

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 2003, AREA OMOGENEA DI FIRENZE)

Firenze, aprile 2004



INDICE

1	STRUMENTI E METODI.....	3
1.1	STAZIONI FISSE E DISPONIBILITÀ DEI DATI.....	3
1.2	CAMPAGNE DI RILEVAMENTO.....	7
2	RISULTATI E COMMENTO.....	9
2.1	VALORI STANDARD DI RIFERIMENTO.....	9
2.2	POLVERI (PM ₁₀ E PM _{2.5}).....	10
2.3	BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂).....	11
2.4	MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).....	11
2.5	BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂) E OSSIDI DI AZOTO TOTALI (NO _x).....	12
2.6	OZONO (O ₃).....	12
2.7	BENZENE.....	13
2.8	BENZO(A)PIRENE (BAP).....	13
2.9	CAMPAGNE DI RILEVAMENTO CONDOTTE NEL COMUNE DI BAGNO A RIPOLI.....	14
2.9.1	<i>Stima dello stato della qualità dell'aria.....</i>	<i>14</i>
2.9.2	<i>Confronto fra i due siti.....</i>	<i>15</i>
2.10	EPISODI ACUTI.....	15
3	GLI ANDAMENTI TEMPORALI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....	18
3.1	POLVERI (PM ₁₀).....	18
3.2	BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂).....	20
3.3	BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂).....	20
3.4	OSSIDI DI AZOTO TOTALI (NO _x).....	23
3.5	MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).....	23
3.6	OZONO (O ₃).....	24
3.7	BENZENE.....	29
3.8	BENZO(A)PIRENE.....	31
3.9	IDROCARBURI NON METANICI (NMHC).....	32
4	SINTESI E COMMENTO.....	34
5	LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE.....	40
6	CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI.....	47



1 Strumenti e metodi.

1.1 Stazioni fisse e disponibilità dei dati.

Nel territorio dei Comuni di Firenze, Scandicci, Calenzano e Signa, che fanno parte dell'area omogenea definita dalla Deliberazione G.R.Toscana n. 1406 del 21.12.2001¹, 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 da n° 12 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 complesso², 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 della rete 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.

¹ L'area omogenea comprende anche i Comuni di Bagno a Ripoli, Campi Bisenzio, Lastra a Signa e Sesto Fiorentino nei quali, attualmente, non sono attive stazioni di rilevamento pubbliche, salvo una stazione privata a Sesto F.no. La Deliberazione n. 1406 è stata abrogata con Deliberazione GRT n. 1325 del 15.12.2003 ma le caratteristiche di omogeneità del territorio degli otto comuni sono state riconfermate individuando tale territorio come sub area della "zona di risanamento" dell'area metropolitana Firenze-Prato-Pistoia.

² 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, Sesto, Signa e Calenzano (anno 2003)

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 (3)	Decisione 2001/752/CE	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. Buozzi	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
Signa – V. Roma	PUB	14	Urbana	B	fondo	10	n.p.	35
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) 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 _x (2)	O ₃ (3)	SO ₂ (4)	PM ₁₀ (5)	PM _{2,5} (6) (8)	Benzene	Altro (7)
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. Buozzi	X	X	X	X	X			
Signa – V. Roma					X			
Sesto-loc. Case Passerini	X	X		X	X			NMHC, H ₂ S , CO ₂
Sesto-V. Gramsci	X	X		X	X			

(1) CO = monossido di carbonio

(2) NO_x = ossidi di azoto totali, ovvero monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO₂)

(3) O₃ = ozono

(4) SO₂ = biossido di zolfo (anidride solforosa)

(5) PM₁₀ = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron

(6) PM_{2,5} = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 micron

(7) BTEX= benzene, toluene, etilbenzene, xileni; NMHC= idrocarburi eccetto metano; H₂S=acido solfidrico

(8) misura attivata in via sperimentale, alternativamente con quella di PM₁₀.

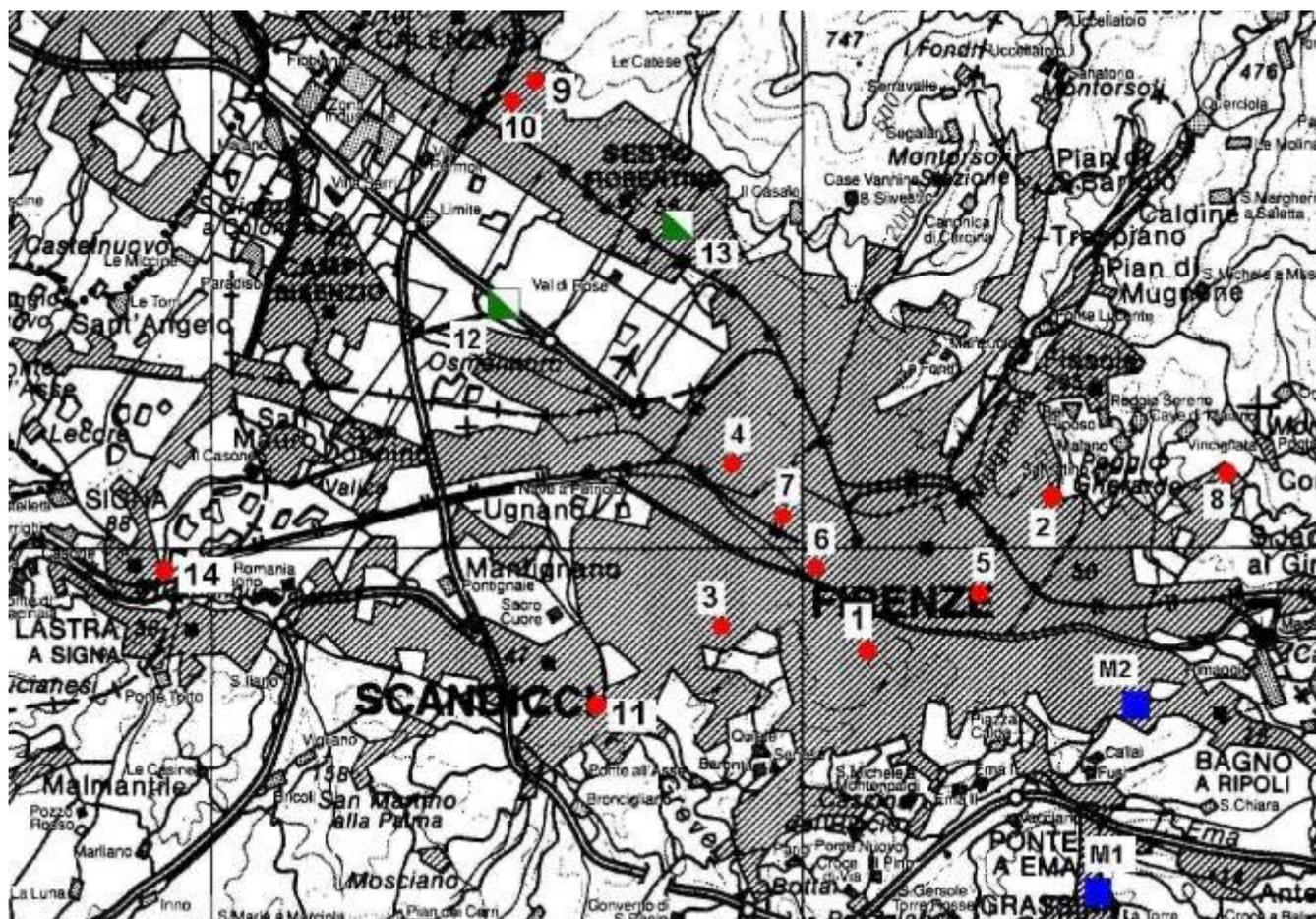


Tabella 3 = Rendimento % degli analizzatori delle postazioni fisse (anno 2003).

Stazione	CO	NO _x	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	benzene
Firenze-Boboli	94	82	98	87	97 (*)	N.P.
Firenze-V.le U. Bassi	95	98	N.P.	97	95 (*)	14
Firenze-V. di Scandicci	81	71	N.P.	76	N.P.	N.P.
Firenze-V. di Novoli	97	92	92	N.P.	N.P.	N.P.
Firenze-V.le Gramsci	97	91	N.P.	N.P.	82 (*)	N.P.
Firenze-V.le Rosselli	83	80	N.P.	N.P.	79 (*)	N.P.
Firenze-V. Ponte alle Mosse	99	81	N.P.	99	92 (*)	N.P.
Firenze-V. Desiderio da Settignano	N.P.	72	82	N.P.	N.P.	N.P.
Scandicci- V. Buozzini	84	84	79	85	80	N.P.
Calenzano-V. Giovanni XXIII	N.P.	96	89	N.P.	N.P.	N.P.
Calenzano- V. Boccaccio	N.P.	N.P.	89	N.P.	80	N.P.
Signa – V. Roma	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	63(**)	N.P.
Sesto-V. Gramsci	85	84	N.P.	83	98	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_{2.5}
 (***) Stazione attiva a partire dal 10/05/2003, la resa percentuale rispetto al periodo di attività è del 98%

Figura 1 = Localizzazione delle stazioni fisse di misura.



● Rete pubblica ■ Laboratorio Mobile ■ Stazioni private



Per quanto riguarda gli analizzatori che mostrano una efficienza inferiore al 90%, si rileva quanto segue.

Le perdite di dati sono da ritenersi praticamente ininfluenti nei seguenti casi:

- SO₂ di Fi-Boboli, in quanto sostanzialmente relative al periodo 11 aprile - 5 maggio e non in grado di alterare la media annuale né, tantomeno, il numero di superamenti delle soglie (mai rilevati dalla rete);
- NO₂ di Fi-Settignano, in quanto relative al periodo 9 settembre - 4 dicembre e non in grado di alterare la media annuale stante l'accadimento in periodo caratterizzato da valori medi intorno alla media annuale e i valori molto bassi riscontrati in tale stazione periferica;
- NO₂ di Fi-Mosse, in quanto relative alle prime due settimane di settembre e a partire dalla terza settimana di ottobre fino alla fine di novembre, ovvero in periodo caratterizzato da valori medi intorno alla media annuale;
- CO e SO₂ di Fi-V. di Scandicci, in quanto relative sostanzialmente al periodo metà giugno-primi settembre e non in grado di alterare la media annuale né, tantomeno, il numero di superamenti delle soglie di SO₂ (mai rilevati dalla rete) o di CO (mai rilevati in tale stazione);
- CO di Fi-Rosselli, in quanto relative al periodo dai primi di giugno a metà agosto in cui, storicamente, non si riscontrano superamenti;
- CO, SO₂, NO₂ di Scandicci-Buozzi, in quanto relative al periodo 3 maggio-4 giugno, poco influente sia a livello di medie annuali che di numero di superamenti (mai verificati per CO e assolutamente improbabili per NO₂ stante il periodo primaverile);
- PM₁₀ di Scandicci-Buozzi, in quanto relative ai periodi 3 maggio-4 giugno e 23 giugno-10 luglio, caratterizzati da valori medi non significativamente diversi dalla media annuale;
- PM₁₀ Calenzano-Boccaccio, in quanto relative ai periodi 23 giugno-17 luglio e 11-23 settembre caratterizzati da valori medi non significativamente diversi dalla media annuale.

E' presumibile la sovrastima dell'indicatore annuale nei seguenti casi:

- NO₂ di FI-Boboli, in quanto non sono stati acquisiti i dati del periodo dalla metà del mese di giugno alla metà del mese di agosto, generalmente inferiori alla media annuale;
- NO₂ di Fi - Via di Scandicci, in quanto non sono stati acquisiti i dati del periodo dalla terza settimana di giugno fino alla quarta settimana di luglio e per tutto il mese di agosto, generalmente inferiori alla media annuale;
- NO₂ e PM₁₀ di Fi-Rosselli, in quanto non sono stati acquisiti i dati del periodo dai primi di giugno a metà agosto, generalmente inferiori alla media annuale anche per la riduzione di traffico.

E' presumibile la sottostima dell'indicatore annuale nei seguenti casi:

- O₃ di Fi-Settignano, in quanto non sono stati acquisiti i dati del periodo dalla seconda settimana di settembre fino alla fine di novembre;
- O₃, di Scandicci - Buozzi, in quanto non sono stati acquisiti i dati del periodo 3 maggio-4 giugno; in ambedue i casi si tratta di periodi in cui si possono verificare superamenti dei valori di riferimento.

E' risultato totalmente invalido, ai fini del calcolo della media annuale, il monitoraggio di benzene e altri idrocarburi aromatici condotto nella stazione Fi-Bassi mediante analizzatore BTEX, in quanto relativo unicamente al periodo gennaio-febbraio.

Altri casi in cui non si ha la completa copertura temporale del monitoraggio sono i seguenti:

- PM₁₀ di Signa-V. Roma, in quanto la stazione è stata attivata dal 10 maggio 2003;
- PM₁₀ delle stazioni Fi-Boboli, Fi-Bassi, Fi-Gramsci, Fi-Rosselli e Fi-Mosse, in quanto lo stesso apparecchio è stato utilizzato per la determinazione di PM_{2.5} alternativamente a quella di PM₁₀.

Per questi ultimi casi, considerata la distribuzione omogenea dei dati validi acquisiti nell'arco dell'anno o, nel caso di Signa-V. Roma, del fatto che si ha la copertura di almeno l'intero secondo



semestre, riteniamo valide le medie annuali calcolate con la base dati disponibile (salvo la possibile sovrastima per il caso di Fi-Rosselli, come precedentemente descritto).

In linea generale, per gli indicatori definiti come quantità di superamenti di determinate soglie (orarie, pluriorarie, giornaliere), l'incompletezza del periodo di rilevamento può determinare la 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 (quando la distribuzione dei dati validi è sufficientemente omogenea nell'arco dell'anno).

1.2 Campagne di rilevamento.

Nel corso dell'anno 2003 sono state effettuate le seguenti campagne di monitoraggio:

1. in n° 2 siti dell'area urbana di Firenze (di cui uno 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);
2. in n° 3 siti dell'area urbana di Firenze (di cui uno presso la stazione Viale Bassi, uno presso la stazione Via Ponte alle Mosse e uno nel parco di San Salvi), per la determinazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (benzo(a)pirene ed altri IPA cancerogeni) mediante campionamento di polveri totali, successiva estrazione con cicloesano e analisi per cromatografia liquida ad alta pressione con detector a fluorescenza (HPLC-FA);

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

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

3. in n. 2 siti del comune di Bagno a Ripoli, di cui uno nel capoluogo (Viale P. Robinson) e l'altro nella frazione Grassina (Piazza S. Michele a Tegolaia) per la determinazione di PM₁₀, CO, NO₂ e O₃ mediante laboratorio mobile. Nella tabella 5 si indicano i periodi di rilevamento adottati.

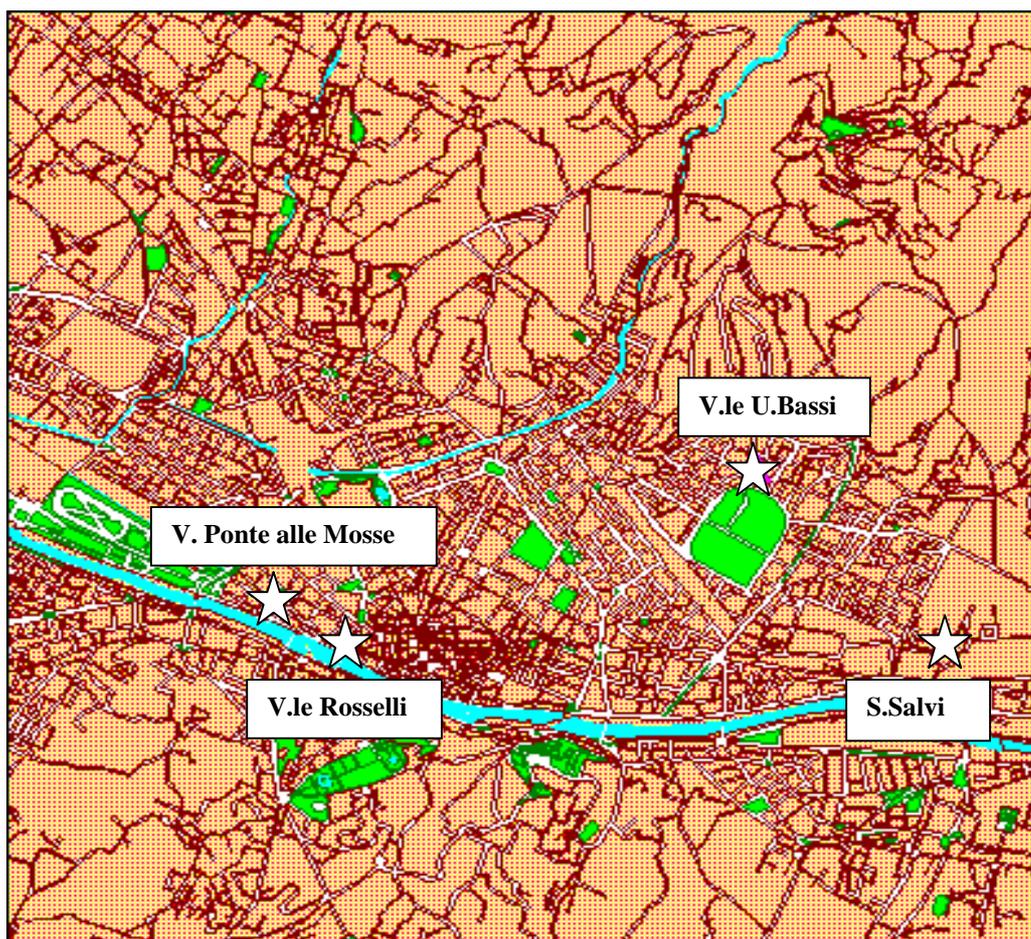


Tabella 5 = Periodi di rilevamento della qualità dell'aria nel comune di Bagno a Ripoli mediante laboratorio mobile (anno 2003).

Grassina		Bagno a Ripoli	
dal	al	dal	al
14 gennaio	3 marzo		
		3 marzo	8 aprile
8 aprile	6 maggio		
		6 maggio	3 giugno
3 giugno	1 luglio		
		1 luglio	28 luglio
28 luglio	3 settembre		
		3 settembre	3 ottobre
3 ottobre	13 ottobre ³		

Nella figura 2 sono mostrate le localizzazioni dei siti di campionamento utilizzati nelle campagne periodiche di monitoraggio.

Figura 2 = Siti di campionamento per benzene (con sistemi attivi) e per IPA (Firenze).



³ Monitoraggio interrotto per danni al laboratorio mobile causati da atto vandalico.



2 Risultati e commento.

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

Il complessivo periodo di monitoraggio relativo ai due siti del Comune di Bagno a Ripoli è insufficiente per valutare con accuratezza gli indicatori di qualità dell'aria. I risultati acquisiti consentono comunque le considerazioni sommarie e indicative espresse al punto 2.9.

2.1 Valori standard di riferimento.

Per ciascun inquinante vengono effettuate 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° 60/02⁴ 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 e alla Direttiva 2002/3

per la protezione della salute umana		
Biossido di zolfo		1 gennaio 2005
Biossido di azoto		1 gennaio 2010
Polveri PM ₁₀		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		
Ossidi di azoto totali		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 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.

⁴ 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).



In fase di discussione viene effettuato il confronto con i limiti maggiorati dei margini di tolleranza validi nel 2003 e nel 2004, 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. Peraltro la proposta di Direttiva conferma il valore di riferimento già in vigore in Italia (1 ng/m³ come media annuale).

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

2.2 Polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}).

Tabella 7 = PM₁₀

	Limite di rif (2005)	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Scandicci Buozzi	Calenzano. Boccaccio	Signa Via Roma (2)	Sesto F.no Viale Gramsci (3)
dati validi n°		139 (1)	201 (1)	175 (1)	112 (1)	123 (1)	291	293	231	358
Media annuale µg/m ³	40	31	39	53	64	29	40	42	48	48
Valori giornalieri >50 µg/m ³ n°	35	10	43	79	79	7	77	67	83	148

(1) in alternanza con la misura di PM_{2.5} (15 gg/mese)

(2) attivato il 10 maggio 2003

(3) stazione privata

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 in circa metà delle stazioni (Firenze-Gramsci, Firenze-Rosselli, Calenzano-Boccaccio, Sesto-Gramsci e Signa-Via Roma). La ricorrenza di eccedenze rispetto allo standard giornaliero supera il limite consentito in tutte le stazioni con l'eccezione di Firenze-Boboli e Firenze-Mosse

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_{2.5}), in alternanza con quella di PM₁₀. Per questo parametro non sono stabiliti valori limite di riferimento a livello europeo mentre l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US-EPA) ha indicato il valore della media annuale pari a 15 µg/m³



Tabella 8 = PM_{2,5}

	Limite di rif	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse
dati validi n°		215 (1)	145 (1)	124 (1)	177 (1)	214 (1)
Media annuale µg/m ³	15	23	21	29	50	20

(1) in alternanza con la misura di PM₁₀ (15 gg/mese)

Si osservi che questo inquinante supera il valore di riferimento indicato da US-EPA in tutte le stazioni.

2.3 Biossido di zolfo (SO₂).

Tabella 9 = SO₂

	Limite di rif. (2005)	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V. Scandicci	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi	Sesto F.no Gramsci (1)
n° dati orari validi		7345	8127	6148	8329	7117	6950
n° medie orarie >350 µg/m ³	24	0	0	0	0	0	0
n° dati giornalieri validi		315	352	277	361	302	309
n° medie giornaliere >125 µg/m ³	3	0	0	0	0	0	0
media annuale µg/m ³	20	2	3	1	3	2	4
media invernale (1/10/02-31/3/03) µg/m ³	20	2	3	1	2	2	5

(1) stazione privata

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.

2.4 Monossido di carbonio (CO).

Tabella 10 = CO

	Limite di rif. (2005)	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V. Scandicci	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi	Sesto F.No Gramsci (1)
n° dati validi		7856	7998	6775	8179	8113	6999	8340	7055	7148
n° Medie mobili di 8 h >10 mg/m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max media mobile di 8 h mg/m ³		2,6	3,3	3,3	4,8	4,6	8,2	4,2	2,9	3,5

(1) stazione privata

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 risultano inferiori al limite con ampio margine.

2.5 Biossido di azoto (NO₂) e ossidi di azoto totali (NO_x)

Tabella 11 = NO₂

	Limite di rif. (2010)	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V.Scand	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Giovanni XXIII	Sesto F.no Gramsci (3)
dati validi n°		6852	8188	5984	7695	7667	6679	6833	6078	7079	8090	7072
Val.orari >200 µg/m ³ n°	18	0	2	1	1	4	54	1	0	0	0	0
media annuale µg/m ³	40	29	35	46	44	74	91	82	18	38	26	49

Ambedue i limiti riferiti a NO₂ sono fissati "per la protezione della salute umana".

Si osservi che l'indicatore "n° superamenti soglia oraria" risulta superato solo nella stazione Firenze Rosselli e l'indicatore relativo alla media annuale è superato nelle stazioni di Firenze Via di Scandicci, Novoli, Gramsci, Rosselli, Mosse e nella stazione di Sesto F.no.

Tabella 12 = NO_x

	Limite di rif. (2001)	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V.Scand	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Rosselli	Firenze Mosse	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Giovanni XXIII	Sesto F.no Gramsci (3)
n° dati validi		6852	8188	5984	7695	7667	6679	6833	6078	7079	8090	7072
media annuale come NO ₂ µg/m ³	30	50	65	84	81	195	282	174	21	76	68	107

Il limite riferito a NO_x è fissato "per la protezione della vegetazione".

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

2.6 Ozono (O₃).

Tabella 13 = O₃

	Limite di rif. (2010)	Firenze Boboli	Firenze Novoli	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Boccaccio	Calenzano Giovanni XXIII
n° dati validi		8210	7727	6896	6668	7497	7432
n° giorni con media mobile 8 h >120 µg/m ³	25	47	2	76	57	46	62
AOT40: n° dati validi		1022	1078	954	619	849	1053
AOT40 (µg/m ³)*h	18000	24433	6219	37335	19561	21799	33818



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 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è fissato "per la protezione della salute umana". Quello in termini di AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ovvero 40 ppb, calcolata nel periodo 1 maggio-31 luglio nella fascia oraria 8-20), è fissato "per la protezione della vegetazione".

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

2.7 Benzene.

Tabella 14 = BENZENE

Stazioni	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limite di riferimento (2005 / 2010)	10,0 / 5,0
Firenze-S.Salvi	2,5
Firenze-Boboli	2,3 (*)
Firenze-V.le U. Bassi	2,8 (*)
Firenze-V. di Scandicci	3,5 (*)
Firenze-V. di Novoli	4,3 (*)
Firenze-V.le Gramsci	7,6 (*)
Firenze-V.le Rosselli	13,4
Firenze-V. Ponte alle Mosse	6,2 (*)
Scandicci- V. Buozi	3,2 (*)

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

I valori delle stazioni S.Salvi e Rosselli sono stati acquisiti mediante effettiva determinazione analitica e sono presumibilmente sovrastimati per mancanza dei valori riferiti al trimestre estivo. I valori attribuiti alle altre stazioni sono stimati in base alla correlazione con CO.

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

Si osservi che si riscontrano superamenti della soglia nel sito Firenze Rosselli.

2.8 Benzo(a)pirene (BaP).

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^3
Limite di riferimento (DM 24.11.1994)	1
Firenze-S.Salvi	0,48
Firenze-V.le U. Bassi	0,63
Firenze-V. Ponte alle Mosse	1,02

I valori sono presumibilmente sovrastimati per mancanza dei valori riferiti al trimestre estivo.

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



2.9 Campagne di rilevamento condotte nel comune di Bagno a Ripoli.

Nel mese di gennaio 2003 è stata avviata una campagna di rilevamento della qualità dell'aria in due siti del comune di Bagno a Ripoli che fa parte dell'area omogenea di Firenze. I due siti sono stati scelti per verificare la situazione ambientale nei due principali centri abitati del territorio comunale (Bagno a Ripoli e Grassina). Si è utilizzato il laboratorio mobile con previsione di rilevamento a mesi alterni.

A causa di atto vandalico che ha provocato notevoli danni al veicolo e alla strumentazione analitica, il rilevamento è stato interrotto nel mese di ottobre 2003.

La base dati acquisita è risultata incompleta in quanto non copre l'intero anno solare.

Tuttavia, i dati effettivamente disponibili possono essere utilizzati, nei limiti sotto specificati, per:

- a) stimare lo stato di qualità
- b) confrontare la situazione ambientale dei due diversi siti

2.9.1 Stima dello stato della qualità dell'aria

Considerati i periodi di effettivo monitoraggio (v. tabella 5) e in base ai criteri più sotto enunciati, riteniamo sufficientemente attendibili gli indicatori di qualità dell'aria riportati nella tabella 16.

Per calcolare gli indicatori relativi a NO₂ e CO, si è fatto riferimento al primo semestre del 2003 in modo da considerare un periodo comunque rappresentativo delle variazioni stagionali annue. Si noti che, mancando completamente i dati del periodo invernale, per il punto di misura situato a Bagno a Ripoli l'indicatore riferito a NO₂ (media annuale) è da considerarsi sottostimato. Anche nel caso di CO per il sito Bagno a Ripoli, la mancanza del periodo invernale è importante ma non fatale in quanto si può ipotizzare comunque il rispetto dello standard che è definito come concentrazione media di 8 ore pari a 10 mg/m³ da non superare. Tenuto conto dei dati effettivamente misurati e della tipologia di sito (rappresentativo delle zone residenziali, relativamente lontano dalla strada ad alto traffico), si ipotizza l'ampio rispetto dello standard.

La media annuale di NO₂ rilevata a Grassina risulta ampiamente entro lo standard di riferimento.

Per l'ozono sono disponibili i dati relativi a tutto il periodo estivo che è quello in cui questo inquinante raggiunge i livelli più elevati. Si può quindi ritenere valido l'indicatore relativo al superamento del valore limite delle medie mobili di 8 ore, calcolato come se il monitoraggio fosse stato effettuato in una unica stazione, data l'omogeneità dei due punti di misura in relazione a tale inquinante. Non si è invece ritenuto, di calcolare il valore di AOT40 essendo quest'ultimo un valore maggiormente influenzato dalla variabilità del sito di misura, e comunque trattandosi di una grandezza relativa alla protezione della vegetazione e quindi di minor interesse sanitario.

Si noti che mentre per quanto riguarda NO₂ e CO i limiti risultano rispettati, il numero di giorni di superamento di 120 µg/m³ della media mobile di 8h di O₃, supera il valore previsto dalla normativa.

Tabella 16 = Indicatori della qualità dell'aria: campagna di misure nel Bagno a Ripoli / Grassina

Inquinante	Sito	Periodo	Indicatore	Dati n.	Valore rifer	Valore rilevato
CO	Grassina	14 gennaio –1 luglio	Max media 8 h mg/m ³	1445	10	1.8
	Bagno a Ripoli			906		(0.9)*
NO ₂	Grassina	14 gennaio–1 luglio	Media µg/m ³	2164	40	22
	Bagno a Ripoli			1266		(31)*
O ₃	Grassina	14 gennaio–13 ottobre	giorni con media mobile 8h >120 µg/m ³ n°	5538	25	59**
	Bagno a Ripoli			**		

*dato sottostimato: manca periodo invernale

**valore complessivo relativo ad ambedue i siti



Per quanto riguarda le polveri, i dati disponibili per Grassina sono relativi solo ai mesi di gennaio, febbraio e aprile mentre per Bagno a Ripoli sono relativi solo al mese di maggio e parte dei mesi di marzo e ottobre. Non si ritiene di esprimere considerazioni al riguardo.

2.9.2 Confronto fra i due siti.

Ai fini del confronto dei siti di misura relativamente agli inquinanti CO e NO₂, in tabella 17 sono riportate le medie calcolate relativamente al quadrimestre aprile-luglio, in cui si sono raccolti un numero sufficiente di dati in entrambe le localizzazioni e che è abbastanza omogeneo per consentire un confronto fra di esse.

Tabella 17 = confronto fra i valori medi rilevati nei siti bagno a Ripoli e Grssina

	Bagno a Ripoli	Grassina
Quadrimestre aprile-luglio NO₂		
n° valori orari	1421	1153
Media (µg/m ³)	29	21
Quadrimestre aprile-luglio CO		
n° valori orari	1081	789
Media (mg/m ³)	0.3	0.4

Si noti che la media di NO₂ rilevata a Bagno a Ripoli è significativamente superiore a quella rilevata a Grassina, mentre quelle di CO sono sostanzialmente analoghe.

2.10 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 18 si riassumono i valori soglia e si indicano le ricorrenze di superamento riscontrate.

Tabella 18 = Soglie di allarme e casi rilevati (DM 2.4.2002 e Direttiva 2002/3/CE).

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

Per l'ozono è stata fissata anche una soglia "di informazione" al valore della media oraria pari a 180 µg/m³. Il dettaglio dei superamenti riscontrati è mostrato in tabella 19.

Tabella 19 = Ozono: superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m³ (Direttiva 2002/3/CE).

	Firenze Boboli	Firenze Novoli	Firenze Settignano	Scandicci Buozzi	Calenzano Boccaccio	Calenzano Giovanni XXIII	Grassina Bagno a Ripoli*
n° val orari > 180 µg/m ³	3	0	38	9	17	25	22

*Valori calcolati sull'insieme dei dati delle due stazioni (vedi paragrafo 2.8). I superamenti si sono verificati, di fatto, nel sito di Grassina



Nella tabella 20 si evidenziano i giorni in cui si sono verificati gli stati di ATTENZIONE per NO₂ e O₃ 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 NO₂, che mantiene i medesimi criteri di valutazione e valori soglia.

Riguardo all'inquinante O₃, la direttiva 2002/3/CE introduce una "soglia di INFORMAZIONE" che mantiene lo stesso valore limite definito dal D.M. abrogato per la "soglia di ATTENZIONE".

Tabella 20 = NO₂ e O₃, stati di ATTENZIONE: (DM 25.11.1994).

inquinante	N° giorni	Data	stazione	Valore orario max µg/m ³	N° ore >200 µg/m ³	N° ore >180 µg/m ³
NO ₂	1	27 febbraio	Firenze Bassi	208	1	
			Firenze V. Scandicci	233	1	
			Firenze Gramsci	205	1	
			Firenze Rosselli	238	3	
O ₃	13	5 giugno	Firenze Settignano	213		3
			Grassina	187		2
			Calenzano Giovanni XXIII	196		3
			Calenzano Boccaccio	213		3
		11 giugno	Firenze Settignano	187		1
		12 giugno	Firenze Settignano	223		8
			Scandicci Buozzi	196		6
			Grassina	232		6
			Calenzano Giovanni XXIII	217		6
		13 giugno	Calenzano Boccaccio	212		4
			Firenze Settignano	208		5
			Grassina	198		3
			Calenzano Giovanni XXIII	194		2
		14 giugno	Calenzano Boccaccio	184		2
			Firenze Settignano	211		7
			Grassina	197		6
			Calenzano Giovanni XXIII	213		6
		16 giugno	Calenzano Boccaccio	208		6
			Scandicci Buozzi	185		1
			Grassina	187		1
			Firenze Boboli	192		2
		20 giugno	Firenze Settignano	205		3
			Scandicci Buozzi	182		2
			Grassina	199		3
			Calenzano Giovanni XXIII	193		4
			Calenzano Boccaccio	188		2
		10 luglio	Firenze Settignano	193		3
			Calenzano Giovanni XXIII	183		2
		11 luglio	Firenze Settignano	182		3
			Calenzano Giovanni XXIII	182		1
		21 luglio	Firenze Settignano	183		2
22 luglio	Firenze Settignano	184		1		
10 agosto	Firenze Settignano	184		1		
13 agosto	Firenze Boboli	186		1		
	Firenze Settignano	188		1		
	Calenzano Giovanni XXIII	181		1		



Le Deliberazioni GR Toscana n° 116/02 e n° 1133/02 che avevano introdotto, a partire dal 4 marzo 2002, gli stati di attenzione/allarme per il PM₁₀ sono state abrogate con decorrenza dal mese di ottobre dell'anno 2003. Nella tabella 21 si riportano gli stati significativi riscontrati durante il periodo di validità di tali norme.

Al fine di conciliare la necessità dell'assidua sorveglianza sui livelli di PM₁₀ ma anche della conduzione di misure di PM_{2,5}, si è ritenuto possibile utilizzare valori stimati di PM₁₀ in base ai valori misurati di PM_{2,5}. Tale stima è stata utilizzata soprattutto nei giorni in cui si avevano elevati livelli di PM₁₀ e ha consentito di disporre anche per tali giorni dei valori di PM₁₀ relativi a siti in cui l'analizzatore veniva utilizzato per la misura di PM_{2,5}.

A partire dal valore rilevato di PM_{2,5} è possibile stimare il corrispondente valore di PM₁₀ tramite un apposito algoritmo di conversione. Questo algoritmo è stato ottenuto basandosi sull'archivio storico di due anni di misure alternate di valori di PM₁₀ e PM_{2,5} 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 PM₁₀ ricavati dall'algoritmo di conversione (di tipo esponenziale) sono affidabili fino al superamento della soglia di allarme pari a 75 µg/m³, al di sopra di tale limite, i valori stimati tendono a divergere troppo dai reali, pertanto nella stima dei valori di PM₁₀, si è seguita la seguente procedura:

- 1) Se il dato di PM_{2,5} è ≥ 75 µg/m³: il valore corrispondente di PM₁₀ sarà comunque maggiore della soglia di allarme, quindi si riporta un segno di > (maggiore) seguito dal valore di PM_{2,5};
- 2) Se il dato di PM_{2,5} è < 75 µg/m³: si calcola il corrispettivo valore di PM₁₀ mediante l'apposito algoritmo di conversione. Si possono verificare i due seguenti casi:
 - Il valore di PM₁₀ calcolato mediante la relazione è > 75 µg/m³: in tal caso si riporta la dicitura "> 75";
 - Il valore di PM₁₀ calcolato mediante la relazione è ≤ 75 µg/m³: in tal caso si riporta il valore calcolato.

Tabella 21 = PM₁₀: stati di ATTENZIONE / ALLARME (periodo 1.1.03 - 1.10.03)

N° giorni ATTENZIONE (anno 2003)	N° giorni ALLARME (anno 2003)	data	Stazione	Concentrazione media di 24 ore µg/m ³
1	0	28 febbraio	Firenze Boboli	70* (PM _{2,5} = 55)
			Firenze Bassi	81
			Firenze Gramsci	86
			Firenze Rosselli	>75* (PM _{2,5} = 70)
			Firenze Mosse	47* (PM _{2,5} = 38)
			Scandicci Buoizzi	91
			Calenzano Boccaccio	83

(*) valore di PM₁₀ stimato in base alla misura primaria di PM_{2,5}.

Da un'elaborazione dei dati di polveri acquisiti fino alla fine del 2003 si desume che, se la delibera fosse rimasta in vigore, si sarebbero verificati (in base ai criteri ed ai parametri in essa stabiliti) altri 4 giorni di attenzione dal 22 al 25 novembre 2003.



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 (PM₁₀).

Nella figura 4 si mostrano le concentrazioni medie annuali di PM₁₀ 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 PM₁₀ 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 PM₁₀ 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 PM₁₀ sono tornati mediamente oltre la soglia fissata dalla normativa.

Nel 2003 la media complessiva è rimasta praticamente analoga a quella dell'anno precedente ma si nota l'incremento nelle stazioni ubicate in siti prossimi al traffico (Rosselli, Gramsci) mentre si osservano decrementi nel parco urbano (Boboli), nelle aree residenziali (Bassi, Scandicci) e nel sito a traffico non molto elevato (Mosse). Un lieve incremento è stato registrato anche nella stazione di Calenzano Boccaccio (zona industriale). La stazione di Signa mostra una media elevata ma non è possibile valutare il trend perché attivata nel 2003.

Nella figura 5 si mostra l'incidenza percentuale dei giorni con valore medio superiore 50 µg/m³ 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 quasi tutte le stazioni si sono riscontrate percentuali di superi notevolmente più elevate rispetto alle indicazioni della norma.



Figura 4 = trend delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀.

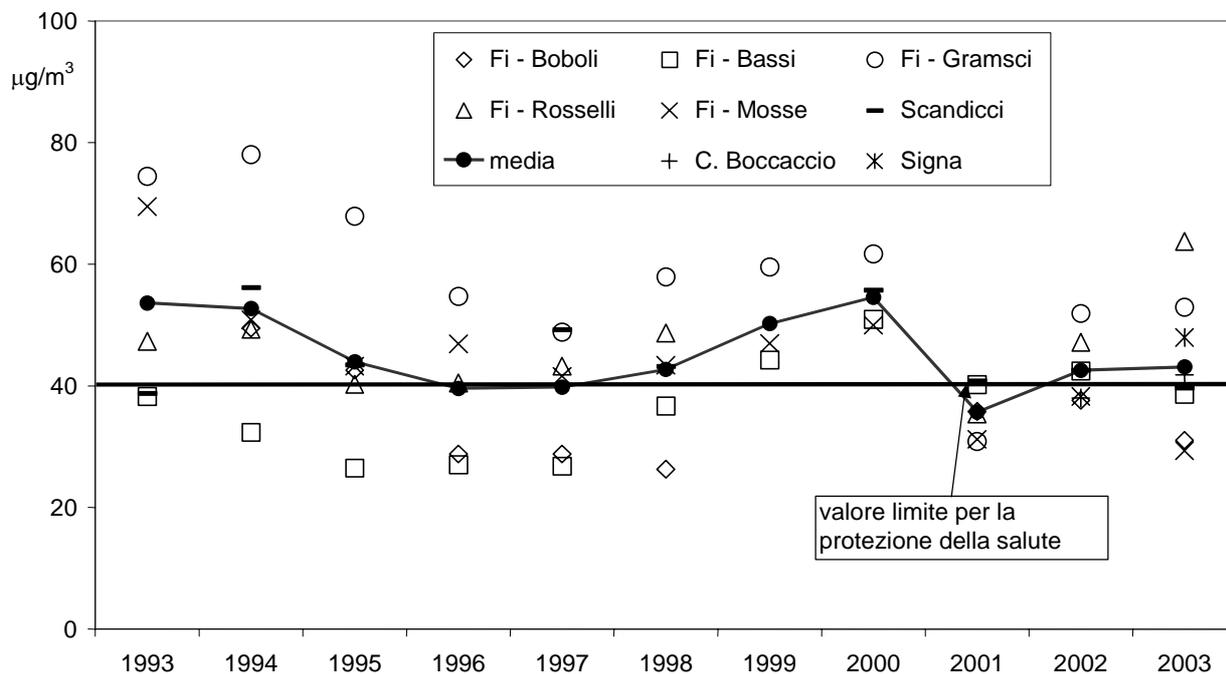
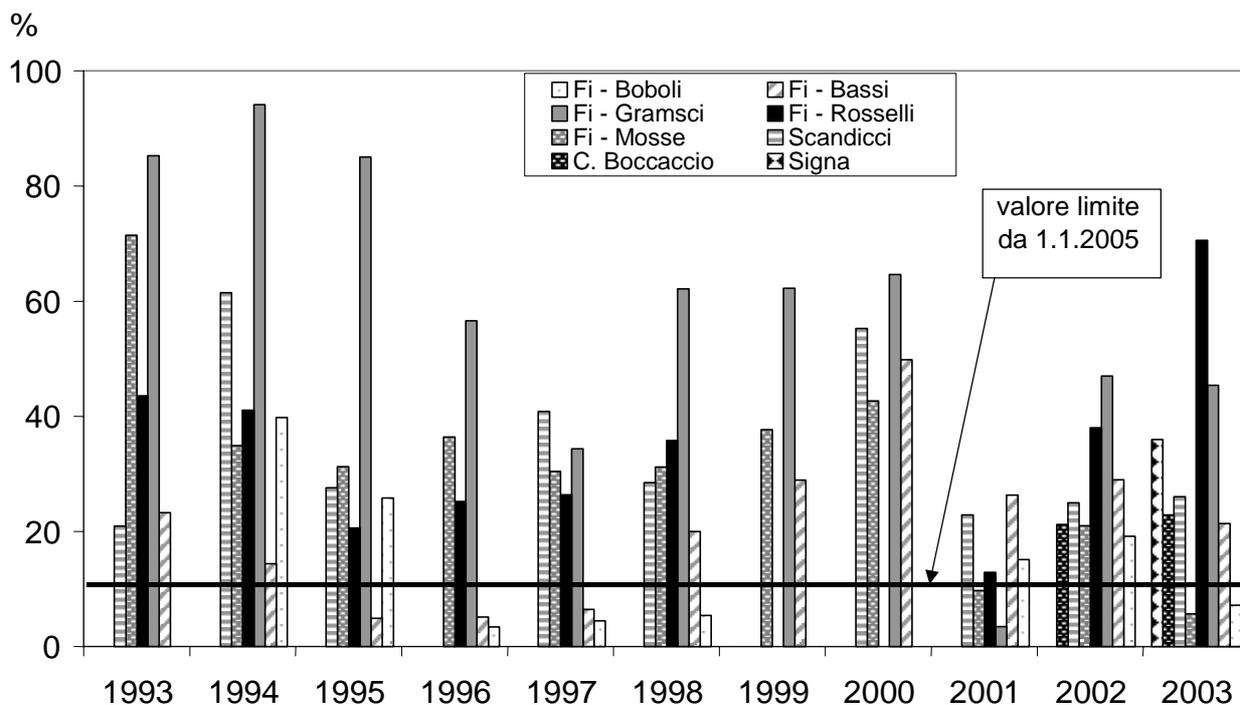


Figura 5 = trend della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di PM₁₀ superiore a 50 µg/m³.

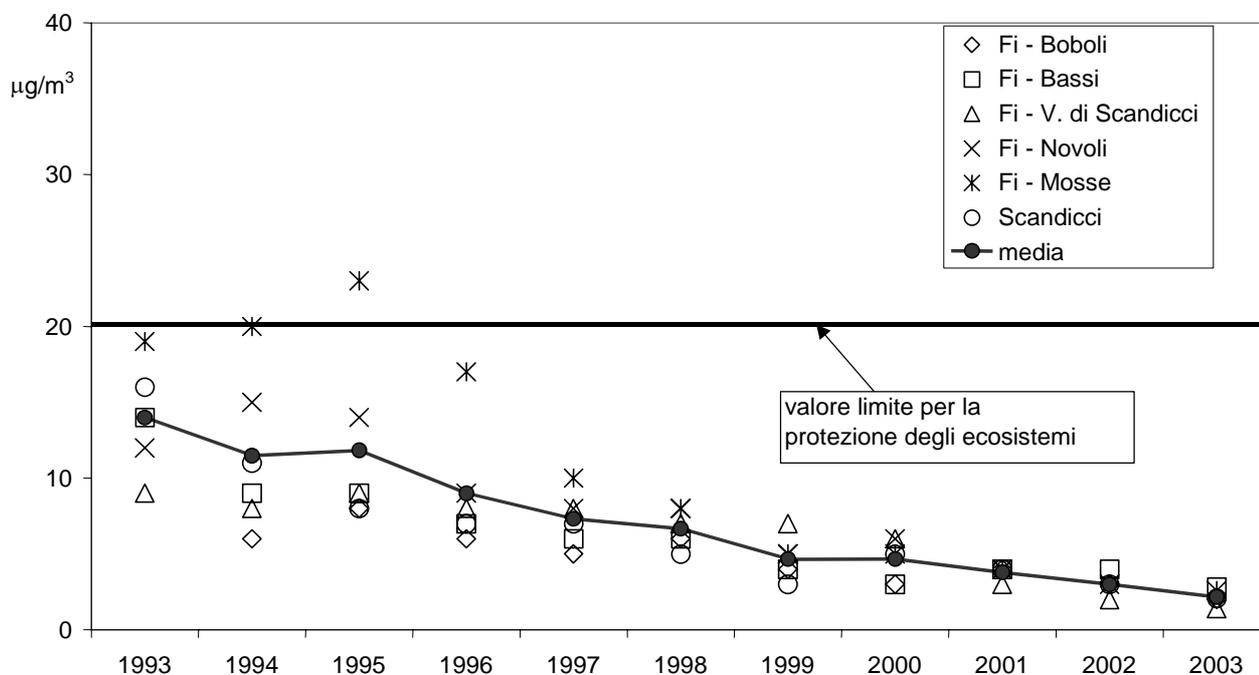


3.2 Biossido di zolfo (SO₂).

Nella figura 6 si mostrano le concentrazioni medie annuali di SO₂ 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 SO₂.



3.3 Biossido di azoto (NO₂).

Nella figura 7 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO₂ 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 (siti prossimi al traffico) mostra una diminuzione piuttosto regolare fino all'anno 1999. Segue un periodo di stabilità, ma nell'anno 2003 si è verificato un incremento significativo.

La media rilevata nelle stazioni di tipo A e B (parco e residenziali) segue un andamento pressoché analogo ma, diversamente, si conferma una riduzione dei livelli medi anche nel 2003.

Il decremento del 2001 è presumibilmente dovuto a cause meteorologiche.

Stabile appare il livello medio riscontrato nella stazione di Settignano.

Rispetto al valore di riferimento fissato dalla norma si osservano valori costantemente molto elevati nella stazioni tipo C (circa il doppio ed oltre), prevalentemente inferiori 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.

Nell'anno 2003 la situazione appare oltre il valore di riferimento unicamente nella stazione Rosselli (ad elevato traffico).

Figura 7 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO_2 .

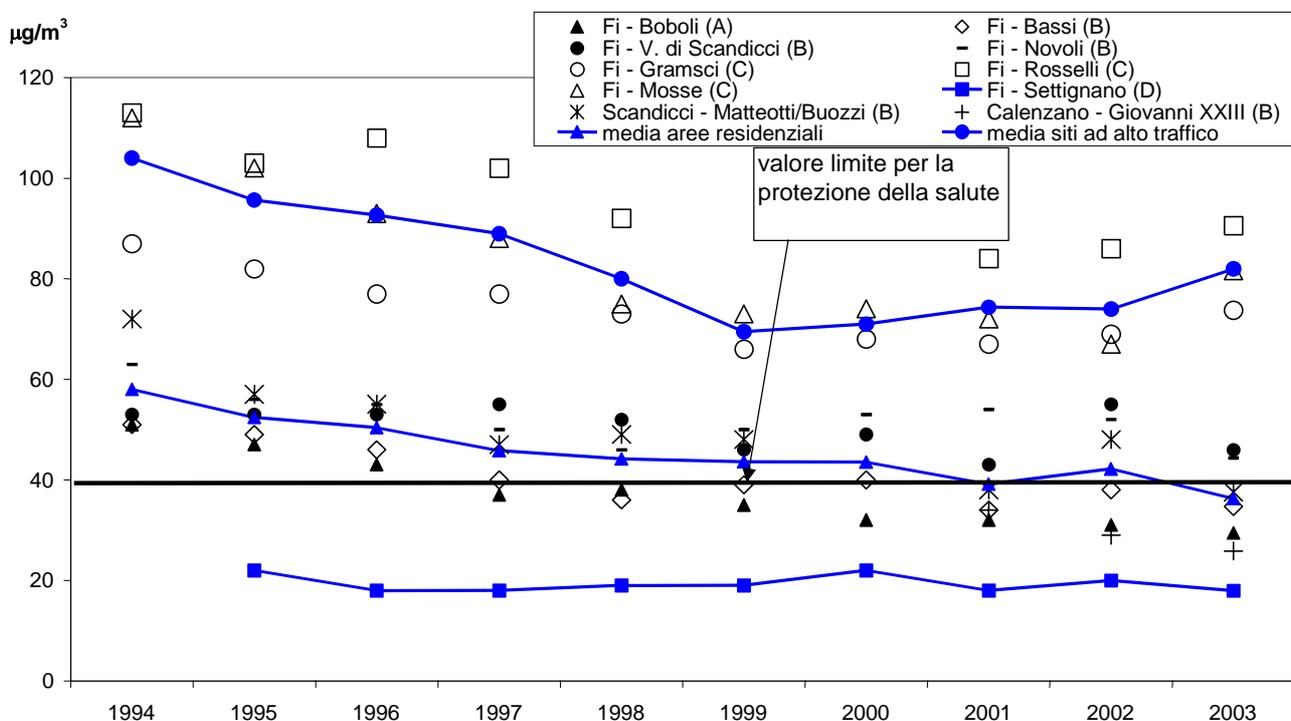


Figura 8 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO₂ superiore a 200 µg/m³ rilevata nelle stazioni di tipo A e B (parco urbano e aree residenziali).

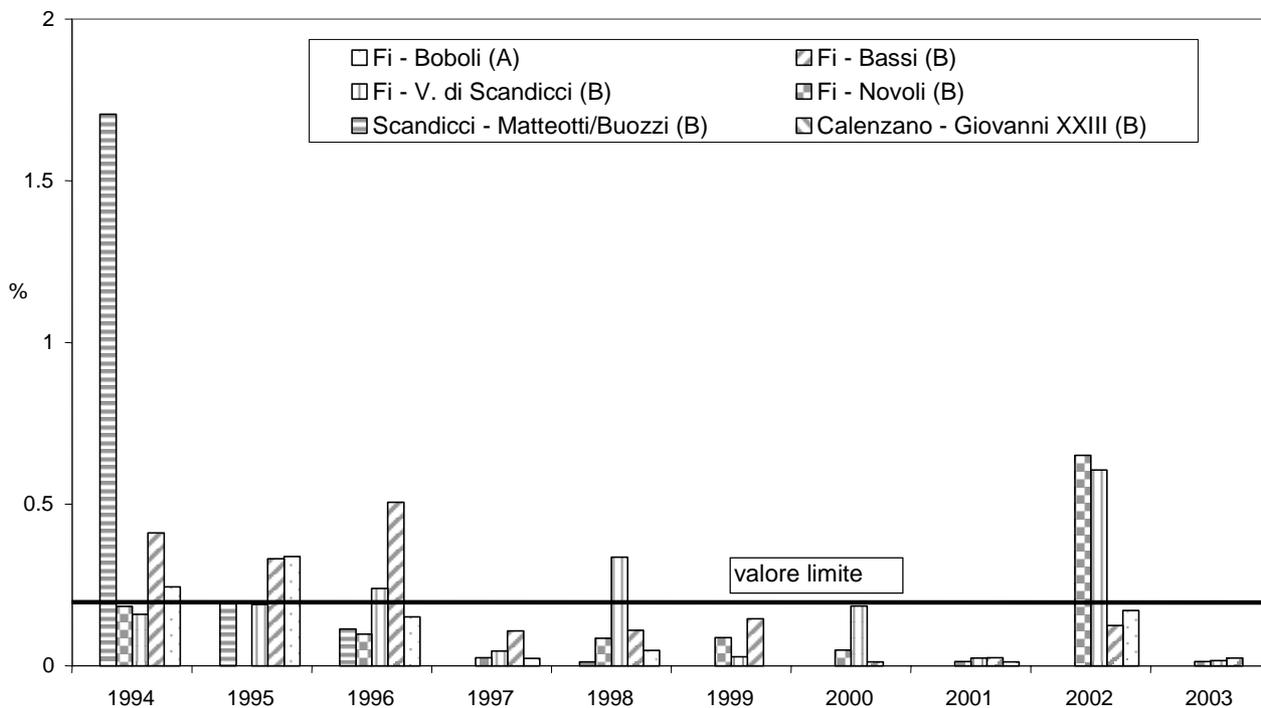
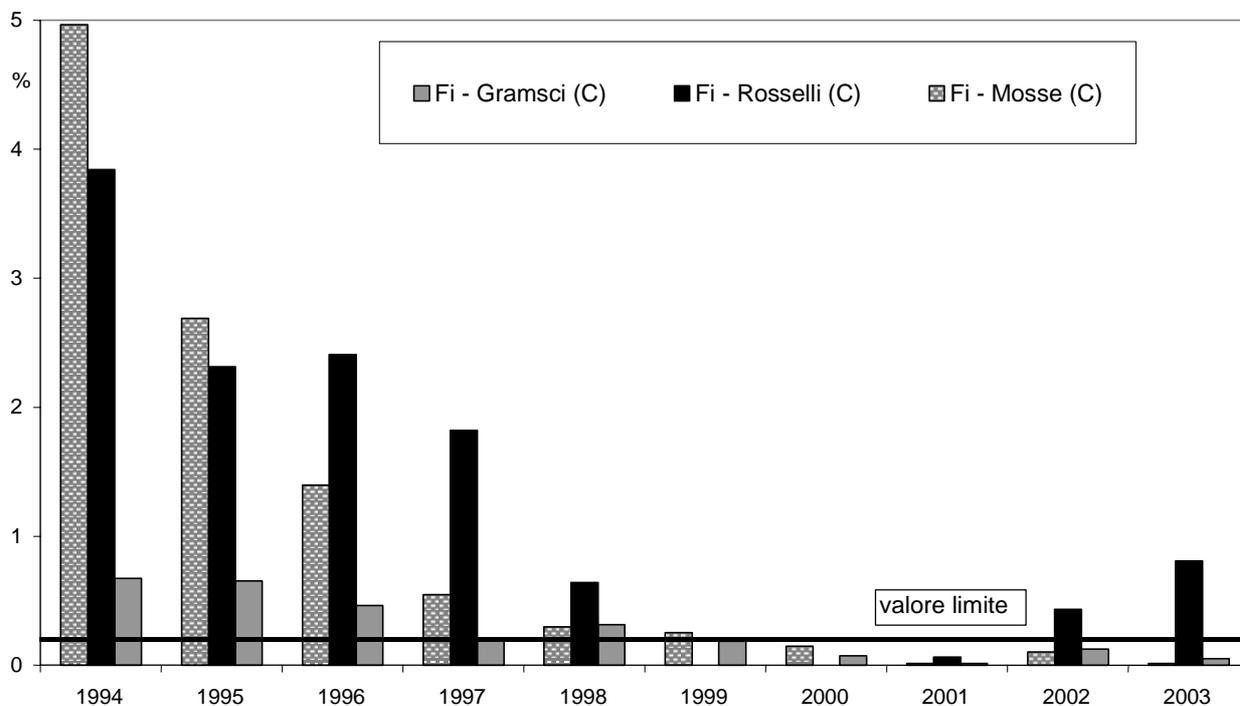


Figura 9 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO₂ superiore a 200 µg/m³ rilevata nelle stazioni di tipo C (siti ad alto traffico).

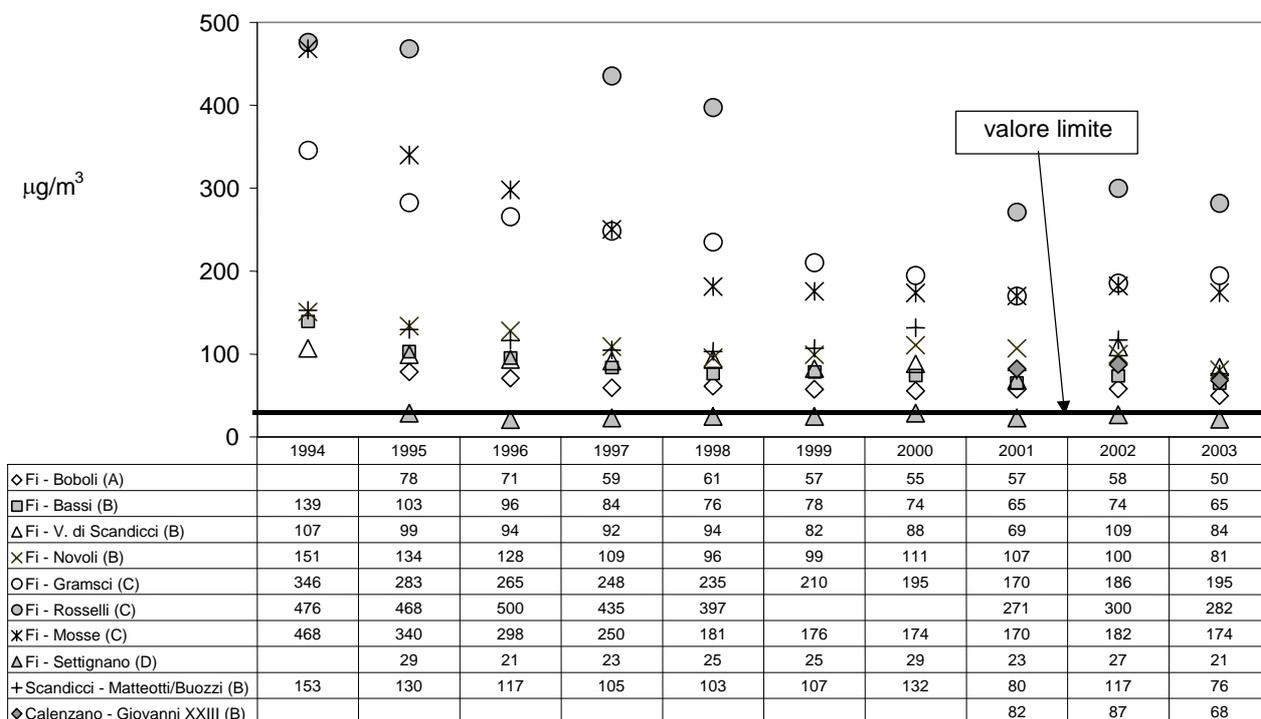


3.4 Ossidi di azoto totali (NO_x).

Nella figura 10 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO_x (espresse come NO₂) 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/m³).

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÷3 volte più elevate del valore di riferimento, mentre risultano 6÷10 volte più elevate nei siti in prossimità di flussi di traffico.

Figura 10 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO_x (valori espressi come NO₂).

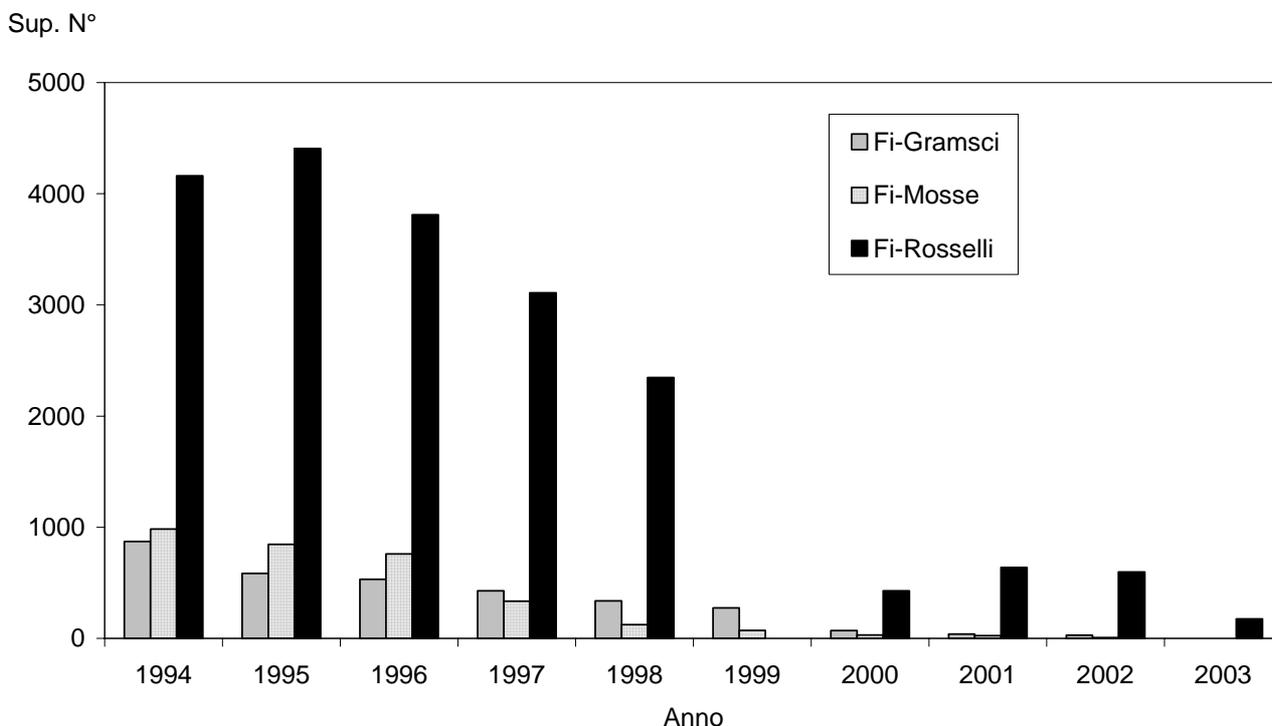


3.5 Monossido di carbonio (CO).

Poiché da alcuni anni i superamenti della media di 8 ore sono molto ridotti o nulli (nell'anno 2003 in particolare, non si è verificato nessun caso di superamento), per visualizzare il trend di lungo periodo nella figura 11 si mostrano le frequenze di superamento del 50% del limite fissato per la media di 8 ore consecutive, ovvero del valore di 5 mg/m³ anziché del valore di 10 mg/m³. 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.



Figura 11 = CO: trend del numero di medie mobili di 8 ore superiori al valore limite pari a 5 mg/m³ rilevate in ciascun anno nelle stazioni di tipo C (siti ad alto traffico).



3.6 Ozono (O₃).

Nelle figure 12 e 13 si mostrano le frequenze di superamento dei limiti fissati per la media oraria 180 µg/m³, definita "soglia di informazione", e 240 µg/m³, definita "soglia di allarme".

Si osservi che non è possibile riconoscere un trend univoco e consolidato anche se, negli ultimi 5 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/m³, il cui valore è da confrontare con il valore di riferimento pari a 25 giorni all'anno. L'andamento storico mostra una sostanziale apparente stabilità nel corso degli anni, con superamenti diffusi nelle stazioni di misura collocate nel parco urbano (Boboli), nell'area collinare (Settignano) e alla periferia dell'area urbanizzata (Scandicci, Calenzano). Nella stazione collocate all'interno dell'area urbanizzata (Novoli) 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/m³ 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/m³)*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 = O₃: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a 180 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

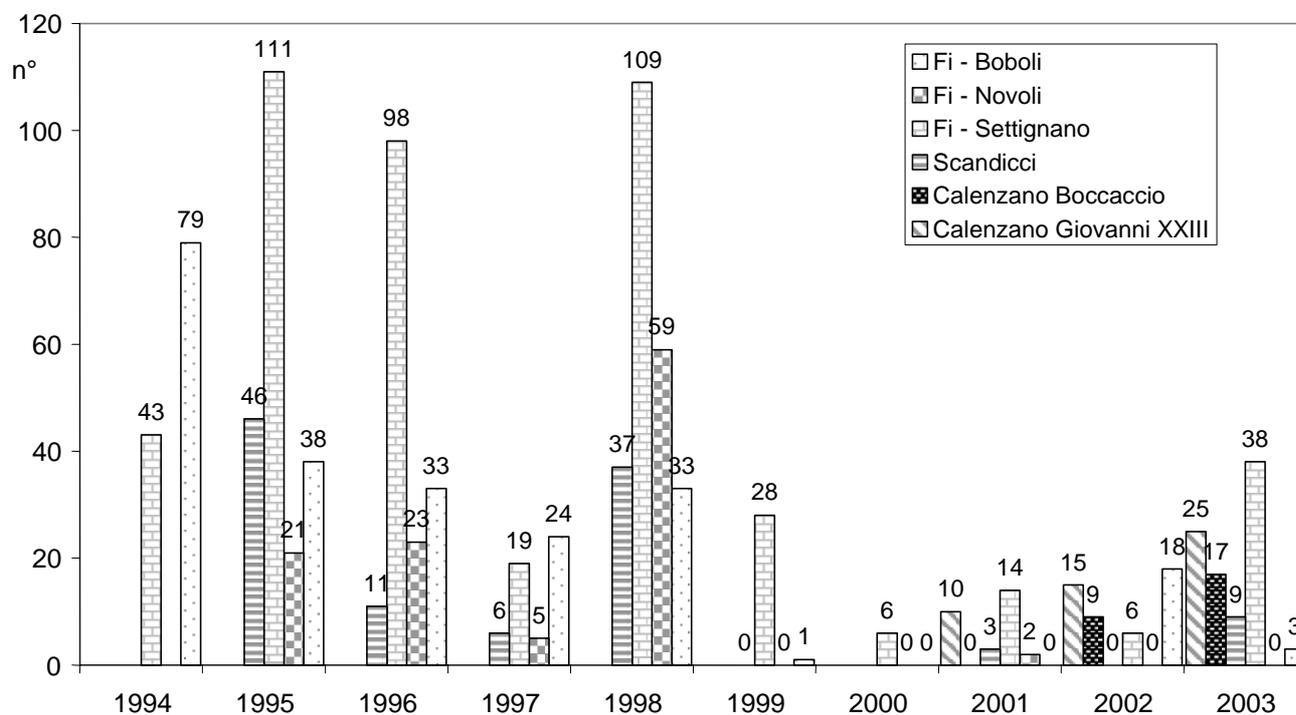


Figura 13 = O₃: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di allarme, pari a 240 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

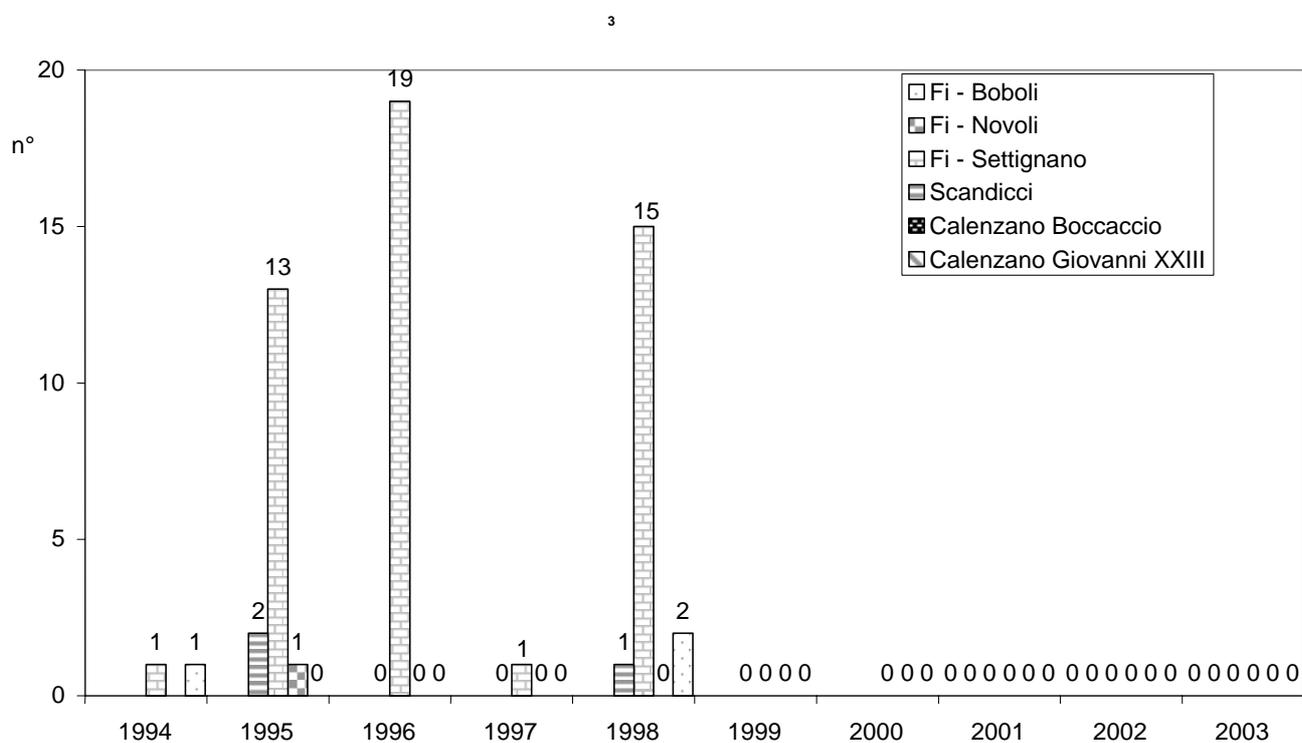


Figura 14 = O₃: trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

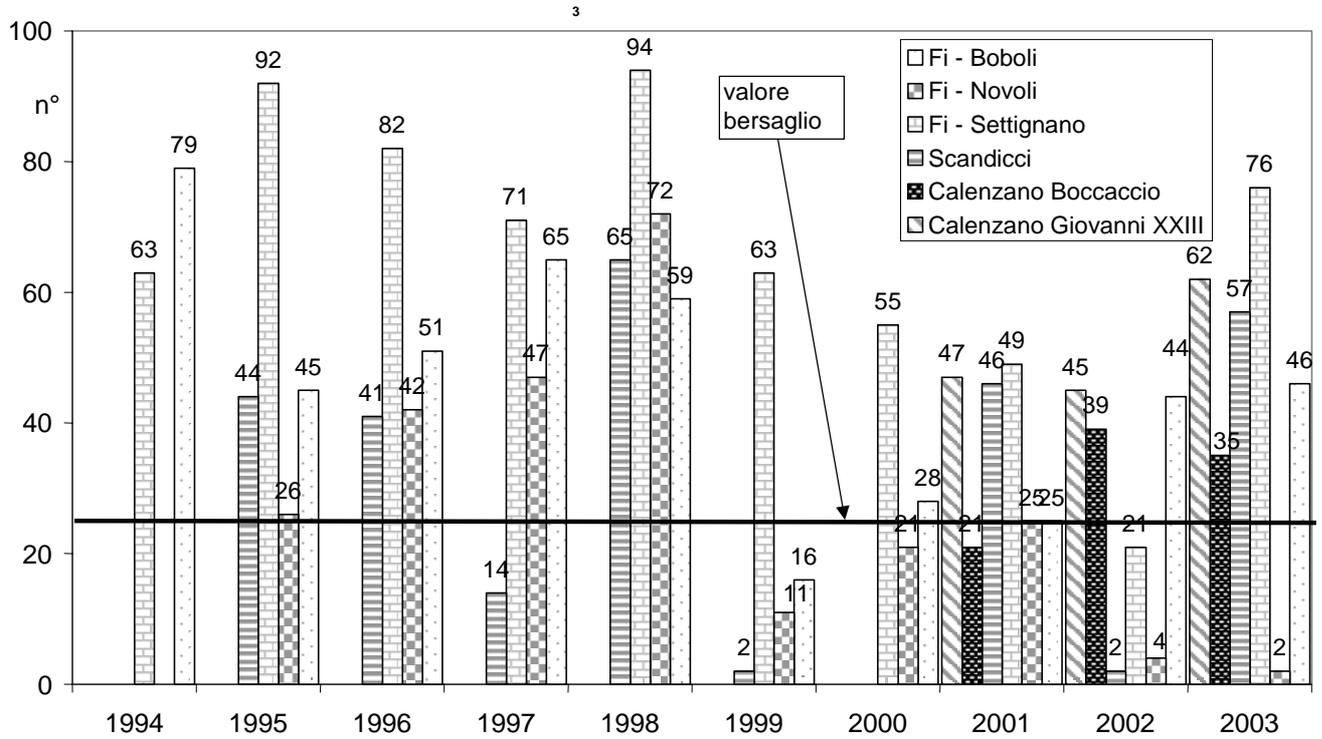
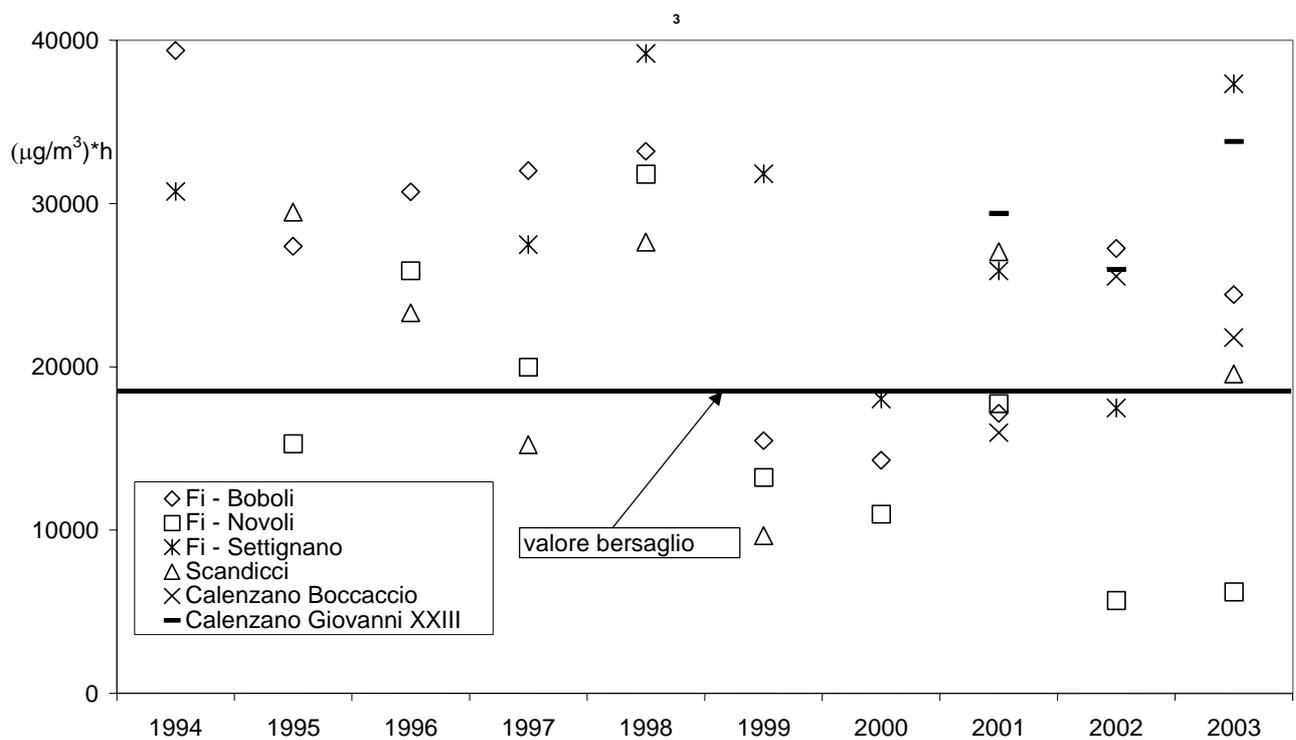


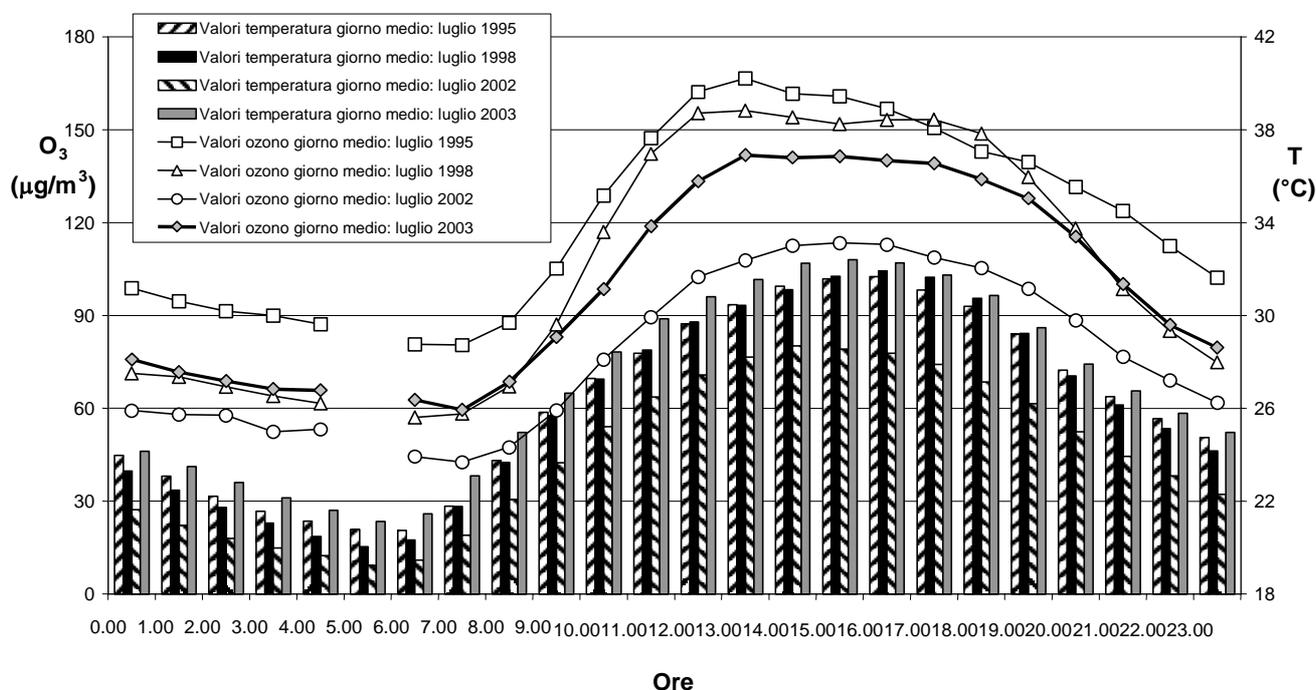
Figura 15 = O₃: parametro AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m³, rilevate in ciascun anno).



A causa della sua natura di inquinante "secondario", i livelli di O₃ sono pesantemente influenzati dalle caratteristiche meteorologiche. La formazione di tale inquinante è favorita, oltre che dal livello di concentrazione dei precursori (NO_x e idrocarburi reattivi), anche dall'intensità della radiazione solare, dalla temperatura e dal regime dei venti. I massimi livelli si riscontrano, di norma, in periodo estivo nelle ore centrali giornata.

Al fine di verificare meglio il trend nel corso degli anni, in figura 16 si mostrano gli andamenti del "giorno medio"⁵ del mese di luglio delle concentrazioni di ozono rilevate nella stazione Firenze Settignano (linee) e delle temperature rilevate nella stazione Firenze Ximeniano (barre), per alcuni anni tipici.

Fig. 16 = giorno medio delle concentrazioni di ozono (stazione Fi-Settignano) e della temperatura (stazione Fi-Ximeniano) relativo al mese di luglio.



Risulta piuttosto evidente la proporzionalità diretta fra i valori di temperatura e le concentrazioni di ozono. Nei mesi di luglio degli anni 1995 e 1998 si sono avute temperature e livelli di ozono del tutto simili, mentre nel 2002 si è osservata la diminuzione di ambedue i parametri. Nel luglio 2003, come in tutta l'estate, si sono verificate eccezionali persistenze di elevate temperature. Tuttavia l'andamento dell'ozono è aumentato ma si è collocato a livello intermedio.

Un altro modo di rappresentare questo andamento, è considerare il superamento di determinate soglie per la concentrazione media di 8 ore di ozono e per la temperatura media oraria. In particolare, in tabella 22 si mostra la quantità di superamenti dell'indicatore fissato dalla normativa (giorni con concentrazione di 8 ore >120 µg/m³) rilevati a Firenze Settignano nel periodo maggio-

⁵ Per "giorno medio" si intende un giorno virtuale, rappresentativo dell'andamento giornaliero di un determinato parametro in un certo periodo di tempo (in questo caso il mese di luglio). Per costruire una singola media oraria appartenente al giorno medio, si esegue la media delle medie orarie corrispondenti di tutti i giorni compresi nel periodo di riferimento.



agosto degli anni dal 1995 al 2003 e la quantità di medie orarie di temperatura superiore a 30°C rilevate a Firenze Ximeniano nello stesso periodo.

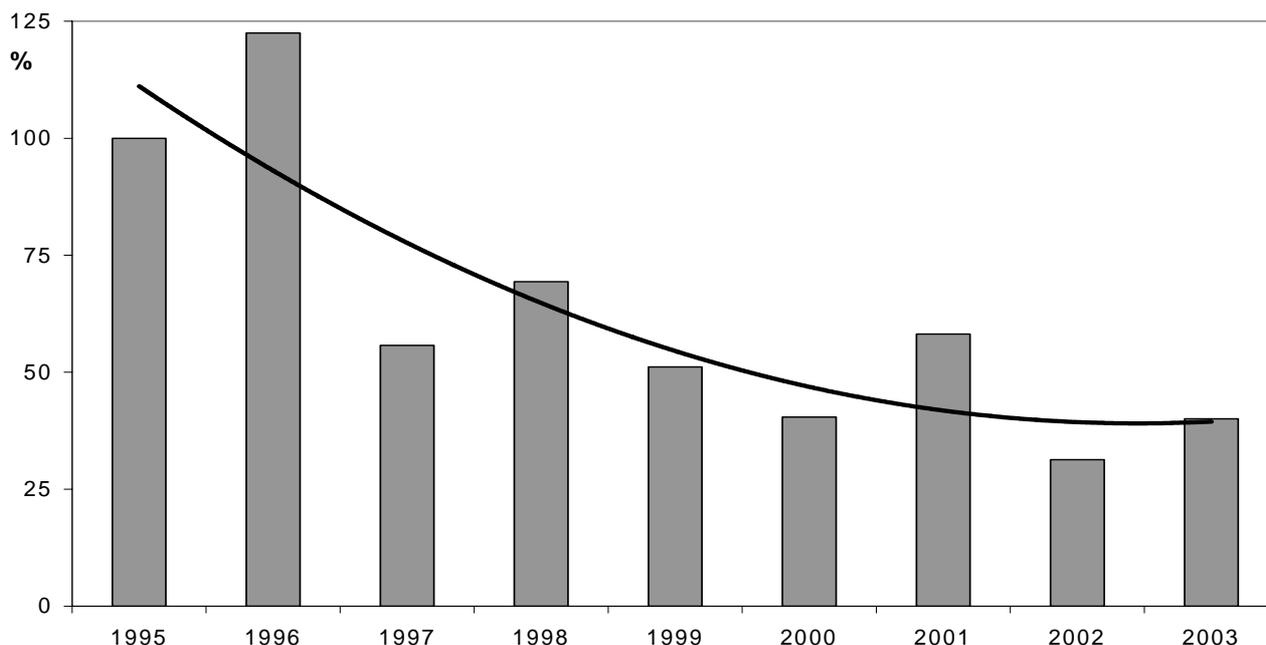
Tabella 22 = quantità di giorni con media di 8 ore di O₃ >120 µg/m³ (rilevate a Firenze Settignano) e di ore con temperatura media >30°C (rilevate a Firenze Ximeniano). Periodo maggio-agosto, anni 1995-2003.

Anno	n° superamenti orari di 30°C	n° giorni con superamento di 120 µg/m ³ (media di 8 ore)
1995	242	73
1996	184	68
1997	232	39
1998	368	77
1999	350	54
2000	361	44
2001	268	47
2002	201	19
2003	629	76

Come si può vedere, il numero di superamenti di 30°C riscontrati fra le medie orarie di temperatura del periodo maggio-agosto del 2003 risulta circa due volte quello riscontrato negli anni precedenti. Invece, i giorni dell'anno 2003 in cui si sono verificati superamenti di 120 µg/m³ nelle medie di 8 ore di ozono, pari a 72, sono risultati quantitativamente simili a quelli rilevati in taluni anni precedenti (1995, 1998).

Da queste sommarie indicazioni si evince che potrebbe esistere un trend dell'ozono indipendentemente dall'andamento stagionale. Tale trend può essere visualizzato come in figura 17, in cui considera il rapporto dei valori di cui alla tabella 22 reso percentualizzato rispetto all'anno base 1995.

Fig. 17 = rapporto % (base 1995) fra n° di medie orarie con T>30°C e n° di giorni con medie 8 ore di O₃>120 µg/m³ e linea di tendenza.



Appare evidente come la destagionalizzazione dei livelli di ozono rispetto alla temperatura porti a visualizzare un trend discendente. La situazione attuale è tale che, a parità di superamenti di 30°C di temperatura, il numero di giorni in cui le medie mobili di ozono superano i 120 µg/m³ risulta circa il 40% di quello che si sarebbe avuto nel 1995.

Si noti come tale andamento discendente possa essere ricondotto all'analogo trend mostrato soprattutto dagli idrocarburi (precursori della formazione di ozono), come si può vedere nella figura 22 al successivo punto 3.9.

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 18 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 19 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 cogente dal 2010. 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 18 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate nelle stazioni di tipo C (siti ad alto traffico).

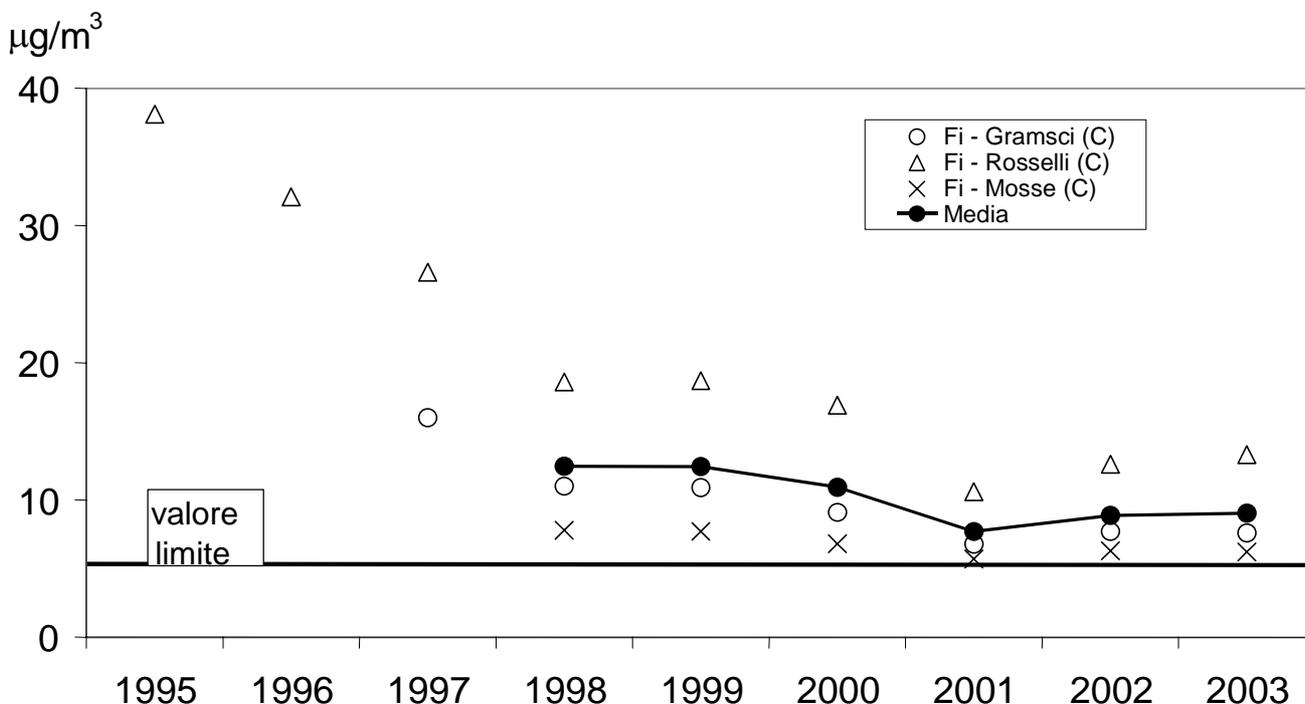
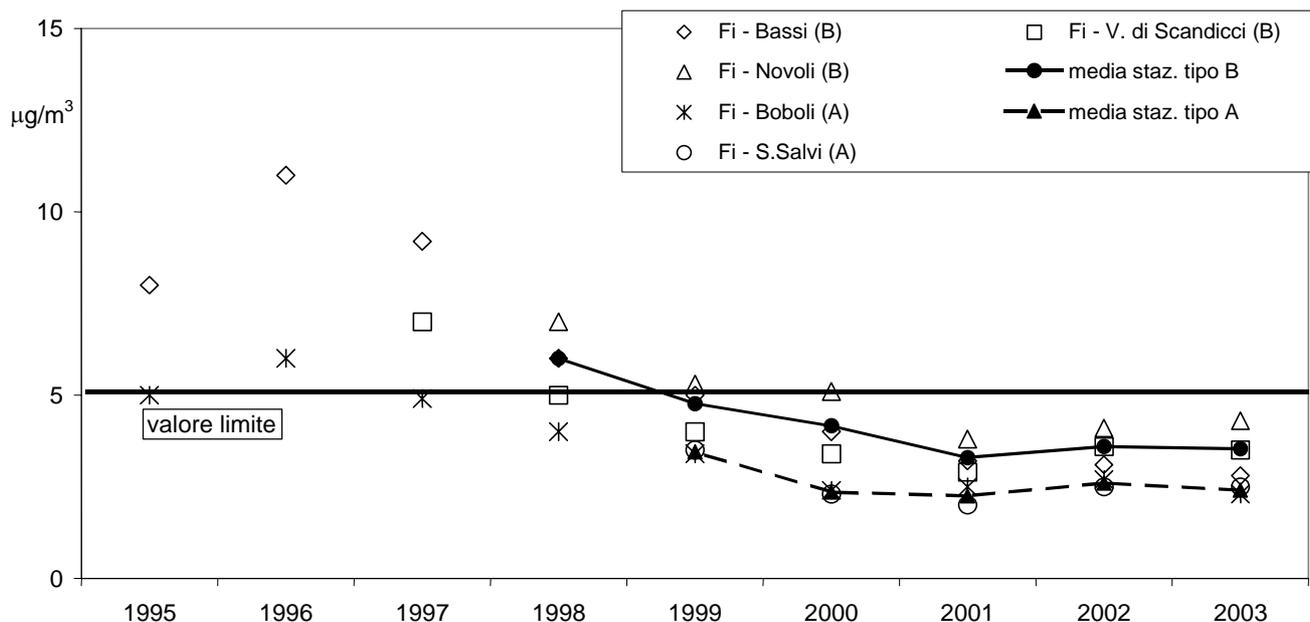


Figura 19 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate nelle stazioni di tipo A e B (parco urbano e aree residenziali).



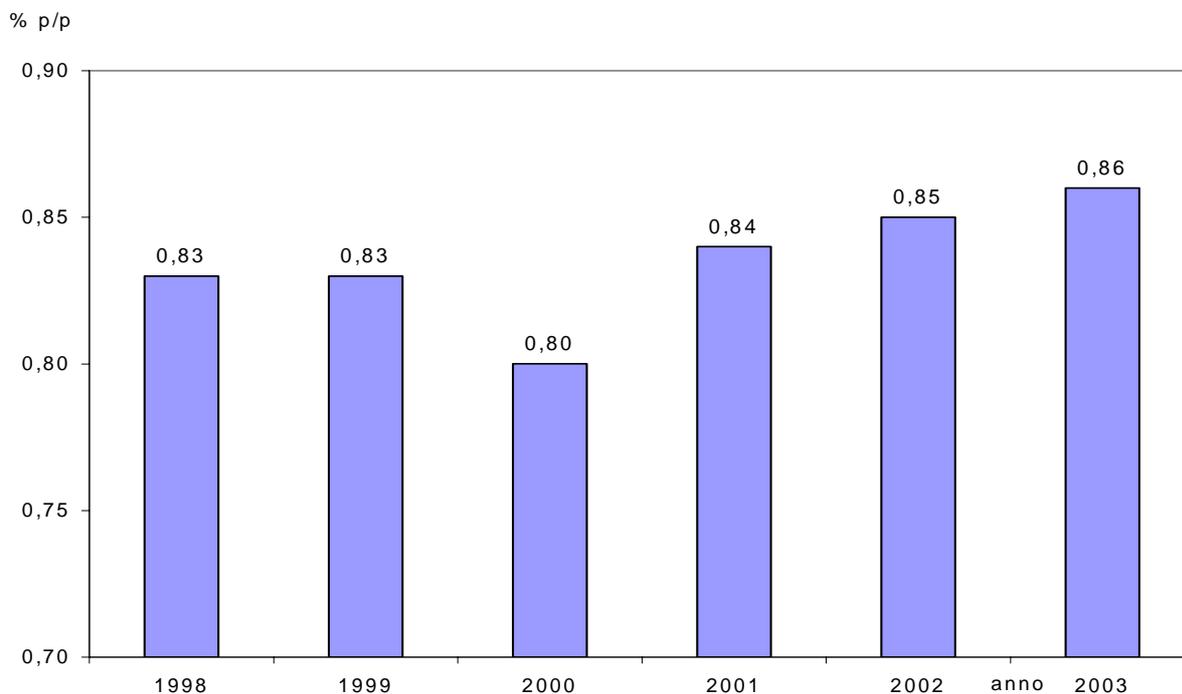
La tendenza alla stabilità o modesto incremento riscontrata negli anni 2002 e 2003, nonostante prosegua il rinnovo del parco circolante e quindi si riducano i livelli di emissione, può essere messa in relazione all'aumento del tenore di benzene e di idrocarburi aromatici nella benzina in commercio da quando è stato eliminato il tipo "super".

L'andamento del tenore di benzene nella benzina prodotta dalla raffineria di Livorno, che rifornisce l'area toscana, è mostrato in figura 20⁶.

⁶ Dati forniti da APAT



Fig. 20 = andamento del tasso di benzene nelle benzina prodotta dalla raffineria di Livorno.



3.8 Benzo(a)pirene.

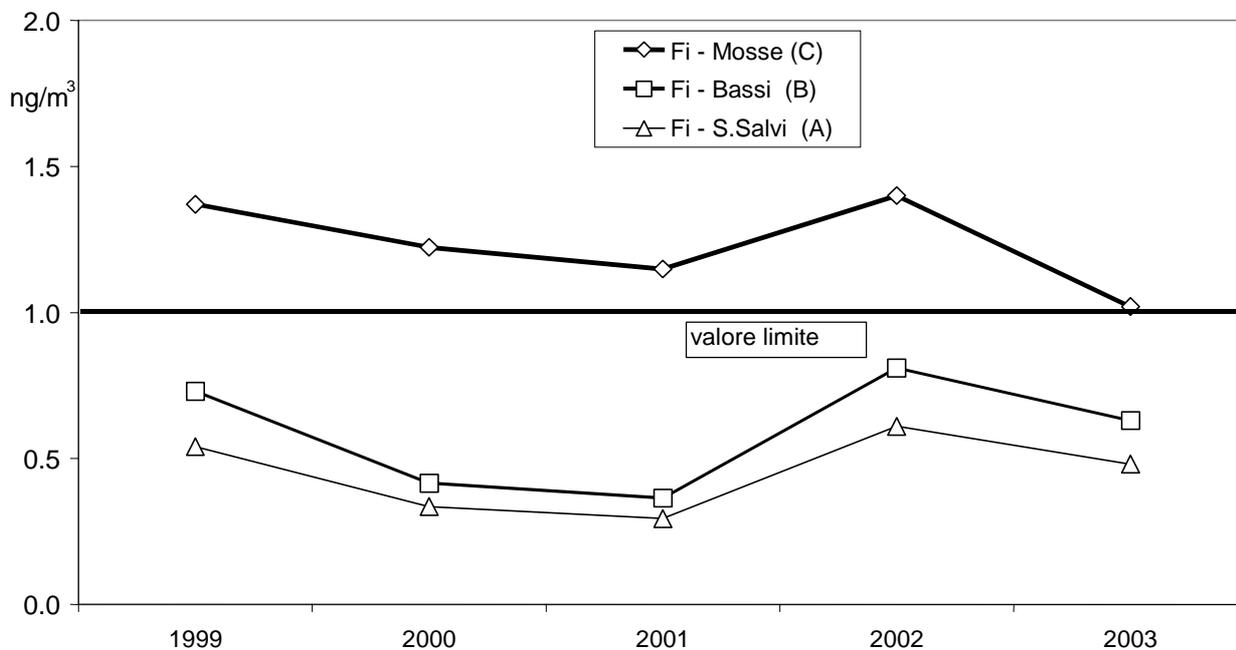
La determinazione di benzo(a)pirene, inquinante tipicamente presente nelle polveri aerodisperse, è possibile solo mediante sistemi manuali di campionamento e impegnative analisi di laboratorio. Per tale motivo il numero di siti di misura e le serie storiche disponibili sono limitati rispetto agli altri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

Nella figura 21 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 verificarono periodi particolarmente critici nei mesi di gennaio e febbraio (come descritto nel Rapporto dell'anno 2002). I valori rilevati nel 2003, poiché lievemente sovrastimati a causa del mancato rilevamento nel trimestre estivo, mostrano una sostanziale stabilità nei siti tipo A e B e confermano la tendenza alla riduzione nel sito tipo C.



Figura 21 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene rilevate nelle diverse tipologie di sito urbano.



3.9 Idrocarburi non metanici (NMHC).

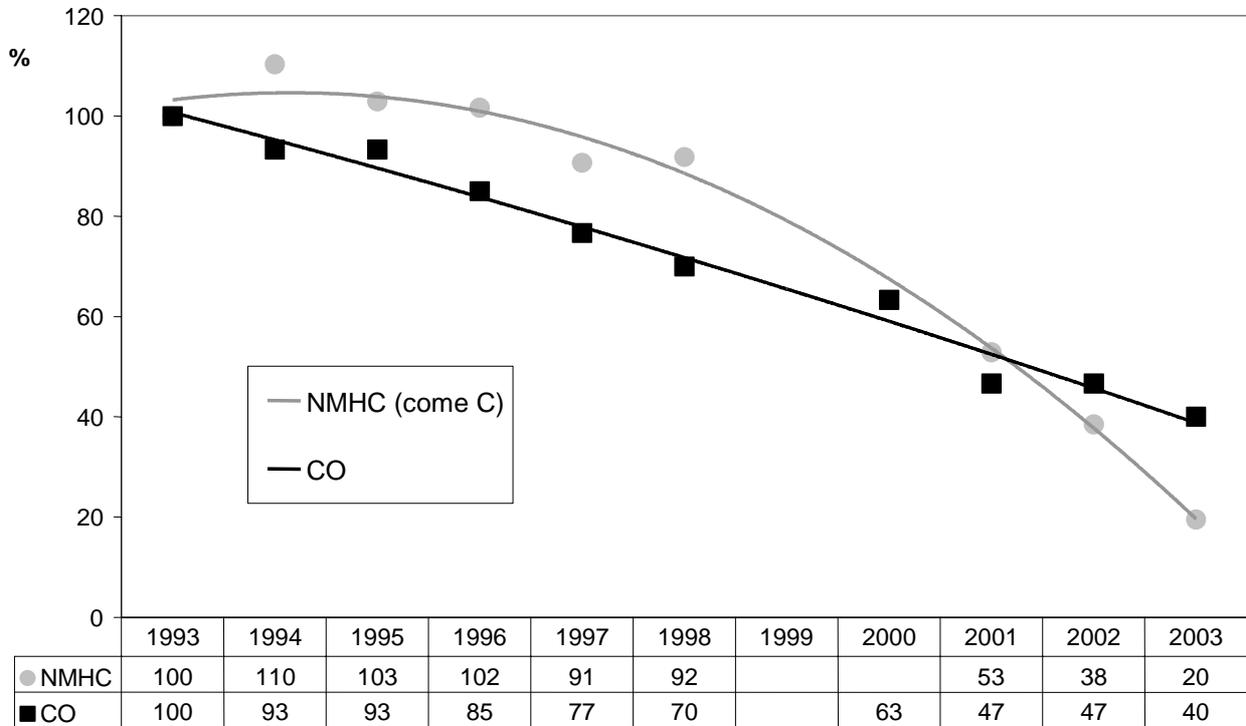
Nella stazione Firenze-Rosselli viene rilevata anche la concentrazione di idrocarburi non metanici (NMHC). Questo parametro rappresenta l'insieme delle sostanze organiche volatili presenti in atmosfera, originate in maniera quasi esclusiva dall'emissione di idrocarburi incombusti allo scarico dei veicoli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

Nonostante l'incompletezza dell'archivio storico (manca l'anno 1999), in figura 22 si visualizza l'andamento percentualizzato rispetto al 1993 delle concentrazioni medie annuali di NMHC (espresse in μg di Carbonio per metro cubo di aria) e di CO (espresse, 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 più consistenti 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 22 = trend percentuale (base anno 1993) delle medie annuali di NMHC e di CO (stazione Rosselli).



4 Sintesi e commento

Considerati i dati rilevati nell'anno 2003, il trend storico e l'origine degli inquinanti, in tabella 21 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 PM₁₀ e O₃, non è trascurabile l'origine naturale, ancorché di incerta quantificazione soprattutto per il PM₁₀. 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.

Per valutare le priorità d'intervento nell'ambito delle azioni di risanamento, è senz'altro utile e necessario rivisitare i dati presentati in tabella 21, confrontati e proiettati rispetto ai valori limite "finali" ed a quelli maggiorati dei rispettivi margini di tolleranza previsti per l'anno 2003 e 2004. Per questi, e per i soli inquinanti i cui valori risultano superiori ai valori limite "finali", il raffronto è riportato nelle tabelle successive (le eccedenze rispetto al valore limite + margine di tolleranza relativo al 2003 sono riportate in grassetto).

PM₁₀: medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo Stazione	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valore limite + margine di tolleranza (2004)	Valori medi rilevati
A	40	43.2	41.6	31
B				39-48
C				29-64
Ind				42

PM₁₀: medie giornaliere, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo Stazione	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valore limite + margine di tolleranza (2004)	N° superamenti ammessi	Valori rilevati		
					N° giorni > valore limite	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2003)	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2004)
A	50	60	55	35	10	2	6
B					43-83	24-55	33-68
C					7-77	2-56	4-65
Ind					67	41	50

NO₂: medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo stazione	Valore limite (2010)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valore limite + margine di tolleranza (2004)	Valori medi rilevati
A	40	54	52	29
B				26-46
C				74-91



NO₂: medie orarie, valori limite per la protezione della salute umana.

Tipo Stazione	Valore limite (2010)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valore limite + margine di tolleranza (2004)	N° superamenti ammessi	Valori rilevati		
					N° ore > valore limite	N° ore > valore limite + margine di tolleranza (2003)	N° ore > valore limite + margine di tolleranza (2004)
A	200	270	260	18	0	0	0
B					1-2	0	0
C					1-54	0	0

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

Tipologia stazione	Valore limite (2010)	Valore limite + margine di tolleranza (2003)	Valore limite + margine di tolleranza (2004)	Valori medi rilevati
A	5	10	10	2,3-2,5
B				2,8-4,3
C				6,2-13,4

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 ma rimangono estese agli inquinanti PM₁₀, NO₂ 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 PM₁₀, il 70-80% di NO₂ (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.

Nel dettaglio dei singoli inquinanti e in riferimento alla tabella 21, possiamo sintetizzare la situazione corrente come segue.

Non desta preoccupazione il biossido di zolfo SO₂.

Il monossido di carbonio (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).

Il benzo(a)pirene (BaP) appare inferiore al limite nelle aree residenziali mentre risulta intorno al limite 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 PM₁₀ che evidenzia superamenti dello standard sia su base annuale sia, soprattutto, come frequenza di eccedenze giornaliere, estesi a tutta l'area urbanizzata. In considerazione della varietà di sorgenti di particolato e della diversità di composizione chimica e



di dimensione granulometrica del medesimo in relazione al tipo di sorgente, possiamo arricchire il commento con alcune considerazioni.

- Il valore di riferimento espresso in termini di superamenti del valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è più rigoroso e non coerente rispetto a quello espresso in termini di media annuale. Infatti, al valore della media annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corrisponde, in base alla nota distribuzione delle concentrazioni giornaliere rilevate in un anno (log normale), un numero di superamenti nell'intorno di 70 giorni all'anno. Viceversa, ad un numero di giorni con concentrazione superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pari a 35, corrisponde una media annuale nell'intorno di $30\text{-}33 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- In prima approssimazione, la quota di particolato di origine antropica in area urbana è soprattutto quella generata dalla combustione (come ad esempio l'emissione allo scarico dei veicoli diesel) ed è caratterizzata da dimensione granulometrica inferiore a 1 micron (PM_{10}). Questa frazione è quella certamente più dannosa sia perché in grado di penetrare fino agli alveoli polmonari sia per il contenuto in sostanze pericolose come gli IPA. La frazione di particolato più grossolana, ovvero con granulometria compresa fra 1 e 10 micron, comprende soprattutto polveri di natura "cristallina" e quelle dovute al trasporto dalle zone aride, la cui composizione chimica è principalmente inorganica (sali e composti contenuti nei suoli e nei terreni). Ulteriori importanti contributi al livello atmosferico di polveri sono costituiti dalla frazione di particolato "secondario", composto da sali come solfato e nitrato di ammonio, che si formano in talune condizioni di stabilità atmosferica, e dalla risospensione dovuta al transito di veicoli sulla strada. Infine, contributi relativamente modesti sono dati dall'usura di freni, frizioni, pneumatici ed asfalto. La risospensione e l'usura sono direttamente riconducibili alla sorgente generica "traffico" e sono caratterizzati da granulometria superiore ad 1 micron mentre il particolato di natura secondaria ha dimensioni tipicamente inferiori al micron.
- In termini di massa di particolato per unità di volume di aria, è evidente che le particelle grossolane apportano contributi maggiori rispetto a quelle più fini che "pesano" meno anche perché, nella maggior parte dei casi, hanno peso specifico inferiore. La conseguenza è che la misura di PM_{10} appare un indicatore piuttosto grossolano rispetto a quanto sarebbe più utile misurare (solo la frazione più fine che è direttamente rappresentativa delle emissioni più inquinanti).
- Una migliore approssimazione dell'effettivo inquinamento da polveri con maggiore rilevanza sanitaria è costituita dal parametro $\text{PM}_{2.5}$ (particolato inferiore a 2.5 micron) che comprende ancora contributi dovuti al trasporto e all'erosione dei suoli ma molto più limitati.
- Grazie alle misure ormai quantitativamente piuttosto robuste di $\text{PM}_{2.5}$ effettuate in alcune stazioni dell'area di Firenze (Boboli, Bassi, Gramsci e Rosselli), possiamo valutare i range di valori di media annuale attribuibili al fondo urbano e ai siti esposti alle emissioni dirette da traffico:

		PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$
Fondo urbano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	31 - 36	20 - 23
Siti traffico	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	51 - 64	28 - 49

La quota di $\text{PM}_{2.5}$ contenuta nel PM_{10} appare nel range 55 - 75%, in accordo con i valori riportati in letteratura. L'incremento delle concentrazioni in prossimità delle emissioni risulta compreso nel range 50 - 100% per PM_{10} e nel range 30 - 120% per $\text{PM}_{2.5}$ in funzione del volume di traffico e della distanza dal flusso.



Una conclusione delle considerazioni sopra espresse porta a valutare che, in prima approssimazione, per rientrare nel limite fissato a livello di media annuale anche nei siti peggiori, andrebbero eliminate almeno il 50% delle emissioni primarie da traffico (rappresentate dal valore di $PM_{2.5}$).

Anche l'inquinante NO_2 evidenzia una situazione critica, 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 praticamente in tutti i siti di monitoraggio. In base a quanto mostrato relativamente ai trend delle concentrazioni e dei superamenti delle soglie per questo inquinante e al trend degli idrocarburi non metanici, possiamo interpretare l'evoluzione in maniera positiva nel senso che il contributo dovuto alla formazione locale di ozono appare consistentemente ridotto mentre permane la quota di ozono dovuta al trasporto. L'effetto risultante è la omogeneizzazione dei livelli ambientali che adesso appaiono molto simili in tutti i siti di rilevamento mentre in passato risultavano più elevati in prossimità dell'area urbana di Firenze rispetto a quelli rilevati nelle zone a maggiore distanza dall'area urbana.

Nella tabella 22 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 .



Tabella 21 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2003 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
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40 come media annuale [dal 2005]	A	31	1 (5) (*)	0	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), traffico (usura freni, frizioni, pneumatici, asfalto; risospensione), emissioni industriali, impianti termici a combustibili liquidi, combustione legna, attività antropica generica (quota aggiuntiva di origine secondaria, precursori NO _x e SO ₂)
		B	39 - 48			
		C	29 - 64			
		Ind	42			
	50 come media di 24 ore (max 35 gg) [dal 2005]	A	13 gg			
		B	50 - 85 gg			
		C	8 - 85 gg			
		Ind	67			
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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			
CO (mg/m ³)	10 come media di 8 ore da non superare [dal 2005]	A	0 sup	Non Previsto	Non Previsto	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			
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200 come media oraria (max 18 ore) [dal 2010]	A	0 sup	1 (**)	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	1-2 sup			
		C	1-54 sup			
	40 come media annuale [dal 2010]	A	29			
		B	26-46			
		C	74-91			
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	120 come media di 8 ore (max 25 gg) [dal 2010]	A	47 sup	13 (***)	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 con emissione di solventi e altre sostanze organiche volatili (origine secondaria, precursori NO _x , HC, altre sostanze organiche)
		B	2-62 sup			
		D	76 sup			
		Ind	46 sup			
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5 come media annuale [dal 2010]	A	2,3-2,5	Non Previsto	Non previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi).
		B	2,8-4,3			
		C	6,2- 13,4			
BaP (ng/m ³)	1 come media annuale	A	0,48	Non Previsto	Non previsto	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi)
		B	0,63			
		C	1,02			

(1) DM 60/02 per PM₁₀, SO₂, CO, NO₂ e benzene; Direttiva 2002/3/CE per O₃; DM 25.11.1994 per BaP.

(*) fra parentesi il totale annuale comprendente la valutazione a posteriori secondo i criteri e i limiti di cui alle Deliberazioni GR 116/02 e 1133/02 dopo l'abrogazione (ottobre 2003)

(**) secondo i criteri e i limiti di cui al DM 60/02 e O.S. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in luogo di 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Tabella 22 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2003 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 ₂ (µg/m ³)	20 come media annuale e invernale [dal 2001]	A	2
		B	1-3
		C	2
NO _x (µg/m ³ di NO ₂)	30 come media annuale [dal 2001]	A	50
		B	65-107
		C	174-282
		D	21
O ₃ (µg/m ³ *h)	18.000 come AOT40 [dal 2010]	A	24.500
		B	6.000-34.000
		D	37.000
		Ind	22.000

(1) DM 60/02 per SO₂ e NO_x; Direttiva 2002/3/CE per O₃



5 Le condizioni meteorologiche.

Nelle figure successive (23-25) sono riportati gli andamenti delle principali variabili meteorologiche rilevati presso la stazione urbana di Firenze-Ximeniano durante l'anno 2003.

I dati statistici mensili e/o annuali con il raffronto rispetto al periodo 1994-2002 sono riassunti nelle tabelle 23-26 e presentati graficamente nelle figure 26-27.

L'anno 2003 è stato caratterizzato dalla cosiddetta "onda di calore" estiva, ovvero da un periodo eccezionalmente lungo nel quale, quasi senza soluzione di continuità, le condizioni meteorologiche si sono mantenute estremamente stabili, con temperature elevate, prolungata assenza di precipitazioni e venti sostanzialmente deboli. Tale periodo iniziato alla fine del mese di maggio si è protratto fino a tutto il mese di agosto.

Dai grafici di figura 23 si osserva infatti come, in tale periodo, gli episodi di piovosità sono limitati ad un unico evento d'intensità non del tutto trascurabile, prodottosi verso la metà del mese di giugno, i cui effetti sulle temperature si sono peraltro limitati ai giorni interessati dalle precipitazioni. Un repentino abbassamento delle temperature (figura 24), limitato anche in questo caso ad uno-due giorni, si è registrato alla fine del mese di luglio ed ha preceduto la fase a maggiore intensità dell'onda di calore. Nell'intero periodo si registra ancora un solo episodio di breve durata nel quale il vento si è portato su valori medi (e massimi giornalieri) di notevole intensità (inizio del mese di luglio, si veda la figura 25).

Il confronto con i dati statistici mensili relativi al tempo di vita della stazione (cioè dal 1994) permette di evidenziare le caratteristiche peculiari di questo periodo, ma fa anche emergere evidenze e particolarità verificatesi durante l'anno, meno eclatanti ma comunque significative.

Per quanto riguarda il periodo estivo suddetto, in termini di temperature medie massime giornaliere si osserva (tabella 24 e figura 27) come i valori registrati nei mesi di maggio, giugno ed agosto risultino esterni e superiori all'intervallo di variabilità del periodo 1994-2002. Mentre, pur essendo elevati, non risultano al di fuori dei corrispondenti intervalli i dati relativi al mese di luglio. D'altra parte le temperature medie massime relative ai mesi di febbraio ed ottobre risultano invece inferiori al valore minimo registrato negli anni precedenti, indicando quindi anche una presunta parziale anomalia termica⁷ di senso inverso.

L'esame dei dati della tabella 23 (figura 26) indica inoltre che l'anomalia termica più rilevante registrata nel caldo periodo estivo è forse da riferirsi alle temperature minime: sono queste infatti che mediamente sono risultate al di sopra dell'intervallo di variabilità degli anni precedenti in tutti i tre mesi estivi (giugno, luglio ed agosto). Anche qui occorre comunque segnalare che i mesi di febbraio ed ottobre hanno registrato valori medi inferiori all'intervallo di variabilità, confermando la presunta anomalia termica già indicata dalle medie dei loro valori massimi.

Da segnalare però che i dati relativi al mese di ottobre sono più incerti in quanto privi della prima settimana, in genere la più calda.

Una diretta rappresentazione dell'anomalia termica di questo prolungato periodo estivo è riportata in figura 28, nella quale sono poste a confronto le distribuzioni di frequenza delle temperature medie orarie del periodo giugno-agosto degli anni dal 2000 al 2003; la caratteristica forma bimodale della distribuzione deriva dall'andamento ciclico ripetuto dell'alternanza dei valori massimi e minimi; nel caso dell'anno 2003 si osserva uno spostamento, quasi dell'intera distribuzione, verso valori più elevati, stimabile per la moda principale e quella secondaria nell'ordine di circa 4 °C.

Per quanto riguarda le precipitazioni si osservano (tabelle 25 e 26) valori complessivi annui decisamente ridotti (anche se non rappresentano il minimo del periodo 1994-2003) con un valore

⁷ È bene sottolineare che si tratta di una indicazione di valore relativo in quanto non riferibile ad un periodo sufficientemente lungo dal punto di vista climatologico.



inferiore all'intervallo di variabilità per il numero complessivo di giorni di precipitazione nell'anno (86 giorni). Le precipitazioni cumulate mensili registrate nel mese di luglio risultano inferiori all'intervallo di variabilità corrispondente. Il mese più piovoso è risultato novembre con 14 giorni di pioggia come gennaio, ma caratterizzato da alcuni eventi con precipitazioni abbondanti, ad esempio l'1/11 con 81 mm o il 26/11 con circa 52 mm. Dalle frequenze per classi di intensità giornaliera delle precipitazioni (tabella 26) si osserva che la riduzione nei giorni di pioggia ha interessato soprattutto la classe intermedia (con precipitazioni comprese tra 1 e 10 mm).

Per quanto riguarda l'influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni degli inquinanti rilevate durante l'anno 2003, si può senz'altro ritenere che le particolari ed estreme condizioni verificatesi durante il periodo estivo abbiano indubbiamente favorito l'innalzamento dei livelli medi di ozono e l'incremento delle frequenze di episodi con valori di picco superiori al livello di informazione. L'assenza di evidenti e prolungati periodi di alta stabilità durante i mesi invernali, ha invece senz'altro favorito la scarsa insorgenza di episodi con elevate concentrazioni di NO₂ e PM₁₀.



Figura 23 = pressione atmosferica media e precipitazioni totali giornaliere

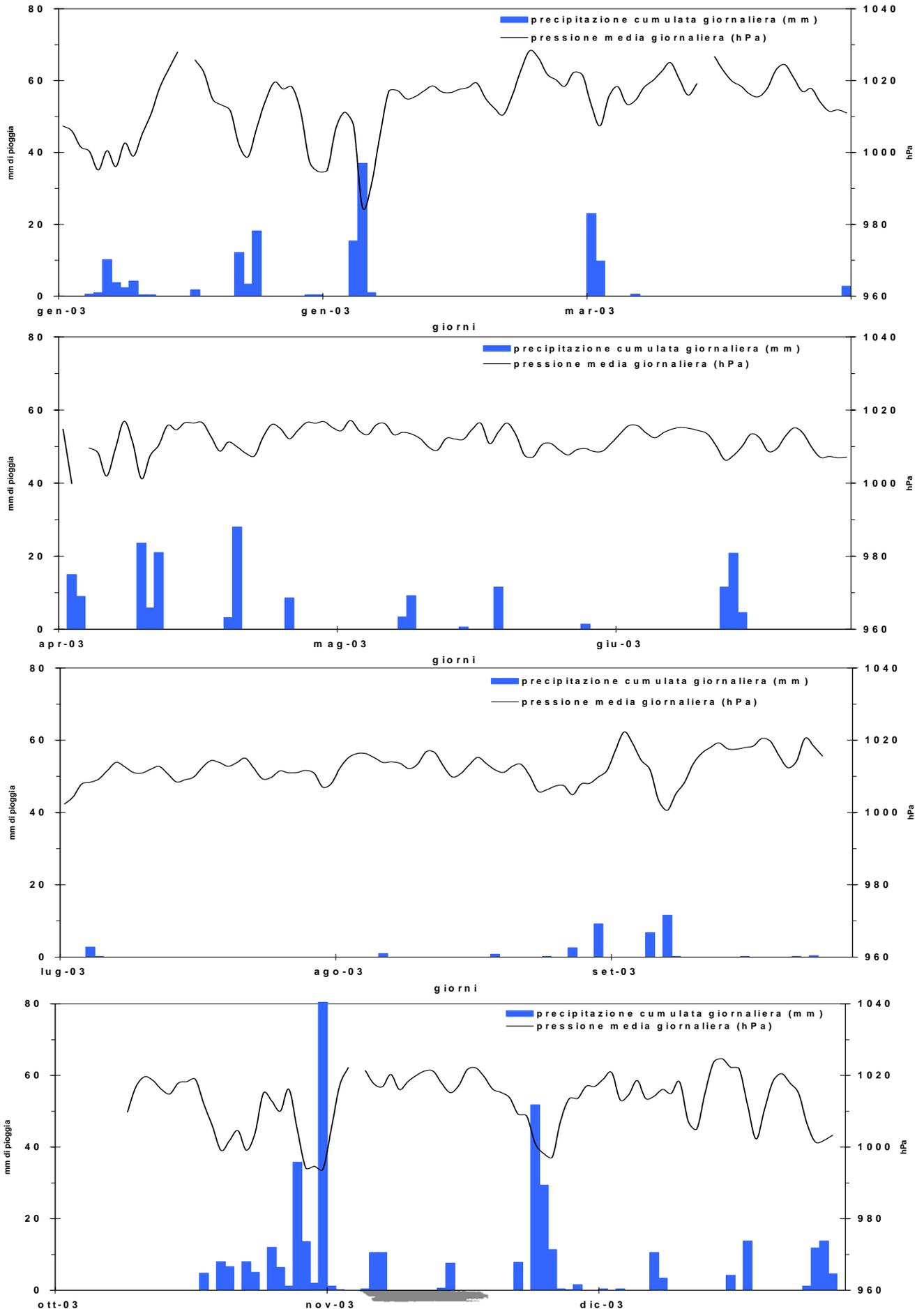


Figura 24 = temperature medie, minime e massime giornaliere (medie orarie)

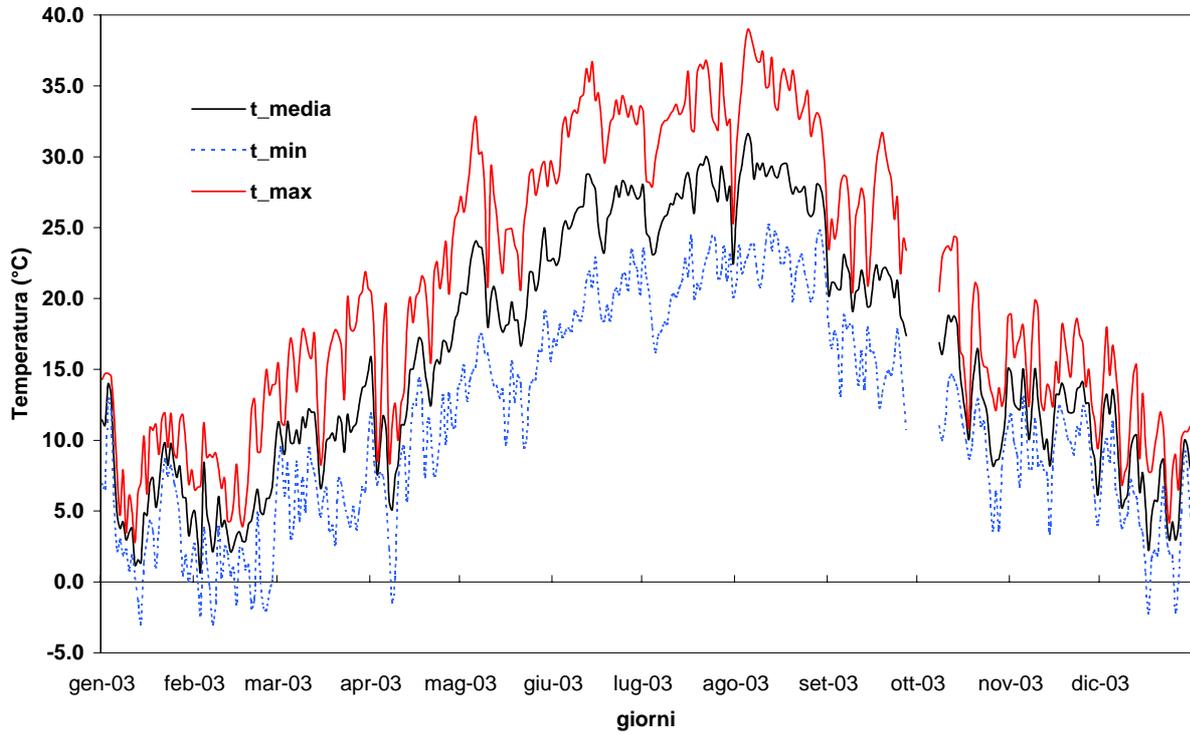


Figura 25 = velocità del vento medie e massime giornaliere (medie orarie)

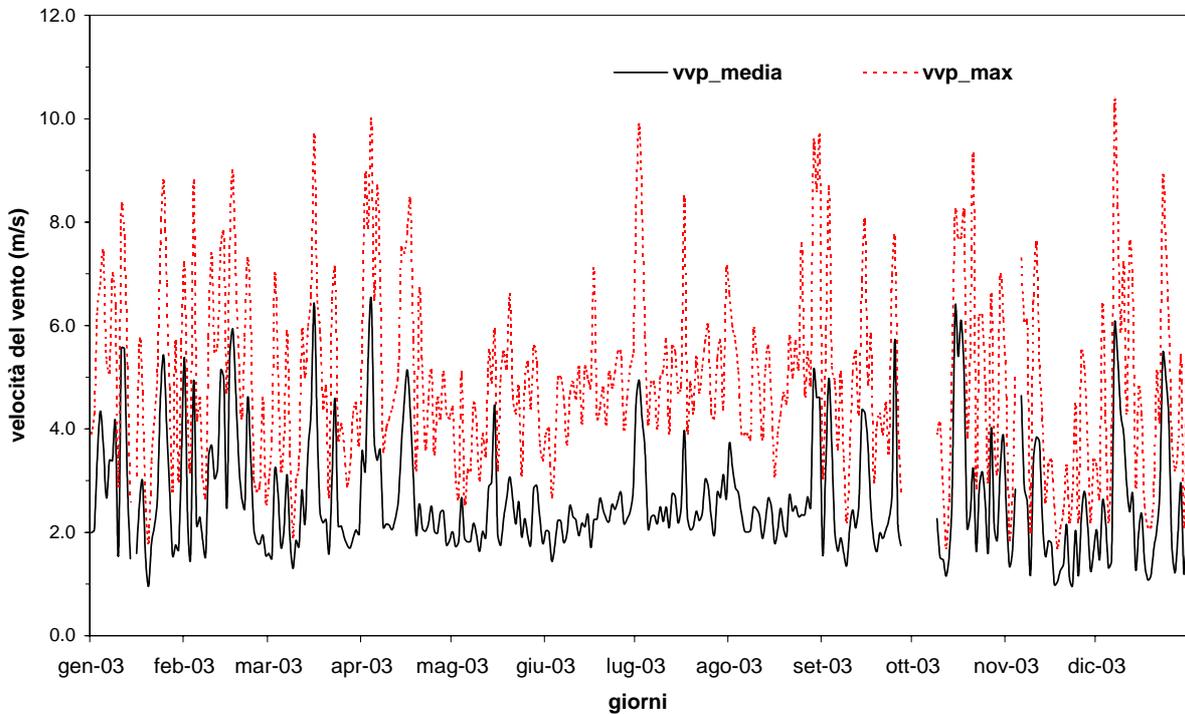


Figura 26 = medie mensili delle temperature minime giornaliere (confronto con il periodo 1994-2002)

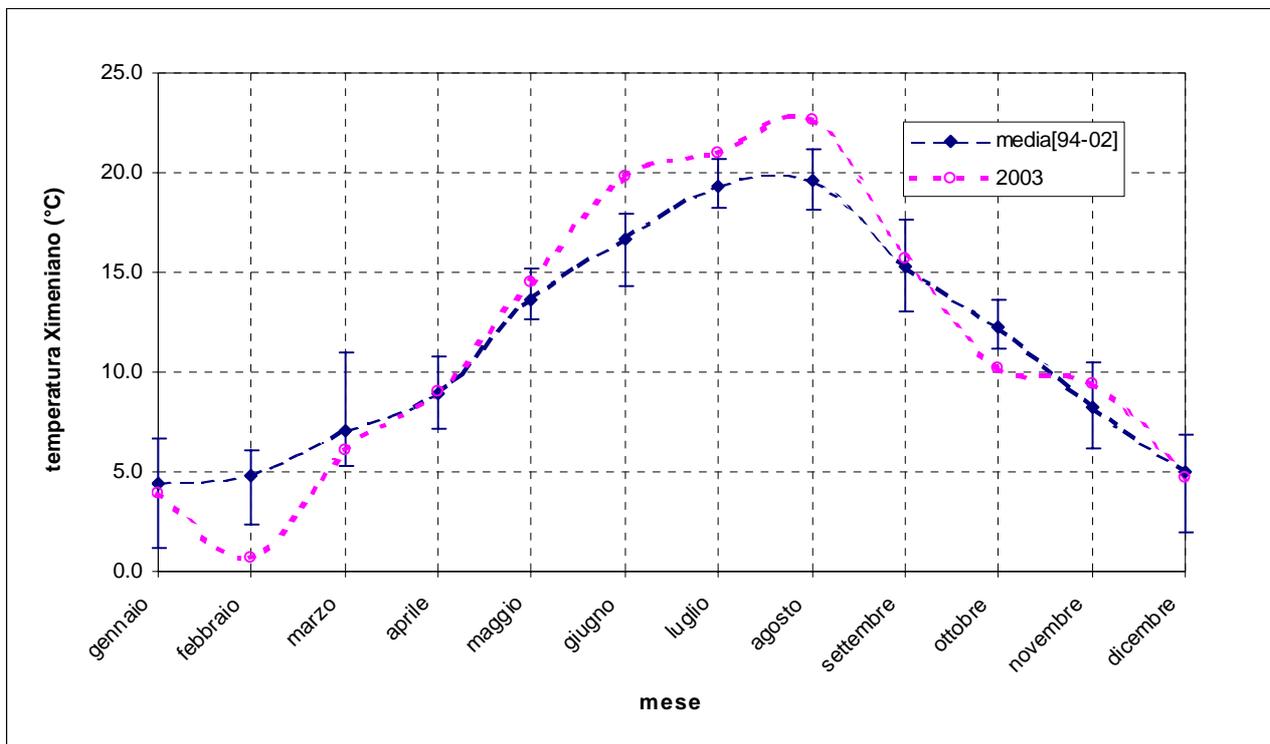


Figura 27 = medie mensili delle temperature massime giornaliere (confronto con il periodo 1994-2002)

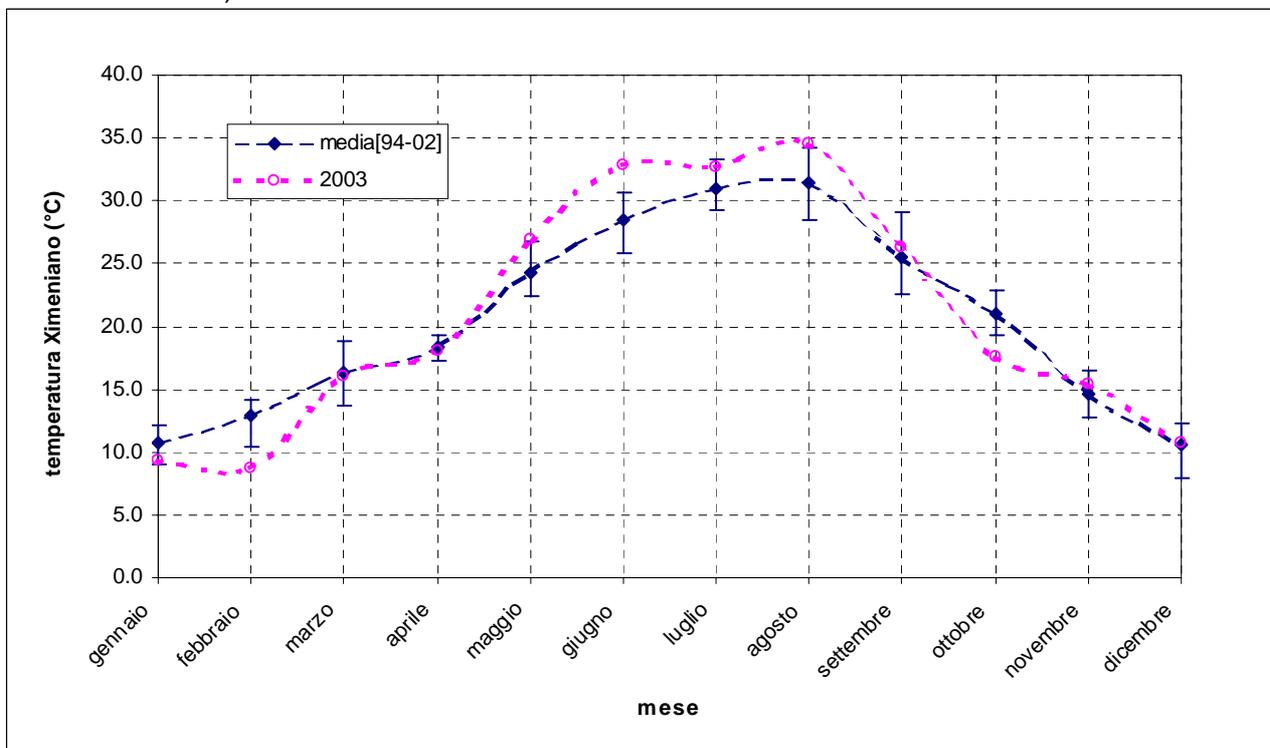


Figura 28 = distribuzione delle frequenze delle temperature medie orarie relative al periodo estivo (giugno-agosto) per gli anni 2000-2003, stazione Ximeniano-Firenze.

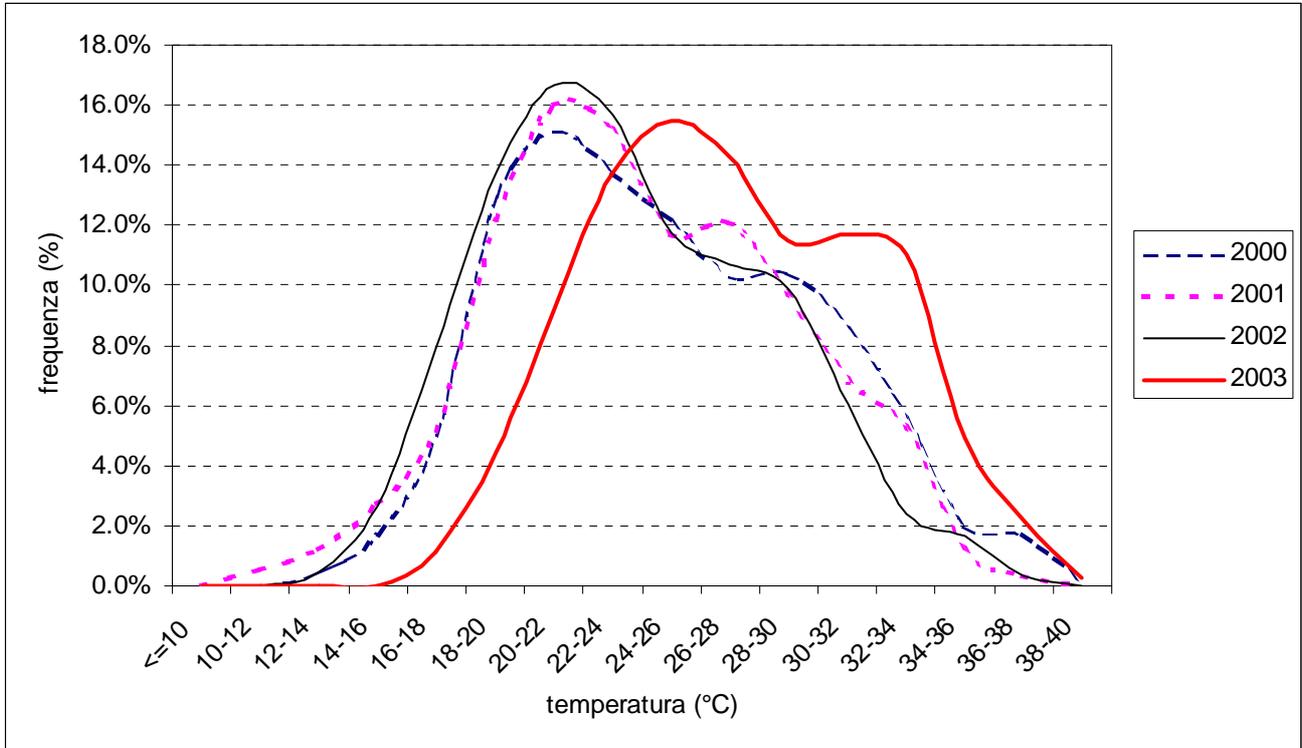


Tabella 23 = medie mensili delle temperature minime giornaliere Firenze – Ximeniano (°C)

mese\anno	2001	2002	2003	Minimo [94-02]	Media [94-02]	Massimo [94-02]
gennaio	6.7	1.2	3.9	1.2	4.4	6.7
febbraio	5.5	6.1	0.7 <	2.4	4.8	6.1
marzo	11.0	6.9	6.1	5.3	7.1	11.0
aprile	7.3	9.3	9.0	7.1	8.9	10.8
maggio	14.2	13.3	14.5	12.6	13.6	15.2
giugno	15.4	17.8	19.8 >	14.3	16.6	18.0
luglio	18.8	19.0	21.0 >	18.2	19.3	20.7
agosto	19.8	18.2	22.6 >	18.1	19.6	21.2
settembre	13.0	14.6	15.7	13.0	15.3	17.6
ottobre	13.6	11.7	10.2 < (*)	11.2	12.2	13.6
novembre	6.9	10.5	9.4	6.1	8.2	10.5
dicembre	2.0	6.9	4.7	2.0	5.0	6.9

(*) dati parziali



Tabella 24 = medie mensili delle temperature massime giornaliere Firenze – Ximeniano (°C)

me\se\anno	2001	2002	2003	Minimo [94-02]	Media [94-02]	Massimo [94-02]
gennaio	11.6	9.0	9.4	9.0	10.8	12.1
febbraio	13.3	13.3	8.8 <	10.5	12.9	14.2
marzo	17.5	17.5	16.1	13.7	16.3	18.8
aprile	17.2	18.4	18.1	17.2	18.4	19.3
maggio	24.2	23.3	26.9 >	22.4	24.3	26.7
giugno	27.9	29.9	32.8 >	25.8	28.5	30.6
luglio	29.9	29.3	32.7	29.3	31.0	33.4
agosto	32.0	28.5	34.6 >	28.5	31.5	34.2
settembre	23.1	23.5	26.3	22.6	25.5	29.1
ottobre	22.7	20.1	17.6 < (*)	19.3	21.0	22.9
novembre	13.2	16.1	15.4	12.8	14.6	16.6
dicembre	7.9	10.7	10.8	7.9	10.6	12.4

(*) dati parziali

Tabella 25 = intensità delle precipitazioni mensili, Firenze – Ximeniano (mm)

me\se\anno	2001	2002	Range [1994-2002]	n° giorni di pioggia 2003	2003
gennaio	109.6	19.0	19.0-112.8	14	59.4
febbraio	51.4	85.4	16.0-144.4	3	53.4
marzo	116.6	2.6	0.8-116.6	4	36.2
aprile	50.2	76.8	45.6-145.8	8	114.2
maggio	67.4	98.2	10.4-98.2	5	26.2
giugno	67.2	27.6	19.6-107.2	3	37.0
luglio	47.6	52.2	11.4-76.2	2	3.0 <
agosto	14.2	147.2	0.8-48.0	4	4.6
settembre	163.4	86.8	4.2-213.2	7	28.6
ottobre	70.8	123.0	12.8-151.0	11	103.4
novembre	48.0	120.2	47.4-330.2	14	213.2
dicembre	64.0	107.6	21.4-166.6	11	65.8
<i>totali</i>	870.4	946.6	604.6-1238.8		745.0
<i>n° giorni</i>	120	119	99-129	86 <	

Tabella 26 = frequenze delle precipitazioni cumulate giornaliere per classi di intensità

intervallo (mm)	2001	2002	Range [1994-2002]	2003
(0;1]	36	22	22-40	24
(1;10]	55	61	40-61	35 <
(10;30]	24	30	16-30	23
(30;100]	5	6	3-13	4
<i>totale giorni</i>	120	119	99-129	86 <



6 Considerazioni riassuntive e finali.

L'analisi dei dati rilevati nell'anno 2003 e del trend storico evidenzia una situazione nella quale si riconoscono aspetti positivi ma anche qualche aspetto negativo.

Gli inquinanti più critici e di cui non è raggiunto e consolidato il rispetto dei valori di riferimento fissati dalla normativa, si confermano: il particolato PM₁₀, il biossido di azoto (NO₂), il benzene e l'ozono (O₃).

La principale causa che determina lo stato di difformità è senz'altro riconducibile alle emissioni direttamente o indirettamente dovute al traffico, alla quale, in talune circostanze, si sovrappongono altre cause occasionali o temporanee.

Si possono ravvisare effetti positivi dovuti al rinnovo del parco dei veicoli a 2 ruote che ha prodotto la consistente sostituzione di veicoli con motore a 2 tempi con altri equipaggiati con motore a 4 tempi. Sul piano delle emissioni, ciò comporta la riduzione importante delle emissioni di benzene e, più in generale, di idrocarburi incombusti (NMHC). Si è osservata la riduzione della concentrazione atmosferica di NMHC che, peraltro, contribuisce alla riduzione della quota di ozono prodotta in area fiorentina.

L'incremento di ozono registrato nel corso del 2003 appare da addebitarsi a circostanze occasionali e del tutto straordinarie quale l'onda di calore registrata nel corso dei mesi estivi, che ne ha favorito la formazione in sede locale, nonostante la riduzione dei precursori, ed ha determinato l'innalzamento del livello di ozono dovuto al trasporto di vasta area.

Altri effetti positivi possono essere riconosciuti nella riduzione della quota di autoveicoli a benzina non catalizzati. Questa variazione produce la riduzione dell'ossido di carbonio (CO), degli idrocarburi incombusti (NMHC), fra cui il benzene, e del monossido di azoto (NO).

Accanto a queste circostanze positive, possiamo menzionare alcune circostanze sfavorevoli al miglioramento della qualità dell'aria e che hanno prodotto effetti negativi soprattutto nei siti esposti alle emissioni ravvicinate di elevati flussi di traffico.

In primo luogo, la tendenza alla diffusione dei veicoli con motore diesel è da ritenersi certamente negativa in quanto tali veicoli, anche se di recente produzione (omologazione EURO III compresa), sono caratterizzati da emissioni elevate di particolato (con granulometria inferiore ad 1 micron) e di NO.

Effetto negativo ha prodotto anche l'aumento del tasso di benzene nella benzina, attuato presumibilmente per incrementare il potere indetonante del carburante senza piombo, a seguito della eliminazione della benzina con piombo. Ciò, probabilmente, ha parzialmente vanificato l'effetto positivo dovuto alla riduzione del circolante a 2 tempi e delle auto a benzina non catalizzate.

Si è osservata la maggiore differenziazione dei livelli di inquinamento fra le aree residenziali ed i siti ad alto traffico di Firenze sugli inquinanti PM₁₀, NO₂ e benzene, i cui livelli di inquinamento hanno mostrato trend opposti nelle due diverse tipologie di sito (salvo le eccezioni più avanti commentate). Questa evidenza sperimentale non è agevolmente interpretabile ma potrebbe essere da porre in relazione alla particolare criticità dei siti ad alto traffico monitorati (V.le Gramsci



e V.le Rosselli) per effetto indiretto delle attività di cantiere. In prima ipotesi, è plausibile ritenere che i flussi di traffico siano risultati maggiormente concentrati e congestionati sulle direttrici portanti della rete. Inoltre, le attività di cantiere possono determinare maggiore polverosità delle strade con incremento della quota di PM₁₀ dovuta alla risospensione. Proprio questo potrebbe essere il motivo dell'elevato livello di PM₁₀ registrato anche in siti a relativa distanza dai flussi veicolari quale quello di Sesto F.no, ubicato in prossimità del cantiere TAV , e di Signa Via Roma in cui si stanno effettuando lunghi lavori di risistemazione dell'area.

Il quadro descritto tiene conto anche dell'andamento meteorologico nell'anno 2003 che nel suo insieme, fatta salva l'eccezionalità del periodo estivo, si è presentato nei limiti della variabilità storica e, di conseguenza, con effetti sui livelli di inquinamento non particolarmente diversi dalla media. Ciò consolida la rappresentatività del monitoraggio e la validità del raffronto con gli standard normativi.

Proprio relativamente a questo aspetto, appare di grande difficoltà conseguire il rientro nello standard fissato al 2005 relativamente alla media annuale di PM₁₀ che, indipendentemente da circostanze occasionali, appare al limite o poco sotto di esso nelle zone residenziali dell'area omogenea di Firenze, ma decisamente superiore nei siti ad alto traffico. Né si vede un trend di riduzione che consenta di ipotizzare i tempi del rientro nello standard.

Una considerazione analoga vale per l'inquinante NO₂, pur essendo posta al 2010 la scadenza temporale di rispetto per la media annuale.

Per il benzene, se possiamo ritenere conseguito il rispetto dello standard fissato al 2005, ben meno certo è il conseguimento dell'obiettivo posto al 2010, almeno nei siti ad elevato traffico.

Da considerare attentamente è anche il livello di banzo(a)pirene che, nonostante il trend positivo si mantiene superiore al limite di riferimento nei siti "traffico".

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.

Per valutazioni più accurate e dettagliate sugli effetti stimati di variazione dei livelli di emissione in funzione di alcuni scenari di parco circolante, si veda il Piano di Azione Comunale, redatto dal Comune di Firenze nell'anno 2003, e relativi allegati.



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)⁸;
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 O₃ che si confermano decisamente superiori agli standard di riferimento fissati come valori "bersaglio" con scadenza temporale al 2010.

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 Valeria Tricarico*

L'attività di monitoraggio è svolta dai tecnici:

- *Vincenzo D'Aleo*
- *Marco Degl'Innocenti*
- *Paolo Miola*
- *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)

⁸ 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.

