



ARPAT

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana

Dipartimento Provinciale di Pistoia

Unità Operativa Protezione e Controlli Ambientali Integrati

Settore Monitoraggio della Qualità dell'Aria

LA QUALITA' DELL'ARIA NELLA PROVINCIA DI PISTOIA

RAPPORTO ANNUALE 2003



INDICE

1. Introduzione	3
2. Inquadramento normativo	6
3. Rendimento della rete	12
4. NO₂ - <i>Biossido di Azoto</i>	15
5. NO_x - <i>Ossidi di Azoto</i>	21
6. CO - <i>Monossido di Carbonio</i>	22
7. O₃ – <i>Ozono</i>	27
8. PM₁₀ – <i>Polveri fini</i>	35
9. SO₂ - <i>Biossido di Solfo</i>	41
10. Conclusioni	44
11. Bibliografia	45
<i>Allegato 1</i>	46



1. Introduzione

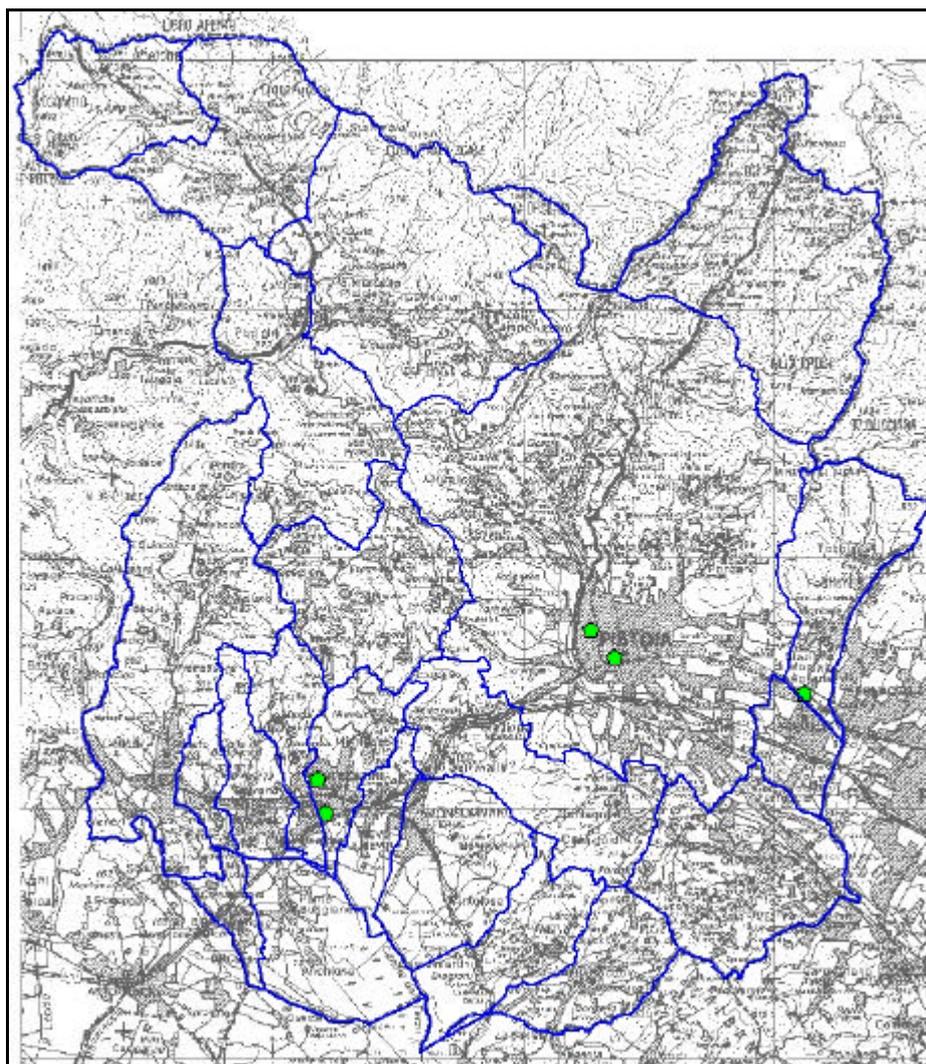
Descriviamo di seguito lo stato di qualità dell'aria come emerge dai dati di monitoraggio acquisiti nel corso del 2003 dalle stazioni della rete di rilevamento della provincia di Pistoia.

Le informazioni acquisite sono state valutate in relazione agli standard di qualità dell'aria presentati dalla normativa vigente ed in fase di recepimento, ed integrate e confrontate con quelle relative al 2002, considerando comunque che due anni consecutivi di monitoraggio non sono sufficienti per riuscire ad individuare delle tendenze storiche nell'andamento dei vari inquinanti.

La rete di monitoraggio di qualità dell'aria presente nella provincia di Pistoia è costituita da cinque stazioni di monitoraggio fisse, dislocate in tre comuni: Pistoia, Montecatini Terme e Montale, fig.1.1.

Fig.1.1

Provincia di Pistoia, localizzazione delle stazioni di monitoraggio di qualità dell'aria.





Le stazioni della rete sono classificate sia in relazione al tipo di zona, sia in considerazione della specificità delle principali sorgenti emissive presenti nell'area monitorata, basandosi sulle indicazioni fornite dalla Decisione 2001/752/CE, come riportato anche in Appendice 3 Allegato 1 della Delibera della Giunta Regionale della Toscana n.1325 del 15/12/2003 "Caratteristiche e classificazione delle stazioni pubbliche di monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio toscano ai sensi della Decisione 2001/752/CE, relativamente all'anno 2003". In tabella 1.1 è riportata la classificazione delle cinque stazioni della rete di Pistoia, dove per completezza è stata indicata anche la classificazione adottata prima del 2003 ai sensi del DM 20.05.91.

In tutti i siti di monitoraggio le sorgenti emissive inquinanti che principalmente influiscono sulla qualità dell'aria sono: il traffico veicolare e, limitatamente al periodo invernale, gli impianti termici di riscaldamento.

In tabella 1.2 sono indicati gli inquinanti ed i parametri meteorologici misurati da ciascuna stazione, mentre in tabella 1.3 sono indicate le unità di misura con cui vengono espresse le concentrazioni dei vari inquinanti.

Tabella 1.1

**Classificazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria
presenti nella provincia di Pistoia**

Classificazione				
Stazione		tipo di zona	tipo di stazione	
		2001/752/CE	DM 20.05.91	2001/752/CE
PISTOIA	V.Zamenhof	Urbana	tipo C ⁽¹⁾	Traffico
	V.Signorelli	Urbana	tipo B ⁽²⁾	Fondo
MONTECATINI T.	V. Merlini	Urbana	tipo C ⁽¹⁾	Fondo
	V. Adua	Periferica	tipo C ⁽¹⁾	Traffico
MONTALE	V. Pacinotti	Rurale	tipo B ⁽²⁾	Fondo

⁽¹⁾Zona ad elevato traffico veicolare.

⁽²⁾Zona ad elevata densità abitativa.



Tabella 1.2
inquinanti e parametri meteorologici monitorati

stazione	Inquinanti	Parametri Meteorologici
Pistoia	V.Zamenhof NO _x , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PM ₁₀	Temperatura, umidità relativa, pressione, radiazione solare incidente, intensità delle precipitazioni
	V.Signorelli NO _x , CO	Temperatura, umidità relativa
Montecatini T.	V.Merlini NO _x , NO, NO ₂ , CO, O ₃ , PM ₁₀	Temperatura, umidità relativa, pressione, radiazione solare incidente, intensità delle precipitazioni
	V. Adua NO _x , CO	Temperatura, umidità relativa
Montale	V. Pacinotti NO _x , NO, NO ₂ , CO, SO ₂ , PM ₁₀	Temperatura, umidità relativa, velocità del vento, direzione del vento

- NO:** monossido di azoto;
NO₂: biossido di azoto;
NO_x: ossidi di azoto totali;
CO: monossido di carbonio;
SO₂: biossido di zolfo;
O₃: ozono;
PM₁₀: polveri fini (particolato atmosferico con diametro aerodinamico inferiore a 10µm);

Tabella 1.3
Unità di misura utilizzate per i vari inquinanti

inquinante	Unità di misura	simbolo
NO _x - NO - NO ₂	microgrammi al metro cubo	µg/m ³
CO	milligrammi al metro cubo	mg/m ³
SO ₂	microgrammi al metro cubo	µg/m ³
O ₃	microgrammi al metro cubo	µg/m ³
PM ₁₀	microgrammi al metro cubo	µg/m ³



2. Inquadramento normativo

Per procedere ad una valutazione dello stato di qualità dell'aria, per ciascun inquinante verrà presentato il confronto tra gli indicatori elaborati e i limiti di riferimento indicati dalla normativa nazionale ed europea.

Il DM 60 del 2 aprile 2002, primo dei decreti attuativi previsti dal D.Lgs. 351/99, ha recepito i valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, polveri fini, piombo, benzene e monossido di carbonio stabiliti dalle direttive europee 99/30/CE e 2000/69/CE. Nel Decreto sono previste diverse tipologie di vincoli alle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera:

- *Valore limite*: fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sugli ecosistemi, da raggiungere entro un determinato periodo di tempo e successivamente non più superabile (tabelle 2.1 e 2.2);
- *Margine di tolleranza*: percentuale del valore limite che rappresenta un termine correttivo scalare di adeguamento temporale ai limiti ultimi prescrittivi (i valori limite come tali entrano in vigore solo alla data prevista negli allegati del DM 60/02);
- *Soglia di allarme*: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata, in caso di superamento della soglia di allarme le autorità competenti sono tenute ad informare tempestivamente il pubblico e a predisporre piani di azione mirati (tabella 2.3).

Come si vede dalla tabella 2.1 i valori limite per la protezione della salute umana previsti dal DM 60/02 non sono ancora in vigore, pertanto sussiste una fase transitoria, tra la data di entrata in vigore del decreto (28 aprile 2002) e l'effettiva data di applicazione dei diversi valori limite. In questo periodo rimangono in vigore i limiti previsti dalla normativa precedente, in quanto il valore limite aumentato del margine di tolleranza previsto per i vari anni dal DM 60/02 ha un carattere esclusivamente di tipo operativo-gestionale, piuttosto che sanitario-ambientale. I valori limite tal quali sono invece i termini più appropriati perché più cautelativi per la valutazione degli effetti sanitario-ambientali dell'inquinamento atmosferico, ma non essendo questi ancora formalmente in vigore si continua a valutare lo stato di qualità dell'aria confrontando gli indicatori calcolati anche con i valori limiti previsti dalla vecchia normativa. Riportiamo in tabella 2.4 un quadro riassuntivo dei valori limiti previsti nella normativa precedente il DM 60/02 ancora non formalmente abrogati.

Sono invece già in vigore i valori limite per la protezione degli ecosistemi e le soglie di allarme, per la gestione degli episodi di inquinamento acuto, indicati dal DM 60/02, tabelle 2.2 e 2.3.



Tabella 2.1
DM n.60 02/04/02
valori limite per la protezione della salute umana
(allegati I, II, III e VI)

INQUINANTE	Periodo di mediazione	valore limite	Data di rispetto
SO₂	1 ora	350µg/m ³ ⁽¹⁾	01/01/2005
	24 ore	125µg/m ³ ⁽²⁾	01/01/2005
NO₂	1 ora	200µg/m ³ ⁽³⁾	01/01/2010
	anno civile	40µg/m ³	01/01/2010
CO	Media massima giornaliera su 8 ore	10mg/m ³	01/01/2005
PM₁₀	<i>Fase 1.</i>		
	24 ore	50µg/m ³ ⁽⁴⁾	01/01/2005
	anno civile	40µg/m ³	01/01/2005
	<i>Fase 2.</i>		
	24 ore	50µg/m ³ ⁽⁵⁾	01/01/2010
	anno civile	20µg/m ³	01/01/2010

⁽¹⁾ da non superare più di 24 volte per anno civile.

⁽²⁾ da non superare più di 3 volte per anno civile.

⁽³⁾ da non superare più di 18 volte per anno civile.

⁽⁴⁾ da non superare più di 35 volte per anno civile.

⁽⁵⁾ da non superare più di 7 volte per anno civile.



Tabella 2.2
DM n.60 02/04/02
valori limite per la protezione degli ecosistemi
(allegati I e II)

INQUINANTE	Periodo di mediazione	valore limite
SO ₂	anno civile inverno (01.10 – 31.03)	20µg/m ³
NO _x	anno civile	30µg/m ³

Tabella 2.3
DM n.60 02/04/02
Soglie di allarme
(allegati I, II)

INQUINANTE	Soglia di allarme
SO ₂	500µg/m ³
NO ₂	400µg/m ³

Concentrazione superiore alla soglia per 3 ore consecutive



Tabella 2.4
DPCM 28/03/83 - DPR 203/88
Valori limite per la protezione della salute umana
non ancora abrogati ai sensi del DM 60/02

INQUINANTE	Periodo di mediazione	valori limite
SO ₂	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno (01/04→31/03)	80µg/m ³
	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di 1 anno (01/04→31/03)	250µg/m ³
	Mediana delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate durante l'inverno (01/10→31/03)	130µg/m ³
NO ₂	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora rilevate nell'arco di 1 anno	200µg/m ³
CO	media di 8 ore	10mg/m ³
	media di 1ora	40mg/m ³

Per l'ozono non sono ancora stati emanati decreti attuativi ai sensi del D.Lgs.351/99, infatti la direttiva che ne stabilisce i nuovi limiti, la 2002/3/CE, non è ancora stata recepita dall'Italia, per cui sono ancora in vigore i limiti indicati nel DM 16/5/96, tabella 2.8. La direttiva europea prevede l'introduzione di obiettivi a lungo termine e valori bersaglio per la protezione della salute umana, tabella 2.5, e per la protezione della vegetazione, tabella 2.6. Per la protezione della salute umana da esposizioni di breve durata vengono definite una soglia di informazione, per la protezione dei gruppi sensibili della popolazione, e una soglia di allarme, per la protezione della popolazione in generale, tabella 2.7.

Gli indicatori calcolati dai dati ricavati dal monitoraggio di qualità dell'aria nella provincia di Pistoia, verranno confrontati sia con i limiti imposti dalla nuova normativa, che con i limiti precedenti al DM 60/02 ancora in vigore.

Il confronto con i valori limite aumentati del margine di tolleranza verrà presentato solo nel caso in cui si verificano dei superamenti dei limiti previsti dal DM 60/02.



Tabella 2.5

OZONO

Direttiva 2002/3/CE

**Valore bersaglio e obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana
(allegato I)**

	Periodo di mediazione	Valore
Valore bersaglio⁽²⁾ (per il 2010)⁽¹⁾	Media massima giornaliera su 8 ore	120µg/m ³
Obiettivo a lungo termine	Media massima giornaliera su 8 ore	120µg/m ³

⁽¹⁾ Data a partire dalla quale si verifica la rispondenza ai valori bersaglio.

⁽²⁾ Da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni.

Tabella 2.6

OZONO

Direttiva 2002/3/CE

**Valore bersaglio e obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione
(allegato I)**

	Periodo di mediazione	Valore
Valore bersaglio (per il 2010)⁽¹⁾	AOT40 ⁽²⁾ (valori orari da maggio a luglio)	18000µg/m ³ h ⁽³⁾
Obiettivo a lungo termine	AOT40 ⁽²⁾ (valori orari da maggio a luglio)	6000µg/m ³ h

⁽¹⁾ Data a partire dalla quale si verifica la rispondenza ai valori bersaglio.

⁽²⁾ Per AOT40 si intende la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80µg/m³ (=40 ppb) e 80µg/m³, utilizzando solo i valori orari rilevati da maggio a luglio ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00 (ora dell'Europa centrale).

⁽³⁾ Come media su cinque anni.



Tabella 2.7
OZONO
Direttiva 2002/3/CE
Soglia di informazione e soglia di allarme per la protezione della salute umana
(allegato II)

	Periodo di mediazione	Valore
Soglia di informazione	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme⁽¹⁾	1 ora	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

⁽¹⁾ Il superamento della soglia va misurato o previsto per tre ore consecutive.

Tabella 2.8
OZONO
Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione
DM 16/05/96

	Periodo di mediazione	valore di riferimento
Livello per la protezione della salute umana	media mobile su 8 ore	110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello per la protezione della vegetazione	1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	24 ore	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello di attenzione	1 ora	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Livello di allarme	1 ora	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



3. Rendimento della rete

Il rendimento annuo dei vari analizzatori installati nelle stazioni di monitoraggio è espresso come percentuale dei dati validi acquisiti rispetto al numero totale di dati teoricamente acquisibili. L'efficienza di un analizzatore può dipendere da vari fattori, come ad esempio la frequenza dei controlli eseguiti per garantirne il corretto funzionamento: calibrazioni automatiche, manutenzione ordinaria, ecc., oppure possono verificarsi malfunzionamenti improvvisi dovuti a guasti, mancanza dell'alimentazione elettrica, ecc.

La normativa europea e nazionale indica i criteri di aggregazione dei dati di qualità dell'aria per il calcolo dei vari indicatori, inoltre, sono indicate anche le percentuali minime di dati validi necessarie, per garantire la validità delle aggregazioni e quindi l'oggettività degli indicatori calcolati. Il DM 60/02 nell'allegato X pone un'efficienza minima del 90% per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le polveri fini ed il monossido di carbonio. Per l'O₃, la 2002/3/CE richiede il 75% dei dati validi per le medie orarie, le medie su otto ore, per il valore massimo giornaliero sulle otto ore e per la media annuale, ed il 90% per il calcolo dell'AOT40 e del numero dei superamenti e valori massimi per mese. Il calcolo dell'efficienza dei vari analizzatori viene eseguito escludendo le perdite di dati dovute alla calibrazione periodica o alla normale manutenzione degli strumenti, come indicato nell'allegato X del DM 60/02.

I rendimenti dei vari analizzatori presenti nella rete di monitoraggio della provincia di Pistoia sono riportati in tabella 3.1.

Tabella 3.1

**Efficienza degli analizzatori presenti nella rete di monitoraggio
relativa all'anno 2003 (%)**

		SO ₂	NO _x ⁽¹⁾	CO	O ₃	PM ₁₀
PISTOIA	V.Zamenhof	-(²)	92	96	96	97
	V.Signorelli	-	94	99	-	-
MONTECATINI T.	V. Merlini	-	90	98	97	99
	V. Adua	-	88	88	-	-
MONTALE	V. Pacinotti	73	85	81	-	72

⁽¹⁾L'efficienza strumentale per il biossido di azoto (NO₂) coincide con quella indicata per gli ossidi di azoto totali (NO_x).

⁽²⁾Analizzatore non presente.



Dalla tabella 3.1 vediamo che per le stazioni di V.Adua a Montecatini Terme e di V.Pacinotti a Montale non è stata raggiunta la percentuale minima di dati validi richiesta dalla normativa, in questo caso i vari indicatori di qualità devono essere elaborati e commentati considerando la distribuzione dei dati mancanti nel periodo di osservazione, per comprendere quale potrebbe essere l'effetto della perdita dei dati sul calcolo dei vari indicatori. Analizziamo quindi più nel dettaglio la situazione delle stazioni di V.Adua e V.Pacinotti considerando le percentuali di efficienza per i vari mesi del 2003, tabelle 3.2 e 3.3.

Per la stazione di V.Adua si osserva una distribuzione dei dati relativamente omogenea, con delle punte minime di efficienza nei mesi di luglio e settembre per gli ossidi di azoto, e nei mesi di giugno e settembre per il monossido di carbonio, in questo caso le perdite di dati possono ritenersi ininfluenti al fine del calcolo dei vari indicatori.

Tabella 3.2
Efficienza mensile degli analizzatori
presenti nella stazione di monitoraggio di Via Adua (%)

	NO_x⁽¹⁾	CO
Gennaio	91	94
Febbraio	100	100
Marzo	91	94
Aprile	94	71
Maggio	94	98
Giugno	96	73
Luglio	65	87
Agosto	88	92
Settembre	68	71
Ottobre	94	85
Novembre	100	100
Dicembre	82	87

⁽¹⁾ L'efficienza strumentale per il biossido di azoto (NO₂) coincide con quella indicata per gli ossidi di azoto totali (NO_x).

Per quanto riguarda la stazione di V.Pacinotti a Montale la perdita di dati è più sostanziale, e l'effetto sul calcolo dei vari indicatori non sarà sicuramente trascurabile.

Dai dati riportati in tabella 3.3 vediamo che la stazione è stata inattiva per tutto il mese di giugno, ed inoltre la resa del mese estivo è in generale più bassa di quelli invernali. Questo porterà ad una sovrastima degli indicatori calcolati su base annuale, poiché l'efficienza del monitoraggio è stata inferiore nei periodi in cui i livelli di inquinamento atmosferico sono generalmente inferiori alle medie annuali. Dalla Tabella 3.3 si evidenziano inoltre situazioni un po' diverse per i vari inquinanti monitorati, pertanto vediamo più nel dettaglio la situazione dei singoli analizzatori:



- **NO_x**: la mancanza dei dati relativi al mese di giugno e dal 19 settembre al 4 ottobre porterà probabilmente ad una sovrastima degli indicatori di qualità dell'aria quali 98° percentile e media annua, mentre non influirà né sull'indicatore espresso come media massima oraria, né sul numero di superamenti della soglia di allarme, visto che questi parametri sono associati ai periodi in cui l'inquinamento è maggiore e quindi tipicamente al periodo invernale.
- **CO**: in questo caso non vengono elaborati indicatori su base annuale ma medie su otto ore, i valori massimi ottenuti in questo tipo di aggregazione è generalmente riferibile al periodo invernale, pertanto la diminuita efficienza del monitoraggio nel periodo estivo non dovrebbe influire sul calcolo di questi tipo di indicatori di qualità dell'aria.
- **SO₂**: in questo caso la mancanza di dati nel periodo estivo è in parte controbilanciata da un periodo autunnale di bassa efficienza, concentrato nei mesi di settembre ottobre, è pertanto più difficile indicare quale sarà l'effetto sul calcolo degli indicatori, questo anche in considerazione del fatto che i livelli di concentrazione del biossido di zolfo sono generalmente molto inferiori ai limiti di riferimento.
- **PM₁₀**: la mancanza di dati per tutto il mese di ottobre e buona parte del mese di settembre darà sicuramente come effetto una sottostima del numero di superamenti del valore limite dato come media giornaliera dal DM 60/02, mentre per quanto riguarda la media annua possiamo considerare la perdita del mese di ottobre controbilanciata dalla perdita del mese di giugno.

Tabella 3.3

**Efficienza mensile degli analizzatori
presenti nella stazione di monitoraggio di Via Pacinotti (%)**

	SO₂	NO_x	CO	PM10
Gennaio	100	100	94	98
Febbraio	100	100	100	100
Marzo	100	100	100	100
Aprile	100	100	100	100
Maggio	55	96	99	95
Giugno	0	0	0	0
Luglio	71	97	48	98
Agosto	77	87	88	85
Settembre	59	59	58	32
Ottobre	19	86	86	0
Novembre	87	100	100	60
Dicembre	100	100	100	100

⁽¹⁾L'efficienza strumentale per il biossido di azoto (NO₂) coincide con quella indicata per gli ossidi di azoto totali (NO_x).



4. NO₂ - Biossido di Azoto

Il biossido di azoto è un gas di colore rosso bruno, di odore pungente e altamente tossico. Si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido (NO), che costituisce il principale inquinante emesso nei processi di combustione. Le emissioni da fonti antropiche derivano sia da processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico), sia da particolari processi produttivi (produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati, ecc.)

È un gas irritante per l'apparato respiratorio e per gli occhi, può inoltre combinarsi con l'emoglobina al posto dell'ossigeno formando la metaemoglobina, e inibendo così il processo di ossigenazione dei tessuti.

Contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, come precursore dell'ozono troposferico, al fenomeno delle piogge acide trasformandosi in acido nitrico, e alla formazione del particolato atmosferico secondario come nitrato.

Il valore limite per la protezione della salute umana, indicato per la concentrazione atmosferica di biossido di azoto è espresso dalla normativa attualmente in vigore come 98° percentile annuo delle concentrazioni medie orarie, ed è uguale a 200µg/m³ (DPR 203/88). I risultati ottenuti dalle elaborazioni eseguite sui dati raccolti dalle stazioni di monitoraggio presenti sul territorio, mostrano valori molto al di sotto del limite di riferimento, tabella 4.1, inoltre non si sono verificati superamenti della soglia di allarme prevista dal DM 60/02.

I valori limite che entreranno in vigore dal 1 gennaio 2010 (DM 60/02) sono invece espressi come media massima oraria, uguale a 200µg/m³, da non superare per più di diciotto volte durante l'anno civile, e come media annua uguale a 40µg/m³. I dati presentati in tabella 4.2, mostrano che in tutto il 2003 non è mai stata misurata una concentrazione media oraria di biossido di azoto maggiore a 200µg/m³, il valore più elevato infatti è stato rilevato dalla stazione di V.Zamenhof il 18 dicembre alle ore 19, uguale a 154µg/m³. In fig.4.1 sono riportate le concentrazioni massime orarie che mensilmente sono state registrate da ogni stazione, e come si vede i livelli di inquinamento più elevati si verificano nei mesi invernali, ma, come già detto sopra, la qualità dell'aria si è mantenuta buona per tutto il 2003. Questo è confermato anche dai grafici riportati nelle fig.4.3 e 4.4, che riportano il giudizio complessivo di qualità dell'aria espresso sia considerando solo le medie orarie massime registrate giornalmente, fig.4.3, sia considerando tutte le medie orarie registrate dalle cinque stazioni nel 2003. Gli intervalli di concentrazione utilizzati per distinguere i quattro giudizi di qualità sono gli stessi utilizzati per esprimere il giudizio di qualità dell'aria associato ad ognuna delle stazioni nei bollettini di qualità dell'aria emessi quotidianamente dall'Agenzia, Allegato 1. Anche le medie annue sono tutte inferiori al valore di riferimento, e dalla fig.4.2, dove sono riportate le medie mensili, vediamo che solo durante i mesi invernali si registrano valori superiori al riferimento di 40µg/m³.

Ricordiamo infine che il 98° percentile e la media annua calcolati per la stazione di V.Pacinotti a Montale potrebbero risultare sovrastimati, a causa di una rilevante mancanza di dati nel periodo estivo, periodo in cui i livelli di concentrazione di biossido di azoto sono generalmente inferiori alla media, come già esposto nella sezione 3 del presente documento, e come è evidente anche osservando le fig.4.1 e 4.2.

Concludendo, i livelli di inquinamento da biossido di azoto sono inferiori anche agli indicatori di qualità che entreranno in vigore dal 1 gennaio 2010.



Tabella 4.1
98° percentile delle medie orarie
valore limite attualmente in vigore
(DPR 203/88)

NO₂		98° percentile (medie orarie) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Valore di riferimento		200	
Periodo di riferimento		2002	2003
<i>Pistoia</i>	<i>V.Zamenhof</i>	90	90
	<i>V.Signorelli</i>	86	75
<i>Montecatini T.</i>	<i>V.Merlini</i>	78	73
	<i>V.Adua</i>	78	81
<i>Montale</i>	<i>V.Pacinotti</i>	91	76 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ricordiamo che il valore relativo alla stazione di Via Pacinotti a Montale potrebbe risultare sovrastimato, secondo quanto descritto nella sezione 3 del presente documento.



Tabella 4.2

Media oraria massima e media annua
valori limite che entreranno in vigore a partire dal 1 gennaio 2010
(DM 60/02)

NO₂		media oraria massima	
		µg/m³	
Valore di riferimento		200 ⁽¹⁾	
Periodo di riferimento		2002	2003
<i>Pistoia</i>	<i>V.Zamenhof</i>	177 (07/01, ore 18)	154 (18/12, ore 19)
	<i>V.Signorelli</i>	206 (07/01, ore 16)	131 (15/01, ore 11)
<i>Montecatini T.</i>	<i>V.Merlini</i>	122 (19/01, ore 13)	110 (19/12, ore 10)
	<i>V.Adua</i>	127 (06/01, ore 21)	108 (17/12, ore 15)
<i>Montale</i>	<i>V.Pacinotti</i>	192 (07/01, ore 17)	124 (18/12, ore 13)

⁽¹⁾ da non superare più di 18 volte nell'arco dell'anno

NO₂		media annua	
		µg/m³	
Valore di riferimento		40	
Periodo di riferimento		2002	2003
<i>Pistoia</i>	<i>V.Zamenhof</i>	39	37
	<i>V.Signorelli</i>	34	29
<i>Montecatini T.</i>	<i>V.Merlini</i>	33	29
	<i>V.Adua</i>	35	33
<i>Montale</i>	<i>V.Pacinotti</i>	32	30 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ricordiamo che il valore relativo alla stazione di Via Pacinotti a Montale potrebbe risultare sovrastimato, secondo quanto descritto nella sezione 3 del presente documento.



Figura 4.1

NO₂

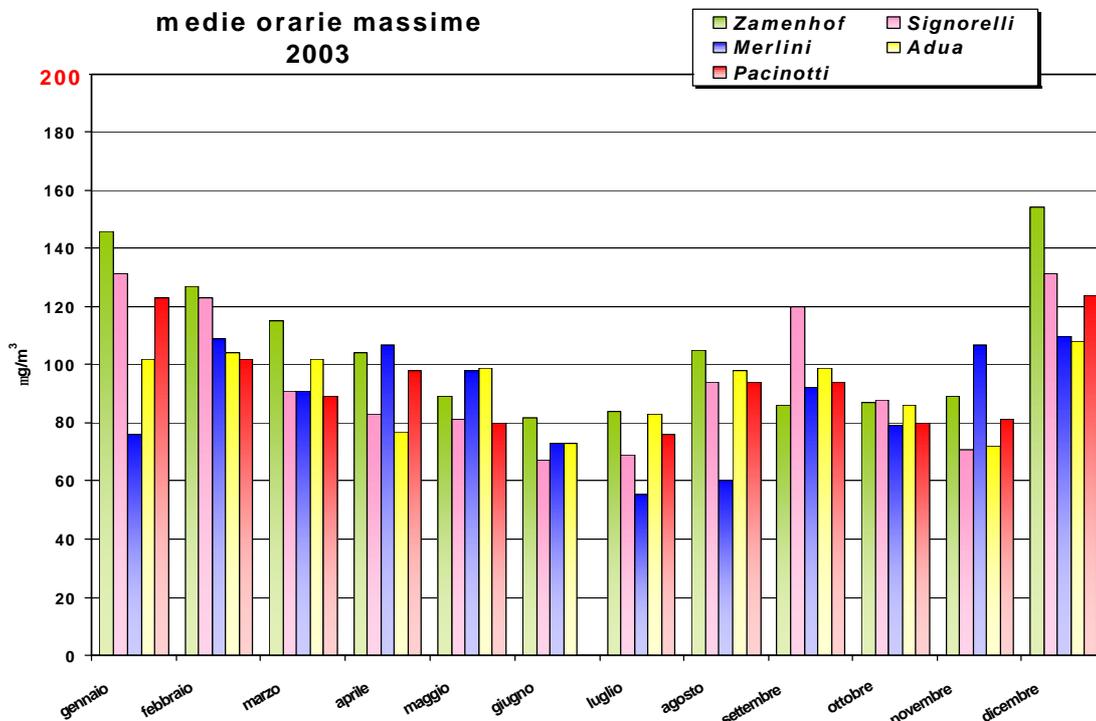


Figura 4.2

NO₂

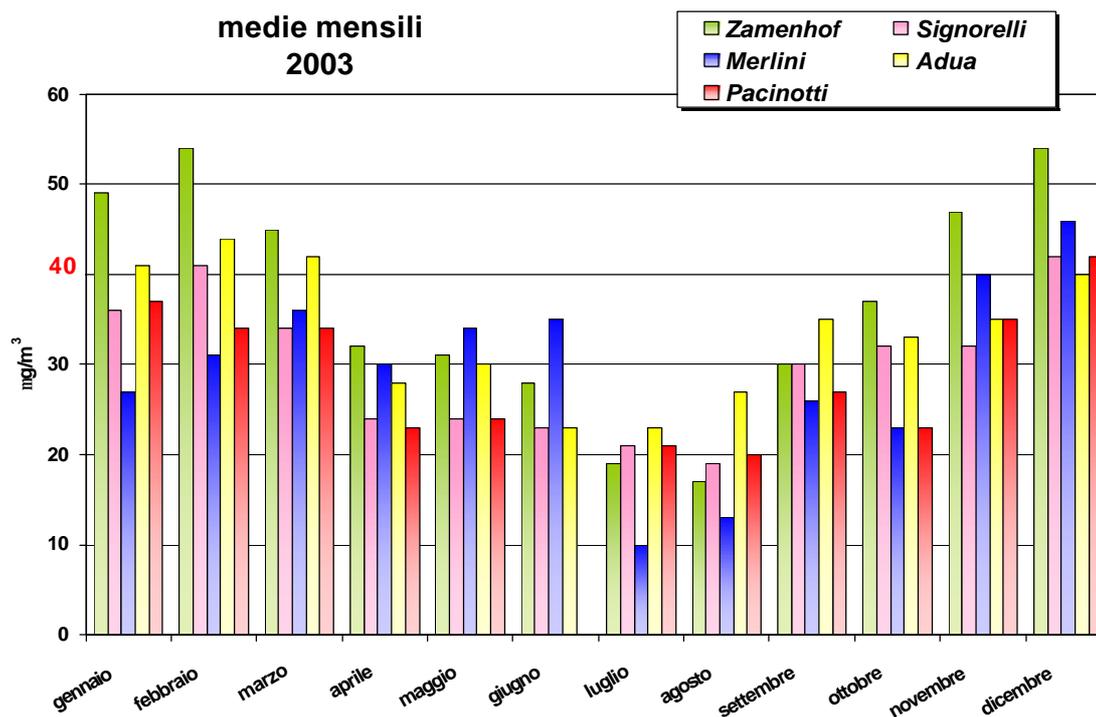




Figura 4.3

Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003

NO₂ – Concentrazioni massime orarie giornaliere

- Concentrazione massima oraria giornaliera inferiore o uguale a 50µg/m³
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera compresa tra 51 e 200µg/m³
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera compresa tra 201 e 400µg/m³
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera maggiore di 400µg/m³
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;

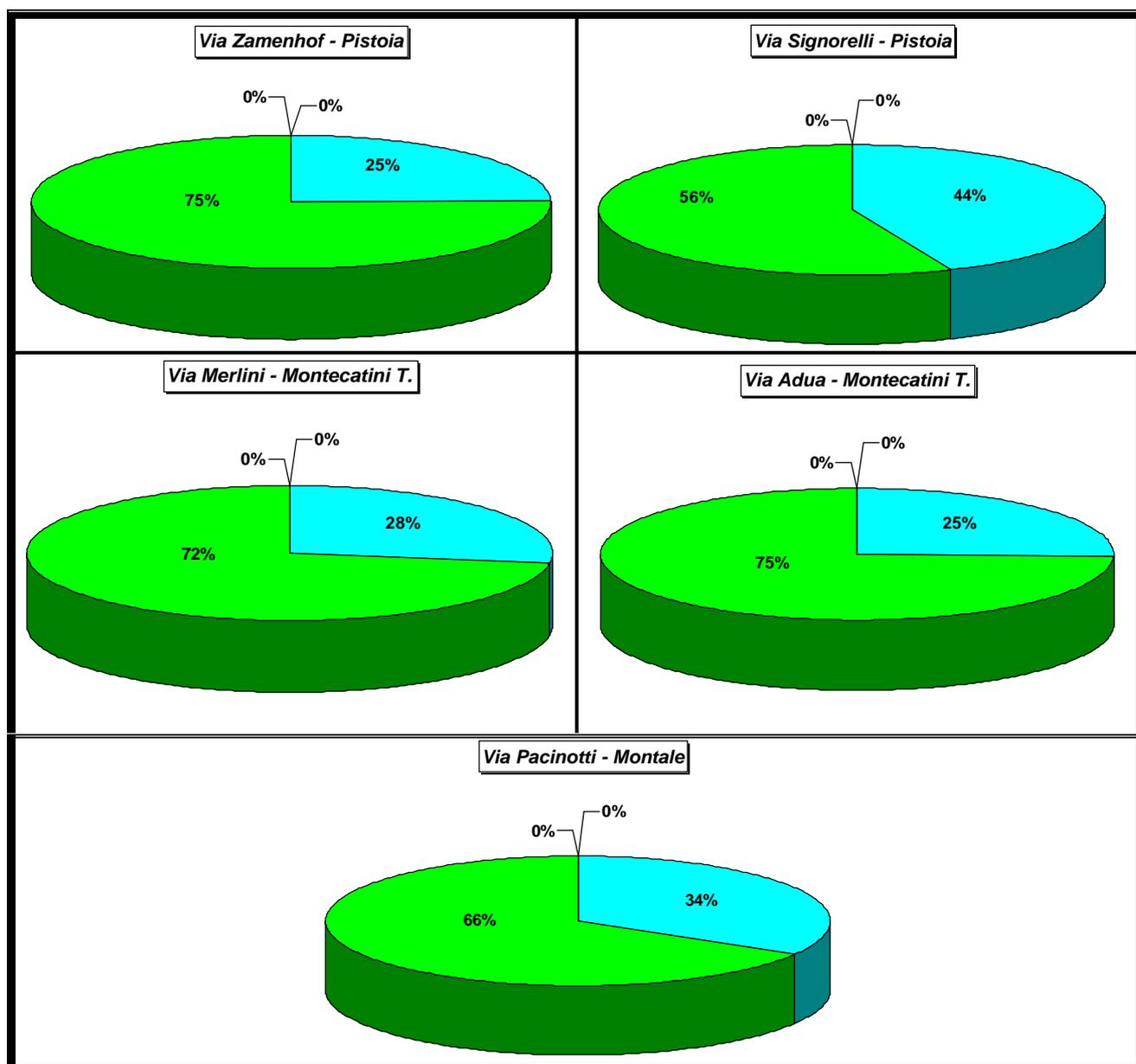
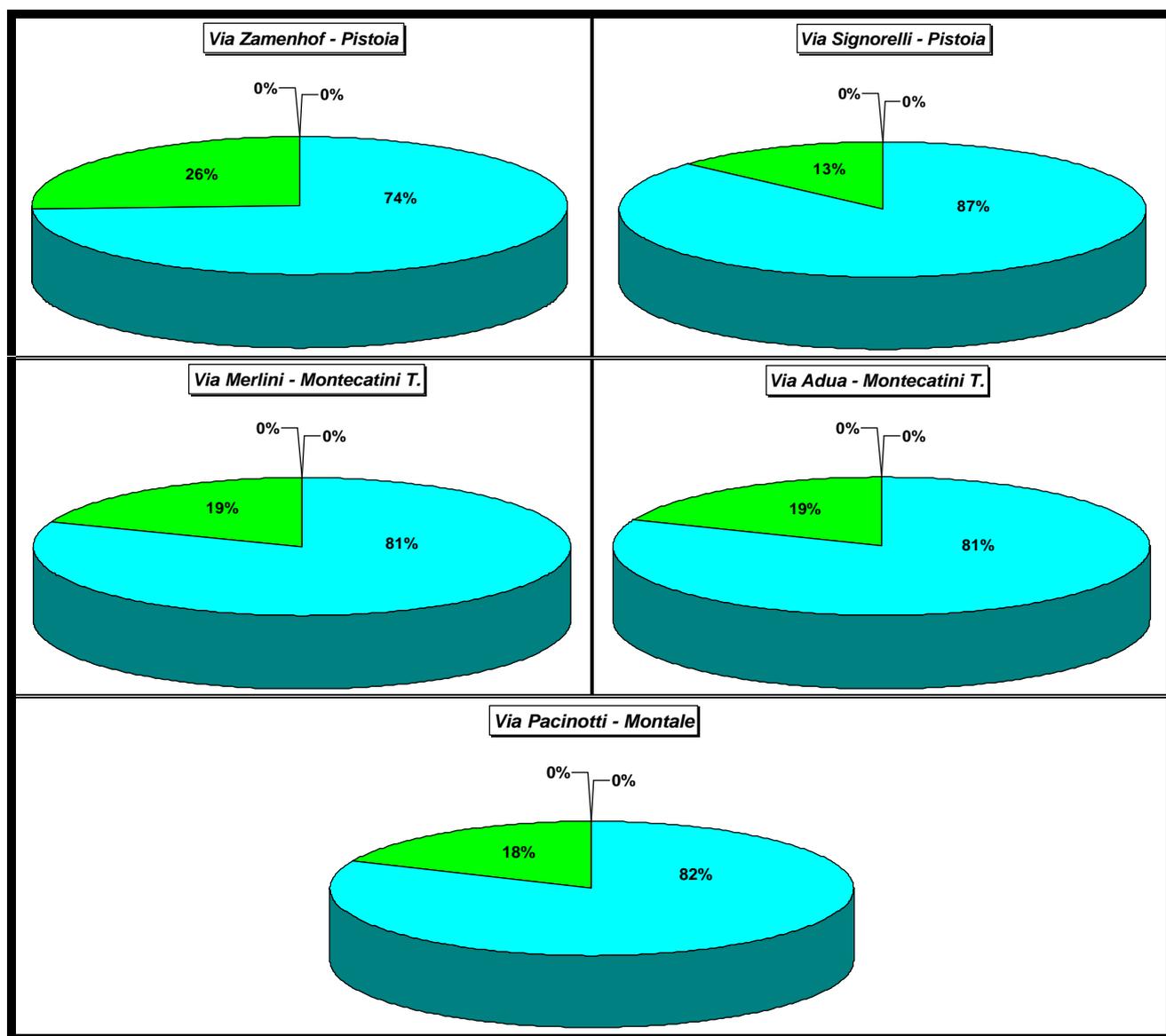




Figura 4.4
Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003
NO₂ – Concentrazioni orarie

- Concentrazione oraria inferiore o uguale a 50µg/m³
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione oraria compresa tra 51 e 200µg/m³
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione oraria compresa tra 201 e 400µg/m³
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione oraria maggiore di 400µg/m³
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;





5. NO_x - Ossidi di Azoto

Con il termine ossidi di azoto (NO_x) si intende la somma del monossido e del biossido, pur non essendo questi gli unici composti ossigenati gassosi dell'azoto presenti in atmosfera. Per gli ossidi di azoto esiste un valore limite di confronto dato per la protezione della vegetazione espresso come media annua, DM 60/02 allegato II, ricordiamo comunque che gli indicatori di qualità dell'aria relativi alla tutela della vegetazione devono essere ricavati da dati misurati da stazioni di monitoraggio che rispondono a specifici criteri di ubicazione: sito a più di 20Km da agglomerati urbani o a più di 5Km da aree edificate, e rappresentativo di almeno 1000Km² (Allegato VII DM 60/02), stazioni di monitoraggio con tale ubicazione non sono presenti nella provincia di Pistoia, pertanto non è possibile ricavare una stima corretta di tali indicatori.

Riportiamo comunque le medie annue di NO_x ricavate dal monitoraggio delle cinque stazioni della rete, tabella 5.1, da cui vediamo che per tutte le stazioni il valore ottenuto è superiore al limite di riferimento, ma per quanto detto sopra i dati riportati in tabella non ci permettono comunque di poter elaborare un corretto giudizio di qualità dell'aria relativamente a questo inquinante.

Tabella 5.1
valore limite per la protezione degli ecosistemi⁽¹⁾
(DM 60/02)

NO_x		Valore limite	
		media annua come µg/m ³ di NO ₂	
Valore di riferimento		30	
Periodo di riferimento		2002	2003
<i>Pistoia</i>	<i>V.Zamenhof</i>	69	65
	<i>V.Signorelli</i>	60	45
<i>Montecatini T.</i>	<i>V.Merlini</i>	64	56
	<i>V.Adua</i>	60	61
<i>Montale</i>	<i>V.Pacinotti</i>	56	48

⁽¹⁾ Per la valutazione degli indicatori di qualità dell'aria relativi alla protezione della vegetazione occorrono dati provenienti da stazioni di monitoraggio ubicate secondo determinati criteri: sito a più di 20Km da agglomerati urbani o a più di 5Km da aree edificate, e rappresentativo di almeno 1000Km² (Allegato VII DM 60/02), stazioni di monitoraggio con tale ubicazione non sono presenti nella rete di monitoraggio di Pistoia.



6. CO - Monossido di Carbonio

Il monossido di carbonio è un gas incolore ed inodore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili

La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli, soprattutto in condizioni di funzionamento a bassi regimi, come nelle situazioni di traffico intenso e rallentato tipico dei centri urbani. Altre sorgenti, ma di minore importanza, sono gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio, di ghisa e la raffinazione del petrolio.

La sua tossicità è dovuta al fatto che, legandosi all'emoglobina al posto dell'ossigeno, impedisce una buona ossigenazione del sangue, con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare

I valori limite per la protezione della salute umana per il monossido di carbonio sono dati come media massima oraria ($40\text{mg}/\text{m}^3$) e come media mobile di 8 ore ($10\text{mg}/\text{m}^3$).

Dai valori riportati in tabella 6.1, vediamo che per tutte le stazioni di monitoraggio, i livelli di concentrazione registrati nel 2003, così come nel 2002, sono inferiori ai limiti indicati dalla normativa vigente. Inoltre, gli indicatori elaborati per questo inquinante sono inferiori anche al valore limite che entrerà in vigore dal 1 gennaio 2005 (DM 60/02), visto che il nuovo valore limite per la protezione della salute umana corrisponde al valore limite attualmente previsto dal DPCM 28/03/83 come media mobile di 8 ore.

Nelle fig.6.1 e 6.2 sono riportati rispettivamente gli andamenti delle concentrazioni orarie massime registrate mensilmente, e le concentrazioni medie di 8 ore massime misurate ogni mese. In entrambi i casi si verifica l'andamento tipico di questo inquinante con i livelli di concentrazione più alti nel periodo invernale. Infine, nelle fig. 6.3 e 6.4 sono riportati i giudizi di qualità dell'aria sintetici espressi sia in funzione delle sole concentrazioni orarie massime rilevate giornalmente, fig.6.3, che considerando il totale dei dati orari ricavati dal monitoraggio, fig.6.4. Per gli intervalli di concentrazione utilizzati per assegnare il giudizio di qualità vedere Allegato1.



Tabella 6.1

Media oraria massima e media di 8 ore registrate nel 2002 e 2003
valori limite attualmente in vigore
(DPCM 28/03/83)

CO		Media oraria	
		mg/m³	
Valore di riferimento		40	
Periodo di osservazione		2002	2003
Pistoia	V.Zamenhof	8.1 (07/01 ore 20)	5.4 (27/12 ore 24)
	V.Signorelli	6.0 (07/01 ore 18)	7.2 (29/10 ore 10)
Montecatini T.	V.Merlini	8.9 (08/01 ore 19)	4.9 (15/01 ore 21)
	V.Adua	4.7 (04/02 ore 9)	4.7 (20/01 ore 21)
Montale	V.Pacinotti	5.5 (08/01 ore 10)	4.5 (28/12 ore 1)

CO		Media mobile di 8h	
		mg/m³	
Valore di riferimento		10	
Periodo di osservazione		2002	2003
Pistoia	V.Zamenhof	5.8	4.9
	V.Signorelli	4.3	3.8
Montecatini T.	V.Merlini	6.5	4.4
	V.Adua	2.9	3.7
Montale	V.Pacinotti	4.1	4.1



Figura 6.1

CO

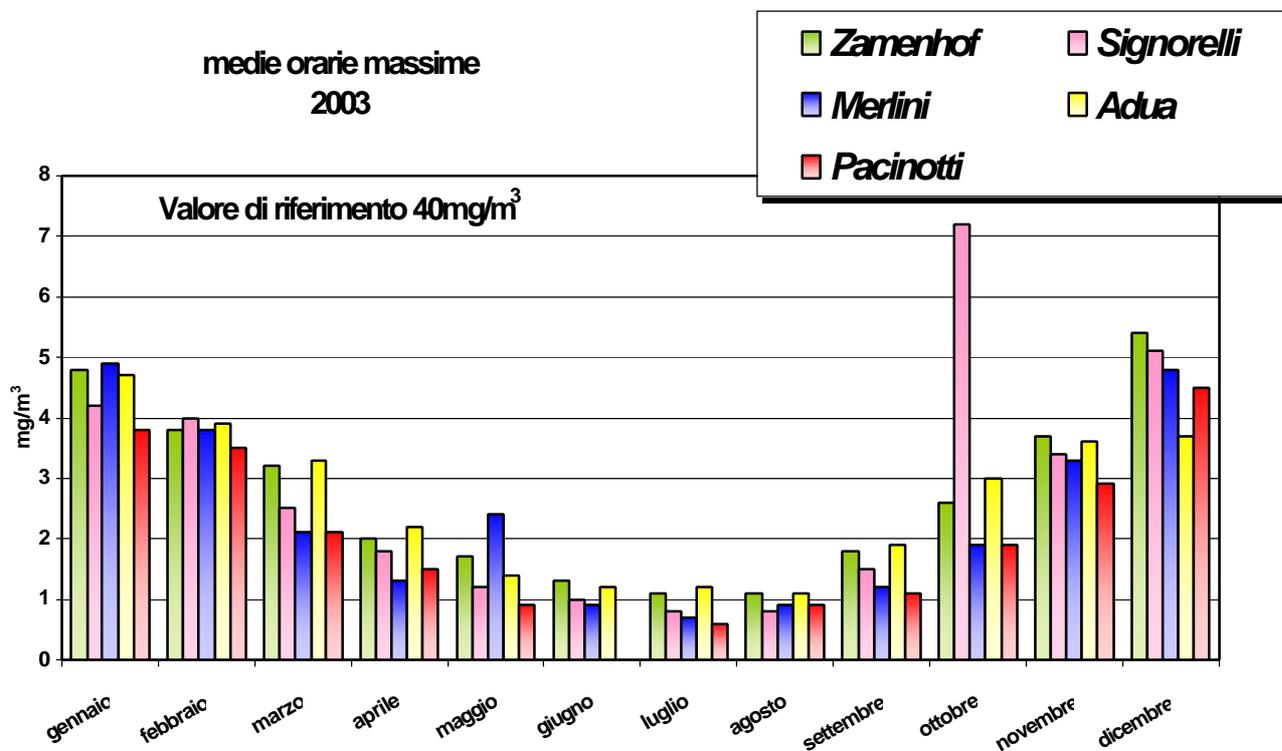


Figura 6.2

CO

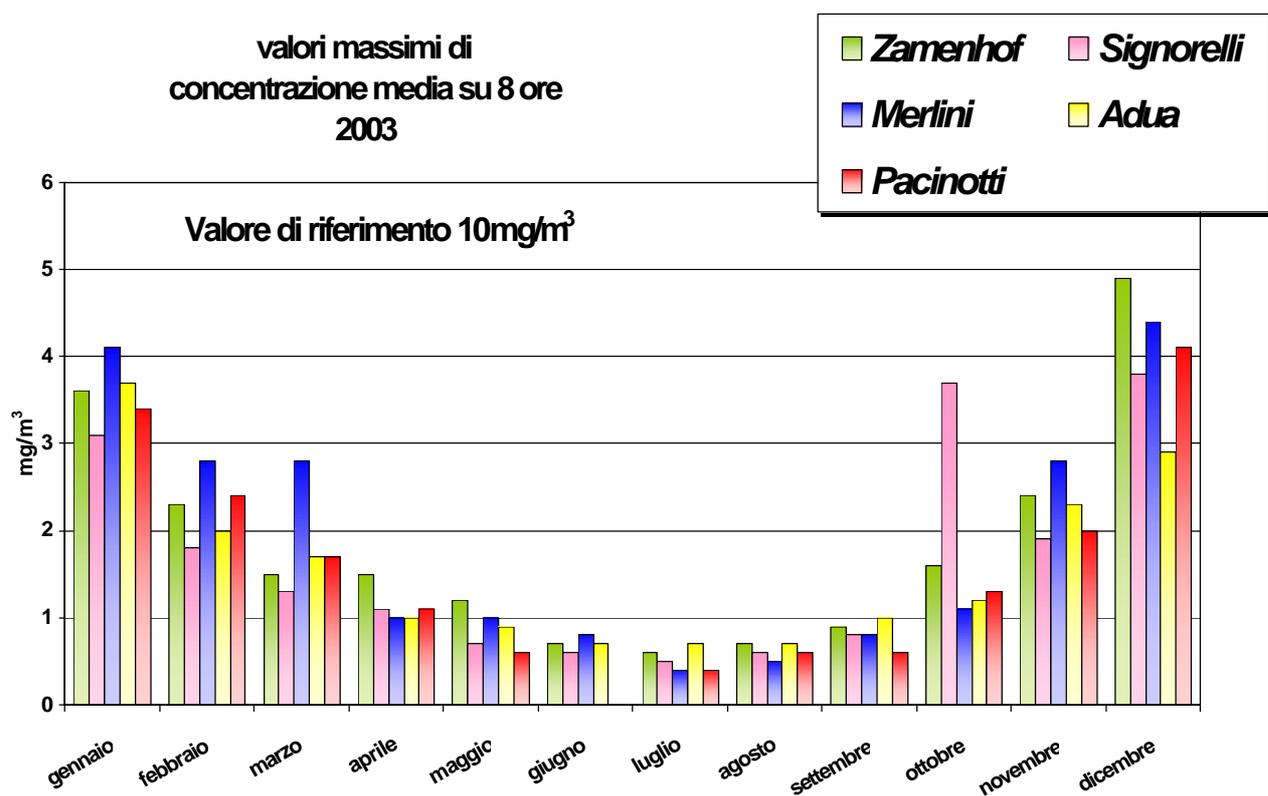




Figura 6.3
Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003
CO – Concentrazioni massime orarie giornaliere

- Concentrazione massima oraria giornaliera inferiore o uguale a $2.5\text{mg}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera compresa tra 2.6 e $15.0\text{mg}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera compresa tra 15.0 e $30.0\text{mg}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera maggiore di $30.0\text{mg}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;

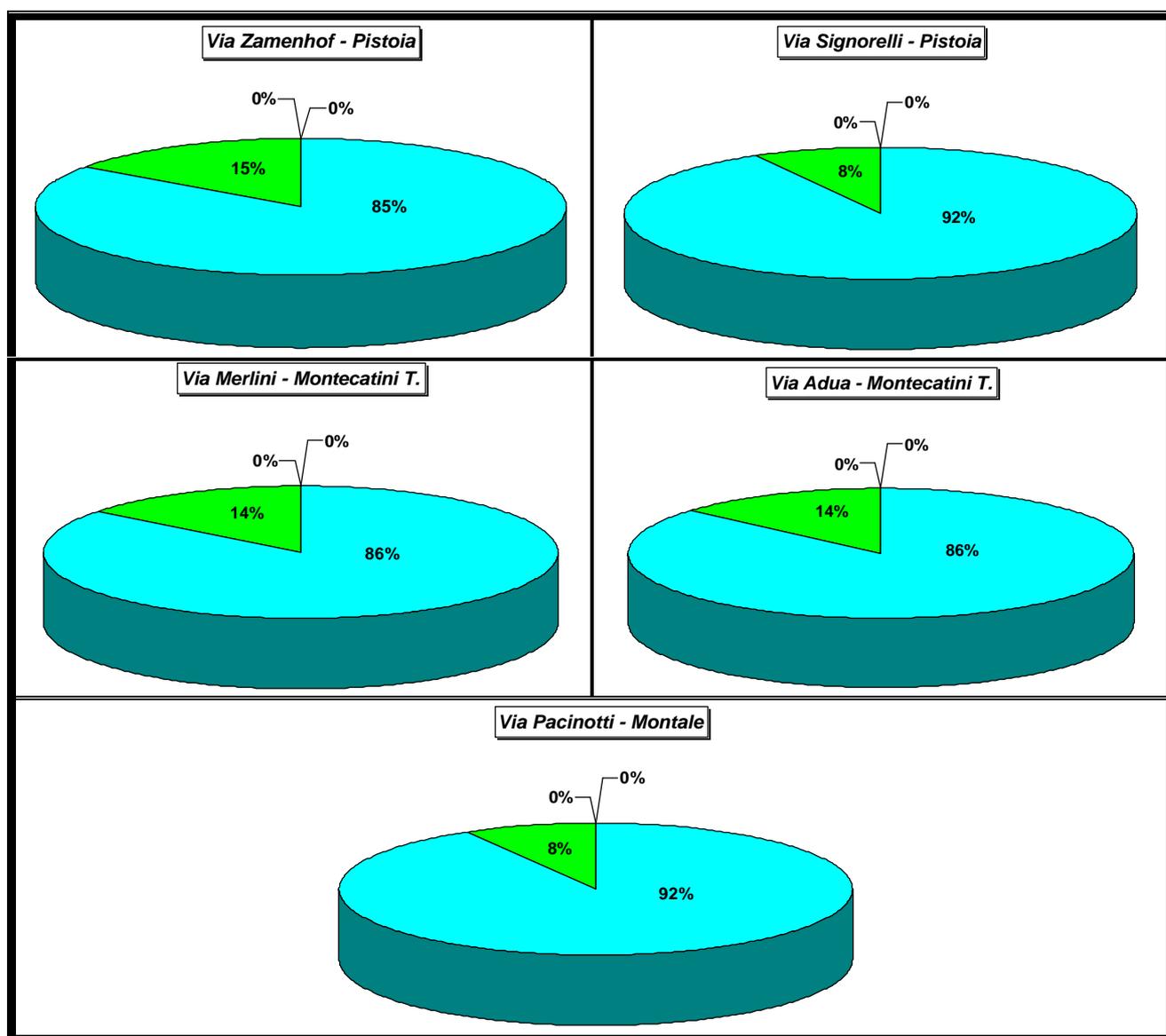
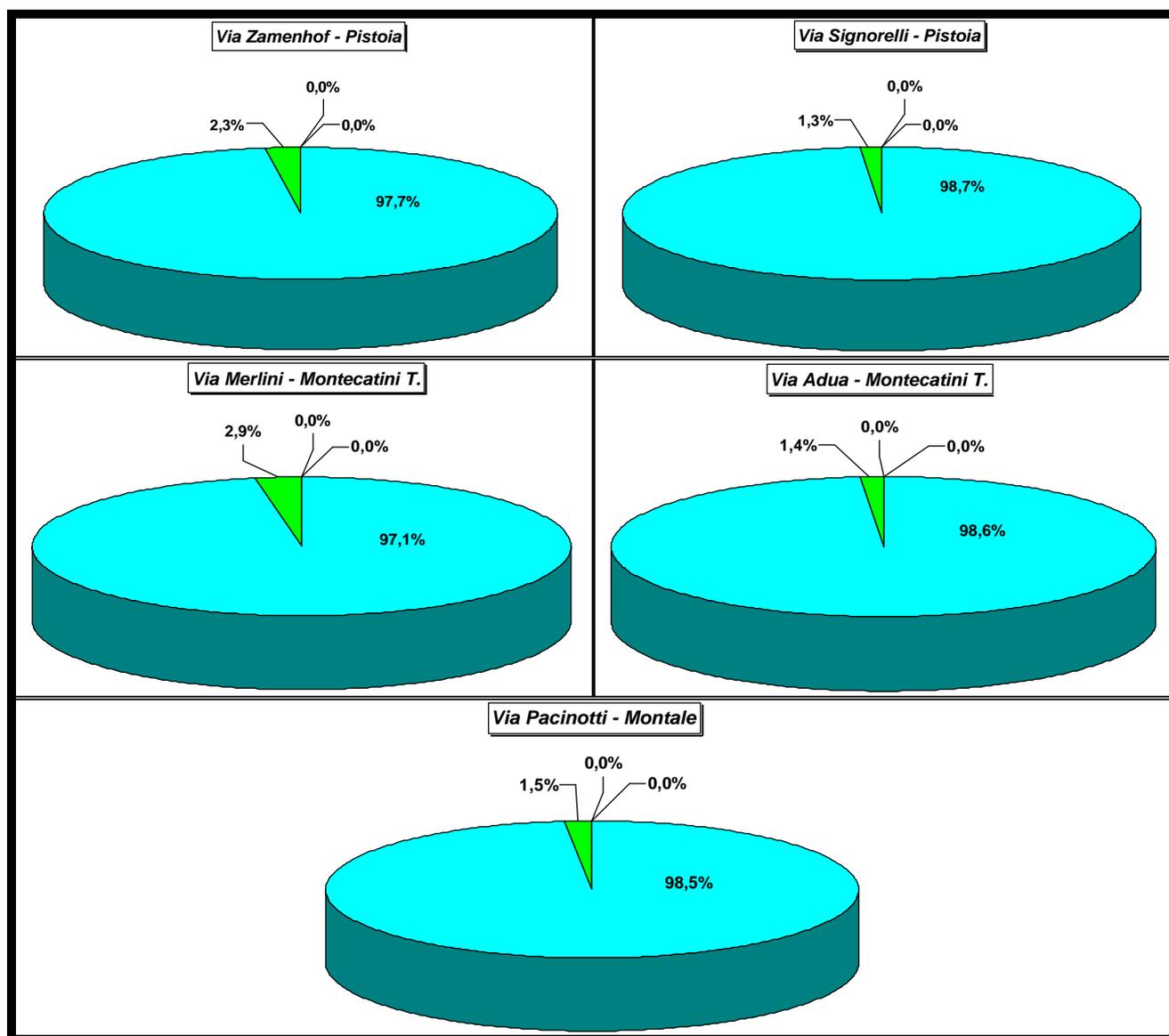




Figura 6.4
Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003
CO – Concentrazioni orarie

- Concentrazione oraria inferiore o uguale a 2.5mg/m^3
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione oraria compresa tra 2.6 e 15.0mg/m^3
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione oraria compresa tra 15.0 e 30.0mg/m^3
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione oraria maggiore di 30.0mg/m^3
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;





7. O₃ - Ozono⁽¹⁾

Le concentrazioni più elevate di ozono si formano prevalentemente nei periodi estivi, quando è maggiore la potenzialità della radiazione solare e le temperature sono più alte, fig.7.1, ma oltre a particolari condizioni meteorologiche è comunque necessaria la presenza di sostanze chimiche quali idrocarburi e biossido di azoto, dette "precursori", che attivano e alimentano le reazioni fotochimiche, che producono ozono, radicali liberi, perossidi, e altre sostanze organiche fortemente ossidanti (es: perossiacetilnitrati, ecc.), queste sostanze vanno a costituire quella particolare miscela di inquinanti che da luogo allo smog fotochimico.

L'ozono è una forma molecolare dell'ossigeno altamente reattiva, è un gas incolore, irritante per le mucose (occhi, apparato respiratorio, ecc.), e a causa della sua alta tossicità può avere effetti negativi sia sull'ecosistema che sul patrimonio storico-artistico delle nostre città.

Nella rete di monitoraggio provinciale sono attivi due analizzatori per la determinazione della concentrazione atmosferica dell'ozono troposferico: a Pistoia nella stazione di V.Zamenhof, e a Montecatini Terme in V.Menlini.

Il Decreto Ministeriale del 16/05/96 prevede un livello per la protezione della salute umana espresso come media mobile su 8 ore, ed il valore di riferimento è di 110µg/m³. Come si vede dalla tabella 7.1 sia per il 2002 che per il 2003 sono state registrate concentrazioni medie sulle 8 ore maggiori del valore di riferimento.

Per quanto riguarda i superamenti della soglia di allarme e di attenzione, tabella 7.2, vediamo che nel 2003 il numero di superamenti del livello di attenzione è molto più alto di quello relativo al 2002, quando si sono registrati soltanto tre superamenti nella stazione di Via Merlini, mentre non si sono riscontrati superamenti della soglia di allarme né nel 2002 che nel 2003. Relativamente alla protezione della vegetazione vediamo che nel corso del 2003 sono stati superati entrambi i livelli di riferimento, media oraria e media giornaliera, tabella 7.3.

Per quanto riguarda la direttiva europea 2002/3/CE, questa indica dei valori bersaglio che dovrebbero essere raggiunti entro il 2010, e sono dati sia per la protezione della salute umana, sia per la protezione della vegetazione, inoltre per la gestione degli episodi di inquinamento acuto sono indicate una soglia di informazione ed una soglia di allarme. Il limite per la protezione della salute umana sarà espresso ancora come media mobile sulle 8 ore, ma il valore sarà portato da 110µg/m³ a 120µg/m³, e non dovrà essere superato per più di 25 giorni per anno civile. In tabella 7.4 sono confrontati i dati registrati dalle due postazioni di monitoraggio con i valori di riferimento indicati dalla direttiva, e come si vede il numero di giorni in cui sono state registrate medie di 8 ore con valore superiore a 120µg/m³ sono ben più dei 25 consentiti. Il livello di attenzione, che verrà indicato come soglia di informazione, rimarrà lo stesso, mentre il livello di allarme verrà significativamente abbassato da 360µg/m³ a 240µg/m³, facendo riferimento a questa nuova soglia vediamo, tabella 7.5, che nel 2003 è stato registrato un superamento della soglia di allarme il 12 giugno alle ore 19. Con il recepimento della direttiva il valore bersaglio per la protezione della vegetazione verrà espresso come AOT40⁽¹⁾ calcolato da maggio a luglio, dalle ore 8 alle ore 20 uguale a 18000µg/m³·h. In tabella 7.6 sono riportati

⁽¹⁾ L'ozono di cui si tratta in questa relazione è quello troposferico, presente cioè negli strati più bassi dell'atmosfera, e non va confuso con l'ozono stratosferico, che costituisce la fascia che scherma la superficie terrestre dai raggi ultravioletti provenienti dal sole, e il cui assottigliamento (buco dell'ozono) costituisce un grave problema ambientale a livello globale.

⁽¹⁾ Per AOT40 (espresso in µg/m³·h) si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80µg/m³ (=40 ppb) e 80µg/m³ in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori orari rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00.



gli AOT40 calcolati per le due postazioni di monitoraggio relativi al 2002 e al 2003, come si vede, nel 2002 il valore relativo alla stazione di Via Zamenhof è inferiore al valore di riferimento, mentre il dato ricavato dalla postazione di Via Merlini è di poco superiore al valore bersaglio. La situazione è completamente diversa per il 2003, infatti per entrambe le stazioni sono stati ricavati valori molto superiori ai $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ previsti.

Nelle fig.7.2 e 7.3 sono riportati i giudizi di qualità complessivi: in fig.7.2 sono state considerate solamente le concentrazioni orarie massime registrate giornalmente, mentre in fig.7.3 sono state prese tutte le concentrazioni medie orarie misurate nel corso del 2003 dalle due postazioni di monitoraggio. Gli intervalli di concentrazione utilizzati per distinguere i quattro giudizi di qualità sono gli stessi che giornalmente vengono utilizzati per esprimere il giudizio di qualità dell'aria nei bollettini pubblicati sul sito dell'Agenzia, Allegato 1.

Dai dati esaminati vediamo che gli indicatori elaborati per il 2003 non solo sono molto più alti dai parametri di riferimento, ma anche superiori ai valori elaborati per il 2002, ricordiamo comunque che l'estate 2002 è stata caratterizzata da frequenti episodi di maltempo, che hanno evitato l'accumulo di inquinanti fotochimici come l'ozono, al contrario l'estate 2003 è stata molto calda e con una percentuale molto alta di giornate serene.



Tabella 7.1

**Livello per la protezione della salute umana
(DM 16/05/96)**

O₃	Media mobile di 8 h µg/m³	
	Valore di riferimento	110
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	154 (24/06 ore 19)	188 (12/06 ore 19)
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	168 (24/06 ore 19)	209 (12/06 ore 19)
Superamenti N° di medie mobili su 8 ore maggiori di 110µg/m³		
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	167	718
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	257	1003
Superamenti N° di giorni con medie mobili su 8 ore maggiori di 110µg/m³		
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	-	102
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	-	128

Tabella 7.2

**Valutazione dei superamenti dei livelli di attenzione e di allarme
(DM 16/05/96)**

O₃	Media oraria µg/m³			
	livello di attenzione		livello di allarme	
Valore di riferimento	180		360	
Periodo di osservazione	2002	2003	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	0	26	0	0
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	3	59	0	0



Tabella 7.3
**Livello per la protezione della vegetazione
(DM 16/05/96)**

O₃	Media oraria µg/m³	
	2002	2003
Valore di riferimento	200	
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	180 (24/06 ore 18)	222 (21/07 ore 16)
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	194 (24/06 ore 16)	243 (12/06 ore 15)

Superamenti
N° di ore con concentrazione superiore a 200µg/m³

Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	0	8
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	0	16

O₃	Media giornaliera µg/m³	
	2002	2003
Valore di riferimento	65	
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	100 (28/07)	127 (10/08)
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	100 (26/06)	122 (15/04)

Superamenti
N° di giorni con concentrazione superiore a 65µg/m³

Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	60	139
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	59	145



Tabella 7.4

Valore bersaglio per la protezione della salute umana previsto per il 2010
 (da non superare per più di 25 giorni per anno civile)
 (2002/3/CE)

O₃	Media mobile di 8 h µg/m ³	
	2002	2003
Valore di riferimento	120	
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	154 (24/06 ore 19)	188 (12/06 ore 19)
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	168 (24/06 ore 19)	209 (12/06 ore 19)
Superamenti N° di giorni con medie sulle 8 ore maggiori di 120µg/m ³		
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia – V.Zamenhof</i>	-	77
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	-	108

Tabella 7.5

Superamenti della soglia di informazione e della soglia di allarme
 (2002/3/CE)

O₃	Soglia di informazione Media oraria µg/m ³		Soglia di allarme Media oraria µg/m ³	
	2002	2003	2002	2003
Valore di riferimento	180		240	
	Numero di superamenti		Numero di superamenti	
Periodo di osservazione	2002	2003	2002	2003
<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	0	26	0	0
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	3	59	0	1



Tabella 7.6
AOT40 registrato nel 2002 e 2003
valori bersaglio per la protezione della vegetazione previsto per il 2010
(2002/3/CE)

Valore bersaglio		
O₃	AOT40	
	Calcolato sui dati orari da maggio a luglio dalle 8:00 alle 20:00	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Valore di riferimento	18000	
Periodo di osservazione	2002	2003
<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	16814	36841
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	18536	53827

Figura 7.1

O₃

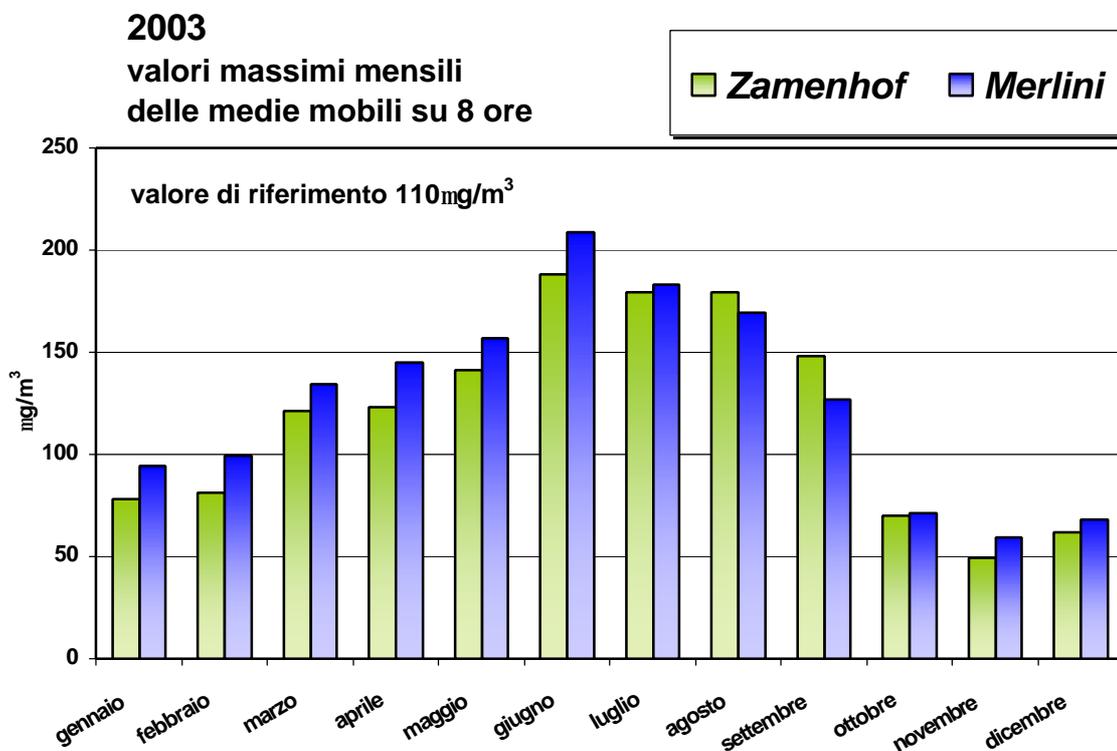




Figura 7.2

Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003

O₃ – Concentrazioni massime orarie giornaliere

- Concentrazione massima oraria giornaliera inferiore o uguale a 60µg/m³
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera compresa tra 61 e 180µg/m³
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera compresa tra 181 e 360µg/m³
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione massima oraria giornaliera maggiore di 360µg/m³
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;

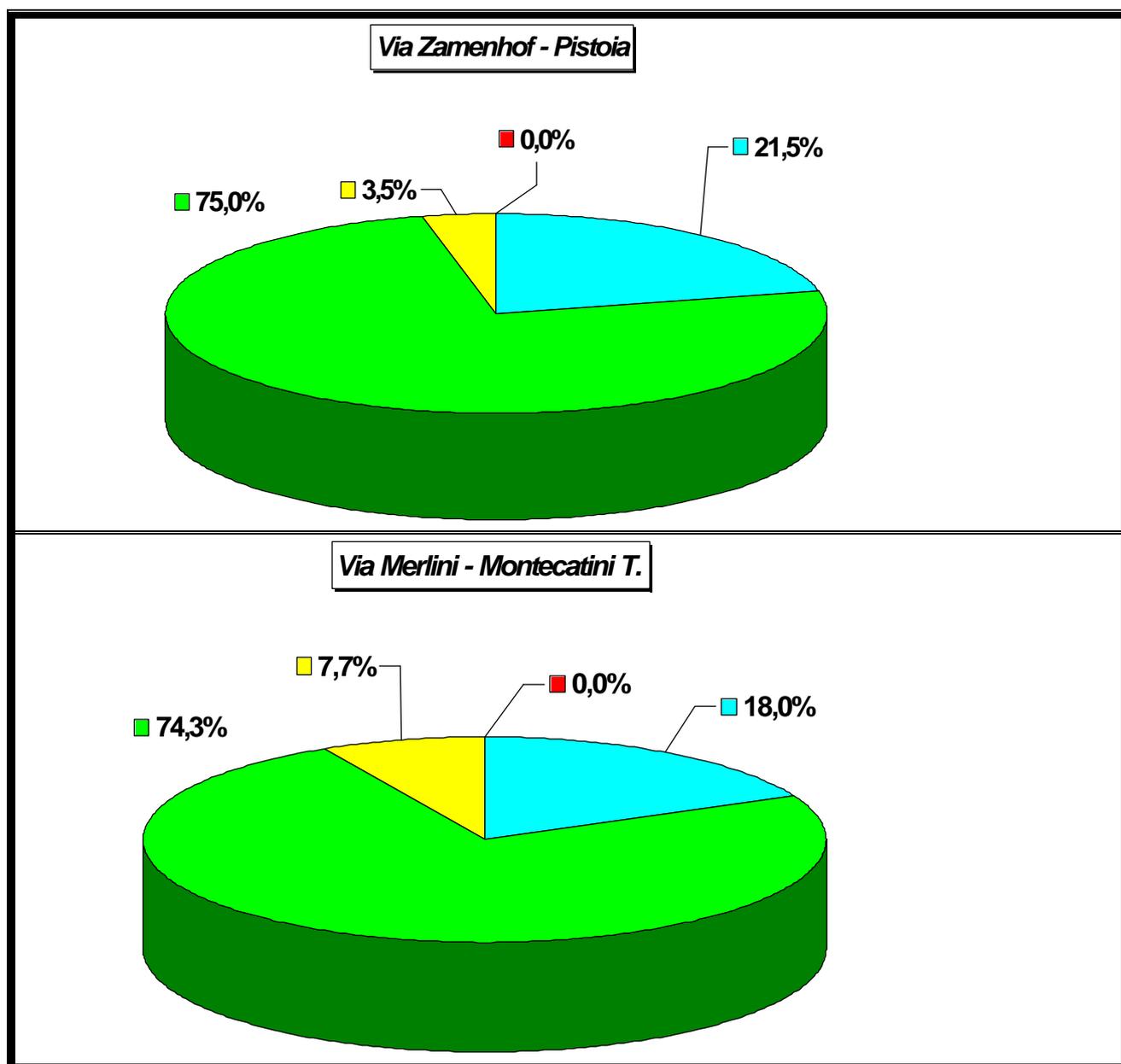
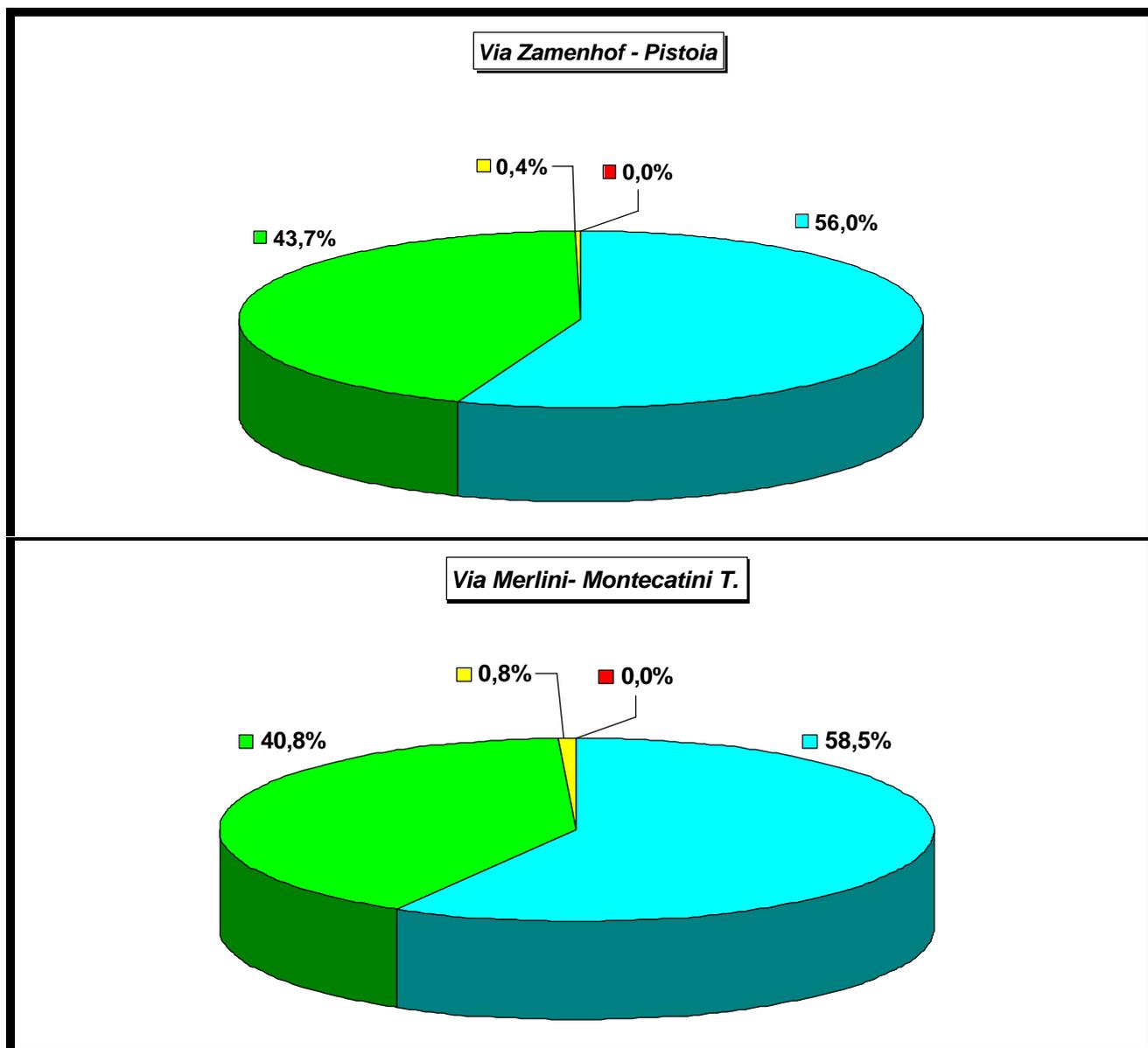




Figura 7.3
Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003
O₃ – Concentrazioni orarie

- Concentrazione oraria inferiore o uguale a $60\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione oraria compresa tra 61 e $180\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione oraria compresa tra 181 e $360\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione oraria maggiore di $360\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;





8. PM₁₀ – Polveri fini

Il materiale particolato presente nell'aria è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi. Hanno dimensioni comprese tra 0,005µm e 50-150µm, e una composizione costituita da una miscela di elementi quali: carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati, composti organici, frammenti di suolo, ecc. L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come PTS (Polveri Totali Sospese) o PM (dall'inglese Particulate Matter), ma in considerazione del fatto che tanto inferiori sono le dimensioni delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e produrre effetti dannosi sulla salute, il monitoraggio è effettuato sulla frazione delle polveri atmosferiche con diametro inferiore a 10µm (PM₁₀).

Gli effetti sanitari delle PM₁₀ possono essere sia a breve termine che a lungo termine. Le polveri penetrano nelle vie respiratorie giungendo, quando il loro diametro lo permette, direttamente agli alveoli polmonari. Le particelle di dimensioni maggiori provocano effetti di irritazione e infiammazione del tratto superiore delle vie aeree, quelle invece di dimensioni minori (inferiori a 5-6 micron) possono provocare e aggravare malattie respiratorie e indurre formazioni neoplastiche.

Le polveri possono essere introdotte in atmosfera o per emissione diretta (particelle primarie), ad esempio con i fumi degli impianti di combustione, oppure possono formarsi direttamente in atmosfera (particelle secondarie) come prodotto di reazioni tra composti chimici gassosi, quali ossidi di azoto e di zolfo, ammoniaca e composti organici. Occorre inoltre non trascurare un ulteriore apporto alla concentrazione atmosferica delle polveri, dovuto al risollevarsi di quella parte già depositata al suolo, per effetto del vento e del transito dei mezzi di trasporto (particelle terziarie). Le sorgenti del particolato possono essere sia antropiche che naturali: le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, oli, legno, rifiuti, rifiuti agricoli, ecc.), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere, ecc.); le fonti naturali invece sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, aerosol biogenico, incendi boschivi, emissioni vulcaniche, ecc. Le alte concentrazioni di polveri in ambito cittadino sono comunque in gran parte dovute alla crescente intensità del traffico veicolare, e in particolare alle emissioni dei motori diesel e dei ciclomotori, mentre una percentuale minore è legata all'usura degli pneumatici e dei corpi frenanti delle auto.

Il Decreto Ministeriale 60/02 prevede che a partire dal 1 gennaio 2005, la concentrazione atmosferica del PM₁₀ non superi il valore limite di 50µg/m³, espresso come media sulle 24 ore, e indica inoltre che tale valore non dovrà essere superato per più di 35 volte nel corso dell'anno, quest'ultima condizione diverrà più restrittiva a partire dal 1 gennaio 2010, quando il numero di superamenti consentiti nell'arco dell'anno sarà portato a 7.

Nella prospettiva di un avvicinamento graduale ad uno stato di rispetto di tale valore limite, lo stesso DM 60/02 ha previsto l'introduzione di margini di tolleranza, che sommati al valore limite determinano un valore a cui fare riferimento per valutare lo stato della qualità dell'aria fino all'entrata in vigore del valore limite.

Il margine di tolleranza previsto per il 2003 è di 10µg/m³, pertanto il valore di confronto a cui fare riferimento è di 60µg/m³, mentre scenderà a 55µg/m³ nel 2004, ed era 65µg/m³ nel 2002, tabella 8.2.

Applicando il nuovo criterio sono stati contati sia il numero di giorni in cui la concentrazione atmosferica di PM₁₀ era superiore al valore di confronto (VL+MT), sia il numero di giorni con concentrazioni atmosferiche di polveri fini superiori al valore limite di 50µg/m³, tabella 8.3.



I dati riportati nelle tabelle delineano un profilo di qualità dell'aria pessimo per quanto riguarda l'inquinamento atmosferico da PM_{10} , infatti vediamo che per nessuna delle tre postazioni di monitoraggio il numero di superamenti del valore limite, che entrerà in vigore dal 1 gennaio 2005, è stato inferiore ai 35 superamenti consentiti, tabella 8.3. Inaspettatamente vediamo però che la situazione più critica è stata registrata dalla stazione di Via Pacinotti a Montale, così come era accaduto nel 2002, mentre la stazione di Via Zamenhof è quella in cui si sono registrati i livelli di concentrazione atmosferica di PM_{10} minori, benché tale stazione sia in prossimità di una via urbana a traffico sostenuto, mentre le altre due non risentano in modo diretto del traffico veicolare essendo classificate come stazioni di fondo (tabella 1.1). Questo è un indice che probabilmente anche altre fonti di emissione oltre al traffico veicolare contribuiscono ai livelli di concentrazione atmosferica di PM_{10} registrati nelle aree monitorate da queste due postazioni, una più dettagliata caratterizzazione del particolato sarebbe in questo caso necessaria per individuare le varie fonti emmissive ed il contributo che ognuna di esse apporta alla concentrazione totale di questo inquinante. Notiamo comunque che per la stazione di V.Zamenhof è stato registrato un notevole incremento dei superamenti del valore limite rispetto al 2002, mentre per Montecatini Terme la situazione è rimasta praticamente invariata e per Montale si è passati dai 124 superamenti del 2002 ai 100 del 2003⁽¹⁾. Per quanto riguarda la concentrazione media annua, seconda parte della tabella 8.1, vediamo che soltanto per la postazione di Via Zamenhof è stato ottenuto un valore inferiore al valore limite indicato dal DM 60/02 per la protezione della salute umana.

La fig. 8.1 mostra il numero dei superamenti del valore limite registrati mensilmente dalle tre stazioni di monitoraggio, come si vede il numero maggiore di superamenti si concentra nel periodo invernale, infatti, come confermato anche dalle medie mensili riportate in fig.8.2, le condizioni di inquinamento più critiche in relazione a questo inquinante si verificano prevalentemente nel periodo invernale, sia per una maggiore congestione del traffico tipica del periodo invernale, che per la presenza di emissioni dovute agli impianti di riscaldamento, da considerare inoltre che in genere le condizioni meteorologiche del periodo invernale sono meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti rispetto al periodo estivo.

Infine riportiamo per ciascuna delle tre stazioni in cui viene effettuato il monitoraggio per le polveri un giudizio di qualità dell'aria sintetico, riportando in grafico la distribuzione delle concentrazioni registrate nel corso del 2003 suddivise secondo quattro intervalli di concentrazione ad ognuno dei quali viene associato un giudizio di qualità, fig.8.3. Gli intervalli di concentrazione utilizzati per assegnare il giudizio di qualità sono gli stessi utilizzati per l'emissione dei bollettini quotidiani di qualità dell'aria, allegato 1.

⁽¹⁾ Per quanto indicato nella sezione tre del presente documento, il numero dei superamenti registrati dalla stazione di Via Pacinotti potrebbe essere sottostimato.



Tabella 8.1

**Media giornaliera massima e media annua registrate nel 2002 e 2003
(DM 60/02)**

PM₁₀		Valore limite⁽¹⁾	
		Media su 24 ore	
		µg/m³	
Valore di riferimento		50⁽²⁾	
Periodo di osservazione	2002	2003	
<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	155 (09/01)	181 (18/12)	
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	193 (11/01)	175 (27/12)	
<i>Montale V.Pacinotti</i>	246 (07/01)	211 (28/12)	

PM₁₀		Valore limite⁽¹⁾	
		Media annua	
		µg/m³	
Valore di riferimento		40	
Periodo di osservazione	2002	2003	
<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	22	29	
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	42	41	
<i>Montale V.Pacinotti</i>	54	53	

⁽¹⁾ In vigore dal 1 gennaio 2005.⁽²⁾ Fase 1. Da non superare più di 35 volte nell'arco dell'anno.



Tabella 8.2
margini di tolleranza
(DM 60/02)

	Valore Limite (entra in vigore il 01/01/05) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	+ Margine di Tolleranza $\mu\text{g}/\text{m}^3$	= Valore di Confronto $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2002	50	15	65
2003	50	10	60
2004	50	5	55
2005	50	0	50

Tabella 8.3
Superamenti registrati nel 2002 e 2003
(DM 60/02)

	Numero di giorni in cui è stata misurata una concentrazione di PM_{10} superiore a:	
	Valore di Confronto per il 2002 ($65\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	2002	2003
<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	12	24
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	37	44
<i>Montale V.Pacinotti</i>	81	55
	Valore di Confronto per il 2003 ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	2002	2003
	<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	14
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	46	53
<i>Montale V.Pacinotti</i>	92	68
	Valore di Limite ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	2002	2003
	<i>Pistoia - V.Zamenhof</i>	18
<i>Montecatini T. - V. Merlini</i>	75	73
<i>Montale V.Pacinotti</i>	124	100

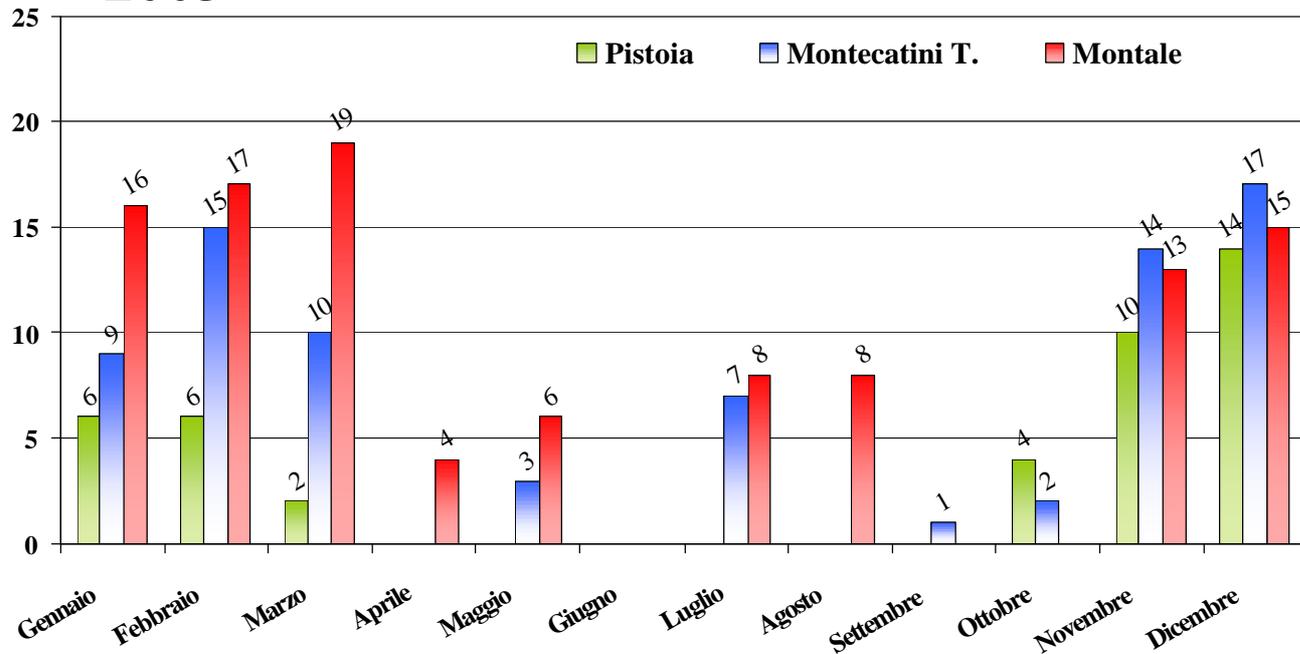


Figura 8.1

PM₁₀

2003

numero dei superamenti del valore limite ⁽¹⁾ (50 mg/m³)



⁽¹⁾ In vigore dal 1 gennaio 2005

Figura 8.2

PM₁₀

2003

medie mensili

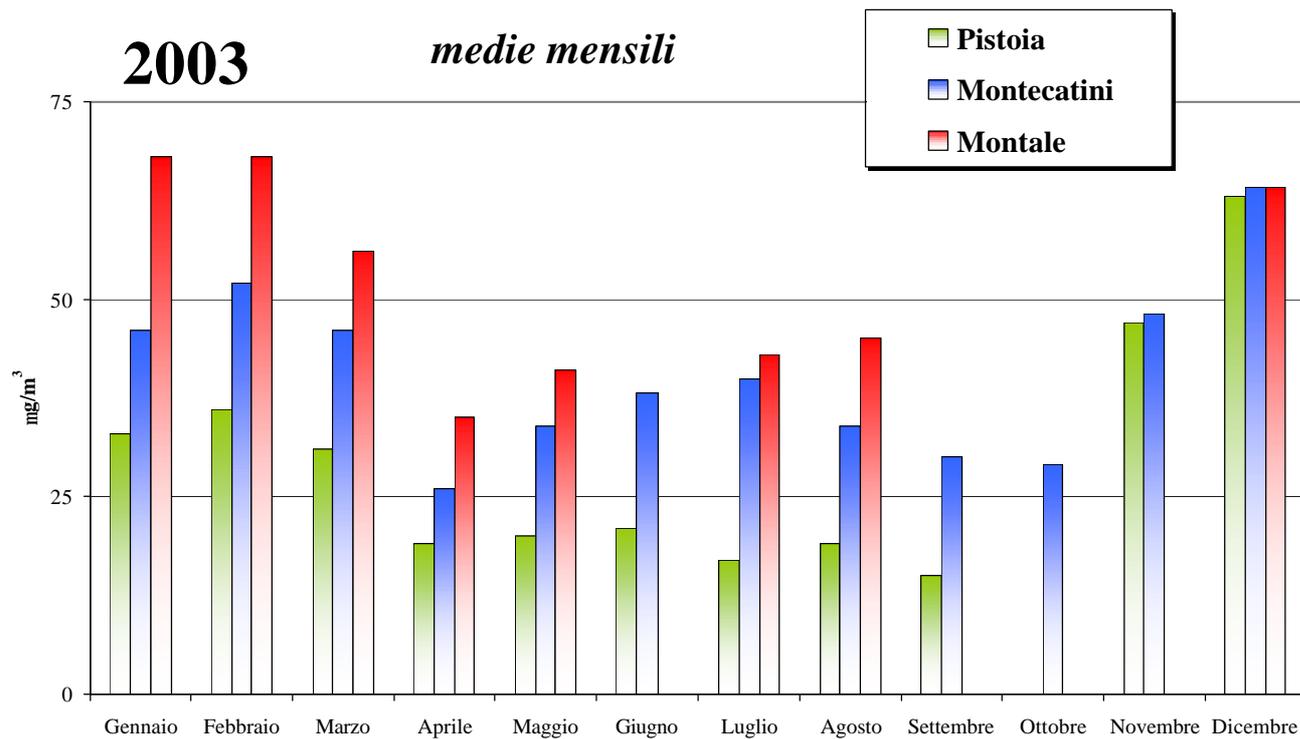


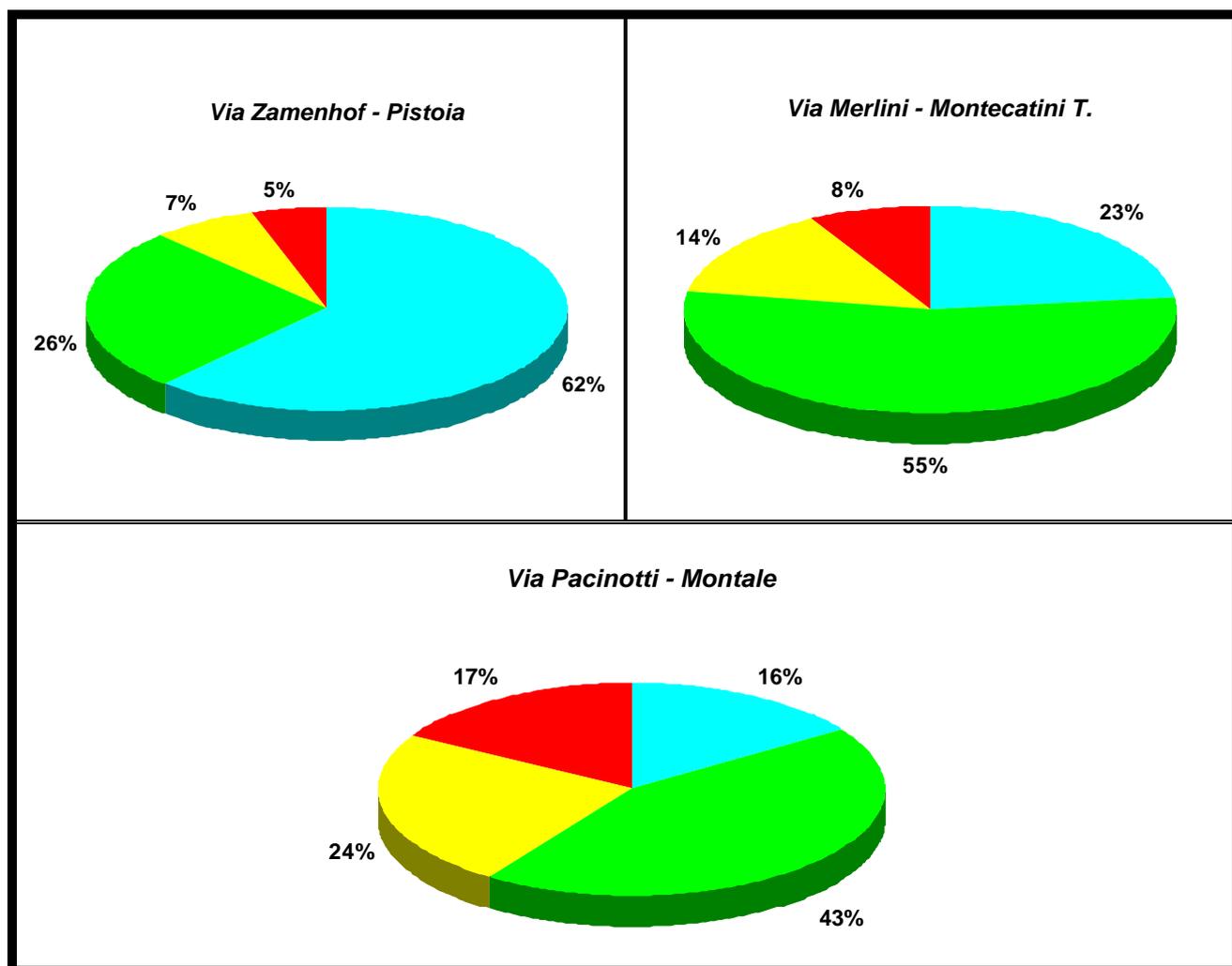


Figura 8.3

PM₁₀

Giudizio sintetico di qualità dell'aria per l'anno 2003:

- Concentrazione media su 24 ore inferiore a 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **BUONO**;
- Concentrazione media su 24 ore compresa tra 26 e 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **ACCETTABILE**;
- Concentrazione media su 24 ore compresa tra 50 e 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **SCADENTE**;
- Concentrazione media su 24 ore maggiore di 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
⇒ giudizio di qualità **PESSIMO**;





9. SO₂ - Biossido di Solfo

il biossido di zolfo è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante, si forma nel processo di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio). Le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali e al traffico. Il biossido di zolfo è il principale responsabile delle "piogge acide", in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. Sotto forma di solfato costituisce anche una importante frazione del materiale particolato atmosferico di origine secondaria. A basse concentrazioni è un irritante per gli occhi e per il tratto superiore delle vie respiratorie, mentre a concentrazioni superiori può dar luogo a irritazioni delle mucose nasali, bronchiti e malattie polmonari.

I livelli di concentrazione atmosferica del biossido di zolfo si sono mantenuti per tutto il 2003, così come per nel 2002, molto al di sotto dei limiti indicati dalla normativa sia per la protezione della salute umana che per la protezione della vegetazione e degli ecosistemi, non si sono inoltre verificati superamenti della soglia di allarme, pertanto il giudizio di qualità relativamente a questo inquinante è nettamente positivo.

I livelli di concentrazione di biossido di zolfo in atmosfera sono di molto inferiori anche ai valori limite per la protezione della salute umana che entreranno in vigore dal 1 gennaio 2005, tabella 3.3.

Non si riportano per questo inquinante i giudizi di qualità sintetici in quanto il 100% delle concentrazioni misurate nel 2003 rientrano nell'intervallo definito "buono", allegato 1



Tabella 9.1
valori limite per la protezione della salute
(DPR 203/88)

Valore limite		
SO₂	Mediana delle conc. medie di 24h (1 aprile P 31 marzo) mg/m³	
Valore di riferimento	80	
Periodo di riferimento	01/04/02 P 31/03/03	01/04/03 P 31/03/04
Montale V.Pacinotti	3	2

Valore limite		
SO₂	98° percentile delle conc. medie di 24h (1 aprile P 31 marzo) mg/m³	
Valore di riferimento	250	
Periodo di riferimento	01/04/02 P 31/03/03	01/04/03 P 31/03/04
Montale V.Pacinotti	31	7

Valore limite		
SO₂	Mediana delle conc. medie di 24h rilevate durante l'inverno (1 ottobre P 31 marzo) mg/m³	
Valore di riferimento	130	
Periodo di riferimento	01/10/02 P 31/03/03	01/10/03 P 31/03/04
Montale V.Pacinotti	7	2



Tabella 9.2
*valore limite per la protezione degli ecosistemi
(DM 60/02)*

Valore limite	
SO₂	Media anno civile e inverno 01.10.02 ÷ 31.12.03 mg/m³
Valore di riferimento	20
Periodo di riferimento	2003
<i>Montale V.Pacinotti</i>	7

Tabella 9.3
*valori limite per la protezione della salute umana
in vigore a partire dal 1 gennaio 2005
(DM 60/02)*

Valore limite		
SO₂	media oraria mg/m³	
Valore di riferimento	350 ⁽¹⁾	
Periodo di riferimento	2002	2003
<i>Montale V.Pacinotti</i>	39	68

Valore limite		
SO₂	media giornaliera mg/m³	
Valore di riferimento	125 ⁽²⁾	
Periodo di riferimento	2002	2003
<i>Montale V.Pacinotti</i>	14	35

⁽¹⁾ da non superare più di 24 volte nell'arco dell'anno.

⁽²⁾ da non superare più di 3 volte nell'arco dell'anno.



10. Considerazioni finali

Come nel 2002 anche per il 2003 gli inquinanti che hanno mostrato una maggiore criticità sono l'ozono e le polveri fini, in particolare saranno indispensabili opportuni interventi mirati ad ottenere livelli di concentrazione inferiori a quelli attuali, ed in linea con quelli previsti dalla Direttiva Europea 2000/3/CE per quanto riguarda l'ozono, e dal DM 60/02 per il PM₁₀.

Per gli altri inquinanti monitorati non si sono verificati fenomeni di inquinamento acuto, ed i livelli di concentrazione sono rimasti per tutto il periodo di osservazione al di sotto dei livelli di riferimento.



11. Bibliografia

Regione Toscana, 2002. "Valutazione della qualità dell'aria ambiente e classificazione del territorio regionale: ai sensi degli articoli 6, 7, 8 e 9 del Decreto legislativo n. 351/99". *A cura di* : Regione Toscana Giunta Regionale Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali Area "Qualità dell'aria e rischi industriali".

Regione Toscana, 2004. "Valutazione della qualità dell'aria ambiente nel periodo 2000-2002 e Classificazione del territorio regionale, ai sensi degli articoli 6, 7, 8 e 9 del Decreto legislativo n. 351/99". *A cura di* : Regione Toscana Giunta Regionale Direzione Generale Politiche Territoriali e Ambientali Area "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento".

ARPAT, 2003. "Rapporto sullo stato della qualità dell'aria nella Provincia di Pistoia – anno 2002".
A cura di : ARPAT Dipartimento Provinciale di Pistoia.

ARPAT, 2004. "Polveri atmosferiche".
A cura di: ARPAT A.F. "Comunicazione e Informazione"

ARPAV, 2003. "La qualità dell'aria nel Comune di Padova. Rapporto Annuale 2002".
A cura di : ARPAV Dipartimento Provinciale di Padova.

ARPA Piemonte, 2003. "Relazione sullo stato della qualità dell'aria in provincia di biella - anno 2002".
A cura di : ARPA Piemonte Dipartimento Provinciale di Biella.

DM 02/04/02, n. 60. Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene e il monossido di carbonio. . *GU 13/04/02, n. 87*

D.Lgs. 04/08/99, n. 351. Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente. *GU 13/10/99, n. 241*.

DM 16/05/96. Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.
GU 13/07/96, n. 163.

DM 24/11/94. Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al DM 15 aprile 1994. *GU 13/12/94, n. 290*.

DM 20/05/91. Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria. G.U. 31/05/91, n. 126.

DPR 24/05/88, n. 203. Attuazione delle direttive CEE numeri 80/79, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto da impianti industriali, ai sensi dell'articolo 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183. *Suppl. Ord. GU 16/06/88, n. 140*.

DPCM 28/03/83. Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti nell'aria dell'ambiente esterno. *Suppl. Ord. GU 13/12/94, n.290*.

Direttiva 2002/3/CE del 12 febbraio 2002, relativa all'ozono nell'aria. *GUCE L 67/14*

Sito web ARPAT Toscana: www.arpat.toscana.it

**ALLEGATO 1**

La qualità dell'aria viene controllata tramite un sistema di monitoraggio composto da reti pubbliche e private. I dati relativi agli inquinanti misurati attraverso le centraline gestite da ARPAT vengono elaborati quotidianamente dai Dipartimenti provinciali e messi a disposizione della comunità attraverso la pubblicazione di un bollettino sul sito dell'Agenzia (http://www.arpat.toscana.it/aria/ar_bollettino.html).

I dati di giovedì 18/12/2003

Sintesi dei dati rilevati dalle ore 0 alle ore 24 del giorno giovedì 18/12/2003

Stazione		Tipo stazione	SO ₂ µg/m ³ (media su 24h)	NO ₂ µg/m ³ (max oraria)	CO mg/m ³ (max oraria)	O ₃ µg/m ³ (max oraria)	PM ₁₀ µg/m ³ (media su 24h)	Giudizio di qualità dell'aria
Pistoia	V. Zamenhof	C	---	154	5,4	12 (h.19*)	181	Pessima
Pistoia	Via Signorelli	B	---	131	4,8	---	---	Accettabile
Montecatini T.me	V. Merlini	C	---	108	4,4	51 (h.19*)	130	Pessima
Montecatini T.me	V. Adua	C	---	84	2,8	---	---	Accettabile
Montale	Via Pacinotti	B	7	124	3,8	---	162	Pessima

* L'ora riportata corrisponde all'ora solare a cui si è verificato il massimo della concentrazione, da intendersi come estremo superiore dell'intervallo di osservazione.
Es.: h. 10 corrisponde all'intervallo orario 9-10
n.d. Dati non disponibili
--- Stazione non abilitata alla misura dell'inquinante

Il giudizio di qualità è relativo alla singola stazione, ed è espresso in base agli analizzatori presenti secondo i seguenti criteri:

Legenda

Giudizio di qualità	SO ₂ µg/m ³ (media su 24h)	NO ₂ µg/m ³ (max oraria)	CO mg/m ³ (max oraria)	O ₃ µg/m ³ (max oraria)	PM ₁₀ µg/m ³ (media su 24h)
Buona	0-50	0-50	0-2,5	0-60	0-25
Accettabile	51-125	51-200	2,6-15	61-180	26-49
Scadente	126-250	201-400	15,1-30	181-360	50-74
Pessima	>250	>400	>30	>360	>74

Il giudizio di qualità dell'aria relativo ad ogni stazione viene attribuito in base al peggiore dei valori rilevati e viene calcolato solamente se è presente il 75% dei dati. I giudizi di qualità derivano dai valori limite indicati nel DM 2 aprile 2002, n. 60 (SO₂, NO₂, CO e PM10) e dal DM 16 maggio 1996 (O₃).



Redazione a cura della Dr.ssa Tiziana Cecconi
Collaboratrice ARPAT - Dipartimento Provinciale di Pistoia
U.O. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati