

Articolazione Funzionale
Modellistica Previsionale

Unità Operativa Complessa
Prevenzione e Controlli Ambientali
Integrati

RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITA' DELL'ARIA

(DATI DELL'ANNO 2006, Comuni Empoli e Montelupo)

Firenze, marzo 2007



INDICE

1. STRUMENTI E METODI	3
1.1. STAZIONI FISSE E DISPONIBILITÀ DEI DATI	3
2. RISULTATI E COMMENTO	4
2.1. VALORI STANDARD DI RIFERIMENTO	5
2.2. POLVERI (PM ₁₀ E PM _{2.5})	6
2.3. BISSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	7
2.4. MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	8
2.5. BISSIDO DI AZOTO (NO ₂) E OSSIDI DI AZOTO TOTALI (NO _x)	8
2.6. OZONO (O ₃)	9
2.7. BENZENE	10
2.8. EPISODI ACUTI	11
3. GLI ANDAMENTI TEMPORALI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI	12
3.1. POLVERI (PM ₁₀)	12
3.2. BISSIDO DI ZOLFO (SO ₂)	14
3.3. BISSIDO DI AZOTO (NO ₂)	14
3.4. OSSIDI DI AZOTO TOTALI (NO _x)	16
3.5. MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	16
3.6. OZONO (O ₃)	17
4. SINTESI E COMMENTO	19
5. LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE	22
6. CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI	23



1. Strumenti e metodi.

1.1. Stazioni fisse e disponibilità dei dati.

Nel territorio dei Comuni di Empoli e di Montelupo Fiorentino è presente una rete di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà della Amministrazione Provinciale di Firenze e gestita da questo Dipartimento Provinciale ARPAT, costituita da n° 3 stazioni fisse per il rilevamento degli inquinanti.

Nella tabella 1 è fornita una descrizione delle stazioni della rete in termini di localizzazione e classificazione.

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

La rete comprende anche n. 1 stazione per il rilevamento di parametri meteorologici ubicata a Empoli, in località Riottoli (c/o acquedotto).

Nella figura 1 sono mostrate le localizzazioni delle stazioni di rilevamento degli inquinanti e dei parametri meteorologici.

In tabella 3 sono riportati i rendimenti annuali degli analizzatori ubicati nelle stazioni, da cui si evince che tutte le misure sono pienamente rispondenti al requisito fissato dalla normativa (rendimento minimo 90%).

Tabella 1 = Stazioni fisse di misura nel territorio di Empoli e Montelupo, anno 2006.

comune-ubicazione	N° (1)	Tipo zona	Tipo stazione	distanza strada (m)	distanza semaforo (m)	quota s.l.m. (m)
Montelupo - Via Asia (2)	1	Urbana	fondo	10	n.p.	35
Montelupo - Loc. Pratelle	2	Rurale	industriale	n.p.	n.p.	31
Empoli - Via Ridolfi	3	Urbana	traffico	3	n.p.	28

n.p. = non pertinente

(1) Riferimento figura 1

(2) Via Don Milani fino al 13 marzo 2006

Tabella 2 = Stazioni fisse e inquinanti monitorati.

Stazione	CO (1)	NO _x (2)	O ₃ (3)	SO ₂ (4)	PM ₁₀ (5)
Montelupo - Via Asia		X	X		X
Montelupo - Loc. Pratelle		X			X
Empoli - Via Ridolfi	X	X		X	X

(1) CO = monossido di carbonio

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

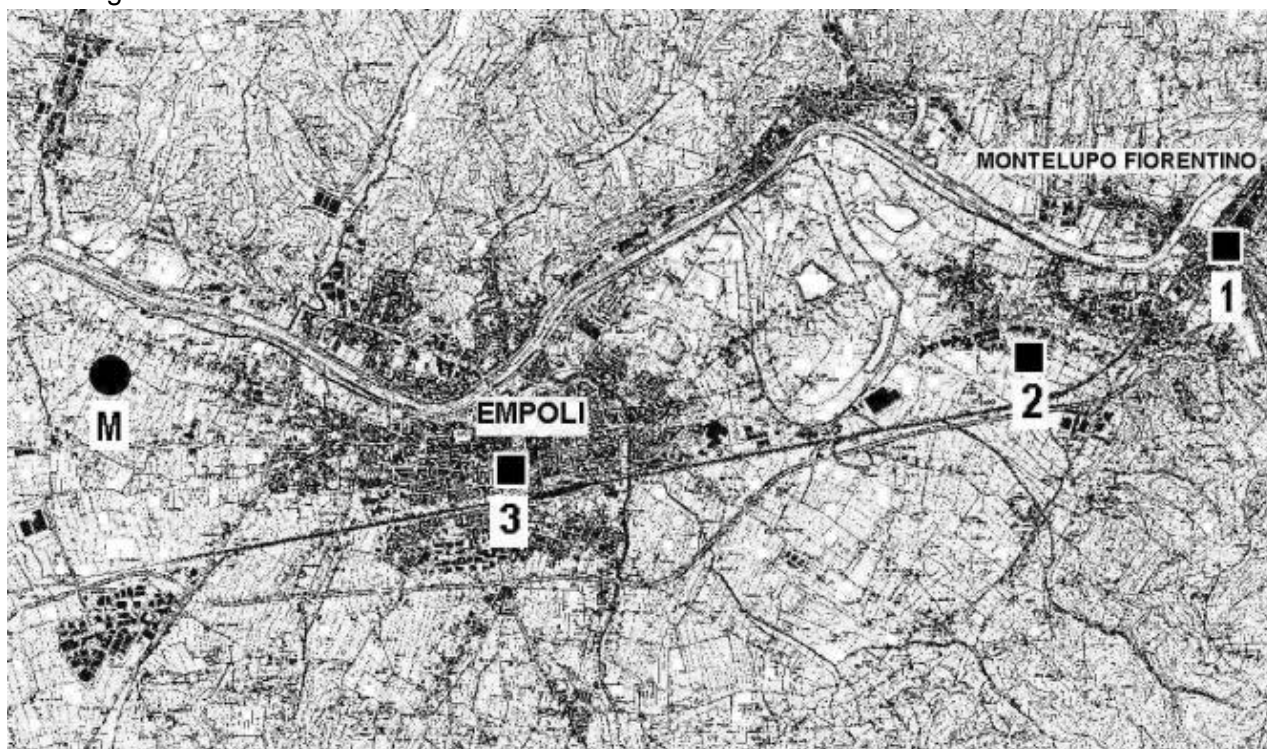
(3) O₃ = ozono

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

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



Figura 1 = Localizzazione delle stazioni fisse di misura.



LEGENDA:

●
(M) Stazione meteorologica

■
(Num. 1-3) Stazioni "chimiche"

Tabella 3 = Rendimento % degli analizzatori secondo DM 60/02 (anno 2006).

Stazione	CO	NO _x	O ₃	SO ₂	PM ₁₀
Montelupo- Asia	N.P.	91	97	N.P.	93
Montelupo - Pratelle	N.P.	95	N.P.	N.P.	99
Empoli - Ridolfi	97	94	N.P.	100	100

N.P. = analizzatore non presente nella stazione

2. Risultati e commento.

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa (μg , mg) per metro cubo (m^3) di aria sono riferiti a 20°C (alla temperatura ambiente per PM).



2.1. Valori standard di riferimento.

Per ciascun inquinante vengono mostrate le elaborazioni degli indicatori fissati e il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla recente normativa europea e recepiti con il D. M. Ambiente 60/02¹ e, per l'inquinante ozono, con il DLgs 183/04². Il rispetto dei limiti viene richiesto entro determinati termini temporali, riassunti in tabella 4.

Tabella 4 = scadenze temporali per l'applicazione dei limiti di cui al DM 60/02 e al DLgs 183/04 per la protezione della salute umana

Biossido di zolfo	1 gennaio 2005
Biossido di azoto	1 gennaio 2010
Polveri PM ₁₀	1 gennaio 2005 (fase 1) 1 gennaio 2010 (fase 2)
Benzene	1 gennaio 2010
Monossido di carbonio	1 gennaio 2005
Ozono	1 gennaio 2010

per la protezione degli ecosistemi	
Biossido di zolfo	19 luglio 2001

per la protezione della vegetazione	
Biossido di azoto	19 luglio 2001
Ozono	1 gennaio 2010

In realtà la normativa europea definisce per ciascun inquinante (salvo l'ozono) specifici margini di tolleranza che si riducono progressivamente entro 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 i veicoli a motore e il contenimento delle emissioni industriali.

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

In fase di discussione viene effettuato il confronto anche con i limiti relativi all'anno 2010 maggiorati dei margini di tolleranza previsti dal DM 60/02 per il 2006, scelta che consente di meglio evidenziare le priorità nelle azioni di risanamento a carico delle Amministrazioni locali, da adottare come integrazione ai provvedimenti di vasta scala ove questi non si rivelassero sufficienti a conseguire i risultati attesi.

¹ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Decreto 2 aprile 2002, n. 60 (S.O.G.U. n. 77/L del 13 aprile 2002).

² Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n. 183 (S.O.G.U. 171/L del 23 luglio 2004).



Relativamente all'inquinante PM₁₀, le indicazioni desunte dal DM 60/02 mostrano qualche elemento di incertezza e di indeterminazione già presente nella Direttiva 1999/30/CE. Infatti, mentre i valori di riferimento per la prima fase sono ben esplicitati ed 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 2006 dei valori di riferimento relativi alla seconda fase³, definiti "indicativi", si dovrebbero assumere i seguenti: media annuale 28 µg/m³ (da diminuire di 2 µg/m³ all'anno per arrivare a 20 µg/m³ dal 1.1.2010) 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.

Allo scopo di superare queste incertezze relative al PM₁₀, risulta in corso di approvazione una nuova Direttiva CE che conferma i valori di riferimento già prescritti per la prima fase, ma non ripropone quelli prefigurati per la seconda fase. 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.

2.2. Polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}).

Indicatore per PM ₁₀	fase	Limite di riferimento (anno)
Media annuale µg/m ³	1 ^a	40 (dal 2005)
	2 ^a	28 (2006)
		20 (dal 2010)
Valori giornalieri >50 µg/m ³ n°	1 ^a	35 (2005)
Valori giornalieri >50 µg/m ³ + mt (1) n°	2 ^a	7 (dal 2005)

(1) mt = margine di tolleranza non determinato, da ridursi progressivamente fino a 0 nel 2010

I limiti stabiliti sono fissati "per la protezione della salute umana".

Tab. 6 = PM₁₀: media annuale e numero di superamenti.

stazione	Dati giornalieri validi n.	Media annuale µg/m ³	Superamenti (su base annuale) di 50 µg/m ³ n.
Montelupo- Asia	323	35	55
Montelupo - Pratelle	344	32	32
Empoli - Ridolfi	363	36	53

Nota: in grassetto i valori che superano i limiti di riferimento fissati per la fase 1.

La quantità di superamenti è valutata, come stabilito dalla proposta di Direttiva CE in fase di approvazione, attraverso il prodotto dei superamenti effettivamente riscontrati per il rapporto fra 365

³ "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)



e il numero di dati giornalieri validi effettivamente acquisiti. Per maggiori dettagli si veda l'allegato specifico.

Si osservi che il limite di riferimento espresso in termini di media annuale appare rispettato in tutte le stazioni mentre, nella stazione di fondo urbano collocata nell'abitato di Montelupo e nella stazione traffico di Empoli risulta superato il limite di riferimento espresso in termini di numero di casi in cui si supera il valore limite dello standard giornaliero.

Il valore limite indicato per la seconda fase relativamente alla media annuale risulta superato in tutte le stazioni.

2.3. Biossido di zolfo (SO₂).

Indicatore per SO ₂	Limite di riferimento (anno)	nota
Valori orari > 350 µg/m ³ n°	24 (dal 2005)	Fissati per la protezione della salute
Valori giornalieri >125 µg/m ³ n°	3 (dal 2005)	
Media annuale e invernale µg/m ³	20 (dal 2001)	Fissato per la protezione degli ecosistemi

Tabella 7 = SO₂ media annuale, invernale e superamenti orari/giornalieri.

		Stazione Empoli Ridolfi
dati orari validi	n°	8365
medie orarie >350 µg/m ³	n°	0
dati giornalieri validi	n°	364
medie giornaliere >125 µg/m ³	n°	0
media annuale	µg/m ³	2
media invernale (1/10/05-31/3/06)	µg/m ³	2

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

Dall'esame della tabella 7 si desume che tutti i limiti di riferimento sono ampiamente rispettati.



2.4. Monossido di carbonio (CO).

Indicatore per CO	Limite di riferimento (anno)
Medie mobili di 8 h $>10\text{mg/m}^3$ n°.	0 (dal 2005)

Tabella 8 = CO: superamenti media mobile 8 ore.

		Stazione Empoli Ridolfi
dati validi	n°	8388
Media annuale	mg/m^3	0,8
Medie mobili di 8 h $>10\text{mg/m}^3$	n°	0
Max media mobile di 8 h	mg/m^3	2,1

Il limite, stabilito come valore della media mobile di 8 ore da non superare, è fissato "per la protezione della salute umana".

Si osservi che lo standard appare rispettato con ampio margine, considerato il valore massimo raggiunto dall'indicatore (v. tabella 8). Si tenga conto che la stazione di Empoli è di tipo traffico e quindi quella in cui si raggiungono, di norma, i valori più elevati.

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

Indicatore per NO ₂	Limite di riferimento (anno)	nota
Valori orari $>200\text{ }\mu\text{g/m}^3$ n°	18 (dal 2010)	
Valori orari $>240\text{ }\mu\text{g/m}^3$ n°	18 (2006)	Fissati per la protezione della salute
	40 (dal 2010)	
Media annuale $\mu\text{g/m}^3$	48 (2006)	

Tabella 9 = NO₂: media annuale e superamenti orari.

stazione	Dati orari Validi n.	Media annuale $\mu\text{g/m}^3$	Val. orari $>200\text{ }\mu\text{g/m}^3$ n°	Val. orari $>240\text{ }\mu\text{g/m}^3$ n°
Montelupo- Asia	7457	35	0	0
Montelupo - Pratelle	7865	32	0	0
Empoli - Ridolfi	7773	65	0	0

Nota: in grassetto i valori che superano i limiti di riferimento per l'anno 2006 e per l'anno 2010.



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

Come si evidenzia in tabella 9, l'indicatore definito come media annuale è superato nella stazione di Empoli Ridolfi. Si tenga conto che la stazione di Empoli è di tipo traffico e quindi quella in cui si raggiungono, di norma, i valori più elevati.

Indicatore per NO _x	Limite di riferimento (anno)	nota
Media annuale (come NO ₂) µg/m ³	30 (dal 2001)	Fissato per la protezione della vegetazione

Tabella 10 = NO_x : media annuale.

stazione	Dati orari Validi n.	Media annuale (come NO ₂) µg/m ³
Montelupo- Asia	7578	66
Montelupo - Pratelle	7865	55
Empoli - Ridolfi	7773	125

Nota: in grassetto i valori che superano i limiti di riferimento.

Il limite è fissato "per la protezione della vegetazione".

Dall'esame della tabella 10 si rileva che tale limite risulta superato in tutte le stazioni e in particolare nel sito Empoli Ridolfi.

2.6. Ozono (O₃).

Indicatore per O ₃	Limite di riferimento (anno)	nota
Giorni con media mobile di 8 h >120µg/m ³ n°.	25 (dal 2010) 0 (obiettivo a lungo termine)	Fissato per la protezione della salute
AOT40 µg/m ³ *h	18000 (dal 2010) 6000 (obiettivo a lungo termine)	Fissato per la protezione della vegetazione



Tabella 11 = O₃ : superamenti e AOT40.

		Stazione Montelupo Via Asia
Dati validi	n°	8089
giorni con media mobile 8 h >120 µg/m ³	n°	34 (1)
AOT40 dati validi	n°	1034
AOT40	µg/m ³ *h	27200 (2)

Nota: in grassetto i valori che superano i limiti di riferimento.

(1) dato sottostimato (significativo in quanto superiore al limite)

(2) corretto come da DLgs 183/04

I limiti sono definiti come "valore bersaglio" dal DLgs 183/04. Il limite espresso come quantità di giorni in cui si supera la soglia della media mobile di 8 ore pari a 120 µg/m³, è fissato "per la protezione della salute umana". Quello in termini di AOT40 (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".

I valori riportati in tabella 11 mostrano che nella stazione Montelupo - Asia risulta superato sia il limite espresso in termini di AOT che quello espresso in termini di numero di giorni in cui si supera la soglia fissata per la media di 8 ore.

2.7. Benzene.

Nell'area Empoli-Montelupo non sono state eseguite misure dirette dei livelli di benzene mediante sistemi fissi. E' possibile tuttavia stimare il valore medio annuale di questo inquinante in base alla correlazione con le concentrazioni ambientali di ossido di carbonio (CO), la cui misura è effettuata nella stazione di Empoli-Ridolfi (e in altre dell'are fiorentina). Tale correlazione è da considerarsi valida quando, come nel caso specifico, non siano presenti sorgenti diverse dalle emissioni da veicoli a motore.

Indicatore per BENZENE	Limite di riferimento (anno)
Media annuale µg/m ³	9 (2006)
	5 (dal 2010)

Tabella 12 = BENZENE: media annuale.

Stazione	Media annuale µg/m ³
Empoli - Ridolfi	4,0 (*)

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

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



Dall'esame della tabella 12 si desume che il benzene risulta ampiamente entro il limite di riferimento fissato per il 2005, ma ha un valore di poco inferiore al limite di riferimento valido a partire dall'anno 2010.

Come nel caso del CO, anche per il benzene si tenga conto che la stazione di Empoli è di tipo traffico e quindi quella in cui si raggiungono, di norma, i valori più elevati.

2.8. Episodi acuti.

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

Nella tabella 13 si riassumono i valori soglia e si indicano le ricorrenze di superamento riscontrate.

Tabella 13 = 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 µg/m ³	Nessuno
NO ₂	Concentrazione oraria > 400 µg/m ³	Nessuno
O ₃	Concentrazione oraria > 240 µg/m ³	Nessuno

Per l'ozono è stata fissata anche una soglia "di informazione" corrispondente al valore della media oraria pari a 180 µg/m³.

Nella tabella 14 si evidenziano in dettaglio i giorni e il numero di ore in cui si sono verificati gli stati di INFORMAZIONE (equivalente allo stato di ATTENZIONE secondo la definizione di cui al D.M. Ambiente 25.11.1994, ora abrogato) per O₃.

Non si sono rilevati stati di ALLARME.

Tabella 14 = Ozono: superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m³ (DLgs 183/04) nella stazione Montelupo - Asia.

giorni n.	Data	Valore orario max µg/m ³	ore >180 µg/m ³ n.
4	20 luglio	193	2
	21 luglio	208	3
	22 luglio	189	1
	27 luglio	189	2



3. Gli andamenti temporali degli inquinanti atmosferici.

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

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

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

3.1. Polveri (PM₁₀).

Nella figura 2 si mostrano le concentrazioni medie annuali di PM₁₀ rilevate dal 1993 nelle varie stazioni della rete.

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

Si osserva la progressiva diminuzione registrata 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 a Montelupo, sia in area industriale (Pratelle) che urbana (Milani/Asia). Dal 2003 al 2006 si rileva la riduzione nell'area industriale di Montelupo e l'incremento nel sito traffico di Empoli - Ridolfi. La media risultante appare sostanzialmente stabile.

Nella figura 3 si mostra l'incidenza percentuale dei giorni con valore medio superiore 50 µg/m³ il cui limite di riferimento è pari a 10% (35 superamenti ammessi su 365 giorni). L'andamento storico appare analogo a quello delle medie annuali. L'eccedenza di superamenti è in crescita negli ultimi anni nel sito traffico di Empoli e, sia pure con minore progressione, anche nella stazione di fondo urbano di Montelupo. E' invece diminuita nel sito industriale di Montelupo.



Figura 2 = trend delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀.

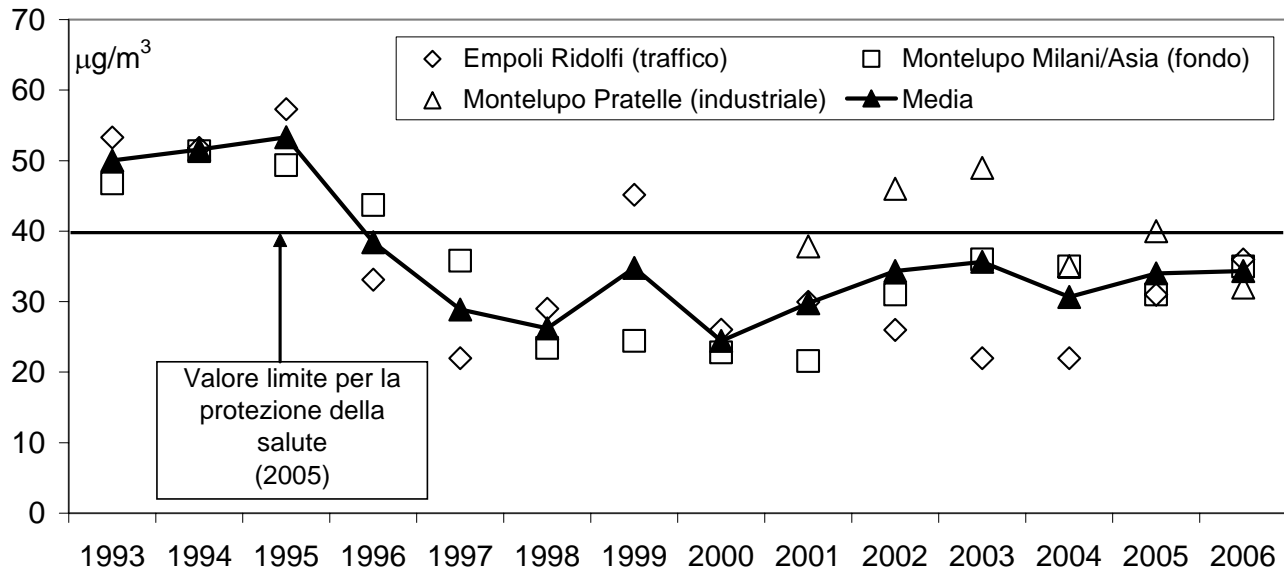
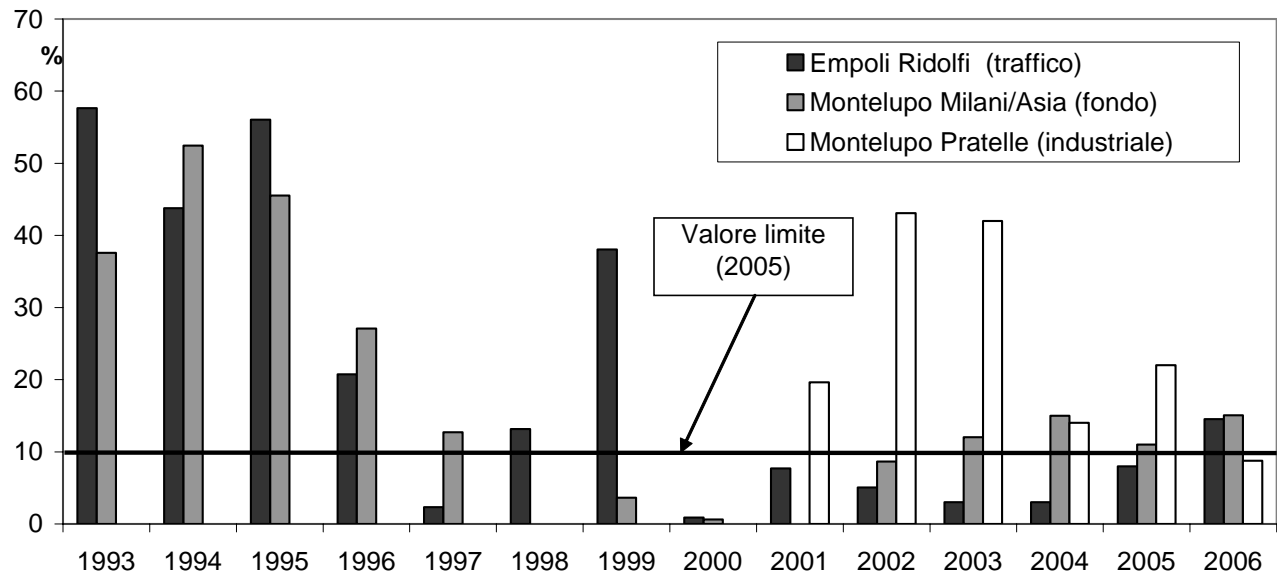


Figura 3 = trend della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di PM₁₀ superiore a 50 µg/m³.

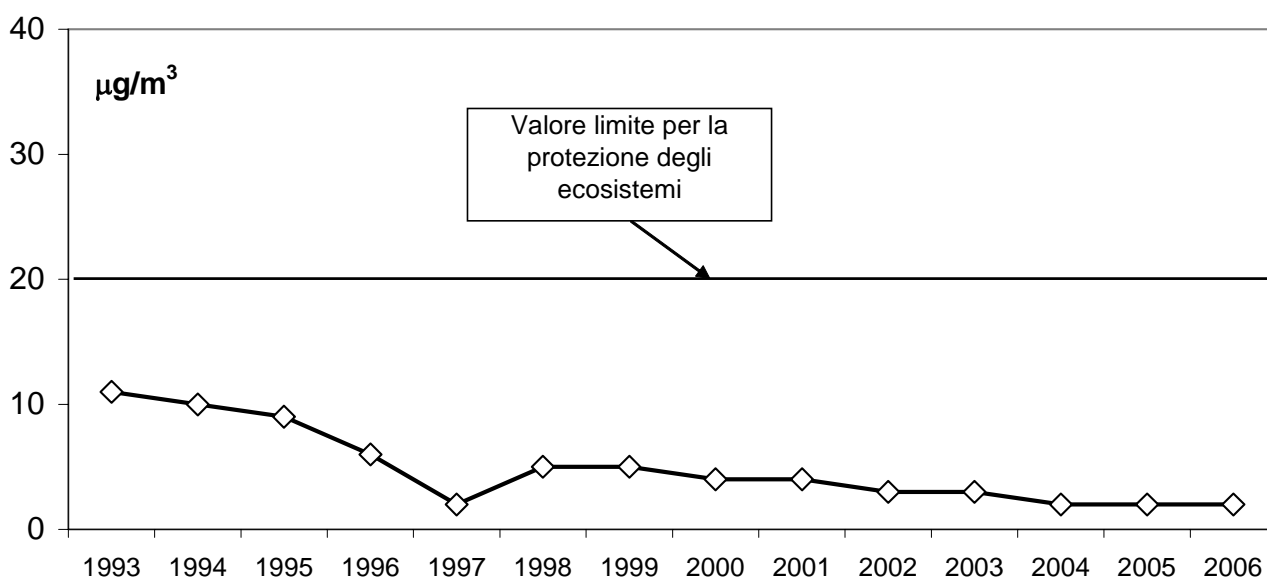


3.2. Biossido di zolfo (SO₂).

Nella figura 4 si mostrano le concentrazioni medie annuali di SO₂ rilevate dal 1993.

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

Figura 4 = trend delle concentrazioni medie annuali di SO₂ (stazione Empoli - Ridolfi).



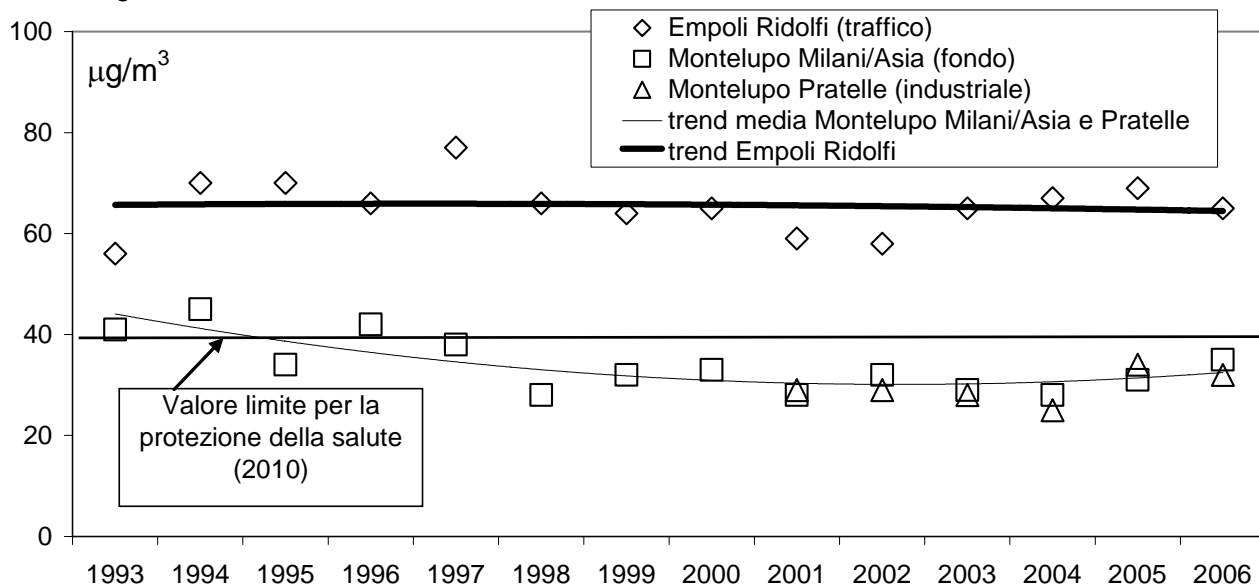
3.3. Biossido di azoto (NO₂).

Nella figura 5 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO₂ rilevate dal 1993 e il trend.

A livello di linea di tendenza, l'andamento del valore medio nella stazioni di fondo di Montelupo (urbano e industriale) mostra una diminuzione piuttosto modesta ma regolare nel corso degli anni '90, che ha portato al rispettare il limite di riferimento fin dal 1997. Negli ultimi due anni si registra la tendenza all'incremento. Nella stazione di tipo traffico (Empoli - Ridolfi), si osserva la tendenza alla sostanziale stabilità, pur con oscillazioni annuali intorno ad un valore medio ben superiore allo standard di riferimento.

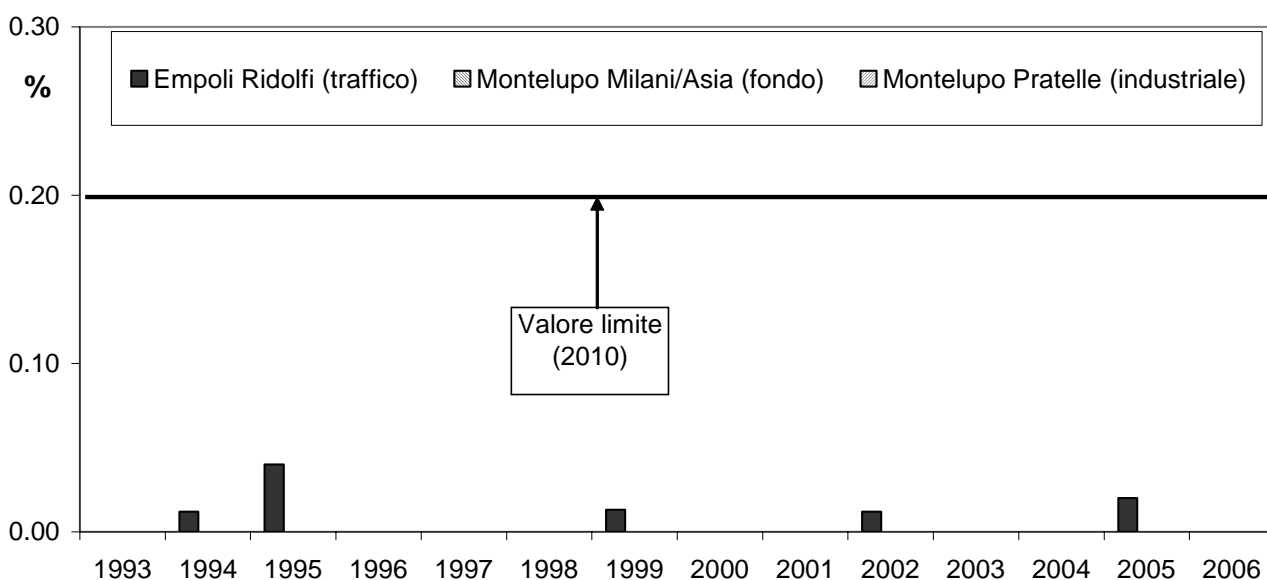


Figura 5 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO₂.



Nella figura 6 si mostra l'incidenza percentuale delle ore dell'anno con valore medio superiore 200 µg/m³ il cui limite di riferimento è pari a 0,2% (18 superamenti orari ammessi su 8760 ore). 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 6 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO₂ superiore a 200 µg/m³.

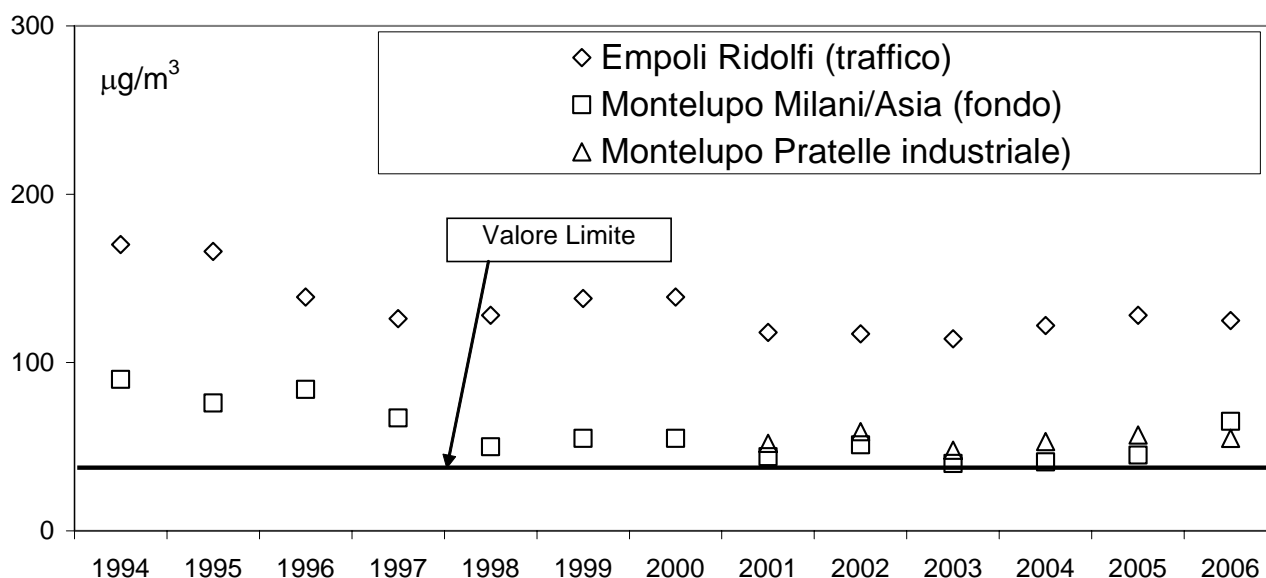


3.4. Ossidi di azoto totali (NO_x).

Nella figura 7 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO_x rilevate dal 1994 e si confrontano con il valore limite di riferimento fissato per la protezione della vegetazione al livello di 30 µg/m³ (più restrittivo rispetto a quello per la protezione della salute di cui al punto 3.3).

Si osservi che, nei siti di misura a distanza dalla sorgente traffico (Montelupo - Milani/Asia e Montelupo - Pratelle), la progressiva riduzione ha portato le concentrazioni ambientali a stabilizzarsi a livello di poco superiore al valore di riferimento, con una leggera tendenza alla crescita negli ultimi due anni. Nel sito esposto alle emissioni veicolari (Empoli - Ridolfi) la situazione ricalca sostanzialmente l'andamento delle stazioni di fondo, attestandosi su un livello di circa 4 volte il valore dello standard.

Figura 7 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO_x (valori espressi come NO₂).



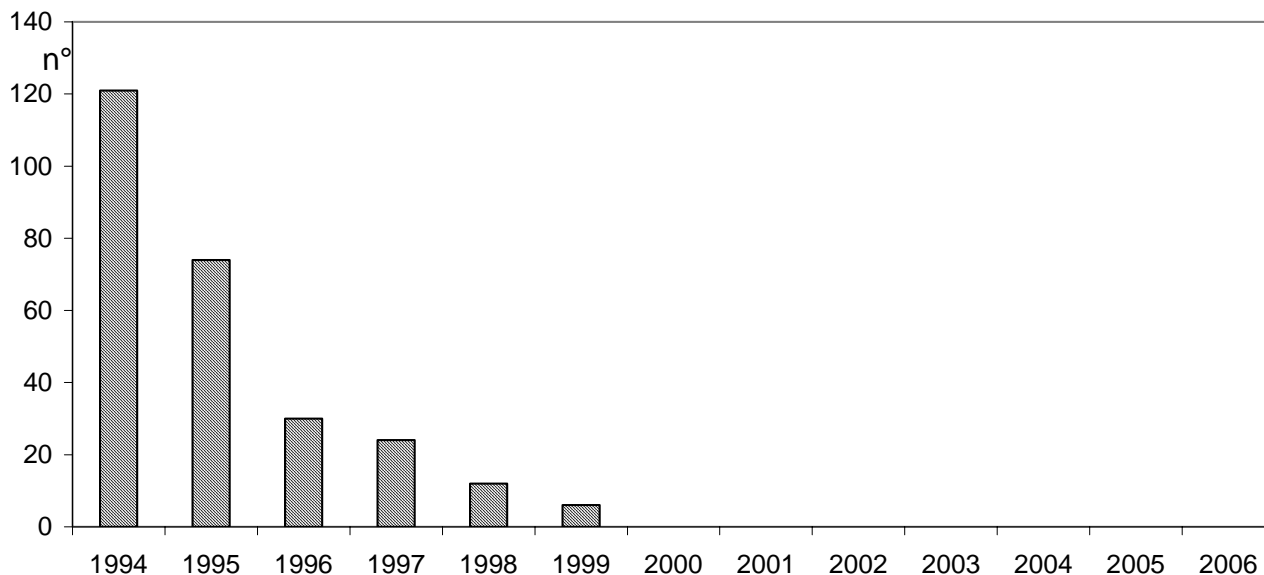
3.5. Monossido di carbonio (CO).

Nella figura 8 si mostra l'andamento della quantità di superamenti per la media di 8 ore consecutive. Poiché il limite di concentrazione previsto dalla normativa (pari a 10 mg/m³) non è mai stato superato, al fine di evidenziare il trend si è fatto riferimento al 50% di tale valore (pari a 5 mg/m³).

L'elaborazione viene presentata solo per la stazione di tipo traffico (Empoli - Ridolfi), in quanto questo inquinante è prodotto quasi esclusivamente dalle emissioni allo scarico dei veicoli a motore ed è caratterizzato da un forte gradiente spaziale. Di conseguenza, 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 8 = trend del numero di medie mobili di 8 ore di CO superiori a 5 mg/m³ (pari al 50% del limite), rilevate in ciascun anno (stazione Empoli - Ridolfi).



L'andamento storico mostra la consistente e progressiva riduzione dei livelli ambientali di questo inquinante. Si noti come dall'anno 2000 la media mobile massima, non supera più neanche il 50% del limite di riferimento ovvero il valore di 5 mg/m³.

3.6. Ozono (O₃).

Nella figura 9 si mostra la quantità di superamenti dei limiti fissati per la media oraria 180 µg/m³, definita soglia "di informazione", e 240 µg/m³, definita soglia "di allarme".

Si osservi che non è possibile riconoscere un trend univoco e consolidato anche se, negli anni 2000, nella stazione Montelupo - Milano/Asia il numero di superamenti della soglia di informazione ("di attenzione", secondo la definizione contenuta nel D.M. Ambiente 25.11.1994, ora abrogato) non raggiunge i valori registrati in taluni degli anni '90 e non si sono verificati superamenti della soglia di allarme.

Nella figura 10 si mostra il numero di giorni in cui si è verificato il superamento del limite fissato per la media di 8 ore consecutive, pari a 120 µg/m³, il cui valore è da confrontare con il valore di riferimento pari a 25 giorni all'anno. L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello relativo al superamento dalla soglia di informazione. Si noti come nel 2005 e nel 2006 si registra un aumento oltre i limiti di legge del numero di giorni con livelli elevati di ozono.

Nella figura 11 si mostra l'andamento del parametro AOT40, per il quale è stato definito il valore bersaglio per la protezione della vegetazione pari a 18000 µg/m³*h, che è calcolato sommando le



eccedenze orarie di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (equivalente a 40 ppb) rilevate nella fascia oraria 8-20 del periodo dal 1 maggio al 31 luglio. Per questo indicatore si riscontra una situazione superiore al limite nella maggior parte degli anni.

Figura 9 = O_3 : trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e alla soglia di allarme, pari a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevate nella stazione Montelupo - Milani/Asia.

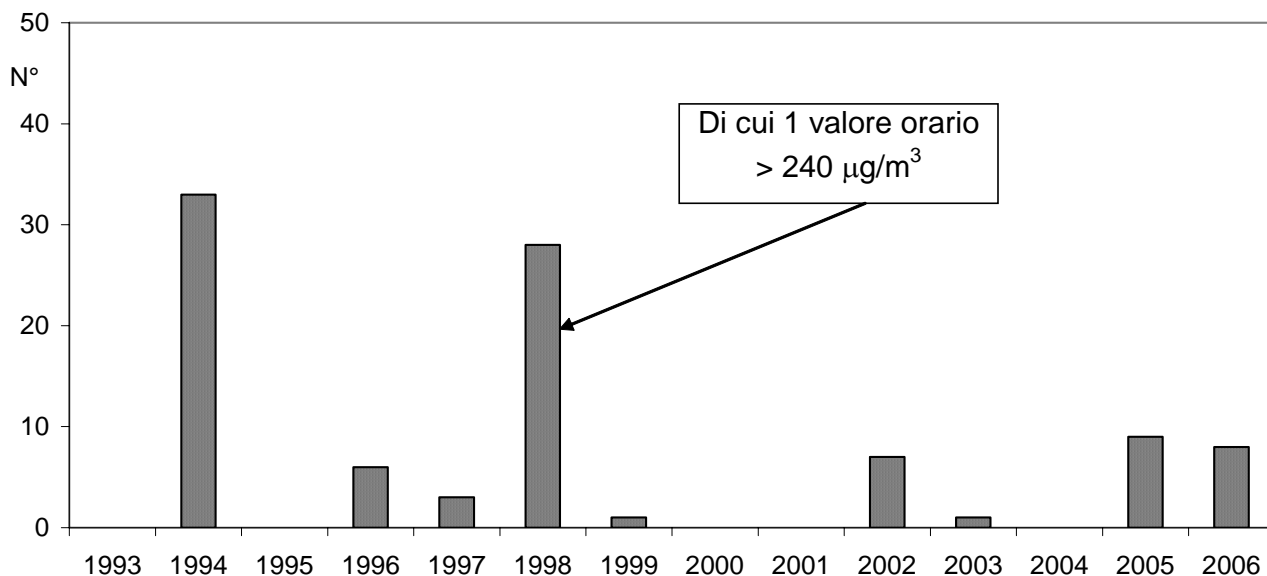


Figura 10 = O_3 : trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, rilevato nella stazione Montelupo Milani/Asia.

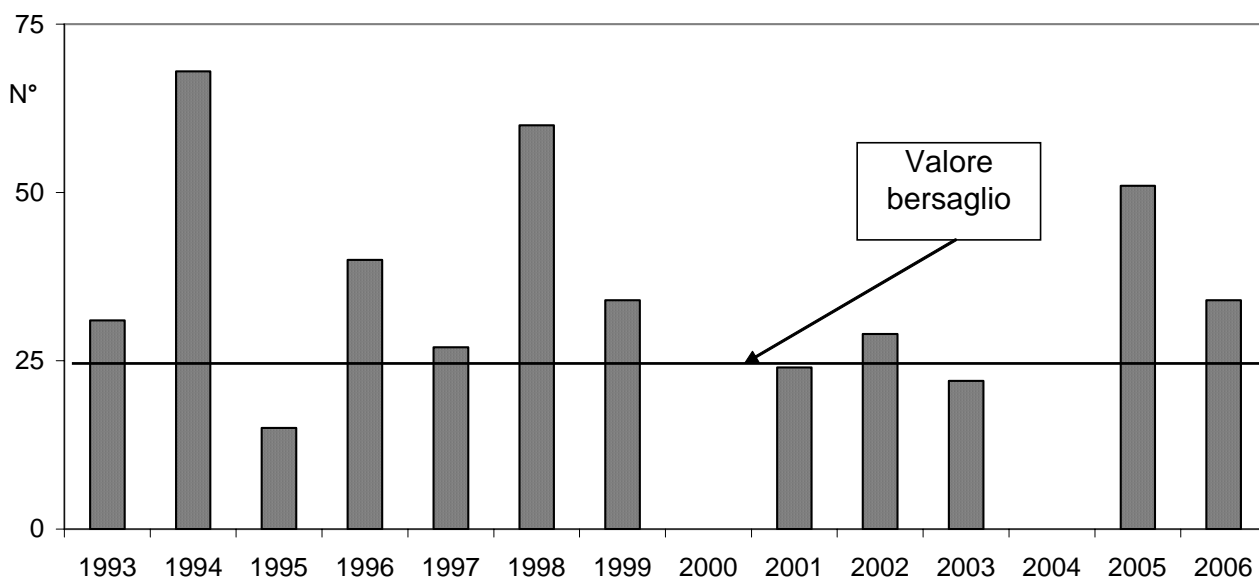
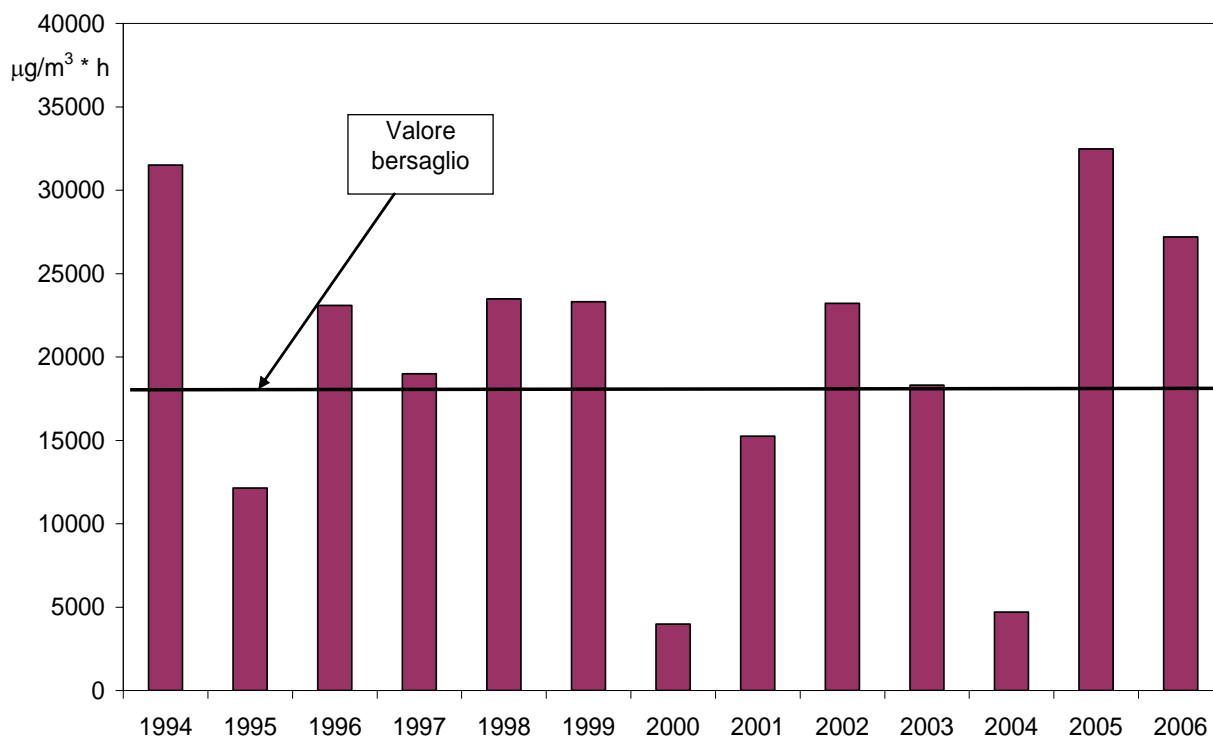


Figura 11 = O₃: trend del parametro AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m³), rilevato nella stazione Montelupo - Milani/Asia.



4. Sintesi e commento.

Considerati i dati rilevati nell'anno 2006, il trend storico e l'origine degli inquinanti, in tabella 15 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria riscontrato nelle tre stazioni dell'area Empoli / Montelupo, che rappresentano distinte tipologie di sito, rispetto agli indicatori fissati per la protezione della salute umana, di cui sono riportati i valori "finali" e l'anno da cui questi decorrono (prescindendo quindi dal margine di tolleranza consentito dalle Direttive comunitarie). Nella medesima tabella si sintetizzano le principali sorgenti antropiche di ciascun inquinante (o dei precursori, nel caso degli inquinanti totalmente o parzialmente di origine secondaria). E' opportuno ricordare che per alcuni inquinanti non è trascurabile l'origine naturale (PM₁₀, O₃), ancorché di incerta quantificazione, soprattutto per PM₁₀.

I valori riportati in grassetto si riferiscono agli inquinanti di cui è stato riscontrato il superamento o il raggiungimento del valore limite "finale" (escluso quelli indicati per la fase II relativa al PM₁₀). E' evidente che negli altri casi i limiti risultano rispettati con largo anticipo rispetto alle date di vigenza indicate nelle Direttive comunitarie.

Nel dettaglio dei singoli inquinanti e in riferimento alla tabella 15, possiamo sintetizzare la situazione corrente come segue.



Non destano preoccupazione il biossido di zolfo e il monossido di carbonio. Considerata la stretta correlazione esistente con quest'ultimo inquinante, anche il livello di benzene può essere considerato entro la norma.

Piuttosto critica appare la situazione per l'inquinante NO_2 anche se presumibilmente, almeno per il momento, circoscritta alle zone prospicienti le strade a traffico elevato. Di norma, nelle aree residenziali i livelli di NO_2 risultano mediamente la metà di quelli rilevati in siti "traffico". Tuttavia, la tendenza all'incremento registrata nel sito di fondo di Montelupo - Milano/Asia potrebbe essere da mettere in relazione all'incremento delle emissioni antropiche da riscaldamento e da traffico dovute al consistente sviluppo residenziale.

Per quanto riguarda O_3 , tipico inquinante di area vasta, si rilevano eccedenze nella ricorrenza di giorni con superamento delle soglie. In questi ultimi anni si è resa evidente la tendenza al livellamento delle concentrazioni ambientali tanto che si sono verificate riduzioni in prossimità delle aree urbane di Firenze, benché siano rimasti elevati i contributi dovuti al trasporto dell'inquinante da lunga distanza. Tuttavia, anche per questo inquinante, come per NO_2 , sembra riscontrarsi la tendenza all'incremento negli ultimi due anni rispetto al quinquennio precedente, tendenza non rilevabile nell'area fiorentina. E' possibile che ciò sia dovuto al crescere del contributo dovuto alle emissioni locali di precursori (NO_x e idrocarburi).

Per l'inquinante PM_{10} , nella stazione di fondo urbano di Montelupo - Milano/Asia e in quella traffico di Empoli - Ridolfi si evidenziano superamenti come frequenza di eccedenze giornaliere, mentre la situazione appare rientrata nella norma nel sito industriale di Montelupo - Prattice. Nella norma appaiono le medie annuali rilevate nei tre siti. Occorre precisare che il valore di riferimento espresso in termini di superamenti del valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è più rigoroso e non coerente rispetto a quello espresso in termini di media annuale. Infatti, al valore della media annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corrisponde, in base alla nota distribuzione delle concentrazioni giornaliere rilevate in un anno (log normale), un numero di superamenti nell'intorno di 80 giorni all'anno. Viceversa, ad un numero di giorni con concentrazione superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pari a 35, corrisponde una media annuale nell'intorno di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (si veda la fig. 1 nell'allegato "Modalità di stima degli indicatori"). Di nuovo, si sottolinea la tendenza al peggioramento nell'abitato di Montelupo presumibilmente in relazione all'incremento dell'antropizzazione.



Tabella 15 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2006 nelle diverse tipologie di sito e principali sorgenti. Raffronto con indicatori per la protezione della salute umana.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo Sito (2)	Valore	Stati di Informazione (3)	Stati di Allarme (4)	Sorgenti antropiche principali
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40 come media annuale [dal 2005]	T	36	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 NOx e SO ₂)
		FU	35			
	20 come media annuale [dal 2010]	Ind	32			
	50 come media di 24 ore max 35 gg [dal 2005] max 7 gg [dal 2010]	T	53 sup			
		FU	55 sup			
		Ind	32 sup			
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	350 come media oraria max 24 ore [dal 2005]	T	0 sup	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]	T	0 sup			
CO (mg/m^3)	10 come media di 8 ore da non superare [dal 2005]	T	0 sup	Non previsto	Non previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina e gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 e 4 tempi).
NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200 come media oraria max 18 ore [dal 2010]	T	0 sup	Non previsto	0	Veicoli diesel (medi e pesanti), auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina e gas non catalizzate), impianti termici industriali e domestici (prevalente origine secondaria, precursore NO)
		FU	0 sup			
		Ind	0 sup			
	40 come media annuale [dal 2010]	T	65			
		FU	35			
		Ind	32			
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	120 come media di 8 ore max 25 gg [dal 2010]	FU	34 sup	4 gg (8 h)	0	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina e gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), veicoli diesel, lavorazioni industriali e artigianali con emissione di solventi e altre sostanze organiche volatili (origine secondaria, precursori NOx, HC, altre sostanze organiche)
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 come media annuale [dal 2005] 5 come media annuale [dal 2010]	T	4,0	Non previsto	Non previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi).

(1) DM 60/02 per PM₁₀, SO₂, CO, NO₂, benzene; DLgs 183/04 per O₃.

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

(3) DLgs 183/04 per O₃.

(4) DM 60/02 per SO₂, NO₂, DLgs 183/04 per O₃.

(nome file: stato_qda_2006_EMPOLI.doc)



Nella tabella 16 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria rispetto agli indicatori fissati per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

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

In buona sostanza, si conferma la situazione illustrata per la tutela della salute, con difformità relative ai livelli di NO_x e di O₃.

Tabella 16 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2006 nelle diverse tipologie di sito. Raffronto con indicatori per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo sito (2)	Media
SO ₂ (µg/m ³)	20 come media annuale e invernale [dal 2001]	T	2
NO _x (µg/m ³ di NO ₂)	30 come media annuale [dal 2001]	FU	66
		T	125
		Ind	55
O ₃ (µg/m ³ *h)	18.000 come AOT40 [dal 2010]	FU	27.200

(1) DM 60/02 per SO₂ e NO_x; DLgs 183/04 per O₃

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

5. Le condizioni meteorologiche.

Dal punto di vista meteoclimatico, l'anno 2006 può essere suddiviso in due parti ben distinte: la prima, da gennaio a luglio compreso, ha presentato caratteristiche sostanzialmente normali, mentre la seconda parte si è caratterizzata per un andamento decisamente più anomalo. In questa seconda parte dell'anno, ad esempio, si è assistito ad un mese di agosto piuttosto freddo seguito invece da un mese di settembre decisamente caldo ed anche nei mesi successivi si è mantenuta una evidente anomalia termica positiva.

Le precipitazioni sono apparse tendenzialmente piuttosto ridotte ma si sono distribuite, nel complesso, in modo regolare nelle varie stagioni, pur concentrandosi in brevi periodi con elevata intensità. L'andamento evidenziato non sembra però avere inciso significativamente sulle concentrazioni degli inquinanti atmosferici.

I mesi di giugno e luglio, decisamente regolari dal punto di vista meteorologico, hanno presentato caratteristiche tipiche estive, favorevoli quindi alla formazione di ozono. In questi mesi, infatti, si sono verificati episodi acuti di inquinamento legati a tale inquinante. Episodi di questo tipo sono stati assenti in agosto, mese che ha presentato anomalie, pur tenuto conto del fatto che, storicamente, è anche il mese estivo nel quale la frequenza di accadimento di episodi acuti è minore.

Anche i mesi invernali di inizio anno hanno avuto condizioni meteorologiche regolari, mentre le anomalie termiche evidenziate per novembre e dicembre, pur avendo sicuramente favorito una riduzione delle emissioni dovute agli impianti di riscaldamento non sembra abbiano avuto un'influenza evidente e significativa a favore di una riduzione delle concentrazioni.



Per maggiori dettagli sui dati dei parametri meteorologici e relativi trend si rimanda all'allegato specifico.

6. Considerazioni riassuntive e finali.

Gli inquinanti che mostrano livelli critici ovvero il non consolidato rispetto alle indicazioni normative, pur nella proiezione temporale prevista per il rispetto dei limiti, sono soprattutto le polveri PM_{10} , il biossido di azoto (NO_2) e l'ozono (O_3).

Il quadro descritto tiene conto anche dell'andamento meteorologico nell'anno 2006 che nel suo insieme si è presentato nei limiti della variabilità storica e, di conseguenza, con effetti sui livelli di inquinamento non particolarmente diversi dalla media. Ciò consolida la rappresentatività del monitoraggio e la validità del raffronto con gli standard normativi.

La criticità relativa al biossido di azoto è limitata ai siti prossimi ad elevate emissioni dovute a traffico intenso, come in talune situazioni di Empoli, ma in futuro potrebbe interessare anche le aree residenziali.

La criticità relativa all'ozono interessa tutte le aree urbane ed extraurbane e si presenta piuttosto omogenea al livello di area vasta, in quanto dovuta essenzialmente al trasporto da lunga distanza, mentre il contributo dovuto alle emissioni locali sembra marginale, anche se si intravedono sintomi di incremento.

La criticità relativa alle polveri PM_{10} sembra interessare non solo i siti esposti alle emissioni dirette da traffico ma anche quelli residenziali.

Pertanto, gli spazi di intervento per il contenimento delle emissioni finalizzato al rispetto dei limiti fissati dalla normativa a scadenza 2005 o 2010, riguardano principalmente le sorgenti di seguito descritte:

- **il traffico veicolare** (ovviamente dove l'intensità dello stesso e la densità del tessuto urbanistico raggiungono livelli elevati).

Particolare rilevanza avrebbe la riduzione di emissione da veicoli diesel (forti emettitori di polveri fini, di IPA, fra i quali benzo(a)pirene, e di ossidi di azoto) e da veicoli con motore a 2 tempi (forti emettitori di idrocarburi, benzene e polveri). Di conseguenza, sono auspicabili azioni di contenimento della diffusione dei veicoli diesel, soprattutto commerciali e pesanti, favorendo al massimo il passaggio a motorizzazioni caratterizzate da ridotte emissioni di ossidi di azoto e di particolato. Altrettanto auspicabili sono le misure idonee a favorire la completa eliminazione dei veicoli a 2 ruote equipaggiati con motore a 2 tempi tradizionale (anche se dotati di post combustore catalitico).

- **le attività produttive**

Importante sarebbe il contributo dato dalla riduzione delle emissioni industriali, in particolare di polveri, di NO_x e di sostanze organiche volatili (SOV), precursori della formazione di O_3 .

Si ravvisa inoltre la necessità di una attenta valutazione delle emissioni industriali anche in relazione alla recente Direttiva 2004/107/CE che ha fissato i limiti per alcuni metalli fra cui l'arsenico.



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

1. conversione a gas di centrali termiche alimentate a combustibili liquidi (gasolio e, soprattutto, olio combustibile)⁴;
2. incentivazione dell'uso di bruciatori di gas naturale a bassa emissione di ossidi di azoto.

La riduzione complessiva su vasta area delle emissioni di ossidi di azoto e di sostanze organiche volatili (idrocarburi, solventi) potrebbe avere positive ricadute anche per quanto riguarda la riduzione dei livelli di O₃ che si confermano decisamente superiori agli standard di riferimento fissati come valori "bersaglio" con scadenza temporale al 2010.

Si sottolinea, infine, che una particolare attenzione andrebbe posta a non peggiorare la qualità dell'aria ove questa sia nei limiti. Si tratta di una precisa disposizione contenuta nella normativa che, a ben guardare, costituisce un obiettivo non meno rilevante e impegnativo per tutte quelle aree nelle quali si prevede il consistente sviluppo infrastrutturale, residenziale e di attività produttive. Per tali zone dovrebbero essere individuate opportune compensazioni o soluzioni innovative riguardo ai sistemi di produzione di energia e alle infrastrutture di mobilità al fine di ridurre le inevitabili emissioni inquinanti connesse ai sistemi e alle soluzioni tradizionali.

Alla redazione del presente rapporto hanno contribuito:

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

L'attività di monitoraggio è svolta dai tecnici:

- Vincenzo D'Aleo
- Paolo Miola
- Giampaolo Poggiali

Il Responsabile della Articolazione Funzionale
Modellistica Previsionale
(Dott. Antongiulio Barbaro)

Il Responsabile del procedimento
(Dott. Daniele Grechi)

⁴ In realtà si tratta di attuare le disposizioni già fissate dal DLgs 152/06 ("Norme in materia ambientale") che vieta l'uso di olio combustibile per impianti civili dal 1 settembre 2007.

