2	45.6-145.8	<b>76.8</b>
maggio	10.4	67.4	10.4-95.8	<b>98.2</b>
giugno	54.4	67.2	19.6-107.2	<b>27.6</b>
luglio	67.0	47.6	11.4-76.2	<b>52.2</b>
agosto	43.6	14.2	0.8-48.0	<b>147.2</b>
settembre	33.2	163.4	4.2-213.2	<b>86.8</b>
ottobre	101.6	70.8	12.8-151.0	<b>123.0</b>
novembre	330.2	48.0	47.4-330.2	<b>120.2</b>
dicembre	166.6	64.0	21.4-166.6	<b>107.6</b>
<i>totali</i>	1002.8	870.4	604.6-1238.8	<b>946.6</b>
<i>n° giorni</i>	128	120	99-129	<b>119</b>

Tabella 25 = frequenze delle precipitazioni cumulate giornaliere per classi di intensità

intervallo (mm)	2000	2001	Range [1994-2001]	<b>2002</b>
(0;1]	39	36	28-40	<b>22</b>
(1;10]	61	55	40-61	<b>61</b>
(10;30]	22	24	16-27	<b>30</b>
(30;100]	6	5	3-13	<b>6</b>
<i>totale giorni</i>	128	120	99-129	<b>119</b>

Tabella 26 = distribuzione di frequenza (relativa) delle medie di velocità del vento nel periodo 7:00-20:00 (esprese in m/s) presso la stazione Firenze-Ximeniano.

classi\anno	2000	2001	Range [1994-2001]	<b>2002</b>
[0 ; 0.8]	0%	0%	0-2 %	<b>0%</b>
(0.8 ; 1.5]	18%	15%	15-18 %	<b>18%</b>
(1.5 ; 2.5]	39%	36%	31-39 %	<b>34%</b>
(2.5 ; 3.5]	26%	26%	24-31 %	<b>27%</b>
(3.5 ; 4.5]	13%	11%	9-17 %	<b>13%</b>
(4.5 ; 10]	4%	12%	4-14%	<b>8%</b>





## 6 Considerazioni finali

Dall'analisi dei dati rilevati nell'anno 2002 si riscontra un aumento generalizzato dei livelli medi di inquinamento rispetto all'anno precedente. Questa constatazione è spiegabile soprattutto considerando il fatto che il quadro meteorologico che ha caratterizzato l'anno 2001 è stato poco favorevole all'accumulo di inquinanti al suolo, mentre nell'anno 2002 si è ritornati ad una situazione di maggiore stabilità atmosferica.

Gli inquinanti che mostrano livelli critici rispetto alle indicazioni normative, pur nella proiezione temporale prevista per il rispetto dei limiti (2005 o 2010), sono soprattutto le polveri fini ( $PM_{10}$ ), il biossido di azoto ( $NO_2$ ), l'ozono ( $O_3$ ) e, in maniera residuale o limitata ai siti più prossimi a intensi flussi di traffico, gli inquinanti primari quali benzene e benzo(a)pirene (BaP).

Per valutare le priorità d'intervento nell'ambito delle azioni di risanamento, è senz'altro utile e necessario rivisitare i dati presentati in Tabella 20, confrontati e proiettati rispetto ai valori limite "finali" ed a quelli maggiorati dei rispettivi margini di tolleranza previsti per l'anno 2002 e 2003. Per questi, e per i soli inquinanti i cui valori risultano superiori ai valori limite "finali", il raffronto è riportato nelle tabelle successive.

$PM_{10}$ : medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo Stazione	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valori medi rilevati
A	40	44.8	43.2	38
B				42-43
C				38-52
I				38

$PM_{10}$ : medie giornaliere, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo Stazione	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	N° superamenti ammessi	Valori rilevati		
					N° giorni > valore limite	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2002)	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2003)
A	50	65	60	35	55	19	28
B					72-86	41-44	48-57
C					34-130	18-60	24-72
I*					35	16	19

\*La stazione di tipo I presente in rete è quella di Calenzano Boccaccio, in cui la misura di  $PM_{10}$  è attiva a partire dal 18 luglio 2002. Pertanto il dato relativo al numero di superamenti è da considerarsi sottostimato.



NO<sub>2</sub>: medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo stazione	Valore limite (2010)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valori medi rilevati
A	40	56	54	31
B				29-54
C				67-86

NO<sub>2</sub>: medie orarie, valori limite per la protezione della salute umana.

					Valori rilevati		
Tipo Stazione	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	N° superamenti ammessi	N° giorni > valore limite	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2002)	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2003)
A	200	280	270	18	15	0	0
B					11-57	0-13	0-16
C					11-38	0-1	0-2

Benzene: medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana

Tipologia stazione	Valore limite (2010)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valori medi rilevati
A	5	10	10	2,5-2,7
B				3,1-4,1
C				6,3-12,6

In linea di massima, con l'incremento dei valori di riferimento ottenuto aggiungendo il margine di tolleranza, si ottiene, ovviamente, la riduzione del numero di siti in cui formalmente si superano le soglie. Le difformità residue riguardano i siti prossimi a flussi di traffico intenso e sono circoscritte gli inquinanti PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, benzo(a)pirene e benzene. Ciò conferma che il traffico costituisce ancora la principale sorgente di inquinamento atmosferico nell'area urbana e che il miglioramento della qualità dell'aria, necessario a conseguire il rispetto degli standard definiti dalle norme, passa attraverso l'adozione di misure strutturali, aggiuntive rispetto a quelle in essere su scala europea e nazionale. E' ampiamente documentato che almeno il 40-50% del particolato PM<sub>10</sub>, il 70-80% di NO<sub>2</sub> (mediamente nell'arco dell'anno) e oltre il 95% di benzene hanno origine diretta o indiretta dalle emissioni dovute alla circolazione dei veicoli a motore.

Di conseguenza, i principali obiettivi dei provvedimenti locali dovrebbero consistere in via prioritaria:

1. nel completamento del rinnovo del parco veicolare circolante mediante la definitiva eliminazione di auto a benzina (e a gas) non catalizzate, di veicoli diesel leggeri e pesanti non conformi alle rispettive Direttive EURO 1 e successive, di veicoli a 2 ruote equipaggiati con motore a 2 tempi tradizionale (anche se dotati di post combustore catalitico);
2. nel contenimento della diffusione dei veicoli diesel, soprattutto commerciali e pesanti, favorendo al massimo il passaggio a motorizzazioni caratterizzate da ridotte emissioni di ossidi di azoto e di particolato;

3. nella riduzione complessiva dei volumi di traffico.

Contributi positivi non trascurabili potrebbero essere ottenuti da misure, riguardanti altre importanti sorgenti di inquinamento, quali:

4. conversione a gas di centrali termiche alimentate a combustibili liquidi (gasolio e, soprattutto, olio combustibile)<sup>6</sup>;
5. incentivazione dell'uso di bruciatori di gas naturale a bassa emissione di ossidi di azoto;
6. contenimento delle emissioni di sostanze organiche volatili da attività produttive che fanno uso di solventi.

La riduzione complessiva su vasta area delle emissioni di ossidi di azoto e di sostanze organiche volatili (idrocarburi, solventi) potrebbe avere positive ricadute anche per quanto riguarda la riduzione dei livelli di O<sub>3</sub> che si confermano decisamente superiori agli standard di riferimento.

Si sottolinea, infine, che una particolare attenzione andrebbe posta a non peggiorare la qualità dell'aria ove questa sia nei limiti. Si tratta di una precisa disposizione contenuta nella normativa che, a ben guardare, costituisce un obiettivo non meno rilevante e impegnativo per tutte quelle aree nelle quali si prevede il consistente sviluppo infrastrutturale, residenziale e di attività produttive.

*Alla redazione del presente rapporto hanno contribuito:*

- *Dott. Franco Giovannini*
- *Dott. Ing. Andrea Lupi*
- *Dott.ssa Elisabetta Marini*

*L'attività di monitoraggio è svolta dai tecnici:*

- *Vincenzo D'Aleo*
- *Marco Degl'Innocenti*
- *Vittoriana Di Vaio*
- *Felice Menichetti*
- *Giampaolo Poggiali*

Il Responsabile della Sezione Regionale di  
Modellistica, Climatologia e  
Meteorologia  
(*Dott. Antongiulio Barbaro*)

Il Responsabile della Sezione  
Monitoraggio della Qualità dell'Aria  
(*Dott. Daniele Grechi*)

---

<sup>6</sup> In realtà si tratta di anticipare le scadenze già fissate dal DPCM 8 marzo 2002 che vieta l'uso di olio combustibile per impianti civili dal 1 settembre 2005.