



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

**Dipartimento provinciale di Firenze
Via Ponte alle Mosse, 211
50144 Firenze**

RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITA' DELL'ARIA

RETE DI MONITORAGGIO DELLA PROVINCIA DI FIRENZE

ANNO 2009

Firenze, aprile 2010

INDICE

PARTE 1

1	STRUTTURA DELLA RETE PROVINCIALE DI FIRENZE	4
2	LA RETE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA.....	8
3	EFFICIENZA DELLA RETE DI RILEVAMENTO.....	8
4	CAMPAGNE DI RILEVAMENTO.....	9
5	LIMITI NORMATIVI.....	10
6	DATI RILEVATI NELL'ANNO 2009.....	14
6.1	Valori degli Indicatori e confronto con i valori limite	14
6.2	Valutazione di conformità al valore limite per le stazioni della rete regionale.....	19
6.3	Episodi acuti	20
6.4	Elaborazioni e trend per inquinante	21
6.4.1	Monossido di carbonio (CO)	21
6.4.2	Biossido di zolfo (SO ₂)	22
6.4.3	Biossido di azoto(NO ₂).....	24
6.4.4	Polveri (PM ₁₀).....	27
6.4.5	Benzene.....	32
6.4.6	Ozono (O ₃).....	32
7	CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI.....	37

PARTE 2

1	INDICATORI PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE	42
1.1	Ossidi di azoto totali (NO _x)	42
1.2	Biossido di zolfo (SO ₂)	44
1.3	Ozono (O ₃)	46
2	MISURAZIONI INDICATIVE	49
2.1	Benzo[a]pirene	49
2.2	Benzene	50
2.3	Metalli	52
3	VALORI MASSIMI MISURATI PER ALCUNI INDICATORI	55
4	SOGLIE DI VALUTAZIONE SUPERIORE E INFERIORE	57
4.1	Confronto con gli indicatori relativi alla Rete Provinciale	59
4.1.1	Monossido di carbonio (CO)	60
4.1.2	Biossido di zolfo (SO ₂).....	60
5	ANDAMENTO METEOROLOGICO 2009.....	62
5.1	Temperatura	62
5.2	Umidità relativa	66
5.3	Velocità e direzione del vento	67
5.4	Precipitazioni e pressione atmosferica	73
5.5	Radiazione globale	76

PARTE PRIMA

1. STRUTTURA DELLA RETE PROVINCIALE DI FIRENZE

Nel territorio dei Comuni di Firenze, Calenzano, Campi Bisenzio, Scandicci e Signa, (che fanno parte dell'area omogenea definita dalla Deliberazione G.R.Toscana n. 1406 del 21.12.2001¹), ed inoltre nel territorio dei Comuni di Empoli, Montelupo Fiorentino, Greve in Chianti, Incisa Val D'Arno e Pontassieve è presente una rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà della Amministrazione Provinciale di Firenze e gestita dal Dipartimento Provinciale ARPAT, costituita da n° 15 stazioni fis se per il rilevamento degli inquinanti (di cui 2 rilevano anche i parametri meteo) e da n°3 stazioni meteorologiche.

Alcune delle stazioni della rete provinciale, fanno anche parte delle reti regionali virtuali per l'ozono e per il PM10, definite rispettivamente dalle Deliberazioni G.R. Toscana rispettivamente n. 27/06 e n. 377/06 (vedi capitolo 2).

Nel Comune di Sesto Fiorentino, che fa parte dell'area omogenea, è stata in funzione una ulteriore stazione, ubicata in località Quinto nei pressi del cantiere di scavo della galleria Sesto-Vaglia, fino al 2007 è di proprietà del Consorzio CAVET (appaltatore dei lavori per la realizzazione della tratta ferroviaria TAV), che nell'anno 2008 è stata acquisita dalla Provincia di Firenze. Tale stazione ha ripreso la sua attività nel mese di giugno 2009.

Nella tabella 1.1 è fornita una descrizione delle stazioni chimiche della rete pubblica attive nell'arco del 2009 in termini di localizzazione, classificazione e appartenenza o meno alle reti regionali virtuali.

La figura 1 mostra la mappa della localizzazione delle stazioni per il rilevamento degli inquinanti relative all'Area Omogenea. Nella figura 2 sono mostrate le localizzazioni delle stazioni di rilevamento degli inquinanti e dei parametri meteorologici nella zona Empoli-Montelupo.

Oltre alle stazioni chimiche, la rete pubblica provinciale, comprende anche n°3 stazioni per il rilevamento di parametri meteorologici:

- M1 - Firenze, P.za S. Lorenzo (c/o Osservatorio Ximeniano)
- M2 - Calenzano, c/o miniera Cementeria UNICEM
- M3 - Empoli Riottoli, c/o acquedotto

¹ L'area omogenea comprende anche i Comuni di Bagno a Ripoli, Lastra a Signa e Sesto Fiorentino nei quali, attualmente, non sono attive stazioni di rilevamento pubbliche, salvo una stazione privata a Sesto Fiorentino. 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.

Tabella 1.1 Stazioni fisse di misura nella Rete Provinciale (anno 2009)

Comune-ubicazione	N° (1)	Tipo zona ² Decisione 2001/752/CE	Tipo stazione ³ Decisione 2001/752/CE	Appartenenza alle reti virtuali regionali
Firenze-Boboli	1	Urbana	fondo	Ozono, PM10
Firenze-V.le U. Bassi	2	Urbana	fondo	PM10
Firenze-V.le Gramsci	5	Urbana	traffico	PM10
Firenze-V. Ponte alle Mosse	7	Urbana	traffico	PM10
Firenze-V. Desiderio da Settignano	8	Rurale	fondo	Ozono
Scandicci-V. Buozzi	11	Urbana	fondo	Ozono, PM10
Calenzano -V. Giovanni XXIII	9	Periferica	fondo	
Calenzano -V. Boccaccio	10	Rurale	industriale	
Signa-V. Roma	14	Urbana	fondo	
Campi B.-Via Orly	15	Periferica	fondo	
Montelupo – Via Asia	16	Urbana	fondo	Ozono
Empoli – Via Ridolfi	17	Urbana	traffico	
Greve in Chianti – Passo Pecorai		Rurale	Industriale	
Pontassieve – Curiel		Urbana	fondo	
Incisa Val D'Arno - Stadio		Urbana	fondo	
Sesto Fiorentino – Gramsci (*)	18	Urbana	fondo	

(*) Attiva da Giugno 2009

(1) Riferimento Figure 1 e 2

Nella tabella 1.2 è indicata la georeferenziazione (coordinate Gauss-Boaga e quota sul livello del mare) delle postazioni della rete.

La composizione della rete è sintetizzata in tabella 1.3, dove si evidenziano gli inquinanti monitorati in ciascuna stazione.

Le operazioni di manutenzione e calibrazione della strumentazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria sopra descritta, di proprietà della Provincia di Firenze, vengono svolte da una ditta privata specializzata. Il Dipartimento di Firenze di ARPAT, in collaborazione con il Centro Regionale di Tutela della qualità dell'aria di Livorno, esegue a sua volta verifiche e controlli al fine di assicurare la qualità del dato.

E' attualmente in fase di redazione un documento di processo da certificare ISO 9001, che verrà adottato da tutti i dipartimenti di ARPAT al fine di rendere omogenee le modalità di gestione delle reti provinciali.

² tipo zona Decisione 2001/752/CE:

- urbana: centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti
- PERIFERICA: periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale)
- rurale: all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

³ tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

- traffico: se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- industriale: se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- fondo: misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale

Figura 1 = Localizzazione delle stazioni fisse di misura nell'area omogenea.

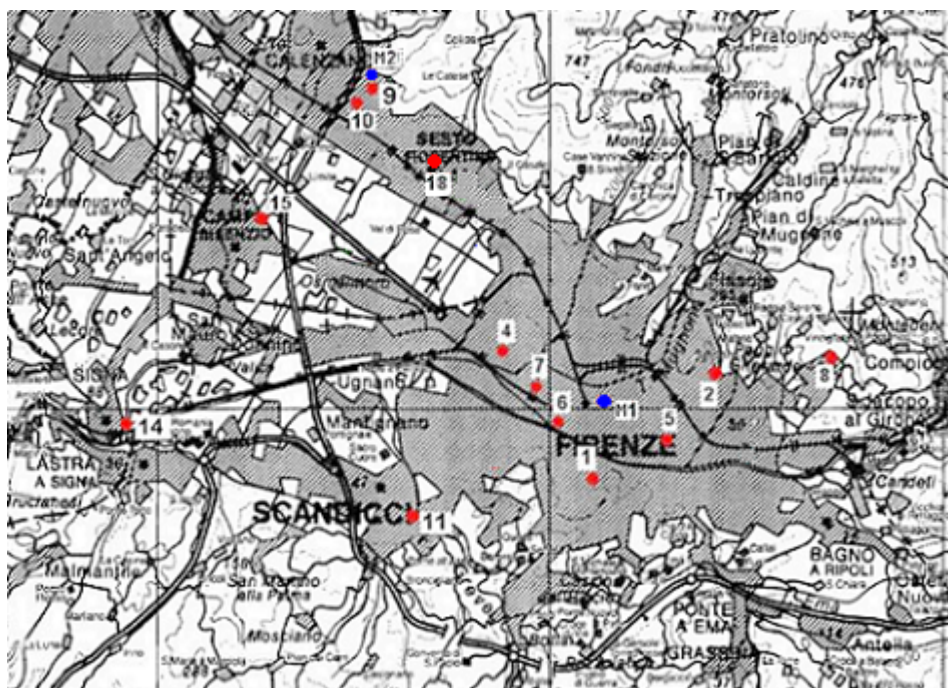


Figura 2 = Localizzazione delle stazioni fisse di misura nella zona Empoli-Montelupo.



● Stazione chimica pubblica ● Stazione meteo pubblica

Tabella 1.2 - Georeferenziazione delle stazioni

Nome stazione	Coordinate geografiche (Gauss Boaga)		Quota Slm
	EGB	NGB	m
Firenze-Boboli	1680982	4848157	75
Firenze-V.le U. Bassi	1684020	4850623	61
Firenze-V.le Gramsci	1682817	4849080	49
Firenze-V. Ponte alle Mosse	1679502	4850406	47
Firenze-V. Desiderio da Settignano	1686941	4850978	195
Scandicci-V. Buozzi	1676484	4847120	44
Calenzano-V. Giovanni XXIII	1675565	4857223	40
Calenzano-V. Boccaccio	1674961	4857424	40
Signa-V. Roma	1668877	4849462	45
Campi B.-Via Orly	1672616	4854297	44
Montelupo – Via Asia	1662728	4843793	48
Empoli – Via Ridolfi	1656942	4842412	27
Greve in Chianti – Passo Pecorai	1684203	4832838	172
Pontassieve – Curiel	1696408	4849427	84
Incisa Val D'Arno - Stadio	1697763	4836876	125
Sesto Fiorentino - Gramsci	1677814	4855257	42

Tabella 1.3 - Inquinanti/parametri monitorati in ciascuna stazione

Stazione	CO (1)	NO _x (2)	O ₃ (3)	SO ₂ (4)	PM ₁₀ (5)	PM _{2.5} (6)	Meteo (7)
Firenze-Boboli	X	X	X ⁽⁸⁾	X	X ⁽⁸⁾		
Firenze-V.le U. Bassi	X	X		X	X ⁽⁸⁾		
Firenze-V.le Gramsci	X	X			X ⁽⁸⁾		
Firenze-V. Ponte alle Mosse	X	X		X	X ⁽⁸⁾		
Firenze-V. Desiderio da Settignano		X	X ⁽⁸⁾				
Calenzano-V. Giovanni XXIII		X	X		X		
Calenzano-V. Boccaccio			X		X		
Scandicci-V. Buozzi	X	X	X ⁽⁸⁾	X	X ⁽⁸⁾		
Signa-V. Roma		X			X		
Campi Bisenzio/Via Orly		X			X		
Sesto-V. Gramsci	X	X		X	X		
Montelupo - Via Asia		X	X ⁽⁸⁾		X		
Empoli - Via Ridolfi	X	X		X	X		
Greve in Chianti – Passo Pecorai		X		X	X	X	X
Pontassieve - Curiel		X			X	X	
Incisa Val D'Arno - Stadio		X			X		X
Sesto Fiorentino- Gramsci	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) Velocità e direzione vento, temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, radiazione globale e netta, pioggia

(8) Appartenente alla relativa rete regionale

2. LA RETE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA

La revisione tecnica dell'intera struttura di rilevamento esistente nel territorio regionale, condotta dalla Giunta Regionale insieme ad ARPAT ed alle amministrazioni provinciali a partire dal 2003, ha avuto la finalità di assicurare una corretta gestione delle reti, una adeguata copertura territoriale del rilevamento e l'ottimizzazione delle risorse disponibili, per ottenere le informazioni necessarie, anche per la trasmissione dei dati a livello nazionale ed europeo, ed ha individuato le postazioni di misura con rappresentatività coerente con le indicazioni normative europee e nazionali.

In particolare, questa attività ha riguardato la classificazione e la verifica della rappresentatività spaziale in coerenza con la normativa delle postazioni esistenti per il rilevamento dell'ozono e delle polveri sottili (PM₁₀)

Successivamente, gli studi effettuati hanno portato alla individuazione di distinte strutture di rilevamento a scala regionale per ognuno di questi inquinanti (infatti essi possiedono peculiarità che impongono modalità differenti nel loro rilevamento, in particolare nelle ubicazioni delle postazioni e quindi nella rappresentatività spaziale di queste).

Di conseguenza, la Giunta Regionale ha definito con la Deliberazione n. 27/06 "Determinazione della struttura regionale di rilevamento per l'ozono ai sensi dell'art. 6 del D. lgs n. 183/04" e con la Deliberazione n. 377/06 "Determinazione della struttura regionale di rilevamento per il PM10 ai sensi del DM 60/02" le prime due reti regionali.

ARPAT ha in fase di avanzata redazione lo studio che determinerà una proposta di reti regionali per gli ossidi di azoto (NO_x), il biossido di zolfo (SO₂) e il monossido di carbonio (CO).

La serie di dati di qualità dell'aria ottenuti dalle stazioni appartenenti alle reti regionali virtuali⁴, al fine dell'effettuazione della verifica di conformità ai valori limite previsti dalla normativa, rispondono agli obiettivi di qualità indicati nell'allegato I della Direttiva 1008/50/CE.

3. EFFICIENZA DELLA RETE DI RILEVAMENTO

In tabella 2.1 si riporta la % di dati orari validi (giornalieri per PM10) elaborati secondo i criteri definiti dalla normativa (Direttiva 2008/50/CE – DM 60/02 – D.lgs 183/04), nonché il relativo confronto con i valori soglia.

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni inquinante misurato in continuo, l'insieme dei dati raccolti è considerato conforme alla normativa ed utilizzabile per il calcolo dei parametri statistici quando il periodo minimo di copertura (rendimento strumentale) è almeno pari al 90% per SO_x, NO_x, NO₂, PM₁₀, Pb, benzene e CO (Allegato 1 Direttiva 2008/50/CE – Allegato X DM 60/02), sempre il 90% per l'ozono, ma con le precisazioni e le eccezioni riportate al punto II allegato III del D.lgs 183/04 e nell'Allegato 1 Direttiva 2008/50/CE). Il rendimento è calcolato come percentuale di dati generati e rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla calibrazione degli analizzatori).

⁴ Per rete regionale virtuale si intende una struttura rispondente alla normativa tecnica e in grado di fornire un'adeguata informazione sui livelli di inquinamento a livello – appunto – regionale, costituita da una parte delle postazioni esistenti, facenti parte dei vari sistemi provinciali, selezionate allo scopo.

Tabella 2.1 Efficienza % degli analizzatori delle postazioni fisse

Stazione	Efficienza (%)				
	Conformità alla normativa di riferimento (Direttiva 2008/50/CE – DM 60/02)				
	Parametro: dati orari (giornalieri per PM10)				
	CO	NO _x	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Firenze-Boboli	100	91	100	100 ⁽²⁾	N.P.
Firenze-V.le U. Bassi	100	79	100	100 ⁽²⁾	N.P.
Firenze-V.le Gramsci	100	90	N.P.	100 ⁽²⁾	N.P.
Firenze-V. Ponte alle Mosse	100	68	100	86 ⁽²⁾	N.P.
Firenze-V. Desiderio da Settignano	N.P.	97	N.P.	N.P.	N.P.
Scandicci-V. Buoizzi	100	95	100	100 ⁽²⁾	N.P.
Calenzano-V. Giovanni XXIII	N.P.	85	N.P.	90.	N.P.
Calenzano-V. Boccaccio	N.P.	N.P.	N.P.	96	N.P.
Signa-V. Roma	N.P.	95	N.P.	100	N.P.
Campi Bisenzio-V. Orly	N.P.	100	N.P.	100	N.P.
Montelupo – Via Asia	N.P.	95	N.P.	100	N.P.
Empoli – Via Ridolfi	99	98	100	100	N.P.
Greve in Chianti – Passo Pecorai	N.P.	92	98.	76	76
Pontassieve – Curiel	N.P.	98	N.P.	83	83
Incisa Val D'Arno – Stadio	N.P.	85	N.P.	100	N.P.
Sesto Fiorentino – Gramsci (1)	55	57	N.P.	59	N.P.
	O ₃				
	Efficienza (%)				
	Conformità alla normativa di riferimento (Direttiva 2008/50/CE – D.Leg. 183/04) Parametro: dati orari				
Firenze-Boboli	100 ⁽²⁾				
Firenze-V. Desiderio da Settignano	98 ⁽²⁾				
Scandicci-V. Buoizzi	98 ⁽²⁾				
Calenzano-V. Giovanni XXIII	89				
Calenzano-V. Boccaccio	100				
Montelupo – Via Asia	98 ⁽²⁾				
Incisa	100				

N.P. = analizzatore non presente nella stazione

(1) Stazione attivata da Giugno 2009

(2) Analizzatore appartenente alla relativa rete regionale virtuale

Si precisa che a causa di una serie di inconvenienti tecnici, relativi a malfunzionamento degli analizzatori per prolungati periodi di tempo, l'insieme dei dati validi relativi ai seguenti inquinanti risulta insufficiente ai fini dell'elaborazione degli indicatori previsti dalla normativa:

- PM₁₀ e PM_{2.5} della stazione di Greve-Passo dei Pecorai
- PM₁₀ e PM_{2.5} della stazione di Pontassieve Curiel
- PM₁₀ e NO₂ della stazione di Firenze-Mosse
- NO₂ della stazione di Firenze-Bassi
- O₃ e NO₂ della stazione di Calenzano-giovanni XXIII
- NO₂ della stazione di Incisa-stadio

Sono inoltre insufficienti per il calcolo degli indicatori, tutti i dati relativi agli strumenti presenti nella stazione di Sesto Fiorentino dato che tale stazione è stata attivata nel giugno 2009.

4. CAMPAGNE DI RILEVAMENTO

Nel corso dell'anno 2009 sono state inoltre effettuate le seguenti campagne di monitoraggio per gli inquinanti benzene, benzo[a]pirene e altri IPA, metalli pesanti.

1. Nei siti Firenze-Bassi (fondo urbano), Firenze-Mosse (medio traffico), Calenzano-Boccaccio (industriale), Campi-Orly (fondo urbano) per la determinazione di benzene mediante campionatori passivi e successiva analisi gas cromatografica con detector a ionizzazione di fiamma (GC-FID);

2. nei siti Firenze-Bassi (fondo urbano), Firenze-Mosse (medio traffico) e Calenzano-Boccaccio (industriale), 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 alte prestazioni con detector a fluorescenza (HPLC-FA);

3. nel sito Campi Bisenzio-Orly (fondo urbano), per la determinazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (benzo(a)pirene ed altri IPA cancerogeni) mediante campionamento di PM₁₀ e successiva analisi come indicato al punto precedente, e per la determinazione dei metalli Pb, Ni, Cd e As mediante campionamento di PM₁₀, successivo attacco acido e analisi per spettrometria di assorbimento atomico con atomizzazione elettrotermica (ETA-AAS).

Nella tabella 4.1 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 4.1 = Campagne per benzene, per benzo(a)pirene (e altri IPA) e per metalli effettuate nell'area omogenea.

Parametro	Supporto di campionamento	Strumento di campionamento (Marca/modello)	Periodo	Siti di Campionamento	Note
benzene	Fiala carbone	Campionatore passivo (radiello®)	anno	Fi - Bassi Fi - Mosse Campi - Orly Calenzano-Boccaccio	14 giorni al mese
IPA	Membrana in fibra di quarzo	Tecora SKYPOST	anno	Fi - Bassi Fi - Mosse Calenzano-Boccaccio	1 settimana al mese
IPA	Membrana in fibra di quarzo	Tecora SKYPOST	anno	Campi - Orly	16 giorni al trimestre
Metalli (Pb, Cd, Ni, As)	Membrana in fibra di teflon	Tecora SKYPOST	anno	Campi - Orly	16 giorni al trimestre

I dati relativi alla determinazione del benzene nelle stazioni di Fi-Bassi, FI-Mosse e Campi Bisenzio, soddisfano i criteri previsti dall'allegato 1 della direttiva 2008/50/CE riguardo il periodo minimo di copertura dei dati per le misure discontinue, che deve essere superiore al 35% dell'anno e omogeneamente distribuito nell'arco di esso nei siti non industriali, mentre deve essere superiore al 90% nei siti industriali.

IPA, Metalli e il valore di benzene relativo al sito industriale di Calenzano – Boccaccio soddisfano comunque i criteri previsti nell'allegato 1 per avere valenza indicativa. Per la loro trattazione si rimanda alla seconda parte della presente relazione.

5. LIMITI NORMATIVI

Per ciascun inquinante vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati e viene mostrato il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa europea, recepiti con il citato D. M. Ambiente n°60/02 o, per l'inquinante ozono, con il Dlgs 183/04.

In realtà la normativa europea definisce per ciascun inquinante (salvo l'ozono) specifici margini di tolleranza che si riducono progressivamente entro date 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 alla scadenza. 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 e dalla data effettiva di entrata in vigore (2010 ed oltre). 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.

Relativamente all'inquinante PM₁₀, le indicazioni che si desumono dal DM 60/02 mostrano qualche elemento di incertezza e di indeterminazione già presente nella Direttiva 1999/30/CE. Infatti, nel decreto sono state previste due "fasi" a ciascuna delle quali sono stati associati specifici valori di riferimento. Mentre per la prima fase tali valori sono ben esplicitati e entrano pienamente in vigore dal 1.1.2005 (media annuale 40 µg/m³, n. 35 giorni con concentrazione maggiore di 50 µg/m³), nell'applicazione all'anno 2009 dei valori di riferimento relativi alla seconda fase⁵, definiti "indicativi", si dovrebbero assumere i seguenti: media annuale 22 µg/m³ e n. 7 giorni con concentrazione maggiore di un valore pari a 50 µg/m³ più un margine di tolleranza da stabilirsi "in base ai dati, deve essere equivalente al valore limite della fase 1" (DM 60/02, allegato III). Il margine di tolleranza non è stato stabilito.

Queste incertezze sono tuttavia superate dalla Direttiva 2008/50/CE, che peraltro ad oggi non è ancora stata recepita, la quale conferma infatti i valori di riferimento già prescritti per la prima fase relativamente al PM₁₀ e cassa quelli prefigurati per la seconda fase, i quali non verranno quindi trattati nel presente rapporto. Contestualmente, viene introdotto un valore limite per la media annuale di PM_{2,5}.

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

I valori limite relativi ai vari inquinanti e le relative scadenze temporali sono riassunti nelle seguenti tabelle:

Tabella 5.1 MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti (punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1.01.2005

⁵ "che vanno riveduti alla luce delle ulteriori informazioni relative agli effetti sulla salute e sull'ambiente, alla fattibilità tecnica e all'esperienza acquisita nell'applicazione dei valori limite della fase 1 negli stati membri" (DM 60/02, allegato III, nota 1)

Tabella 5.2 OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti (punto B Allegato XI, punto A Allegato XII ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 da non superare più di 18 volte per l'anno civile.	1.01.2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2	1.01.2010
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_x	1.01.2010
Soglia di allarme	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2	1.01.2010

Tabella 5.3 BIOSSIDO DI ZOLFO – normativa e limiti (limiti (punto B Allegato XI, punto A Allegato XII, ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana.	1 ora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per l'anno civile.	1.01.2005
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile	1.01.2005
Valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e inverno (1° Ottobre – 31 Marzo)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.07.2001
Soglia di allarme	Anno civile Superamento di 3 ore consecutive	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.01.2010

Tabella 5.4 OZONO – normativa e limiti (punti B, C Allegato VII e punto B XII Direttiva 2008/50/CE - DLeg 183/04)

	Periodo di mediazione	Valori di riferimento
Soglia di informazione.	Media massima oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme.	Media massima oraria.	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore bersaglio per la protezione della salute umana.	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni (in vigore a partire dal 01.01.2010)
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 5 anni (in vigore a partire dal 01.01.2010)
Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.	Media su 8 ore massima giornaliera.	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione.	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Beni materiali.	Media Annuale	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabella 5.5 Materiale particolato PM10 – normativa e limiti (punto B Allegato XI - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	1.01.2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10	1.01.2005

Tabella 5.6 Materiale particolato PM_{2,5} – normativa e limiti (punti C, D, E Allegato XIV)

	Periodo di mediazione	Valori limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³ è applicato un margine di tolleranza del 20 % al giorno 11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% il 1 gennaio 2015	1.01.2015
Obbligo di Concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana	Anno civile	20 µg/m ³	1.01.2015
Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	01.01-2010

Per quanto attiene il valore limite del PM_{2,5}, il punto E prevede anche una fase 2 da raggiungersi il 1 gennaio 2020 con un valore pari a 20 µg/m³. Tale Valore limite è ritenuto indicativo in relazione alla verifica della Commissione da effettuarsi nel 2013, alla luce di ulteriori informazioni in materia di conseguenze sulla salute e sull'ambiente, fattibilità tecnica ed esperienza del valore obiettivo negli Stati membri.

Tabella 5.7 Benzene – normativa e limiti (punto B Allegato XI - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana.	Anno civile	5 µg/m ³	1.01.2010

6. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2009

6.1 Valori degli indicatori e confronto con i valori limite

Ai fini dell'elaborazione degli indicatori da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa, si considerano le serie di dati raccolti mediante le stazioni fisse della rete di monitoraggio e mediante le campagne, con rappresentatività annuale o assimilabile ad essa.

Tutti i valori di concentrazione sono espressi in unità di massa (ng, µg, mg) per metro cubo (m³) di aria e sono riferiti a 20°C (alla temperatura ambiente per PM).

Onde inquadrare il contesto complessivo della qualità dell'aria, in tabella 6.1 sono riportati i valori medi annuali di ogni inquinante misurato per ogni stazione.

Si noti che le medie relative agli inquinanti NO₂ e NO_x della stazione Fi-Mosse non sono riportati dato che il numero troppo esiguo di dati validi presenti non consente di desumere alcun tipo di indicazione dalle elaborazioni

Tabella 6.1 valori medi annuali rete provinciale di Firenze anno 2009

Stazioni	CO mg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO _x µg/m ³	SO ₂ µg/m ³	PM10 µg/m ³	Benzene µg/m ³	O ₃ µg/m ³
Firenze-Boboli	0.4	33	50	1	25 (*)	N.P.	51 (*)
Firenze-V.le U. Bassi	0.5	45(**)	82	2	27 (*)	2.1	N.P.
Firenze-V.le Gramsci	1.4	98	250	N.P.	43 (*)	N.P.	N.P.
Firenze-V. Ponte alle Mosse	0.8	NON DISPONIBILE	NON DISPONIBILE	2	43 (*)(**)	3.8	N.P.
Firenze-V. D. da Settignano	N.P.	16	20	N.P.	N.P.	N.P.	63 (*)
Scandicci-V. Buozzi	0.5	38	67	1	35 (*)	N.P.	46 (*)
Calenzano-V. Giovanni XXIII	N.P.	28 (**)	52 (**)	N.P.	37	N.P.	38(**)
Calenzano-V. Boccaccio	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	24	N.P.	37
Signa-V. Roma	N.P.	32	55	N.P.	41	N.P.	N.P.
Campi Bisenzio-V. Orly	N.P.	23	81	N.P.	34	2.0	N.P.
Montelupo - Via Asia	N.P.	37	84	N.P.	26	N.P.	30 (*)
Empoli - Via Ridolfi	0.6	59	118	1	32	N.P.	N.P.
Greve in Ch. – Passo Pecorai	N.P.	18	26	1	25(**)	N.P.	N.P.
Pontassieve - Curiel	N.P.	15	33	N.P.	23(**)	N.P.	N.P.
Incisa - Stadio	N.P.	40 (**)	105 (**)	N.P.	21	N.P.	30

(*) = appartenente alla rete regionale (**) = copertura dati inferiore al minimo previsto dalla normativa

N.P. = strumento non presente

Per semplicità di consultazione, riportiamo nelle seguenti tabelle una sintesi degli indicatori calcolati, relativamente ai valori limite “per la protezione della salute umana”, sia quelli attualmente in vigore sia quelli che lo saranno.

Tabella 6.2 - Biossido di Zolfo (SO₂)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie orarie >350 µg/m ³	Valore limite	N° medie giornaliere >125 µg/m ³	Valore limite
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	0	24 (in vigore dal 1.01.2005)	0	3 (in vigore dal 1.01.2005)
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	0		0	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	0		0	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	0		0	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	0		0	
Greve-Passo dei Pecorai	Rurale	Industriale	0		0	

Dall'esame delle tabelle 6.2 e 6.3 si osserva che sono rispettati i limiti di riferimento relativi a monossido di carbonio e biossido di zolfo.

Tabella 6.3 - Monossido di Carbonio (CO)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° Medie trascinate su 8 ore massime giornaliere > 10 mg/m ³	Valore limite
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	0	0 (in vigore dal 1.01.2005)
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	0	
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	0	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	0	
Scandicci-V. Buoizzi	Urbana	Fondo	0	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	0	

Tabella 6.4 - Biossido di Azoto (NO₂)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie orarie >200 µg/m ³	Valore limite	Media annuale (µg/m ³)	Valore limite (µg/m ³)
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	4	18 (in vigore dal 1.01. 2010)	33	40 µg/m³ (in vigore dal 1.01.2010)
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	0*		45*	
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	30		98	
Firenze-V. Ponte Mosse	Urbana	Traffico	Non Disponibile		Non Disponibile	
Firenze-Settignano	Rurale	Fondo	0		16	
Scandicci-V. Buoizzi	Urbana	Fondo	5		38	
Calenzano-Giovanni XXIII	Periferica	Fondo	0*		28*	
Campi Bisenzio-Orly	Periferica	Fondo	0		23	
Signa-V. Roma	Urbana	Fondo	0		32	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	0		59	
Montelupo - Asia	Urbana	Fondo	0		37	
Greve – P. Pecorai	Rurale	Industria	0		18	
Pontassieve Curiel	Urbana	Fondo	0		15	
Incisa Stadio	Urbana	Fondo	0*		40*	

* % dati inferiore al minimo previsto dalla normativa (90%) per il calcolo degli indicatori. I valori sono da considerarsi indicativi.

Gli indicatori relativi alla stazione Fi-Mosse non sono riportati dato che il numero troppo esiguo di dati validi presenti non consente di desumere alcun tipo di indicazione dalle elaborazioni.

Si riportano a titolo **puramente indicativo** le elaborazioni relative alle stazioni di Fi-Bassi, C. Giovanni XXIII e Incisa stadio, che non raggiungono la quota minima percentuale di dati validi previsti dalla normativa (90% nell'arco dell'anno). Si tenga conto che per le stazioni in oggetto, gli episodi di assenza del dato si sono verificati tutti nel periodo estivo il che implica che le medie annue di NO₂ (inquinante che storicamente raggiunge in inverno i valori più elevati) sono **presumibilmente sovrastimate**.

Come si evidenzia dall'esame della tabella 6.4, la media annuale di NO₂ rilevata supera il livello standard di riferimento fissato al 2010 in tutte le stazioni di tipo traffico.

Nei siti traffico (Firenze-Gramsci ed Empoli Ridolfi) si riscontrano i valori più elevati, e nel caso di Gramsci il valore è più che doppio rispetto al riferimento. Nei siti di fondo urbano dell'area omogenea abbiamo un range delle medie compreso fra 23 e 45 µg/m³.

Le stazioni non di traffico risultano tutte inferiori al limite di riferimento (con l'eccezione di Fi-Bassi che però, come già evidenziato in precedenza, risente di una probabile sovrastima).

Il limite relativo al massimo numero di ore con concentrazione superiore a 200 µg/m³, in vigore dal 2010, è stato superato nella stazione di traffico Firenze-Gramsci.

Tabella 6.5 - PM₁₀

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie giornaliere >50 µg/m ³	Valore limite	Media annuale (µg/m ³)	Valore limite (µg/m ³)
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	13	35 (in vigore dal 1.01.2005)	25	40 µg/m³ (in vigore dal 1.01.2005)
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	23		27	
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	88		43	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	82*		43*	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	48		35	
Calenzano Giovanni XXIII	Periferica	Fondo	64		37	
Calenzano-V. Boccaccio	Rurale	Industriale	20		24	
Campi Bisenzio-Via Orly	Periferica	Fondo	49		34	
Signa- V. Roma	Urbana	Fondo	85		41	
Empoli – Ridolfi	Urbana	Traffico	23		32	
Montelupo – Asia	Urbana	Fondo	4		26	
Greve – Passo Pecorai	Rurale	Industria	7*		25*	
Pontassieve	Urbana	Fondo	5*		23*	
Incisa	Urbana	Fondo	5		21	

* % dati inferiore al minimo previsto dalla normativa (90%) per il calcolo degli indicatori. I valori sono da considerarsi indicativi.

Le stazioni riportate in neretto appartengono alla Rete Regionale per il PM₁₀.

In riferimento alla tabella, si osservi che le stazioni che superano i limiti fanno tutte parte dell'area omogenea fiorentina.

Si riportano a titolo **puramente indicativo** le elaborazioni relative alle stazioni di Fi-Mosse, Greve-Passo Pecorai e Pontassieve Curiel, che non raggiungono la quota minima percentuale di dati validi previsti dalla normativa (90% nell'arco dell'anno).

Nei siti di traffico di Firenze-Gramsci e nel sito di fondo urbano di Signa-Via Roma si riscontra il superamento sia della media annuale che del numero di giorni con concentrazione maggiore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} . Nel caso del sito di Firenze-Mosse il valor medio annuo calcolato con i dati a disposizione (inferiori al 90% di copertura annua) appare superiore al valore limite anche se troppo vicino ai $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per poter affermare con sicurezza che l'errore dovuto all'assenza di dati (manca interamente il mese di ottobre) non abbia influito in tal senso. Sicuro appare invece il non rispetto del valore limite come numero massimo di superamenti di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in un anno. Nei restanti siti di fondo della cintura suburbana di Firenze si riscontra il superamento limitatamente all'indicatore "giorni con concentrazione maggiore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} ".

Nei siti esterni all'area omogenea fiorentina, sono rispettati entrambi i valori limite. Per quanto riguarda le stazioni di Greve-Passo Pecorai e Pontassieve Curiel, per quanto i valori espressi siano – come già detto – indicativi, si può senz'altro ipotizzare il rispetto di entrambi i limiti di legge.

Tabella 6.6 - Benzene

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Firenze – V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	2.1	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (in vigore dal 1.01.2010)
Firenze – V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	3.8	
Campi Bisenzio – V. Orly	Periferica	Fondo	2.0	

A differenza delle altre grandezze, i valori di benzene non vengono rilevati tramite misure in continuo, ma attraverso campagne di rilevamento mensili. Si osservi che non sono riscontrati superamenti della soglia di riferimento.

Poiché non è possibile effettuare in maniera completamente automatizzata la determinazione del benzene, il numero di siti di misura è inferiore a quello di altri inquinanti. E' comunque possibile effettuare una stima dei valori di benzene a partire dalle misure di CO nei vari siti, in considerazione dell'accertata correlazione lineare fra le concentrazioni atmosferiche di questi due inquinanti (vedi parte seconda della presente relazione).

Tabella 6.7 - Ozono

Stazione	Classificazione (D.lgs 183/04)	N° giorni in cui si sono riscontrate Medie giornaliere su 8 ore > 120 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) media 2007-2009	Valore obiettivo
Firenze-Boboli	Urbana	50	25 (come media su 3 anni a partire dal 1.1.2010)
Firenze-Settignano	Suburbana	59	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	28	
Calenzano-Giovanni XXIII (1)	Urbana	-	0 (obiettivo a lungo termine)
Calenzano-Boccaccio	Urbana (1)	28	
Montelupo - Asia	Urbana	25	

(1) Dati disponibili insufficienti (manca completamente il mese di luglio 2009)

(2) Stazione classificata come "industriale" ai sensi del DM 60/02

Le stazioni riportate in neretto appartengono alla Rete Regionale per l'ozono.

Il valore di riferimento relativo all'ozono è definito come "valore bersaglio" dal DLgs 183/04 (tale definizione diventa di "valore obiettivo" nella recente normativa europea).

I valori riportati in tabella 6.7 mostrano che in quasi tutte le stazioni della rete, salvo Montelupo-Asia, la media degli ultimi tre anni è superiore al "valore obiettivo". Le situazioni più critiche si osservano, come atteso data la specificità di questo inquinante secondario, nel parco di Boboli e nelle zone collinari prospicienti la città.

Il valore relativo alla stazione di Calenzano-Giovanni non viene riportato in quanto non è rispettato il livello minimo di copertura dati previsto dalla normativa.

Il commento di cui sopra si riferisce al confronto con i valori obiettivo da conseguire a partire dal 2010, primo anno in cui i dati saranno utilizzati per calcolare la conformità nei tre anni successivi. Rispetto inoltre al valore obiettivo a lungo termine, considerato che questo risulta molto più restrittivo, si constata l'ampio superamento in ogni tipologia di sito indagata.

6.2 Valutazione di conformità al valore limite per le stazioni della Rete Regionale

Nella tabella 6.8 si riportano, in linea con le indicazioni regionali, le valutazioni di conformità relative all' indicatore PM₁₀, relativamente alle stazioni della rete appartenenti alla rete regionale.

Il giudizio riportato è "positivo" se l'indicatore rispetta il valore limite previsto dalla normativa, "negativo" se non lo rispetta.

Tabella 6.8 Valutazione di conformità delle stazioni della Rete Regionale per il PM₁₀

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	N° medie giornaliere >50 µg/m ³	Giudizio	Media annuale (µg/m ³)	Giudizio
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	13	POSITIVO	25	POSITIVO
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	23	POSITIVO	27	POSITIVO
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	88	NEGATIVO	43	NEGATIVO
Firenze-V. Ponte Mosse	Urbana	Traffico	82*	NEGATIVO	-	-
Scandicci-V. Buoizzi	Urbana	Fondo	48	NEGATIVO	35	POSITIVO

* % dati inferiore al minimo previsto dalla normativa (90%) per il calcolo degli indicatori.

Valori limite (al 1.1.2005): media annuale = 40 µg/m³ ; n°medie giornaliere > 50 µg/m³ = 35

Per quanto riguarda la stazione di Firenze-Via Ponte alle Mosse, il non raggiungimento della copertura minima prevista dalla normativa (90% di dati validi) impedisce di considerare valido il valor medio annuo. Non si riporta pertanto il giudizio relativo alla media annua di tale stazione. Si riporta invece, il giudizio relativo al numero di medie giornaliere superiori a 50 µg/m³ dato che il valore limite di 35 superamenti annui risulta comunque superato.

Per l'inquinante ozono, **a titolo esclusivamente indicativo**, in quanto il valore obiettivo per la protezione della salute umana non è ancora in vigore, si riporta in tabella 6.9 la valutazione di conformità, relativamente alle stazioni della rete regionale.

Tabella 6.9 - Valutazione di conformità delle stazioni della Rete Regionale per l'ozono

Stazione	Classificazione (D.lgs 183/04)	N° giorni in cui si sono riscontrate Medie giornaliere su 8 ore > 120 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) media 2006-2008	Giudizio *
Firenze-Boboli	Urbana	50	NEGATIVO
Firenze-Settignano	Suburbana	59	NEGATIVO
Scandicci-V. Buoizzi	Urbana	28	NEGATIVO
Montelupo - Asia	Urbana	25	POSITIVO

* Valori limite (a partire dal 2010) = 25 giorni

6.3 Episodi acuti

La 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 6.10 si riassumono i valori soglia e si indicano le ricorrenze di superamento riscontrate.

Tabella 6.10 - Soglie di allarme e casi rilevati (DM 60/02 e Dlgs 183/04).

Inquinante	Indicatore di soglia di ALLARME	Casi rilevati
SO ₂	Concentrazione oraria > 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno
NO ₂	Concentrazione oraria > 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno
O ₃	Concentrazione oraria > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nessuno

Si tenga conto che il superamento della soglia di allarme per una sola ora non comporta il riconoscimento dello "stato di allarme", in quanto tale stato si verifica se il superamento della soglia oraria si verifica per almeno tre ore consecutive..

Per l'ozono è stata fissata anche una soglia "di informazione" al valore della media oraria pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La quantità di superamenti riscontrati è mostrato in tabella 6.11.

Tabella 6.11 - Ozono: superamenti della soglia di informazione pari a 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Dlgs 183/04)

Stazione	Medie orarie >180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n°)
Firenze-Boboli (*)	5
Firenze-Settignano (*)	17
Scandicci-V. Buoizzi (*)	13
Calenzano-V. Giovanni XXIII	0
Calenzano-V. Boccaccio	0
Incisa - Stadio	1
Montelupo – Via Asia (*)	0

(*) e neretto appartenente alla rete regionale

Nella tabella 6.12 si evidenziano in dettaglio i giorni in cui si sono verificati i superamenti del limite relativo alla soglia di INFORMAZIONE (equivalente allo stato di ATTENZIONE secondo la definizione di cui al D.M. Ambiente 25.11.1994 ora abrogato) per O₃.

Tabella 6.12 - O₃, superamenti dei limiti di ATTENZIONE (DM 25.11.1994) o di INFORMAZIONE (Dlgs 183/04).

Giorni N°	Data	Stazione	Valore orario max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ore >180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n°
3	29 luglio	Firenze Boboli	190	2
		Firenze Settignano	198	6
		Scandicci-Buozzi	202	5
	30 luglio	Firenze Boboli	184	1
		Firenze Settignano	209	5
		Scandicci-Buozzi	190	3
	31 luglio	Firenze Boboli	187	3
		Firenze Settignano	203	6
		Scandicci-Buozzi	187	5
		Incisa - Stadio	188	1

Riguardo all'inquinante NO₂, per il quale il DM Ambiente 25.11.1994 stabiliva una soglia di ATTENZIONE al valore della media oraria pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, si segnala a titolo indicativo che è stata adottata dal sindaco di Firenze l'Ordinanza n° 10211 del 15 gennaio 2003 che introduce uno stato di PREAVVISO, da identificare mediante i medesimi criteri di valutazione e valori soglia già definiti dalla norma citata, abrogata dal DM 60/02. Nell'anno 2009, lo stato di Preavviso si è verificato in un unico giorno (vedi tabella 6.13).

Tabella 6.13 – NO₂, stato di PREAVVISO (Ordinanza Sindacale n° 10211 del 15 gennaio 2003)

Giorni N°	Data	Stazione	Valore orario max $\mu\text{g}/\text{m}^3$	ore >200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n°
1	22 dicembre	Firenze Boboli	280	4
		Scandicci-Buozzi	270	5

6.4 Elaborazioni e trend per inquinante

Nel presente paragrafo si sintetizza – mediante rappresentazione grafica - l'andamento degli inquinanti e si confrontano i livelli attuali con quelli storici rilevati mediante la rete di monitoraggio.

Si tenga presente che non si dispone degli indicatori su base annuale per tutti gli inquinanti e per tutte le stazioni per motivi riconducibili principalmente 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;
- mancanza di dati per fuori servizio delle stazioni o di analizzatori a causa di guasti o spostamenti o incidenti.

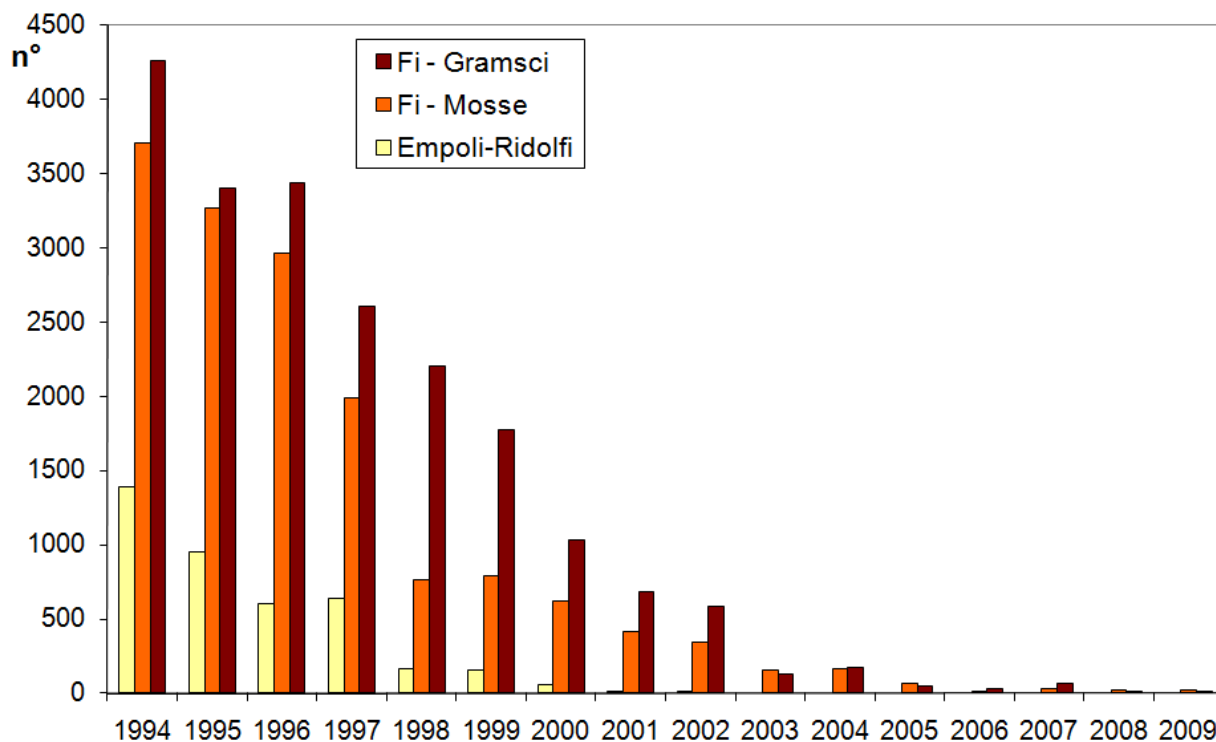
6.4.1 Monossido di carbonio (CO).

Poiché fin dal 2001 non si verificano superamenti del valore 10 mg/m^3 della media di 8 ore anche nei siti più prossimi a intensi flussi di traffico, nella figura 3 si mostrano le frequenze di

superamento del 30% del limite fissato per la media di 8 ore consecutive, ovvero del valore di 3 mg/m³ anziché del valore di 10 mg/m³.

L'elaborazione viene presentata solo per le stazioni di tipo traffico, 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.

Figura 3 - CO Trend del numero di medie mobili di 8 ore superiori a 3 mg/m³ (NB: valore limite 10 mg/m³) rilevate in ciascun anno nelle stazioni di tipo traffico.



6.4.2 Biossido di zolfo (SO₂)

Considerato che dal 1993 i limiti di legge definiti come “protezione della salute umana”, non sono mai stati superati per l' SO₂, al fine di mostrarne comunque il trend nelle figure 4 e 5. si riportano gli andamenti delle concentrazioni medie annuali rilevate nelle stazioni della rete.

Dal momento che questo inquinante presenta una distribuzione relativamente omogenea, indipendentemente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e alla tipologia di sito, nel grafico relativo all'Area Omogenea fiorentina si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

Figura 4 - Trend delle concentrazioni medie annuali di SO₂ nelle stazioni dell'Area Omogenea

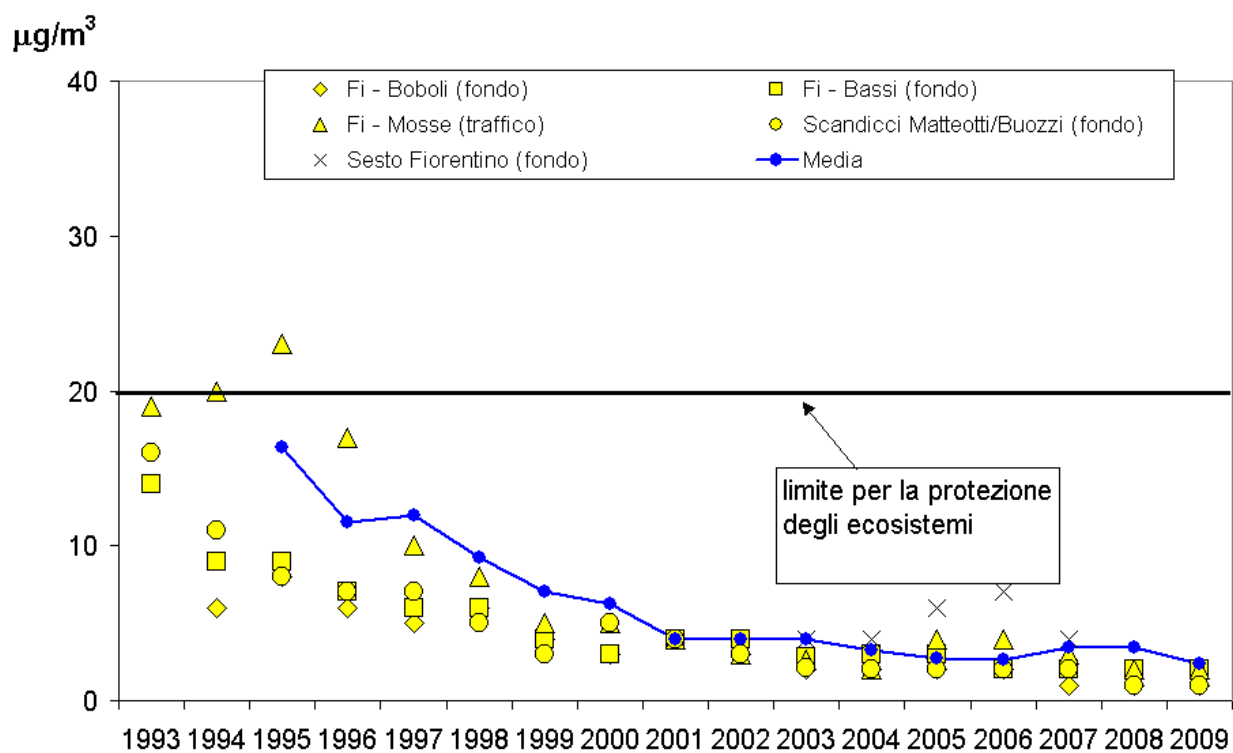
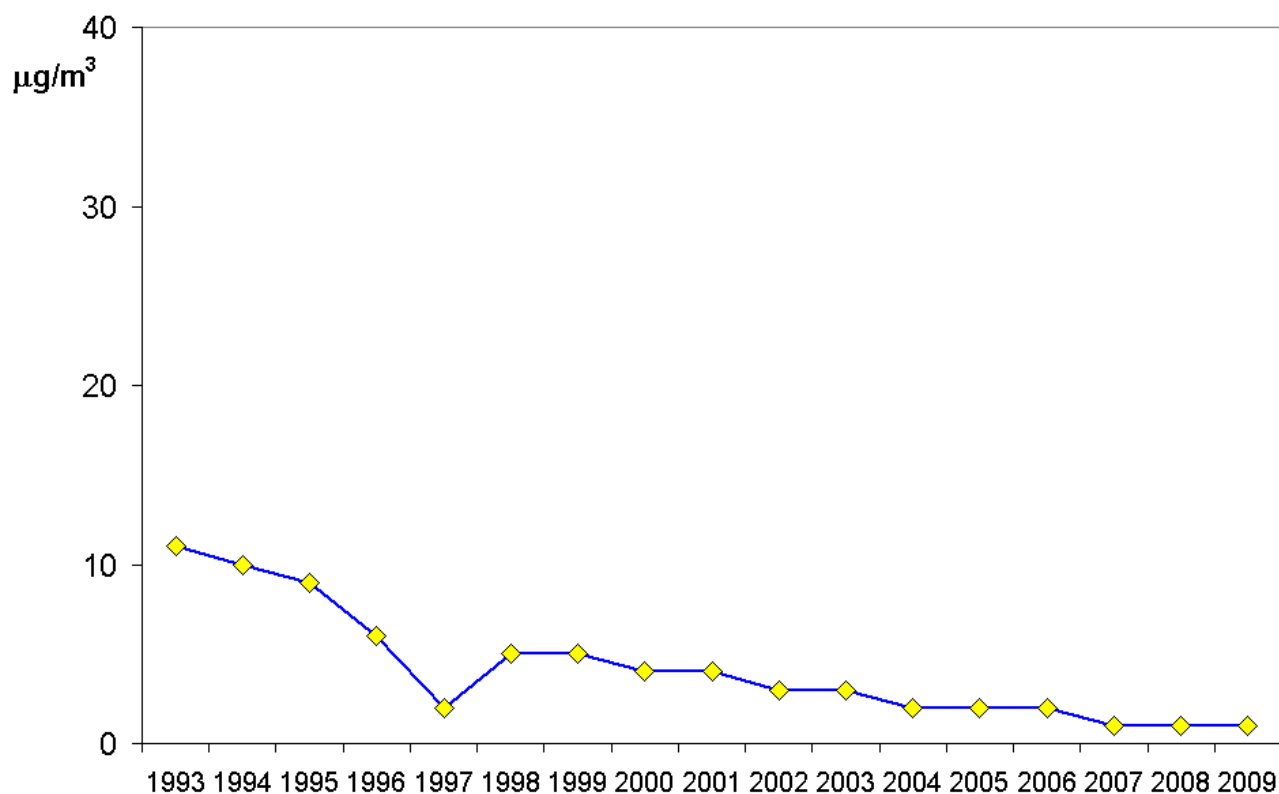


Figura 5 - Trend delle concentrazioni medie annuali di SO₂ nella stazione di Empoli-Ridolfi



Si osserva, in entrambi i grafici, la progressiva diminuzione registrata dal 1993. Si noti inoltre come nell'anno 2005 la media generale relativa all'Area Omogenea mostri una tendenza all'aumento, fatto dovuto all'aumento dei livelli medi registrati nelle stazioni di Firenze-Mosse e, soprattutto, Sesto Fiorentino-Gramsci, aumento che prosegue anche nell'anno successivo. Nel 2006 la media generale rimane tuttavia costante. A partire dall'anno 2007, si riprende una tendenza alla diminuzione delle medie di tutte le stazioni che appare raggiungere una stazionarietà nel biennio 2008-2009 (si tenga conto però del fatto che, mancando per tale biennio il dato di Sesto Fiorentino-Gramsci storicamente maggiore delle altre stazioni si può ipotizzare leggermente sottostimato il corrispondente valore della media delle medie).

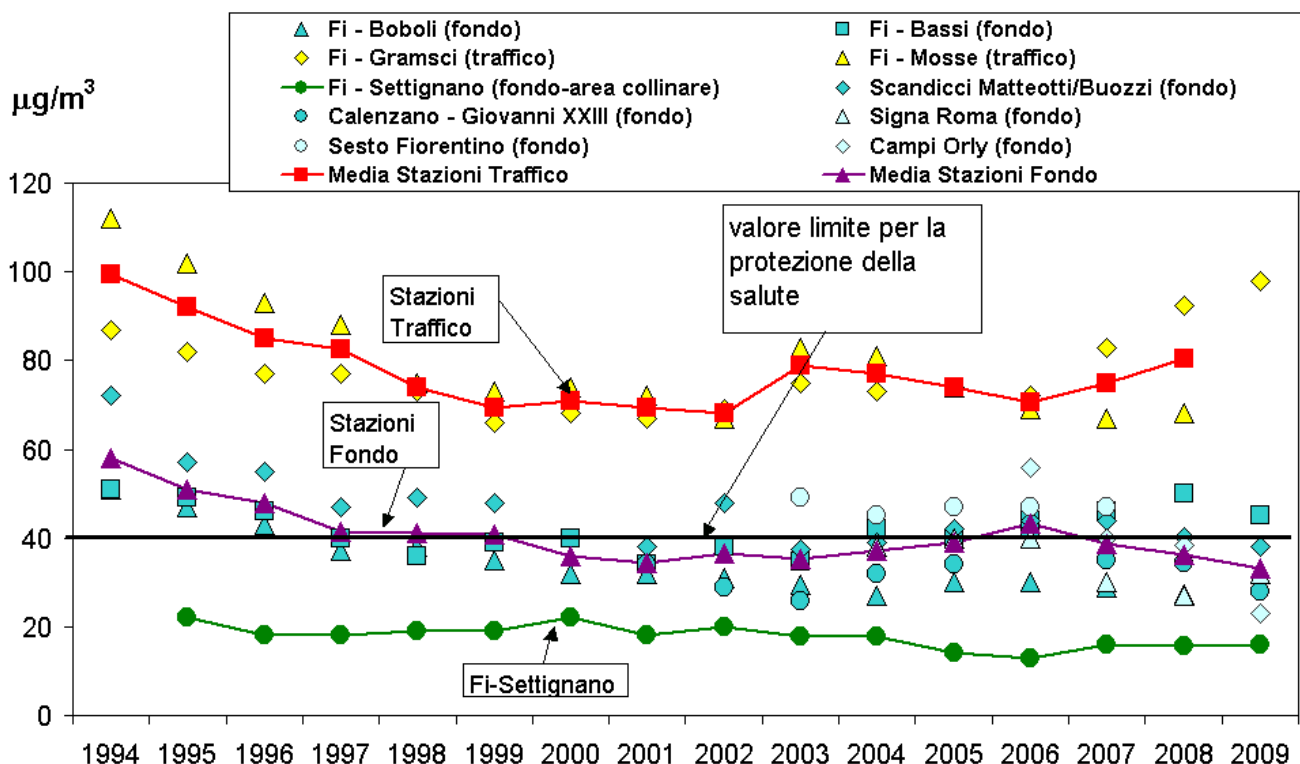
Non vengono riportati trend per la stazione di Greve in Chianti, dato che l'anno 2009 è stato il primo anno di attivazione per la misura dell' SO_2 in tale stazione. Si segnala che la media relativa al 2009 registrata è pari a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.4.3 Biossido di azoto (NO_2)

Nelle figure 6 e 7. si mostrano gli andamenti delle concentrazioni medie annuali di NO_2 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 relativi all'Area Omogenea Fiorentina vengono mostrati, per ciascun anno, raggruppati e distinti per le stazioni collocate a distanza dai flussi veicolari (tipo "fondo") e per le stazioni tipo "traffico". A parte si mostrano i valori rilevati nella stazione collinare di Firenze-Settignano che rappresenta un sito di "fondo" in area rurale.

Figura 6 - Trend delle concentrazioni medie annuali di NO_2 nell'area omogenea.



L'andamento del valore medio relativo alle stazioni "traffico" per l'area omogenea fiorentina mostra una diminuzione piuttosto regolare fino all'anno 1999. Segue un periodo di stabilità, ma

nell'anno 2003 si è verificato un incremento significativo, seguito da stabilità/debole trend di riduzione fino al 2006. Negli anni 2007-2009, il trend delle stazioni traffico è risultato in crescita. Si noti che non è rappresentata la media per le stazioni di traffico relativa al 2009 dato che, mancando il dato della stazione Firenze-Mosse, tale media coinciderebbe di fatto con il valore di Firenze-Gramsci.

La media rilevata nelle stazioni “fondo” segue un andamento simile con progressiva riduzione fino al minimo raggiunto nel 2003 e a seguito del quale si è registrata una tendenza all'aumento. Negli anni 2007-2009 si è verificata un'inversione di tendenza con valori che risultano in diminuzione e che nel 2009 si attestano quasi tutti sotto il valore limite, con l'eccezione della stazione Firenze-Bassi (si ricorda peraltro che la media annua relativa a tale stazione è presumibilmente sovradimensionata).

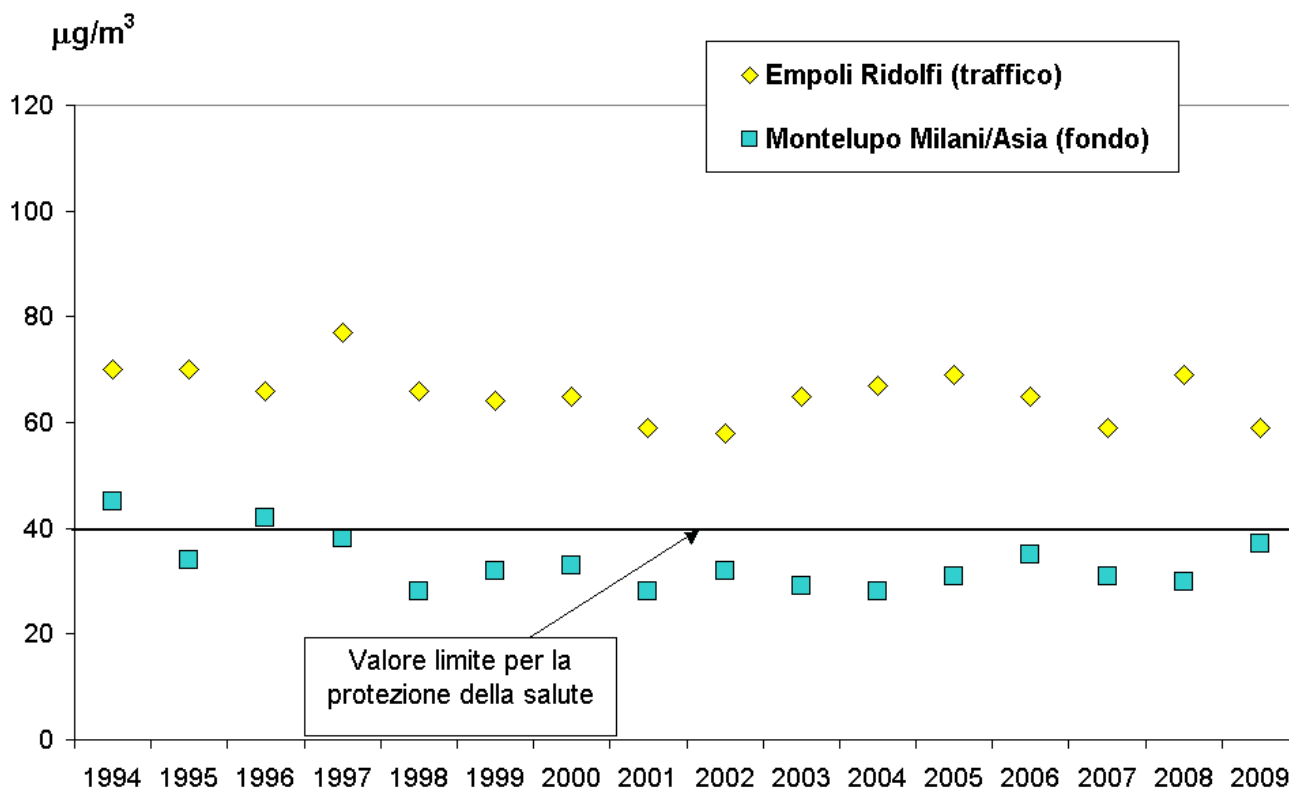
Stabile appare il livello medio riscontrato nella stazione di Firenze-Settignano.

Rispetto al valore di riferimento fissato dalla norma, si osservano valori costantemente molto elevati nelle stazioni “traffico” (quasi il doppio rispetto a quelle “fondo”). Risulta inferiore al limite la media dei valori riscontrati nelle stazioni tipo “fondo” collocate in ambiente urbano, pur con valori differenziati secondo la zona.

Ampiamente nella norma risulta il valore rilevato nella stazione di fondo area collinare.

A livello di tendenza, l'andamento del valore medio nella stazione di fondo di Montelupo mostra una diminuzione piuttosto modesta ma regolare nel corso degli anni '90, che ha portato al rispettare il limite di riferimento fin dal 1997 (figura 7). Nel triennio 2006-2008 si è registrata una sostanziale tendenza alla stabilità mentre nel 2009 si riscontra un aumento fino a un livello molto prossimo al valore limite. Nella stazione di tipo traffico (Empoli Ridolfi), si nota in generale un trend di stabilità simile a quella della stazione di fondo urbano, seppur con oscillazioni attorno ad un valore ben superiore al limite. Tale trend, fatto salvo un picco relativo all'anno 2008, si è mantenuto costante negli ultimi anni e si conferma tale anche per il 2009.

Figura 7 - Trend delle concentrazioni medie annuali di NO₂ nell'area Empoli-Montelupo.



Nelle figure 8 e 9 si mostra, distintamente per i due gruppi di stazioni fondo e traffico urbano dell'area omogenea, 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 certa similitudine con quello delle medie annuali. La ricorrenza di superamenti del valore medio orario risulta praticamente azzerata nelle stazioni di fondo residenziali e nell'immediato intorno del limite per quelle di traffico.

Figura 8 - Trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO_2 superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevata nelle stazioni di fondo (parco urbano e aree residenziali) dell'area omogenea fiorentina.

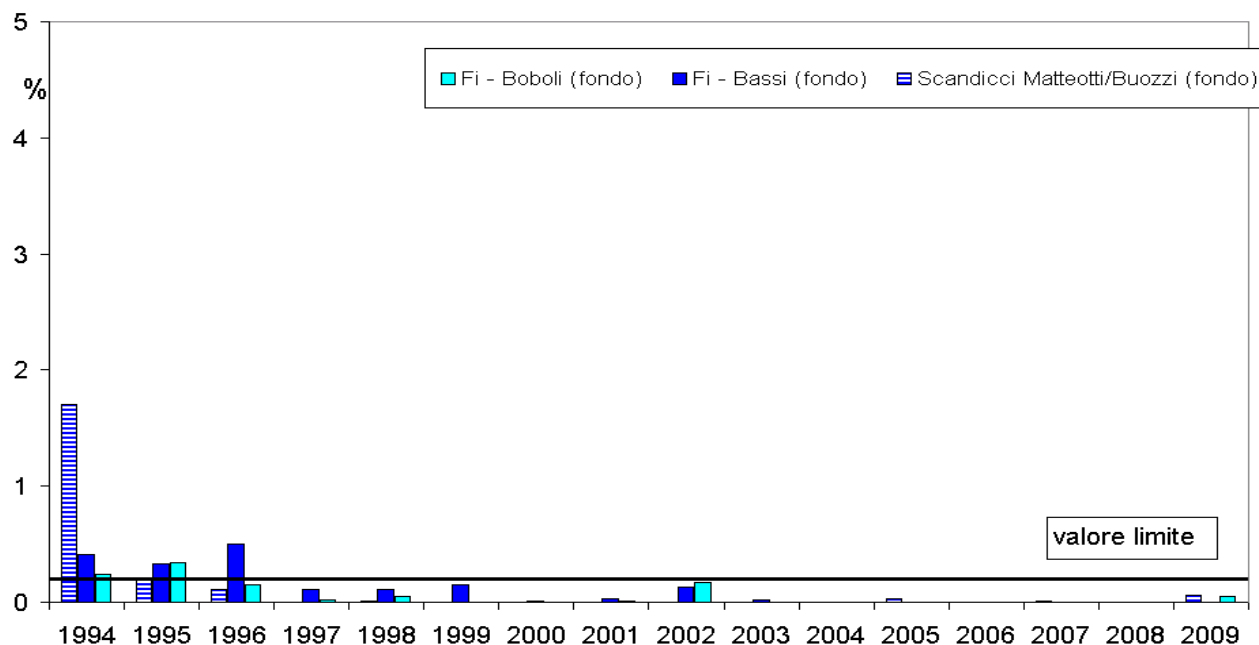
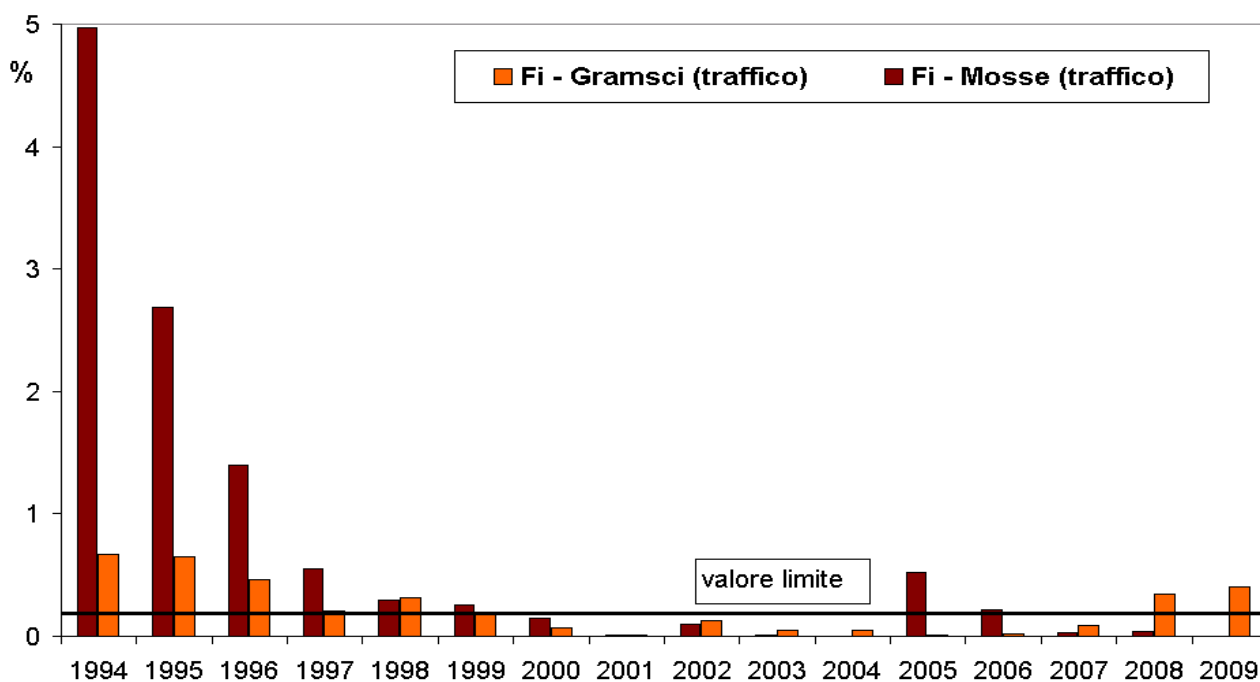
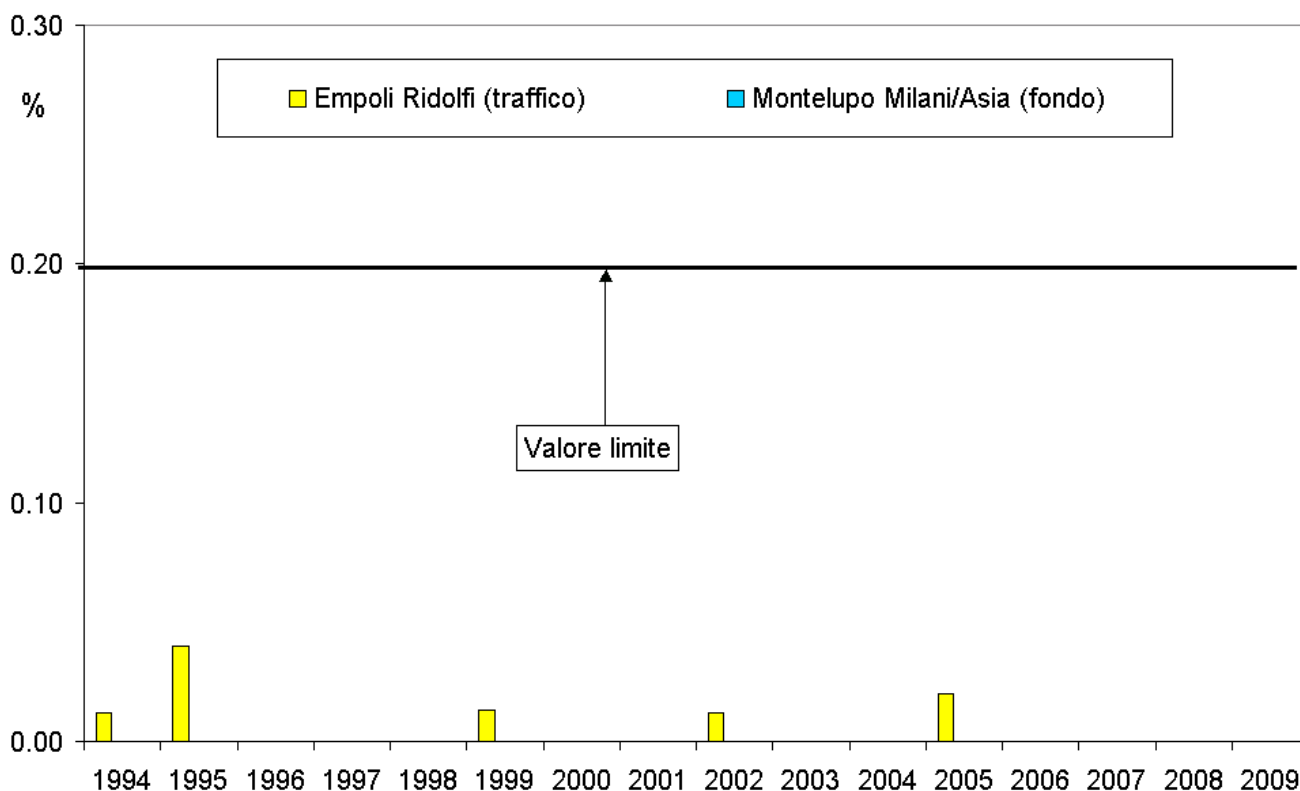


Figura 9 - Trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO_2 superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevata nelle stazioni traffico dell'area omogenea fiorentina.



Nella figura 10 si mostra l'incidenza percentuale delle ore dell'anno con valore medio superiore $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le stazioni della zona di Empoli-Montelupo. Si noti come nella stazione Empoli Ridolfi le ricorrenze di superamento del valore medio orario risultano estremamente sporadiche. Nelle stazioni di Montelupo non si sono mai riscontrati superamenti.

Figura 10 - Trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO_2 superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevata nelle stazioni dell'area empolesse.



Non vengono riportati trend per le stazioni di Greve in Chianti, Incisa e Pontassieve dato che queste sono state attive per un lasso di tempo troppo contenuto per poter desumere una tendenza consolidata (si ricorda che l'anno 2009 è stato il primo anno di attivazione per la stazione di Incisa). Si segnala che la media relativa al 2009 di NO_2 registrata a Greve ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è praticamente sovrapponibile a quella registrata nel 2008 ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si segnala inoltre che la media relativa al 2009 di NO_2 registrata a Pontassieve ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è identica a quella registrata nel 2008 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.4.4 Polveri – PM_{10}

Nella figura 11 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} rilevate dal 1993 nelle stazioni dell'area omogenea fiorentina.

Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione relativamente omogenea indipendentemente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e alla tipologia di sito, salvo casi particolari, si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

Si osserva la progressiva diminuzione registrata fra il 1993 e il 1996 a cui ha fatto seguito un incremento che, nell'anno 2000, ha riportato i livelli medi di PM_{10} ai valori degli anni 1993-1994

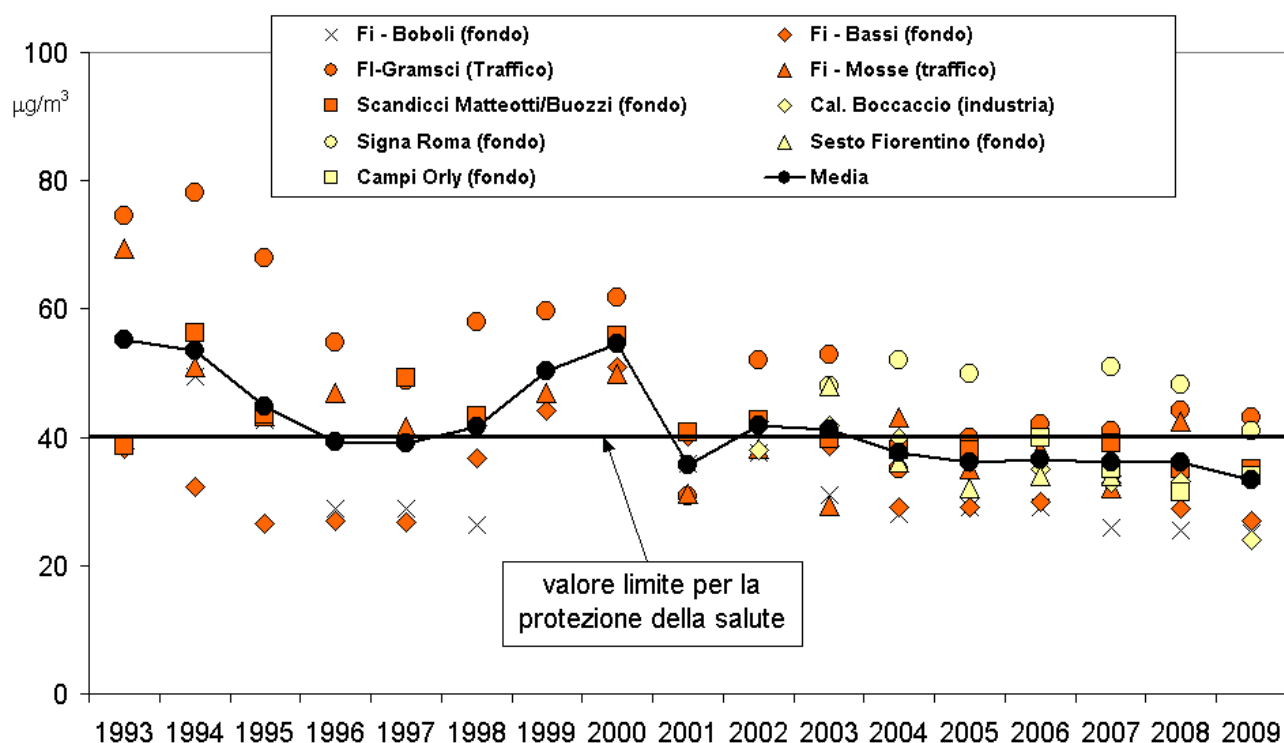
anche se con sostanziale riduzione delle differenze fra siti. Nel 2001 si è verificata una riduzione generalizzata dei livelli di PM_{10} in parte spiegabile con l'andamento meteorologico, come illustrato nella relazione relativa a quell'anno.

Nel 2002 e nel 2003, in presenza di un quadro meteorologico più vicino alle medie storiche, i valori di PM_{10} sono tornati mediamente intorno alla soglia fissata dalla normativa.

Dal 2003 si osserva la generale riduzione del livello medio di PM_{10} , indipendentemente dalle variazioni rilevate nei singoli siti che possono dipendere da condizioni contingenti di quadro emissivo locale (cantieri, limitazioni e deviazioni di traffico, etc...).

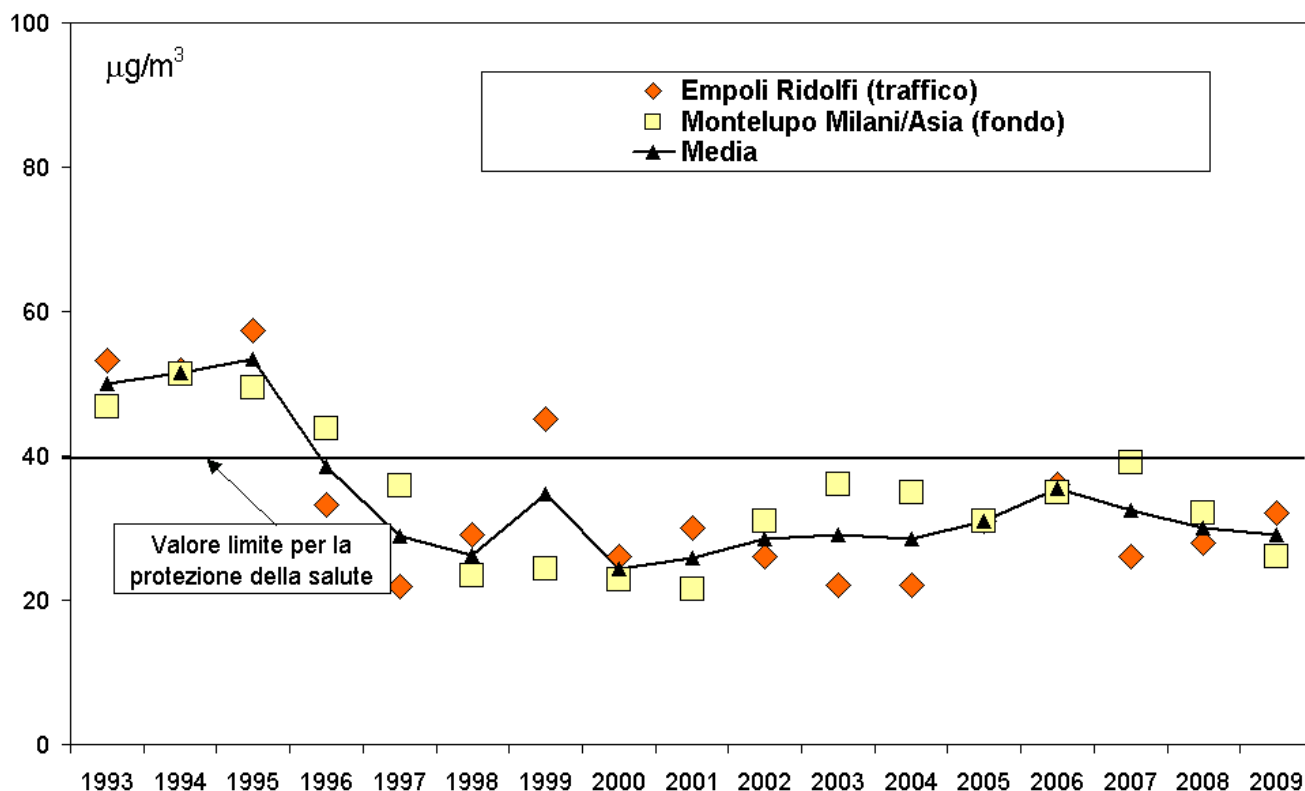
Negli anni dal 2005 al 2009 si è avuto un sostanziale consolidamento della situazione generale con un'ulteriore riduzione delle differenze tra i siti di uguale tipologia, salvo poche eccezioni, e con valori generalmente pari o inferiori al limite fissato da raggiungere entro l'anno 2005. Si noti come nel 2009 si registra una generalizzata tendenza alla diminuzione dei valori misurati nelle varie stazioni (si tenga conto che mancando per il 2009 il valore relativo alla stazione di traffico di Firenze-Mosse, la media delle stazioni relativa a quell'anno risulta probabilmente sottostimata).

Figura 11 - Trend delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} nell'area omogenea



Nella figura 12 si mostrano le concentrazioni medie annuali di PM_{10} rilevate dal 1993 nelle stazioni di Empoli-Montelupo

Figura 12 - Trend delle concentrazioni medie annuali di PM10 nelle stazioni di empoli-montelupo



Si osserva la progressiva diminuzione registrata fino all'anno 1998. Dal 1998 al 2001 si è registrata una sostanziale stabilità dei valori, salvo il valore anomalo registrato ad Empoli Ridolfi nel 1999.

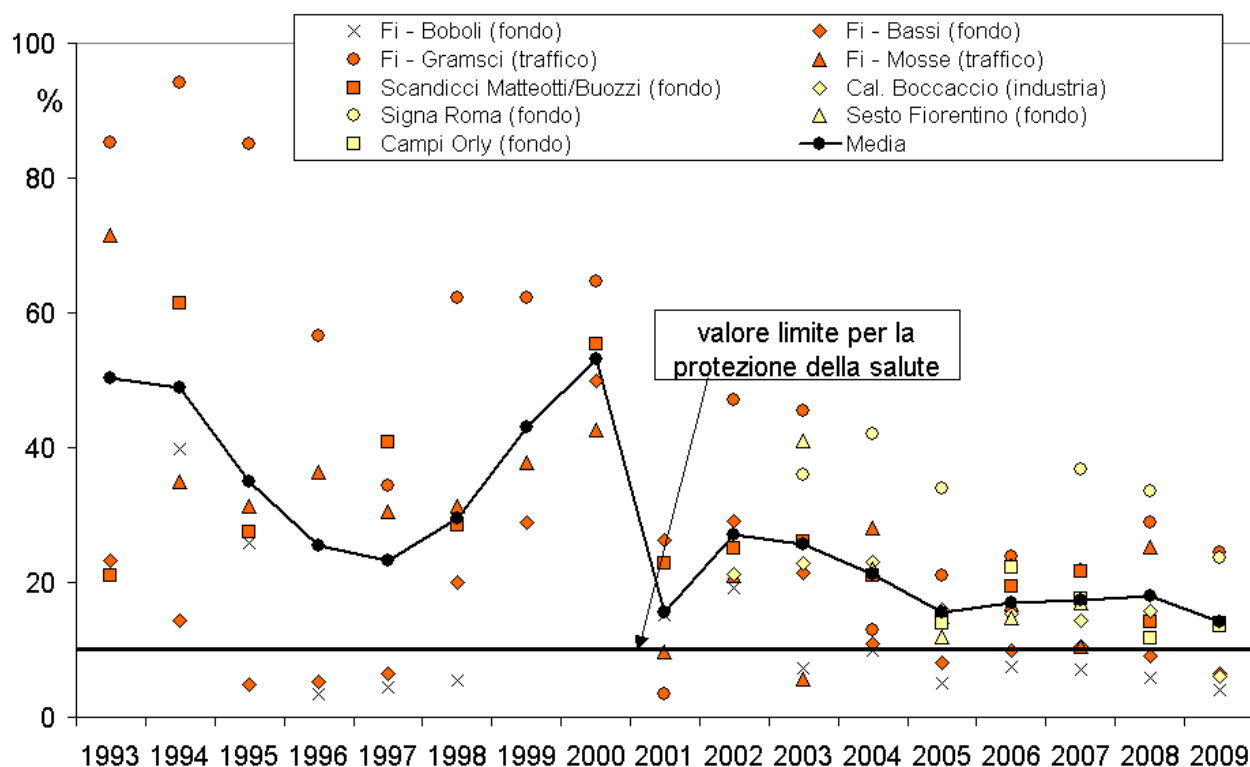
Dal 2001 al 2003 si registra il deciso incremento nella stazione di Montelupo. Dal 2003 al 2006 si rileva un incremento nel sito traffico di Empoli.

Negli anni 2007-2008 si è rilevata una serie di inversioni di tendenza con una consistente diminuzione nella stazione di Empoli ed un aumento a Montelupo nell'anno 2007, e una diminuzione a Montelupo e un aumento ad Empoli nell'anno 2008. L'anno 2009 conferma l'andamento dell'anno precedente con la stazione di Empoli in aumento e quella di Montelupo in diminuzione.

La media risultante appare in diminuzione a partire dal 2007, dopo la leggera tendenza all'incremento degli anni precedenti.

Nella figura 13 si mostra per l'area omogenea fiorentina, l'incidenza percentuale nell'area omogenea dei giorni con valore medio superiore $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il cui limite di riferimento è pari a 10% (35 superamenti ammessi su 365 giorni).

Figura 13 = trend per l'area omogenea della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di PM_{10} superiore a $50 \mu g/m^3$.



L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello delle medie annuali, come si può notare soprattutto dall'andamento del valor medio.

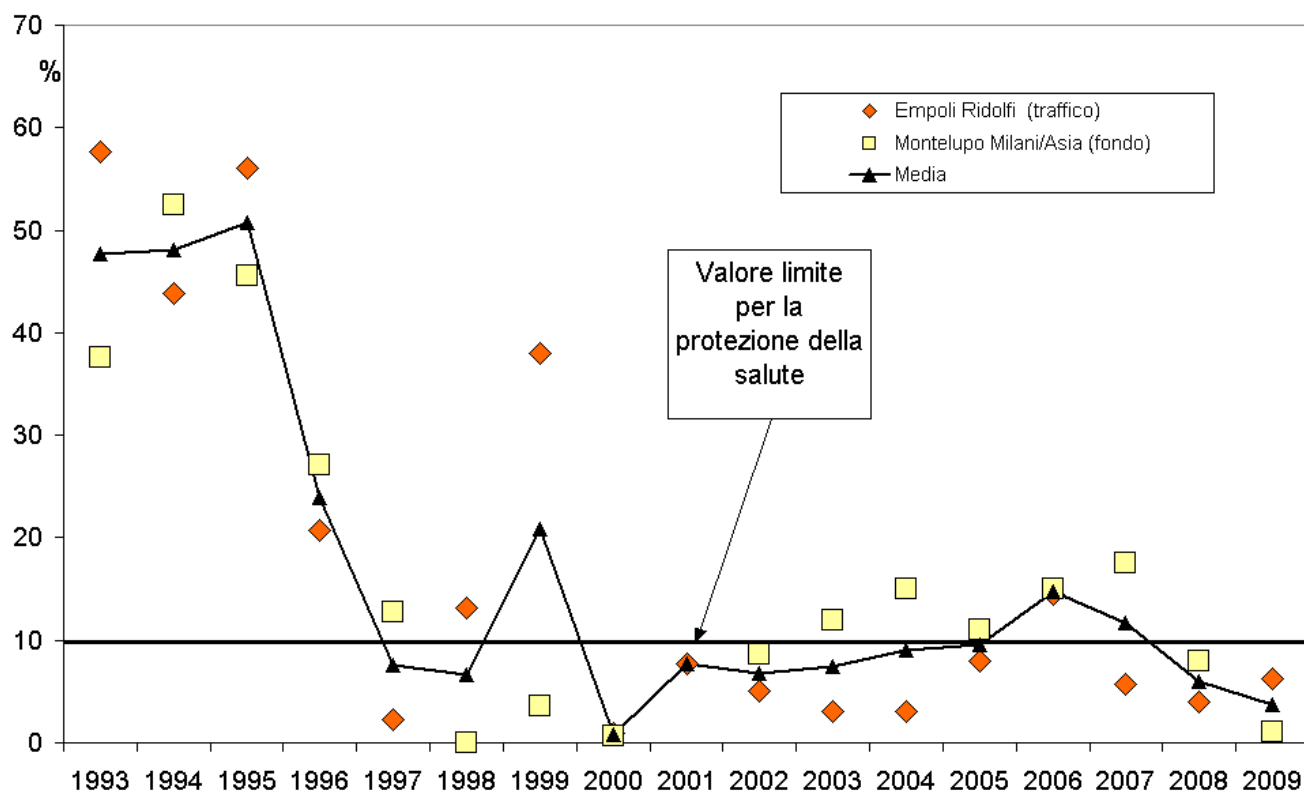
Indipendentemente da variazioni occasionali, negli ultimi 3-4 anni la situazione appare pressoché stazionaria con percentuali di superamenti più elevate rispetto alle indicazioni della norma, con una leggera tendenza al calo rilevabile nell'anno 2009.

Nella figura 14 si mostra l'incidenza percentuale dei giorni con valore medio superiore $50 \mu g/m^3$ per le stazioni di Empoli-Montelupo.

Anche in questo caso, l'andamento storico appare analogo a quello delle medie annuali. Si noti come il numero di superamenti nella stazione di Montelupo tende ad essere sempre superiore al valore limite negli anni 2002-2007 mentre si ha una tendenza al calo molto più marcata nel biennio 2008-2009.

Non vengono riportati trend per la stazione di Greve in Chianti dato che questa è stata attiva per un lasso di tempo troppo contenuto per poter desumere una tendenza consolidata. Si segnala che la media relativa al 2009 di PM_{10} registrata a Greve ($25 \mu g/m^3$) è leggermente superiore a quella registrata nel 2007 ($24 \mu g/m^3$). Il numero di superamenti giornalieri di $50 \mu g/m^3$ in questa stazione, è sempre stato inferiore a 35.

Figura 14 - Trend per le stazioni di empoli-montelupo della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di PM₁₀ superiore a 50 µg/m³.



A titolo indicativo, nella tabella 6.13 si riporta, per ogni stazione, il valore relativo alla media giornaliera di PM₁₀ che occupa la 36^a posizione in una scala decrescente di tutti i valori di concentrazione ottenuti nell'arco dell'anno solare.

Tabella 6.13 - 36° valore in scala decrescente di P M10

Stazione	36° valore (µg/m ³)
Firenze-Boboli	40
Firenze-V.le U. Bassi	45
Firenze-V.le Gramsci	62
Firenze-V. Ponte alle Mosse *	-
Scandicci-V. Buozzi	55
Calenzano – Giovanni XXIII	58
Calenzano-V. Boccaccio	41
Campi Bisenzio-Via Orly	57
Signa- V. Roma	68
Empoli – Ridolfi	48
Montelupo – Asia	38
Greve – Passo Pecorai *	-
Pontassieve Curiel *	-
Incisa stadio	34

* Valore non calcolato in quanto possibilmente falsato dalla bassa percentuale di dati disponibili.

6.4.5 Benzene

Nella figura 15 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate dal 1995 nelle varie stazioni della rete.

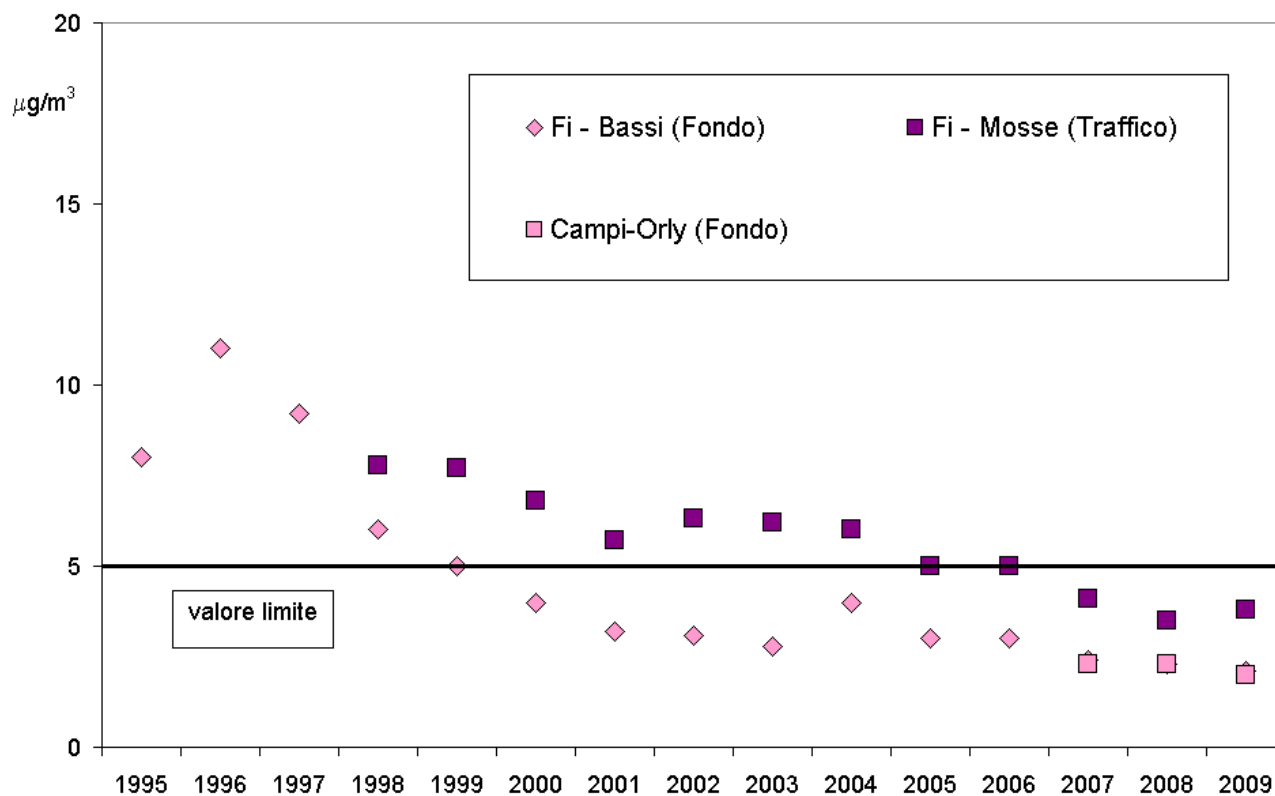


Figura 15 = trend delle concentrazioni medie annuali di Benzene.

L'andamento del valore medio relativo alla stazione traffico mostra una progressiva e rilevante diminuzione fino all'anno 2001. Successivamente si rileva una tendenza alla crescita, presumibilmente dovuta all'incremento di tenore di benzene nelle benzine (pur nel rispetto del limite fissato dalle norme al valore 1%). Negli ultimi anni è nuovamente visibile una tendenza alla riduzione probabilmente conseguente il rinnovo del parco auto a benzina. Si registra un leggero aumento della media annua per quanto riguarda il 2009. Si noti come il valore limite appare rispettato a partire dall'anno 2007.

L'andamento dei livelli di benzene nei siti di fondo è praticamente analogo, con valori assoluti circa la metà di quelli rilevati nel sito di traffico e quindi appare rispettata, già dalla fine degli anni '90, la soglia fissata per il 2010.

6.4.6 Ozono

Nelle figure 16 e 17 si mostra l'andamento della media triennale del numero di giorni in cui si è verificato il superamento del limite fissato per la media trascinata di 8 ore consecutive, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il cui valore è da confrontare con il valore di riferimento pari a 25 giorni all'anno.

Considerata la sostanziale omogeneità dell'andamento di questo indicatore, indipendentemente dalle caratteristiche del luogo in cui si effettua la misura, si è inserito nel grafico relativo all'area omogenea, anche l'andamento della media delle medie triennali

Figura 16 - O₃: trend delle medie triennali del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevate in ciascun anno nell'area omogenea.

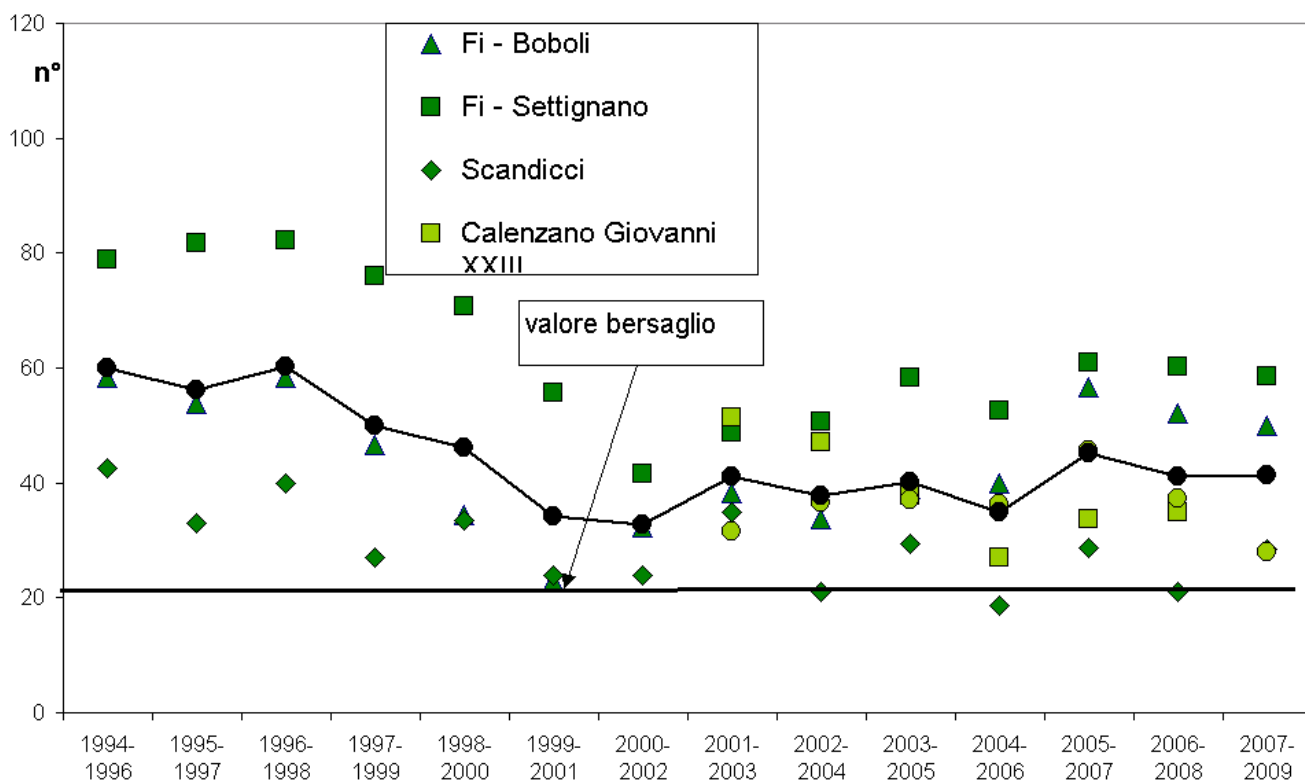
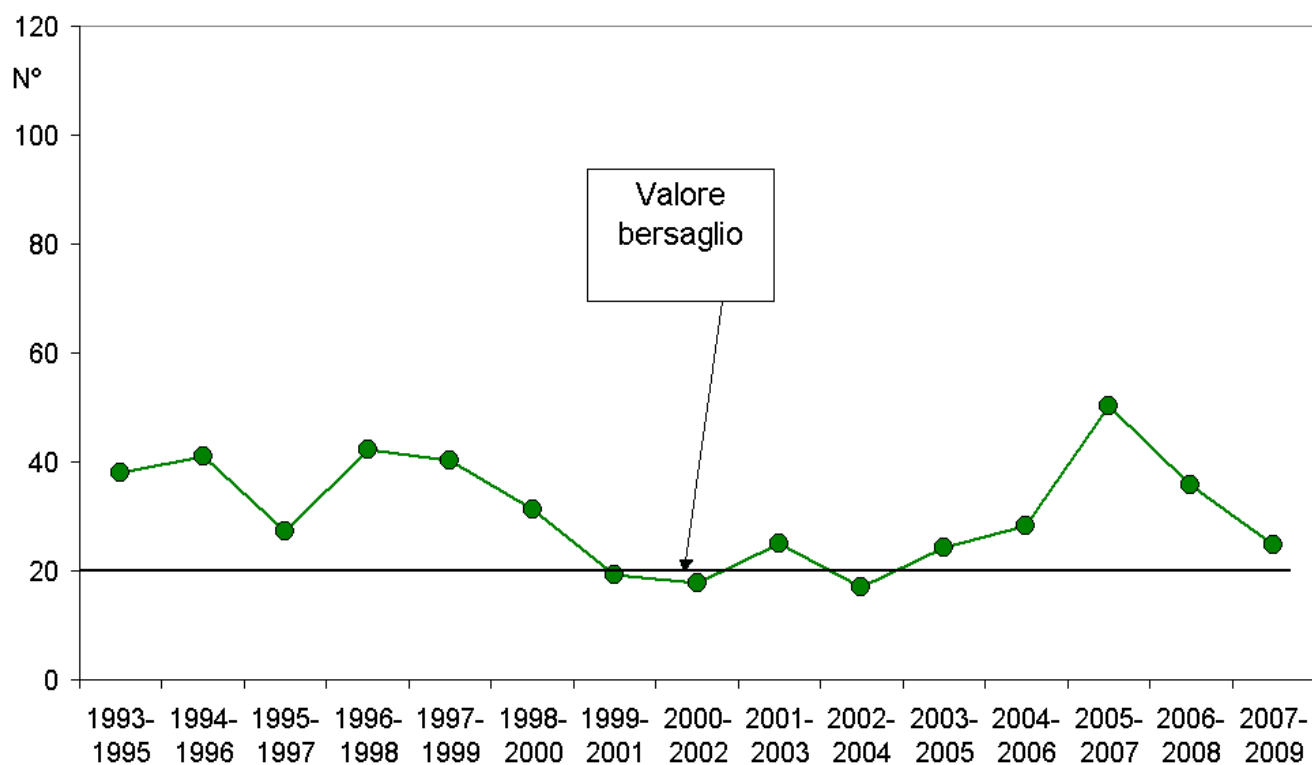


Figura 17 - O₃: trend delle medie triennali del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevate in ciascun anno nel comune di Montelupo



Onde rendere meglio evidente la variabilità annua di questo indicatore, nelle figure 18 e 19 si riporta anche il trend dei singoli valori annuali (cioè, per ogni anno, del numero di giorni in cui si è verificato il superamento del limite fissato per la media trascinata di 8 ore consecutive).

Figura 18 - O₃: trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 µg/m³, rilevate in ciascun anno nell'area omogenea.

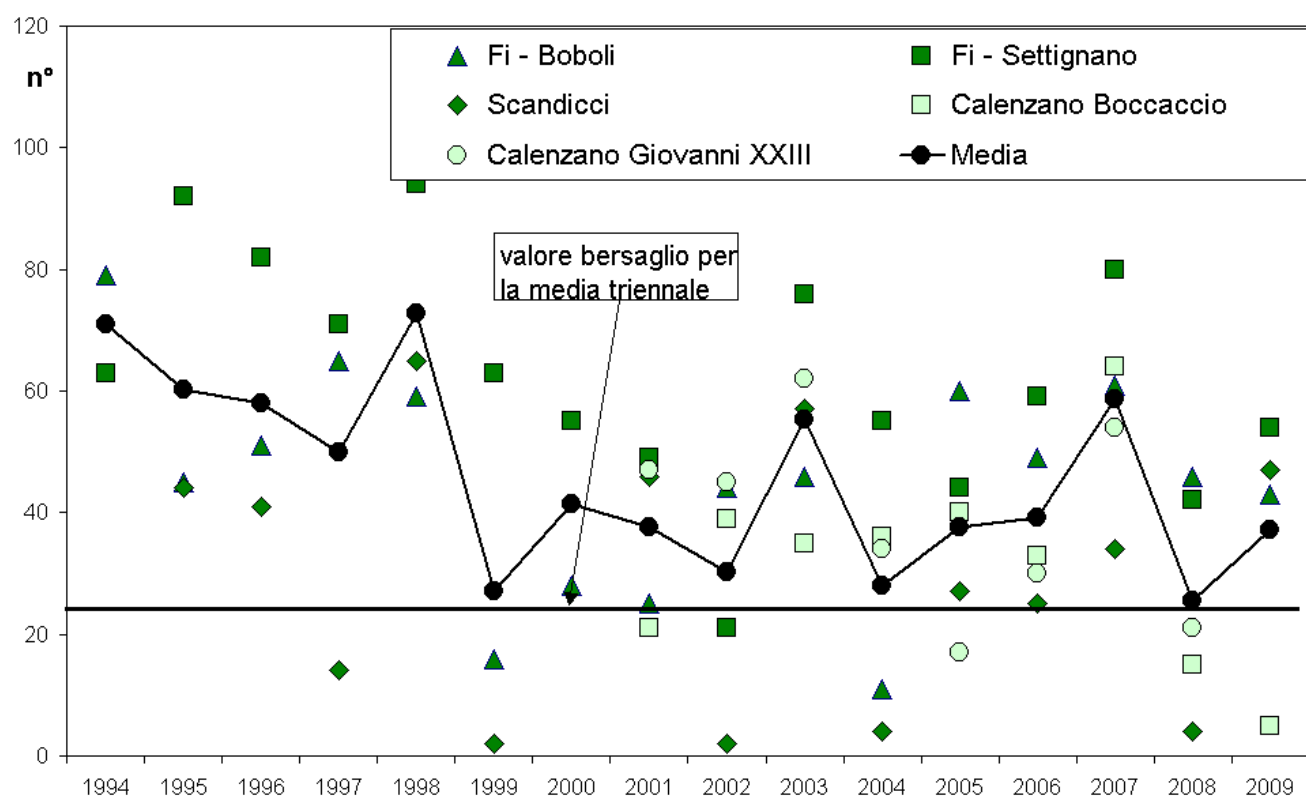
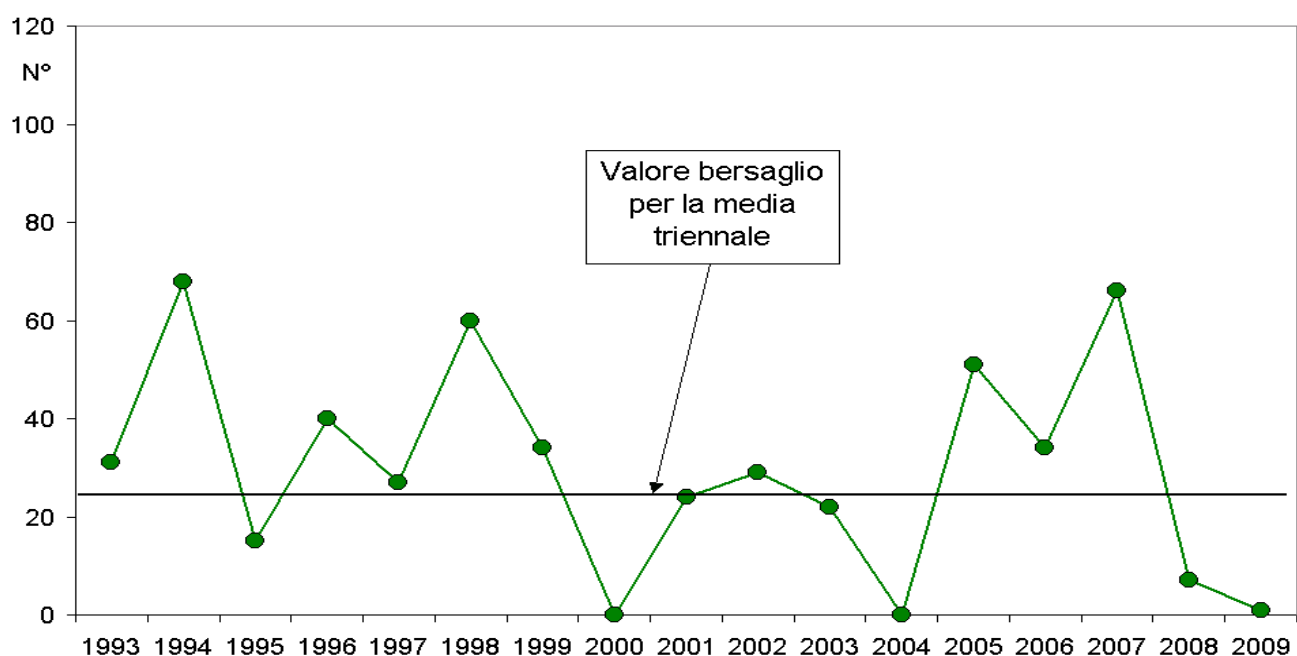


Figura 19 - O₃: trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 µg/m³, rilevate in ciascun anno nel comune di Montelupo.



Gli andamenti storici nell'area omogenea mostrano una sostanziale stabilità nel corso degli anni, con superamenti diffusi nelle stazioni di misura collocate nel parco urbano (Firenze-Boboli), nell'area collinare (Firenze-Settignano) e alla periferia dell'area urbanizzata (Scandicci-Buozzi e Calenzano-Bocaccio).

L'andamento storico a Montelupo rende difficile desumere un trend univoco e consolidato. Si noti come nel biennio 2008-2009 si registra una diminuzione al di sotto dei limiti di legge del numero di giorni con livelli elevati di ozono, dovuta in parte alle condizioni di maggiore instabilità registrate nell'estate del 2009 (vedi capitolo 5 della seconda parte del rapporto).

Nelle figure da 20 a 22 si mostrano nelle varie stazioni le frequenze di superamento dei limiti fissati per la media oraria $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, definita "soglia di informazione", e $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, definita "soglia di allarme".

Si osservi che non è possibile riconoscere un trend univoco e consolidato anche se, negli ultimi 7 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 si è verificato un unico superamento della soglia di allarme.

Figura 20 - O_3 : trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevate in ciascun anno nell'area omogenea.

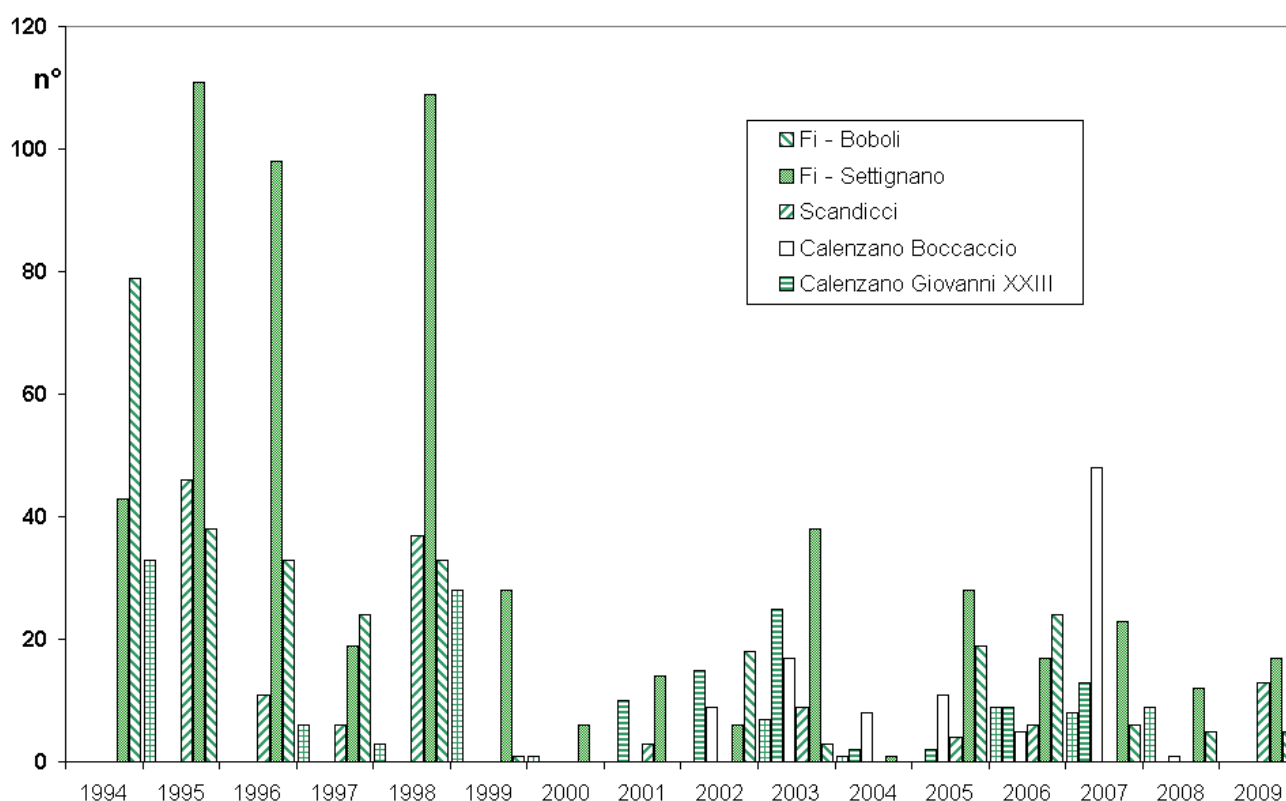


Figura 21 - O_3 trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di allarme, pari a $240 \mu g/m^3$, rilevate in ciascun anno nell'area omogenea.

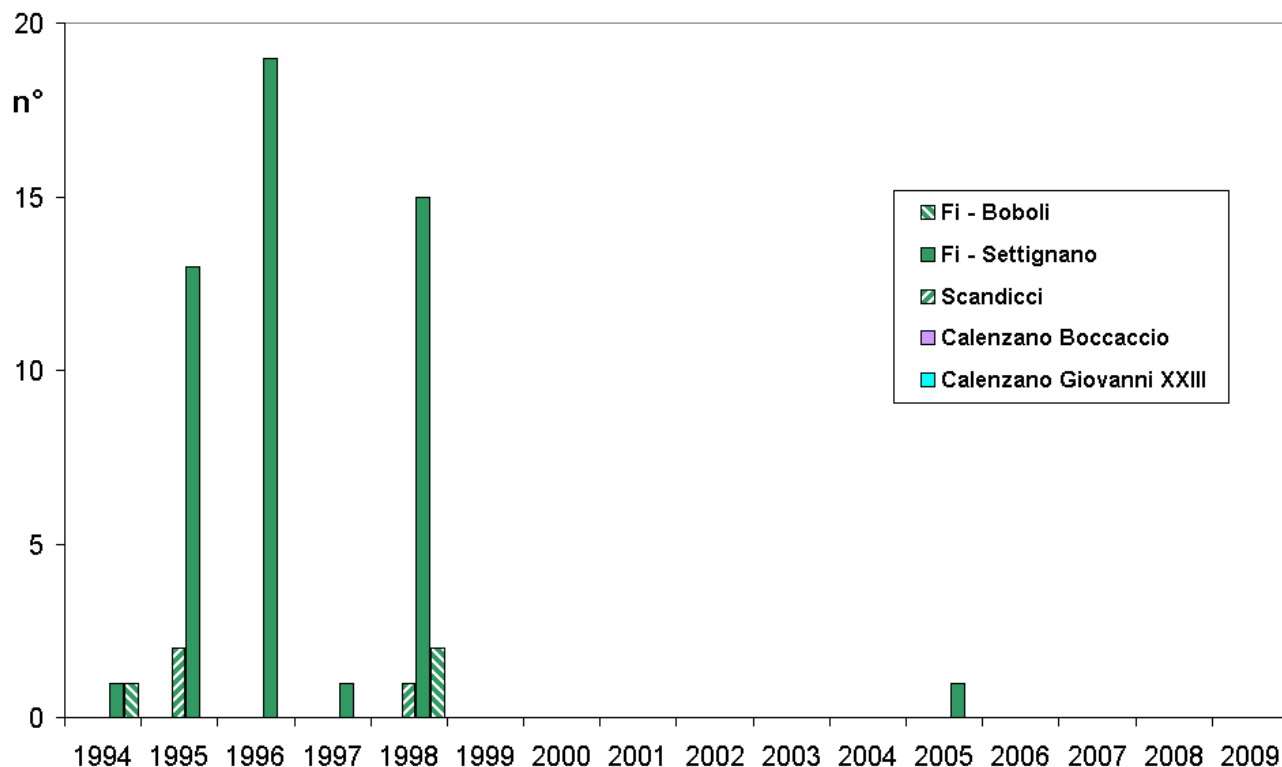
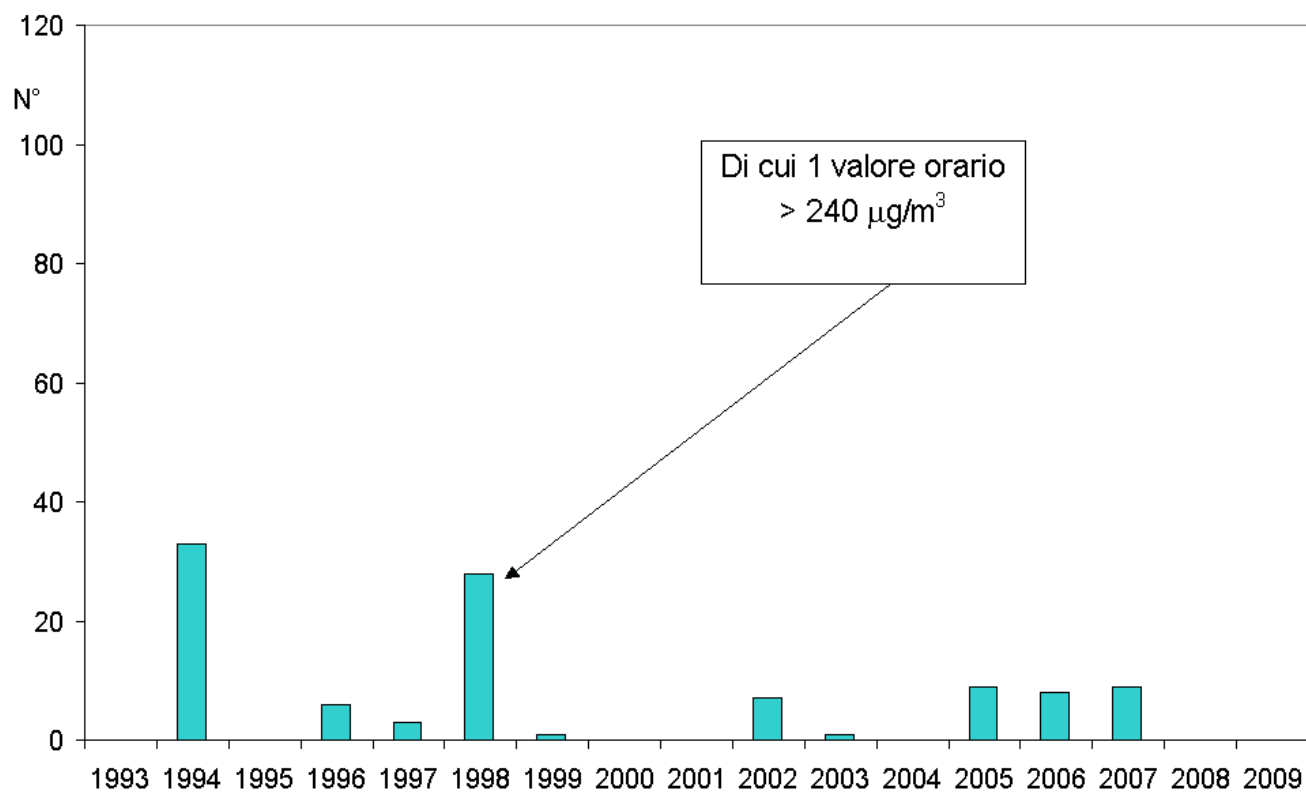


Figura 22 - O_3 : trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a $180 \mu g/m^3$, e alla soglia di allarme, pari a $240 \mu g/m^3$, rilevate nel comune di Montelupo.



7 CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI

Considerati i dati rilevati nell'anno 2009, il trend storico e l'origine degli inquinanti, nelle tabelle 7.1 e 7.2 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria riscontrato nelle varie stazioni rispettivamente dell'area omogenea di Firenze (comuni di Firenze, Scandicci, Campi, Signa, Lastra a Signa, Sesto, Calenzano e Bagno a Ripoli) e delle altre zone in cui sono presenti stazioni della Rete Provinciale. Gli indicatori di riferimento, sono quelli fissati per la protezione della salute umana.

Nelle medesime tabelle si sintetizzano le principali sorgenti antropiche di ciascun inquinante (o dei precursori, nel caso degli inquinanti totalmente o parzialmente di origine secondaria). E' opportuno ricordare che per alcuni inquinanti, quali PM_{10} e O_3 , non è trascurabile l'origine naturale, ancorché di incerta quantificazione soprattutto per il PM_{10} .

I valori riportati in neretto si riferiscono agli inquinanti di cui è stato riscontrato il superamento o il raggiungimento del valore limite anche se fissato ad una scadenza futura. E' evidente che negli altri casi i limiti risultano rispettati con eventuale anticipo rispetto alla data di vigenza indicata nelle Direttive comunitarie.

Tabella 7.1 - Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2009 nelle diverse tipologie di sito e principali sorgenti per l'area omogenea fiorentina. Raffronto con indicatori per la protezione della salute umana.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo sito (2)	Media o range	Sup. soglia Informaz. (3)	Sup soglia Allarme (4)	Sorgenti antropiche principali
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	40 come media annuale [dal 2005]	FU	25-41	Non Previsto	Non Previsto	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), traffico (usura freni, frizioni, pneumatici, asfalto; risospensione), emissioni industriali, impianti termici a combustibili liquidi, combustione legna, quota aggiuntiva di origine secondaria, precursori NO_x e SO_2
		T	43			
		Ind	24			
	50 come media di 24 ore [max 35 gg dal 2005]	FU	13-85 gg			
		T	88 gg			
		Ind	20 gg			
SO_2 ($\mu g/m^3$)	350 come media oraria [max 24 ore dal 2005]	FU	0 ore	Non Previsto	0	Impianti termici industriali e domestici alimentati con combustibili solidi e liquidi (carbone, olio e gasolio).
		T	0 ore			
	125 come media 24 ore [max 3 gg dal 2005]	FU	0 gg			
		T	0 gg			
CO (mg/m^3)	10 come media di 8 ore da non superare [dal 2005]	FU	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).
		T	0 sup			
NO_2 ($\mu g/m^3$)	200 come media oraria [max 18 ore dal 2010]	FU	0-5 ore	5 ore	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)
		T	30 ore			
	40 come media annuale [dal 2010]	FU	16-45			
		T	98			
O_3 ($\mu g/m^3$)	120 come media di 8 ore [max 25 gg dal 2010 – media sugli ultimi 3 anni]	FU	25-50 gg	3 gg	0	Origine secondaria, precursori NO_x , HC, altre sostanze organiche da 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
		FSU	59 gg			
		Ind	28 gg			

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo sito (2)	Media o range	Sup. soglia Informaz. (3)	Sup soglia Allarme (4)	Sorgenti antropiche principali
<i>Benzene</i> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 come media annuale [dal 2005]	FU	2,3	Non Previsto	Non previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi).
	5 come media annuale [dal 2010]	T	3,8			

(1) DM 60/02 per PM_{10} , SO_2 , CO, NO_2 , benzene; Dlgs 183/04 per O_3 ; DM 25.11.1994 e Direttiva 2004/107/CE per BaP.

(2) FU = fondo urbano; T = traffico; Ind = area industriale; FSU = fondo suburbano.

(3) Dlgs 183/04 per O_3 , O.S. di Firenze 10211/03 per NO_2

(4) DM 60/02 per SO_2 , NO_2 , Dlgs 183/04 per O_3 ,

Tabella 7.2 - Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2008 nelle diverse tipologie di sito e principali sorgenti per le stazioni nei comuni di Empoli, Montelupo, Greve in Chianti, Incisa e Pontassieve. Raffronto con indicatori per la protezione della salute umana.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Media o range	Sup. soglia Informaz. (2)	Sup soglia Allarme (3)	Sorgenti antropiche principali
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40 come media annuale [dal 2005]	21-32	Non Previsto	Non Previsto	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)
	50 come media di 24 ore [max 35 gg dal 2005]	5-23 gg			
SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	350 come media oraria [max 24 ore dal 2005]	0 ore	Non Previsto	0	Impianti termici industriali e domestici alimentati con combustibili solidi e liquidi (carbone, olio e gasolio).
	125 come media 24 ore [max 3 gg dal 2005]	0 gg			
CO (mg/m^3)	10 come media di 8 ore da non superare [dal 2005]	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).
NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200 come media oraria [max 18 ore dal 2010]	0 ore	0	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)
	40 come media annuale [dal 2010]	15- 59			
O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	120 come media di 8 ore [max 25 gg dal 2010 – media sugli ultimi 3 anni]	25 gg	0	0	Origine secondaria, precursori NO_x , HC, altre sostanze organiche da 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

(1) DM 60/02 per PM_{10} , SO_2 , CO, NO_2 , benzene; Dlgs 183/04 per O_3 ; DM 25.11.1994 e Direttiva 2004/107/CE per BaP.

(2) Dlgs 183/04 per O_3 , O.S. di Firenze 10211/03 per NO_2

(3) DM 60/02 per SO_2 , NO_2 , Dlgs 183/04 per O_3 ,

Le variabili che incidono sui livelli di inquinamento sono molteplici e non sempre è possibile normalizzare i valori degli indicatori annuali per valutare con certezza gli effettivi andamenti. Una delle principali variabili è quella meteorologica che può determinare situazioni più favorevoli alla dispersione naturale degli inquinanti in taluni anni rispetto ad altri.

E' il caso dell'inquinante ozono, che nel biennio 2008-2009 ha registrato cali visibili su tutta la rete, rispetto alle situazioni degli anni precedenti. Una delle cause di questo comportamento, è da attribuirsi alle condizioni di maggiore instabilità registrate negli ultimi due anni, durante il periodo estivo (in cui si registrano storicamente i livelli più elevati di questo inquinante).

Le variazioni delle concentrazioni degli altri inquinanti rientrano invece nella tipica variabilità indotta dalla meteorologia.

Si propone, di seguito, una valutazione di estrema sintesi.

- a) Il **biossido di zolfo (SO₂)** non desta preoccupazione. Peraltro il trend è tornato in diminuzione dopo la lieve inversione di tendenza rispetto degli anni 2005-2006, che poteva essere dovuta alla riconversione di taluni impianti da gas naturale a olio combustibile pesante.
- b) Il **monossido di carbonio (CO)** rientra ampiamente nei limiti anche nella stazioni tipo traffico e prosegue il trend di riduzione grazie al rinnovo del parco circolante con la progressiva eliminazione della auto a benzina non catalizzate.
- c) Il **benzene** si conferma stabilmente già inferiore al limite fissato per il 2010 nei siti di fondo e siti di medio volume di traffico dove tale inquinante è stato direttamente misurato. A titolo esclusivamente indicativo, sembra opportuno segnalare che il valore di benzene stimato, attraverso la nota correlazione con il valore di CO misurato, nella stazione urbana traffico FI – Gramsci, supera il limite che entrerà in vigore a partire dal 2010 (*vedasi parte 2 del rapporto annuale 2009 – capitolo misure indicative*)
- d) L'inquinante **biossido d'azoto (NO₂)** conferma una situazione critica, in particolare modo nell'Area omogenea fiorentina, soprattutto a livello di media annuale nei siti di monitoraggio prossimi a strade ad alto traffico. Presumibilmente a causa della maggiore incidenza dei veicoli diesel, non si rileva più ormai da alcuni anni la tendenza al miglioramento che caratterizzava questo inquinante fino al 2001-2002. Il trend conferma per il 2009 la tendenza alla diminuzione della media degli indicatori calcolati per i siti di fondo registrata negli ultimi due anni. La media annua appare consolidata poco al di sotto del valore limite al 2010 per la maggior parte di questi siti e ben al di sopra di esso per i siti traffico. Situazione meno critica si rileva nei siti esterni all'area omogenea e in particolare nei comuni di Greve in Chianti e Pontassieve il valore limite è largamente rispettato.
- e) L'inquinante **ozono (O₃)**, tipico inquinante di area vasta, nonostante la tendenza al calo registrata già a partire dal 2008 dovuta in parte alle condizioni di instabilità meteo verificatesi anche per quest'anno durante il periodo estivo, continua a mostrare eccedenze nella ricorrenza di giorni con superamento della soglia fissata al 2010 per la media di 8 ore. Nonostante la forte riduzione di episodi acuti caratterizzati da elevati livelli orari registrati negli anni '90, presumibilmente connessa alla riduzione dei precursori in scala locale (es. idrocarburi da veicoli euro 0), rimane comunque confermata la criticità del quadro complessivo.
- f) Il **particolato PM₁₀** appare evidenziare il consolidamento del trend di riduzione avviato dal 2003, e in particolare il biennio 2008-2009 è stato caratterizzato da una definita tendenza al calo di tutte le stazioni di fondo della Rete Provinciale.

Nonostante ciò, permangono all'interno dell'area omogenea situazioni di difformità riguardo alla media annuale e, soprattutto, riguardo alle frequenze di eccedenze giornaliere. I livelli più elevati di PM_{10} si riscontrano in prossimità di strade ad alto traffico e in aree residenziali ai margini dell'area metropolitana, dove si manifesta maggiore stabilità atmosferica nelle ore notturne, con conseguente accumulo di inquinanti. Il rientro nello standard di qualità dell'aria fissato al 2005, sembra problematico anche per la maggior severità insita nell'indicatore espresso come numero di medie giornaliere ($50 \mu g/m^3$ da non superare per più di 35 giorni all'anno)⁶ che infatti risulta superato anche in buona parte dei siti di fondo urbano dell'area omogenea. Entrambi i valori limite appaiono invece rispettati nei comuni esterni all'area (Empoli, Montelupo Fiorentino, Greve in Chianti, Pontassieve, Incisa)

- g) A titolo esclusivamente indicativo, in quanto si tratta di misure effettuate per campagne che non rispettano i requisiti di copertura temporale previsti dalla normativa, i valori di **benzo[a]pirene** e di **metalli (piombo, cadmio, nichel, arsenico)** si collocano ampiamente al di sotto dei valori limite e confermano i rispettivi trend di riduzione degli ultimi anni (*vedasi parte 2 del rapporto annuale 2009 – capitolo misure indicative*).

⁶ Il limite di riferimento espresso in termini di superamenti del valore di $50 \mu g/m^3$ è più rigoroso e non coerente con rispetto a quello espresso in termini di media annuale. Infatti, al valore della media annuale di $40 \mu g/m^3$ corrisponde, in base alla nota distribuzione delle concentrazioni giornaliere rilevate in un anno (log normale), un numero di superamenti nell'intorno di 80 giorni all'anno. Viceversa, ad un numero di giorni con concentrazione superiore a $50 \mu g/m^3$ pari a 35, corrisponde una media annuale nell'intorno di $30 \mu g/m^3$

PARTE SECONDA

1 INDICATORI PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE

In questo paragrafo si riportano, i valori degli indicatori statistici degli inquinanti da confrontare con i limiti dettati dalla normativa “per la protezione degli ecosistemi e della vegetazione”.

Nell'allegato VIII del DM/60 si forniscono le indicazioni per l'ubicazione in siti fissi dei punti di campionamento degli inquinanti SO₂, NO_x, CO, Pb, PM₁₀, PM_{2.5} e Benzene finalizzati alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali (a più di 20 km di distanza dagli agglomerati o a più di 5 km di distanza dalle zone edificate, impianti industriali o autostrade o strade ad alta percorrenza). Tali indicazioni vengono riprese integralmente dalla direttiva 2008/50/CE, Allegato III.

La normativa consente tuttavia, qualora imposto dalle condizioni geografiche, di prevedere il posizionamento di punti di campionamento a distanze inferiori a quelle previste, e quindi rappresentativi di aree meno estese.

Quest'ultimo criterio verrà applicato in questa sede alla Rete Provinciale Fiorentina. Infatti, a causa dell'elevata urbanizzazione delle zone circostanti, nessuna delle postazioni di monitoraggio attualmente attive risponde ai requisiti previsti dal DM 60/2002 e dalla direttiva 2008/50/CE.

Per quanto riguarda l'ozono, sia il D.lgs 183/2004 che la direttiva definiscono come rappresentative della protezione della vegetazione, le stazioni di tipo suburbana e rurale. Nella Rete Provinciale di Firenze, risponde a tale requisito la stazione suburbana di Firenze-Settignano, che fa anche parte della rete regionale per l'ozono.

1.1 Ossidi di azoto totali (NO_x)

Nella tabella 1.1 si riporta il confronto delle medie annue degli ossidi di azoto totali NO_x con il valore limite definito dalla normativa “per la protezione della vegetazione” (pari a 30 µg/m³) per tutte le stazioni di tipo “fondo” della rete provinciale.

Dall'esame della tabella, si rileva che il limite fissato per la protezione della vegetazione risulta superato in tutte le stazioni con l'eccezione di Firenze-Settignano.

Nelle figure 1 e 2 si mostrano i trend delle concentrazioni medie annuali di NO_x rilevate dal 1994 nelle stazioni di fondo rispettivamente dell'area omogenea e del sito di Montelupo. Si osservi come le concentrazioni medie nelle aree residenziali dell'area omogenea risultino in generale 2÷3 volte più elevate del valore di riferimento.

Si ricorda che nessuna delle stazioni in oggetto risponde ai requisiti previsti dal DM 60/2002 e dalla direttiva 2008/50/CE. Tuttavia, in accordo con la normativa suddetta, i valori restituiti possono essere considerati comunque rappresentativi della situazione su scala locale (Area omogenea e zona Empoli-Montelupo).

Tabella 1.1 – Ossidi di azoto totali (NO_x)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ come NO ₂)	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ come NO ₂)
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	50	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (in vigore dal 2001)
Firenze-V.le U. Bassi*	Urbana	Fondo	79	
Firenze-Settignano	Rurale	Fondo	20	
Scandicci-V. Buoizzi	Urbana	Fondo	67	
Calenzano-Giovanni XXIII*	Periferica	Fondo	52	
Campi Bisenzio-Via Orly	Periferica	Fondo	81	
Signa-V. Roma	Urbana	Fondo	55	
Montelupo – Asia	Urbana	Fondo	84	
Pontassieve Curiel	Urbana	Fondo	33	

* % dati inferiore al minimo previsto dalla normativa (90%) per il calcolo degli indicatori. I valori sono da considerarsi indicativi.

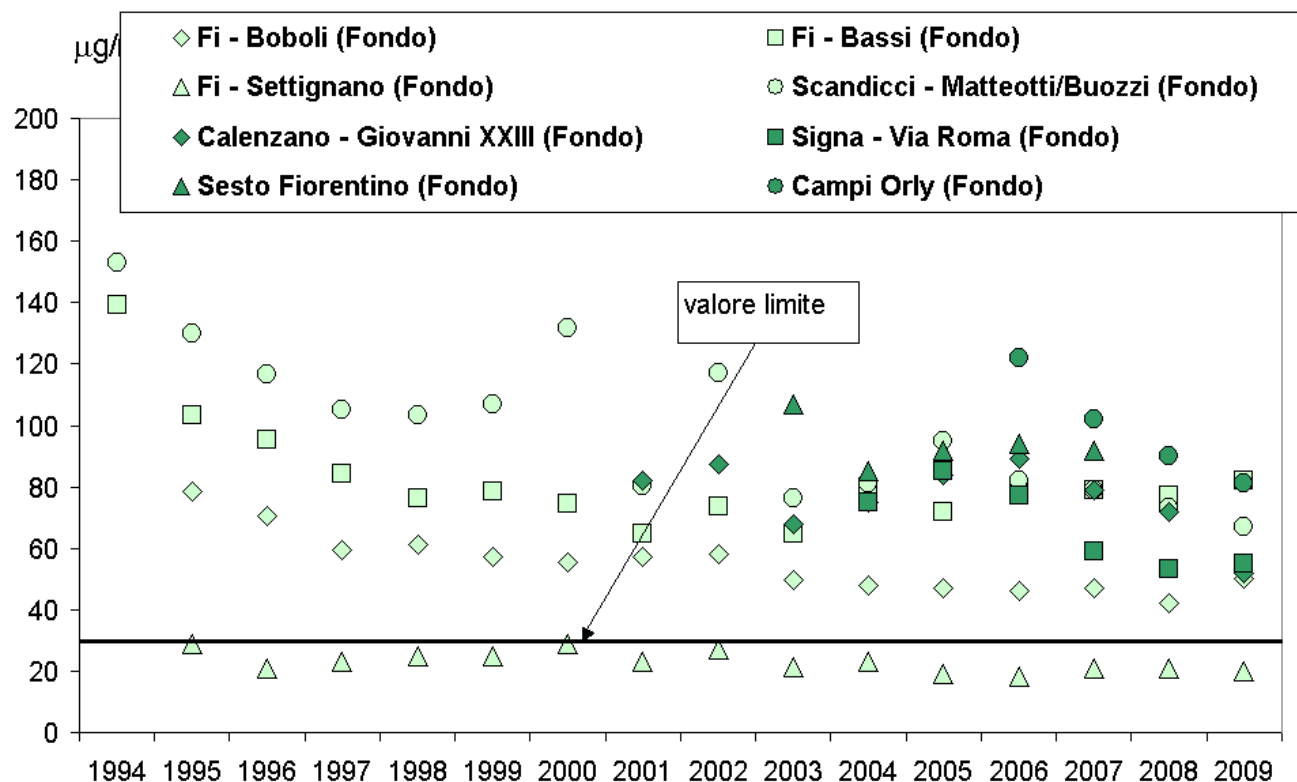
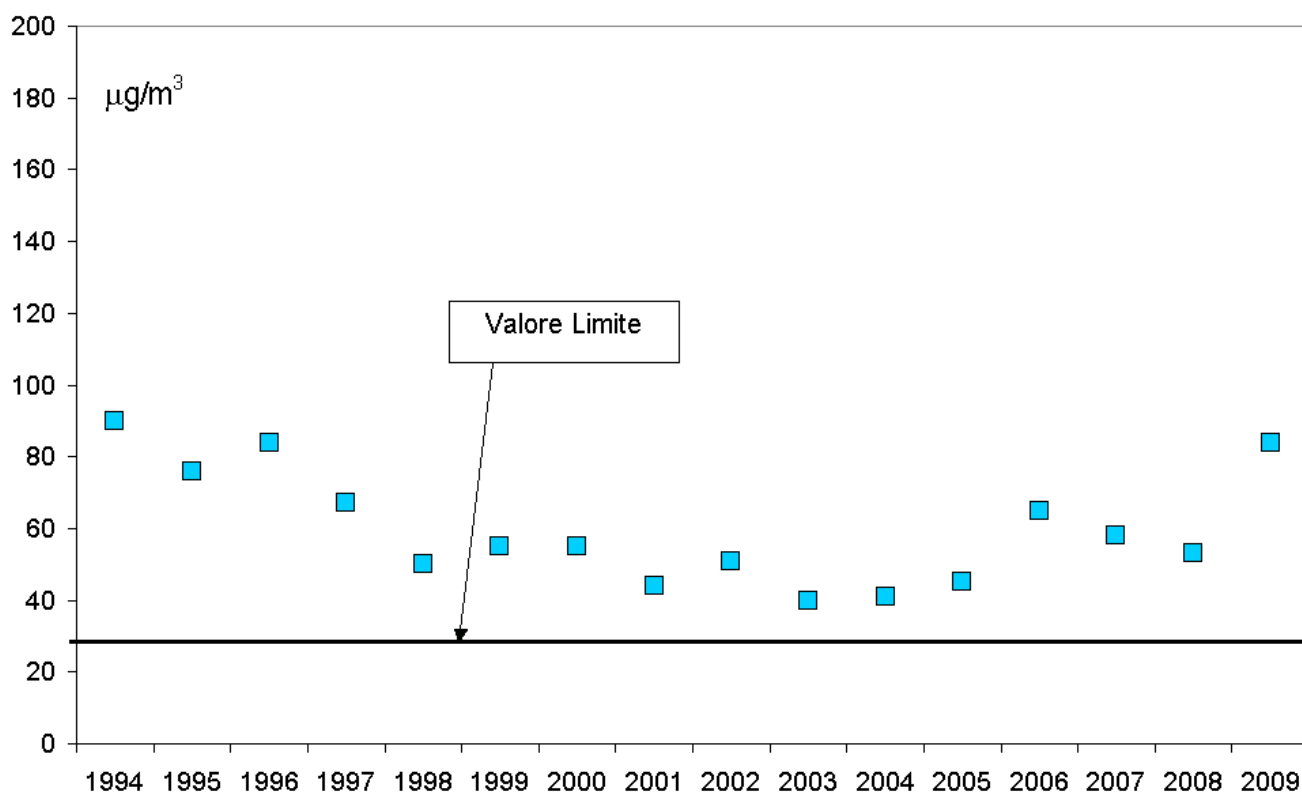
Figura 1 - trend delle concentrazioni medie annuali di NO_x nell'area omogenea (valori espressi come NO₂).

Figura 2 - trend delle concentrazioni medie annuali di NO_x per la stazione di Montelupo (valori espressi come NO₂).



1.2 Biossido di zolfo (SO₂)

Nella tabella 1.2 si riporta il confronto delle medie annue e invernali per l'inquinante SO₂ con i valori limite definiti dalla normativa "per la protezione degli ecosistemi".

Tabella 1.2 – Valori limite SO₂ per la protezione degli ecosistemi

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale (µg/m³)	Media invernale (µg/m³)	Valore limite (µg/m³)
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	1	1	20 µg/m³ (in vigore dal 2001)
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	2	2	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	2	3	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	1	1	
Empoli-Ridolfi	Urbana	Traffico	1	1	
Greve-Passo dei Pecorai	Urbana	Traffico	1	1	

Dall'esame della tabella si desume che i limiti di riferimento sono ampiamente rispettati in tutte le stazioni, comprese quelle di traffico.

Nelle figure 3 e 4 si mostra il confronto con il limite per la protezione degli ecosistemi, dell'andamento delle concentrazioni medie annuali di SO_2 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, nella figura 3 (relativa all'area omogenea) si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

Figura 3 - Trend delle concentrazioni medie annuali di SO_2 nell'area omogenea.

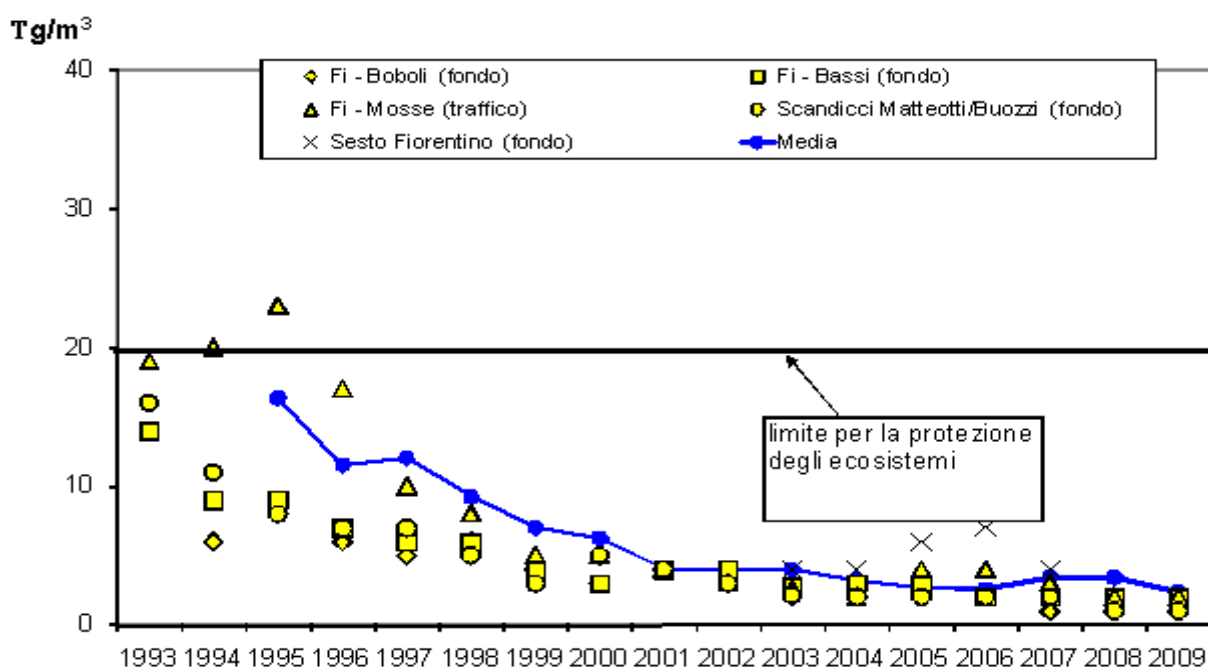
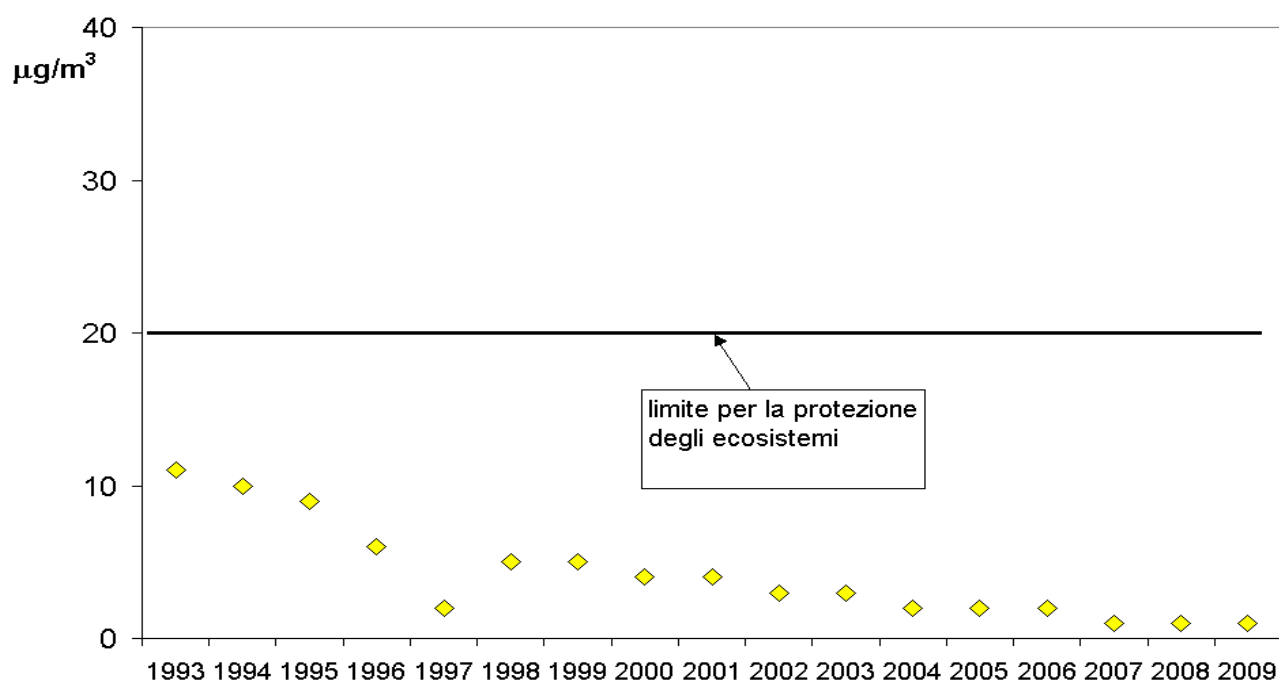


Figura 4 - Trend delle concentrazioni medie annuali di SO_2 per la stazione di Empoli.



Si osserva come il limite risulti sempre rispettato con l'eccezione di un paio di casi nei primi anni '90 (peraltro riguardanti una stazione di traffico).

Per quanto riguarda l'aderenza alle caratteristiche richieste dalla normativa per la rappresentatività in campo di difesa degli ecosistemi, vale anche qui il discorso fatto per gli ossidi di azoto nel paragrafo 1.1

1.3 Ozono (O₃)

Si ricorda che i valori limite per l'Ozono sono definiti come "valore bersaglio" dal D.Lgs 183/04.

Il limite espresso in termini di media quinquennale di AOT40 (calcolato come sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m³, ovvero 40 ppb, calcolata nel periodo 1 maggio-31 luglio nella fascia oraria 8-20), è fissato "per la protezione della vegetazione".

Nella tabella 1.3 si confrontano gli indicatori calcolati per la stazione di area collinare Firenze-Settignano e – a titolo indicativo – per le stazioni di fondo presenti nella Rete Fiorentina (si ricorda che la normativa considera comunque rappresentative riguardo gli indicatori "per la protezione della vegetazione" solo le stazioni di tipo suburbano o rurale).

Le stazioni riportate in neretto appartengono alla rete regionale.

I valori riportati in tabella mostrano che gli indicatori superano notevolmente il valore limite, che entrerà in vigore a partire dal 2010 (e a maggior ragione il valore obiettivo a lungo termine), non solo nella stazione di Settignano, ma anche nel parco di Boboli e negli altri siti residenziali della rete, nonostante il fatto che in siti del genere si registrano tipicamente valori di ozono più bassi.

Tabella 1.3 – AOT40 Ozono per la protezione degli ecosistemi

Stazione	Classificazione (D.lgs 183/04)	Dati orari validi (n°)	AOT40 maggio-luglio (µg/m ³ *h)	AOT40 maggio-luglio (µg/m ³ *h) come media di 5 anni	Valore obiettivo
Firenze-Boboli	Urbana	1099	26806	30058	18000 (da raggiungere a partire dal 1.1.2010)
Firenze-Settignano	Suburbana	1082	26052	31264	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	1096	24969	20316	
Calenzano-Giovanni XXIII	Urbana	636(1)	-	-	6000 (obiettivo a lungo termine per la media annuale)
Calenzano-Boccaccio	Urbana(2)	1097	9002	22619	
Montelupo-Asia	Urbana	1095	1622	19729	
Incisa-Stadio (3)	Urbana	1006	8322	-	

(1) Copertura dati insufficiente per il calcolo dell'indicatore

(2) stazione classificata come "industriale" ai sensi del DM 60/02

(3) Attivata nell'inverno 2008

Nella figura 5 si mostra l'andamento delle medie quinquennali di AOT40 per la stazione di Settignano. Per questo parametro è stato definito il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, pari a 18000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*h, e sostanzialmente rappresenta l'esposizione massima accettabile. Come si può notare, la grandezza è stata storicamente sempre superiore al valore obiettivo.

Ai fini di mostrare più chiaramente la variabilità annua di tale grandezza, in figura 6 si riportano i valori annui di AOT40 per tutte le stazioni della rete in cui si misura l'ozono. In generale, la situazione riscontrata è nettamente superiore al limite o prossima ad esso nella maggior parte delle stazioni di rilevamento e nella maggior parte degli anni. Si noti come nel 2009 si conferma la generalizzata tendenza al calo riscontrata nel 2008, dovuta alle condizioni di scarsa stabilità atmosferica verificatesi nel periodo estivo.

Figura 5 - O₃ Trend delle medie quinquennali di AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevate in ciascun anno) per Firenze-Settignano

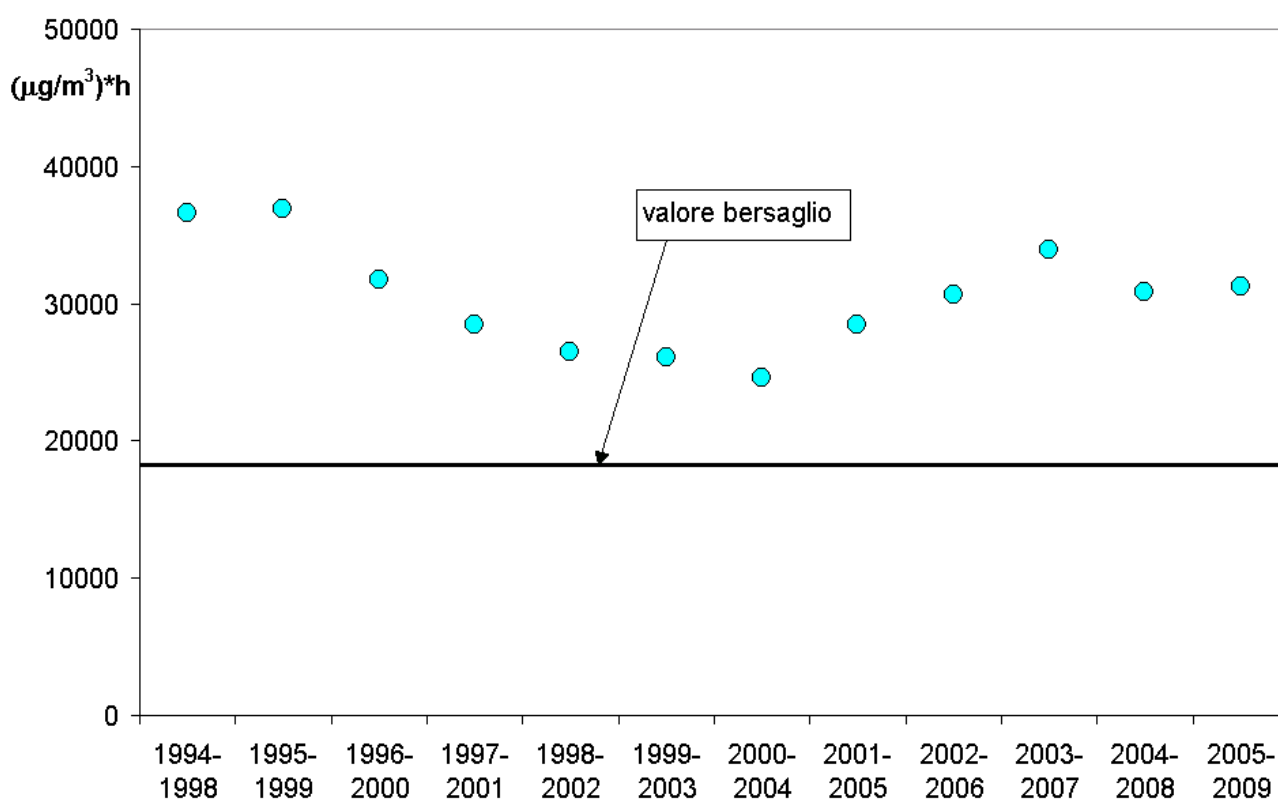
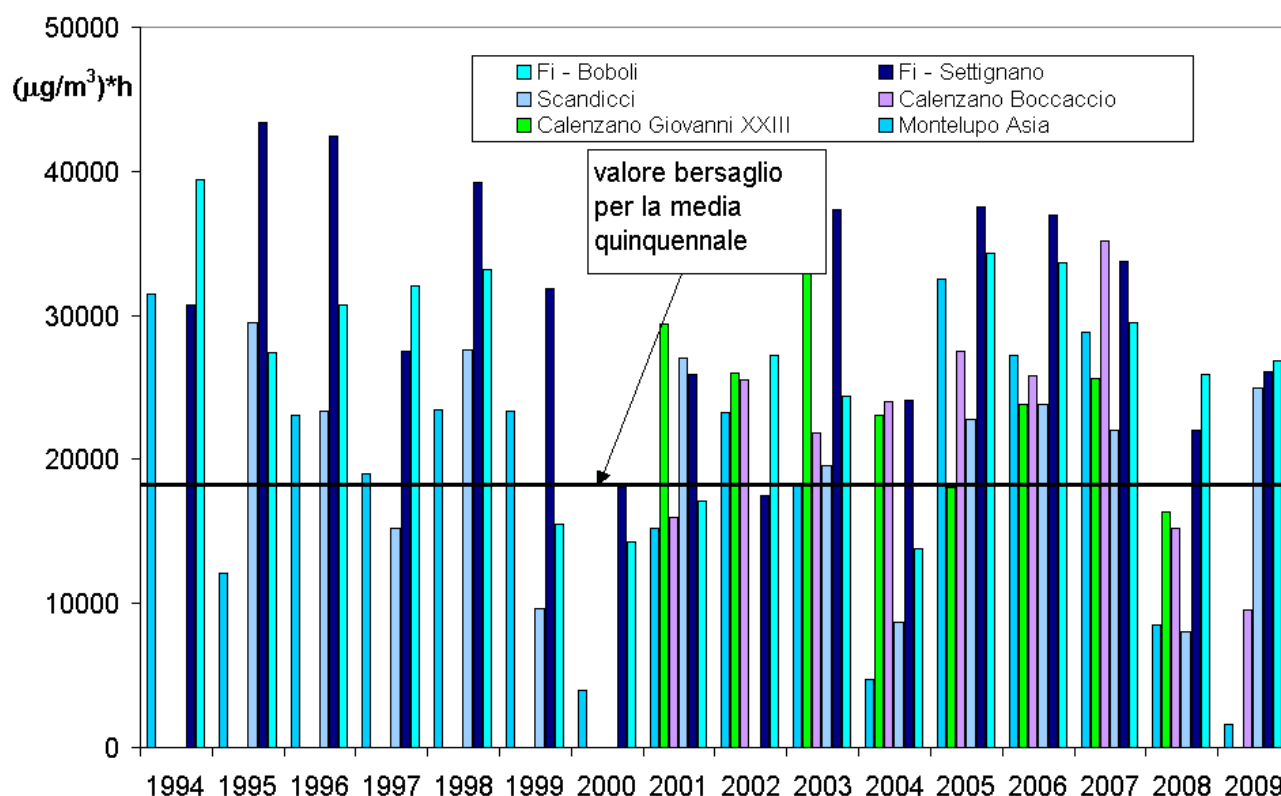


Figura 6 - O₃: trend delle medie annue del parametro AOT40

Nell'articolo 3 del D.lgs 183/04, tra le informazioni da trasmettere al Ministero dell'Ambiente e alla commissione europea si trova anche un indicatore "per la protezione delle foreste". Nella seguente tabella viene riportato, a titolo solo indicativo, il confronto con il valore relativo alla stazione di Settignano.

Tabella 1.4 – AOT40 Ozono per la protezione delle foreste

Stazione	Classificazione (D.lgs 183/04)	Dati orari validi (n°)	AOT40 Aprile-settembre (µg/m³*h)	Valore limite
Firenze-Settignano	Suburbana	2067	49654	20000

Come si nota, il valore limite è ampiamente superato.

2 MISURAZIONI INDICATIVE

Nel presente paragrafo vengono riportate tutte le misure che non rispondono ai requisiti di copertura temporale previsti dalla normativa, ma che mantengono comunque una valenza indicativa.

Si riportano inoltre, sempre e soltanto a titolo indicativo, le stime relative all'inquinante Benzene effettuate tramite correlazione lineare con CO.

2.1 Benzo[a] pirene (BaP).

Il D.lgs 152 del 3 agosto 2007 recepisce la direttiva 2004/107/CE e fissa i limiti di riferimento, definiti come “valori obiettivo” relativi al benzo(a)pirene e ai metalli nell'aria ambiente.

Nella tabella 2.1 sono riportati i valori di media annua di Benzo[a]pirene nei vari punti di misura dell'area fiorentina. Si noti che il valore limite appare pienamente rispettato.

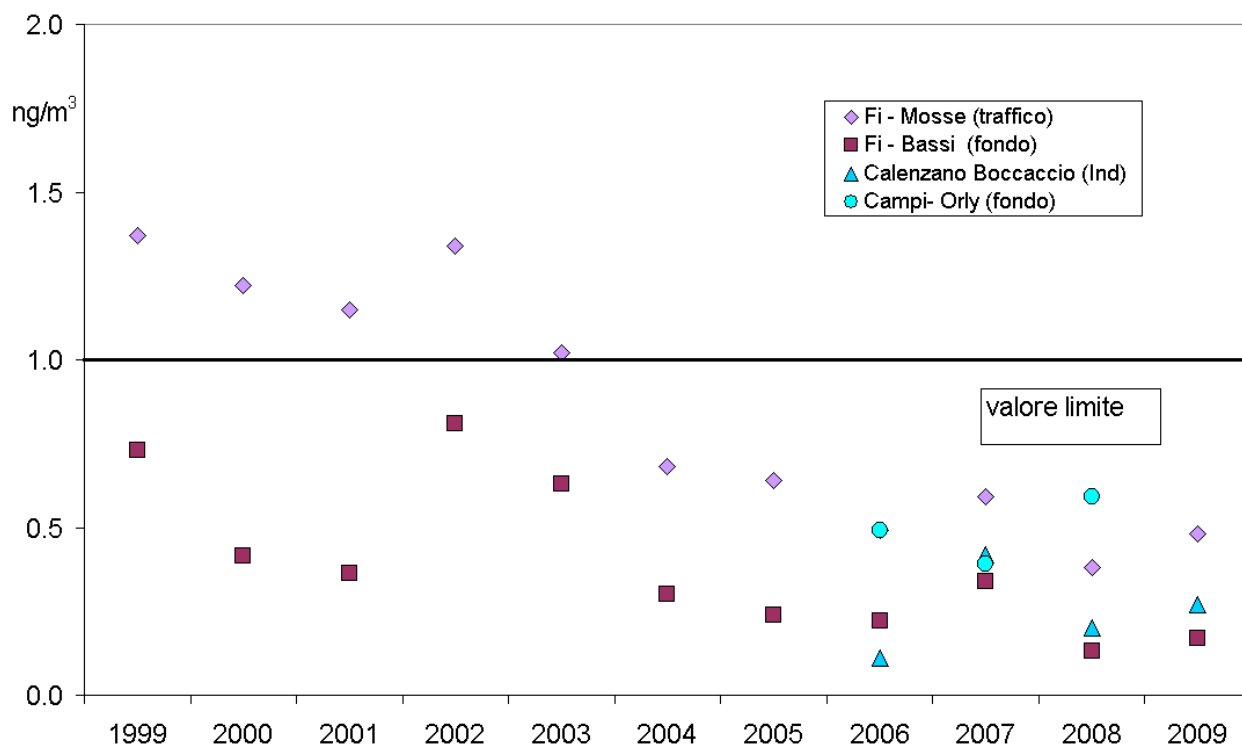
Tabella 2.1 – Benzo[a]pirene

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale (ng/m ³)	Valore obiettivo
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	0.17	1 n g/m³ (in vigore dal 1.01.2013)
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	0.48	
Calenzano-V. Boccaccio	Rurale	Industriale	0.27	

I dati relativi alla stazione di Campi-Orly non sono riportati dato che, in sede di stesura del presente rapporto, non sono ancora disponibili i risultati delle analisi dei filtri campionati nel periodo autunnale 2009. Non appena si potrà disporre di tali risultati, sarà possibile rendere noto il valore della media annua di tale stazione.

Nella figura 7 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali relative al benzo[a]pirene, rilevate dal 1999. Il trend mostra una diminuzione fino all'anno 2001. I valori relativi al 2002 e al 2003 evidenziano un netto incremento che, in larga misura, potrebbe dipendere dalla mancata copertura degli interi anni solari. Infatti, nel 2002 il valore medio indicato si riferisce al solo II semestre mentre, nel 2003 non sono stati effettuati campionamenti nel trimestre estivo in cui i valori sono tipicamente molto bassi. Le medie annuali successive mostrano il consolidamento del trend di riduzione e confermano il rispetto del valore standard di riferimento anche nei siti traffico. A partire da gennaio 2006 è iniziato il rilevamento di BaP nel sito Calenzano-Boccaccio, ubicato in area industriale e non lontano dall'autostrada A1 (200 m circa), e nella stazione di Campi-Orly, classificata come fondo. In entrambi i casi, il valore medio rilevato risulta sempre molto inferiore allo standard di riferimento. Si noti come si registra una tendenza all'aumento della media annua di BaP in tutte le stazioni fiorentine (pur mantenendosi al di sotto del limite).

Figura 7 - Trend delle medie annuali di benzo(a)pirene rilevate nelle diverse tipologie di sito.



2.2 Benzene

In considerazione dell'accertata correlazione lineare fra le concentrazioni atmosferiche di CO e di benzene nei siti nei quali le emissioni di questo inquinante siano principalmente di origine antropica (traffico urbano), è possibile, in tali siti, stimare le medie annuali di benzene partendo dalle corrispettive medie di CO.

La stima del coefficiente di correlazione, viene fatta confrontando le medie relative al 2007 dei siti in cui i dati di Benzene vengono determinati analiticamente e in cui nel contempo è presente la misura in continuo del CO (Firenze-Bassi e Firenze-Mosse).

L'equazione in tal modo ricavata:

$$C_{\text{benz}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = F * C_{\text{co}} (\text{mg}/\text{m}^3) \text{ dove } F = 4.5$$

si può utilizzare per stimare il valore medio annuo di benzene a partire dalla media di CO, nei siti in cui si misura quest'ultimo inquinante e in cui non siano presenti altre fonti di emissione di benzene diverse da quelle da traffico.

Nella tabella 2.2 sono riportate le medie annue stimate nelle stazioni della rete in cui si misura il CO, unitamente a quelle ricavate dalle campagne di misura e già riportate nel paragrafo 6.4.5 della parte prima del rapporto.

Tabella 2.2 – Benzene

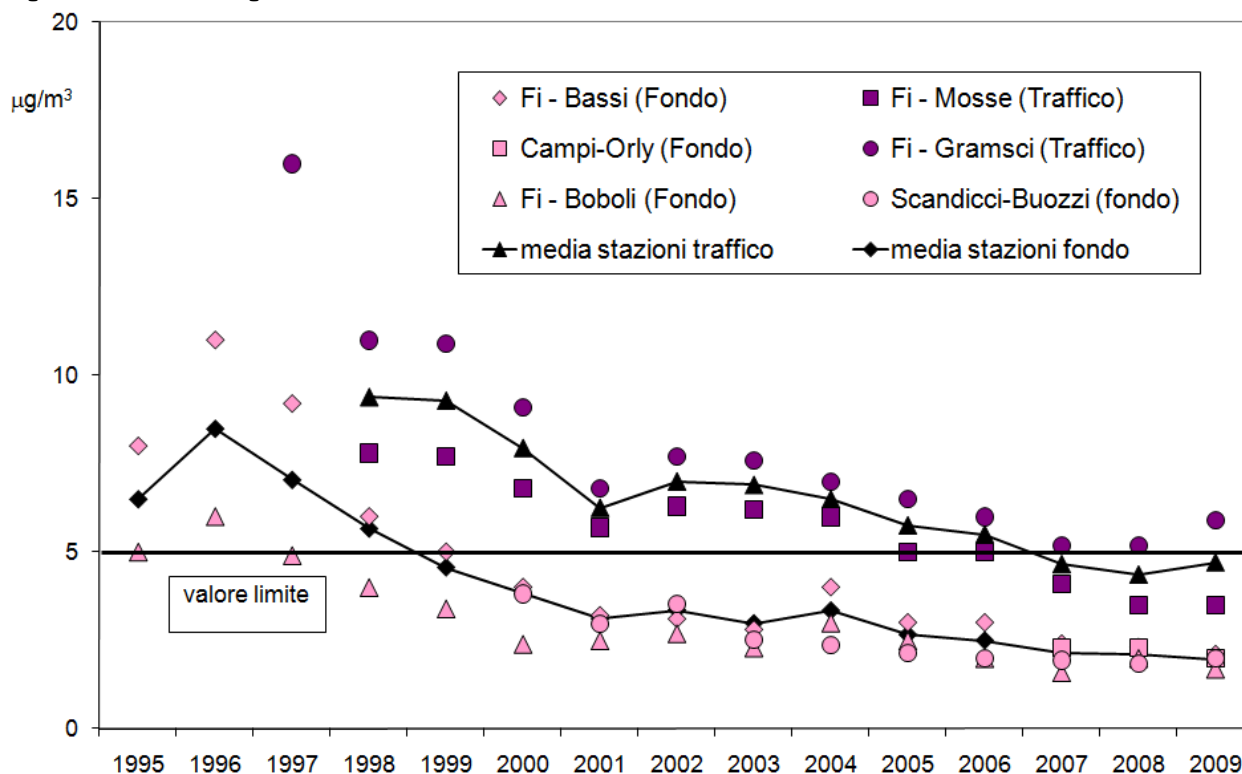
Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Firenze –Boboli	Urbana	Fondo	1,7 (1)	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (in vigore dal 1.01.2010)
Firenze – V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	2,1	
Firenze – V.le Gramsci	Urbana	Traffico	5,9 (1)	
Firenze – V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	3,5	
Scandicci – V. Buozzi	Urbana	Fondo	2,0 (1)	
Calenzano – Boccaccio	Rurale	Industriale	2,1	
Campi Bisenzio – V. Orly	Periferica	Fondo	2,0	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	2,7 (1)	

(1) stimato per correlazione con CO

La soglia fissata per l'anno 2010 appare rispettata nei siti residenziali mentre risulterebbe superata (valore stimato) nel sito con maggior volume di traffico (Firenze-Gramsci).

Nella figura 8 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate e stimate dal 1995 nelle varie stazioni dell'area omogenea fiorentina, differenziate per tipologia di sito in quanto questo inquinante, come il CO, presenta una forte disomogeneità spaziale poiché emesso dagli scarichi dei veicoli a motore (a benzina).

Figura 8 – Area omogenea: trend medie annuali di benzene misurate e stimate con correlazione con il CO



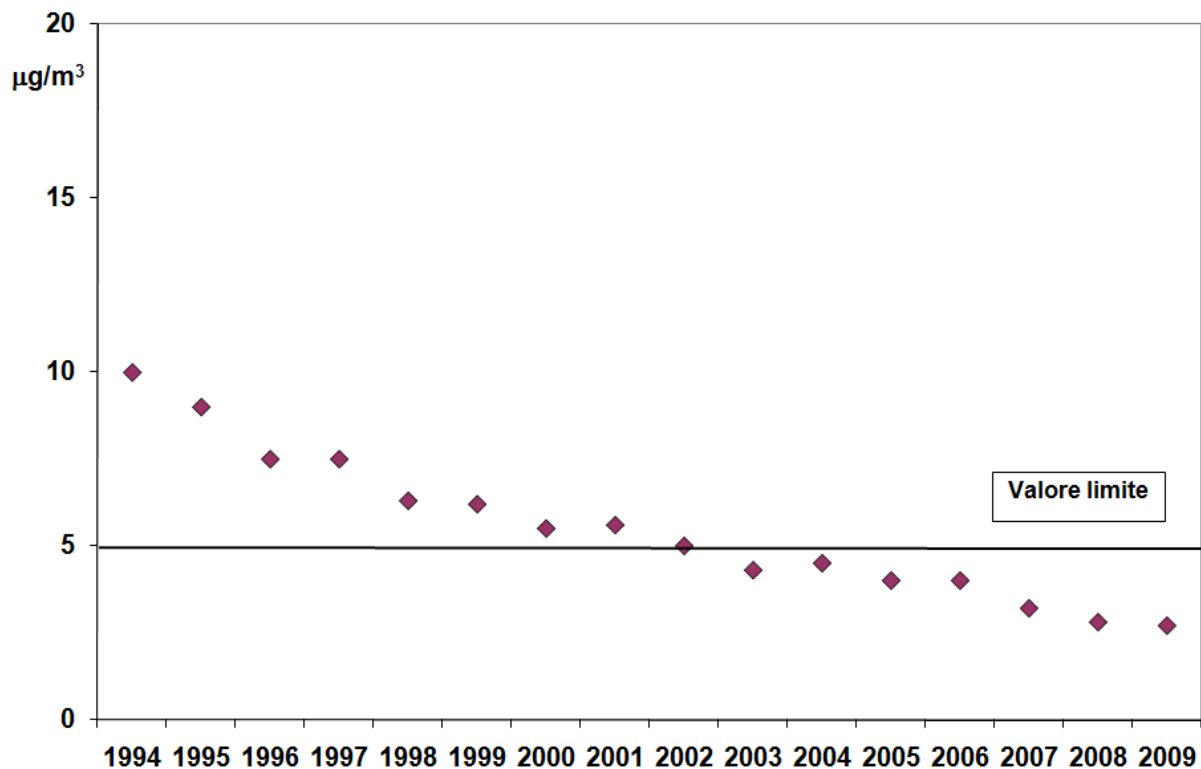
L'andamento del valore medio relativo alle stazioni traffico mostra una progressiva e rilevante diminuzione fino all'anno 2001. Successivamente si rileva una tendenza alla crescita, presumibilmente dovuta all'incremento di tenore di benzene nelle benzine (pur nel rispetto del limite fissato dalle norme al valore 1%). Negli ultimi anni si è intravista una tendenza alla riduzione probabilmente conseguente il rinnovo del parco auto a benzina. Si riscontra un'interruzione di tale

tendenza nel 2009 relativamente alle sole stazioni di traffico, il cui trend tende anzi al leggero aumento.

L'andamento dei livelli di benzene nei siti di fondo è praticamente analogo, con valori assoluti circa la metà di quelli rilevati nei siti traffico e quindi risulta rispettata, già dalla fine degli anni '90, la soglia fissata per il 2010. La tendenza alla diminuzione permane, per quanto riguarda le stazioni di fondo, anche per l'anno 2009.

Nella figura 9 si riporta l'andamento stimato per il benzene relativo alla stazione di Empoli-Ridolfi.

Figura 9 – Empoli: trend medie annuali di benzene misurate e stimate con correlazione con il CO



Si noti come le stime indicano il pieno rispetto dei limiti a partire dal 2002.

2.3 Metalli

Dall'anno 2006, presso la stazione di fondo-urbano di Campi-Orly, vengono effettuate le misure relative al piombo e ai metalli normati dal D.lgs 152/2007.

Nelle tabelle 2.3 e 2.4 sono riportati i valori delle medie annue rilevate nell'anno 2009.

Tabella 2.3 – Campi-Orly : Metalli normati dal D. lgs 152/2007

Inquinante	Media annua (ng/m³)	Limite di riferimento (ng/m³)
Arsenico (As)	0.49	6
Cadmio (Cd)	0.44	5
Nichel (Ni)	3.33	20

Tabella 2.4 –Campi-Orly: Piombo

Media annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Limite di riferimento
0.01	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (in vigore dal 1.01.2005)

Nelle figure seguenti si riportano i trend per gli anni 2006-2008 degli inquinanti riportati in tabella 2.3.

Figura 10 - Trend delle medie annue di Arsenico rilevate alla stazione di Campi-Orly

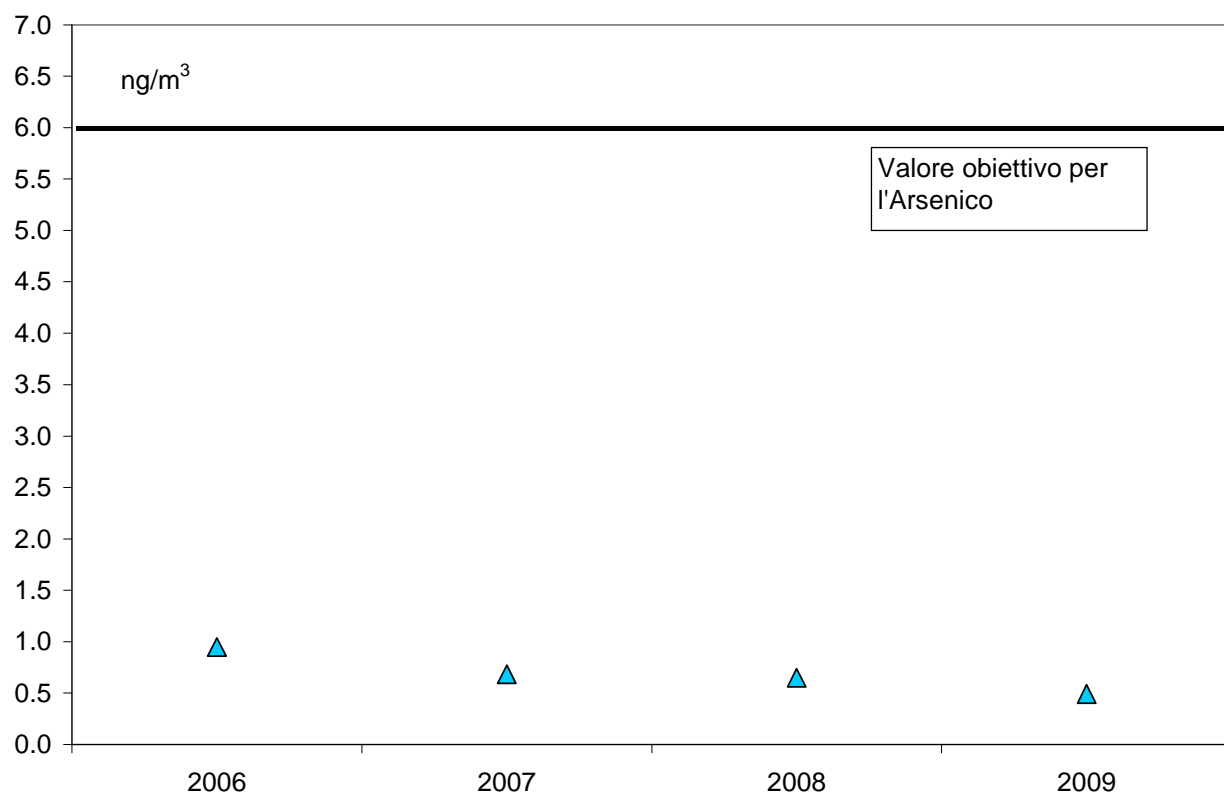


Figura 11 - Trend delle medie annue di Cadmio rilevate alla stazione di Campi-Orly

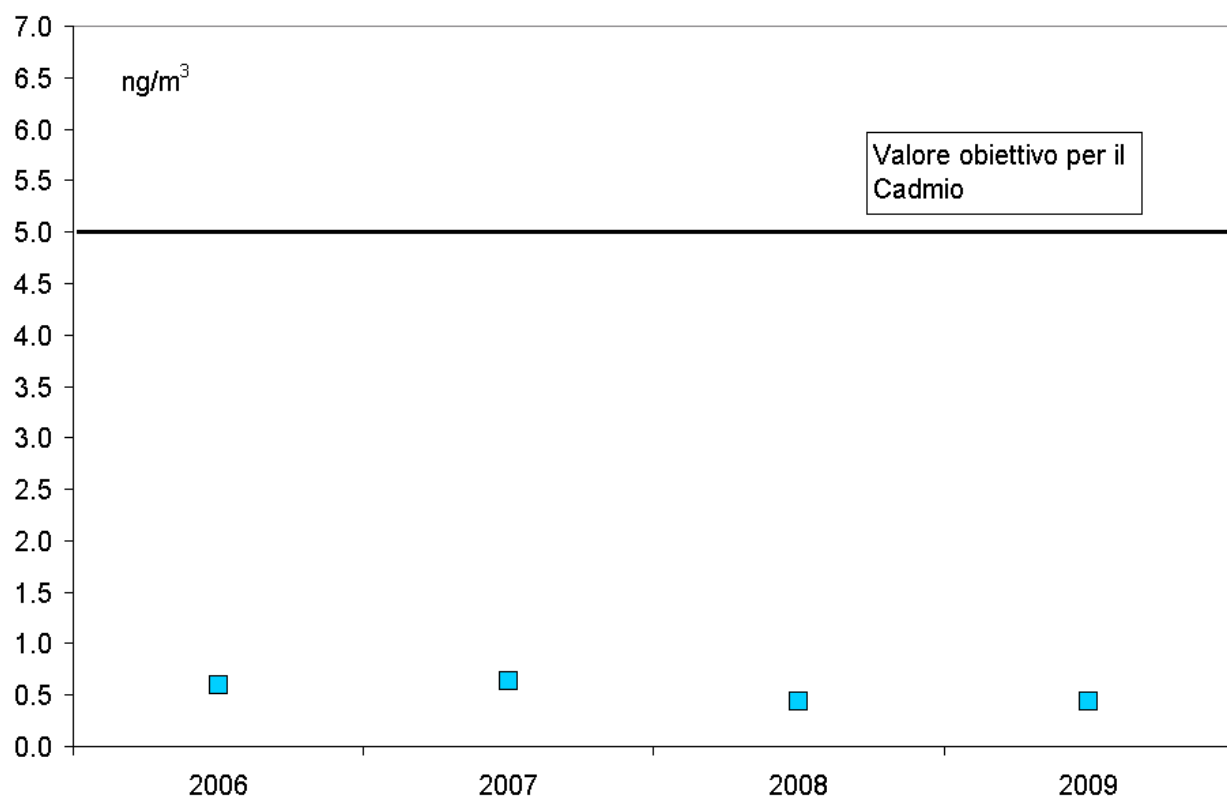
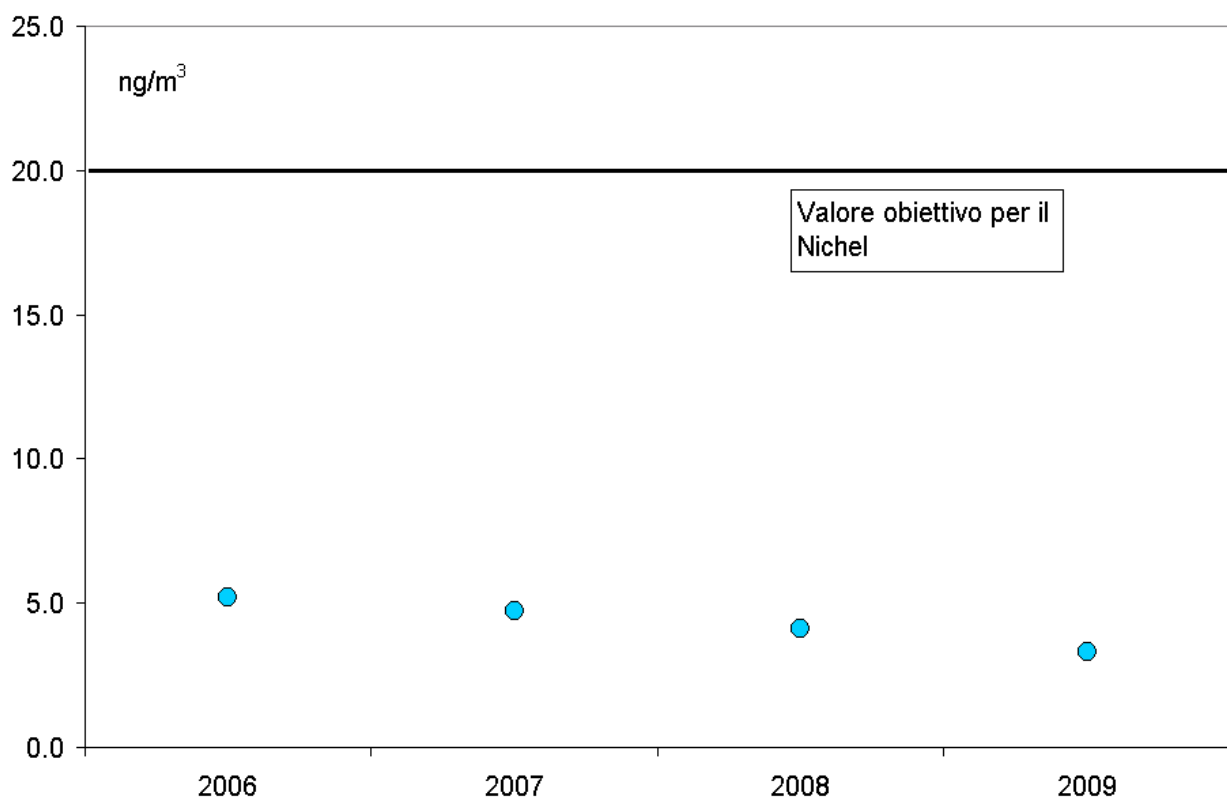


Figura 12 - Trend delle medie annue di Nichel rilevate alla stazione di Campi-Orly



I valori misurati, appaiono sempre ampiamente al di sotto dei limiti di riferimento. Si nota una leggera tendenza al calo per tutti gli inquinanti nel 2008.

Non viene presentato il trend relativo al Piombo dato che questo inquinante si ritrova ormai a livelli trascurabili nell'atmosfera (il valore registrato nel 2008 a Campi Bisenzio è pari a circa il 2% del valore limite).

3 VALORI MASSIMI MISURATI PER ALCUNI INDICATORI

Al fine di meglio rappresentare l'ordine di grandezza dei livelli critici di inquinamento, nelle seguenti tabelle, vengono confrontati i valori limite definiti come “numero di superamenti annui” con i valori massimi dei corrispondenti indicatori misurati nelle stazioni.

Tabella 3.1 - Biossido di Zolfo (SO₂)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Massima media oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite	Massima media giornaliera $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	10	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte in un anno	4	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte in un anno
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	9		4	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	11		8	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	10		4	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	10		6	
Greve-Passo dei Pecorai	Rurale	Industriale	16		6	

Tabella 3.2 - Monossido di Carbonio (CO)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Massima media trascinata su 8 ore mg/m^3	Valore limite
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	3.2	10 mg/m^3
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	5.1	
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	5.9	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	4.2	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	2.8	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	2.6	

Tabella 3.3 - Biossido di Azoto (NO₂)

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Massima media oraria $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	280	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ non superare più di 18 volte in un anno
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	181	
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	343	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	Non disponibile	
Firenze-Settignano	Rurale	Fondo	158	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	270	
Calenzano-Giovanni XXIII	Periferica	Fondo	112	
Campi Bisenzio-Via Orly	Periferica	Fondo	141	
Signa-V. Roma	Urbana	Fondo	124	
Empoli - Ridolfi	Urbana	Traffico	176	
Montelupo - Asia	Urbana	Fondo	175	
Greve - Passo Pecorai	Rurale	Industria	74	
Pontassieve Curiel	Urbana	Fondo	98	
Incisa-Stadio	Urbana	Fondo	131	

Tabella 3.4 - PM₁₀

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Massima media giornaliera $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite
Firenze-Boboli	Urbana	Fondo	80	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte in un anno
Firenze-V.le U. Bassi	Urbana	Fondo	92	
Firenze-V.le Gramsci	Urbana	Traffico	98	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	Urbana	Traffico	105	
Scandicci-V. Buozzi	Urbana	Fondo	94	
Calenzano-V. Boccaccio	Rurale	Industriale	96	
Campi Bisenzio-Via Orly	Periferica	Fondo	141	
Signa- V. Roma	Urbana	Fondo	128	
Empoli – Ridolfi	Urbana	Traffico	69	
Montelupo – Asia	Urbana	Fondo	59	
Greve – Passo Pecorai	Rurale	Industria	73	
Incisa – stadio	Urbana	Fondo	66	
Pontassieve - Curiel	Urbana	Fondo	70	
Calenzano – Giovanni XXIII	Urbana	Fondo	104	

4 SOGLIE DI VALUTAZIONE SUPERIORE E INFERIORE

Oltre ai valori limite, la normativa vigente (DM 60 e direttiva 2008/50/CE) prevede per ciascun inquinante le cosiddette “soglie di valutazione inferiore” e “soglie di valutazione superiore”.

In base al rispetto o meno di tali valori soglia, sono determinate le metodologie che possono essere utilizzate o meno per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Infatti, in tutte le zone e gli agglomerati in cui il livello degli inquinanti nei quali il livello degli inquinanti superi la soglia di valutazione superiore, la normativa prevede che la qualità dell'aria ambiente sia valutata tramite misurazioni in siti fissi. Tali misurazioni possono essere integrate da tecniche di modellizzazione e/o da misurazioni indicative, con il fine di fornire informazioni adeguate sulla distribuzione spaziale dei livelli di inquinamento.

Ove invece il livello di inquinamento sia inferiore alla soglia di valutazione superiore, la qualità dell'aria ambiente può essere valutata con una combinazione di misurazioni in siti fissi e tecniche di modellizzazione e/o misurazioni indicative.

Qualora i livelli di inquinamento siano infine inferiori anche alla soglia di valutazione inferiore, la qualità dell'aria può essere valutata anche solo attraverso tecniche di modellizzazione o con tecniche di stima obiettiva, o con entrambe.

Nell'allegato II della direttiva 2008/50/CE sono indicate le seguenti soglie di valutazione superiore e inferiore.

Biossido di zolfo SO₂

	Protezione della salute	Protezione della vegetazione
Soglia di valutazione superiore	60% del valore limite su 24 ore (75 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite su 24 ore (50 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 µg/m ³)

Particolato (PM₁₀ e PM_{2.5})

	MEDIA su 24 ore PM ₁₀	MEDIA annuale PM ₁₀	MEDIA annuale PM _{2.5}
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 µg/m ³)	70% del valore limite (28 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 µg/m ³)	50% del valore limite (20 µg/m ³)

Biossido di azoto e ossidi di azoto

	Valore limite orario per la protezione della salute umana (NO ₂)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana (NO ₂)	Livello critico annuale per la protezione della salute umana (NO ₂)
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (140 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite (32 µg/m ³)	80% del livello critico (24 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (100 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite (26 µg/m ³)	65% del livello critico (19,5 µg/m ³)

Piombo

	MEDIA annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (0.35 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (0.25 µg/m ³)

Benzene

	MEDIA annuale
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (3.5 µg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite (2 µg/m ³)

Monossido di carbonio

	MEDIA su otto ore
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m ³)
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m ³)

L'individuazione delle soglie di valutazione inferiore e superiore ha, in sintesi, lo scopo di garantire un controllo più intensivo laddove si abbia un alto rischio di superamento dei valori limite e uno meno intensivo laddove i livelli d'inquinamento siano sufficientemente bassi.

I superamenti di queste soglie di valutazione, superiore ed inferiore, devono essere determinati sulla base delle concentrazioni del quinquennio precedente per il quale sono disponibili dati sufficienti. Una soglia di valutazione si considera superata se, sul quinquennio precedente, è stata superata durante almeno tre anni anche non consecutivi.

4.1 Confronto con gli indicatori relativi alla Rete Provinciale

Per tutte le stazioni di monitoraggio della Rete Provinciale di Firenze, con l'eccezione di quelle situate nei comuni di Campi Bisenzio, Greve in Chianti e Pontassieve, si ha la disponibilità di almeno un quinquennio completo di dati. E' stato possibile quindi confrontare gli indicatori calcolati per tali stazioni, rappresentative dell'Area Omogenea Fiorentina e della zona di Empoli-Montelupo, con le soglie di valutazione superiore e inferiore previste dalla normativa.

Per quanto riguarda gli inquinanti NO₂, NO_x, O₃ e PM₁₀, si rilevano in entrambe le zone summenzionate nel 2009 superamenti o dei valori limite già in vigore o in vigore dai prossimi anni (e quindi a maggior ragione delle soglie di valutazione) o comunque per almeno tre anni nel quinquennio 2003-2007 (vedasi capitolo 6.4 parte prima).

Viceversa, riguardo gli inquinanti CO e SO₂, per i quali non si registrano ormai da quasi un decennio superamenti dei corrispondenti valori limite, può risultare utile verificare la rispondenza o meno ai valori delle soglie di valutazione.

4.1.1 Monossido di carbonio (CO)

Le soglie di valutazione superiore ed inferiore relative al CO, sono rispettivamente 7 mg/m^3 e 5 mg/m^3 come media di 8 ore da non superarsi nell'arco dell'anno, che corrispondono al 70% e al 50% del valore limite per la protezione della salute.

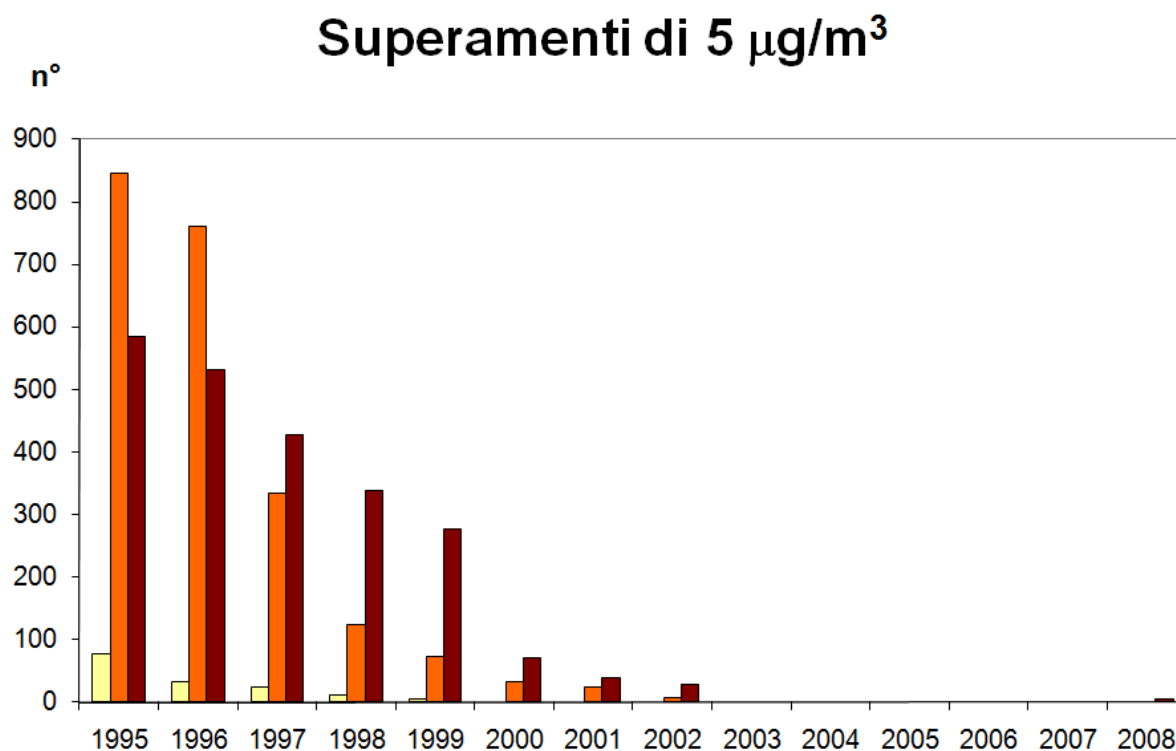
Nella figura 13 si riportano i superamenti di 5 mg/m^3 della media mobile di 8 ore a partire dal 1995 per le stazioni di tipo "traffico" della rete fiorentina.

L'elaborazione viene presentata solo per le stazioni di tipo traffico, in quanto le emissioni allo scarico dei veicoli a motore sono la fonte di CO di gran lunga preponderante. Questo inquinante è inoltre caratterizzato da un forte gradiente spaziale e pertanto 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.

Si nota come, dopo un periodo di 7 anni in cui la soglia di valutazione inferiore non veniva mai superata, nell'anno 2010 tale valore è stato superato 5 volte nella stazione Firenze-Gramsci. I valori di Gramsci si mantengono comunque sempre al di sotto della soglia di valutazione superiore. La stazione di Empoli Ridolfi non supera la soglia di valutazione inferiore fin dall'anno 2000.

Pertanto, per quanto riguarda il CO, nella zona di Empoli, sono rispettati i requisiti previsti dalla normativa riguardo il non superamento della soglia di valutazione inferiore, mentre nell'area omogenea sono rispettati quelli relativi alla soglia di valutazione superiore.

Figura 13 - Numero di superamenti della soglia di valutazione inferiore per il CO per le stazioni di tipo "traffico" della rete fiorentina



4.1.2 Biossido di zolfo (SO_2)

La normativa prevede soglie di valutazione superiore ed inferiore relative all'inquinante SO_2 sia riguardo all'indicatore "per la protezione della salute", sia a quello "per la protezione della vegetazione".

Per quanto riguarda la protezione della salute, le soglie di valutazione superiore e inferiore previste dalla normativa sono rispettivamente il 60% e il 40% del valore limite su 24 ore ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile).

Ormai da oltre una decennio, le stazioni della Rete Provinciale fiorentina rispettano le soglie di valutazione inferiore per l' SO_2 .

A titolo indicativo nella seguente tabella si riportano i valori delle massime medie giornaliere registrate nelle postazioni della Rete Provinciale negli anni 2004-2009.

Come si vede, i valori giornalieri massimi registrati sono sempre ben al di sotto alla soglia di valutazione inferiore.

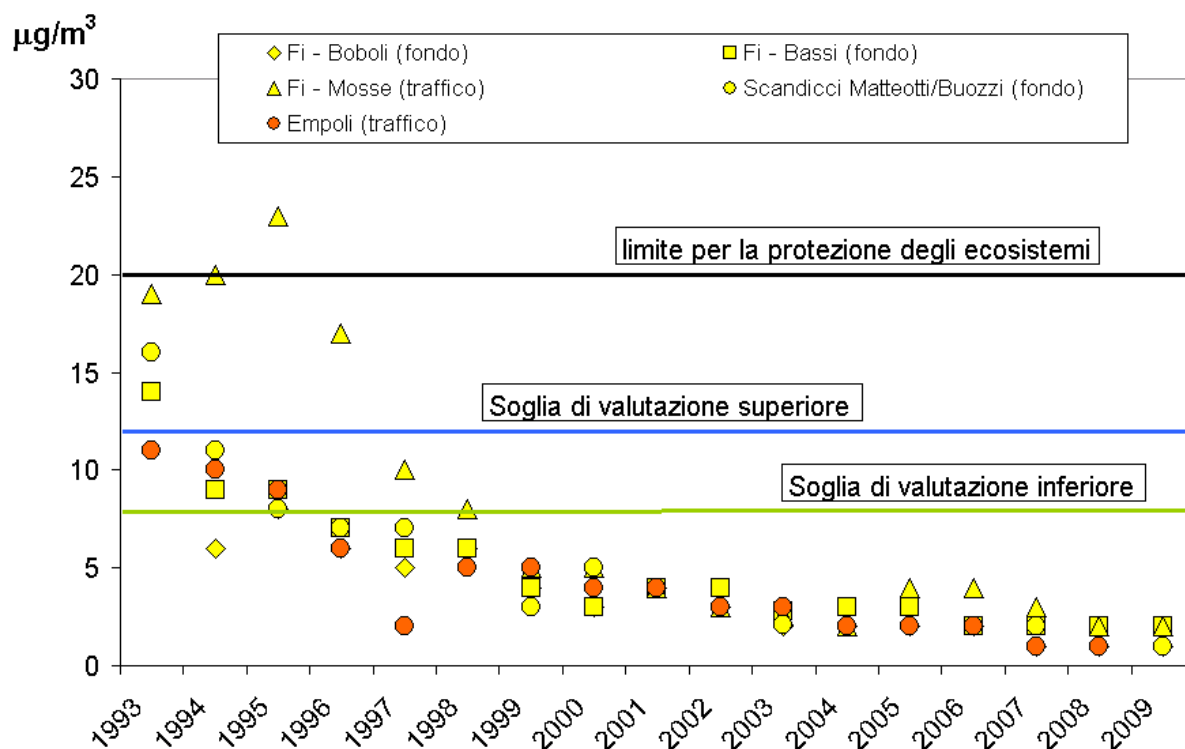
Tabella 4.1 – Medie giornaliere massime del Biossido di Zolfo (SO_2) per gli anni 2004-2009

Stazione	Massima media giornaliera $\mu\text{g}/\text{m}^3$						Soglia di valutazione inferiore
	Anno 2004	Anno 2005	Anno 2006	Anno 2007	Anno 2008	Anno 2009	
Firenze-Boboli	7	13	8	4	4	4	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte in un anno
Firenze-V.le U. Bassi	12	12	7	8	6	4	
Firenze-V. Ponte alle Mosse	13	19	12	8	6	8	
Scandicci-V. Buozzi	9	9	6	6	5	4	
Empoli - Ridolfi	6	7	4	3	4	6	

Le soglie di valutazione superiore e inferiore previste dalla normativa relative alla protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali sono rispettivamente il 60% e il 40% del livello critico ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annua).

Nella figura 14, si riportano i valori medi annui registrati nelle stazioni della Rete Provinciale, confrontati con il valore critico e con le soglie di valutazione. Questo confronto ha un valore del tutto indicativo, in quanto nessuna delle postazioni di monitoraggio considerate risponde ai requisiti previsti dal DM 60/2002 e dalla direttiva 2008/50/CE.

Come si può vedere, anche in questo caso, la soglia di valutazione inferiore è rispettata da tutte le stazioni fin dal 1999.

Fig 9 - Medie annue SO₂, valore critico e soglie di valutazione

5 ANDAMENTO METEOROLOGICO NELL'ANNO 2009

All'interno della Rete di rilevamento della Qualità dell'aria della Provincia di Firenze sono comprese alcune stazioni meteorologiche. Nel corso degli ultimi anni la riorganizzazione della Rete ha portato all'inserimento di nuove stazioni ed alla dismissione di altre (Sesto Fiorentino – Monte Morello). Nell'anno 2009 sono state attive cinque stazioni meteorologiche: Firenze-Ximeniano, Empoli-Riottoli, Calenzano-UNICEM, Greve in Chianti – Passo dei Pecorai e Incisa-Stadio.

Di seguito vengono riportati una serie di indicatori calcolati dai dati meteorologici registrati nelle stazioni, accompagnati dalla presentazione grafica delle serie dei dati misurati e da eventuali confronti tra quelli delle diverse stazioni.

5.1 Temperatura

Nelle Figure 5.1-5.4 sono riportati gli andamenti temporali delle temperature medie, massime e minime giornaliere, registrati nel corso dell'anno 2009.

Nella Figura 5.5 sono confrontati i valori medi giornalieri delle quattro stazioni.

In Tabella 5.1 sono riportati i valori medi sull'intero anno ed alcuni indicatori di tipo climatico (numero di giorni con temperatura minima inferiore a 0 °C detti giorni di gelo, numero di giorni con temperatura massima superiore a 25 °C detti giorni estivi, numero di giorni con temperatura minima superiore a 20 °C detti giorni con notti tropicali).

A causa di problemi strumentali, sono disponibili i dati di temperatura relativi alla stazione di Calenzano-Unicem solo per il mese di Dicembre 2009. Pertanto gli indicatori relativi a tale stazione non vengono calcolati.

Sempre a causa di problemi strumentali, non sono disponibili i dati di temperatura relativi alla stazione di Incisa-Stadio per il periodo che va dal 2 aprile al 9 maggio 2009.

Tabella 5.1 - Indicatori per la temperatura (valori espressi in °C)

Stazione indicatore	Firenze-Ximeniano	Empoli-Riottoli	Calenzano-UNICEM	Greve-Passo dei Pecorai	Incisa-Stadio
N° di dati orari validi	8757 (99%)	8516 (97%)	ND	8509 (97%)	7754 (88%)
Temperatura media	16.3°C	14.4°C	ND	13.9°C	15.0°C
Temperatura minima assoluta	-6.9°C	-12.6°C	ND	-14.0°C	-9.8°C
T massima assoluta	39.3°C	39.1°C	ND	40.0°C	40.6°C
N° giorni con Tmin<0 °C (giorni di gelo)	10	42	ND	47	67
N° giorni con Tmax>25 °C (giorni estivi)	137	134	ND	136	145
N° giorni con Tmin>20 °C (notti tropicali)	28	1	ND	1	1

Figura 5.1 – Andamento temperature

Firenze - Ximeniano

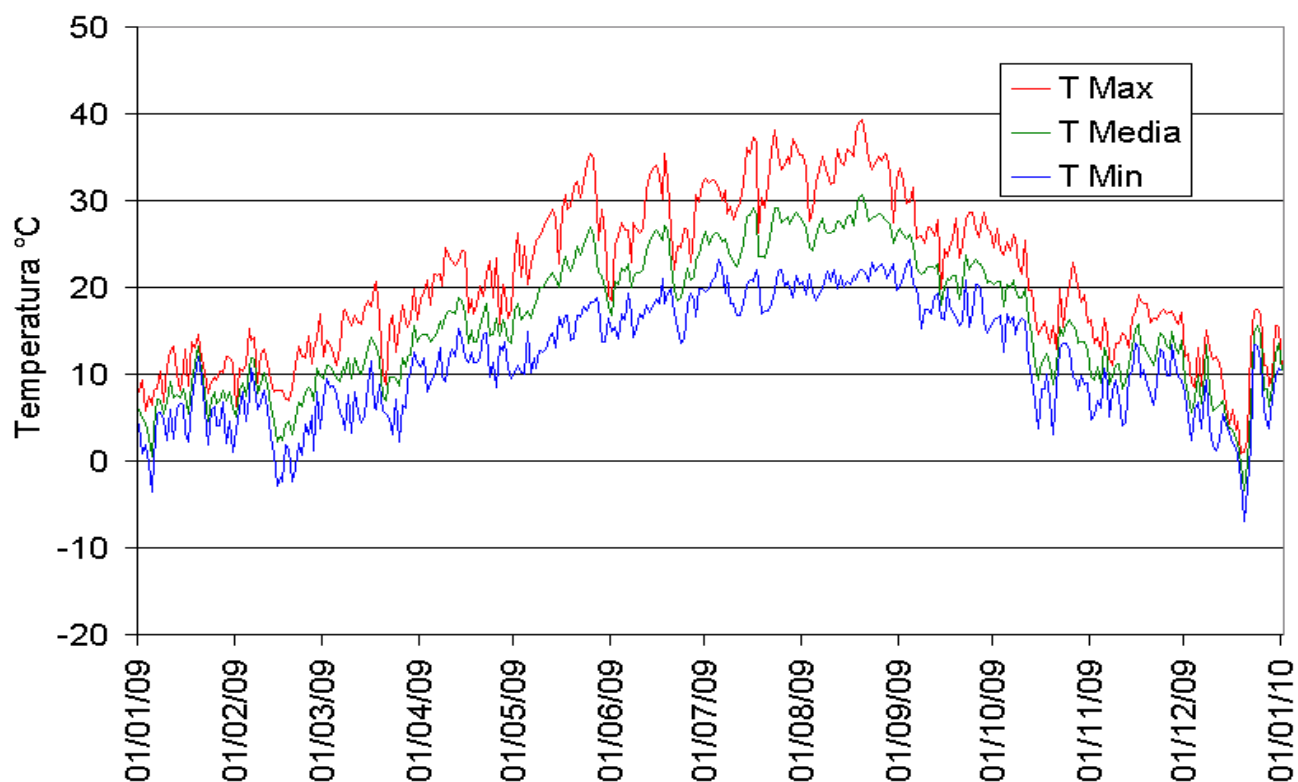


Figura 5.2 – Andamento temperature

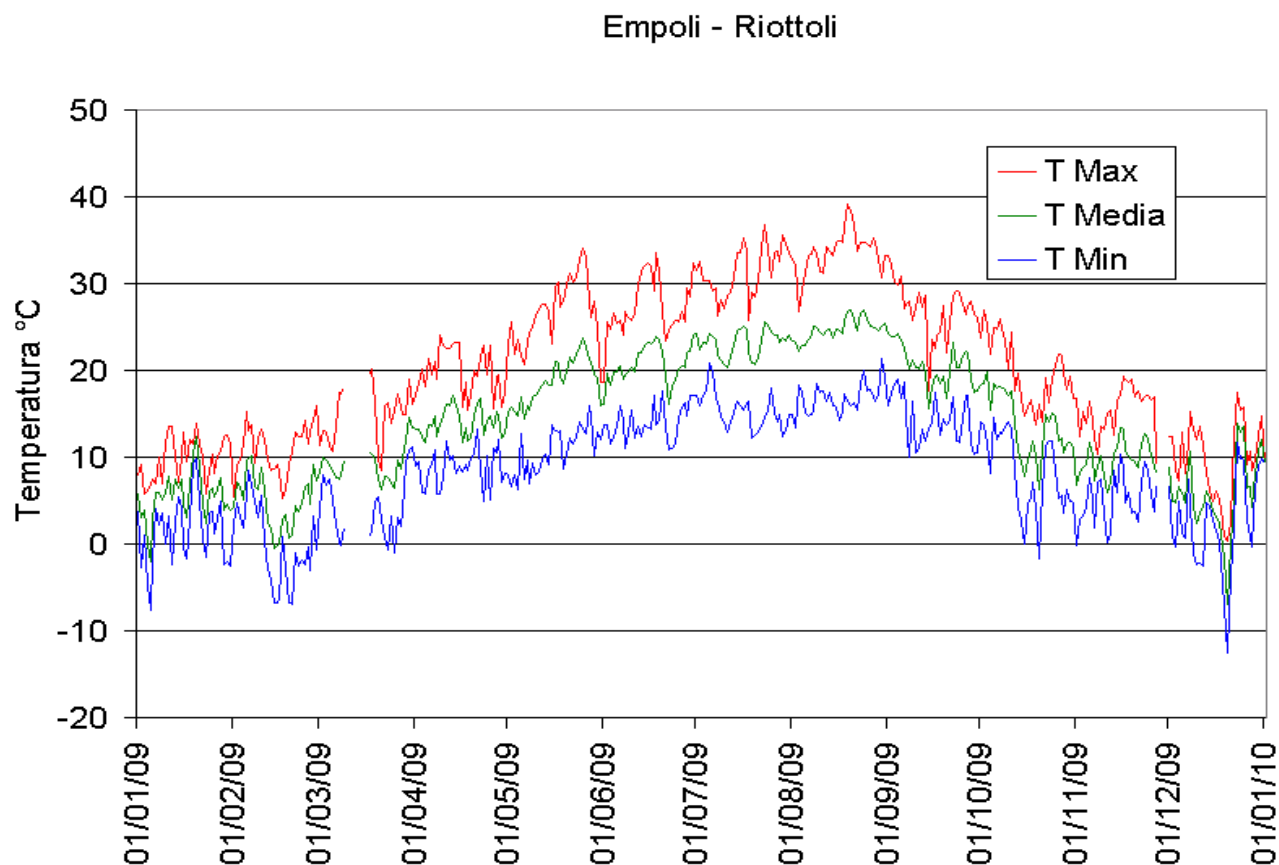


Figura 5.3 Andamento temperature

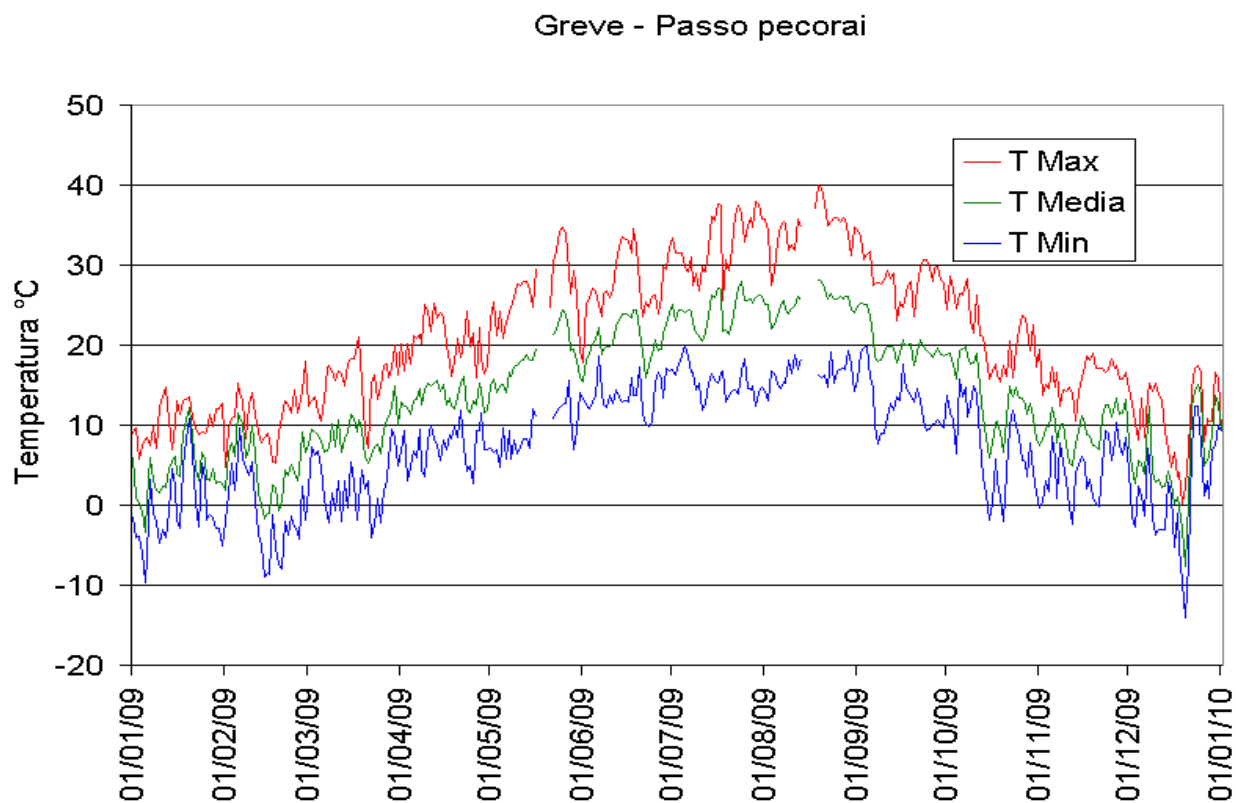


Figura 5.4 Andamento temperature

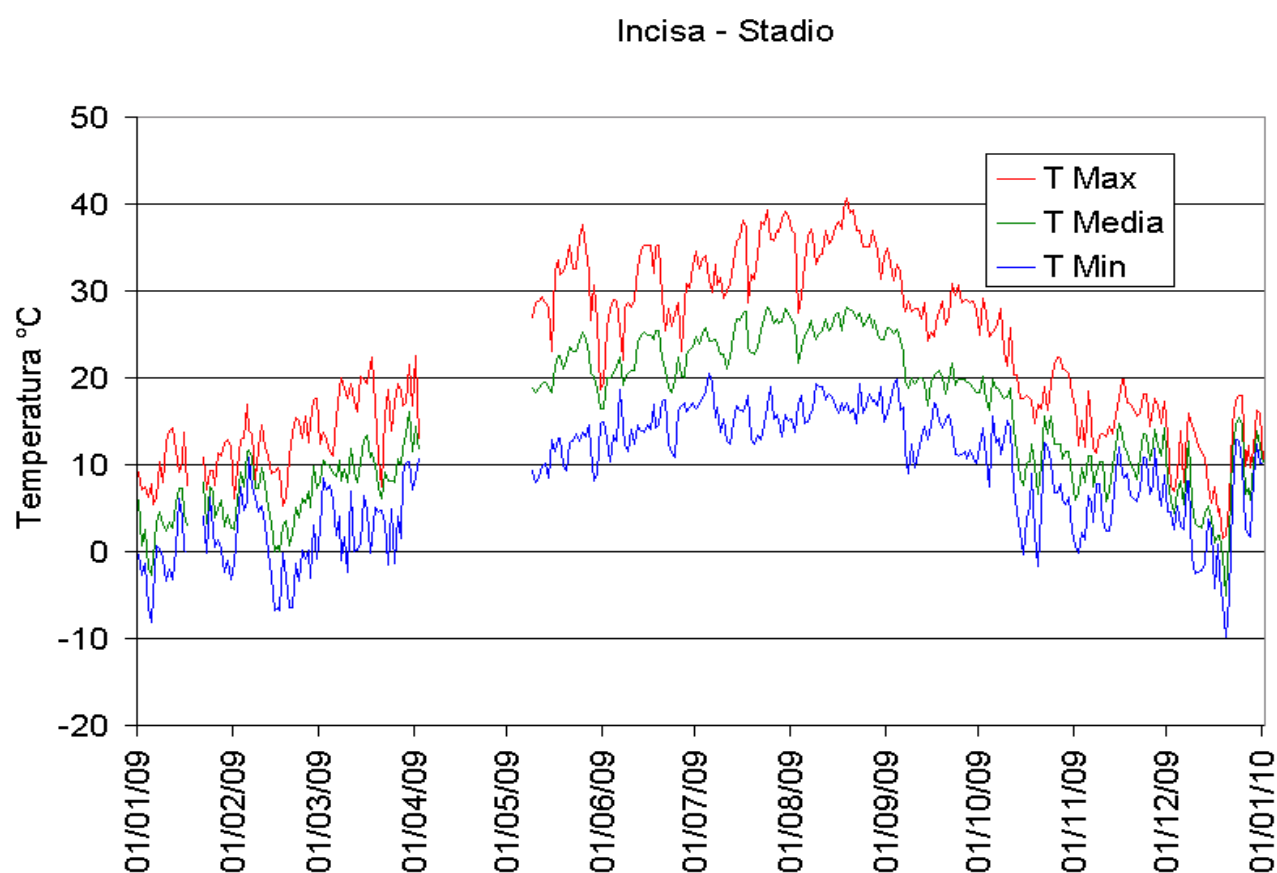
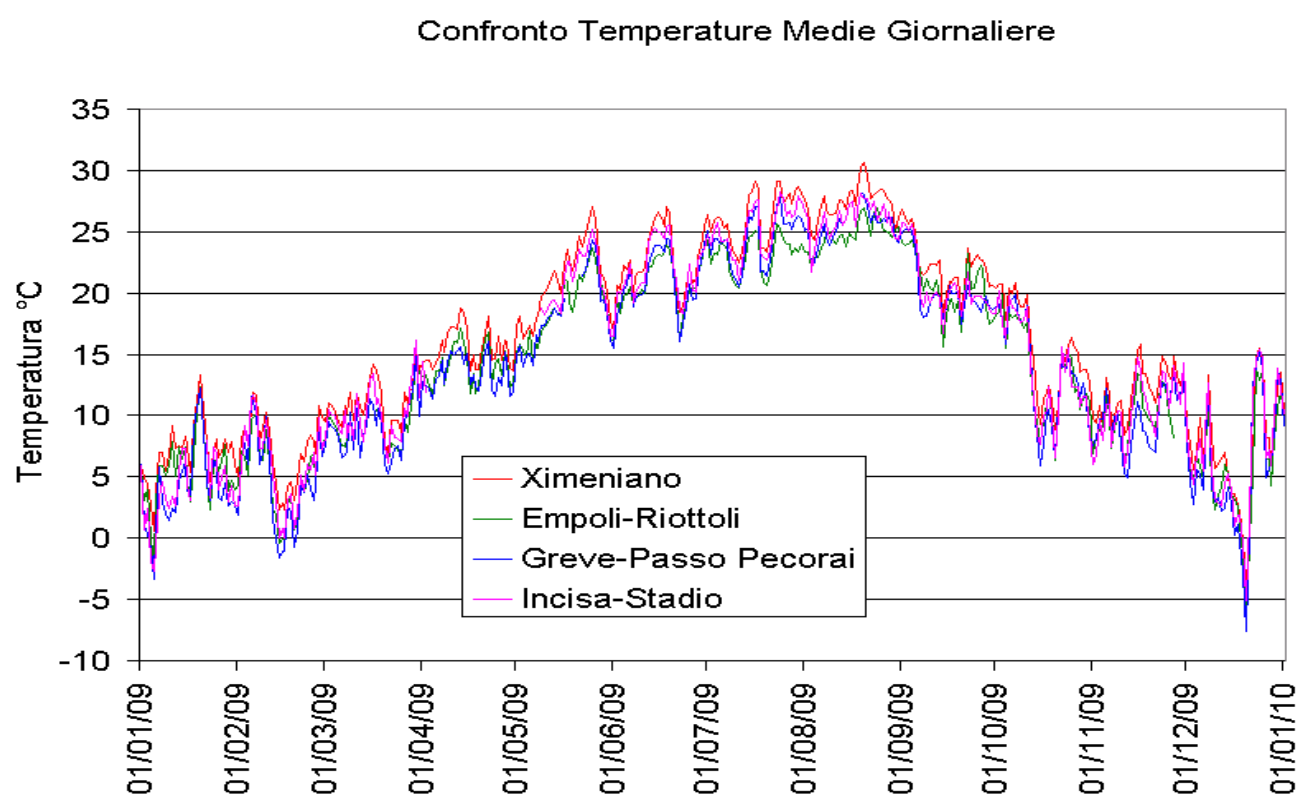


Figura 5.5 Confronto valori medi giornalieri nelle quattro stazioni



5.2 Umidità relativa

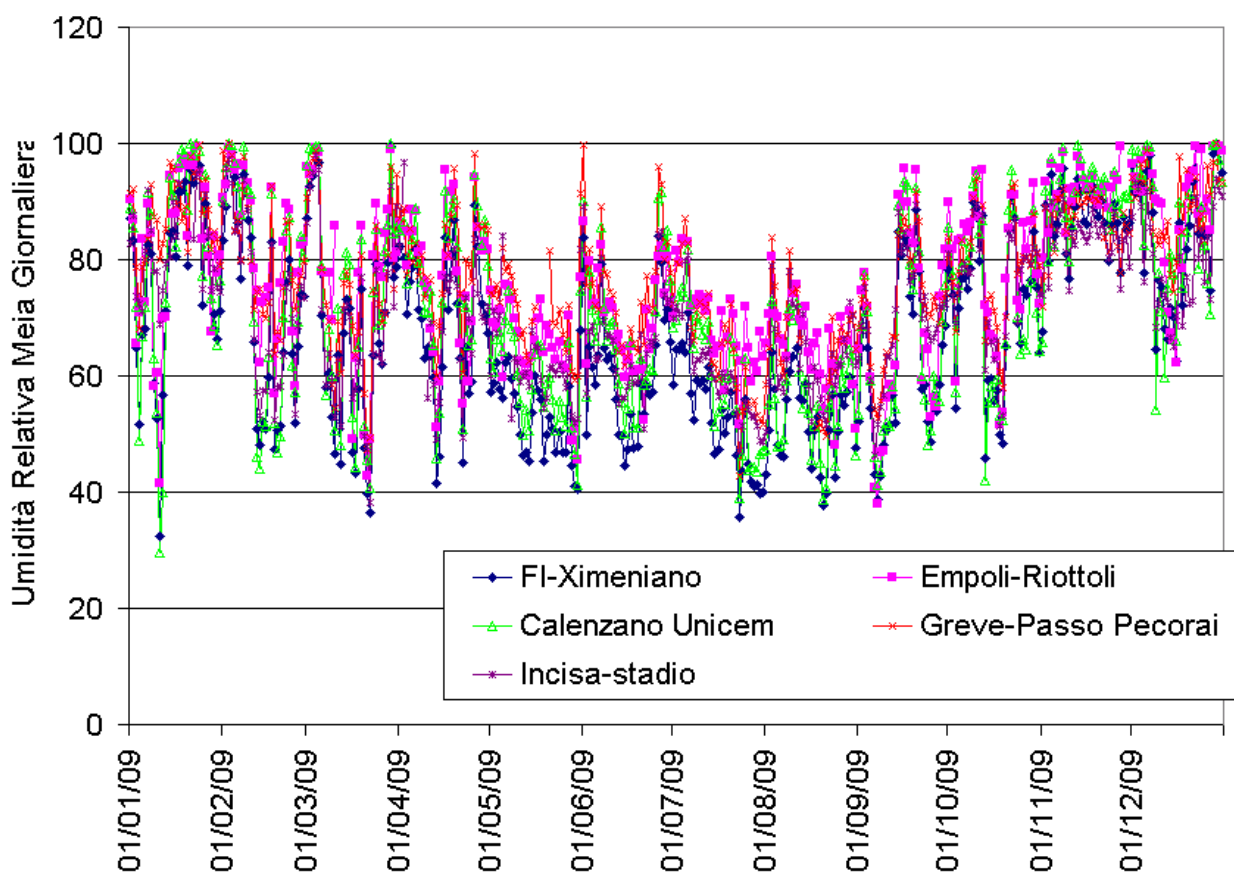
Nella Figura 5.6 sono riportati gli andamenti temporali dei valori medi giornalieri di umidità relativa registrati nel corso dell'anno 2009 nelle stazioni meteorologiche della Rete di rilevamento della Qualità dell'aria della Provincia di Firenze.

Nella Tabella 5.2 sono riportati i valori di alcuni indicatori per le diverse stazioni.

Tabella 5.2 - Indicatori per l'umidità relativa

Stazione indicatore	Firenze-Ximeniano	Empoli-Riottoli	Calenzano-UNICEM	Greve-Passo dei Pecorai	Incisa-Stadio
N° di dati orari validi	8758 (100%)	8507 (97,0%)	8679 (99,8%)	8503 (97,0%)	8385 (95,7%)
UR media	67%	76%	72%	78%	71%
UR giornaliera minima	11%	17%	14,5%	8%	13,3%
UR giornaliera max	100%	99%	100%	100%	100%
N° giorni con UR<50%	55	11	36	3	8
N° giorni con UR>90%	36	74	67	57	22

Figura 5.6 – Andamento valori medi giornalieri dell'umidità relativa



5.3 Velocità e direzione del vento

Nelle Figure 5.7-5.10 vengono presentati gli andamenti temporali durante l'anno 2009 della velocità del vento. Il parametro riportato corrisponde alla media giornaliera dei valori di media oraria della velocità del vento (all'interno del settore di prevalenza della direzione di provenienza). Viene inoltre riportato anche il valore massimo giornaliero della media oraria di tale grandezza. Per problemi strumentali, è disponibile solo il 48% i dati di velocità del vento per la stazione di Incisa-Stadio. Pertanto le elaborazioni relative a tale stazione non verranno presentate. Si nota come le velocità medie del vento rilevate nel 2009 siano superiori a quelle relative al 2008.

Nella Tabella 5.3 vengono riportati alcuni indicatori statistici.

Tabella 5.3 - Indicatori di riepilogo relativi alla velocità del vento (valori espressi in m/s)

Stazione indicatore	Firenze-Ximeniano	Empoli-Riottoli	Calenzano-UNICEM	Greve-Passo dei Pecorai
N° di dati orari validi	8759 (99.9%)	8517 (97.2%)	8 578 (97.9%)	8514 (97.2%)
Velocità media del vento	2.6	2.2	3.0	1.4
Massima velocità media giornaliera	7.0	7.4	13.6	3.9
Massima velocità media oraria	10.3	11.7	17.9	6.8
N° giorni con Velocità media <1 m/s	0	21	8	70
N° giorni con Velocità media >5 m/s	11	9	50	0

Figura 5.7 – Andamento della velocità del vento

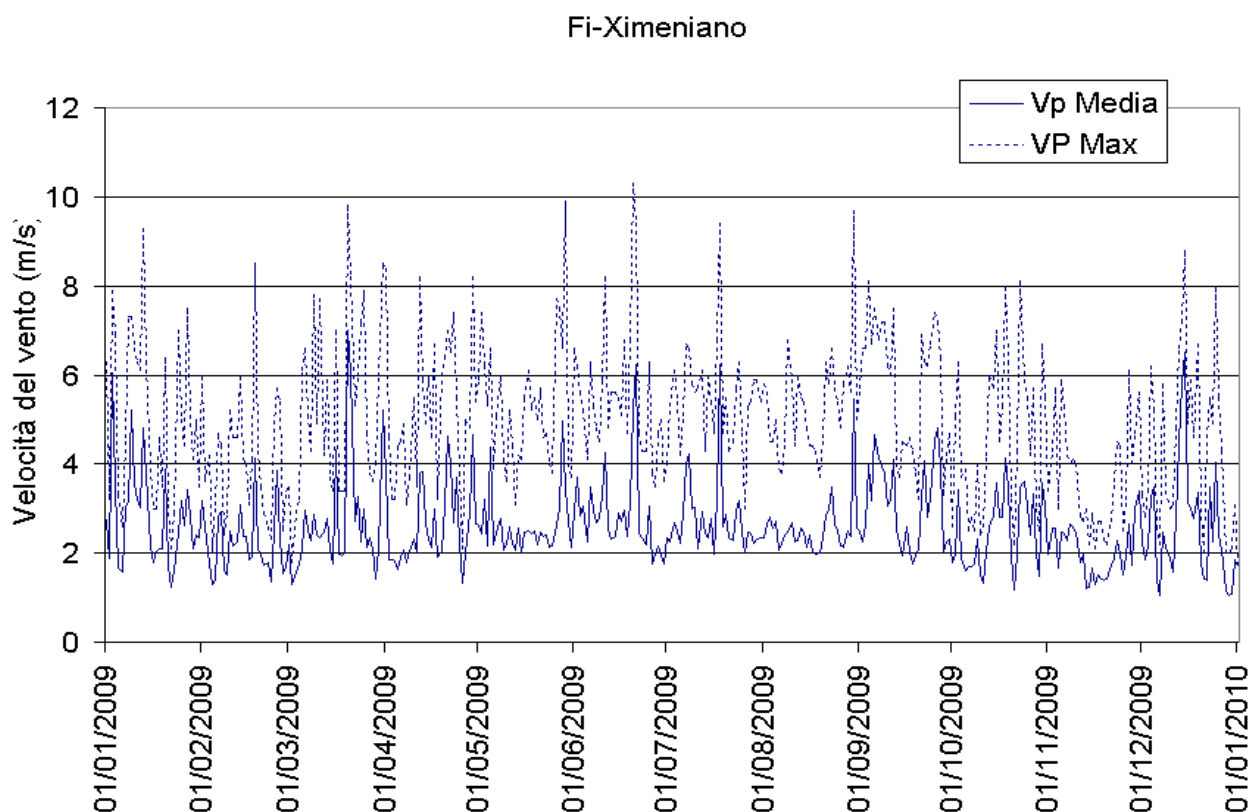


Figura 5.8 – Andamento della velocità del vento

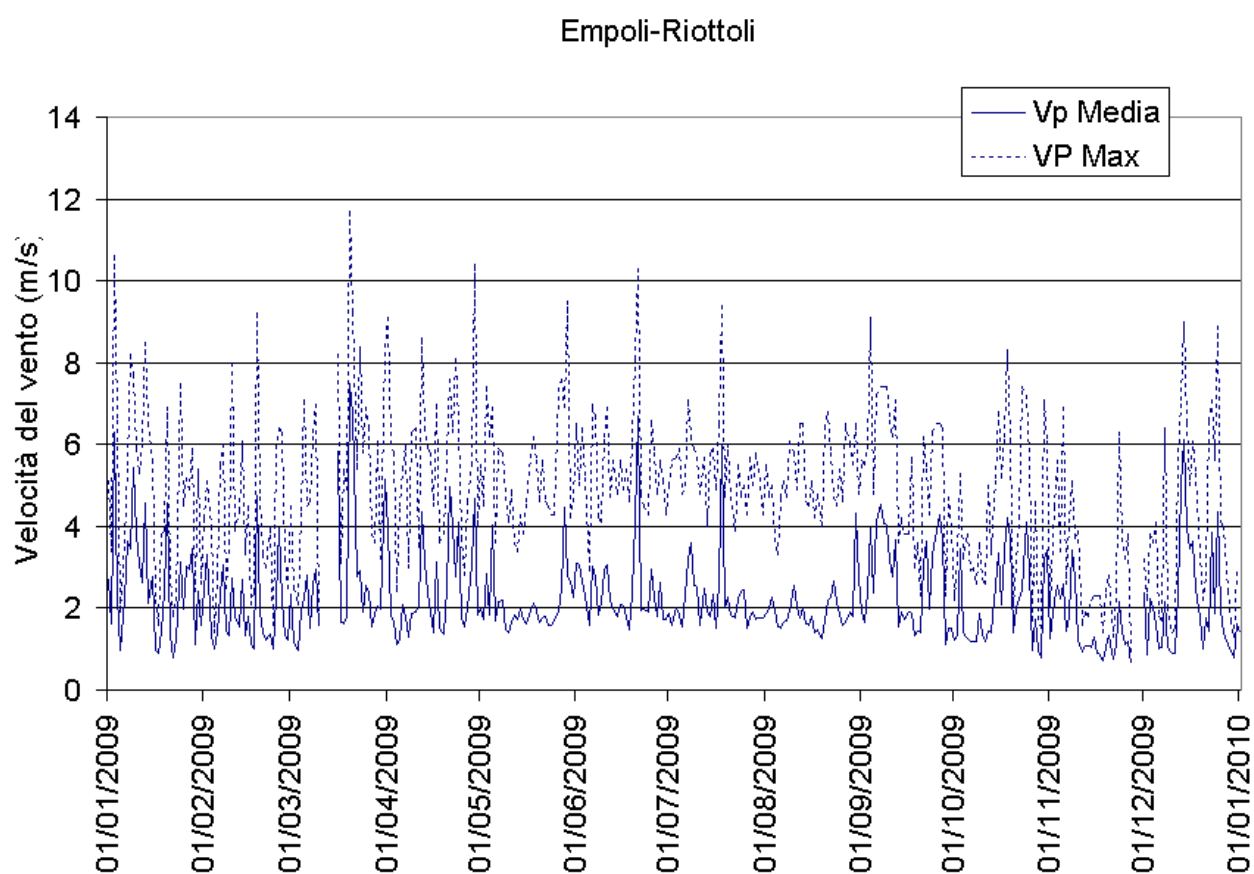


Figura 5.9 – Andamento della velocità del vento

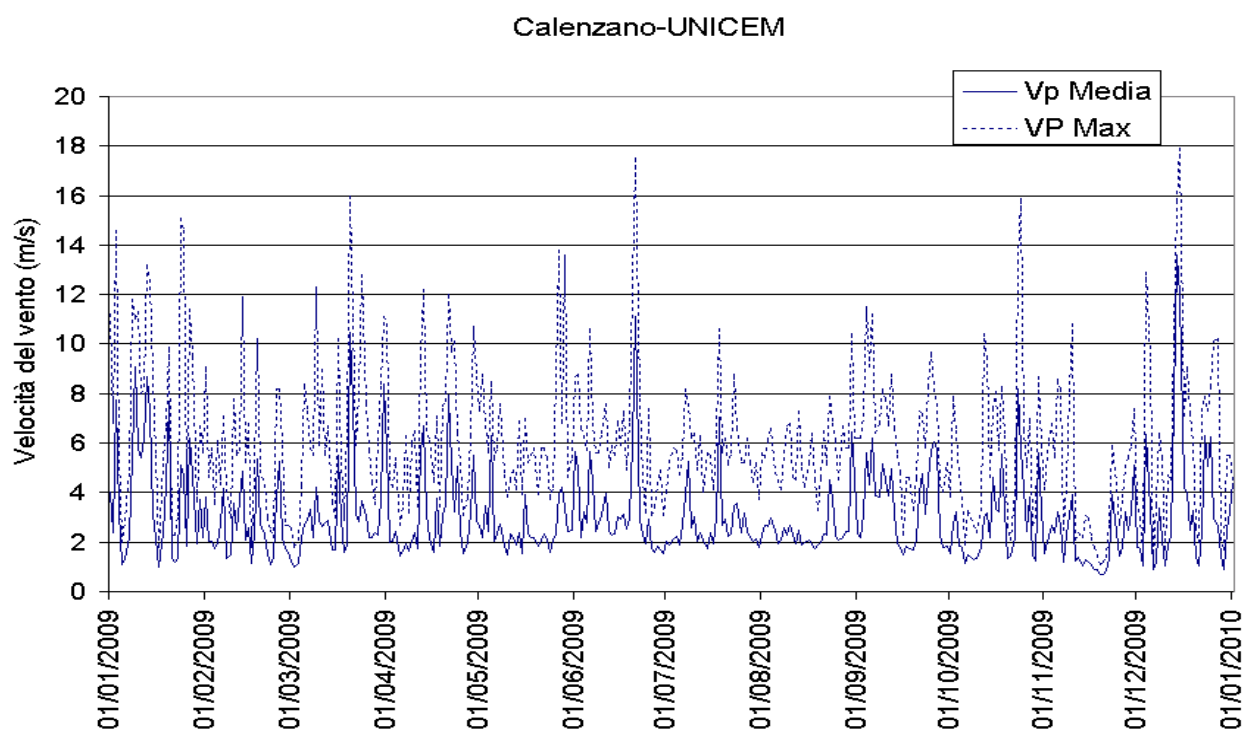
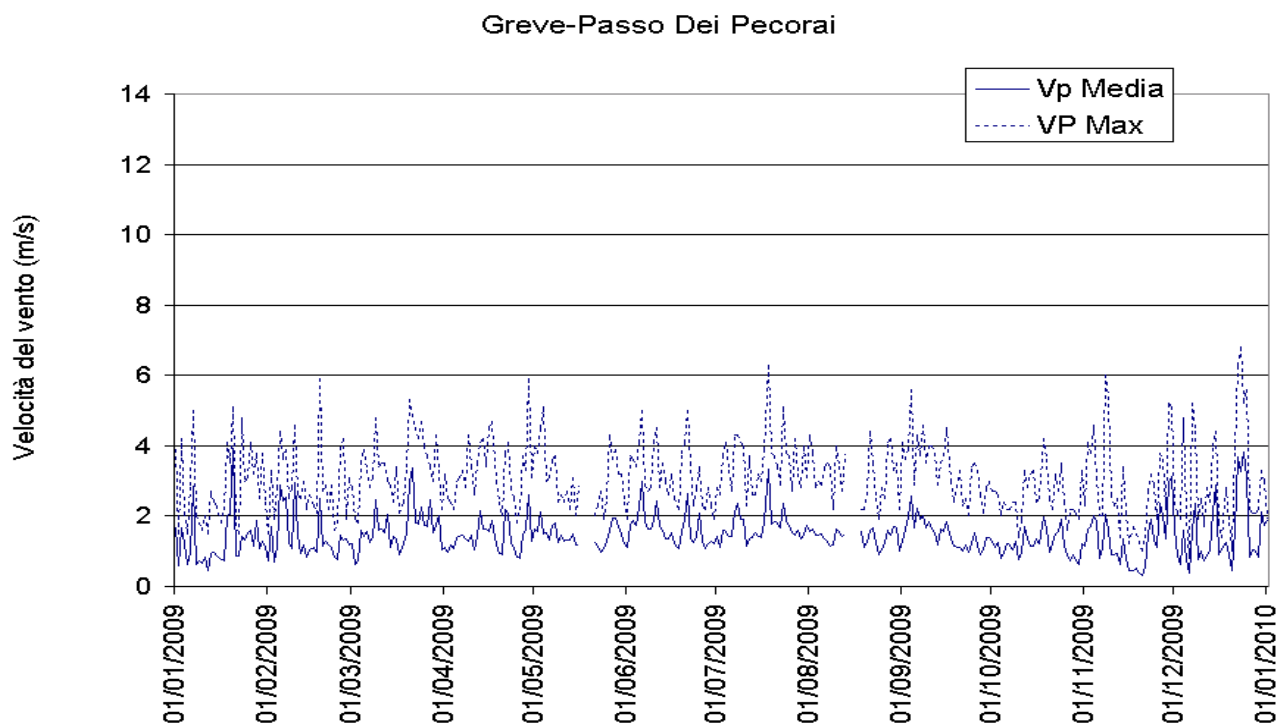


Figura 5.10 – Andamento della velocità del vento

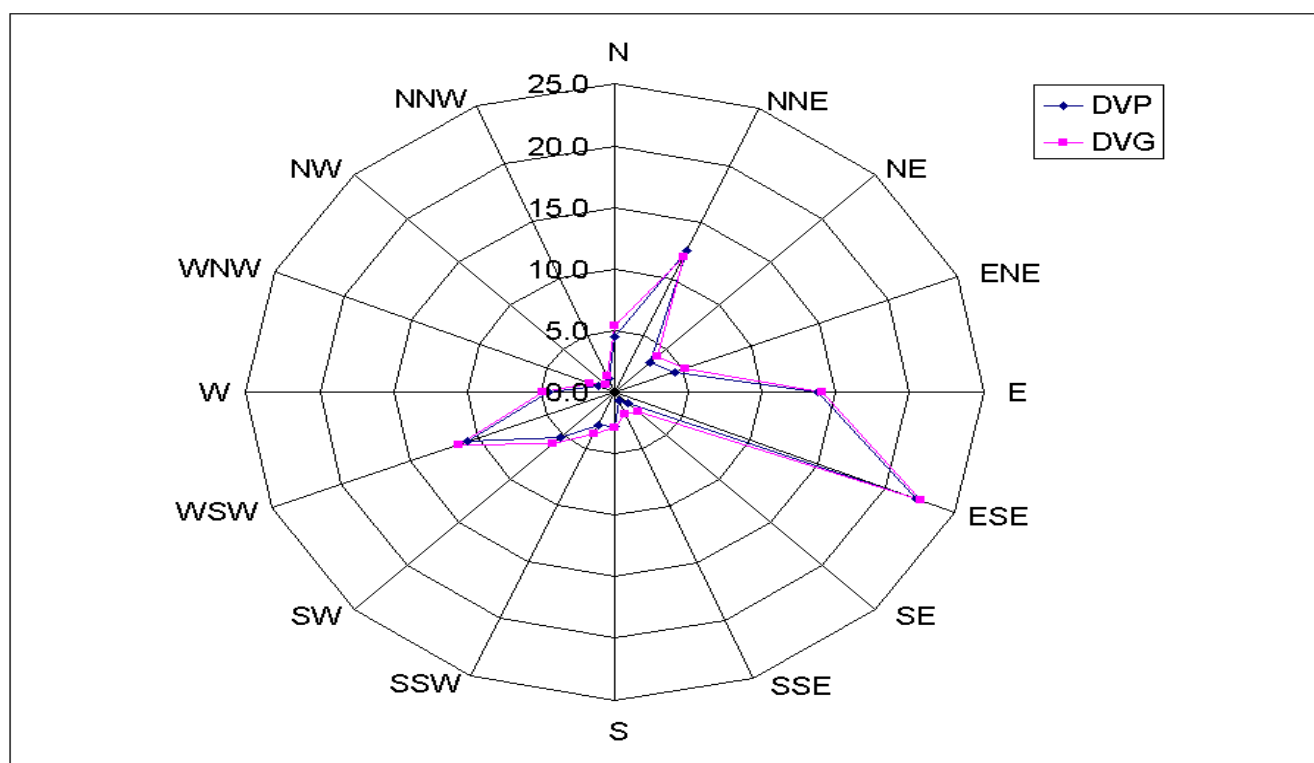


I valori riportati tendono a riflettere le particolarità della localizzazione della stazione e del posizionamento dei sensori: si ricorda che la stazione di Firenze-Ximeniano ha l'anemometro posto al di sopra della quota dei tetti della città di Firenze (ad almeno 30 m dal piano di campagna).

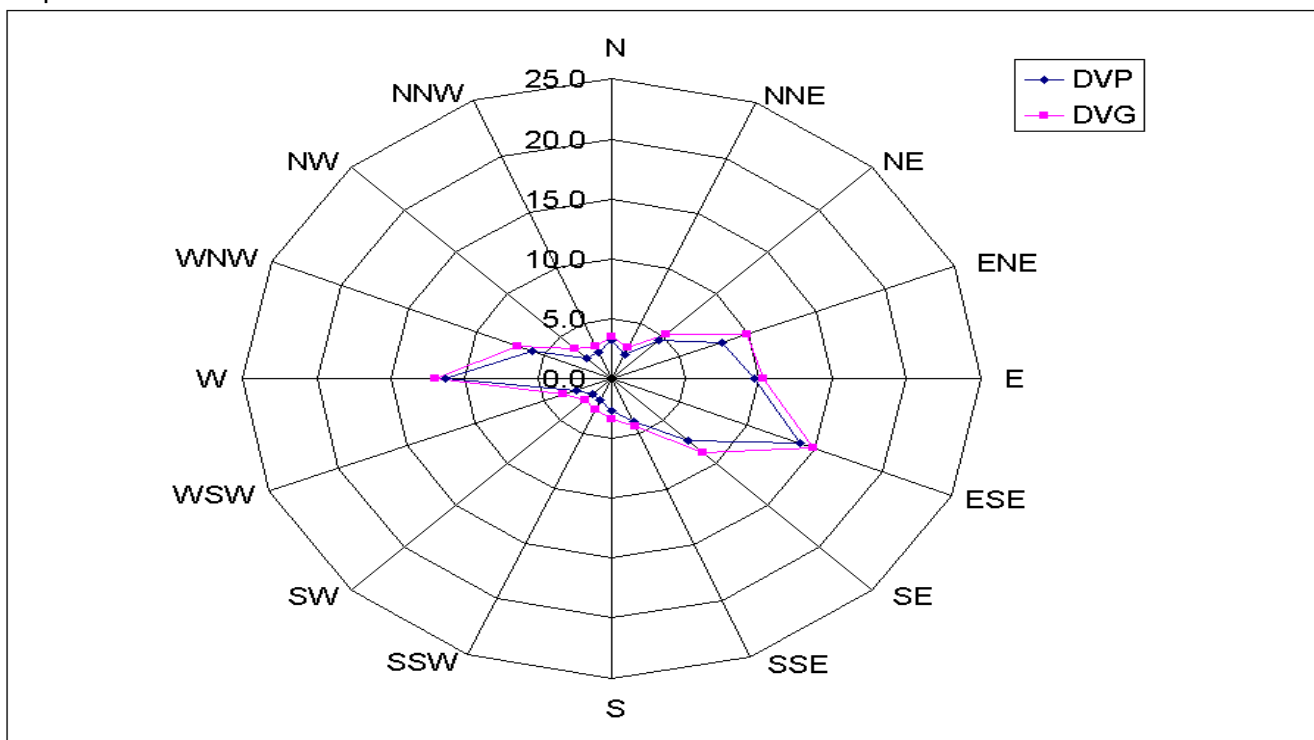
Nella successiva Figura 5.11 vengono presentate graficamente le frequenze relative della direzione di provenienza del vento riferite a 16 settori, registrate durante l'anno 2009 presso le quattro stazioni meteorologiche. Nelle stazioni sono presenti di norma due parametri che descrivono la direzione del vento, DVP o direzione prevalente e DVG o direzione risultante del vento. La Figura 5.11 riporta entrambe le grandezze.

Figura 5.11 – Frequenze relative direzione e provenienza del vento

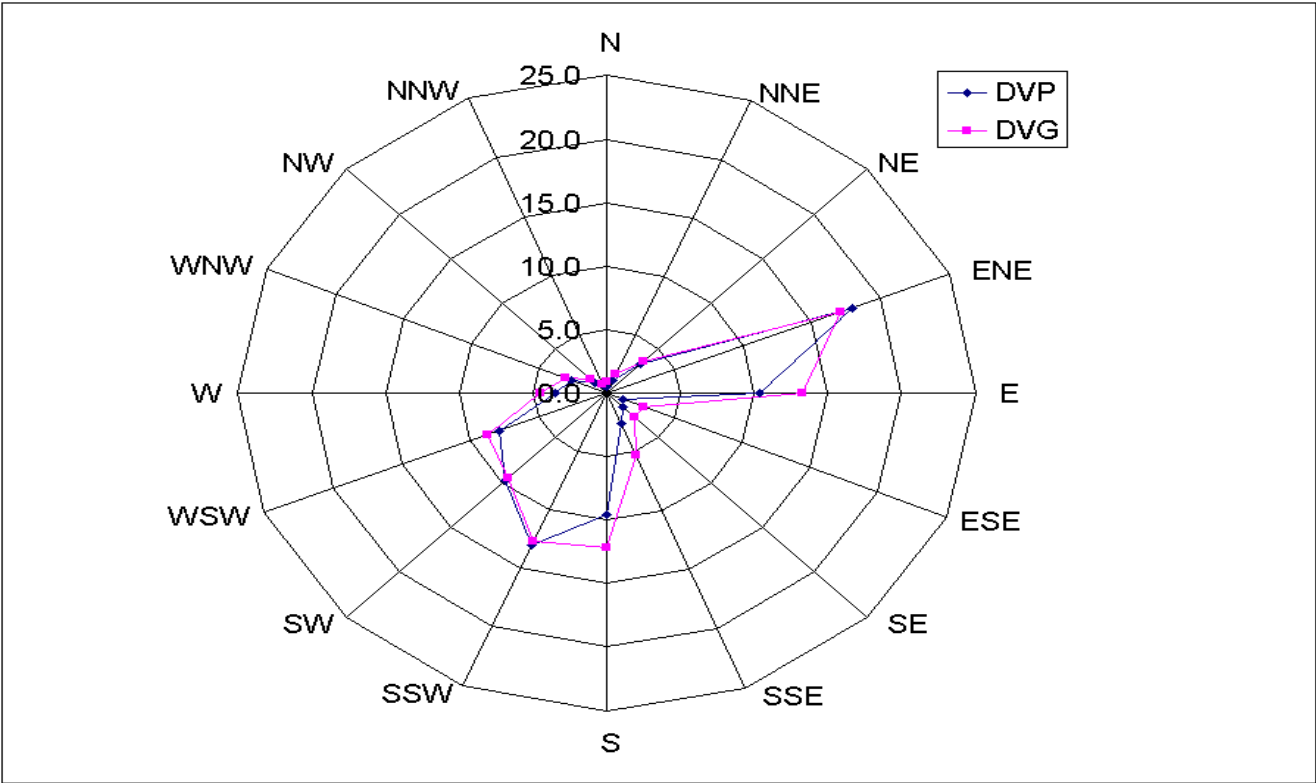
Firenze-Ximeniano



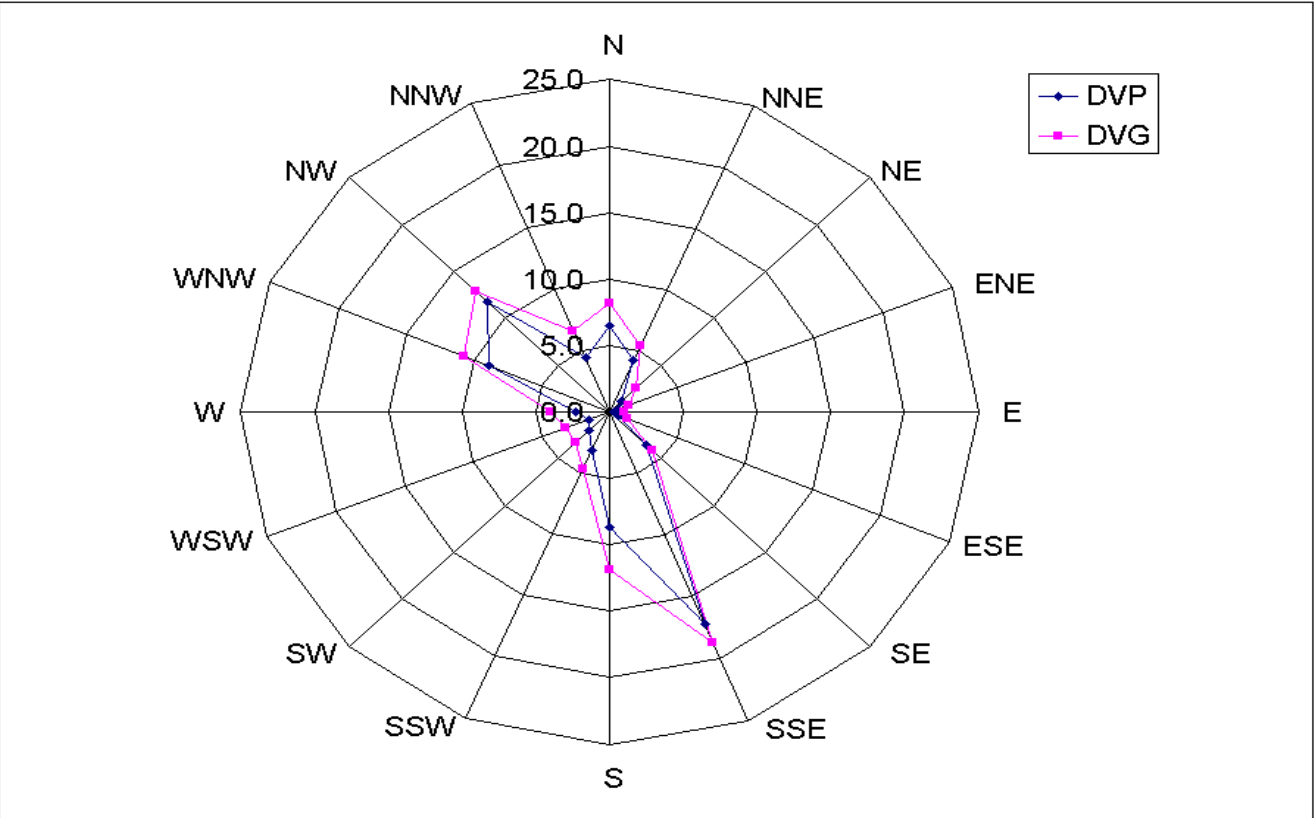
Empoli-Riottoli



Calenzano-UNICEM



Greve-Passo dei Pecorai



In Tabella 5.4 vengono riportati i dati relativi alla sola DVP.

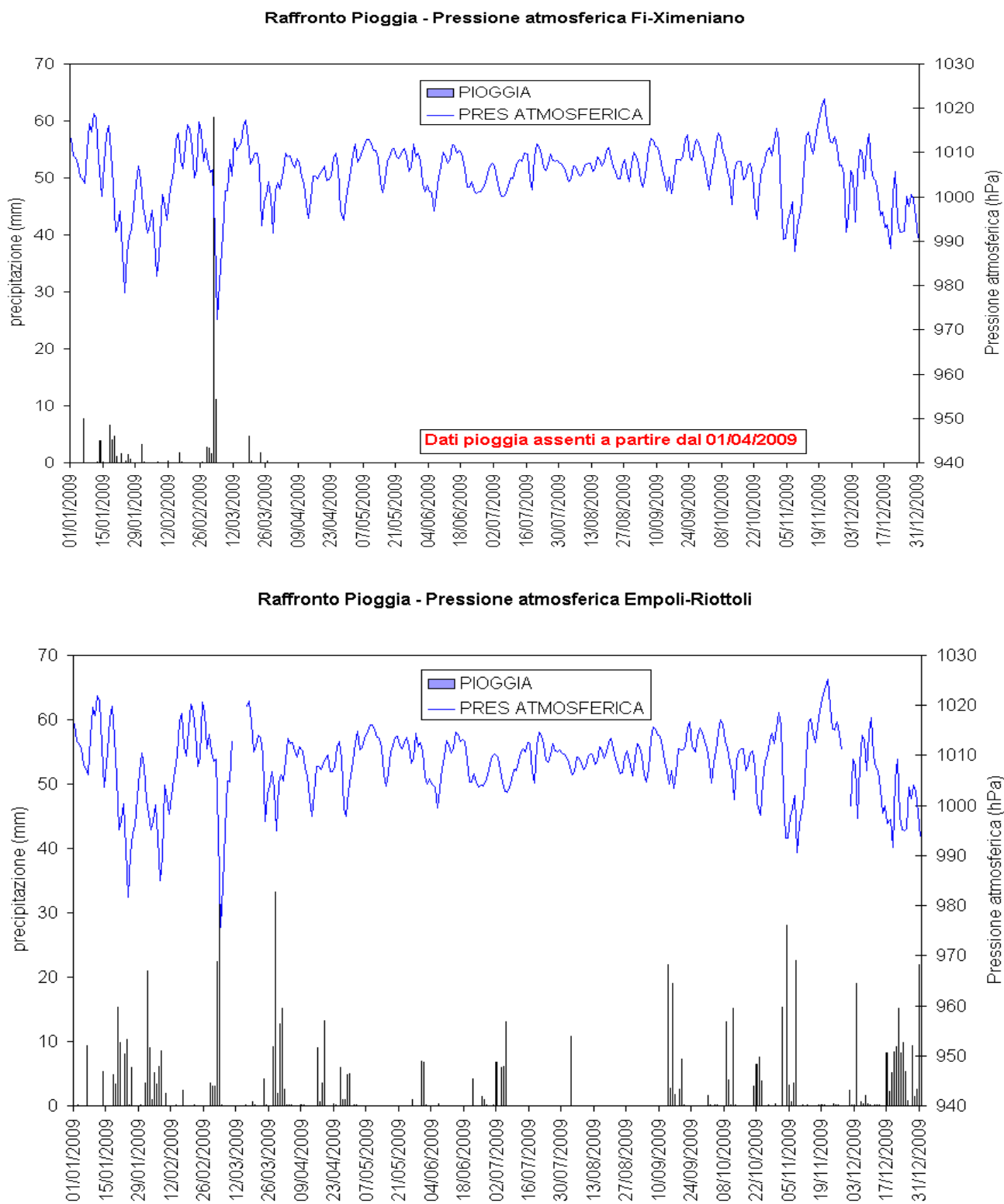
Tabella 5.4 - Frequenze relative e assolute della direzione prevalente del vento oraria (DVP)

DVP	Firenze-Ximeniano		Empoli-Riottoli		Calenzano-UNICEM		Greve-Passo dei Pecorai	
settore	%	n° ore	%	n° ore	%	n° ore	%	n° ore
N	4.5%	390	3.2%	276	0.5%	40	6.5%	575
NNE	12.4%	1089	2.2%	195	1.1%	97	4.2%	364
NE	3.4%	295	4.5%	391	3.2%	280	1.2%	101
ENE	4.3%	380	8.0%	704	17.9%	1572	0.6%	54
E	13.8%	1206	9.7%	850	10.4%	911	0.3%	26
ESE	22.2%	1942	13.8%	1212	1.3%	101	0.7%	62
SE	1.3%	117	7.3%	638	1.7%	141	3.5%	306
SSE	0.85	66	3.9%	338	2.6%	228	17.2%	1509
S	2.8%	246	2.7%	233	9.6%	837	8.6%	755
SSW	2.95	257	2.0%	172	13.0%	1138	3.1%	270
SW	5.2%	458	1.8%	154	9.6%	845	2.0%	176
WSW	10.7%	941	2.6%	230	7.9%	685	1.5%	132
W	4.5%	390	11.3%	988	3.6%	307	2.3%	204
WNW	1.2%	105	5.9%	516	2.6%	226	8.9%	779
NW	0.8%	74	2.4%	212	1.2%	109	11.8%	1032
NNW	1.2%	105	2.4%	213	0.7%	54	4.4%	384
totale								
parziale	92%	8061	84%	7322	86.4%	7571	76.8%	6729
variabile	7.9%	690	10.7%	940	12.7%	1120	15.7%	1377
calma	0.0%	5	2.9%	253	0.8%	66	7.5%	654
validi	99.9%	8756	97.6	8515	99.9%	8501	100%	8760
Non validi	0.1%	4	2.4%	145	0.1%	3	0%	0

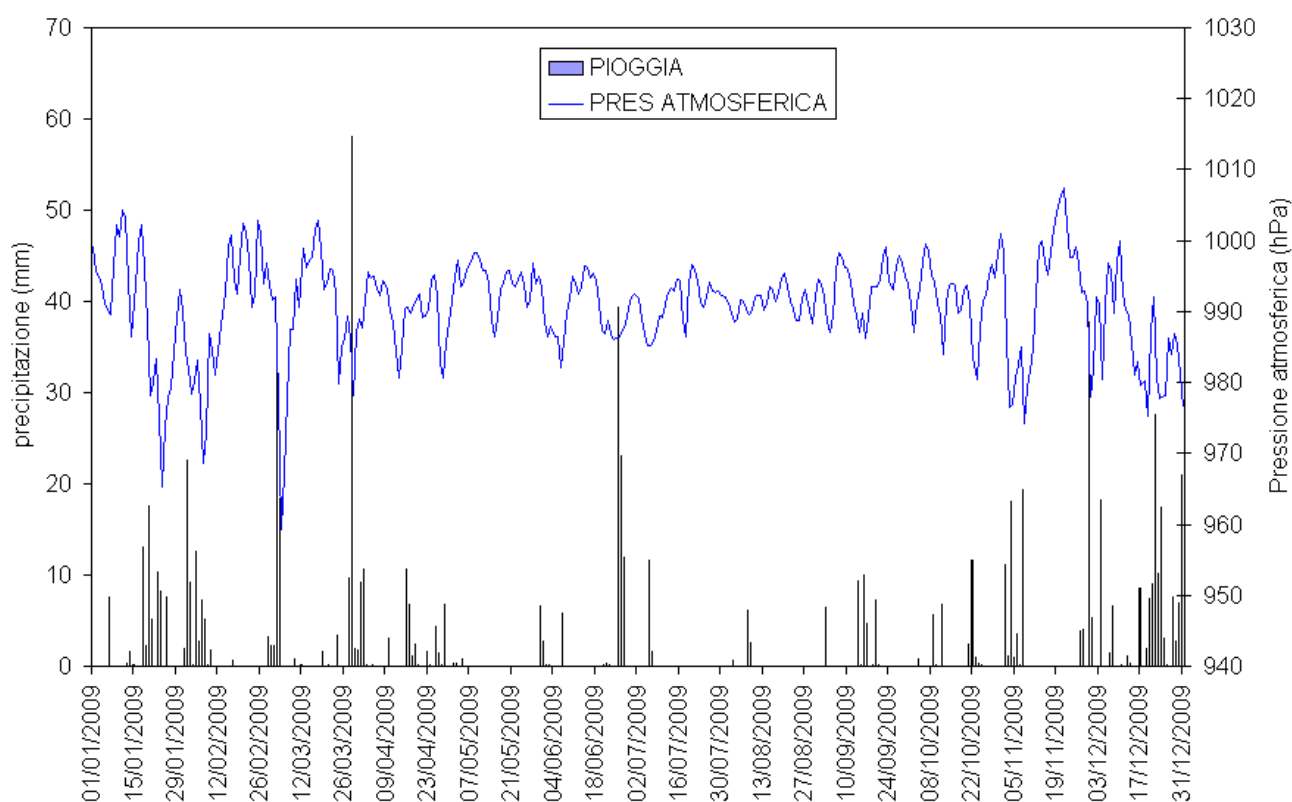
5.4 Precipitazioni e pressione atmosferica

In Figura 5.12 sono riportati gli andamenti temporali nel corso dell'anno 2009 delle precipitazioni e della pressione atmosferica giornaliera registrate presso le stazioni della rete di rilevamento di Firenze.

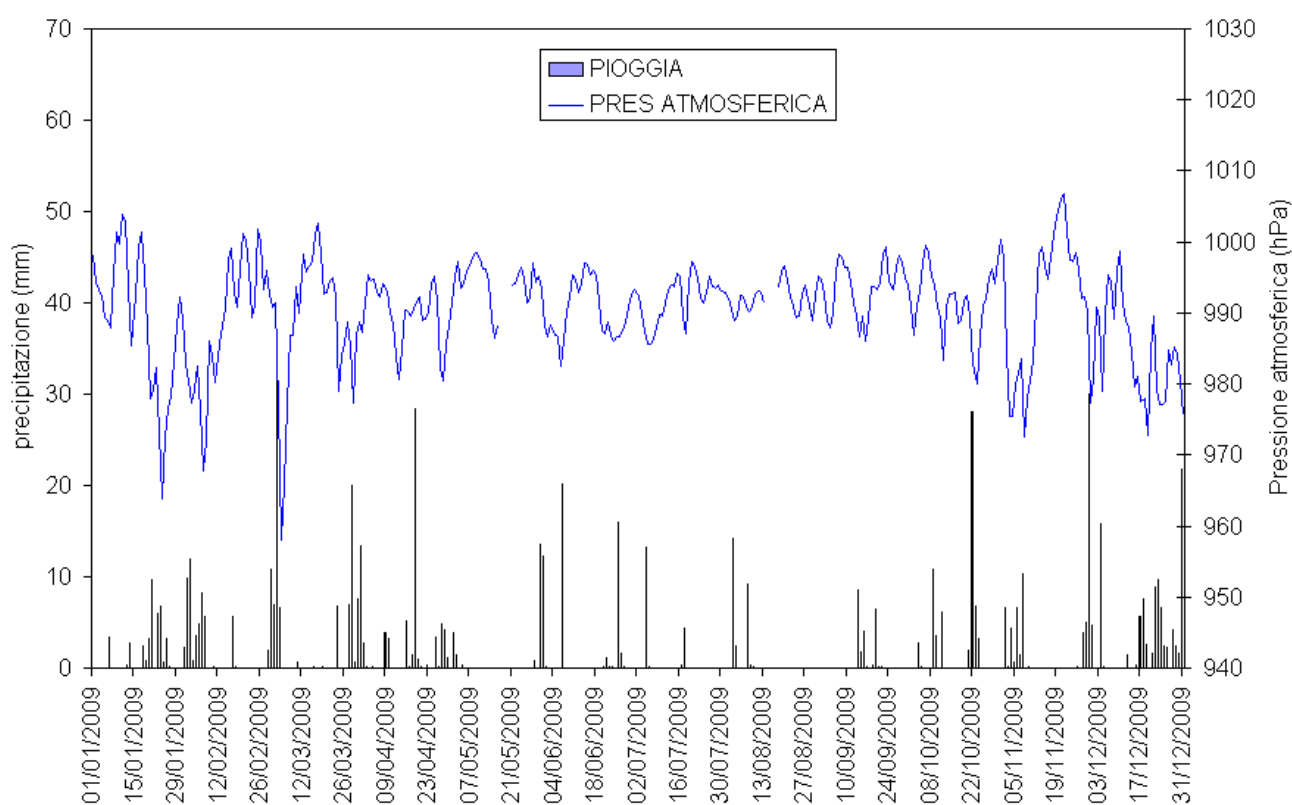
Figura 5.12 Pressione atmosferica media giornaliera e pioggia giornaliera per le stazioni meteo della rete di rilevamento fiorentina



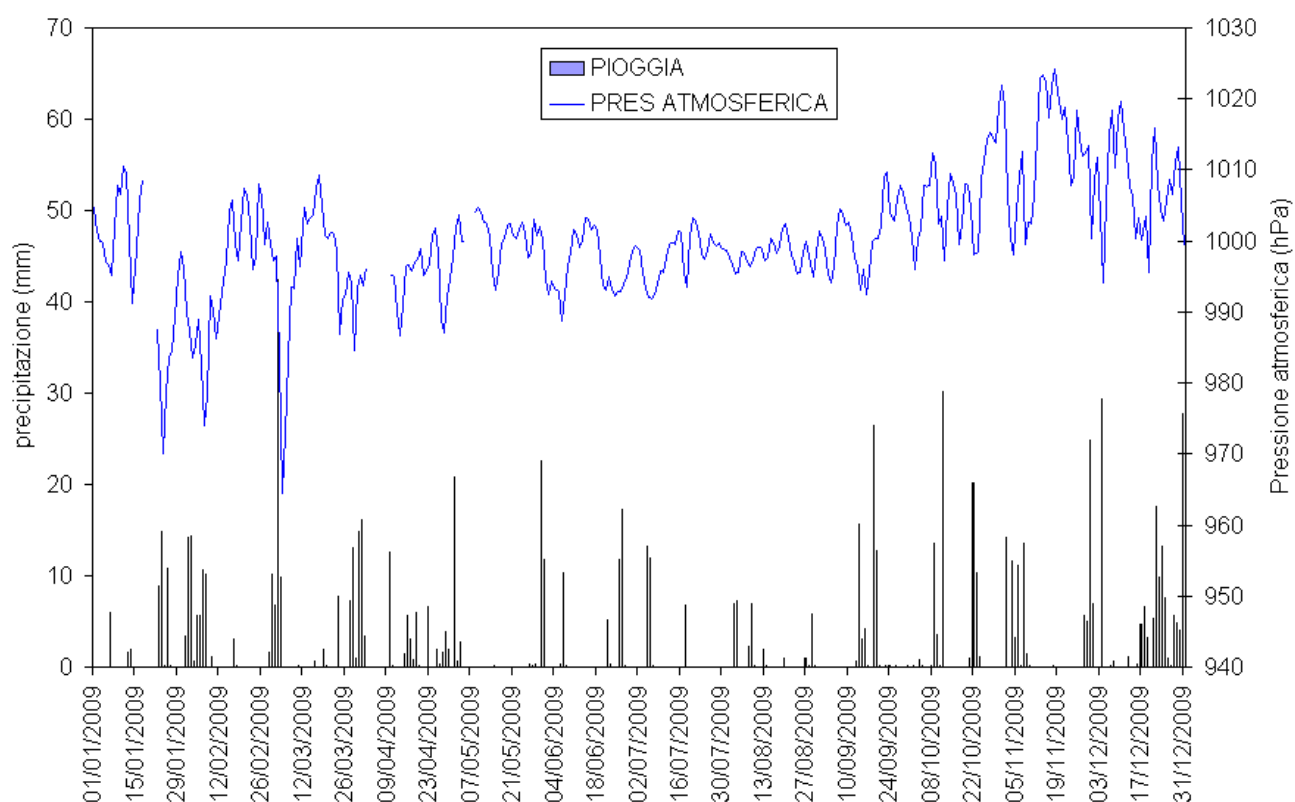
Raffronto Pioggia - Pressione atmosferica Calenzano-Unicem



Raffronto Pioggia - Pressione atmosferica Greve-Passo Dei Pecorai



Raffronto Pioggia - Pressione atmosferica Incisa-Stadio



Per problemi alla strumentazione i dati pluviometrici della stazione di Firenze-Ximeniano sono fortemente incompleti (assenti a partire da aprile 2009).

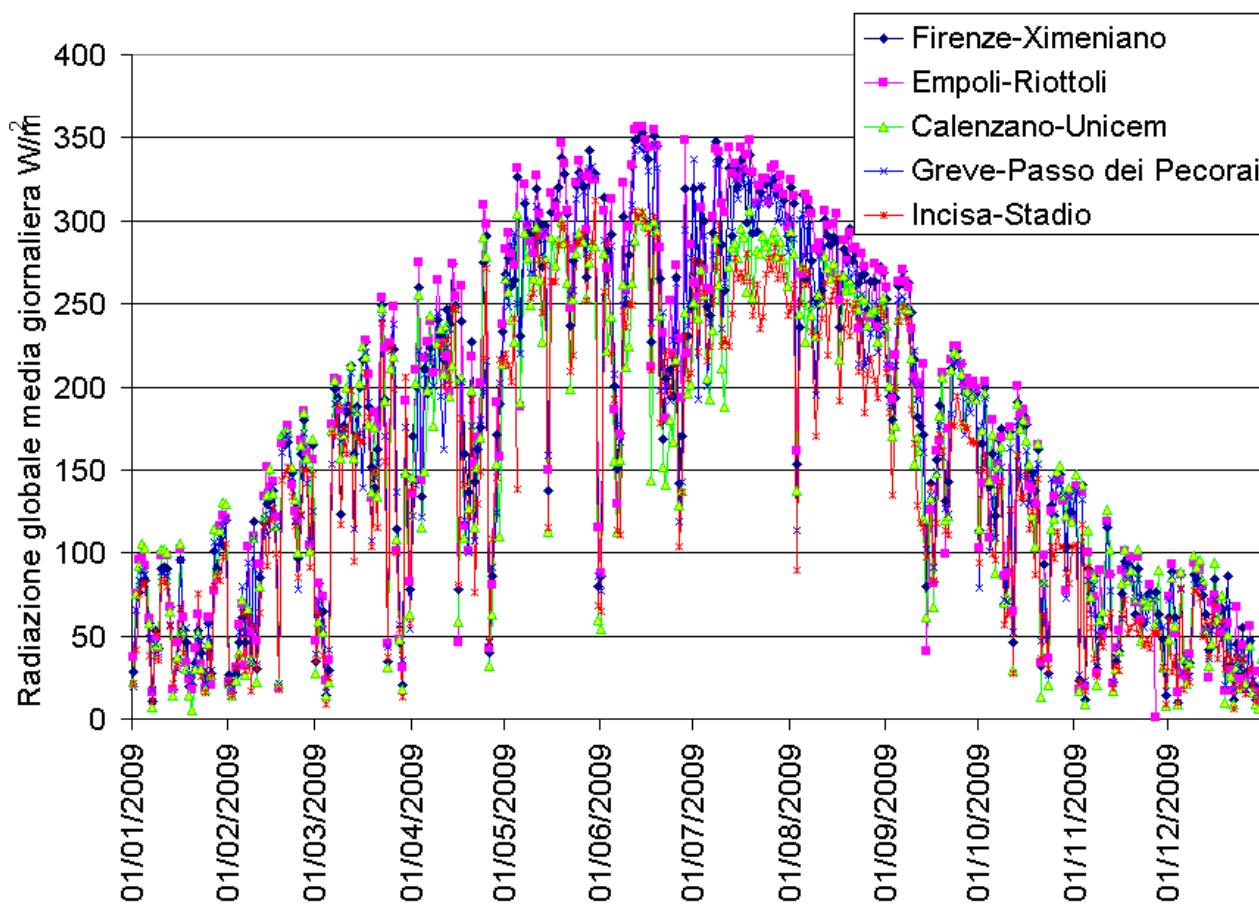
Tabella 5.5: Dati pluviometrici delle stazioni della rete fiorentina.

Stazione	Precipitazioni totali (mm)	N°giorni precipitazioni	N° giorni precipitazioni superiori a 1 mm
Empoli-Riottoli	740	137	81
Calenzano-Unicem	812	119	84
Greve-Passo dei Pecorai	688	126	86
Incisa-Stadio	910	139	90

5.5 Radiazione globale

Nella successiva Figura 5.13, a titolo descrittivo, sono riportate graficamente le serie dei valori di radiazione globale media giornaliera registrati nel corso del 2008 presso le stazioni meteorologiche della Rete.

Figura 5.13 – Radiazione globale media giornaliera



Alla redazione del rapporto hanno contribuito:

- ***Dott Franco Giovannini***
- ***Dott. Ing. Andrea Lupi***

L'attività di monitoraggio e di analisi è stata svolta da:

- ***Vincenzo D'Aleo***
- ***Marco Degl'Innocenti***
- ***Vittoriana Di Vaio***
- ***Paolo Miola***
- ***Giampaolo Poggiali***

**Il Responsabile della Articolazione
Funzionale Modellistica Previsionale**

Dott. Antongiulio Barbaro

**Il Responsabile della
U.O. Prevenzione e controlli ambientali
integrati**

Dott. Alessandro Franchi