

**CNEIA**

**Commissione Nazionale per l’Emergenza  
Inquinamento Atmosferico**

**RELAZIONE DEL GRUPPO DI  
LAVORO 1**

**RACCOGLIERE, ELABORARE E INTERPRETARE LE INFORMAZIONI SUI VALORI RILEVATI DALLE STAZIONI PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITA’ DELL’ARIA CORRELANDOLE ALLE CONDIZIONI METEOROLOGICHE GESTITE SIA DAI SOGGETTI PUBBLICI CHE DAI SOGGETTI PRIVATI, PRESENTI SUL TERRITORIO NAZIONALE**

## INDICE

1	QUALITÀ DELL'ARIA: FLUSSI ISTITUZIONALI .....	3
1.1	I dati di qualità dell'aria: la banca dati BRACE .....	3
1.2	Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) .....	5
1.3	L'Allegato XII al DM 60/2002 .....	7
2	QUALITÀ DELL'ARIA: ALTRE FONTI.....	10
2.1	Sistema Integrato per il Monitoraggio Ambientale e la Gestione del rischio industriale e delle Emergenze (S.I.M.A.G.E.) .....	10
2.2	Il progetto APAT "Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane" .....	13
2.3	Dati ai fini di studi epidemiologici .....	17
2.4	I dati di PM <sub>2,5</sub> .....	22
3	DATI CLIMATICI UTILI ALLA VALUTAZIONE DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA .....	23
4	ANALISI TECNICA .....	24
4.1	Analisi e confronto dei flussi di dati con riferimento alla Decisione Europea EoI e al DM60/02 .....	24
4.2	Eterogeneità nel numero di stazioni tra Nord e Sud .....	36
4.3	Affidabilità del dato .....	39
4.4	Influenza delle condizioni meteorologiche sulla qualità dell'aria.....	44
4.5	La qualità dell'aria a livello nazionale (in base ai dati della banca dati BRACE).....	46
4.6	Concentrazioni medie annue di PM <sub>10</sub> nelle principali aree metropolitane italiane .....	71
5	SERIE STORICHE PLURIDECENNALI PER ALCUNE STAZIONI IN ITALIA .....	77
5.1	Area metropolitana di Firenze.....	77
5.2	L'area metropolitana di Milano .....	83
5.3	L'area metropolitana di Torino .....	89
6	VALUTAZIONI CLIMATOLOGICHE SULLA PIANURA PADANA, CON PARTICOLARE ATTENZIONE AI PROBLEMI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI....	100
7	PARTICOLATO DI ORIGINE NATURALE.....	107
	BIBLIOGRAFIA .....	110

# 1 QUALITÀ DELL'ARIA: FLUSSI ISTITUZIONALI

## 1.1 I dati di qualità dell'aria: la banca dati BRACE

(Anna M. Caricchia, APAT)

BRACE (Bancadati Relazionale Atmosfera Clima Emissioni) è il sistema informatico che consente la raccolta dei dati di qualità dell'aria dal livello periferico (Regioni) al livello centrale (APAT) e la loro gestione per la comunicazione all'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATT), alla Commissione Europea e per l'accesso al pubblico.

La banca dati BRACE è lo strumento che consente l'adempimento degli obblighi previsti dalle Decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE (*Exchange of Information - EoI*) e dalla Direttiva 2002/3/CE recentemente recepita in Italia con il D.Lgs 183/04, limitatamente all'art. 9, comma 1, lettere e ed f.

### Struttura, flusso delle informazioni e potenzialità

Il sistema BRACE è articolato attraverso tre livelli strutturali costituiti da tre distinti *database*, che determinano e caratterizzano il percorso del flusso delle informazioni che vengono archiviate.

I tre *database*, ordinati per livello strutturale, sono i seguenti:

- **PFR** (*database* di caricamento dati grezzi e metadati). A questo livello della struttura avviene la raccolta dei dati grezzi e dei metadati delle centraline e delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. Tali informazioni sono inviate da parte dei Punti Focali Regionali (PFR) e degli altri soggetti incaricati dalle Regioni, tramite WINAIR, applicativo ad accesso riservato, raggiungibile alla pagina web: [www.brace.sinanet.apat.it/winair](http://www.brace.sinanet.apat.it/winair).
- **DBCON** (*database* controllo/elaborazione dati). In questo secondo livello avviene il controllo dei dati tramite procedure statistico-informatiche e successiva verifica puntuale con riscontro da parte dei fornitori di dati. Dopo la fase di controllo i dati vengono elaborati secondo i formati previsti dalla normativa sull'*EoI*, al fine della trasmissione alla EEA, attraverso il *Data Exchange Module (DEM)*. In questo livello di struttura sono implementate anche le procedure che consentono i calcoli e le elaborazioni per la verifica del rispetto dei limiti normativi previsti dal D.M. 60/02 e dal D.Lgs. 183/04. L'applicativo utilizzato per le procedure suddette è detto CONAIR ed è raggiungibile alla pagina web: [www.brace.sinanet.apat.it/starold](http://www.brace.sinanet.apat.it/starold).
- **DBWEB** (dati consolidati/accesso al pubblico). Il terzo livello della struttura è dedicato all'accesso al pubblico per la consultazione delle informazioni sulla qualità dell'aria. In particolare il sito web consente l'accesso ad informazioni sulle reti, sulle stazioni di monitoraggio (è disponibile una mappatura delle stazioni di monitoraggio presenti sul territorio nazionale) e sui sensori di misura, ai dati grezzi e ai dati elaborati secondo i formati previsti per l'*EoI*. Il sito web BRACE è raggiungibile alla pagina [www.brace.sinanet.apat.it](http://www.brace.sinanet.apat.it).

### Informazioni contenute nel sistema BRACE

Nel *database* DBCON sono contenute informazioni sulla qualità dell'aria provenienti dalle centraline di monitoraggio presenti sul territorio nazionale dal 1995 fino ad oggi. Il popolamento del *database* presenta incompletezze sia rispetto alla copertura geografica che a quella temporale, più marcate negli anni passati e in progressiva diminuzione negli ultimi anni. I dati più recenti sono relativi all'anno 2004 (raccolti nell'ambito delle attività relative all'*Exchange of Information* 2005)

e ai mesi da aprile a settembre dell'anno in corso (raccolti nell'ambito delle attività relative all'ozono estivo 2005).

I principali inquinanti contenuti in BRACE sono elencati nella tabella 1 seguente.

SO <sub>2</sub> (biossido di zolfo)
NO <sub>2</sub> (biossido di azoto)
NO <sub>x</sub> (ossidi di azoto)
NO (monossido di azoto)
O <sub>3</sub> (ozono)
PM10 (particelle in sospensione < 10 µm)
PM2.5 (particelle in sospensione < 2.5 µm)
PTS (particolato totale sospeso)
CO (ossido di carbonio)
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (benzene)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub> (toluene)
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> (etil benzene)
CH <sub>4</sub> (metano)
T-COV (composti organici volatili totali)
NM-COV (composti organici volatili non metanici)
H <sub>2</sub> S (acido solfidrico)
Pb (piombo)

Tabella 1 I principali inquinanti contenuti in BRACE

I dati di qualità dell'aria riferiti agli inquinanti riportati in tabella 1 ed archiviati in BRACE relativamente agli anni più recenti (2002-2004) si riferiscono a circa 80 reti di monitoraggio, gestite a livello comunale, provinciale e regionale e a circa 350 stazioni. Per l'anno 2003 sono presenti 1405 serie di dati validi, per il 2004 1734 serie di dati validi.

Oltre alle 350 stazioni indicate, in BRACE sono archiviate altre circa 600 stazioni di monitoraggio non corredate di dati di qualità dell'aria.

Per quanto riguarda la sezione accessibile al pubblico attualmente sono disponibili informazioni relative agli anni 2002, 2003 e 2004. Oltre alle serie di dati (orari o giornalieri) degli inquinanti monitorati, per gli inquinanti principali (PM10, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PTS, CO) per l'anno 2002, sono disponibili elaborazioni per la verifica del rispetto dei limiti normativi previsti dal D.M. 60/02, oltre ai parametri statistici previsti dall'*EoI* (valore medio, mediana, 98° e 99,9° percentile e valore massimo delle serie di dati) disponibili anche per il 2003 e 2004.

In particolare per l'ozono, sempre per quanto riguarda la sezione accessibile al pubblico, sono disponibili per l'anno 2002, le elaborazioni per la verifica del rispetto dei limiti normativi previsti dal D.M. 16/05/96 relativo all'“Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono” (G.U. 13 luglio 1996, n.163).

## 1.2 Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

*(Alessandro Di Menno Di Bucchianico, Mariacarmela Cusano, APAT)*

Gli idrocarburi policiclici aromatici, IPA, sono composti organici costituiti da due o più anelli aromatici condensati e sono una classe di sostanze molto studiata a causa della loro pericolosità per le specie viventi. Alcuni di essi sono cancerogeni accertati e, tra questi, il composto considerato più importante è il benzo(a)pirene, BaP, l'unico IPA regolamentato dalla legislazione nazionale vigente: secondo il Decreto Ministeriale del 25/11/1994, infatti, la sua concentrazione media annua non deve superare  $1,0 \text{ ng/m}^3$  in area urbana. Questo valore obiettivo è confermato nella recente direttiva europea 2004/107/CE (concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente), non ancora recepita dall'Italia.

Benché gli IPA siano originati anche da sorgenti naturali come i vulcani, gli incendi boschivi o i processi biosintetici di alghe e batteri, quelli più pericolosi per la salute umana sono prodotti principalmente dalle attività umane.

Gli idrocarburi policiclici aromatici, infatti, vengono creati dalla combustione incompleta di sostanze organiche. Il loro meccanismo di formazione passa attraverso la frammentazione, ad alte temperature, di composti organici in molecole radicaliche più piccole e instabili (pirolisi) e la successiva ricombinazione con formazione di idrocarburi aromatici più stabili (pirosintesi).

Nei siti urbani la principale sorgente di IPA è il traffico. Nei motori dei veicoli si verificano processi di pirolisi dei lubrificanti e di pirosintesi dei composti aromatici a minor numero di anelli che producono quantità diverse di IPA a seconda delle condizioni di marcia, del carico, del rapporto aria/combustibile e della temperatura. La presenza di additivi aromatici nelle benzine, inoltre, ne favorisce la formazione e anche per questo motivo le normative più recenti hanno ridotto nettamente la quantità di benzene che può essere presente nei carburanti.

È noto che il tipo di alimentazione dei veicoli porta a profili di emissione molto diversi. La quantità di idrocarburi policiclici aromatici emessi dai motori diesel, ad esempio, è maggiore rispetto ai veicoli a benzina, ed è caratterizzata da una maggior presenza di specie ad alto peso molecolare (figura 1). Inoltre, le autovetture prive di convertitore catalitico rilasciano una quantità di IPA circa 25 volte superiore alle vetture dotate di motorizzazioni corrispondenti ma catalizzate; anche il tipo di composti emessi è leggermente diverso, in quanto le vetture non catalitiche producono allo scarico omologhi a più alto peso molecolare (più pericolosi per la salute).

Attualmente non sono ancora disponibili flussi sistematici di dati di concentrazione in atmosfera di questi inquinanti e in particolare del B(a)P che, in quanto rappresentativo dell'intera classe di sostanze, dovrebbe essere, per legge, misurato da ormai più di 10 anni.

Va inoltre rilevato che, secondo la già citata direttiva europea, gli stati membri dovranno nei prossimi anni effettuare campagne di misura di altri IPA particolarmente significativi (benzo(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, indeno(1,2,3-cd)pirene e dibenzo(a,h)antracene) allo scopo di chiarire il loro comportamento in aria e per meglio valutare il contributo del BaP.

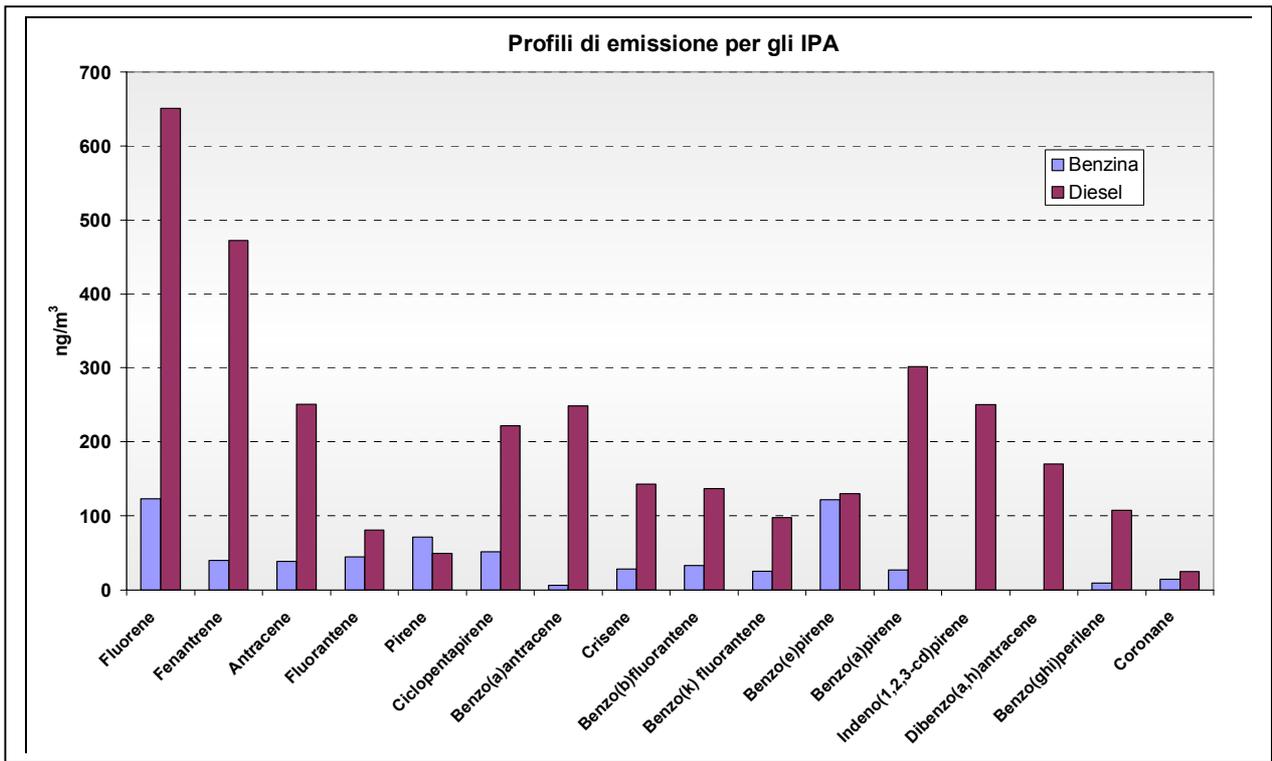


Figura 1 Profili di emissione di motori a benzina e a gasolio (Fonte: N.R. Khalili, P.E. Scheff, T.M. Holsen, Atmospheric Environment, 4,533-542,(1995))

### 1.3 L'Allegato XII al DM 60/2002 (Federica Moricci, APAT)

In base al D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351 di attuazione della Direttiva quadro sulla qualità dell'aria ambiente 96/62/CE, al D.M. 2 aprile 2002 n. 60 di recepimento delle Direttive "figlie" 1999/30/CE e 2000/69/CE e al D.Lgs. 21 maggio 2004 n. 183 di attuazione della Direttiva 2002/3/CE, le Regioni e le Province Autonome devono comunicare al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e al Ministero della Salute, per il tramite dell' APAT, le informazioni relative alla valutazione della qualità dell'aria sul proprio territorio (figura 2).

La trasmissione delle suddette informazioni avviene con cadenza annuale. La prima trasmissione si riferisce all'anno:

- 2001 per: biossido di azoto, ossidi di azoto, biossido di zolfo, materiale particolato e piombo;
- 2003 per: benzene e monossido di carbonio;
- 2004 per: ozono.

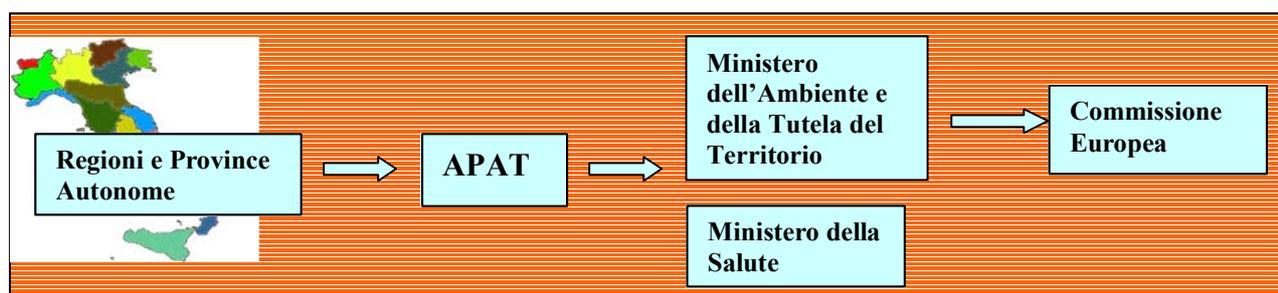


Figura 2 Il flusso di informazioni sulla qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs.351/99

Per la comunicazione delle informazioni sulla qualità dell'aria le Regioni e le Province Autonome devono utilizzare i moduli in formato excel scaricabili direttamente dal sito [www.apat.it](http://www.apat.it), sezione "modulistica e software" sotto la voce "Trasmissione informazioni D.Lgs. 351/99") su cui è inoltre possibile trovare le istruzioni da seguire per l'invio delle informazioni. In particolare i dati sulla valutazione della qualità dell'aria possono essere inviati utilizzando file stampati o, in alternativa, cd-rom, file in formato pdf o altro formato che non permetta la modifica dei contenuti. I moduli suddetti sono costituiti da 27 fogli excel (secondo il nuovo formato approvato con Decisione della Commissione Europea 2004/461/CE del 29/04/2004), uno per ogni tipologia di informazione da comunicare (figura 3).

Le principali informazioni sulla qualità dell'aria comunicate dalle Regioni e dalle Province Autonome tramite i questionari All.XII (ex DM60/02) sono:

- 1 l'elenco delle zone e degli agglomerati in cui è stato suddiviso il territorio di ciascuna Regione/Provincia Autonoma;
- 2 l'elenco delle stazioni selezionate dalle Regioni e dalle Province Autonome per effettuare la valutazione della qualità dell'aria ambiente;
- 3 i metodi per la misurazione;
- 4 l'elenco delle zone e degli agglomerati in cui i livelli superano o non superano i valori limite, le soglie di valutazione superiore (SVS) ed inferiore (SVI), le soglie di allerta o di informazione con informazioni sull'eventuale applicazione di metodi di valutazione supplementari;



La tabella 2 mostra che il numero di zone in cui è stato suddiviso il territorio di ciascuna Regione/Provincia Autonoma risulta essere molto variabile passando da un massimo di 30 zone per l'Emilia Romagna ad un minimo di una sola zona per il Molise nell'anno 2002. Inoltre in alcune regioni (Friuli Venezia Giulia, Toscana, Marche, Molise e Puglia) è stata riscontrata una diminuzione del numero di zone dal 2001 al 2002 dovuta essenzialmente all'affinamento dei criteri e delle tecniche di zonizzazione del territorio che ha condotto ad una revisione del processo stesso di zonizzazione. La variazione della zonizzazione fa sì che non sempre risulti possibile effettuare un confronto dello stato di qualità dell'aria per gli anni 2001 e 2002 sulla base del solo calcolo del numero di zone che hanno registrato superamenti dei valori limite degli inquinanti.

REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA	n. zone		n. zone con superamenti		n. zone con superamenti NO <sub>2</sub>		n. zone con superamenti PM <sub>10</sub>		n. zone con superamenti NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub>		n. zone con superamenti SO <sub>2</sub>	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Piemonte	17	17	9	9	9	9	9	9	9	9	0	0
Valle d'Aosta	3	3	1	2	1	1	1	1	1	0	0	0
Lombardia	15	15	15	15	8	8	15	15	8	8	0	0
Prov. Aut. Trento	2	2	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
Prov. Aut. Bolzano	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Veneto	5	5	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0
Friuli Venezia Giulia	7	5	2	2	2	2	0	2	0	2	0	0
Liguria	6	6	5	5	5	5	2	2	2	2	1	0
Emilia Romagna	30	30	9	14	0	9	9	9	0	4	0	0
Toscana	20	5	16	4	12	4	10	4	6	4	0	0
Umbria	4	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Marche	4	3	3	3	3	3	1	2	1	2	0	0
Lazio	5	5	3	4	3	4	2	2	2	2	0	0
Abruzzo	8	8	5	4	3	2	3	3	1	1	0	0
Molise	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campania	5	5	4	5	4	5	1	1	1	1	0	0
Puglia	4	3	2	3	1	3	2	2	1	2	0	0
Basilicata	3	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Calabria	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sicilia	20	20	-	1	-	1	-	-	-	-	-	0
Sardegna	11	11	1	4	0	2	0	2	0	1	1	2

Tabella 2 *Analisi dei questionari sulla qualità dell'aria per gli anni 2001 e 2002 trasmessi ufficialmente ad APAT: numero di zone e numero di zone che hanno registrato superamenti dei valori limite di NO<sub>2</sub>, PM10, NO<sub>2</sub> e PM10, SO<sub>2</sub>. Aggiornamento dei dati: settembre 2005.*

## 2 QUALITÀ DELL'ARIA: ALTRE FONTI

### 2.1 Sistema Integrato per il Monitoraggio Ambientale e la Gestione del rischio industriale e delle Emergenze (S.I.M.A.G.E.)

(Maria G. Dirodi, MATT)

Il Progetto S.I.M.A.G.E. nasce dall'Accordo di Programma tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e il Centro Comune di ricerca della Commissione della Comunità Europea di Ispra, stipulato il 28/12/1998.

Il Progetto:

- valorizza i risultati di un precedente progetto di collaborazione svolto nell'ambito del Programma Comunitario ENVIREG, mirato a realizzare un sistema integrato di monitoraggio dei parametri ambientali e dei fattori di rischio industriale e di gestione delle emergenze per aree ad elevato rischio di crisi ambientale (tra cui le aree industriali di Augusta-Priolo, Gela e Milazzo);
- finanzia interventi strutturali volti a migliorare la gestione delle aree industriali di Brindisi, Taranto e Porto Marghera tramite l'interconnessione e l'integrazione dei sistemi locali in un unico sistema nazionale, da cui le autorità centrali possano trarre dati ed informazioni aggiornate sulla base delle quali poter gestire territori caratterizzati da elevate criticità ed alto livello di rischio di crisi ambientale.

Il progetto S.I.M.A.G.E. si compone di diversi *sistemi* di controllo e gestione, tra cui quello per la *gestione della qualità dell'aria* illustrato sinteticamente in questa sede.

Tale sistema prevede l'investimento di risorse nelle seguenti attività:

1. integrazione delle reti esistenti (con stazioni fisse e mobili);
2. fornitura di laboratori di calibrazione della strumentazione;
3. dotazione di sistemi informatici per l'archiviazione e la gestione dell'informazione (le informazioni raccolte dalle stazioni sono trasmesse tramite linee dedicate ad appositi centri di elaborazione e gestione dati);
4. fornitura dell'inventario emissivo (estrapolando i dati dalle autorizzazioni rilasciate in base alla normativa vigente e dagli inventari già disponibili);
5. fornitura della modellistica ambientale di supporto alle attività di studio e di pianificazione (modelli di previsione meteorologica e modelli di previsione della dispersione di inquinanti su media e larga scala).

Nell'ambito delle suddette attività, che sono in corso di completamento, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATT) è stato dotato di una *postazione CLIENT*, attualmente interconnessa ai centri di acquisizione dati della rete Envireg siciliana, delle reti di monitoraggio per le aree industriali di Brindisi e Taranto e dell'Ente Zona Industriale di Porto Marghera.

Ulteriori accordi hanno permesso di integrare il sistema in modo da consentire, tramite la postazione suddetta, l'accesso ai dati dalla rete provinciale di Venezia e dalla rete provinciale di Brindisi.

La postazione CLIENT presso il M.A.T.T., in procinto di essere collaudata, consente finora di consultare i dati rilevati dalla rete provinciale di Brindisi e dalle reti di monitoraggio delle aree industriali di Brindisi e di Taranto in "near real time", con un ritardo, rispetto alla registrazione delle concentrazioni, dovuto ai tempi tecnici necessari per le operazioni di validazione. La postazione è altresì dotata di applicativi con cui poter svolgere elaborazioni sui dati (produzione di

*report* e rappresentazioni grafiche dei trend) principalmente per finalità di controllo dello stato della qualità dell'aria e del rispetto degli standard di legge.

Da quanto detto si evince che le finalità del sistema S.I.M.A.G.E sono diverse da quelle del sistema BRACE, illustrato nel paragrafo 1.1.

Infatti il sistema S.I.M.A.G.E è finalizzato a fornire sull'inquinamento atmosferico dati e informazioni di dettaglio in *near real time* essenzialmente riferiti ad alcune fra le maggiori aree industriali del Paese, integrando misure di qualità dell'aria con gli inventari delle emissioni e i modelli; BRACE, nato con la finalità primaria di soddisfare agli adempimenti dell'*Exchange of Information (EoI)* dall'Italia alla Commissione Europea, su un insieme selezionato di stazioni, costituisce attualmente lo strumento che consente di avere una visione d'insieme della qualità dell'aria in Italia con aggiornamenti che sono tarati sulle normative europee sullo scambio di informazioni.

La tabella 3 mostra l'elenco delle stazioni, i cui dati sono attualmente consultabili tramite la postazione del sistema SIMAGE sita presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Le tabelle 4 e 5 mostrano l'elenco delle stazioni industriali attualmente presenti nella banca dati BRACE e che periodicamente inviano dati di qualità dell'aria<sup>1</sup> ai sensi delle Decisioni comunitarie sull'*EoI*. Non tutte le stazioni riportate nella tabella 3 trasmettono dati nell'ambito *EoI*: i due *set* di informazioni, SIMAGE e BRACE, risultano complementari o sovrapposte, a seconda dei casi.

---

<sup>1</sup> Fonte sito <http://www.brace.sinanet.apat.it/web/struttura.html>- estrazione effettuata in data 15 giugno 2005

Regione	Provincia	Comune	Denominazione stazione (da postazione SIMAGE presso MATT)	Denominazione stazione (fonte: report di Qualità dell'aria - ARPA)	Inquinanti	Presenza nella banca dati BRACE
Puglia	Taranto	Taranto – Q.re Paolo IV	Paolo VI - CISI	Presso CISI	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	no
		Statte	SS7 Wind	SS7 per Massafra - Ponte Wind	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , Benzene	no
		Taranto	TA Carcere	Via Speciale – Presso Casa Circondariale	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	no
		Talsano	Talsano	Via U. Foscolo	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	no
	Brindisi	Brindisi	P.za San Giusto Casale	Casale Piazza San Giusto	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	no
		Brindisi	Quartiere Bozzano	Bozzano	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	no
		Brindisi	Via Dei Mille	Via dei Mille – Scuola Salvemini	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	no
		Brindisi	Sisri	SISRI	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , Benzene	no
		<b>Mesagne</b>	<b>Mesagne</b>	<b>Mesagne</b>	<b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub></b>	<b>si</b>
		<b>Brindisi</b>	<b>Via Taranto</b>	<b>Via Taranto</b>	<b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, Benzene</b>	<b>si</b>
		<b>San Pancrazio Salentino</b>	<b>S. Pancrazio S.</b>	<b>San Pancrazio Salentino</b>	<b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub></b>	<b>si</b>
		<b>San Pietro Vernotico</b>	<b>S. Pietro Vernotico</b>	<b>San Pietro Vernotico</b>	<b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub></b>	<b>si</b>
		<b>Torchiarolo</b>	<b>Torchiarolo</b>	<b>Torchiarolo</b>	<b>SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO</b>	<b>si</b>

Tabella 3 *Elenco delle stazioni i cui dati sono attualmente fruibili tramite la postazione sita presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Direzione Salvaguardia Ambientale – Divisione IV (In corsivo grassetto sono riportate le stazioni che appartengono alla rete di monitoraggio della provincia di Brindisi, le stazioni residue non in grassetto appartengono alle reti SIMAGE delle aree industriali di Brindisi e Taranto).*

Regione	Provincia	Comune	Codice Stazione	Nome Stazione	Data di attivazione	Tipo Stazione	Tipo Zona
Puglia	Taranto	Taranto	1607376	STATTE	01/05/2004	Industriale	Suburbana
Puglia	Taranto	Taranto	16073	TARANTO ARCHIMEDE	01/05/2004	Industriale	Suburbana
Puglia	Taranto	Taranto	1607377	TARANTO MACHIAVELLI	01/05/2004	Industriale	Suburbana

Tabella 4 *Stazioni di tipo "Industriale" in provincia di Taranto presenti nella sezione accessibile al pubblico di BRACE*

Regione	Provincia	Comune	Codice Stazione	Nome Stazione	Data di attivazione	Tipo Stazione	Tipo Zona
Puglia	Brindisi	San Pancrazio Salentino	1607408	S. PANCRAZIO SALENTINO	01/05/2004	Industriale	Suburbana
Puglia	Brindisi	San Pietro Vernotico	1607411	S. PIETRO VERNOTICO	01/05/2004	Industriale	Suburbana
Puglia	Brindisi	Torchiarolo	1607410	TORCHIAROLO	01/05/2004	Industriale	Suburbana

Tabella 5 *Stazioni di tipo "Industriale" in provincia di Brindisi presenti nella sezione accessibile al pubblico di BRACE*

## 2.2 Il progetto APAT “Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane” (Federica Moricci, APAT)

A fine 2003 l'APAT ha avviato il progetto pluriennale “Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane” con l'obiettivo sia di fornire un quadro accurato e completo dei problemi ambientali delle aree urbane sia di proporre azioni per facilitare l'attuazione di provvedimenti di risanamento dell'ambiente urbano. I risultati delle attività promosse nell'ambito del progetto confluiscono nel rapporto annuale APAT sulla qualità dell'ambiente urbano la cui prima edizione è del dicembre 2004. Tutte le informazioni sul progetto, inclusa la consultazione dell'intero I Rapporto, sono reperibili sui siti internet [www.areemetropolitane.apat.it](http://www.areemetropolitane.apat.it), [www.areeurbane.it](http://www.areeurbane.it) o su [www.sinanet.apat.it](http://www.sinanet.apat.it) sotto la voce “progetti” (figura 4).

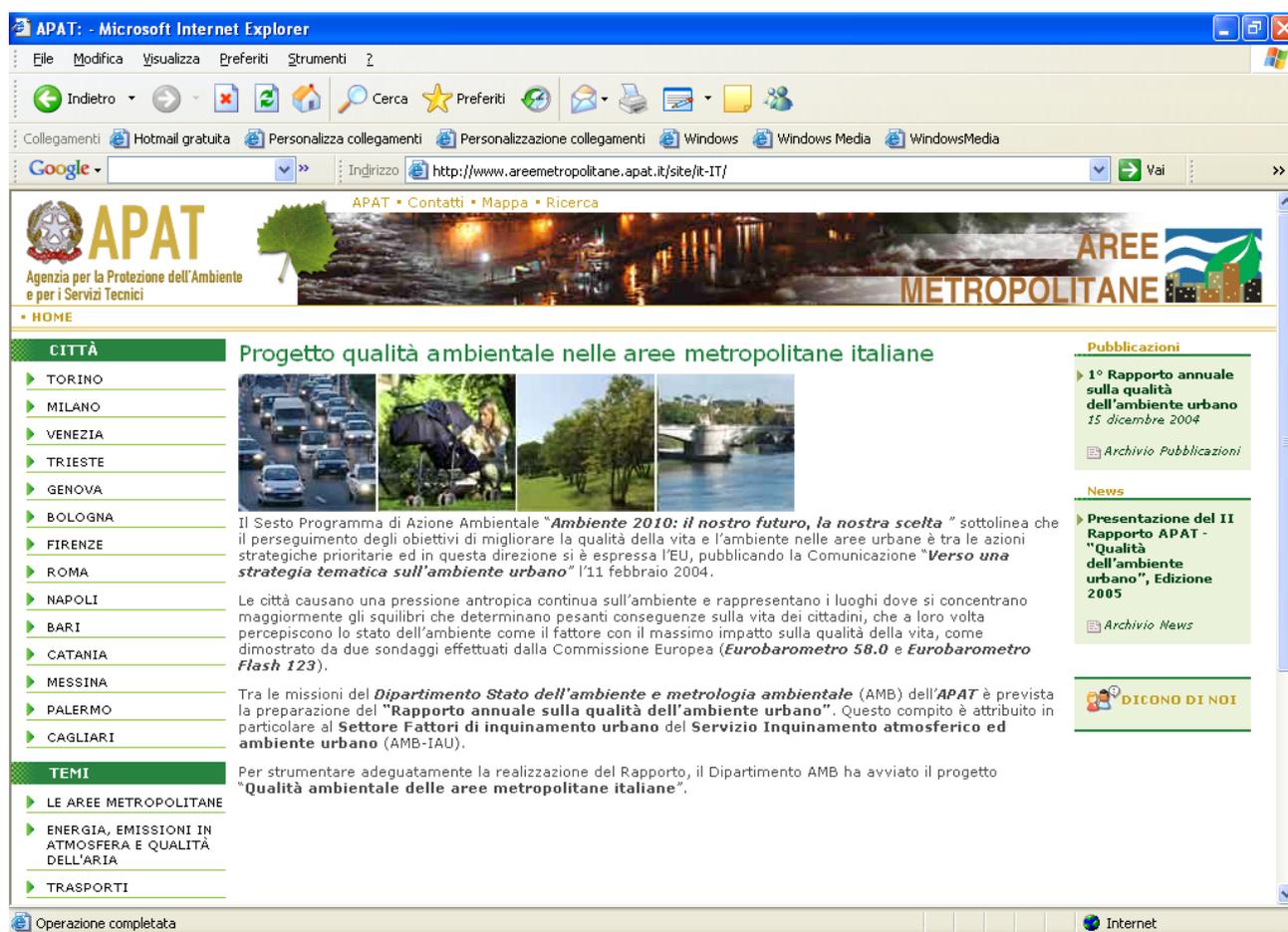


Figura 4 Il sito del progetto “Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane”

Nell'ambito del progetto viene dedicata particolare attenzione alla qualità dell'aria in ambiente urbano. Nel contributo al I Rapporto APAT sulla qualità dell'ambiente urbano, dal titolo “L'inquinamento atmosferico nei principali agglomerati italiani” (N. Di Carlo, C. Mastrofrancesco, F. Moricci), vengono riportati i valori massimi e minimi delle concentrazioni medie annue e del numero di ore e di giorni di superamento dei valori limite di PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> registrati nell'ultimo decennio (1993-2003) dalle centraline di monitoraggio di tipo fondo e di tipo traffico in 8 agglomerati (Torino, Milano, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Palermo). In particolare vengono fornite le seguenti informazioni:

- per il PM10: i valori massimi e minimi delle concentrazioni medie annue (VL al 2010: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e i valori massimi e minimi del numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero (numero massimo di superamenti annui consentiti al 2005: 35);
- per l'NO<sub>2</sub>: i valori massimi e minimi delle concentrazioni medie annue (VL al 2005: 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e i valori massimi e minimi del numero delle ore di superamento del valore limite orario (numero massimo di superamenti annui consentiti al 2010: 18);
- per l'O<sub>3</sub>: i valori massimi e minimi del numero di giorni di superamento della soglia di informazione al pubblico (soglia di informazione: 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- per il C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>: i valori massimi e minimi delle concentrazioni medie annue (VL al 2010: 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Per ciascuno degli otto agglomerati sono state considerate le stazioni di monitoraggio selezionate dalle Regioni e dalle Province Autonome ai fini della valutazione e gestione della qualità dell'aria, così come dichiarato per l'anno 2002 negli allegati XII al DM 60/02.

Oltre ai valori massimi e minimi registrati dalle centraline di monitoraggio vengono riportati anche alcuni elementi di caratterizzazione delle stazioni di monitoraggio e degli agglomerati (tabelle 6 e 7). Dai dati analizzati emerge che il numero delle stazioni di traffico nell'anno 2002 risulta essere quasi sempre (ad eccezione di Firenze) superiore a quello delle stazioni di fondo, in controtendenza con quanto avviene nel resto d'Europa.

AGGLOMERATO	fondo	traffico	altro <sup>2</sup>	TOTALE
TORINO	5	6	-	11
MILANO	5	6	-	11
GENOVA	1	3	1	5
BOLOGNA	1	4	-	5
FIRENZE	12	10	3	25
ROMA	3	9	-	12
NAPOLI	1	8	-	9
PALERMO	1	7	-	8

Tabella 6 Numero di stazioni utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria in base alla tipologia (traffico, fondo ed altro) con riferimento all'anno 2002 (dati ALL XII al DM60/02 e metadati BRACE)

AGGLOMERATO	POPOLAZIONE/ N.RO STAZIONI	POPOLAZIONE/N.RO STAZIONI DI FONDO	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> ) / N.RO STAZIONI	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> ) /N.RO STAZIONI DI FONDO
TORINO	114.051	250.911	33,45	73,60
MILANO	221.686	487.709	52,70	115,93
GENOVA	122.061	610.307	48,72	243,60
BOLOGNA	109.554	547.768	137,50	687,52
FIRENZE	36.463	75.965	37,70	78,53
ROMA	205.000	820.000	106,83	427,33
NAPOLI	111.611	1.004.500	13,03	117,27
PALERMO	88.941	711.531	90,90	727,18

Tabella 7 Caratterizzazione degli agglomerati con riferimento all'anno 2002 (dati ALL XII al DM60/02 e metadati BRACE)

<sup>2</sup> In "altro" sono considerate le stazioni di tipo industriale (è il caso di Genova e Firenze) e le stazioni per le quali non sono disponibili informazioni in merito alla tipologia (è il caso di Firenze).

Oltre che sul contributo “L’inquinamento atmosferico nei principali agglomerati italiani” i dati sui superamenti di O<sub>3</sub>, PM10 ed NO<sub>2</sub> sono disponibili cliccando sul link “Dati superamento degli inquinanti O<sub>3</sub>, PM10, NO<sub>2</sub>” della pagina web [www.areeurbane.apat.it](http://www.areeurbane.apat.it), nella sezione “Energia, Emissioni in atmosfera e qualità dell’aria” (figure 5 e 6).

Per il II Rapporto APAT sulla qualità dell’ambiente urbano, la cui pubblicazione è prevista a Dicembre 2005, l’analisi è stata ampliata ad altre città per un totale di 14 aree metropolitane di cui quelle nuove sono: Trieste, Venezia, Messina, Catania, Cagliari e Bari.



Figura 5 Il sito del progetto “Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane”, tema “Qualità dell’aria”.

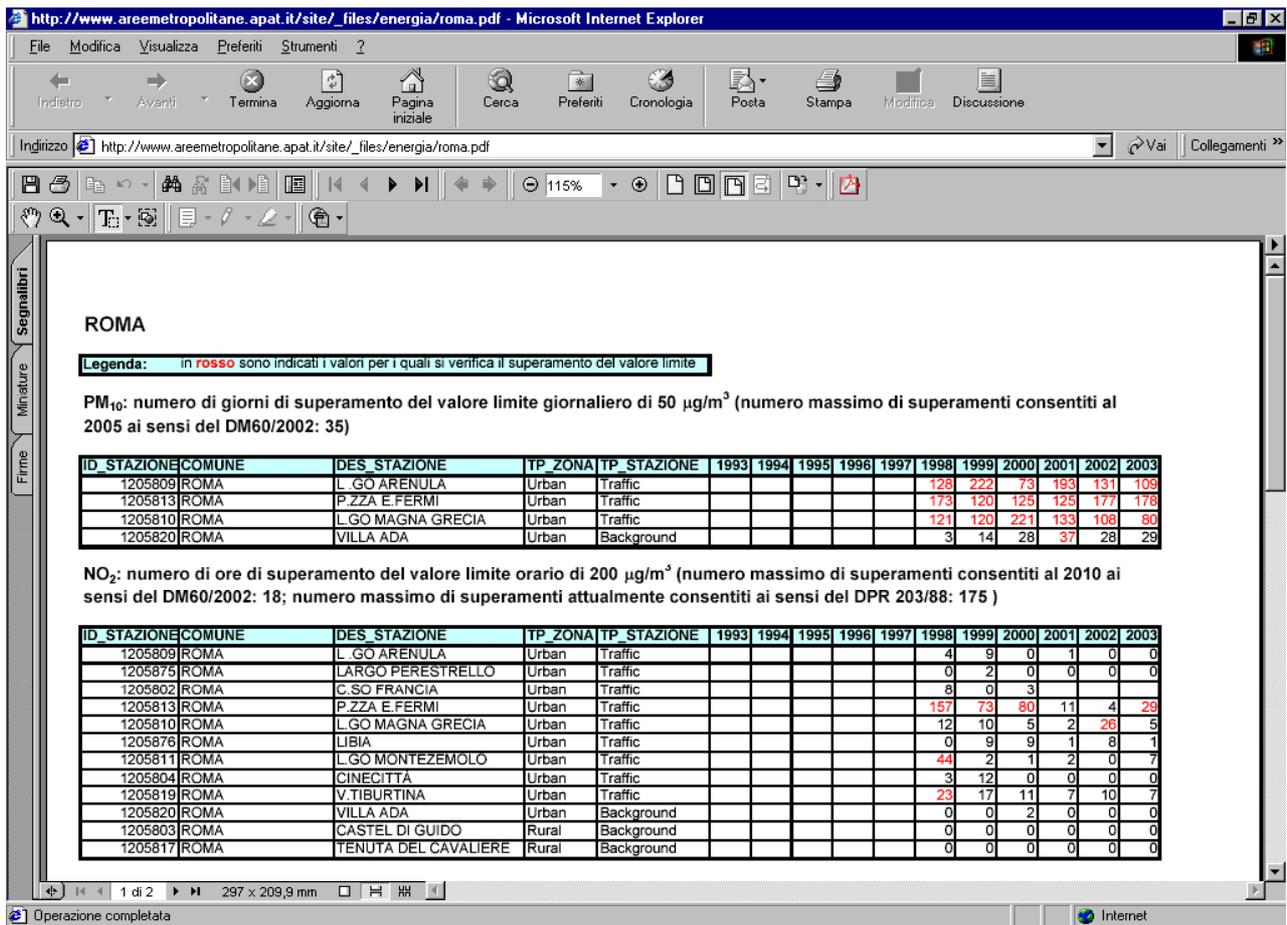


Figura 6 Il sito del progetto "Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane", tema "Qualità dell'aria", dati sui superamenti dei valori limite.

### **2.3 Dati ai fini di studi epidemiologici**

*(Daniele Grechi, ARPA Toscana)*

Al fine di effettuare studi di correlazione fra i livelli di inquinamento atmosferico e stato di salute dei cittadini sono state costruite consistenti banche dati (in particolare morbilità/mortalità per cause attinenti i danni sanitari riconducibili all'inquinamento atmosferico).

In Italia, i più importanti studi sono quelli denominati SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente) e MISA (Metanalisi Italiana degli Studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento Atmosferico). Nell'ambito della raccolta dati per SIDRIA 1, è stato effettuato lo studio ITARIA-OMS, finalizzato a valutare la confrontabilità dei dati rilevati nelle varie reti di monitoraggio.

- **SIDRIA 1**

SIDRIA - Gruppo Collaborativo, "SIDRIA: Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente", *Epidemiologia e Prevenzione*, 19: 76-78 (1995).

- **SIDRIA 2**

SIDRIA - Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente. Regione Emilia Romagna, Ravenna, 2000, dossier n.45, Vol.1 e Vol.2.

- **MISA 1**

Biggeri A, Bellini P, Terracini B (Eds). Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico. *Epid Prev* (2001, 25 (2) suppl.:1-72.

- **MISA 2**

AA.VV. Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico - MISA 1996-2002. *Epid Prev* (2004, 4-5 suppl.).

- **ITARIA-OMS**

Cattani S. et al, Archivio dei dati di inquinamento atmosferico e indicatori di qualità dell'aria nelle principali città italiane: il Progetto Itaria-WHO. *Ann. Ist. Super. Sanità*, vol. 36, n. 3 (2000), pp 275-283.

Le fonti delle informazioni sui livelli di inquinamento atmosferico sono state, in ogni caso, le banche dati dei Centri Operativi delle reti di rilevamento.

Nella tabella 8 si riassumono le caratteristiche principali delle raccolte dati relative agli studi MISA e ITARIA - OMS (nel quale è stata utilizzata la stessa base dati dello studio SIDRIA 1).

	<b>MISA 1</b>	<b>MISA 2</b>	<b>ITARIA - OMS</b>
Dominio temporale	2-6 anni di dati nel periodo 1990-1999	2-5 anni di dati nel periodo 1996-2002	1994-1998
Inquinanti considerati	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM10 (da PTS)	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM10, O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PTS, O <sub>3</sub>
Dominio spaziale	Bologna, Firenze, Milano, Palermo, Ravenna, Roma, Torino, Verona.	Bologna, Catania, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Pisa, Ravenna, Roma, Taranto, Torino, Trieste, Venezia, Verona	Bologna, Firenze, Genova, Milano, Napoli, Palermo, Roma, Torino
scelta stazioni	2/3 staz C, 1/3 staz B, suburbane per O <sub>3</sub>	Staz B o C ma con CO <1,5 Suburbane per O <sub>3</sub> ,	tutte quelle disponibili
Indicatori utilizzati	Medie giornaliere, max 8 h mobile per CO e O <sub>3</sub>	Medie giornaliere, max 8 h mobile per CO e O <sub>3</sub>	media annuale, indicatori normati, percentili
Base dati PM10	PM10 misurato o stimato da PTS (fattore 0,6 se manuale, 0,8 se automatico)	PM10 misurato, corretto solo se determinato mediante analizzatore TEOM	PM10 misurato o stimato da PTS (fattore 0,6 se manuale, 0,9 se automatico)
Test su base dati		Valutazione omogeneità esposizione mediante test Pearson (correlazione), Lin (concordanza) e differenza/media su dati delle centraline di ciascuna città	Esame critico della comparabilità fra le diverse tipologie di stazione delle varie città

Tabella 8 *Caratteristiche principali delle raccolte dati di qualità dell'aria per studi epidemiologici su base nazionale.*

Nelle figure 7-11 vengono riportati i dati di qualità dell'aria relativi allo studio MISA2 per CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM10 e O<sub>3</sub>.

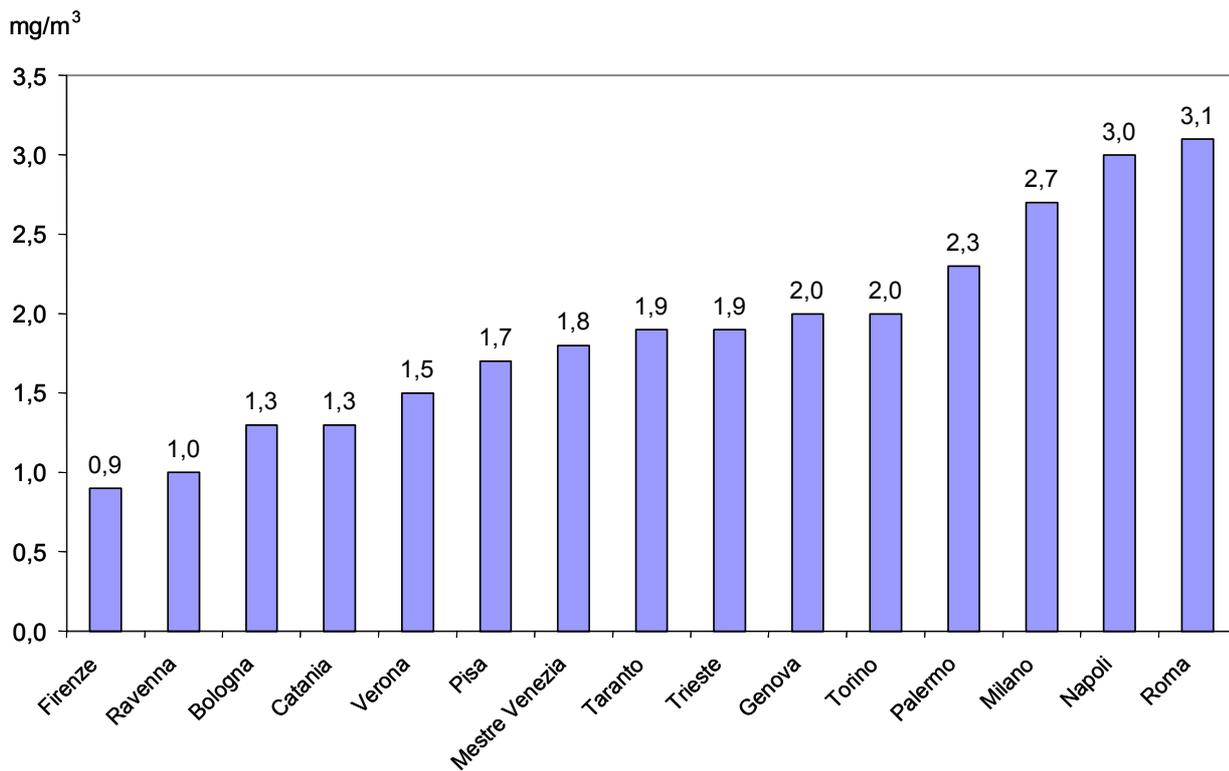


Figura 7 CO, 50° percentile max giornaliero media mobile 8 h (Fonte MISA2: AA.VV Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico)

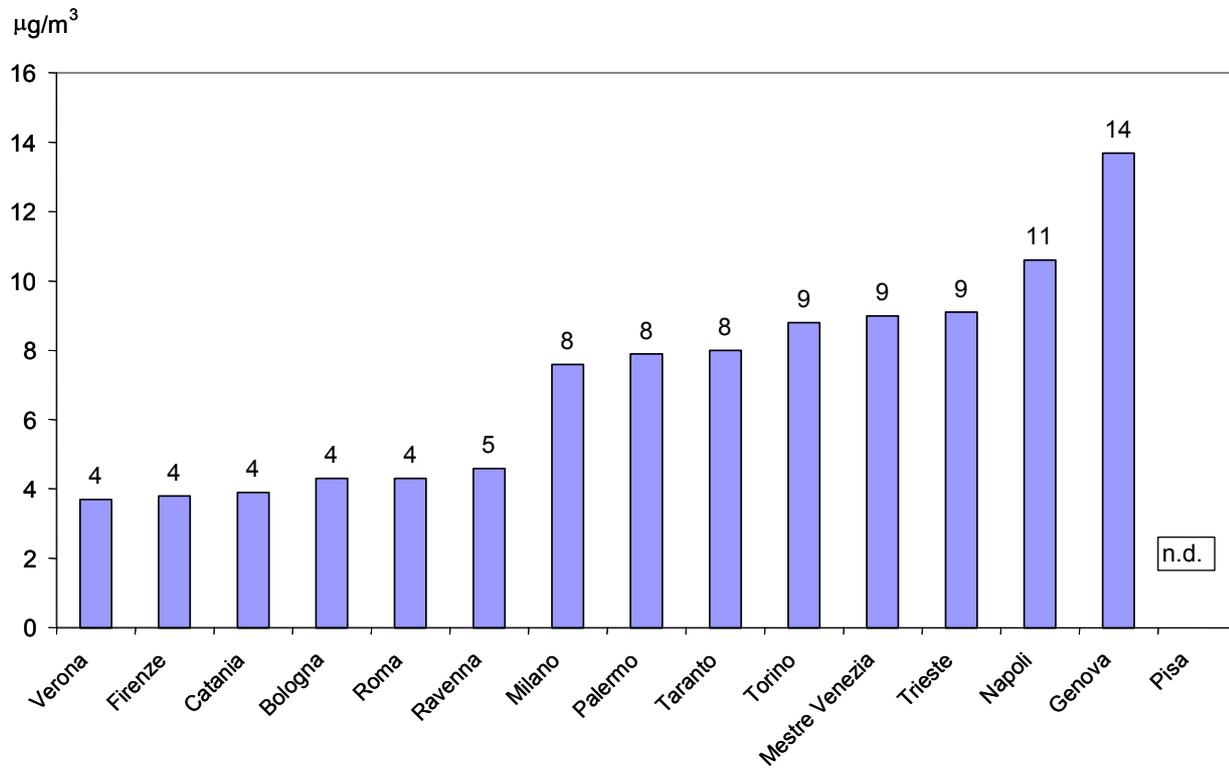


Figura 8 NO<sub>2</sub>, 50° percentile medie 24 h (Fonte MISA2: AA.VV Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico)

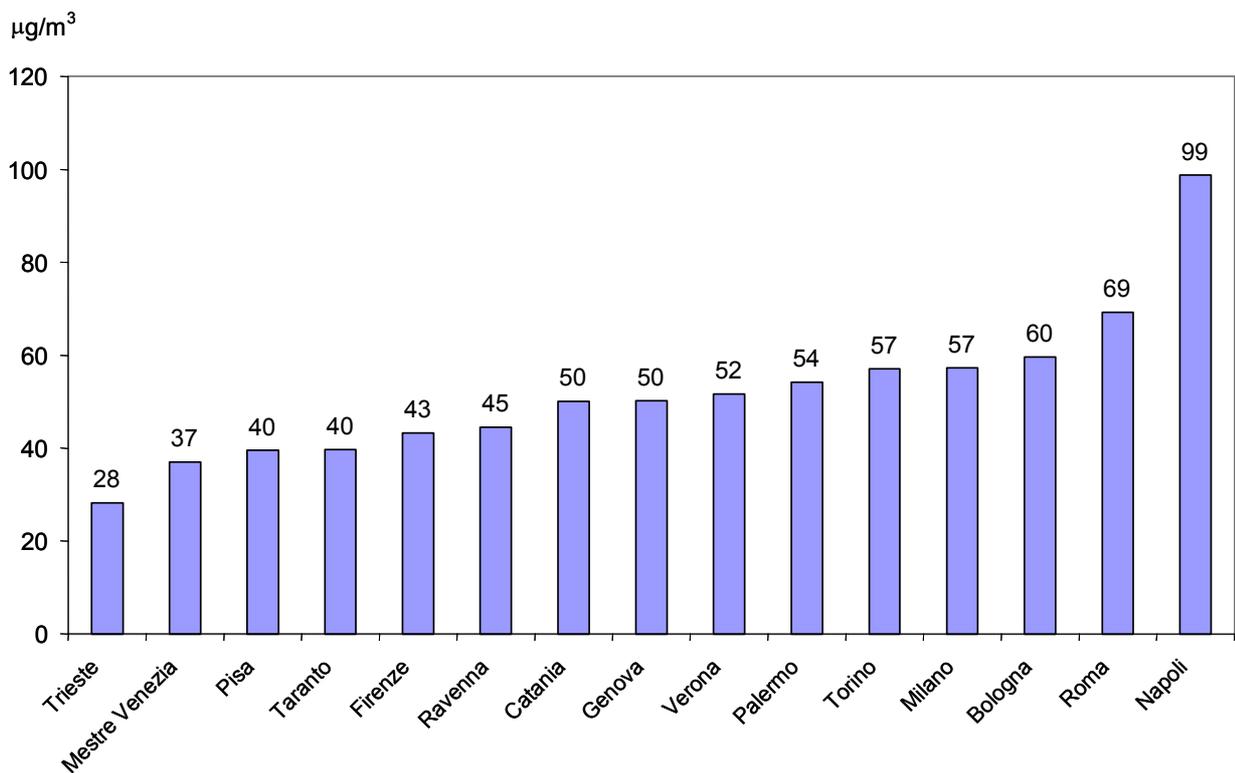


Figura 9 *SO<sub>2</sub>, 50° percentile medie 24 h (Fonte MISA2: AA.VV Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico)*

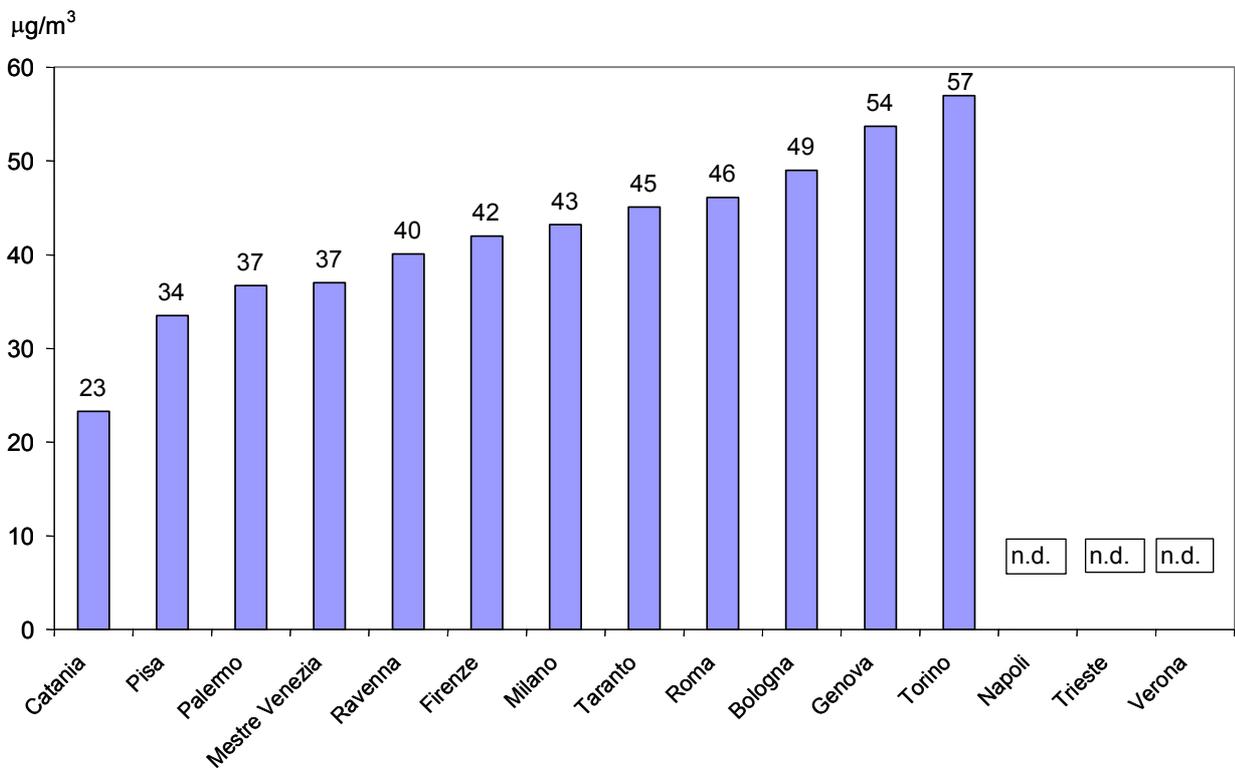


Figura 10 *PM10, 50° percentile medie 24 h (Fonte MISA2: AA.VV Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico)*

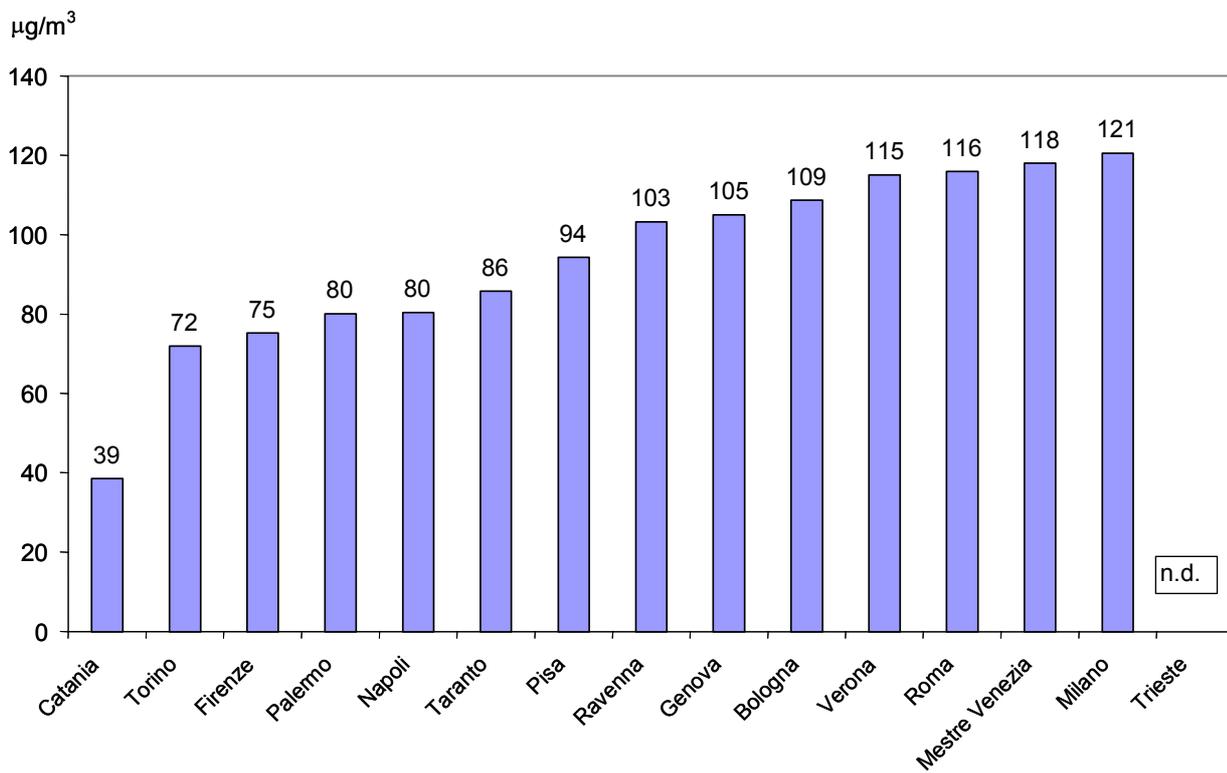


Figura 11 *O<sub>3</sub>, 50° percentile max giornaliero media mobile 8 h (Fonte MISA2: AA.VV Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico)*

## 2.4 I dati di PM2,5

(Anna M. Caricchia (APAT), Maria G. Dirodi (MATT), Federica Moricci (APAT))

Nella tabella 9 che segue si riportano i dati relativi alla concentrazione media annua di PM2,5 in Italia, in base ai dati attualmente disponibili. In grassetto sono indicate le concentrazioni che superano il "concentration cap" di 25 µg/m<sup>3</sup> indicato per il 2010 nella proposta di "Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (COM(2005) 447 definitivo).

<b>CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA DI PM2,5</b>					
<b>CITTA</b>	<b>STAZIONE</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
MILANO	ZAVATTARI	<b>33 (a)</b>	<b>34 (a)</b>		25 (b)
MILANO	VIA MESSINA	<b>42 (a)</b>	<b>43 (a)</b>		<b>51 (b)</b>
COMO	COMO CENTRO	23 (a)	23 (a)		
BRESCIA	BS CANTORE				21 (b)
ASTI	BUTTIGLIERA D'ASTI			<b>30 (a)</b>	
BOLZANO	BZ2 PIAZZA VERDI				16 (b)
BOLZANO	BZ4 VIA C. AUGUSTA			19 (a,b)	17 (b)
TRENTO	LARGO PORTA NUOVA			<b>26 (a)</b>	
LIVORNO	VIALE CARDUCCI			25 (a)	
FIRENZE	FI Giardino di Boboli			23 (c)	17 (b, c)
FIRENZE	FI Viale Bassi			21 (b, c)	15 (b, c)
FIRENZE	FI Viale Gramsci			<b>29 (c)</b>	23 (b,c)
FIRENZE	FI Viale Rosselli			<b>50 (c)</b>	<b>51 (c)</b>
FIRENZE	FI Via Ponte alle Mosse	18 (c)	<b>27 (c)</b>	20 (c)	<b>30 (c)</b>
MONTELUPO	Montelupo F.no - Pratelle	<b>26 (c)</b>	24 (c)	25 (c)	21 (c)

a) MATT (i dati provengono dalla ricognizione effettuata nell'ambito dei lavori del Tavolo Tecnico sulla Qualità dell'aria; prot. IAR/2003/14801 del 4/11/03)  
b) BRACE  
c) ARPA TOSCANA

Tabella 9 Concentrazione media annua di PM2,5 in Italia negli anni 2001, 2002, 2003 e 2004

### **3 DATI CLIMATICI UTILI ALLA VALUTAZIONE DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**

*(Franco Desiato, APAT)*

Il Sistema nazionale per la raccolta, elaborazione e diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA) dell'APAT elabora e mette a disposizione gruppi di valori statistici (convenzionalmente denominati indicatori) su base decadale, mensile e annuale, di tutte le più importanti variabili meteorologiche. Allo stato attuale, sono disponibili le basi storiche di indicatori derivati dalle osservazioni delle reti dell'Ufficio Generale per la Meteorologia dell'Aeronautica Militare, dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale e del Servizio Idrometeorologico dell'ARPA Emilia Romagna. E' in corso di perfezionamento la stipula di convenzioni APAT – Agenzie Regionali di Protezione dell'Ambiente, che consentirà, attraverso l'utilizzo e l'alimentazione del sistema da parte di diverse fonti di dati regionali titolari di serie temporali significative dal punto di vista della continuità e della qualità dei dati, di completare, consolidare e aggiornare periodicamente l'insieme delle informazioni necessarie alla caratterizzazione del clima sul territorio nazionale e alla valutazione delle sue variazioni.

Per quanto riguarda la valutazione dello stato della qualità dell'aria, possono essere di interesse, in particolare, i gruppi di indicatori delle seguenti variabili: temperatura, precipitazioni, umidità relativa, vento, copertura nuvolosa, eliofania. Tutti gli indicatori relativi a queste come ad altre variabili meteorologiche, nonché i relativi metadati (cioè le informazioni sulle reti e le stazioni di misura dalle cui osservazioni sono derivati gli indicatori) sono disponibili attraverso il sito web [www.scia.sinanet.apat.it](http://www.scia.sinanet.apat.it). Attraverso il sito web è possibile interrogare il sistema per ottenere le serie di indicatori sotto forma di diagrammi temporali, la loro distribuzione spaziale sotto forma di mappe con curve di livello, e scaricare i corrispondenti file di testo.

Possono essere inoltre di interesse le tabelle di frequenza delle classi di intensità e settore di provenienza del vento (anche per classe di stabilità atmosferica) e delle classi di intensità di precipitazione. Questi gruppi di indicatori, così come l'intero contenuto delle informazioni elaborate e archiviate attraverso il sistema SCIA, sono accessibili dallo stesso sito web, attraverso un'area riservata all'APAT e a tutti gli organismi convenzionati.

## 4 ANALISI TECNICA

### 4.1 Analisi e confronto dei flussi di dati con riferimento alla Decisione Europea EoI e al DM60/02

(Silvia Brini, Anna M. Caricchia, Alessandra Gaeta, Giuseppe Gandolfo, APAT)

Le decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE sull'*Exchange of Information* prevedono che ogni paese comunichi annualmente alla Commissione europea informazioni dettagliate sulle reti e le stazioni di monitoraggio che operano sul territorio e sugli inquinanti monitorati (dati grezzi e parametri statistici). A tal fine già da diversi anni l'APAT ha sviluppato un sistema di raccolta delle informazioni dal livello locale (Punti Focali Regionali) al livello centrale e di successiva trasmissione all'Agenzia Europa e al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio che provvede alla trasmissione alla Commissione europea. Le informazioni trasmesse si riferiscono ad un set di stazioni di monitoraggio selezionato in accordo con le Regioni e i PFR/gestori. La trasmissione delle informazioni riguarda anche l'ozono troposferico estivo in adempimento all'attuale D.Lgs. 183/04, limitatamente all'art. 9, comma 1, lettera *e* ed *f*. Tutte le informazioni raccolte vanno ad alimentare la banca dati BRACE dell'APAT consultabile on-line all'indirizzo [www.brace.sinanet.apat.it](http://www.brace.sinanet.apat.it).

Il DM 60/2002 prevede che una volta all'anno le Regioni e le Province Autonome, come autorità competenti per la valutazione e la gestione della qualità dell'aria a livello locale, trasferiscano al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e al Ministero della Salute per il tramite dell'APAT le informazioni relative alla qualità dell'aria nelle zone identificate nel proprio territorio. Per ogni zona l'autorità competente identifica le stazioni di monitoraggio i cui dati danno conto della qualità dell'aria e riporta nel questionario gli eventuali superamenti dei valori limite per gli inquinanti considerati dal DM 60/2002. Il trasferimento delle informazioni di cui all'Allegato XII del DM 60/2002 è iniziato con riferimento all'anno 2001.

Dall'analisi dei contenuti dei questionari riferiti all'anno 2001 è risultata evidente la non piena corrispondenza dell'insieme delle stazioni di monitoraggio identificate dalle autorità competenti per la valutazione della qualità dell'aria con il *set* di stazioni individuato dai PFR (Punti Focali Regionali) per il trasferimento delle informazioni nell'ambito della Decisione *EoI*.

A questo si è aggiunto il fatto che per gli anni successivi al 2001 alcune Regioni e Province Autonome hanno apportato modifiche alla zonizzazione del proprio territorio variando a volte numero e/o caratteristiche delle stazioni di monitoraggio considerate.

Il confronto tra le stazioni considerate nell'ambito dell'Allegato XII al DM 60/2002 e quelle considerate per la Decisione *EoI* viene presentato nella tabella 10 che riporta a titolo di esempio la situazione delle stazioni di PM10 per l'anno 2002.

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
1306804	PIAZZA GRUE	ABRUZZO	PESCARA	PESCARA	Urban	Traffic
1306805	VIA FIRENZE	ABRUZZO	PESCARA	PESCARA	Urban	Traffic
1306809	TEATRO D'ANNUNZIO	ABRUZZO	PESCARA	PESCARA	Suburban	Background
1707612	LAVELLO	BASILICATA	POTENZA	LAVELLO	Urban	Industrial
1707602	MELFI	BASILICATA	POTENZA	MELFI	Suburban	Industrial
1707607	SAN NICOLA DI MELFI	BASILICATA	POTENZA	MELFI	Suburban	Industrial
1707603	POTENZA - C.DA ROSSELLINO	BASILICATA	POTENZA	POTENZA	Suburban	Industrial
1707604	POTENZA - VIA CAPORELLA	BASILICATA	POTENZA	POTENZA	Urban	Traffic
1707606	POTENZA - VIALE UNICEF	BASILICATA	POTENZA	POTENZA	Urban	Traffic
1707605	POTENZA - VIALE FIRENZE	BASILICATA	POTENZA	POTENZA	Urban	Traffic
1707609	VAL D'AGRI - VIGGIANO C.DA CIANCIARULO	BASILICATA	POTENZA	VIGGIANO	Rural	Industrial
1707611	VAL D'AGRI - VIGGIANO ZONA INDUSTRIALE	BASILICATA	POTENZA	VIGGIANO	Rural	Industrial
1506301	NA07 ENTE FERROVIE	CAMPANIA	NAPOLI	NAPOLI	Urban	Traffic
1506306	NA02 OSPEDALE SANTOBONO	CAMPANIA	NAPOLI	NAPOLI	Urban	Traffic
1506309	NA05 SCUOLA VANVITELLI	CAMPANIA	NAPOLI	NAPOLI	Urban	Traffic
1506308	NA04 SCUOLA SILIO ITALICO	CAMPANIA	NAPOLI	NAPOLI	Urban	Traffic
1506304	NA06 MUSEO NAZIONALE	CAMPANIA	NAPOLI	NAPOLI	Urban	Traffic
803711	MONTE CUCCOLINO	EMILIA - ROMAGNA	BOLOGNA	BOLOGNA	Suburban	Background
803707	FIERA	EMILIA - ROMAGNA	BOLOGNA	BOLOGNA	Urban	Traffic
803713	S.FELICE	EMILIA - ROMAGNA	BOLOGNA	BOLOGNA	Urban	Traffic
803803	CORSO ISONZO	EMILIA - ROMAGNA	FERRARA	FERRARA	Urban	Traffic
803809	S.GIOVANNI	EMILIA - ROMAGNA	FERRARA	FERRARA	Urban	Traffic
803805	GHERARDI	EMILIA - ROMAGNA	FERRARA	JOLANDA DI SAVOIA	Rural	Background
804009	RESISTENZA PARK	EMILIA - ROMAGNA	FORLI'	FORLI'	Urban	Traffic
804005	BUFALINI	EMILIA - ROMAGNA	FORLI'	CESENA	Urban	Traffic
804011	BECCARIA PLACE	EMILIA - ROMAGNA	FORLI'	FORLI'	Urban	Traffic
803603	MODENA - CARPI 2	EMILIA - ROMAGNA	MODENA	CARPI	Suburban	Traffic
803621	MODENA - MARANELLO	EMILIA - ROMAGNA	MODENA	MARANELLO	Suburban	Traffic
803620	MODENA - XX SETTEMBRE	EMILIA - ROMAGNA	MODENA	MODENA	Urban	Background
803612	MODENA - NONANTOLANA	EMILIA - ROMAGNA	MODENA	MODENA	Urban	Traffic
803611	MODENA - SPEZZANO 2	EMILIA - ROMAGNA	MODENA	MODENA	Urban	Traffic
803401	PRCTDLA	EMILIA - ROMAGNA	PARMA	PARMA	Urban	Background
803405	PRMNTBL	EMILIA - ROMAGNA	PARMA	PARMA	Urban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
803406	PR SPLTO	EMILIA - ROMAGNA	PARMA	PARMA	Urban	Traffic
803312	PUBBLICO PASSEGGIO	EMILIA - ROMAGNA	PIACENZA	PIACENZA	Urban	Background
803905	COTIGNOLA	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	COTIGNOLA	Urban	Industrial
803917	V.LE CERAMICHE	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	FAENZA	Urban	Traffic
803903	AZIENDA MARANI	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	RAVENNA	Rural	Industrial
803920	VIA CAORLE	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	RAVENNA	Urban	Traffic
803915	S.A.P.I.R.	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	RAVENNA	Suburban	Industrial
803910	NUOVA ROCCA BRANCALEONE	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	RAVENNA	Urban	Traffic
803921	ZALAMELLA	EMILIA - ROMAGNA	RAVENNA	RAVENNA	Urban	Traffic
803508	SAN LAZZARO	EMILIA - ROMAGNA	REGGIO NELL'EMILIA	REGGIO NELL'EMILIA	Suburban	Background
803513	VIALE TIMAVO	EMILIA - ROMAGNA	REGGIO NELL'EMILIA	REGGIO NELL'EMILIA	Urban	Traffic
803512	VIALE RISORGIMENTO	EMILIA - ROMAGNA	REGGIO NELL'EMILIA	REGGIO NELL'EMILIA	Urban	Traffic
804001	RICCIONE LUNGOMARE LIBERTÀ	EMILIA - ROMAGNA	RIMINI	RICCIONE	Urban	Traffic
804002	RIMINI PARCO MARECCHIA	EMILIA - ROMAGNA	RIMINI	RIMINI	Suburban	Background
804004	RIMINI VIA FLAMINIA	EMILIA - ROMAGNA	RIMINI	RIMINI	Urban	Traffic
603211	MUGGIA	FRIULI VENEZIA GIULIA	TRIESTE	MUGGIA	Urban	Industrial
603203	PIAZZA GOLDONI	FRIULI VENEZIA GIULIA	TRIESTE	TRIESTE	Urban	Traffic
603208	PIAZZA LIBERTA	FRIULI VENEZIA GIULIA	TRIESTE	TRIESTE	Urban	Traffic
603209	PITACCO	FRIULI VENEZIA GIULIA	TRIESTE	TRIESTE	Urban	Industrial
603210	VIA SVEVO	FRIULI VENEZIA GIULIA	TRIESTE	TRIESTE	Urban	Industrial
603207	VIA CARPINETO	FRIULI VENEZIA GIULIA	TRIESTE	TRIESTE	Suburban	Industrial
603010	S.GIOVANNI AL NATISONE	FRIULI VENEZIA GIULIA	UDINE	SAN GIOVANNI AL NATISONE	Suburban	Industrial
603013	TOLMEZZO	FRIULI VENEZIA GIULIA	UDINE	TOLMEZZO	Suburban	Industrial
1206005	FORTECHIARI	LAZIO	FROSINONE	FORTECHIARI	Rural	Background
1205874	FROSINONE SCALO	LAZIO	FROSINONE	FROSINONE	Suburban	Industrial
1205906	LT-V.TASSO	LAZIO	LATINA	LATINA	Urban	Traffic
1205809	L.GO ARENULA	LAZIO	ROMA	ROMA	Urban	Traffic
1205810	L.GO MAGNA GRECIA	LAZIO	ROMA	ROMA	Urban	Traffic
1205813	P.ZZA E.FERMI	LAZIO	ROMA	ROMA	Urban	Traffic
1205820	VILLA ADA	LAZIO	ROMA	ROMA	Urban	Background
1205602	VITERBO	LAZIO	VITERBO	VITERBO	Urban	Traffic
701005	BUSALLA (P.ZZA GARIBALDI)	LIGURIA	GENOVA	BUSALLA	Urban	Traffic
701015	PIAZZA MASNATA	LIGURIA	GENOVA	GENOVA	Urban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
701016	QUARTO	LIGURIA	GENOVA	GENOVA	Urban	Background
701021	VIA GESSI	LIGURIA	GENOVA	GENOVA	Urban	Industrial
701004	BRIGNOLE	LIGURIA	GENOVA	GENOVA	Urban	Traffic
701103	VIA SPALLANZANI - LA SPEZIA	LIGURIA	LA SPEZIA	LA SPEZIA	Urban	Traffic
701112	FOSSAMAISTRA	LIGURIA	LA SPEZIA	LA SPEZIA	Urban	Industrial
301620	ALZANO LOMBARDO	LOMBARDIA	BERGAMO	ALZANO LOMBARDO	Urban	Industrial
301610	MEUCCI	LOMBARDIA	BERGAMO	BERGAMO	Urban	Traffic
301614	S.GIORGIO	LOMBARDIA	BERGAMO	BERGAMO	Urban	Traffic
301612	PITENTINO	LOMBARDIA	BERGAMO	BERGAMO	Urban	Traffic
301605	DALMINE	LOMBARDIA	BERGAMO	DALMINE	Urban	Traffic
301619	LALLIO	LOMBARDIA	BERGAMO	LALLIO	Suburban	Industrial
301621	OSIO SOTTO	LOMBARDIA	BERGAMO	OSIO SOTTO	Rural	Background
301613	PONTE S.PIETRO	LOMBARDIA	BERGAMO	PONTE SAN PIETRO	Urban	Traffic
301615	SERiate	LOMBARDIA	BERGAMO	SERiate	Urban	Traffic
301617	TREVIGLIO	LOMBARDIA	BERGAMO	TREVIGLIO	Urban	Traffic
301702	BROLETTO	LOMBARDIA	BRESCIA	BRESCIA	Urban	Background
301710	BS OSPITALETTO	LOMBARDIA	BRESCIA	OSPITALETTO	Suburban	Background
301719	BETTOLE	LOMBARDIA	BRESCIA	BRESCIA	Suburban	Traffic
301709	ODOLO	LOMBARDIA	BRESCIA	ODOLO	Suburban	Industrial
301711	REZZATO	LOMBARDIA	BRESCIA	REZZATO	Suburban	Background
301713	SAREZZO_2	LOMBARDIA	BRESCIA	SAREZZO	Urban	Background
301306	CANTU'	LOMBARDIA	COMO	CANTU'	Urban	Traffic
301311	SCUOLA C.PLINIO	LOMBARDIA	COMO	COMO	Urban	Traffic
301307	ERBA	LOMBARDIA	COMO	ERBA	Suburban	Background
301309	MARIANO COMENSE	LOMBARDIA	COMO	MARIANO COMENSE	Suburban	Traffic
301310	OLGIATE COMASCO	LOMBARDIA	COMO	OLGIATE COMASCO	Urban	Traffic
301904	CREMA BOCCIOFILA	LOMBARDIA	CREMONA	CREMA	Urban	Traffic
301908	PIAZZA LIBERTA'	LOMBARDIA	CREMONA	CREMONA	Urban	Traffic
301909	PIZZIGHETTONE	LOMBARDIA	CREMONA	PIZZIGHETTONE	Urban	Background
301912	SORESINA	LOMBARDIA	CREMONA	SORESINA	Suburban	Traffic
301302	LECCO CENTRO	LOMBARDIA	LECCO	LECCO	Urban	Traffic
301303	MERATE	LOMBARDIA	LECCO	MERATE	Urban	Traffic
301304	NIBIONNO	LOMBARDIA	LECCO	NIBIONNO	Suburban	Background
309802	LODI	LOMBARDIA	LODI	LODI	Urban	Traffic
302009	P.ZZA DEI MILLE	LOMBARDIA	MANTOVA	MANTOVA	Urban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
302006	VIA ARIOSTO	LOMBARDIA	MANTOVA	MANTOVA	Urban	Industrial
301505	ARESE	LOMBARDIA	MILANO	ARESE	Urban	Traffic
301525	MAGENTA VF	LOMBARDIA	MILANO	MAGENTA	Urban	Background
301527	MEDA	LOMBARDIA	MILANO	MEDA	Urban	Background
301518	JUVARA	LOMBARDIA	MILANO	MILANO	Urban	Background
301544	ZAVATTARI	LOMBARDIA	MILANO	MILANO	Urban	Traffic
301524	LIMITO	LOMBARDIA	MILANO	PIOLTELLO	Urban	Background
301555	TREZZO D'ADDA	LOMBARDIA	MILANO	TREZZO SULL'ADDA	Suburban	Background
301541	MI MESSINA	LOMBARDIA	MILANO	MILANO	Urban	Background
301543	VIMERCATE	LOMBARDIA	MILANO	VIMERCATE	Urban	Background
301540	MI VERZIERE	LOMBARDIA	MILANO	MILANO	Urban	Traffic
301805	P.ZZA MINERVA	LOMBARDIA	PAVIA	PAVIA	Urban	Traffic
301403	MORBEGNO2	LOMBARDIA	SONDRIO	MORBEGNO	Urban	Background
301404	SONDRIO CENTRO	LOMBARDIA	SONDRIO	SONDRIO	Urban	Traffic
301401	SONDRIO BORMIO	LOMBARDIA	SONDRIO	BORMIO	Rural	Background
301405	TIRANO	LOMBARDIA	SONDRIO	TIRANO	Urban	Traffic
301214	BUSTO ACCAM	LOMBARDIA	VARESE	BUSTO ARSIZIO	Suburban	Industrial
301202	BUSTO PALERMO	LOMBARDIA	VARESE	BUSTO ARSIZIO	Urban	Traffic
301203	CARAVATE CAVOUR	LOMBARDIA	VARESE	CARAVATE	Suburban	Industrial
301204	CARAVATE FILZI	LOMBARDIA	VARESE	CARAVATE	Suburban	Industrial
301207	GALLARATE XX SETT	LOMBARDIA	VARESE	GALLARATE	Urban	Traffic
301211	SARONNO-MARCONI	LOMBARDIA	VARESE	SARONNO	Urban	Traffic
301212	V.LE BORRI	LOMBARDIA	VARESE	VARESE	Urban	Traffic
301208	LICEO ARTISTICO	LOMBARDIA	VARESE	VARESE	Urban	Traffic
301213	VIA VIDOLETTI	LOMBARDIA	VARESE	VARESE	Suburban	Background
1104106	GIOLITTI	MARCHE				
1104107	MONTE GRAPPA	MARCHE				
1104201	ANCONA/PIAZZA ROMA	MARCHE	ANCONA	ANCONA	Urban	Traffic
1104204	ANCONA TORRETTE	MARCHE	ANCONA	ANCONA	Suburban	Traffic
1104210	FALCONARA SCUOLA	MARCHE	ANCONA	FALCONARA MARITTIMA	Suburban	Industrial
1104214	MARINA DI MONTEMARCIANO	MARCHE	ANCONA	MONTEMARCIANO	Suburban	Traffic
1104403	ASCOLI VIALE MARCONI	MARCHE	ASCOLI PICENO	ASCOLI PICENO	Urban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
1104404	ZONA INDUSTRIALE ASCOLI PICENO	MARCHE	ASCOLI PICENO	ASCOLI PICENO	Suburban	Industrial
1104406	MONSAMPOLO	MARCHE	ASCOLI PICENO	MONSAMPOLO DEL TRONTO	Suburban	Industrial
1104402	S.BENEDETTO DEL TRONTO	MARCHE	ASCOLI PICENO	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	Urban	Traffic
1104301	CIVITANOVA MARCHE	MARCHE	MACERATA	CIVITANOVA MARCHE	Urban	Traffic
1104102	FANO 1	MARCHE	PESARO	FANO	Urban	Traffic
1104101	PESARO - 1	MARCHE	PESARO	PESARO	Urban	Traffic
100601	AL_6003_NUOVAORTI	PIEMONTE	ALESSANDRIA	ALESSANDRIA	Suburban	Traffic
100603	AL_6003_PLIBERTA	PIEMONTE	ALESSANDRIA	ALESSANDRIA	Urban	Traffic
100605	AL_6039_CASALEMONFERRATO	PIEMONTE	ALESSANDRIA	CASALE MONFERRATO	Suburban	Traffic
100606	AL_6114_NOVILIGURE	PIEMONTE	ALESSANDRIA	NOVI LIGURE	Suburban	Traffic
100607	AL_6160_SERRAVALLESCR	PIEMONTE	ALESSANDRIA	SERRAVALLE SCRIVIA	Rural	Background
100608	AL_6174_TORTONA	PIEMONTE	ALESSANDRIA	TORTONA	Suburban	Traffic
10501	AT_5005_DACQUISTO	PIEMONTE	ASTI	ASTI	Urban	Background
10502	AT_5012_BUTTIGLIERA	PIEMONTE	ASTI	BUTTIGLIERA D'ASTI	Rural	Background
109602	BI_2012_BIELLA1	PIEMONTE	BIELLA	BIELLA	Suburban	Background
109603	BI_2046_COSSATO	PIEMONTE	BIELLA	COSSATO	Suburban	Background
109604	BI_2149_PONZONE	PIEMONTE	BIELLA	TRIVERO	Suburban	Background
109605	BI_2159_VERRONE	PIEMONTE	BIELLA	VERRONE	Suburban	Background
10407	CN_4003_ALBA	PIEMONTE	CUNEO	ALBA	Suburban	Background
10405	CN_4029_BRA	PIEMONTE	CUNEO	BRA	Suburban	Background
10402	CN_4078_CUNEO	PIEMONTE	CUNEO	CUNEO	Urban	Background
10401	CN_4201_SALICETO	PIEMONTE	CUNEO	SALICETO	Suburban	Background
10310	NO_3106_LEONARDI	PIEMONTE	NOVARA	NOVARA	Urban	Traffic
100114	TO_1028_BORGARO	PIEMONTE	TORINO	BORGARO TORINESE	Suburban	Background
100115	TO_1045_BUTTIGLIERA	PIEMONTE	TORINO	BUTTIGLIERA ALTA	Suburban	Traffic
100117	TO_1059_CARMAGNOLA	PIEMONTE	TORINO	CARMAGNOLA	Suburban	Traffic
100122	TO_1099_MANDRIA	PIEMONTE	TORINO	DRUENTO	Rural	Background
100124	TO_1125_IVREA	PIEMONTE	TORINO	IVREA	Suburban	Traffic
100127	TO_1191_PINEROLO	PIEMONTE	TORINO	PINEROLO	Suburban	Traffic
100130	TO_1270_SUSA	PIEMONTE	TORINO	SUSA	Suburban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
100103	TO_1272_TO_GRASSI	PIEMONTE	TORINO	TORINO	Suburban	Traffic
100111	TO_1272_TO_PRIVOLI	PIEMONTE	TORINO	TORINO	Urban	Traffic
100108	TO_1272_TO_CONSOLATA	PIEMONTE	TORINO	TORINO	Urban	Traffic
100109	TO_1272_TO_G Aidano	PIEMONTE	TORINO	TORINO	Urban	Background
10303	NO_3156_VERBANIA	PIEMONTE	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	VERBANIA	Suburban	Background
10203	VC_2016_BORGOSIESIA	PIEMONTE	VERCELLI	BORGOSIESIA	Suburban	Background
10202	VC_2158_VC_CENTRO	PIEMONTE	VERCELLI	VERCELLI	Urban	Background
2009204	CENAS8	SARDEGNA	CAGLIARI	ASSEMINI	Suburban	Industrial
2009218	CENCB1	SARDEGNA	CAGLIARI	CARBONIA	Suburban	Background
2009213	CENNM1	SARDEGNA	CAGLIARI	NURAMINIS	Rural	Industrial
2009221	CENPS6	SARDEGNA	CAGLIARI	PORTOSCUSO	Suburban	Industrial
2009205	CENPS2	SARDEGNA	CAGLIARI	PORTOSCUSO	Suburban	Industrial
2009222	CENPS7	SARDEGNA	CAGLIARI	PORTOSCUSO	Suburban	Industrial
2009214	CENSG1	SARDEGNA	CAGLIARI	SAN GAVINO MONREALE	Urban	Background
2009220	CENST2	SARDEGNA	CAGLIARI	SANT'ANTIOCO	Suburban	Industrial
2009211	CENSA2	SARDEGNA	CAGLIARI	SARROCH	Suburban	Industrial
2009217	CENVS1	SARDEGNA	CAGLIARI	VILLASOR	Suburban	Background
1908504	CORSO V. EMANUELE	SICILIA	CALTANISSETTA	CALTANISSETTA	Urban	Traffic
1908508	OSPEDALE V. EMANUELE	SICILIA	CALTANISSETTA	GELA	Urban	Traffic
1908303	MESSINA (ARCHIMEDE)	SICILIA	MESSINA	MESSINA	Urban	Traffic
1908201	BELGIO	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Urban	Traffic
1908202	BOCCADIFALCO	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Suburban	Background
1908206	TORRELUNGA	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Suburban	Traffic
1908205	INDIPENDENZA	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Urban	Traffic
1908204	GIULIO CESARE	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Urban	Traffic
1908207	UNITÀ DI ITALIA	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Urban	Traffic
1908209	DI BLASI	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Urban	Traffic
1908208	CASTELNUOVO	SICILIA	PALERMO	PALERMO	Urban	Traffic
	Viale Felice Fontana	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Suburbana	Traffic
	Via Messina	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Suburbana	Traffic
	P.zza Europa	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	Ospedale Garibaldi	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	P.zza Risorgimento	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
	P.zza Michelangelo	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	Zona Industriale	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	P.zza aldo Moro	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	P.zza Giovanni XXIII	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	P.zza Stesicoro	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	Viale della Regione	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Suburbana	Traffic
	Viale Veneto	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	Librino	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	Piazza Gioeni	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
	Giuffrida	SICILIA	CATANIA	CATANIA	Urban	Traffic
1908965	BIXIO	SICILIA	SIRACUSA	SIRACUSA	Urban	Traffic
1908966	SPECCHI	SICILIA	SIRACUSA	SIRACUSA	Urban	Traffic
1908967	TERACATI	SICILIA	SIRACUSA	SIRACUSA	Urban	Traffic
905106	P.ZZA REPUBBLICA	TOSCANA	AREZZO	AREZZO	Urban	Traffic
	Via Unione Sovietica	TOSCANA	GROSSETO	GROSSETO		
	Viale Sonnino	TOSCANA	GROSSETO	GROSSETO		
904822	CALENZANO BOCCACCIO	TOSCANA	FIRENZE	CALENZANO	Rural	Industrial
904808	EMPOLI VIA RIDOLFI	TOSCANA	FIRENZE	EMPOLI	Urban	Traffic
904809	FI BASSI	TOSCANA	FIRENZE	FIRENZE	Urban	Background
904824	SCANDICCI BUOZZI	TOSCANA	FIRENZE	FIRENZE	Urban	Background
904823	FI ROSSELLI	TOSCANA	FIRENZE	FIRENZE	Urban	Traffic
904810	FI BOBOLI	TOSCANA	FIRENZE	FIRENZE	Urban	Background
904811	FI GRAMSCI	TOSCANA	FIRENZE	FIRENZE	Urban	Traffic
904812	FI MOSSE	TOSCANA	FIRENZE	FIRENZE	Urban	Traffic
904818	MONTELUPO VIA DON MILANI	TOSCANA	FIRENZE	MONTELUPO FIORENTINO	Urban	Background
904820	MONTELUPO PRATELLE	TOSCANA	FIRENZE	MONTELUPO FIORENTINO	Rural	Industrial
904907	MAUROGORDATO	TOSCANA	LIVORNO	LIVORNO	Rural	Background
904909	GOBETTI	TOSCANA	LIVORNO	LIVORNO	Urban	Traffic
904908	CARDUCCI	TOSCANA	LIVORNO	LIVORNO	Urban	Traffic
904905	COTONE	TOSCANA	LIVORNO	PIOMBINO	Suburban	Industrial
904903	VENETO	TOSCANA	LIVORNO	ROSIGNANO MARITTIMO	Suburban	Industrial
904901	Via G. Rossa	TOSCANA	LIVORNO	ROSIGNANO MARITTIMO		
904601	CAPANNORI	TOSCANA	LUCCA	CAPANNORI	Suburban	Background

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
904604	LUCCA - VIA PASSAGLIA	TOSCANA	LUCCA	LUCCA	Urban	Background
904606	LUCCA-V.LE CARDUCCI	TOSCANA	LUCCA	LUCCA	Urban	Traffic
904608	V.LE CASTRACANI	TOSCANA	LUCCA	LUCCA	Urban	Traffic
904605	LUCCA- S.MICHELETTO	TOSCANA	LUCCA	LUCCA	Urban	Traffic
904609	VIAREGGIO - L.RGO RISORGIMENTO	TOSCANA	LUCCA	VIAREGGIO	Suburban	Traffic
904610	VIAREGGIO-VIA MARONCELLI	TOSCANA	LUCCA	VIAREGGIO	Urban	Traffic
905002	CASCINA	TOSCANA	PISA	CASCINA	Urban	Traffic
905015	NAVACCHIO	TOSCANA	PISA	CASCINA	Urban	Traffic
905016	S.ROMANO	TOSCANA	PISA	MONTEPOLI IN VAL D'ARNO	Suburban	Industrial
905001	BORGHETTO	TOSCANA	PISA	PISA	Urban	Traffic
	Oratoio	TOSCANA	PISA	PISA		
905011	S.CROCE COOP	TOSCANA	PISA	SANTA CROCE SULL'ARNO	Urban	Industrial
905012	S.CROCE SERAO	TOSCANA	PISA	SANTA CROCE SULL'ARNO	Suburban	Background
904705	VIA PACINOTTI MONTALE	TOSCANA	PISTOIA	MONTALE	Suburban	Industrial
904703	VIA MERLINI MONTECATINI TERME	TOSCANA	PISTOIA	MONTECATINI-TERME	Urban	Traffic
904701	VIA ZAMENHOF PISTOIA	TOSCANA	PISTOIA	PISTOIA	Urban	Traffic
	Via Largo Campidoglio	TOSCANA	SIENA	POGGIBONSI		
904805	VIA ROMA	TOSCANA	PRATO	PRATO	Urban	Traffic
904806	VIA SOFFICI FONTANELLE	TOSCANA	PRATO	PRATO	Urban	Traffic
910001	VIA STROZZI	TOSCANA	PRATO	PRATO	Urban	Traffic
910003	VIA FERRUCCI	TOSCANA	PRATO	PRATO	Urban	Traffic
402103	BZ2 PIAZZA VERDI	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	BOLZANO	Urban	Traffic
402114	BZ5 PIAZZA ADRIANO	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	BOLZANO	Urban	Traffic
402113	BZ4 VIA C. AUGUSTA	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	BOLZANO	Urban	Traffic
402101	BRESSANONE	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	BRESSANONE	Urban	Traffic
402102	BRUNICO	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	BRUNICO	Urban	Traffic
402112	MERANO	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	MERANO	Urban	Traffic
402111	VIPITENO	TRENTINO - ALTO ADIGE	BOLZANO	VIPITENO	Suburban	Background
402201	BORGO VAL	TRENTINO - ALTO ADIGE	TRENTO	BORGO VALSUGANA	Urban	Background
402204	RIVA GAR	TRENTINO - ALTO ADIGE	TRENTO	RIVA DEL GARDA	Urban	Background
402206	ROVERETO LGP	TRENTINO - ALTO ADIGE	TRENTO	ROVERETO	Urban	Background
402205	ROVERETO BEN	TRENTINO - ALTO ADIGE	TRENTO	ROVERETO	Urban	Traffic
402207	TRENTO GAR	TRENTINO - ALTO ADIGE	TRENTO	TRENTO	Suburban	Traffic

CODICE	STAZIONE	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	TIPO ZONA	TIPO STAZIONE
402210	TRENTO VEN	TRENTINO - ALTO ADIGE	TRENTO	TRENTO	Urban	Traffic
1005402	FONTIVEGGE	UMBRIA	PERUGIA	PERUGIA	Urban	Traffic
1005403	P.S.GIOVANNI	UMBRIA	PERUGIA	PERUGIA	Suburban	Traffic
1005510	VIA VERGA	UMBRIA	TERNI	TERNI	Urban	Traffic
1005512	BORGO RIVO	UMBRIA	TERNI	TERNI	Suburban	Industrial
1005404	PPE	UMBRIA	PERUGIA	PERUGIA		
1005503	NFE	UMBRIA	TERNI	NARNI		
1005505	NSC	UMBRIA	TERNI	NARNI		
	ORV					
200703	AOSTA (PIAZZA PLOUVES)	VALLE DI AOSTA	AOSTA	AOSTA	Urban	Traffic
502501	BELLUNO- LA CERVA	VENETO	BELLUNO	BELLUNO	Urban	Traffic
502502	FELTRE	VENETO	BELLUNO	FELTRE	Urban	Background
502808	MANDRIA	VENETO	PADOVA	PADOVA	Suburban	Background
502804	PADOVA-ZONA ARCELLA	VENETO	PADOVA	PADOVA	Urban	Traffic
502702	PIAZZETTA MATTER	VENETO	VENEZIA	VENEZIA	Urban	Background
502718	VIA A. DA MESTRE	VENETO	VENEZIA	VENEZIA	Urban	Background
502710	MESTRE CIRCONVALLAZIONE	VENETO	VENEZIA	VENEZIA	Urban	Traffic
502701	PARCO BISSUOLA	VENETO	VENEZIA	VENEZIA	Urban	Background
502303	SAN GIACOMO	VENETO	VERONA	VERONA	Urban	Traffic
502304	CORSO MILANO	VENETO	VERONA	VERONA	Urban	Traffic
502409	QUARTIERE ITALIA	VENETO	VICENZA	VICENZA	Urban	Background

**NOTE:**

Tra le celle non colorate, quelle scritte in rosso si riferiscono alle stazioni appartenenti alla selezione nazionale utilizzata per l'EoI (es. *P.zza Grue-Abruzzo*) delle quali in BRACE sono riportati sia i dati che i metadati mentre quelle con le scritte in nero si riferiscono alle altre stazioni di cui APAT dispone solo dei metadati (es. *V.le Risorgimento-Emilia Romagna*).

Le celle colorate indicano le stazioni di rilevamento di PM10 utilizzate dalle autorità competenti per la compilazione del questionario ex DM60/02: le celle in giallo sono relative alle stazioni presenti nel database BRACE (es. *Erba-Lombardia*), quelle in rosa si riferiscono alle stazioni non presenti in BRACE.

Tabella 10 Confronto tra le stazioni presenti in BRACE e quelle indicate dalle Regioni e Province Autonome nell'Allegato XII (ex DM60/02) con riferimento al PM10 per l'anno 2002

Come è possibile notare dall'analisi della tabella vi sono differenze significative tra i due *set* di dati, differenze che possono essere classificate per una singola regione e per un determinato anno come segue (per ogni Regione e Provincia Autonoma per ogni anno vale una e una sola situazione dei casi sottoelencati):

- a) le stazioni indicate nell'Allegato XII al DM60/2002 sono tutte quelle presenti in BRACE;
- b) le stazioni indicate nell'Allegato XII al DM60/2002 sono tutte quelle presenti in BRACE più altre non considerate in BRACE;
- c) le stazioni indicate nell'Allegato XII al DM60/2002 sono un sottoinsieme di quelle presenti in BRACE;
- d) le stazioni indicate nell'Allegato XII al DM60/2002 sono un sottoinsieme di quelle presenti in BRACE più alcune stazioni non considerate in BRACE;
- e) le stazioni indicate nell'Allegato XII al DM60/2002 non sono considerate in BRACE.

A questo si aggiunge, come già evidenziato, che in anni diversi le autorità competenti potrebbero avere individuato stazioni diverse per quanto attiene alla valutazione della qualità dell'aria.

Altri elementi di disomogeneità tra i due flussi di informazioni, che non possono essere non menzionati, riguardano alcune modalità di trattamento dei campioni da analizzare (temperatura del campione, ecc.) nonché i criteri di elaborazione dell'informazione fra cui la numerosità dei dati affinché l'indicatore possa essere considerato valido.

In vista dell'esigenza di armonizzazione dei due set di informazioni (BRACE e DM60), in via preliminare, nell'ambito della raccolta dati *EoI* 2005 (anno riferimento 2004), è stata introdotta la richiesta di indicare se la stazione è utilizzata anche per la compilazione dei questionari ai sensi dell'Allegato XII del DM 60/2002.

I risultati di questa prima indagine limitati al confronto di quante tra le stazioni presenti in BRACE sono utilizzate anche per la compilazione dei questionari ai sensi dell'Allegato XII del DM 60/2002, sono sintetizzati in tabella 11. Oltre al numero delle stazioni BRACE e DM60, in tabella per ciascuna regione è riportato il numero di stazioni che comunicano dati di qualità dell'aria in ambito *EoI*. Le stazioni *EoI* sono un sottoinsieme delle stazioni BRACE.

Regione	N. stazioni censite in BRACE <sup>3</sup>	N. stazioni BRACE usate nell'ambito dell'EoI	N. stazioni BRACE usate nell'ambito del DM 60
Piemonte	76	17	23
Valle d'Aosta	13	4	9
Lombardia	172	61	61
Trentino Alto Adige	20	21	19
Veneto	67	12	12
Friuli Venezia Giulia*	39	39	-
Liguria	67	34	22
Emilia Romagna	104	43	43
Toscana	74	13	80
Umbria	17	2	4
Marche	31	7	18
Lazio	56	32	37
Abruzzo	9	9	6
Campania*	24	1	-
Puglia	58	15	25
Basilicata	7	7	8
Calabria	7	0	-
Sicilia	64	8	8
Sardegna	53	33	16
<b>Totale</b>	<b>958</b>	<b>357</b>	<b>391</b>

Tabella 11 Confronto fra numero di stazioni presenti in BRACE (stazioni BRACE), numero di stazioni che comunicano dati di qualità dell'aria in ambito EoI (stazioni EoI) e numero di stazioni utilizzate per la compilazione dei questionari ai sensi dell'Allegato XII del DM 60/2002 (stazioni DM 60). Estrazione da BRACE in data novembre 2005

\*Per tali regioni ad oggi non è stata fornita alcuna informazione

Ribadendo che il confronto è solo sul numero di stazioni, è interessante notare che rispetto al numero di stazioni EoI:

- in Piemonte, Valle d'Aosta, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Puglia e Basilicata il numero di stazioni DM60 è maggiore;
- in Lombardia, Veneto, Emilia Romagna e Sicilia il numero delle stazioni coincide;
- in Trentino, Liguria, Abruzzo e Sardegna il numero di stazioni DM60 è minore rispetto a quello delle stazioni EoI.

Questo screening preliminare, tenendo anche presente che ci potrebbero essere stazioni di monitoraggio utilizzate per la compilazione dei questionari dell'Allegato XII del DM 60/2002 non presenti in BRACE, evidenzia la necessità di un confronto approfondito dei due insiemi di stazioni al fine della selezione di una unica base informativa armonizzata, uniforme e rappresentativa del territorio nazionale.

<sup>3</sup> Il numero è comprensivo delle stazioni appartenenti a reti private. Eventuali differenze sul numero delle stazioni presenti in BRACE riportato in diversi capitoli del presente rapporto sono dovute, oltre che al conteggio delle stazioni appartenenti a reti private, a differenti stati di aggiornamento del database.

## 4.2 Eterogeneità nel numero di stazioni tra Nord e Sud (Giorgio Arduino, regione Piemonte)

Per analizzare la situazione territoriale delle reti sul territorio nazionale si deve poter fare riferimento ad una anagrafica di tutte le stazioni esistenti. Per far questo ci si è riferiti all'anagrafica di tutte le stazioni attive presenti in BRACE le cui informazioni sono state estratte in data 31/12/2004. E' opportuno infatti ricordare che le stazioni fisse di rilevamento della qualità dell'aria come tutti i sistemi complessi, nascono, muoiono, traslocano e si danneggiano.

Basta un'occhiata alla figura seguente (figura 12) per notare che nelle Regioni del Nord è presente il 60% delle stazioni esistenti (494 stazioni), mentre in tutta la parte peninsulare e insulare del nostro paese si trovano solamente 324 stazioni fisse (il restante 40%).

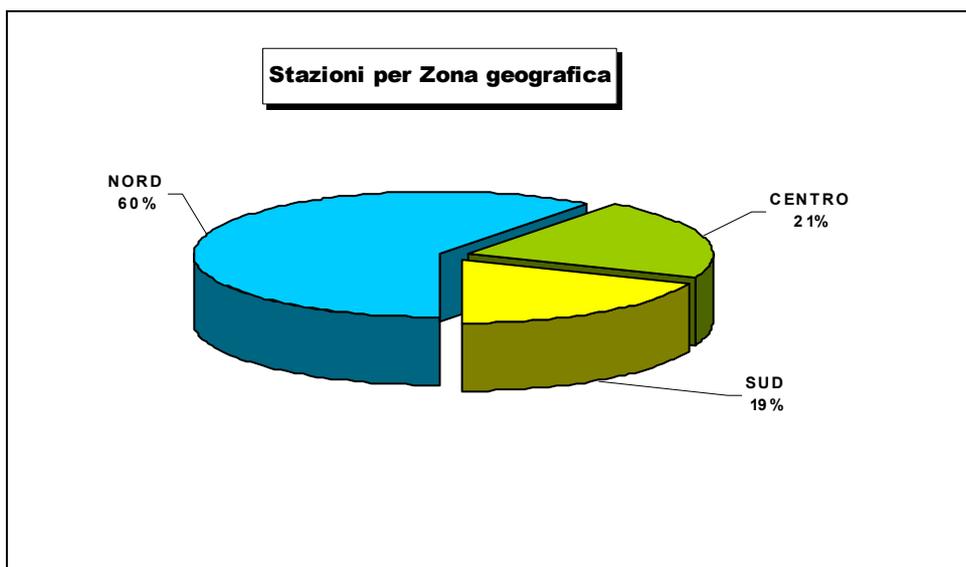


Figura 12 Ripartizione del numero di stazioni per area geografica (informazioni estratte da BRACE in data 31/12/2004)

È opportuno segnalare qui che l'attuale numero di 818 stazioni attive sul territorio nazionale (che annoverano più di 4000 strumenti di misura) è dello stesso ordine di grandezza di quello degli altri paesi europei

Nella figura 13 viene riportata la distribuzione delle stazioni per regione.

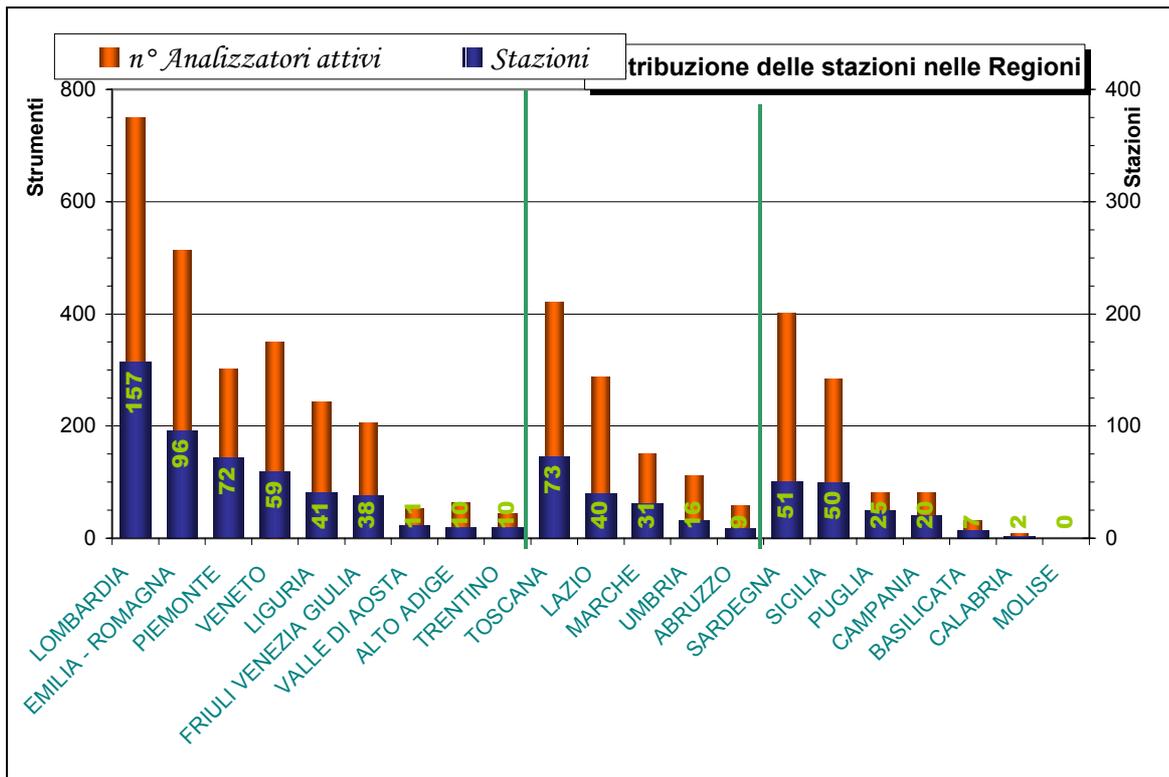


Figura 13 Distribuzione delle stazioni nelle regioni (Fonte: elaborazione su dati BRACE)

Nella figura 14 per le diverse regioni viene evidenziata la tipologia di stazione (fondo, traffico, industriale o non nota).

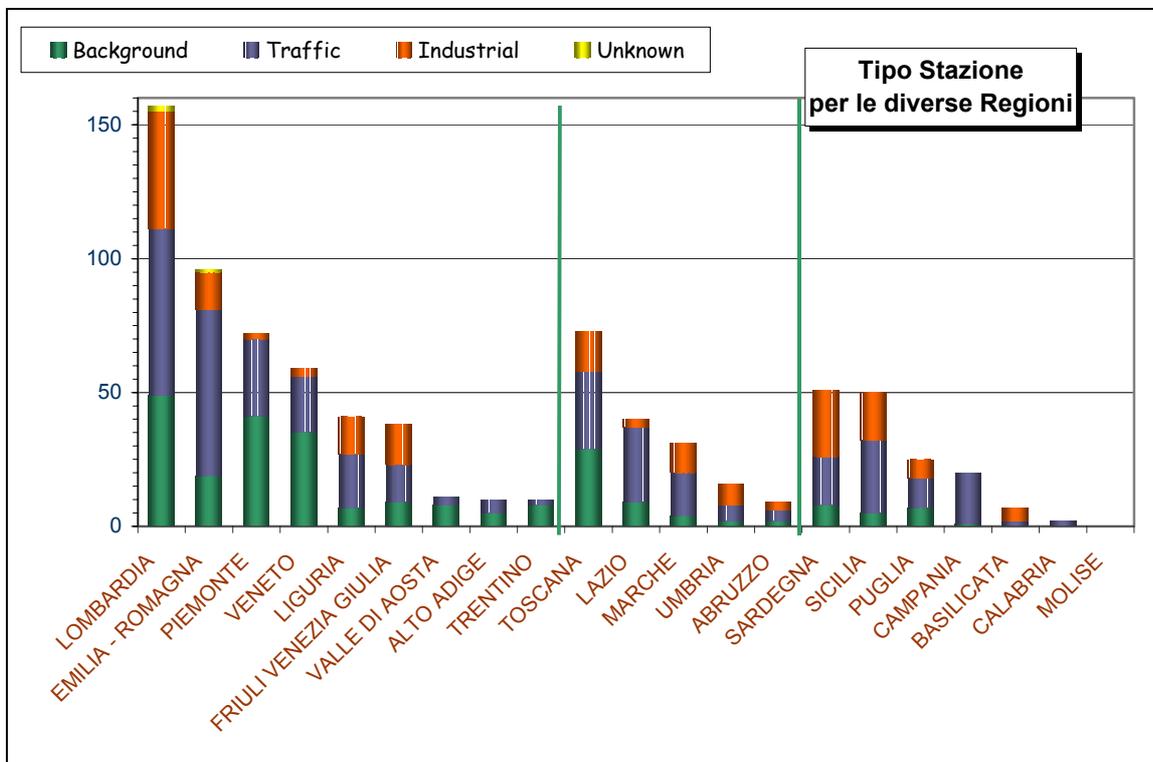


Figura 14 Tipologia di stazioni per le diverse regioni (Fonte: elaborazione su dati BRACE)

Il Molise (che compare ancora senza stazioni per il 2004 in BRACE) ha installato una rete regionale e l'attuale processo di revisione sta cercando di porre rimedio alla carenza di punti di fondo.

### 4.3 Affidabilità del dato

(Guido Lanzani (ARPA Lombardia), Daniele Grechi (ARPA Toscana))

I dati normalmente utilizzati per la valutazione della qualità dell'aria nascono da un processo di misura che presenta per sua natura diversi aspetti di criticità. Se i metodi di misura di riferimento sono regolati dalla normativa, diverse sono le variabili non univocamente definite o non univocamente definibili che influenzano il risultato finale. Si discutono di seguito le principali tematiche al riguardo.

#### La rappresentatività spaziale e temporale

L'inquinamento atmosferico non è presente in modo uniforme nell'atmosfera: il campo di concentrazione dei diversi inquinanti può avere anche dei gradienti molto rilevanti. Ciò è vero soprattutto per gli inquinanti primari, che una volta emessi dalle sorgenti subiscono fenomeni di trasporto, dispersione e trasformazione chimica che portano naturalmente a una loro diluizione man mano che ci si allontana dalle sorgenti. Gli inquinanti secondari, che si formano in parte più o meno rilevante in aria, sono generalmente più uniformemente distribuiti nel bacino aerologico, sebbene anche in questo caso si possono avere discontinuità in riferimento alla presenza di precursori o a parametri meteorologici differenziati. Anche spostandosi in orizzontale di pochi metri, i livelli di alcuni inquinanti primari, come ad esempio il monossido di carbonio, possono essere anche 15 – 20 volte inferiore che nel punto di partenza (vedasi ad esempio all'interno di una strada a canyon, tra due palazzi alti con flussi di traffico significativi). Nel caso del PM10 si somma una parte legata alla formazione secondaria, ed una parte direttamente emessa in atmosfera dalle sorgenti o risolledata da terra. A titolo esemplificativo nella figura 15 si riporta la schematizzazione della concentrazione di PM10 nell'agglomerato di Berlino e nell'area circostante [Lenschow et al., 2001]. Tra una giornata e un'altra nello stesso posto le concentrazioni possono essere molto diverse, in relazione alle diverse condizioni meteorologiche e/o di emissione (es: intensità traffico). Per alcuni inquinanti poi, come ad esempio per l'ozono, le concentrazioni rilevanti dal punto di vista sanitario e ambientale si registrano soprattutto durante la stagione calda.

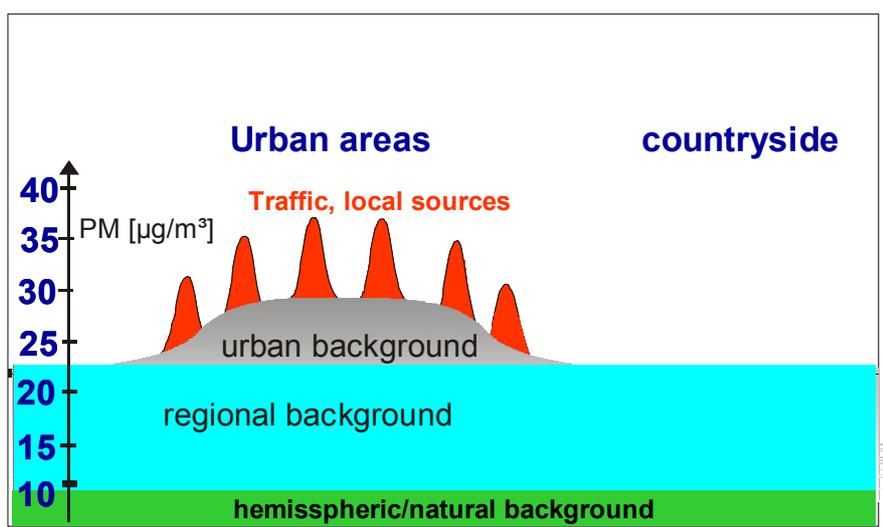


Figura 15 Concentrazione di PM10 in funzione delle diverse tipologie di sito. (Fonte: Lenschow P. et al., 2001)

Per questi motivi è fondamentale definire una strategia di campionamento che sia rappresentativa territorialmente e temporalmente.

Dal punto di vista della copertura temporale la norma è chiara: nei siti fissi delle reti di rilevamento deve essere garantita una raccolta minima dei dati del 90% per NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10, CO; per il benzene nelle aree urbane è sufficiente una copertura temporale del 35% mentre nei siti industriali è

necessaria una copertura del 90%. Per l'ozono le richieste sono differenziate a seconda del valore limite di legge con cui confrontarsi ma ben definite dal D.Lgs. 183/04. Pertanto, l'unica attenzione da porre nel confrontare i dati è che sia rispettata la richiesta normativa e che l'eventuale 10% mancante non deve essere concentrato in un solo periodo. In generale i dati che vengono comunicati e trasmessi con i diversi canali non hanno problemi significativi al riguardo.

Per misurazioni indicative è sufficiente una copertura temporale pari ad almeno il 14% se omogeneamente distribuita nel corso dell'anno solare.

Meno definita e più problematica risulta la questione della rappresentatività spaziale, sia perché è oggettivamente più complesso definire la questione in modo univoco (ogni territorio è diverso dagli altri), sia perché la normativa definisce solo dei criteri di massima, sia infine per ragioni storiche. Le reti di rilevamento sono infatti il prodotto di attività decennali, che risentono della normativa precedente (D.M. 20/5/1991) e dell'idea una volta dominante che lo scopo di una stazione non era tanto legato alla stima dell'esposizione reale della popolazione, ma era connesso ad un principio di precauzione per cui si doveva mettere la stazione nel punto peggiore.

Oggi si ritiene che il rilevamento debba avere come principale finalità la stima dell'esposizione (media e di punta) della popolazione oltre che dell'ambiente. La norma prevede per la maggior parte degli inquinanti che si caratterizzino i livelli di inquinamento sia nelle posizioni "hot spot", di massima concentrazione, purché rappresentative di realtà simili del territorio (cioè non il peggio in assoluto ma un peggio caratteristico dell'area) sia la media dell'area (media urbana etc.). Le linee guida di APAT [APAT, 2004b] forniscono alcune indicazioni complementari al riguardo tra cui la priorità alle stazioni di background. Anche in questo caso l'ozono è caso a sé perché essendo solamente secondario ed essendo abbattuto in prossimità delle sorgenti di NO<sub>x</sub> deve essere misurato solo nelle postazioni di background. Si discuterà in seguito dell'attività in corso per rendere più confrontabili le reti di monitoraggio e più vicine alla norma attuale. Si rileva in ogni caso che per una corretta interpretazione del dato è necessario essere a conoscenza della tipologia di stazione scelta. Anche il confronto tra stazioni o città può essere fatto solo a patto di considerare una tipologia di stazione confrontabile. Un conto è infatti una stazione da traffico (la cui valutazione dipende in misura fondamentale dalla tipologia e quantità di traffico effettiva), un conto una stazione di background. In generale però notevole è stato lo sforzo già compiuto al riguardo e almeno nelle principali realtà urbane italiane sono disponibili punti di misura di background.

### **Controllo ed assicurazione di qualità**

La normativa fa delle richieste ben definite rispetto all'incertezza connessa ai diversi processi di misura. Anche l'*EoI* stabilisce come i dati che confluiscono nella banca dati europea devono essere prodotti seguendo delle procedure che garantiscano la bontà delle misure effettuate. In questa sede è sufficiente rilevare come, qualora non venga effettuata una corretta opera di gestione e manutenzione della strumentazione, unitamente a controlli di qualità, anche l'acquisto e la messa in funzione di strumentazione sofisticata può non dare risultati soddisfacenti. In ogni caso i dati ad oggi disponibili possono essere considerati una rappresentazione sufficientemente affidabile della realtà. In generale infatti la variabile posizione, di cui al paragrafo precedente, influisce di più che deficienze minime nella conduzione della rete. Criticità elevate di fatto conducono invece in breve tempo alla indisponibilità del dato, perché fuori range di accettabilità.

### **Criticità sistematiche**

Oltre a quanto connesso alle normali operazioni di controllo di qualità, vi sono alcune fonti di distorsione, che, se non dovutamente considerate, possono portare a fotografie della realtà non corrette, anche perché comportano discrepanze non necessariamente rilevanti in termini assoluti ma spesso sistematiche. Di seguito si illustrano alcuni esempi di queste discrepanze che richiederebbero un'attenta analisi al fine di armonizzare le procedure.

### *Temperatura di normalizzazione*

La nuova normativa (DM 60/02 e D.Lgs. 183/04) prescrive di calcolare i valori di concentrazione in aria di NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, benzene e CO normalizzando il volume della massa d'aria campionata alla temperatura di 20 °C e a una pressione di 101,3 kPa. Per quanto riguarda il PM10 invece la concentrazione va espressa considerando la portata volumetrica di campionamento costante, ovvero il volume campionato a cui si fa riferimento deve essere quello raccolto dal sistema di prelievo nelle condizioni reali. Questo modo di esprimere i dati ha introdotto una discontinuità rispetto alla precedente normativa nazionale, che prevedeva il calcolo delle concentrazioni in base a un volume di campionamento normalizzato a 25 °C per tutti questi inquinanti. Questo ha determinato un problema di confrontabilità tra i dati attuali e quelli delle serie storiche prodotte in passato. Tale concetto è stato meglio chiarito nella direttiva su metalli e IPA 107/2004 e ciò dovrebbe permettere di superare le difficoltà di interpretazione del DM60/02 che si sono verificate in questi ultimi anni e che hanno portato le diverse realtà locali a produrre dati disomogenei perché calcolati in alcuni casi in base al volume attuale, in altri a valori di volume normalizzato.

Per chiarire meglio come le modifiche alla temperatura di normalizzazione si riflettono sui dati finali si possono fare alcuni esempi: una variazione da 25 °C (fissata dalla normativa precedente) a 20 °C (della norma attuale) induce una variazione poco significativa sul valore delle medie (+1,7% circa) ma comporta differenze significative sul numero di superamenti di soglia; una variazione da 25 °C a 0 °C (che nell'appendice del DM60 è indicata come temperatura di riferimento per le prove di equivalenza tra campionatori di PM10 e che quindi è stata in alcuni casi utilizzata come temperatura per il calcolo del volume normalizzato per questo inquinante) determina, invece, variazioni piuttosto significative anche sulle medie (+7-8%) e, a maggior ragione, molto rilevanti sul numero di superamenti (per il PM10 equivale a spostare la soglia di 50 µg/m<sup>3</sup> di circa 4 µg/m<sup>3</sup>).

### *Arrotondamento*

Al fine di calcolare con sufficiente determinazione e uniformità i superamenti di soglie, occorre definire se si opera prioritariamente la riconduzione del dato elementare al numero intero (o con un decimale per CO) e solo dopo si procede alla individuazione e al conteggio dei valori che superano una determinata soglia. In carenza di ciò, può essere conteggiato come superamento anche un valore maggiore della soglia per una cifra decimale o centesimale (o di ordine inferiore).

### *Superamenti soglie*

La normativa attuale stabilisce il conteggio del numero assoluto di superamenti soglia in luogo dei percentili. Ciò crea problemi di confrontabilità in presenza di serie di dati incomplete. Sarebbe auspicabile definire una modalità utile a garantire la possibilità di utilizzo delle informazioni comunque contenute anche in serie di dati non complete (che tuttavia siano sufficientemente rappresentative dell'anno solare). Un'ipotesi potrebbe essere quella di applicare, ove il rendimento complessivo sia tale da garantire una sufficiente rappresentatività temporale della serie, la metodologia già prevista per l'AOT40 nel D.Lgs. 183/04 ovvero applicare l'equazione:

$$S_{\text{stimati}} = S_{\text{misurati}} * N_{\text{tot}} / N_{\text{mis}}$$

dove:

$S_{\text{stimati}}$  = numero superamenti stimati

$S_{\text{misurati}}$  = numero superamenti effettivamente rilevati

$N_{\text{tot}}$  = numero dati teorici totali

$N_{\text{mis}}$  = numero dati effettivamente rilevati

Per questo aspetto la "Proposta di direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" (COM(2005)447), nell'allegato 1 tabella A nota 1, per il PM10 e il benzene introduce la stima del numero di superamenti annuale attraverso un campione ridotto di dati mediante un'equazione analoga a quella sopra riportata.

### **Fattore di correzione per le serie di dati di PM**

Una parte significativa della strumentazione automatica è stata installata prima dell'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE e faceva riferimento ad una definizione del particolato mutuata dalla normativa italiana per la misura delle polveri totali, che prevedeva un condizionamento dei filtri a 105 °C. Per evitare l'effetto dell'umidità, si prevedeva quindi di scaldare il circuito di prelievo del particolato e/o il supporto ove veniva raccolta la polvere. Ciò di fatto comporta escludere dalla definizione e quindi poi dalla quantificazione totale del particolato la parte semivolatile (principalmente nitrato di ammonio ed in misura minore sostanze organiche basso-bollenti). La sottostima rispetto alla definizione introdotta dal DM60/02 è variabile e dipende dal contenuto di queste sostanze nel luogo di prelievo nel periodo di prelievo. In generale la sottostima è massima se le temperature nell'aria esterna sono più basse e se l'umidità è maggiore. L'introduzione di fattori di correzione, dipendenti dal tipo di misura effettuata (non tutta la strumentazione installata misura a pari temperatura) e valutati con dettaglio temporale e spaziale, permette di rendere confrontabili le misure. In Germania ad esempio l'analizzatore TEOM 1400a (tra quelli più frequentemente usati) con fattore di correzione inserito nel software è stato giudicato equivalente al metodo di riferimento gravimetrico.

Per evitare distorsioni che, seppure meno influenti del posizionamento della stazione, sulla media annuale sono variabili tra lo 0 e il 30% ma sulla media giornaliera possono essere anche pari al 100% del dato rilevato, è importante che nel *reporting* dei dati storici sia chiarito il metodo di misura utilizzato. Inoltre, per lo meno per i dati forniti dall'1/1/2005, il dato utilizzato deve essere considerato equivalente al metodo di riferimento, sia perché esplicitamente certificato, sia (per le reti esistenti) per la responsabilità della misura, responsabilità che include la messa in atto di tutti gli accorgimenti utili a ridurre al minimo le discrepanze.

### **Razionalizzazione delle reti di monitoraggio**

Come discusso fino ad ora, il problema del posizionamento dei punti di misura incide nella valutazione della qualità dell'aria in maniera spesso preminente anche rispetto ai principali errori sistematici che possono essere introdotti nel processo di misura.

Se il DM 20/5/1991 dava indicazioni di massima al riguardo, le novità introdotte dalla recente normativa sono significative. Il complesso di norme derivanti dalle direttive europee in materia, che per l'ozono per esempio in Italia sono state recepite solo nel 2004, rende da una parte necessario operare delle revisioni e razionalizzazioni delle reti di monitoraggio e dall'altra dà un primo quadro di indicazioni significative. Per altro, le linee guida di APAT (APAT, 2004b) forniscono delle utili indicazioni al riguardo.

Senza entrare nel dettaglio delle norme e delle linee guida, che esula dagli scopi del documento, pochi punti possono riassumere la questione.

Il primo passo per poter costruire dei sistemi di monitoraggio adeguati e rappresentativi è la zonizzazione del territorio. La normativa attuale prevede infatti che, a partire da una valutazione preliminare della qualità dell'aria che sfrutti tutte le conoscenze già acquisite, si definiscano le zone e gli agglomerati in cui valutare la qualità dell'aria, che tengano conto sia dell'omogeneità del territorio rispetto all'inquinamento atmosferico sia della possibilità di impostare adeguate politiche di risanamento. Il tema in realtà è dibattuto e non tutte le autorità competenti hanno avuto lo stesso approccio rispetto al problema. In ogni caso il processo è in atto e si ritiene che con l'attività del

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, delle Regioni e Province Autonome, di APAT e delle Agenzie regionali attive sul territorio questo primo punto possa avere una soddisfacente soluzione.

L'analisi effettuata dal CTN-ACE (progetto APAT "Centro Tematico Nazionale – Aria, Clima, Emissioni" con le Agenzie Ambientali regionali e delle Province Autonome) evidenzia come rispetto a quanto previsto dalle linee guida APAT le stazioni da traffico risultano in numero superiore al necessario, mentre spesso le stazioni di background risultano in numero inferiore al dovuto. Ciò comporta una distorsione dei risultati soprattutto nel confronto con altre realtà internazionali ove le scelte al riguardo andavano già verso una logica di valutazione dell'esposizione media della popolazione. Poiché però in genere il processo di realizzazione di una rete di rilevamento aggiunge stazioni alle esistenti, in molte realtà territoriali sebbene il numero di postazioni complessive da traffico sia preponderante, esiste già un numero sufficiente di stazioni ben posizionate.

Si ritiene quindi che nelle aree ove è disponibile una rete di rilevamento funzionante, spesso sia necessario operare semplicemente una selezione di postazioni, in modo da creare una rete che sia complessivamente rappresentativa, con un numero di punti di misura ben pesato: per avere una fotografia della realtà non distorta, in molti casi non è nemmeno necessario aggiungere cabine, ma basta guardare solo un sottoinsieme delle stazioni preesistenti. Questo è il metodo utilizzato per condurre i più recenti studi epidemiologici di correlazione fra inquinamento urbano e morbilità/mortalità (es. MISA 2), in cui è opportuno fare riferimento all'esposizione media della cittadinanza (vedi paragrafo 2.3 "Dati ai fini di studi epidemiologici").

La necessità di coprire comunque tutte le realtà territoriali, tra l'altro anche per valutare il rispetto dei limiti per la vegetazione, comporta a volte l'opportunità di trasferire postazioni urbane da traffico in posizioni di background suburbano o a volte addirittura rurale. E' chiaramente diversa la questione ove le reti di rilevamento non sono disponibili o funzionanti, in quanto in tal caso la rete può essere progettata e realizzata in accordo all'attuale normativa.

Per una corretta razionalizzazione delle reti esistenti deve infine essere affrontata la questione delle reti private, realizzate da parte di aziende industriali obbligate dai decreti di autorizzazione. Se in alcune realtà territoriali esse possono essere un'occasione utile per coprire un deficit del sistema pubblico e a volte sono l'unica fonte di dati disponibili, in altri casi risultano essere ridondanti o poco significative rispetto alle reti esistenti. Si ritiene che in ogni caso si debba lavorare verso una logica integrata pubblico e privato. Le reti industriali possono essere una valida integrazione (ma in alcuni casi anche sostituto) delle reti pubbliche, purchè gestite in modo adeguato con gli stessi vincoli e garanzie di quelle pubbliche. Non può infatti anche in questo caso bastare l'installazione di una stazione: la sfida più difficile è la successiva gestione. Ove però le reti pubbliche sono già sufficientemente estese ed efficienti gli sforzi privati devono essere indirizzati verso attività di supporto o integrazione a quanto già rilevato dall'Ente pubblico. Può essere più sensato e razionale prescrivere una campagna continuata nel tempo di microinquinanti emessi dall'insediamento industriale o il potenziamento di una stazione pubblica esistente, piuttosto che il posizionamento di un nuovo punto di misura di inquinanti classici. Inoltre si ritiene che l'ideale sia affidare la gestione di queste reti agli stessi soggetti che già gestiscono le reti pubbliche, in modo da assicurare uniformità nelle procedure, garantendo il dato rilevato. Le spese ovviamente in questo caso devono rimanere a carico delle aziende, che devono però in ogni caso contribuire alla gestione successiva, pena l'investimento di risorse in beni non produttivi.

#### **4.4 Influenza delle condizioni meteorologiche sulla qualità dell'aria** (Franco Desiato, APAT)

Le condizioni meteorologiche esercitano un ruolo decisivo nella determinazione dello stato della qualità dell'aria. A parità di emissioni da una o più sorgenti localizzate sul territorio, puntuali o diffuse, le concentrazioni in aria degli inquinanti aeriformi e del particolato dipendono dall'insieme delle condizioni fisiche del mezzo (l'atmosfera) in cui hanno luogo il trasporto, la dispersione e l'eventuale trasformazione chimica della sostanze emesse.

I processi di trasporto, dispersione e trasformazione chimica, attraverso i quali si determina caso per caso la distribuzione spaziale e temporale delle concentrazioni in aria a partire da un certo scenario emissivo, vengono studiati e valutati mediante modelli matematici il cui grado di complessità (che è anche complessità e varietà dei dati ingresso necessari al modello) e attendibilità dipende dalla scala spaziale e temporale, dalla tipologia delle sorgenti e delle sostanze emesse, dall'orografia, dalle caratteristiche della superficie, e dalla complessità e variabilità delle condizioni meteorologiche.

Le modalità principali attraverso le quali le condizioni meteorologiche influenzano la qualità dell'aria possono essere schematizzate nelle seguenti categorie: la determinazione delle proprietà dispersive dell'atmosfera; il ruolo della radiazione solare nella formazione dell'ozono e dello smog fotochimico; il ruolo delle precipitazioni nell'abbattimento delle concentrazioni del particolato e delle sostanze aeriformi soggette a deposizione umida.

La caratterizzazione del territorio per quanto riguarda queste proprietà o categorie meteorologiche, attraverso l'analisi delle variabili che ne sono coinvolte, è un lavoro complesso, i cui risultati dipendono fortemente anche dalla risoluzione spaziale e dalla qualità dei dati disponibili. Un esempio di classificazione del territorio in funzione delle proprietà dispersive è stato realizzato dalla regione Toscana [Calatrini e Gualtieri, 2000].

##### **Proprietà dispersive**

Le proprietà dispersive dell'atmosfera sono determinate essenzialmente dall'avvezione, cioè dal trasporto a distanza di una particella d'aria ad opera del vento, e dalla turbolenza di origine termica e meccanica nello strato limite atmosferico. Le misure dirette della turbolenza e dello spessore verticale dello strato in cui ha luogo la dispersione degli inquinanti richiedono una strumentazione che non fa parte delle reti meteorologiche standard; pertanto, in molti casi si fa ricorso a stime indirette basate su altre variabili (profili verticali di vento e temperatura, radiazione solare incidente, copertura nuvolosa, rugosità del terreno) e alla classificazione delle condizioni di stabilità atmosferica. In ogni caso, sia l'avvezione che la turbolenza sono caratteristiche della scala locale, e hanno elevata variabilità spaziale e temporale. Si può dire che alcune aree presentano caratteristiche dispersive medie più sfavorevoli alla qualità dell'aria. Tra di esse, possono essere annoverate la valle Padana, che presenta un regime di venti più modesti rispetto alla media nazionale, e i centri urbani (in particolare quelli situati in pianura e distanti dal mare), a causa dell'effetto barriera prodotto dagli edifici. Va però detto che nei centri urbani la turbolenza di origine meccanica e quella di origine termica, che favoriscono la dispersione degli inquinanti, sono amplificate rispettivamente dalla rugosità della superficie e dall'effetto dell'isola di calore.

Gli episodi più critici per la qualità dell'aria si verificano spesso in corrispondenza a periodi di accumulo delle sostanze inquinanti, determinati dalla persistenza di condizioni di calma di vento o vento debole. Anche se un'analisi dei casi di persistenza delle calme di vento dovrebbe riguardare principalmente stazioni di misura rappresentative delle condizioni di avvezione all'interno dei centri urbani, a titolo esemplificativo sono stati elaborati attraverso il sistema SCIA [Desiato et al., 2005], (v. anche sito web [www.scia.sinanet.apat.it](http://www.scia.sinanet.apat.it)) i seguenti valori massimi di persistenza (intesa come sequenza di osservazioni consecutive) del vento con intensità inferiore 0.5 m/s, di stazioni della rete sinottica. I valori sono espressi in giorni (tra parentesi l'anno di occorrenza):

Torino Bric della Croce: 12,4 (1981)  
Milano Linate: 11,7 (1994)  
Roma Urbe: 9,5:(1966)  
Roma Ciampino: 4,5 (1961)  
Napoli Capodichino: 6,5 (1972)  
Palermo Punta Raisi: 3,1 (1971)

## **Radiazione solare**

Come noto, le reazioni chimiche che danno luogo alla formazione dell'ozono troposferico e dello smog fotochimico, sono innescate dalla radiazione solare incidente. Sotto questo aspetto l'Italia, come altri Paesi che si affacciano sul Mediterraneo, è sfavorita dalla maggiore quantità e intensità della radiazione solare che riceve mediamente la sua superficie rispetto alla media dei Paesi europei. Una stima della radiazione solare media negli anni 1994-1999 su tutto il territorio nazionale è contenuta in un lavoro dell'ENEA [Petrarca et al., 2000], consultabile insieme ad altri dati climatici, sul sito <http://clisun.casaccia.enea.it/Pagine/Index.htm>. Indicazioni sulla distribuzione spaziale e sulle variazioni della radiazione solare possono venire anche da variabili indirette osservate regolarmente dalle reti sinottiche, come l'eliofania, la copertura nuvolosa, e la stessa temperatura media.

## **Precipitazioni**

Le concentrazioni in aria del particolato atmosferico e più in generale delle sostanze aeriformi soggette al "dilavamento" (*washout*) e alla deposizione umida in presenza di precipitazioni, si riducono generalmente in modo sensibile a seguito di eventi di precipitazione di consistenza almeno moderata. Come nel caso delle calme di vento, la persistenza di condizioni di siccità può costituire un fattore importante tra le cause di occorrenza di episodi critici di inquinamento atmosferico. A titolo di esempio, i valori massimi di persistenza di "giorni asciutti" (cioè con precipitazioni minori o uguali a 1 mm) che si possono rilevare dai dati storici delle reti sinottica e della rete UCEA, sono compresi tra 160 e 170 giorni, e riguardano stazioni della Sicilia e della Sardegna. Di seguito, alcuni esempi che riguardano stazioni situate nei pressi delle principali are urbane (valori di massima persistenza di giorni asciutti, espressi in giorni; tra parentesi, l'anno di occorrenza):

Torino Bric della Croce: 72 (1998)  
Milano Linate: 40 (1983)  
Bologna Borgo Panigale 19 (1997)  
Firenze Peretola 15(1997)  
Roma Casalot. Nuovi (rete UCEA) : 80 (1962)  
Roma Ciampino: 88 (2003)  
Napoli Capodichino 65 (1986)  
Palermo Punta Raisi 113 (1985)

#### 4.5 La qualità dell'aria a livello nazionale (in base ai dati della banca dati BRACE)

(Anna M. Caricchia, Mario C. Cirillo, Antonino Demasi, Alessandra Gaeta, Cristian Mastrofrancesco, APAT)

Rimandando al capitolo "Qualità dell'aria" dell'Annuario dei dati ambientali" [APAT 2004a], per informazioni sui livelli di tutti i principali inquinanti dell'aria per gli anni 2002 e 2003, nel presente capitolo si è preferito riportare alcune elaborazioni sui dati di NO<sub>2</sub> per l'anno 2003 nonché di PM10 per gli anni 2003 e 2004 e sui dati di ozono troposferico, estate 2005, aggiornati alla data di stesura del presente rapporto.

Nelle figure 16, 17, 18 e 19 per il materiale particolato (PM10) sono illustrati relativamente agli anni 2003 e 2004 i livelli e il raffronto con i valori limite di protezione della salute umana in vigore al 2005 in base al DM60/02, e riportati per area geografica, per Regione e per tipologia di stazione di monitoraggio. Le figure 20 e 21 riportano statistiche analoghe con riferimento alle concentrazioni di NO<sub>2</sub> nel 2003 e i valori limite per la protezione della salute umana che saranno in vigore dal 2010. Generalmente le stazioni di traffico registrano una frequenza maggiore di superamenti rispetto ai valori limite.

Nella tabella 12 viene riportato il rapporto tra il numero di superamenti del valore limite giornaliero per il PM10 nel semestre freddo e quello del semestre caldo per le diverse aree geografiche italiane. Si nota come tale rapporto è superiore all'unità nel Nord-ovest, nel Nord-est e nel Centro. La situazione appare diversa per il Sud e per le Isole dove tale rapporto è inferiore all'unità.

<b>Ripartizione territoriale</b>	<b>Tipo Stazione</b>	<b>SupVL SemFr / SupVL SemCal</b>
Nord Ovest		<b>3,5</b>
	Traffico	3,7
	Fondo	2,8
Nord Est		<b>8,1</b>
	Traffico	8,7
	Fondo	6,7
Centro		<b>4,3</b>
	Traffico	4,5
	Fondo	2,8
Sud e Isole		<b>0,7</b>
	Traffico	1,0
	Fondo	0,2
<i>Italia</i>		<i>4,7</i>
	<i>Traffico</i>	<i>5,1</i>
	<i>Fondo</i>	<i>3,6</i>

Tabella 12 Rapporto tra superamenti del valore limite della media giornaliera per il PM10 nel semestre freddo e nel semestre caldo per ripartizione territoriale e tipo di stazione (elaborazioni su dati Brace di APAT relativi al 2003 Fonte: M.C. Cirillo, C. Mastrofrancesco, rapporto APAT in stampa)

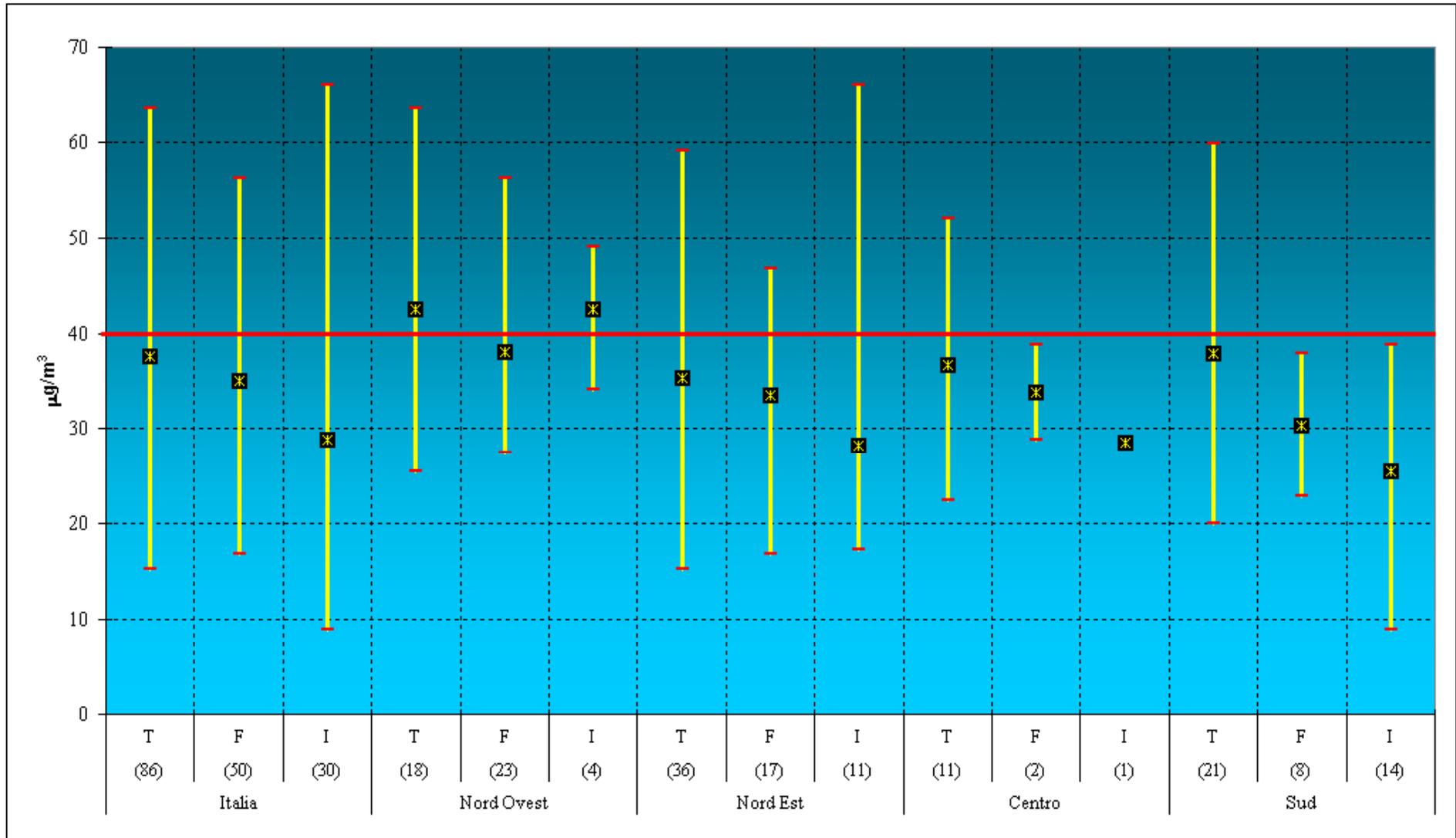


Figura 16 Massimo minimo e media delle medie annue di PM10 per ripartizione geografica e tipo di stazione (sono state considerate soltanto le stazioni con efficienza maggiore dell'80%). Tra parentesi si evidenzia il numero di stazioni utilizzate nel calcolo degli indici statistici (elaborazioni APAT su dati Bracc relativi al 2003-2004.)

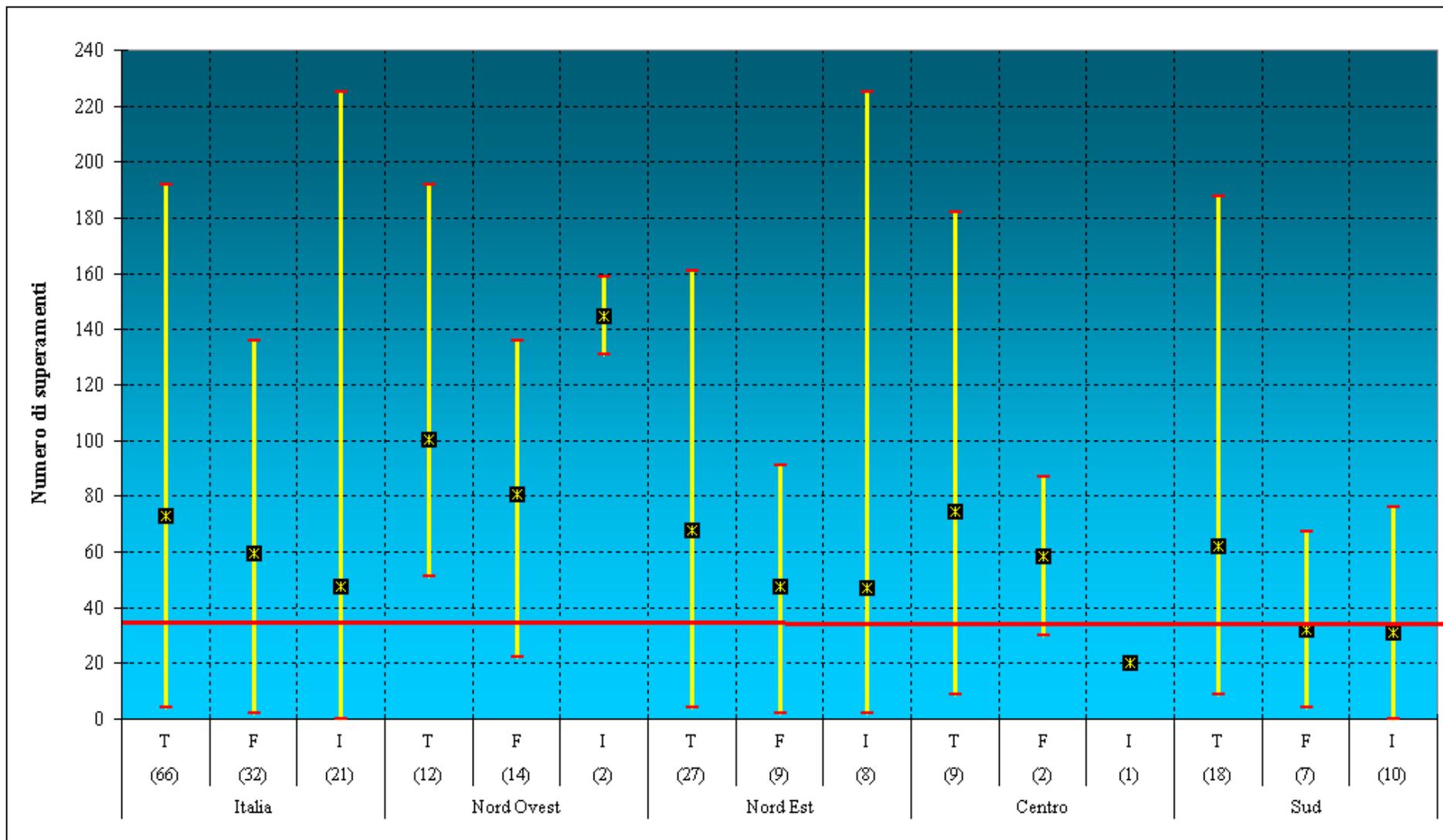


Figura 17 Media, massimo e minimo del numero di giorni di superamento della soglia di protezione della salute di PM10 per ripartizione geografica e tipo di stazione (sono state considerate soltanto le stazioni con efficienza maggiore del 90%). Tra parentesi si evidenzia il numero di stazioni utilizzate nel calcolo dell'indice (elaborazioni APAT su dati Brace relativi al 2003-2004).

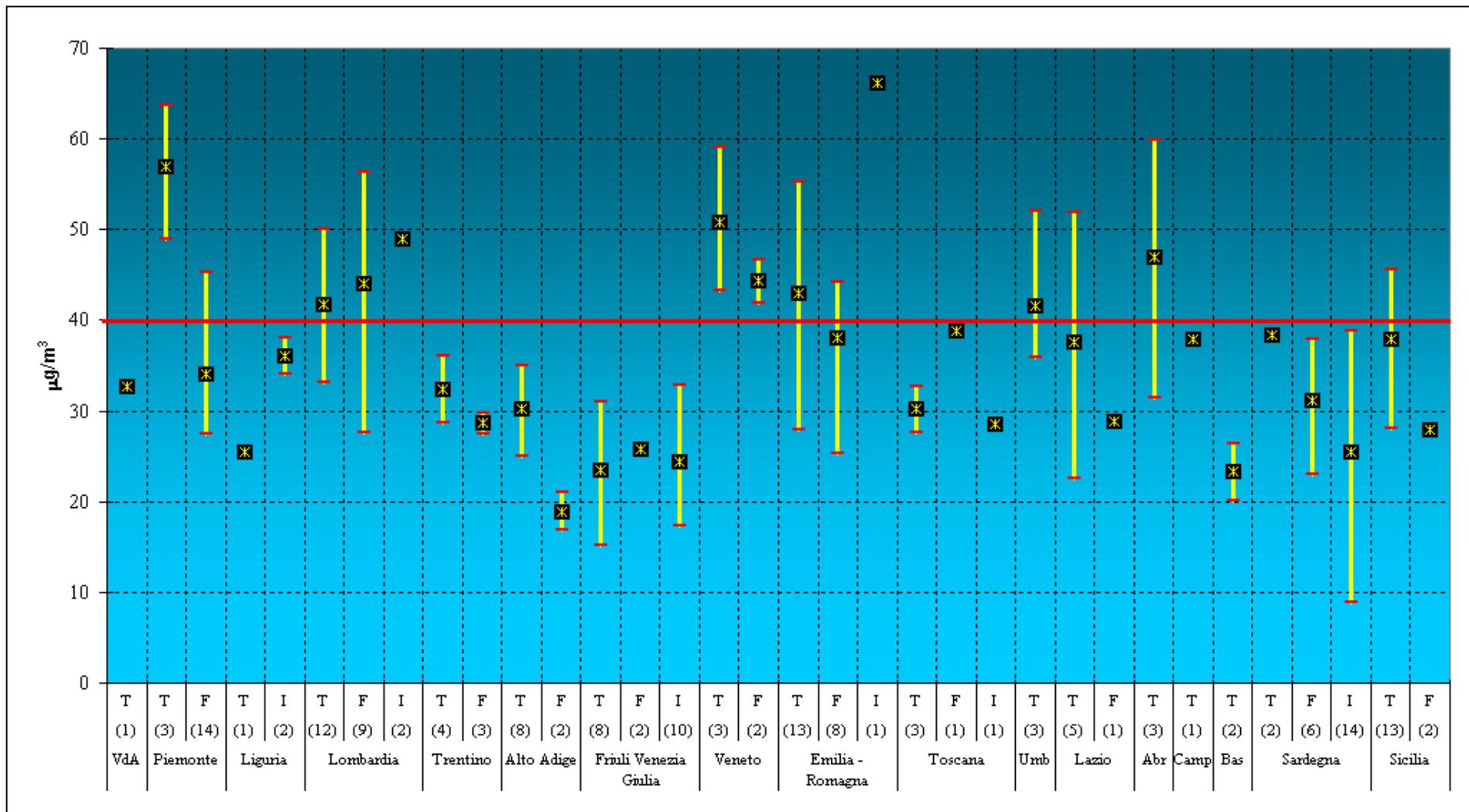


Figura 18 Massimo, minimo e media delle medie annue di PM10 per Regione e tipo di stazione (sono state considerate soltanto le stazioni con efficienza maggiore dell'80%). Tra parentesi si evidenzia il numero di stazioni utilizzate nel calcolo degli indici statistici (elaborazioni APAT su dati Brace relativi al 2003-2004).

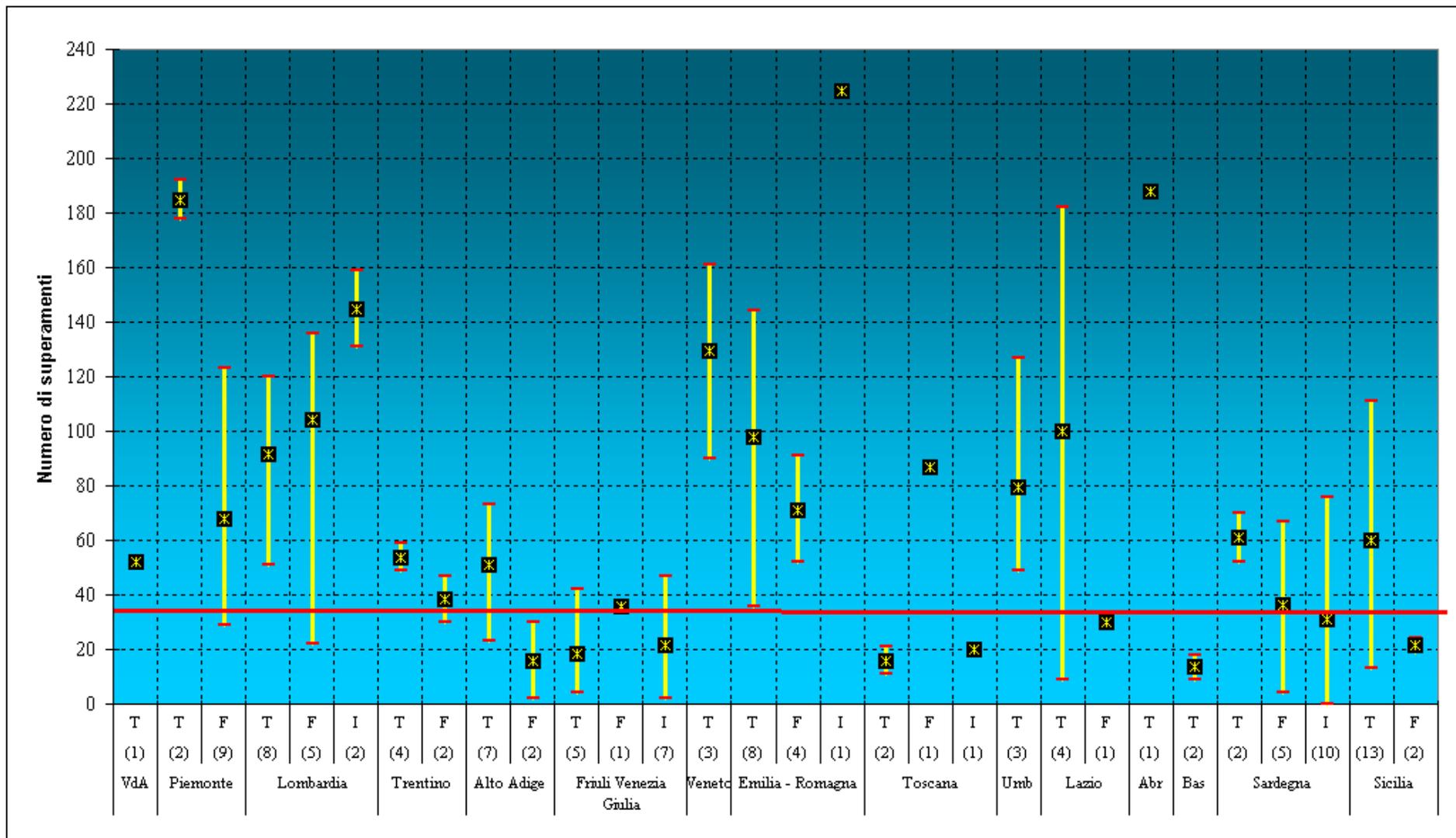


Figura 19 Media, massimo e minimo del numero di giorni di superamento della soglia di protezione della salute di PM10 per Regione e tipo di stazione (sono state considerate soltanto le stazioni con efficienza maggiore del 90%). Tra parentesi si evidenzia il numero di stazioni utilizzate nel calcolo dell'indice (elaborazioni APAT su dati Bracc relativi al 2003-2004).

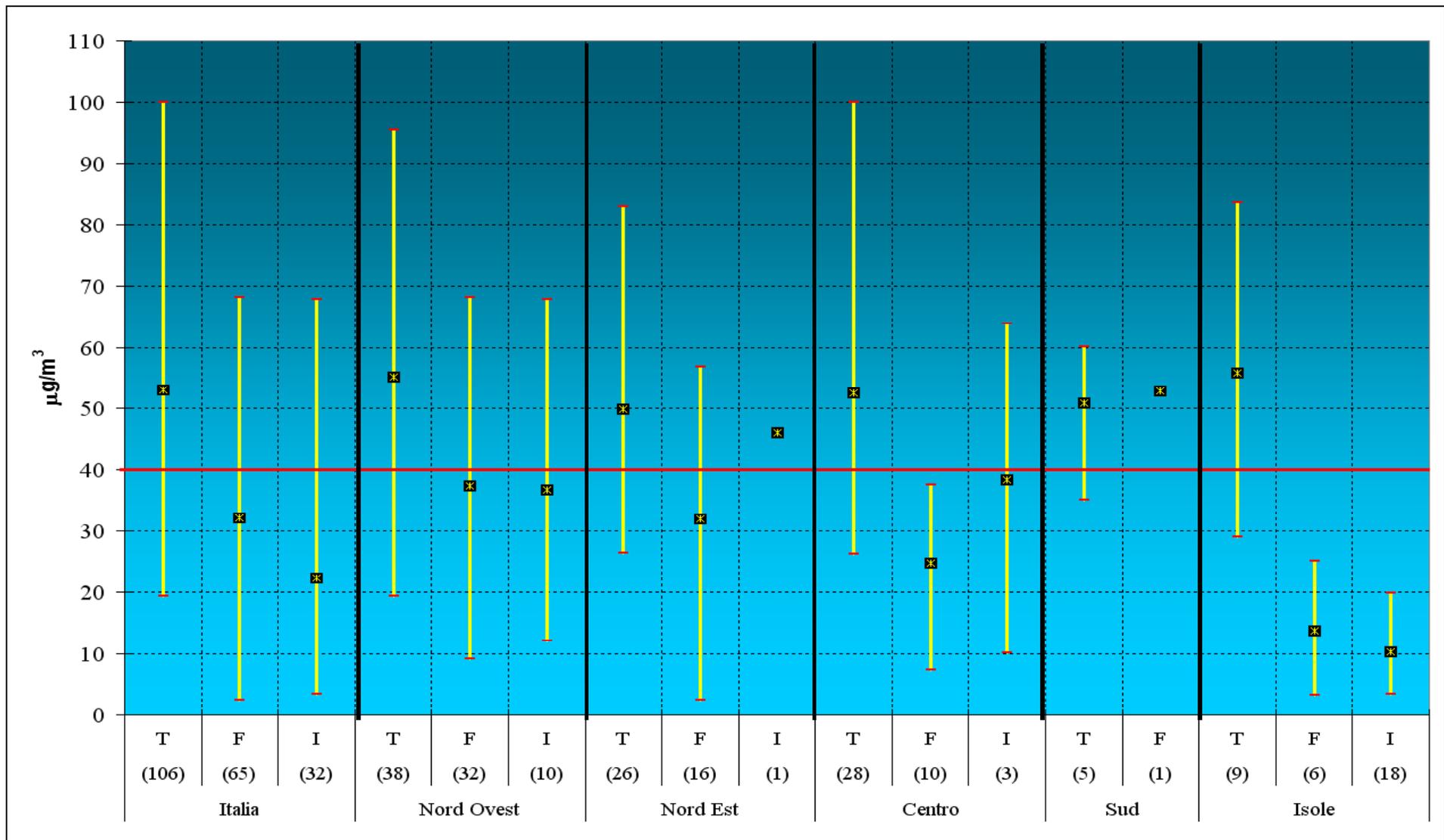


Figura 20 Media, massimo e minimo delle concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> per ripartizione geografica e tipo di stazione. Nei calcoli vengono utilizzate soltanto le stazioni (numerosità riportata tra parentesi) la cui efficienza è risultata maggiore dell'80% (elaborazioni APAT su dati Brace relativi al 2003).

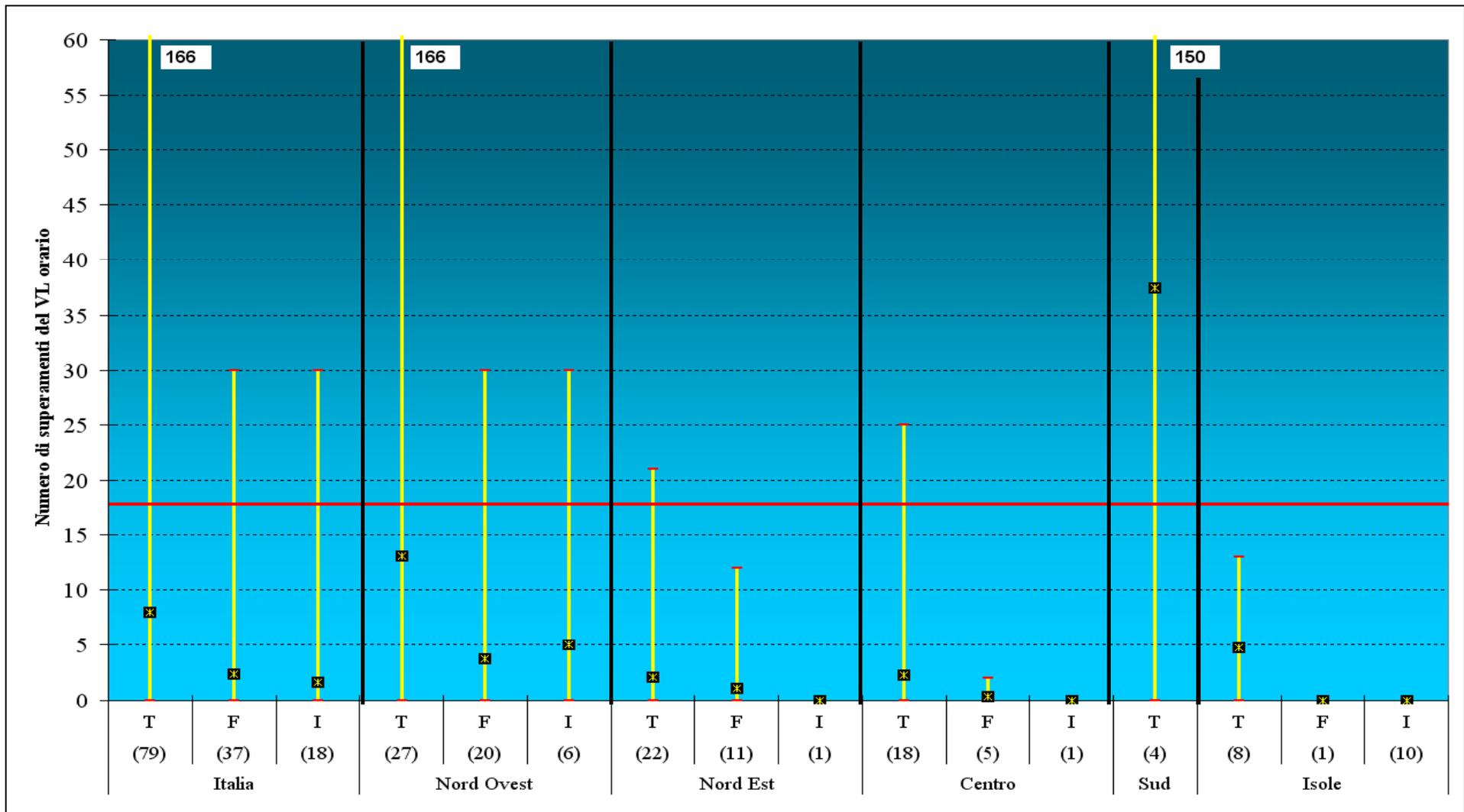


Figura 21 Media, massimo e minimo del numero di superamenti del valore limite orario di NO<sub>2</sub> per ripartizione geografica e tipo di stazione. Nei calcoli vengono utilizzate soltanto le stazioni (numerosità riportata tra parentesi) la cui efficienza è stata maggiore del 90% (elaborazioni APAT su dati Bracc relativi al 2003).

Una ulteriore analisi condotta sui dati di concentrazione di PM10 presenti in BRACE relativamente agli anni 2003 e 2004 ha confermato quanto già emerso in analisi condotte sui dati di concentrazione relativi agli anni precedenti [Cirillo, 2003] ovvero che **al fine di garantire, anche in ambito urbano, il rispetto degli obiettivi di qualità del PM10, è necessario che le concentrazioni medie annue siano inferiori a circa 30 microgrammi/metro cubo.**

Se infatti si mettono su un grafico, per ogni stazione, in ascissa il numero di superamenti annui del valore limite giornaliero per il PM10 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e in ordinata la media annua con riferimento allo stesso periodo di tempo, si ottengono grafici quali quelli esemplificati nelle figure 22, 23 e 24.

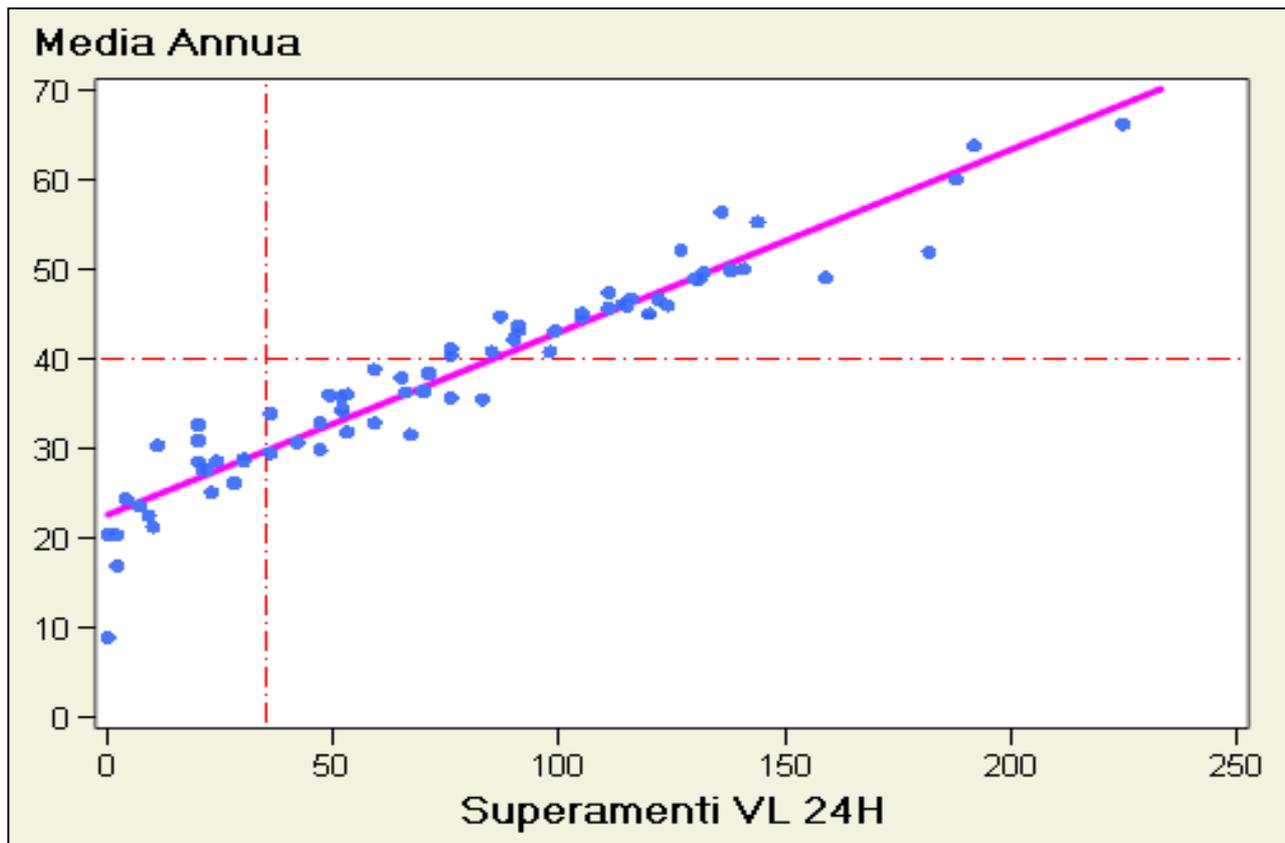


Figura 22 Relazione tra numero di superamenti della media giornaliera e media annua nel 2003. (Elaborazione APAT su dati BRACE)

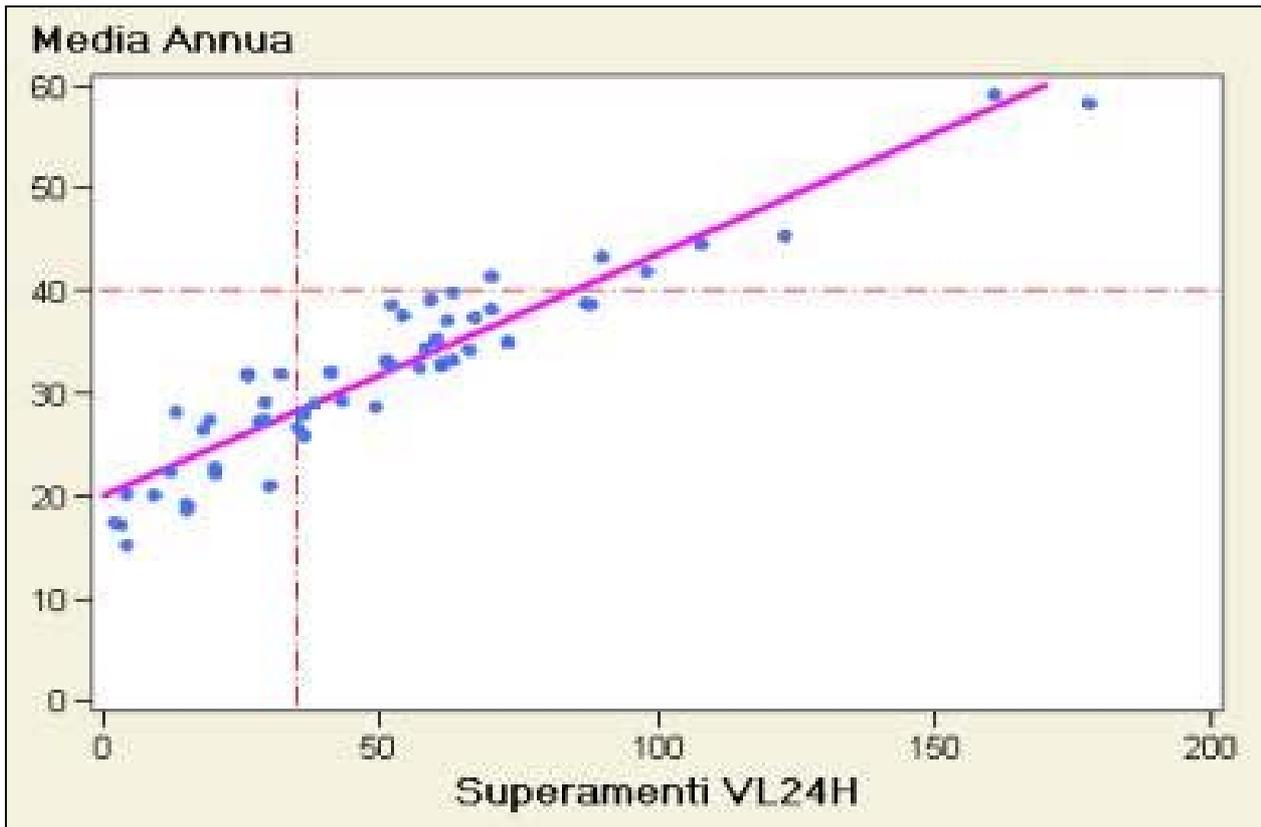


Figura 23 Relazione tra numero di superamenti della media giornaliera e media annua nel 2004. (Elaborazione APAT su dati BRACE)

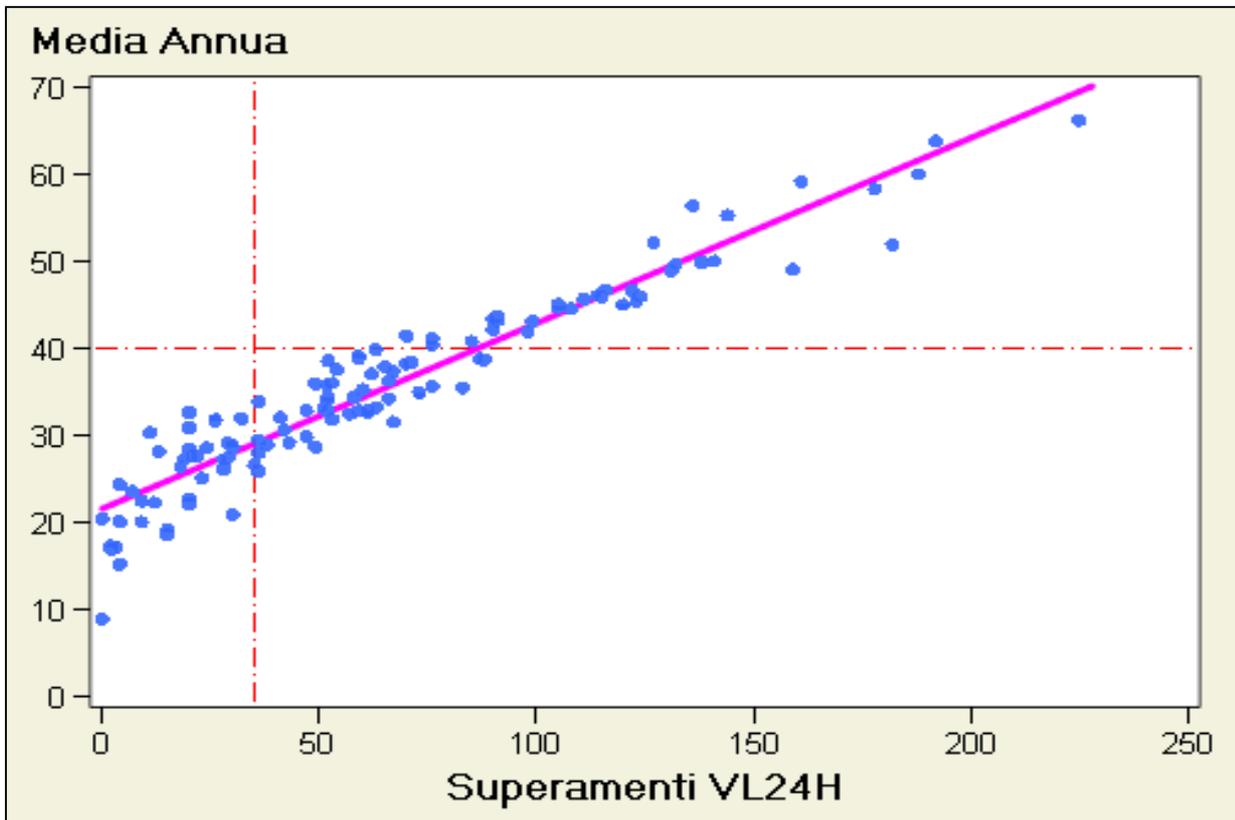


Figura 24 Relazione tra numero di superamenti della media giornaliera e media annua nel periodo 2003 – 2004. (Elaborazione APAT su dati BRACE)

Di seguito si presenta una analisi di dettaglio per i dati del 2004 e per i dati aggregati 2003 e 2004.

Prendiamo i dati di PM10 contenuti in BRACE per il **2004**, consideriamo le stazioni la cui efficienza è maggiore del 90% e calcoliamo il numero di superamenti del valore limite giornaliero (SUP) e la media annua (MA). Calcoliamo la retta di regressione tra le due variabili, ponendo come variabile dipendente i superamenti del valore limite giornaliero. La retta stimata è:

$$\text{SUP} = 3,76 * \text{MA} - 69,47 \quad R^2=0,88$$

In questo caso, *se la media annua di una stazione si mantiene sotto il livello di 27,8 µg/m<sup>3</sup> il numero di superamenti annui sarà inferiore a 35.*

Confrontando la realtà con le stime statistiche, si parte da un insieme di **54** stazioni le quali hanno un'efficienza maggiore del 90%.

Si hanno **5** stazioni (9,3% del totale) con una media annua superiore a 27,8 µg/m<sup>3</sup>, che non sfiorano il numero massimo di superamenti della media giornaliera consentiti in un anno (*falsi positivi*).

Si hanno **2** stazioni (3,7% del totale) con una media annua inferiore a 27,8 µg/m<sup>3</sup>, che sfiorano il numero massimo di superamenti della media giornaliera consentiti in un anno (2 delle 3 registrano 35 superamenti, l'ultima 36) (*falsi negativi*).

Le altre **47** stazioni (87% del totale) confermano la tesi di partenza.

Ripetiamo il ragionamento sui dati del **2003** e del **2004**: si mantengono le medesime ipotesi. La retta di regressione stimata in questo caso è:

$$\text{SUP} = 4,27 * \text{MA} - 86,35 \quad R^2=0,91$$

In questo caso, *se la media annua di una stazione si mantiene sotto il livello di 28,4 µg/m<sup>3</sup> il numero di superamenti annui sarà inferiore a 35.*

Confrontando la realtà con le stime statistiche, si parte da un insieme di **119** stazioni le quali hanno un'efficienza maggiore del 90%.

Si hanno **11** stazioni (9,3% del totale) con una media annua superiore a 28,4 µg/m<sup>3</sup>, che non sfiorano il numero massimo di superamenti della media giornaliera consentiti in un anno (*falsi positivi*).

Si hanno **3** stazioni (2,5% del totale) con una media annua inferiore a 28,4 µg/m<sup>3</sup>, che sfiorano il numero massimo di superamenti della media giornaliera consentiti in un anno (2 delle 3 registrano 35 superamenti, l'ultima 36) (*falsi negativi*).

Le altre **105** stazioni (88,2% del totale) confermano la tesi di partenza.

Consideriamo infine soltanto le stazioni di **urban traffic**, per le quali si ha un'efficienza maggiore del 90% nel periodo **2003-2004**. La retta di regressione stimata è:

$$\text{SUP} = 4,38 * \text{MA} - 91,29 \quad R^2=0,92$$

In questo caso, *se la media annua di una stazione si mantiene sotto il livello di 28,8 µg/m<sup>3</sup> il numero di superamenti annui sarà inferiore a 35.*

Confrontando la realtà con le stime statistiche, si parte da un insieme di **61** stazioni le quali hanno un'efficienza maggiore del 90%.

Si hanno **2** stazioni con una media annua superiore a 28,8 µg/m<sup>3</sup>, che non sfiorano il numero massimo di superamenti della media giornaliera consentiti in un anno (*falsi positivi*).

Si hanno 2 stazioni con una media annua inferiore a  $28,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , che sfiorano il numero massimo di superamenti della media giornaliera consentiti in un anno (*falsi negativi*).

Le altre 57 stazioni confermano la tesi di partenza.

Da quanto illustrato sopra si vede come a una media annua di circa  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  corrisponde, nella maggioranza dei casi, un rispetto del valore limite giornaliero.

Dalle informazioni disponibili si vede inoltre che per garantire il rispetto dei limiti su tutto il territorio nazionale in alcuni casi è necessario ridurre le concentrazioni in aria di PM10 fino a più del 50%. Infatti dalla tabella 13 si vede come, sempre con riferimento agli anni 2003 e 2004, le concentrazioni annuali arrivano in alcune stazioni a superare i  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , il che implica la necessità di più che dimezzare questi valori per poter avere il rispetto del valore limite giornaliero.

<b>PM10 - PERCENTUALE DELLE STAZIONI CHE SUPERANO IL VALORE LIMITE GIORNALIERO</b>			
<b>anni 2003-2004</b>			
<b>efficienza superiore o uguale al 90%</b>			
	<b>numerosità campione</b>	<b>% stazioni che superano il Valore Limite giornaliero</b>	<b>concentrazione MAX annua <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
<b>ITALIA - tutte le stazioni (*)</b>	126	68,3%	66
<b>ITALIA - stazioni di traffico</b>	70	80,0%	64
<b>ITALIA - stazioni di fondo</b>	32	65,6%	56
<b>NORD - tutte le stazioni (*)</b>	78	76,9%	66
<b>CENTRO - tutte le stazioni (*)</b>	13	61,5%	60
<b>SUD ISOLE - tutte le stazioni (*)</b>	35	51,4%	46
(*) urbane, suburbane, rurali; traffico, fondo, industriali.			
Fonte: banca dati BRACE dell'APAT			

Tabella 13 Statistica dei superamenti del valore limite giornaliero in Italia negli anni 2003 e 2004

L'ozono troposferico è un inquinante per il quale la normativa comunitaria (direttiva 2002/3/CE) e nazionale (D.Lgs. 183/04) richiedono attualmente comunicazioni estive mensili dei superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e di allarme ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) basate su dati provvisori ed una ulteriore comunicazione, entro giugno dell'anno successivo, relativa alle stesse informazioni validate.

Nelle tabelle 14 e 15 sono riportate alcune elaborazioni previste dalla normativa (D.Lgs. 183/04) e basate sui dati validati relativi all'anno 2004 pervenuti in APAT. In particolare nella tabella. 14, per ogni singola stazione di monitoraggio, è riportata la media, la mediana, il 98°, il 99,9° percentile ed il valore massimo registrato. Le stazioni elencate sono quelle per le quali sono rispettati i criteri di numerosità dei dati previsti dalla normativa (almeno il 50% ed il 75% di dati validi per la media e per gli altri parametri statistici rispettivamente). Come si può osservare alcune regioni non sono affatto rappresentate (Campania e Calabria) ed altre lo sono in maniera insufficiente. Permangono le lacune conoscitive già evidenziate nell'“Annuario dei Dati Ambientali dell'APAT, edizione 2004” al quale si rimanda per informazioni sugli anni precedenti. Per quanto riguarda la tipologia delle stazioni e la presenza di stazioni urbane da traffico (secondo la classificazione *EoI*), poco rappresentative dell'inquinamento da ozono, una razionalizzazione della rete e della selezione delle stazioni per questo inquinante sembra necessaria per allineare le informazioni ai criteri della normativa recentemente emanata. Delle 112 stazioni riportate nella tabella 14, 73 presentano almeno un episodio di superamento della soglia di informazione e 15 della soglia di allarme, come illustrato nella tabella 15. La tabella, caratterizzata dalla già menzionata insufficiente copertura

territoriale per alcune zone e da informazioni forse ridondanti per altre, mostra che i valori più alti di concentrazione oraria di ozono ( $318$  e  $284 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e il più alto numero di episodi di superamento delle soglie di informazione e di allarme ( $37$  e  $7$  rispettivamente) sono stati registrati in stazioni localizzate nella pianura padana.

Nelle figure 25-31 è possibile prendere visione delle informazioni relative ai superamenti della soglia di informazione dell'ozono ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per ogni mese del periodo estivo 2005 (Aprile-Settembre).

REGIONE	PROVINCIA	ID_STAZIONE	DES_STAZIONE	TIPO STAZIONE OZONO (D.Lgs 183/04)	TIPO STAZIONE (EoI)	TIPO ZONA (EoI)	MEDIA	P50	P98	P999	MAXVAL
PIEMONTE	VERBANO-CUSIO-OSSOLA	10308	NO_3118_PIEVEVERGONTE	S	F	S	73	72	177	230	259
	CUNEO	10401	CN_4201_SALICETO	RF	F	R	59	53	141	176	196
	TORINO	100106	TO_1272_TO_LINGOTTO	U	F	U	43	28	153	197	224
	TORINO	100126	TO_1171_ORBASSANO	S	F	S	45	33	155	209	235
	TORINO	100132	TO_1309_VINOVO	S	F	S	43	25	159	201	211
	BIELLA	109602	BI_2012_BIELLA1	U	F	U	57	54	151	189	201
	BIELLA	109603	BI_2046_COSSATO	U	F	U	53	44	161	195	215
VALLE DI AOSTA	AOSTA	200701	AOSTA (MONT FLEURY)	S	F	S	64	58	153	184	211
	AOSTA	200703	AOSTA (PIAZZA PLOUVES)	U	T	U	44	40	109	133	165
	AOSTA	200708	DONNAS	R	F	R	59	55	155	203	238
	AOSTA	200710	LA THUILE	RF	F	R	75	76	112	124	130
LOMBARDIA	VARESE	301213	VIA VIDOLETTI	S	F	S	55	48	166	232	246
	VARESE	301216	SARONNO SC.MORO	U	T	U	47	31	168	237	275
	LECCO	301301	COLICO	S	F	S	46	32	152	225	274
	LECCO	301305	VARENNA	RF	F	R	62	56	179	259	318
	COMO	301307	ERBA	U	F	S	42	29	161	249	284
	SONDRIO	301401	BORMIO	U	F	R	72	72	-	-	-
	MILANO	301504	ARCONATE	S	F	R	58	45	174	224	274
	MILANO	301513	CORMANO	U	T	U	42	21	149	202	221
	MILANO	301518	JUVARA	U	F	U	34	18	120	160	200
	MILANO	301525	MAGENTA VF	U	F	U	43	25	150	181	194
	MILANO	301529	MOTTA VISCONTI	R	F	R	54	41	168	209	234
	MILANO	301530	P.CO LAMBRO	S	F	S	42	21	157	207	241
	MILANO	301555	TREZZO D'ADDA	S	F	S	50	38	160	228	269
	BERGAMO	301609	GOISIS	S	F	S	41	35	115	166	187
	BRESCIA	301705	GAMBARA	R	F	R	30	22	94	133	195
	BRESCIA	301706	LONATO	U	F	U	48	45	122	161	191
	BRESCIA	301713	SAREZZO_2	S	F	U	49	44	-	-	-
	BRESCIA	301723	VIA ZIZIOLA	U	F	S	37	23	126	164	194
	PAVIA	301801	CENTRO CITTA'	S	T	U	41	29	143	191	197
	CREMONA	301903	CORTE DEI CORTESI	RF	F	R	49	37	152	194	219

	CREMONA	301905	CREMA S.BERNARD.	S	F	S	48	34	161	207	254
	MANTOVA	302001	BOSCO FONTANA	R	F	R	41	27	138	185	203
	MANTOVA	302011	LUNETTA	S	I	S	48	36	155	199	229
ALTO ADIGE	BOLZANO	402101	BRESSANONE	U	T	U	33	18	111	143	161
	BOLZANO	402102	BRUNICO	S	T	U	34	28	100	125	145
	BOLZANO	402104	BZ1 VIA AMBA ALAGI	S	F	U	40	32	125	165	191
	BOLZANO	402106	LACES	S	F	S	39	36	98	125	177
	BOLZANO	402111	VIPITENO	S	F	S	36	26	105	135	141
	BOLZANO	402112	MERANO	U	T	U	31	22	98	125	145
TRENTINO	TRENTO	402201	BORGO VAL	S	F	S	41	29	133	193	236
	TRENTO	402202	GRUMO SMA	S	F	S	40	31	115	156	170
	TRENTO	402203	MONTE GAZA	RF	F	R	90	92	164	204	218
	TRENTO	402204	RIVA GAR	U	F	U	43	33	142	183	225
	TRENTO	402206	ROVERETO LGP	U	F	U	48	44	135	174	189
	TRENTO	402207	TRENTO GAR	S	F	U	36	19	131	183	219
	TRENTO	402209	TRENTO PSC	U	F	U	47	35	140	186	207
VENETO	VERONA	502305	CASON	R	F	R	41	22	152	198	212
	BELLUNO	502505	BELLUNO-CITTA'	U	T	U	44	33	141	182	211
	TREVISO	502608	TREVISO - VIA LANCIERI DI NOVARA	U	F	U	49	45	-	-	-
	VENEZIA	502701	PARCO BISSUOLA	U	F	U	43	31	129	174	201
	VENEZIA	502717	VENEZIA SACCA FISOLA	U	F	U	40	32	114	144	167
	PADOVA	502804	MARCELLA	U	T	U	43	33	131	181	216
	PADOVA	502808	MANDRIA	U	F	U	53	45	141	206	235
	ROVIGO	502901	ROVIGO - CENTRO	U	T	U	44	33	136	178	187
FRIULI VENEZIA GIULIA	UDINE	603001	CAIROLI	U	F	U	45	41	129	174	191
	UDINE	603003	MANZONI	U	T	U	37	31	116	159	187
	UDINE	603005	S.OSVALDO	R	F	R	48	43	131	183	195
	GORIZIA	603101	LUCINICO	S	F	S	36	31	104	148	162
	GORIZIA	603103	DOBERDÒ DEL LAGO	R	F	R	60	60	129	178	197
	GORIZIA	603104	MONFALCONE	U	T	U	52	48	127	175	191
	GORIZIA	603105	Gorizia	U	T	U	49	43	144	196	224
	TRIESTE	603202	MONTE SAN PANTALEONE	S	F	S	67	68	138	184	264
	TRIESTE	603206	VIA BATTISTI	U	T	U	31	26	-	-	-
	PORDENONE	609303	PORDENONE CENTRO	U	T	U	36	28	116	173	220
	PORDENONE	609305	PORCIA	U	I	S	42	33	139	203	241
	PORDENONE	609308	CLAUT - LOCALITÀ PORTO PINEDO	S	F	R	56	45	157	225	260

LIGURIA	SAVONA	700901	CENGIO1	R	F	R	37	34	95	120	133
	GENOVA	701013	GIOVI	S	F	R	37	33	105	147	161
	GENOVA	701016	QUARTO	U	F	U	54	54	112	136	149
	LA SPEZIA	701113	MAGGIOLINA	U	F	U	44	40	113	134	149
EMILIA - ROMAGNA	PIACENZA	803312	PUBBLICO PASSEGGIO	U	F	U	37	22	146	192	206
	PARMA	803401	PRCTDLA	U	F	U	49	39	158	204	219
	MODENA	803620	MODENA - XX SETTEMBRE	U	F	U	38	20	150	191	208
	BOLOGNA	803708	G. MARGHERITA	U	F	U	47	40	138	186	203
	BOLOGNA	803711	MONTE CUCCOLINO	S	F	S	73	75	167	225	242
	BOLOGNA	803715	ZANARDI	U	T	U	37	24	115	160	174
	FORLÌ-CESENA	804009	RESISTENZA PARK	U	F	U	47	38	145	200	231
TOSCANA	PRATO	904805	PO-ROMA	U	F	U	59	58	149	188	195
	FIRENZE	904810	FI-BOBOLI	U	F	U	40	37	116	148	157
	FIRENZE	904816	FI-SETTIGNANO	S	F	R	61	57	138	170	186
	FIRENZE	904819	FI-SCANDICCI-BUOZZI	U	F	U	37	28	106	135	142
	LIVORNO	904904	LI-GABBRO	R	F	R	80	82	151	180	191
	PISA	905008	PI-PASSI	U	F	U	45	39	117	139	144
UMBRIA	PERUGIA	1005402	FONTIVEGGE	U	T	U	32	28	-	-	-
	PERUGIA	1005403	P.S.GIOVANNI	S	T	S	40	35	107	124	147
LAZIO	RIETI	1205701	LEONESSA	RF	F	R	109	108	165	197	240
	ROMA	1205803	CASTEL DI GUIDO	RF	F	R	53	55	110	146	182
	ROMA	1205806	COLLEFERRO OBERDAN	U	T	U	37	24	125	175	196
	ROMA	1205810	L.GO MAGNA GRECIA	U	T	U	36	27	117	162	174
	ROMA	1205812	L.GO PRENESTE	U	T	U	47	36	133	178	187
	ROMA	1205813	P.ZZA E.FERMI	U	T	U	24	18	75	111	120
	ROMA	1205816	SEGNI	RF	F	S	66	62	147	198	221
	ROMA	1205817	TENUTA DEL CAVALIERE	RF	F	R	39	29	128	178	206
ROMA	1205820	VILLA ADA	U	F	U	42	30	139	180	200	
PUGLIA	BARI	16072	Caldarola	U	T	U	55	53	-	-	-
BASILICATA	POTENZA	1707613	POTENZA - C.DA ROSSELLINO	U	I	S	64	63	-	-	-
SICILIA	PALERMO	1908202	BOCCADIFALCO	S	F	S	74	73	131	160	175
	PALERMO	1908208	CASTELNUOVO	U	T	U	38	37	91	113	121
SARDEGNA	NUORO	2009102	CENNU2	U	T	U	63	62	119	144	155
	NUORO	2009104	CENOT2	R	I	S	55	57	122	145	177
	NUORO	2009105	CENOT3	R	I	S	62	63	128	151	155
	CAGLIARI	2009201	CENASS	R	I	S	65	67	114	133	147

CAGLIARI	2009203	CENAS7	R	I	S	66	67	113	137	154
CAGLIARI	2009204	CENAS8	R	I	S	62	63	111	135	149
CAGLIARI	2009210	CENSA1	R	I	S	59	59	105	127	163
CAGLIARI	2009211	CENSA2	U	I	S	59	57	120	149	193
CAGLIARI	2009212	CENSA9	R	I	R	70	71	119	145	168
CAGLIARI	2009214	CENSG1	U	F	U	53	52	112	131	148
CAGLIARI	2009216	CENVC1	R	I	R	53	53	94	108	114
CAGLIARI	2009218	CENCB1	S	F	S	65	67	113	142	179
CAGLIARI	2009222	CENPS7	U	I	S	68	70	110	125	157

**LEGENDA:**

Tipo di stazione ozono: U=Urbana; S=Suburbana; R=Rurale; RF=Rurale di Fondo

Tipo di stazione: T = traffico; I = industriale; F = fondo

Tipo di zona: U = urbana; S = suburbana; R = rurale

“-“: numerosità < 75%

Tabella 14 Ozono troposferico anno 2004: statistiche previste dall'Eol delle concentrazioni orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Regione	Nome Stazione	Classificazione D.Lgs 183/04	Valore Max. $\mu\text{g}/\text{m}^3$	N. episodi superamento 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	N. episodi superamento 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Piemonte	NO_3118_PIEVEVERGONTE	S	259	9	2
	CN_4201_SALICETO	RF	196	2	0
	TO_1272_TO_LINGOTTO	U	224	12	0
	TO_1099_MANDRIA	RF	269	21	5
	TO_1171_ORBASSANO	S	235	11	0
	TO_1309_VINOVO	S	211	15	0
	BI_2012_BIELLA1	U	201	9	0
	BI_2046_COSSATO	U	215	15	0
Valle di Aosta	AOSTA (MONT FLEURY)	S	211	7	0
Lombardia	VIA VIDOLETTI	S	246	28	3
	SARONNO SC.MORO	U	275	25	3
	COLICO	S	274	17	1
	VARENNA	RF	318	30	7
	ERBA	U	284	25	4
	BORMIO	U	185	1	0
	ARCONATE	S	274	32	2
	CORMANO	U	221	13	0
	JUVARA	U	200	1	0
	MAGENTA VF	U	194	6	0
	MOTTA VISCONTI	R	234	37	0
	P.CO LAMBRO	S	241	15	1
	TREZZO D'ADDA	S	269	16	1
	GOISIS	S	187	3	0
	GAMBARA	R	195	1	0
	LONATO	U	191	1	0
	VIA ZIZIOLA	U	194	1	0
	CENTRO CITTA'	S	197	14	0
	CORTE DEI CORTESI	RF	219	8	0
	CREMA S.BERNARD.	S	254	19	1
BOSCO FONTANA	R	203	7	0	
LUNETTA	S	229	13	0	
Alto Adige	BZ1 VIA AMBA ALAGI	S	191	1	0
Trentino	BORGO VAL	S	236	4	0
	MONTE GAZA	S	218	13	0
	RIVA GAR	U	225	8	0
	ROVERETO LGP	U	189	1	0
	TRENTO GAR	S	219	7	0
	TRENTO PSC	U	207	5	0
	CASON	R	212	14	0
Veneto	BELLUNO-CITTA'	U	211	4	0
	TREVISO - VIA LANCIERI DI NOVARA	U	205	6	0
	PARCO BISSUOLA	U	201	4	0
	ARCELLA	U	216	4	0
	MANDRIA	U	235	8	0
	ROVIGO - CENTRO	U	187	6	0
Friuli Venezia Giulia	CAIROLI	U	191	2	0
	MANZONI	U	187	1	0
	S.OSVALDO	R	195	2	0

	DOBERDÒ DEL LAGO	R	197	3	0
	MONFALCONE	U	191	3	0
	Gorizia	U	224	9	0
	MONTE SAN PANTALEONE	S	264	7	1
	PORDENONE CENTRO	U	220	5	0
	PORCIA	U	241	9	1
	CLAUT – LOCALITÀ PORTO PINEDO	S	260	17	2
Emilia Romagna	PUBBLICO PASSEGGIO	U	206	11	0
	PRCTDLA	U	219	18	0
	MODENA – XX SETTEMBRE	U	208	12	0
	G. MARGHERITA	U	203	7	0
	MONTE CUCCOLINO	S	242	20	1
	RESISTENZA PARK	U	231	9	0
Toscana	PO-ROMA	U	195	4	0
	FI-SETTIGNANO	S	186	1	0
	LI-GABBRO	R	191	5	0
Lazio	LEONESSA	RF	240	18	0
	CASTEL DI GUIDO	RF	182	1	0
	COLLEFERRO OBERDAN	U	196	5	0
	L.GO PRENESTE	U	187	5	0
	SEGNI	RF	221	11	0
	TENUTA DEL CAVALIERE	RF	206	10	0
	VILLA ADA	U	200	5	0
Puglia	Caldarola	U	206	2	0
Sardegna	CENSA2	U	193	1	0

Per episodio si intende un periodo continuativo, identificato in un singolo giorno, durante il quale una soglia è superata continuativamente.

N.B. Gli episodi di superamento della soglia di informazione comprendono al minimo gli episodi di superamento della soglia di allarme, non sono quindi da considerarsi complementari.

Tabella 15 Ozono troposferico anno 2004: superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e di allarme ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

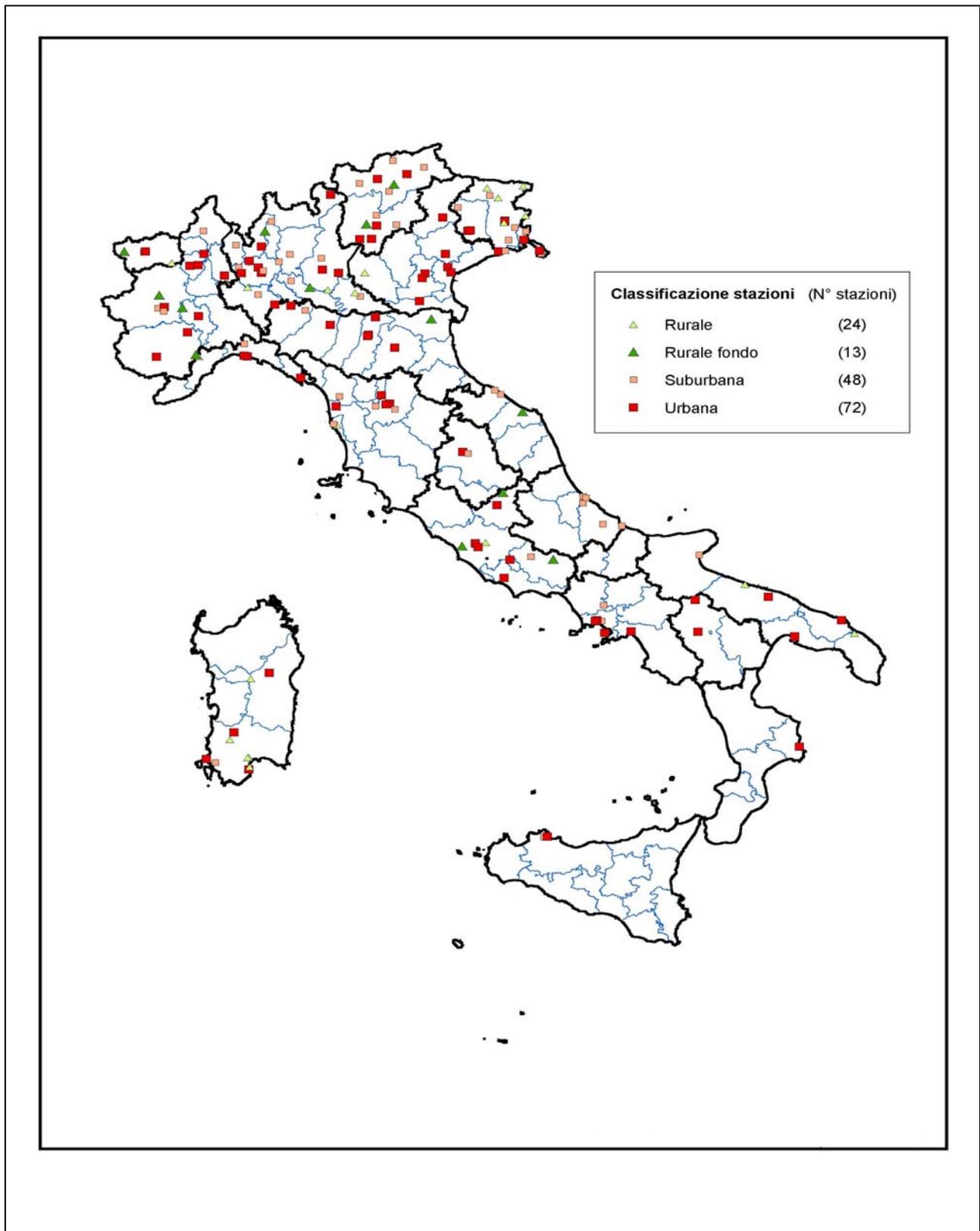


Figura 25 Localizzazione e classificazione delle stazioni di monitoraggio per l'ozono estivo 2005 (Periodo di riferimento Aprile-Settembre 2005). (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

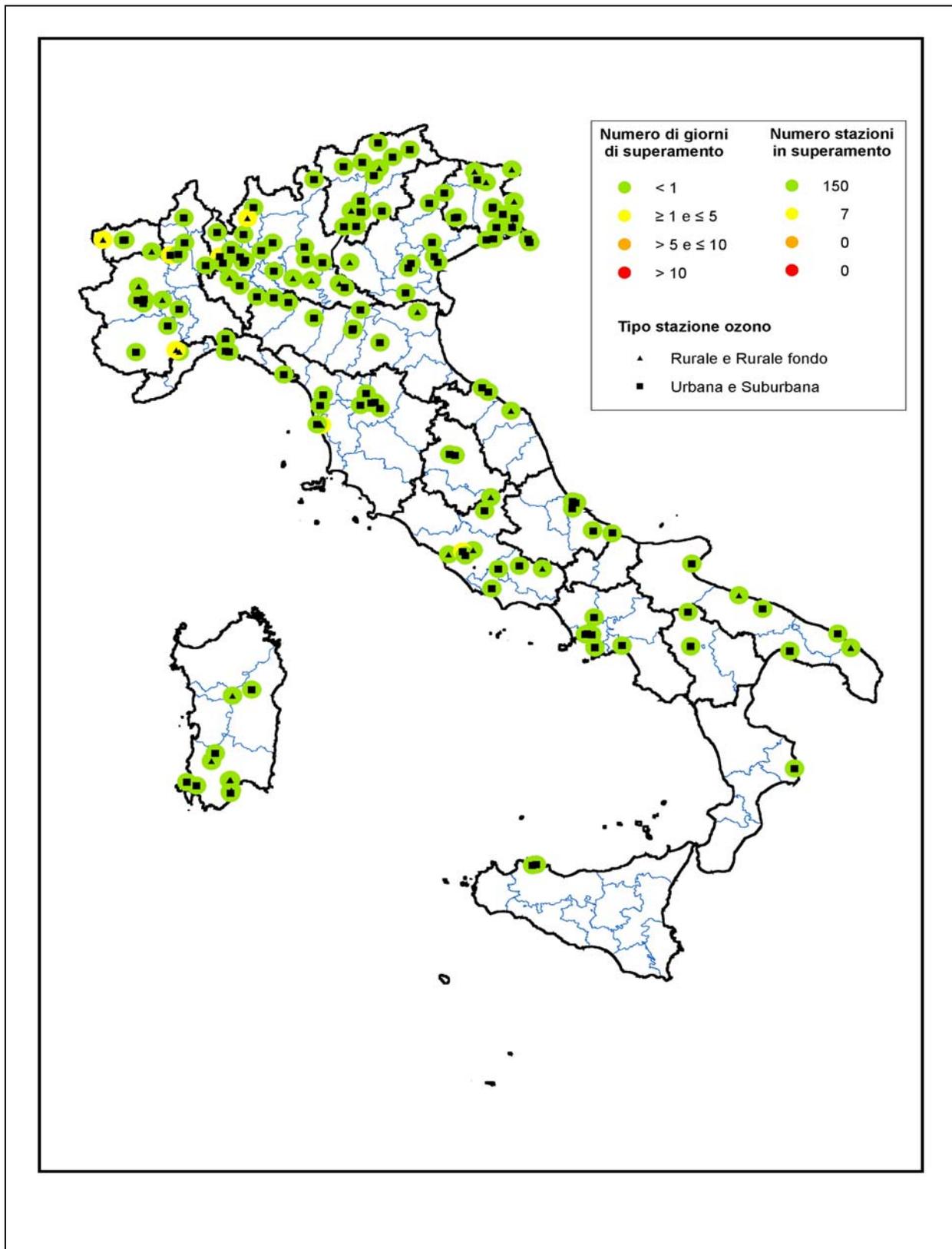


Figura 26 Superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'ozono estivo 2005 (Mese di riferimento Aprile 2005- giorni di superamento). (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

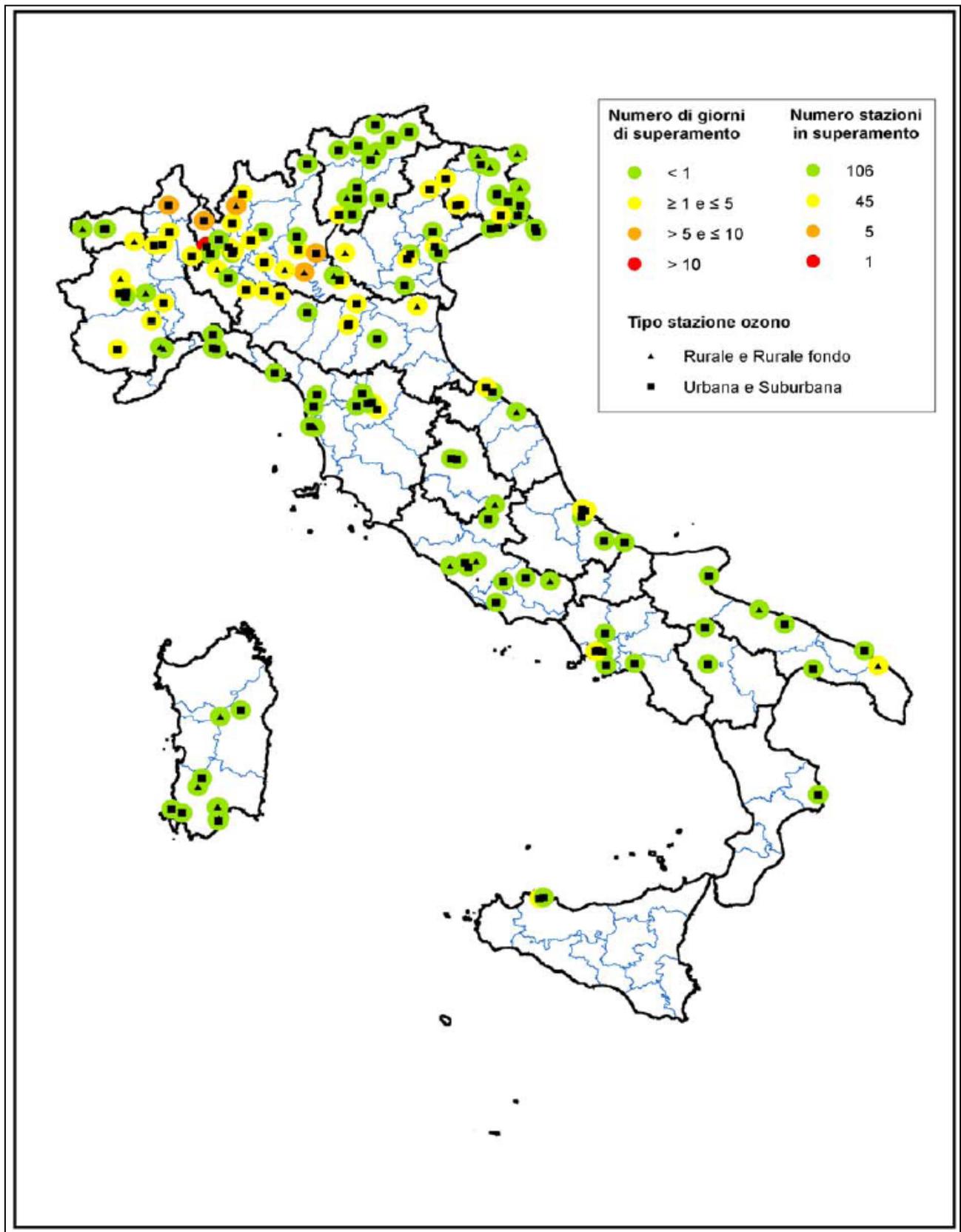


Figura 27 Superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'ozono estivo 2005 (Mese di riferimento Maggio 2005- giorni di superamento) (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

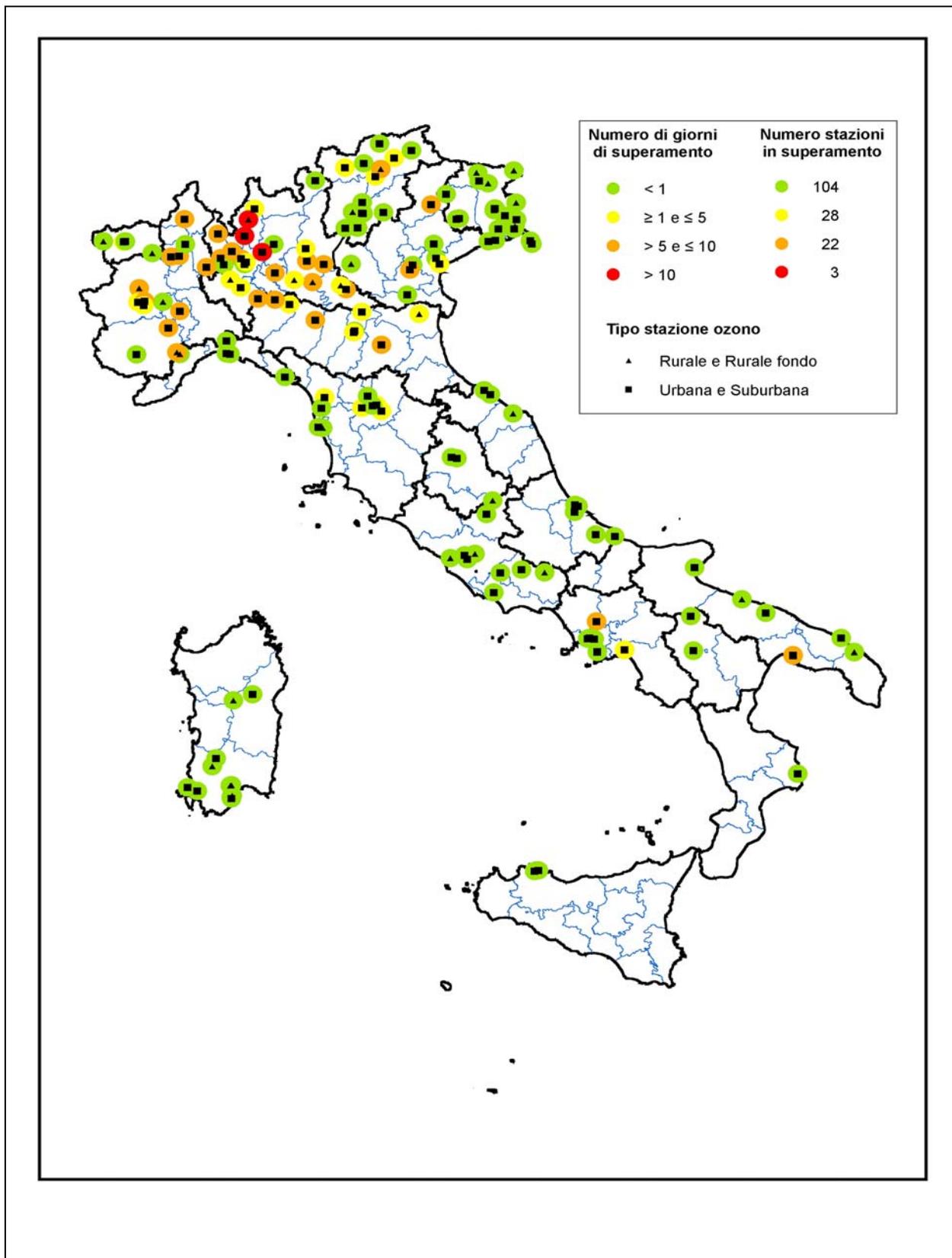


Figura 28 Superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'ozono estivo 2005 (Mese di riferimento Giugno 2005- giorni di superamento). (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

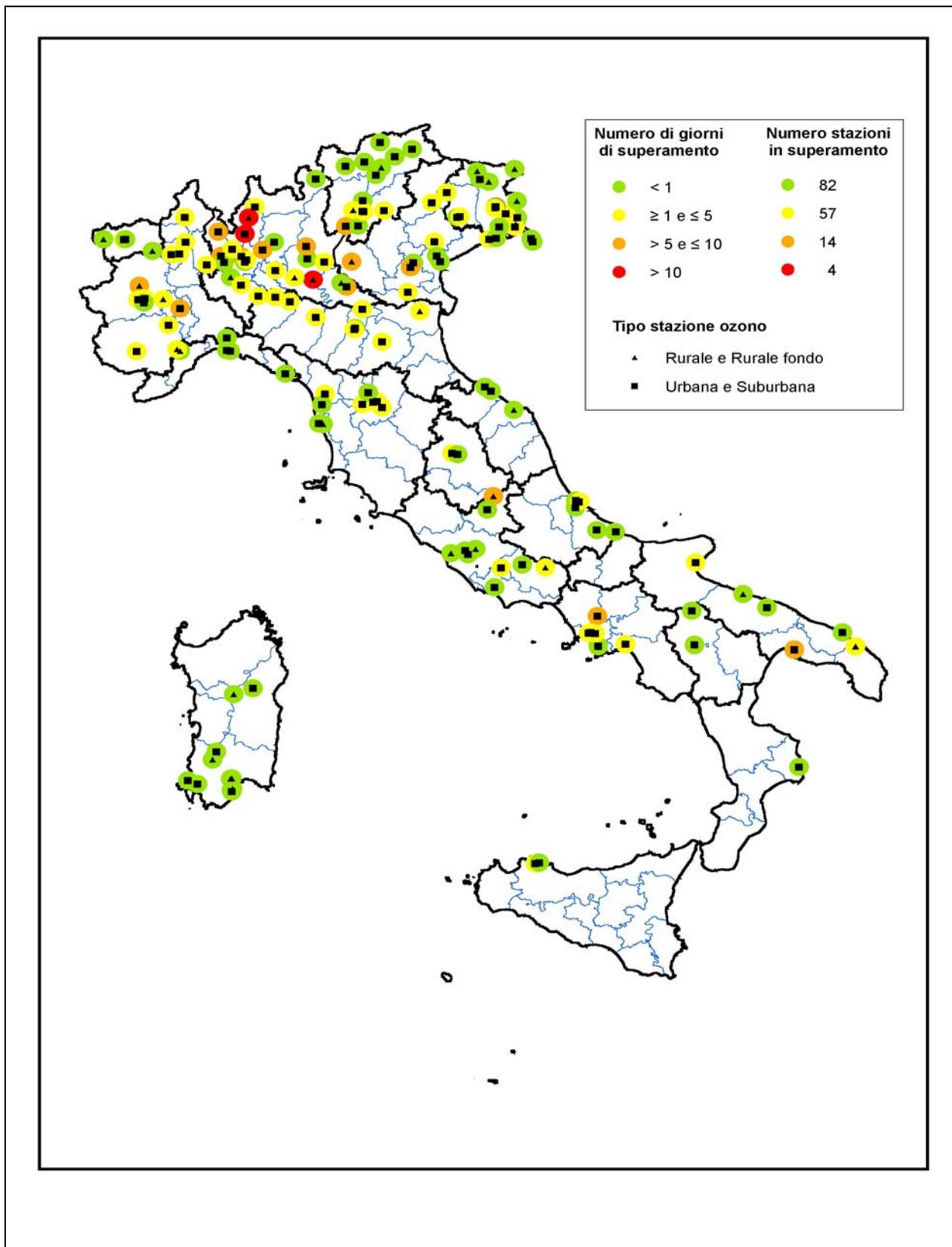


Figura 29 Superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'ozono estivo 2005 (Mese di riferimento Luglio 2005- giorni di superamento). (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

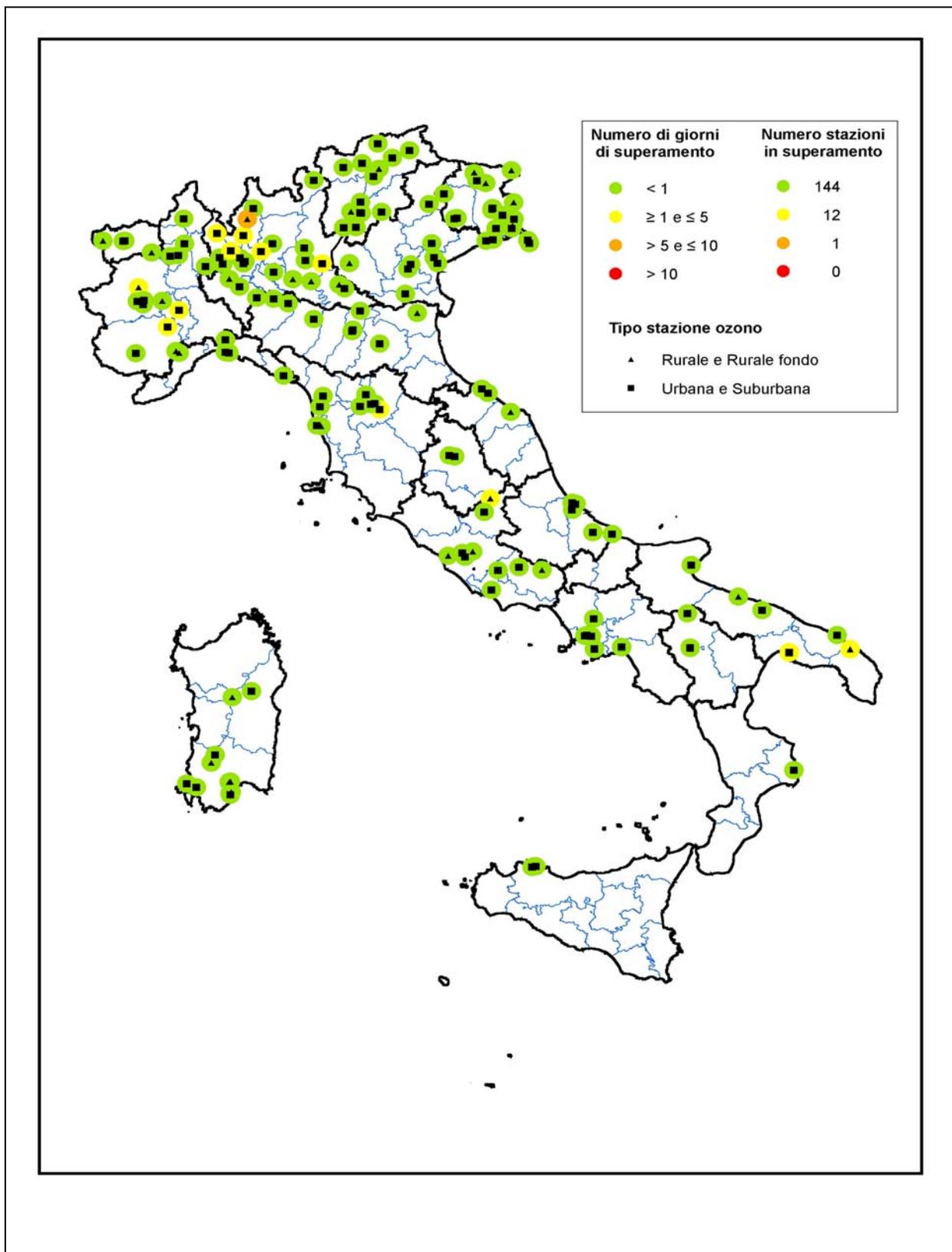


Figura 30 Superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'ozono estivo 2005 (Mese di riferimento Agosto 2005- giorni di superamento). (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

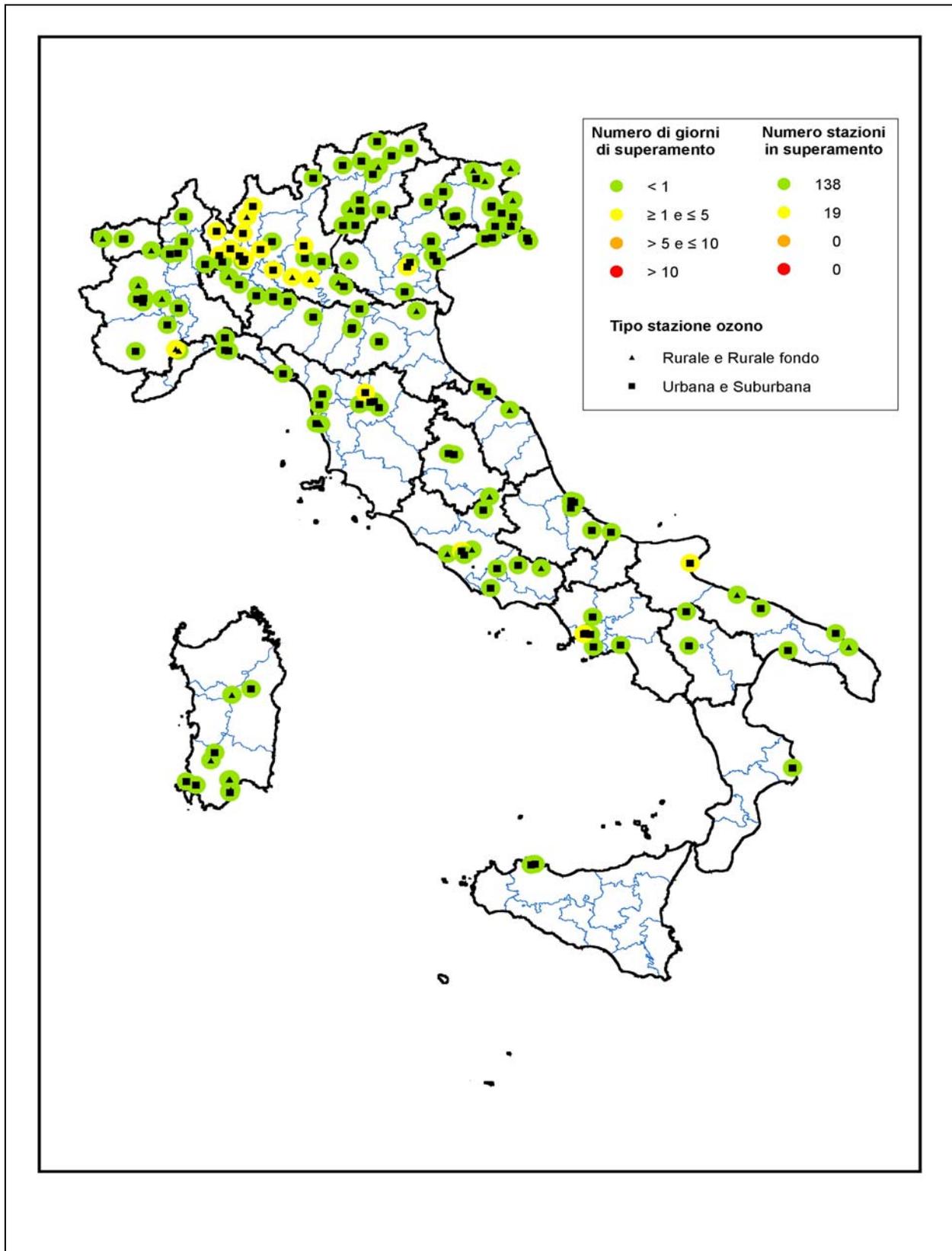


Figura 31 Superamenti della soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per l'ozono estivo 2005 (Mese di riferimento Settembre 2005- giorni di superamento). (Fonte: A. Demasi, A.M.Caricchia, F.Baiocco, R. Visentin "Ozono Estivo 2005 in Italia" – APAT, nota tecnica)

#### 4.6 Concentrazioni medie annue di PM10 nelle principali aree metropolitane italiane (Federica Moricci, APAT)

L'inquinamento atmosferico da PM10 è un problema di grande attualità soprattutto nelle aree urbane dove è presente un elevato numero di sorgenti di inquinamento atmosferico e dove maggiore è la popolazione esposta. Si è osservato che il numero massimo di 35 superamenti annui consentiti del valore limite giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (DM60/02), entrato in vigore il primo gennaio 2005, è stato ampiamente superato nelle principali città italiane.

Nelle figure seguenti (figure 32-42) vengono riportate le concentrazioni medie annue di PM10 registrate negli anni dal 1997 al 2004 in alcune delle centraline di monitoraggio delle aree metropolitane italiane di Torino, Milano, Trieste, Genova, Venezia, Bologna, Firenze, Cagliari, Roma, Napoli e Palermo. Le centraline per le quali si riportano i dati di qualità dell'aria sono state selezionate dalle autorità competenti (Regioni e Province Autonome) nell'ambito degli adempimenti previsti dal DM60/02. Tali centraline sono indicate nella legenda associata a ciascun grafico.

Per quanto riguarda le città di Torino, Milano e Venezia la concentrazione media annua di PM10 non è mai stata al di sotto del valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ex DM60/02) in tutte le stazioni prese in considerazione.

A Trieste e Cagliari le concentrazioni medie annue di PM10 non superano mai, per tutti gli anni considerati ed in tutte le stazioni analizzate, il valore limite. Nelle rimanenti aree metropolitane si registrano superamenti del valore limite di PM10.

**TORINO - Concentrazione media annua di PM10**

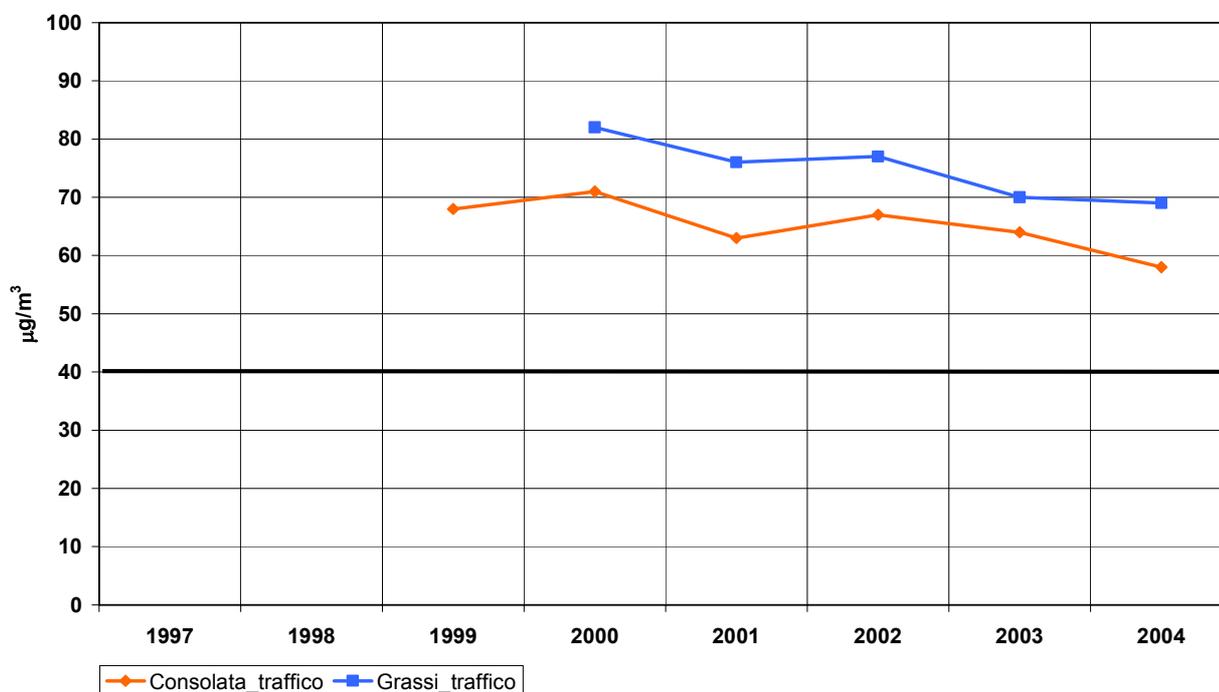


Figura 32 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Torino.

### MILANO - Concentrazione media annua di PM10

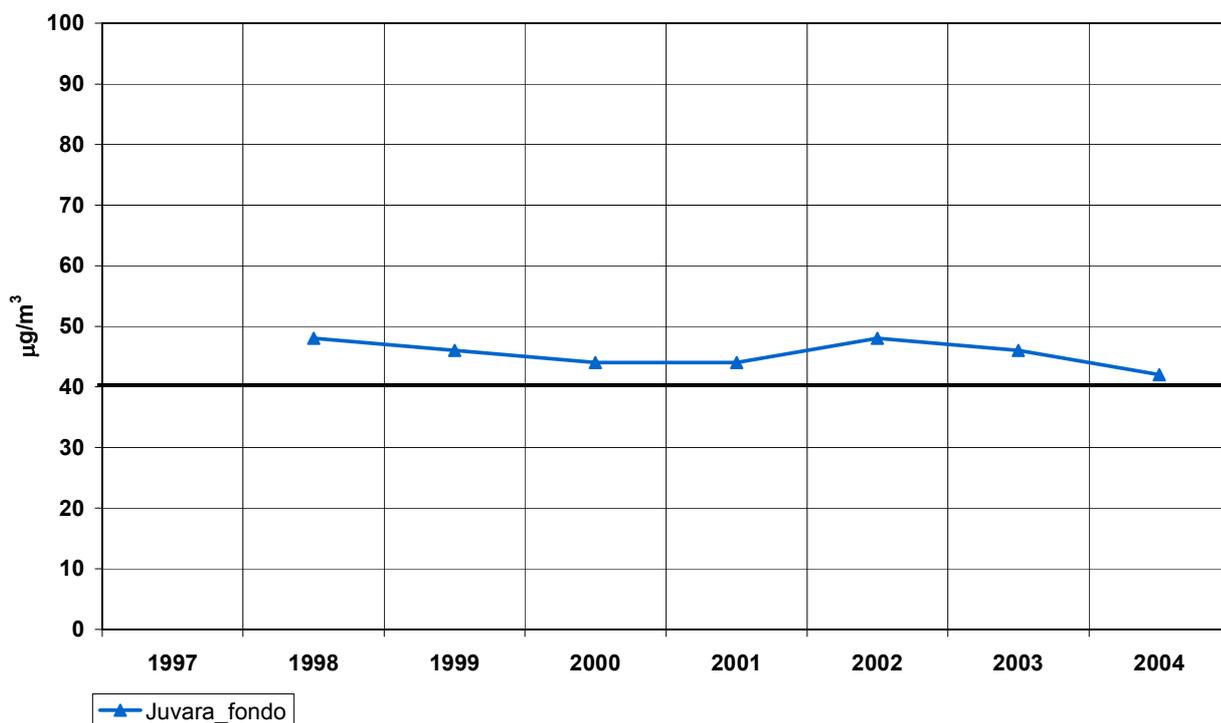


Figura 33 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Milano

### TRIESTE - Concentrazione media annua di PM10

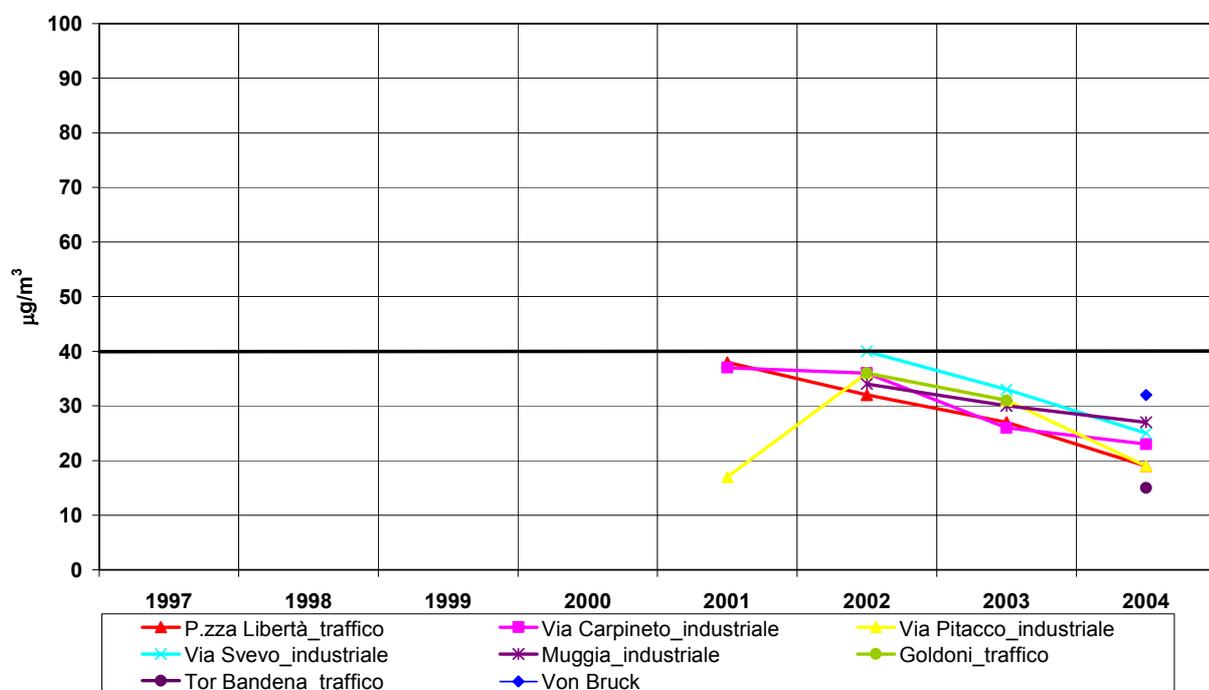


Figura 34 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Trieste.

### GENOVA - Concentrazione media annua di PM10

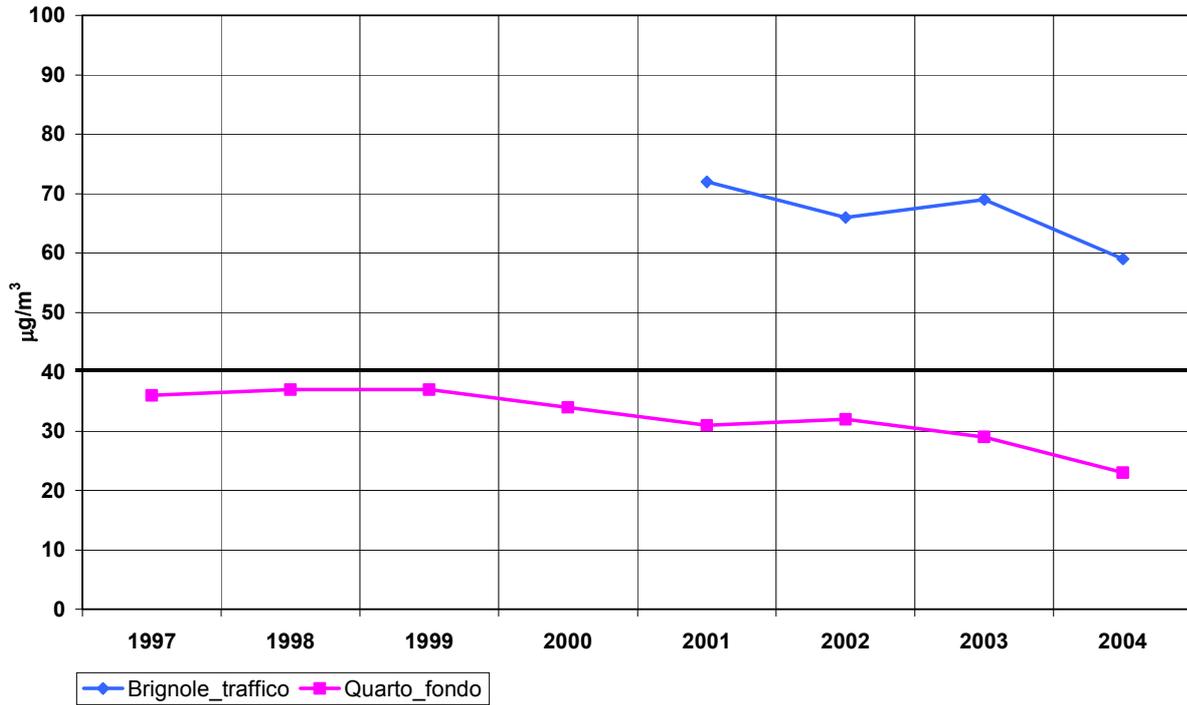


Figura 35 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Genova.

### VENEZIA - Concentrazione media annua di PM10

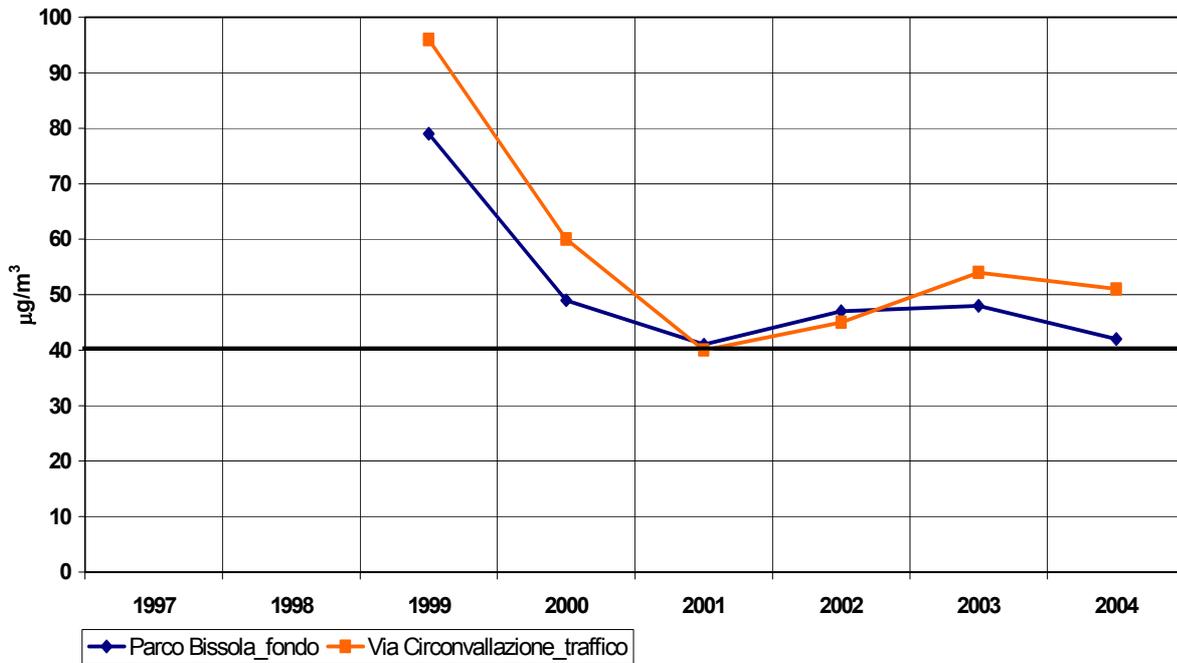


Figura 36 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Venezia

### BOLOGNA - Concentrazione media annua di PM10

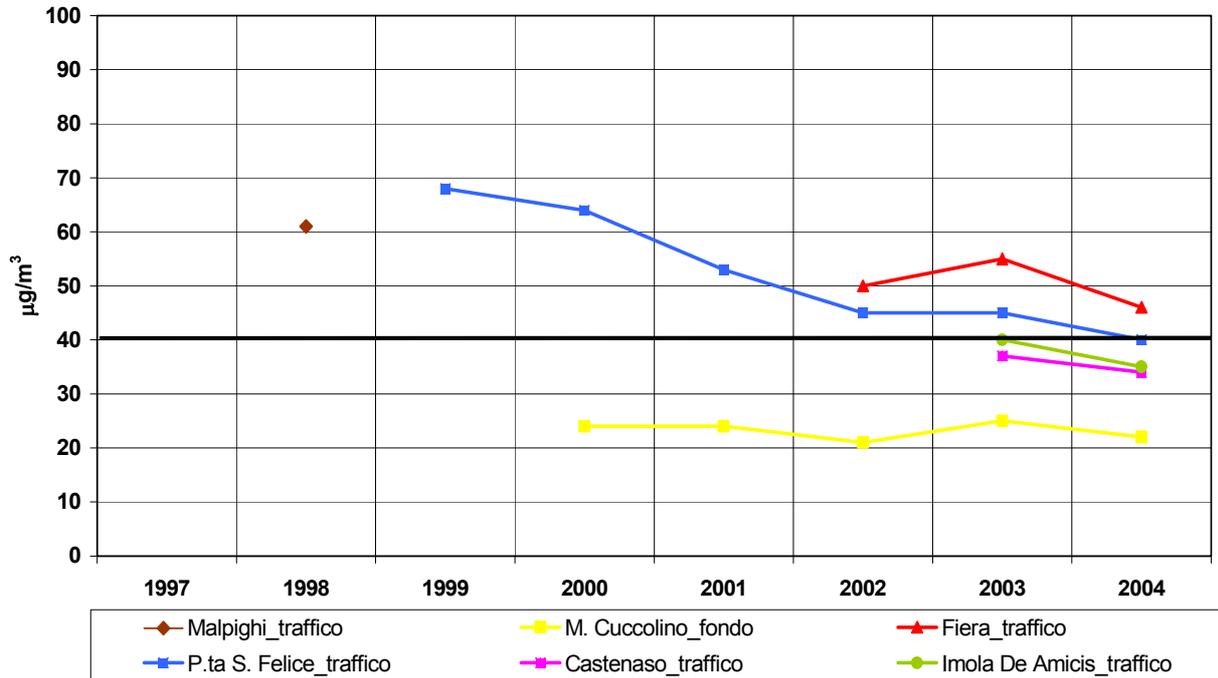


Figura 37 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Bologna

### FIRENZE - Concentrazione media annua di PM10

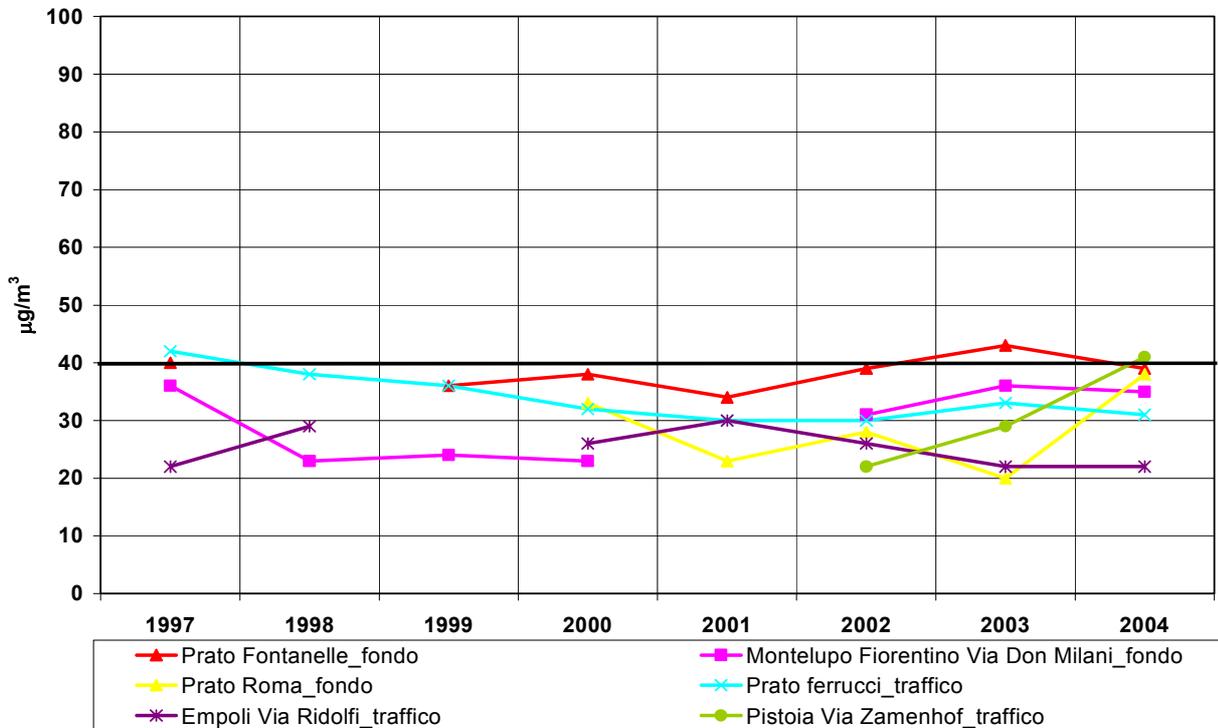


Figura 38 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Firenze

### CAGLIARI - Concentrazione media annua di PM10

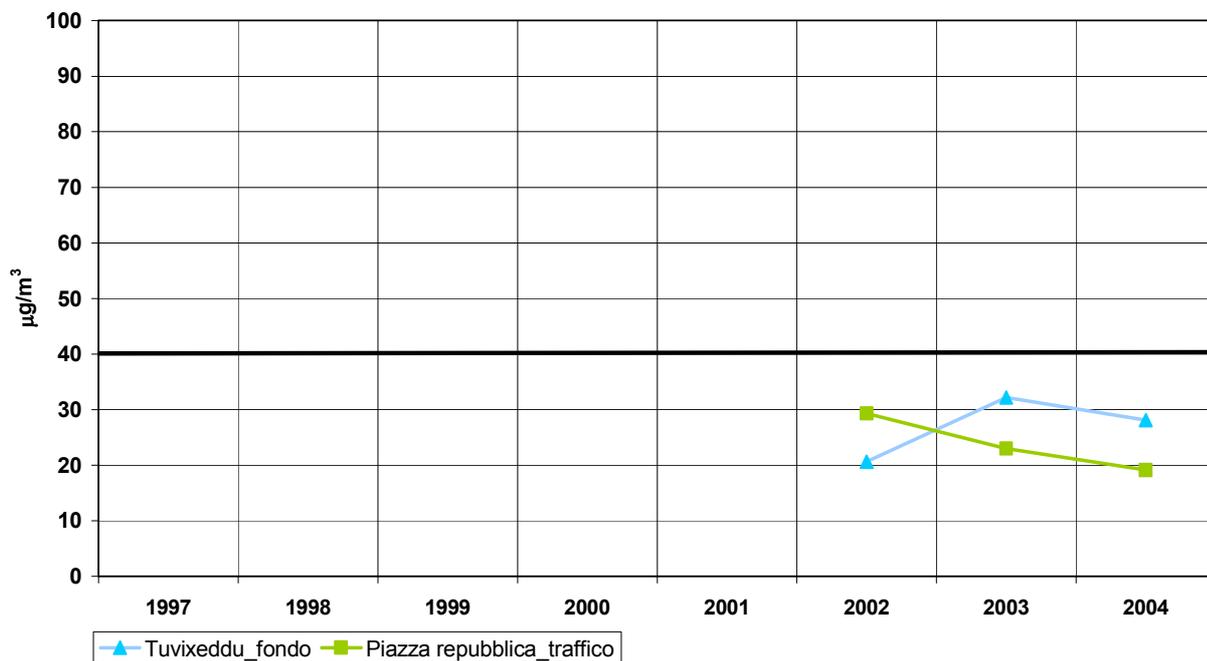


Figura 39 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Cagliari

### ROMA - Concentrazione media annua di PM10

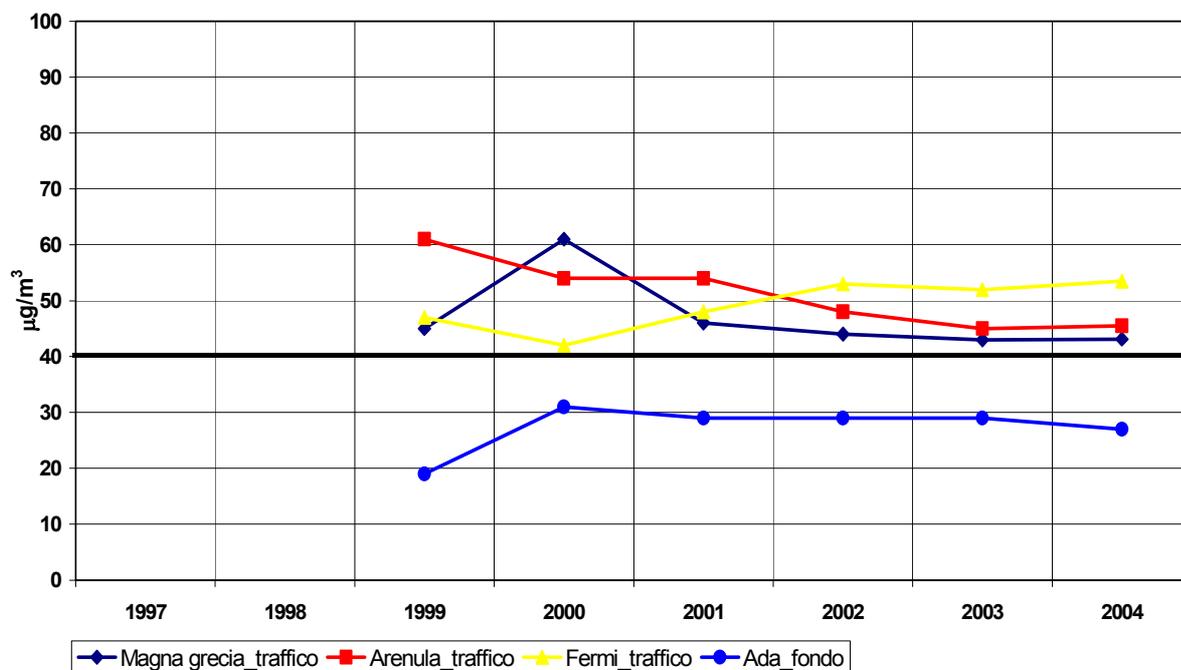


Figura 40 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Roma.

### NAPOLI - Concentrazione media annua di PM10

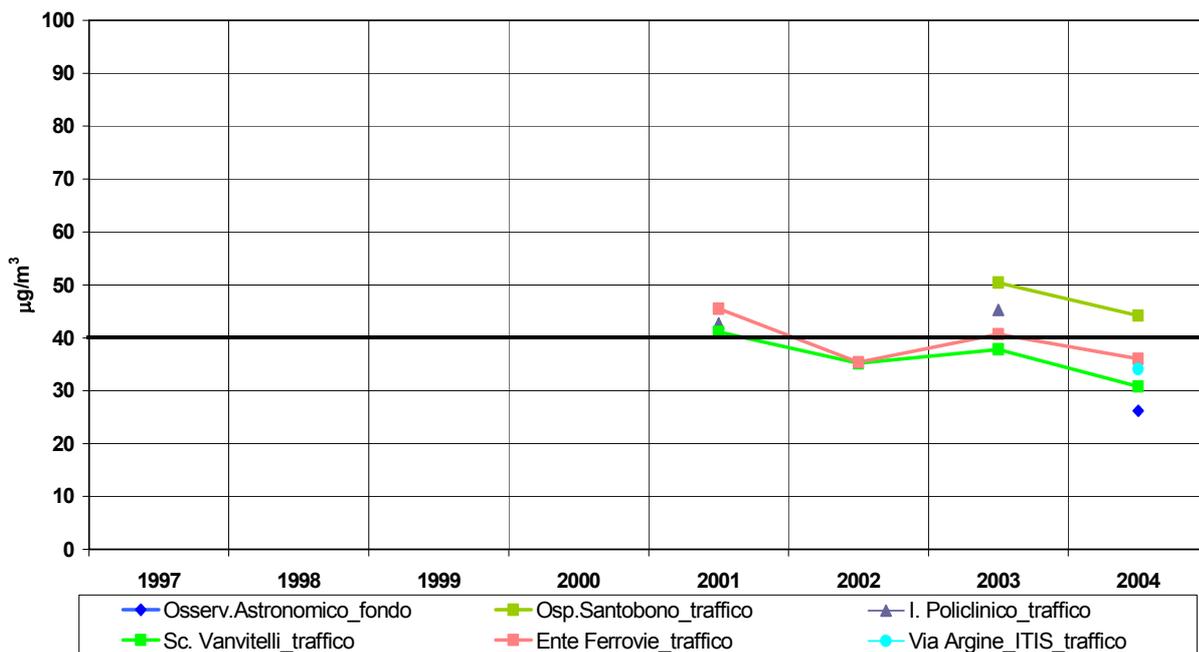


Figura 41 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Napoli

### PALERMO - Concentrazione media annua di PM10

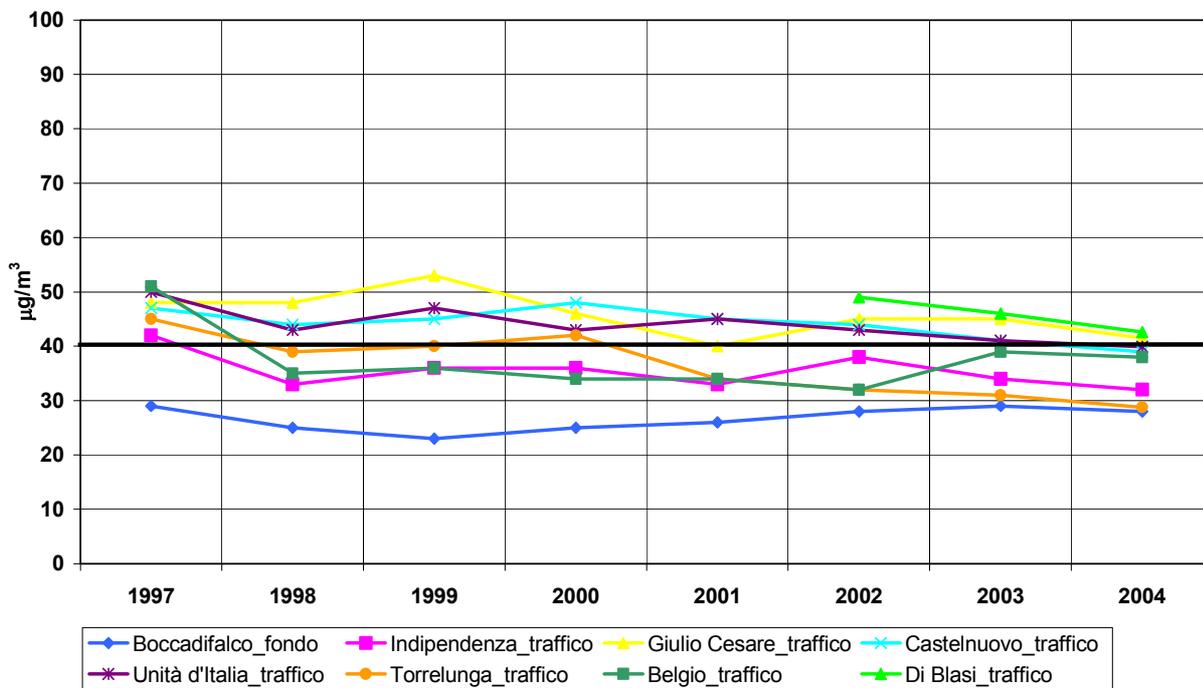


Figura 42 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Palermo

## 5 SERIE STORICHE PLURIDECENNALI PER ALCUNE STAZIONI IN ITALIA

### 5.1 Area metropolitana di Firenze

(Daniele Grechi, ARPA Toscana)

I dati relativi agli anni dal 1993 in poi sono stati acquisiti mediante una rete tecnologicamente evoluta e sono disponibili su supporto informatizzato a livello di medie orarie (giornaliere per PM10).

Nel periodo 1985-1991 era attiva una rete di quattro stazioni in grado di rilevare SO<sub>2</sub> e PM e, dal 1988 al 1992, è stato utilizzato un laboratorio mobile a rotazione in siti diversamente caratterizzati. I dati venivano acquisiti mediante registrazione su carta e le serie non sono risultate continue. Tuttavia è possibile ricostruire una aggregazione sufficientemente attendibile, almeno a livello di quinquennio.

Nel caso di SO<sub>2</sub>, inquinante poco influenzato dal gradiente spaziale (almeno in ambito urbano), si sono aggregati i valori registrati in tutte le stazioni, indipendentemente dalla tipologia di sito.

Nel caso del PM le serie sono piuttosto incomplete ma gli strumenti utilizzati (ADM 9000 e APM1, ambedue a membrana e con analizzatore a raggi β) erano in grado di campionare PM10. In realtà era stato tolto l'impattore interno ma esperienze successive hanno dimostrato che la frazione di PM effettivamente campionata portava ad un incremento di massa nell'ordine del 15-25% rispetto alla frazione PM10. D'altra parte, gli analizzatori avevano una camera di stoccaggio delle membrane in campionamento termostata a 50-60°C, fatto che può aver provocato una presumibile sottostima del particolato per perdita di volatili anche rilevante.)<sup>4</sup>.

Tutto ciò considerato e tenuto conto dello specifico obiettivo di ricostruire una serie storica di lungo periodo, abbiamo ritenuto opportuno assumere i valori rilevati tal quali come valore di PM10.

Il rilevamento di benzene è iniziato negli anni 1993-94 ma le prime serie di dati sufficientemente robuste e esaurienti si hanno a partire dal 1995. In tal caso si mostrano i valori medi annuali.

Per PM10 e per gli altri inquinanti (CO, NO<sub>2</sub>, benzene), tenuto conto dei gradienti spaziali, si sono ricostituite le aggregazioni differenziando fra siti "traffico" e siti "fondo".

I valori di concentrazione media, principalmente di CO e benzene, rilevati in siti traffico hanno valenza soprattutto in termini relativi in quanto fortemente condizionati dalle specificità dei siti (volume traffico, distanza del punto di campionamento dal flusso veicolare) e da eventuali modifiche negli anni delle condizioni al contorno.

Nelle figure da 43 a 46 sono mostrati gli andamenti relativi ai livelli medi degli inquinanti PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e CO per quinquennio.

Nella figura 47 viene mostrato l'andamento relativo al livello medio annuale di benzene.

Nella figura 48 viene mostrato l'andamento del numero di superamenti della soglia di informazione per l'O<sub>3</sub> pari a 180 µg/m<sup>3</sup> (a 20°C), rilevati in ciascun anno nelle stazioni Firenze Settignano (suburbana, collinare), Firenze Boboli (urbana, parco), Scandicci Buoizzi (urbana residenziale nell'area omogenea fiorentina) e la media dei superamenti annuali.

Nelle figure 49 e 50 si mostra il livello % relativo al periodo base (1990-94) per gli inquinanti NO<sub>2</sub>, PM10, CO e SO<sub>2</sub>.

Nella figura 51 si mostra il livello % relativo al periodo base (1995) per il benzene.

Nel costruire serie storiche di lungo periodo e nel confrontare serie di dati di diversa provenienza, occorre aver presenti alcuni problemi solo apparentemente di dettaglio (in particolare per quanto riguarda le temperature di riferimento, l'arrotondamento, il superamento delle soglie e i fattori di correzione, si rimanda al paragrafo 4.3 "Affidabilità del dato").

---

<sup>4</sup> Il problema della perdita di volatili può essere presente anche nelle serie di PTS in quanto il metodo di riferimento (gravimetrico) ante DM 60/02 prevedeva il condizionamento a 105°C (vedi anche paragrafo 1.4.3 "Affidabilità del dato").

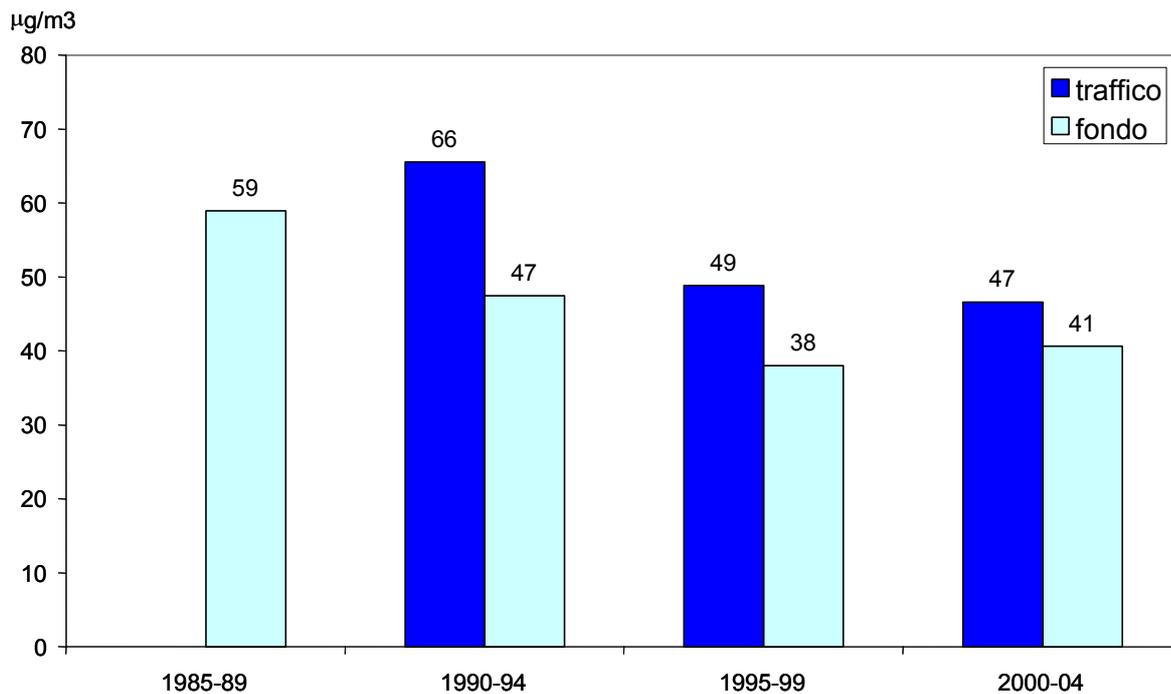


Figura 43 Area urbana FIRENZE, andamento PM10 (medie quinquennali)

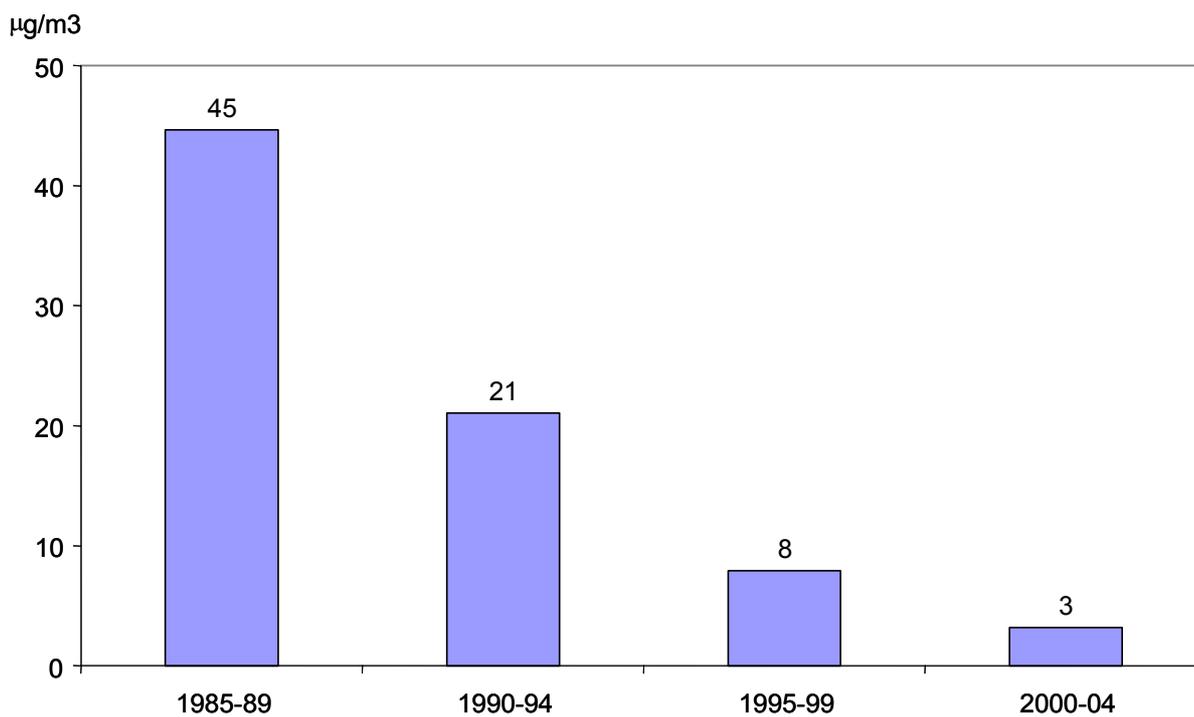


Figura 44 Area urbana FIRENZE, andamento SO<sub>2</sub> (medie quinquennali)

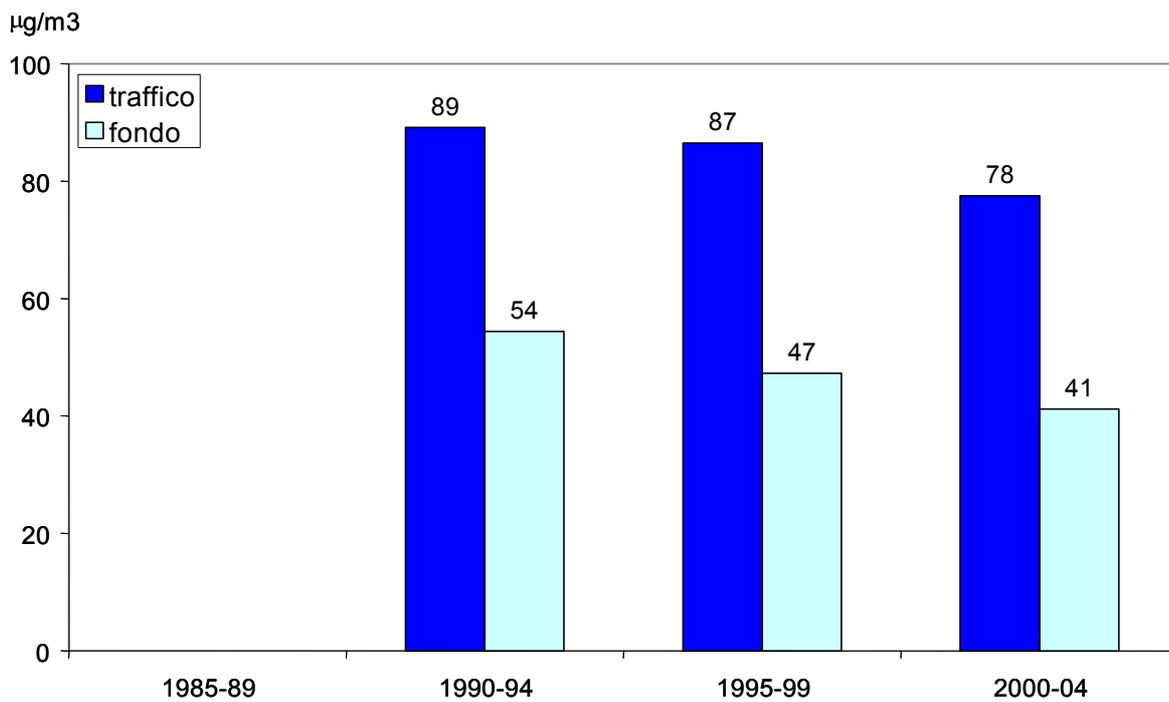


Figura 45 Area urbana FIRENZE, andamento NO<sub>2</sub> (medie quinquennali)

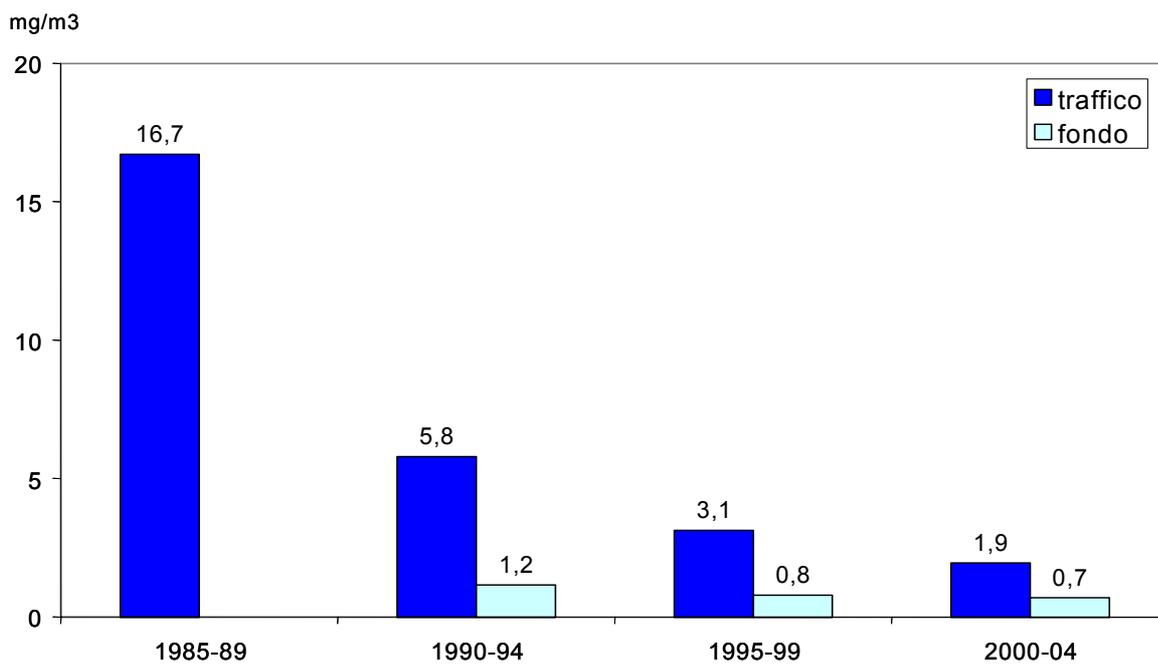


Figura 46 Area urbana FIRENZE, andamento CO (medie quinquennali)

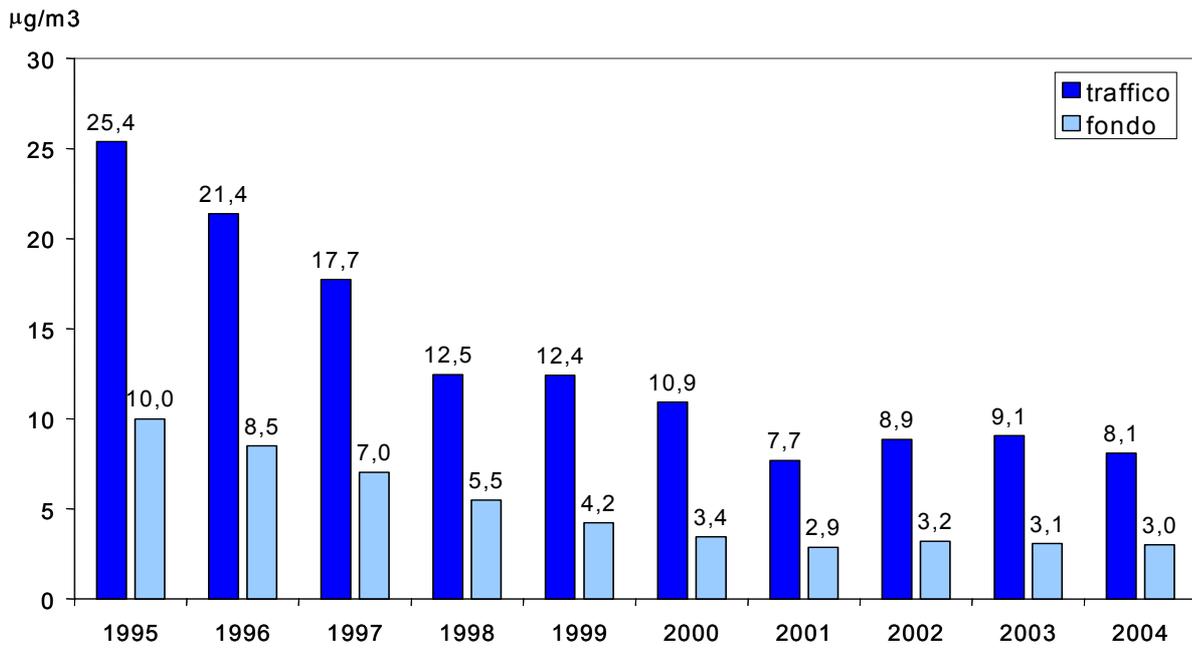


Figura 47 Area urbana FIRENZE, andamento BENZENE (medie annuali)

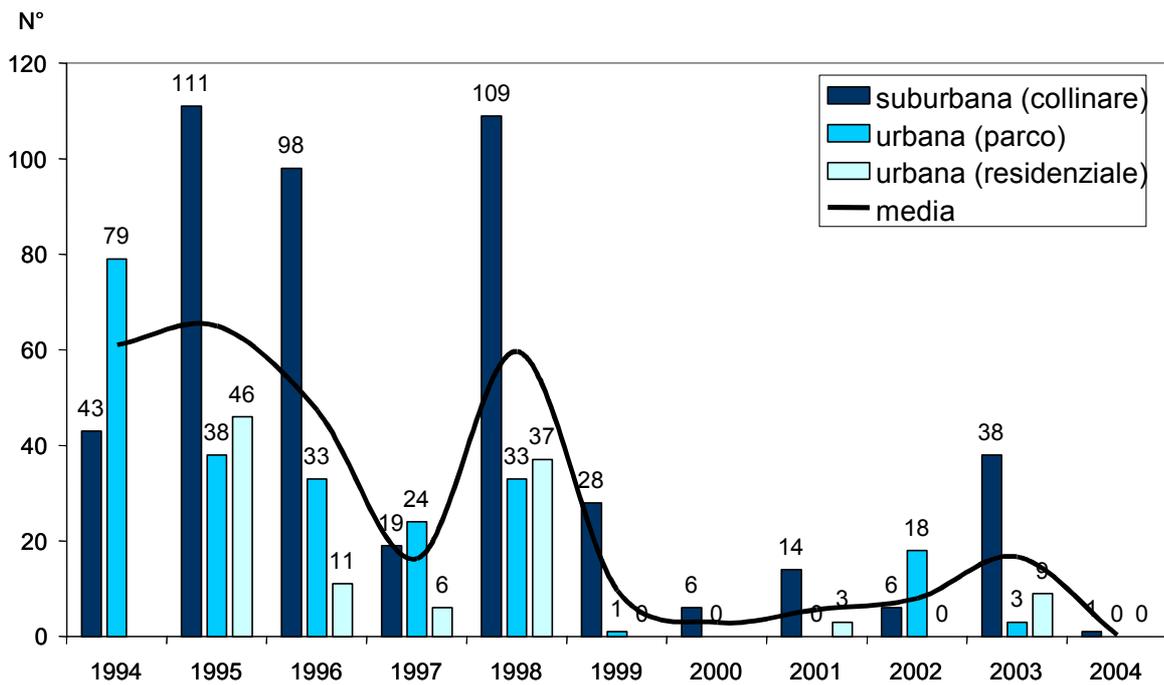


Figura 48 Area urbana FIRENZE, andamento O<sub>3</sub> (superamenti annuali di 180 µg/m<sup>3</sup> a 20°C)

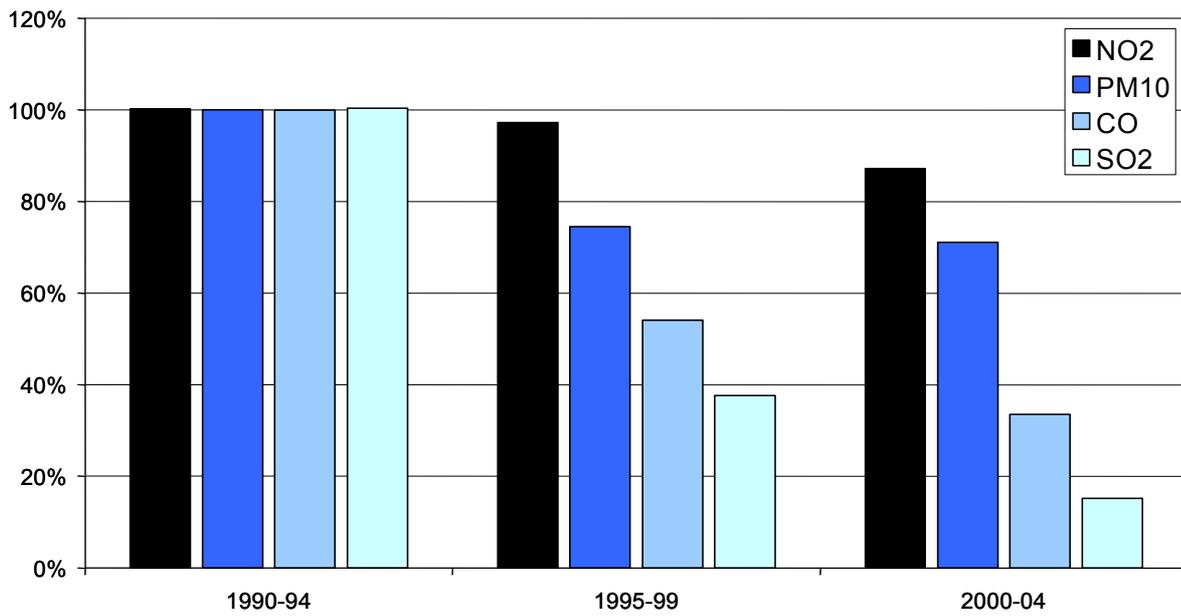


Figura 49 Area urbana FIRENZE, andamento livelli di inquinamento in siti "traffico" ((1990-94 = 100))

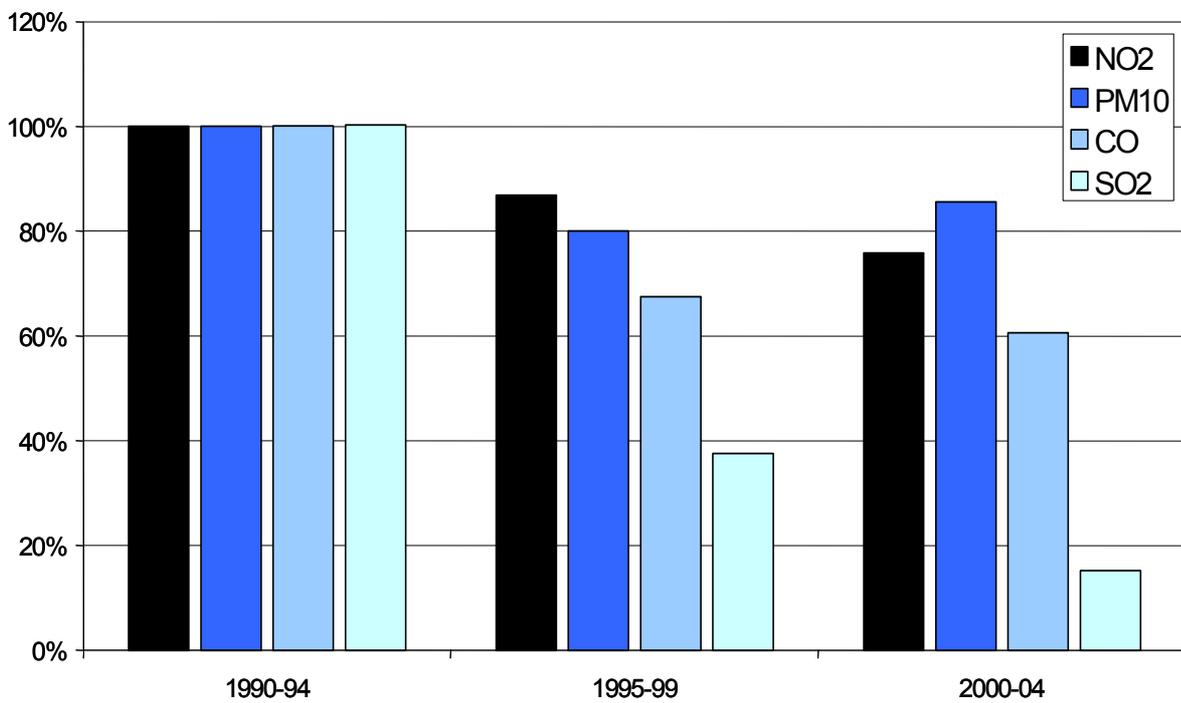


Figura 50 Area urbana FIRENZE, andamento livelli di inquinamento in siti "fondo" (1990-94 = 100)

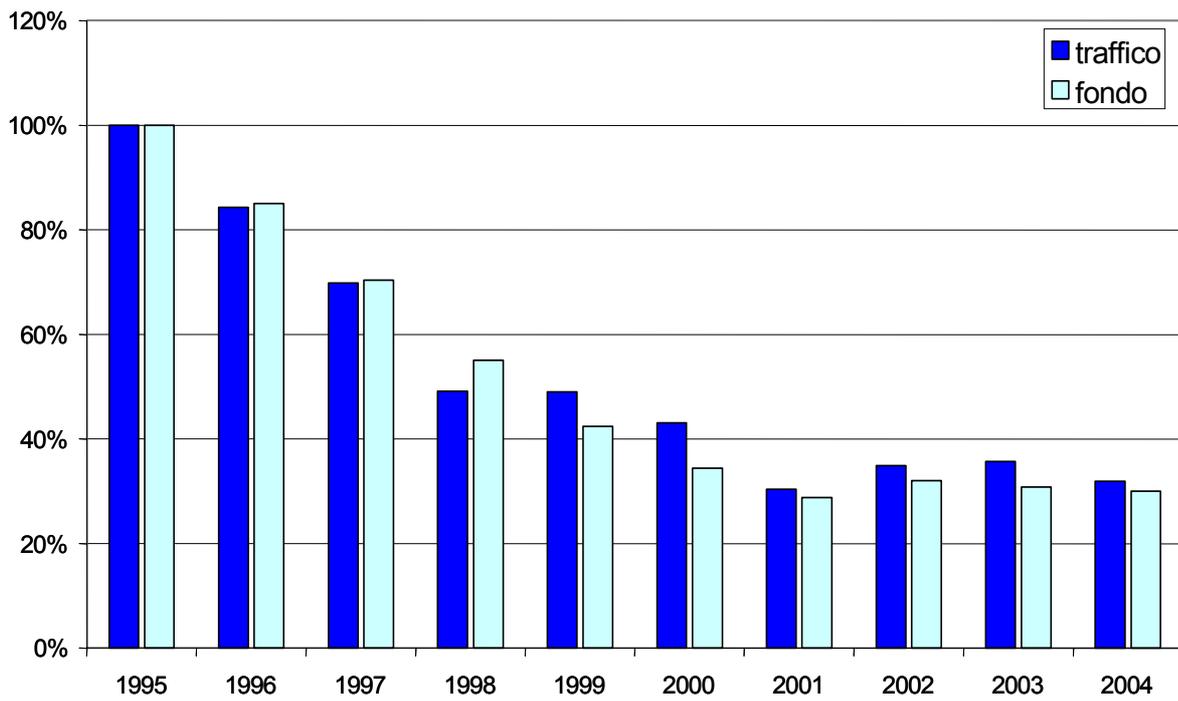


Figura 51 Area urbana FIRENZE, andamento livelli di BENZENE (1995 = 100)

## 5.2 L'area metropolitana di Milano

(Guido Lanzani, ARPA Lombardia)

In generale, rispetto agli anni '50 e '60, la qualità dell'aria attuale risulta essere notevolmente migliorata, per lo meno in riferimento ai cosiddetti inquinanti convenzionali, che sono poi quelli normalmente presenti nelle zone antropizzate, e che hanno determinato la consapevolezza da parte dell'opinione pubblica del fenomeno dell'inquinamento atmosferico.

Le prime misure disponibili in modo continuativo e strutturato a Milano risalgono all'anno 1957 e sono misure di SO<sub>2</sub>. Solo successivamente, l'attenzione si è rivolta a polveri (prima totali, poi PM10), ossidi di azoto, poi monossido di carbonio ed ozono.

Dall'analisi dei paragrafi successivi, distinti per inquinante, si può osservare tra l'altro come laddove attenzione e politiche di riduzione delle emissioni sono state adottate (volontariamente o perché la normale evoluzione della società e dell'economia hanno determinato il cambiamento) la qualità dell'aria è migliorata e i risultati sono davvero stati notevoli.

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

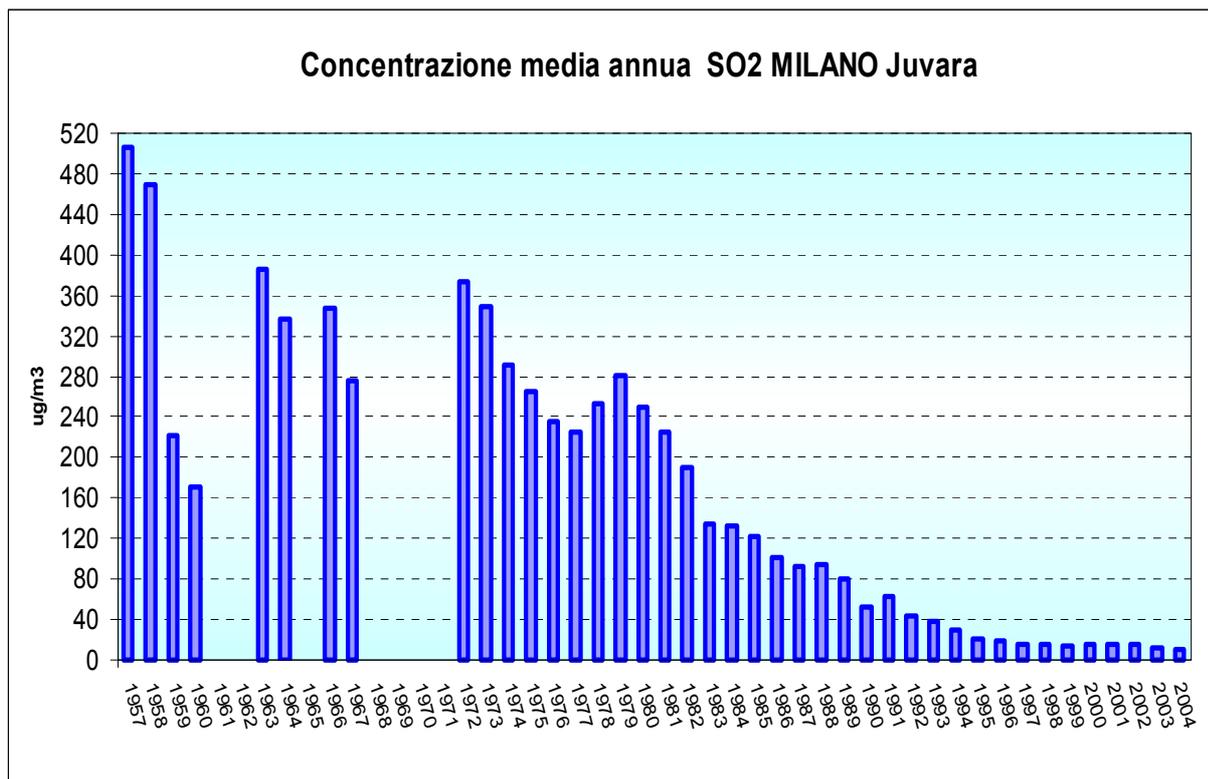


Figura 52 Concentrazione media annua di SO<sub>2</sub> nella stazione di Juvara dell'area metropolitana di Milano

Come si può osservare nella figura 52, le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono calate a Milano in misura molto rilevante. Le concentrazioni medie annue del 1957 a Milano sono risultate essere pari a 507  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nel 2004 erano pari a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le concentrazioni giornaliere, fino agli inizi degli anni '70, potevano superare anche i 2000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ad esempio a Milano, l'8 gennaio 1971 fu rilevata una concentrazione media giornaliera di 2867  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nel 2004 la massima concentrazione giornaliera rilevata a Milano Juvara è stata di 47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La ragione del notevole decremento di queste concentrazioni, è da ricercarsi innanzitutto nella progressiva diminuzione del contenuto di zolfo nei combustibili, nella diffusione della metanizzazione degli impianti di riscaldamento, che hanno progressivamente sostituito gli impianti a olio combustibile e quelli a gasolio nella trasformazione delle Centrali Termoelettriche da ciclo a vapore a ciclo combinato nella delocalizzazione degli impianti produttivi a maggiore emissione.

### Particolato atmosferico

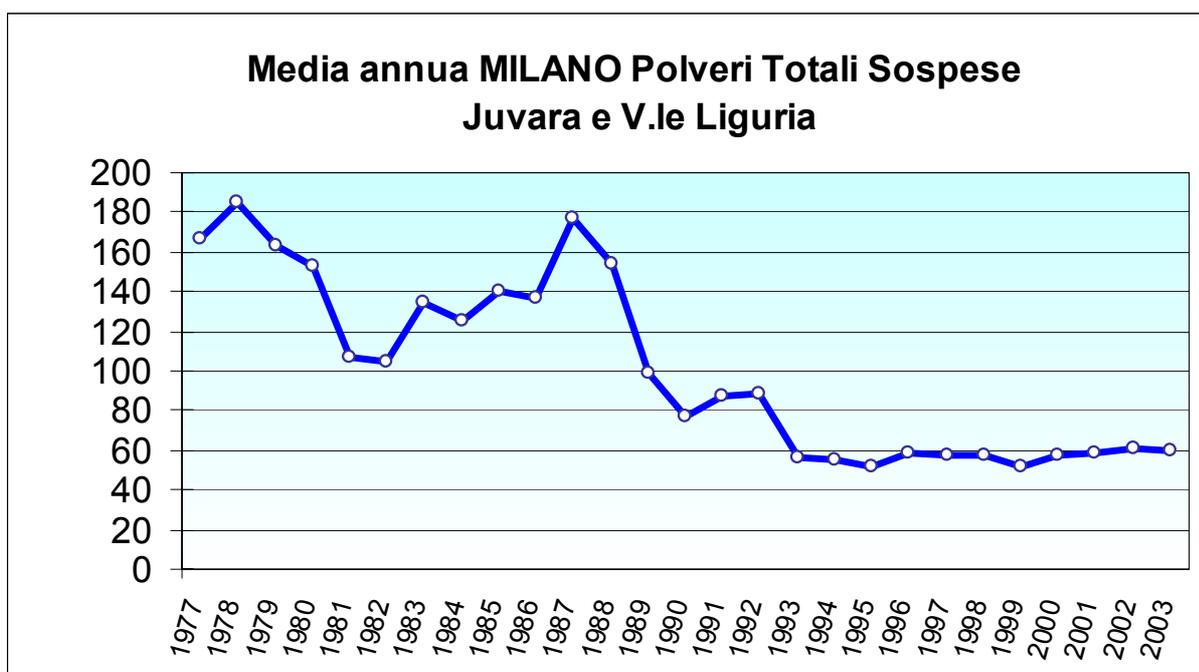


Figura 53 Concentrazione media annua di PTS nelle stazioni di Juvara e V.le Liguria dell'area metropolitana di Milano

Anche le concentrazioni di particolato sospeso sono diminuite notevolmente a Milano nel corso degli ultimi 30 anni (figura 53). Si può considerare che il PM10 costituisca una parte variabile corrispondente, almeno nel bacino padano, all'80-85% delle polveri totali. Se in generale i processi intervenuti possono aver cambiato la distribuzione granulometrica del particolato, viste le approssimazioni e gli ordini di grandezza in gioco, si può considerare che il trend registrato per le PTS (polveri totali sospese), sia assimilabile al trend del PM10. (

La ragione del decremento di queste concentrazioni, è da ricercarsi nell'adozione della migliore tecnologia nei processi produttivi seguita all'introduzione del DPR 203/88; alla delocalizzazione degli impianti produttivi a maggiore emissione, ed anche alla riduzione dei precursori del particolato, come SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>.

## Ossidi di azoto

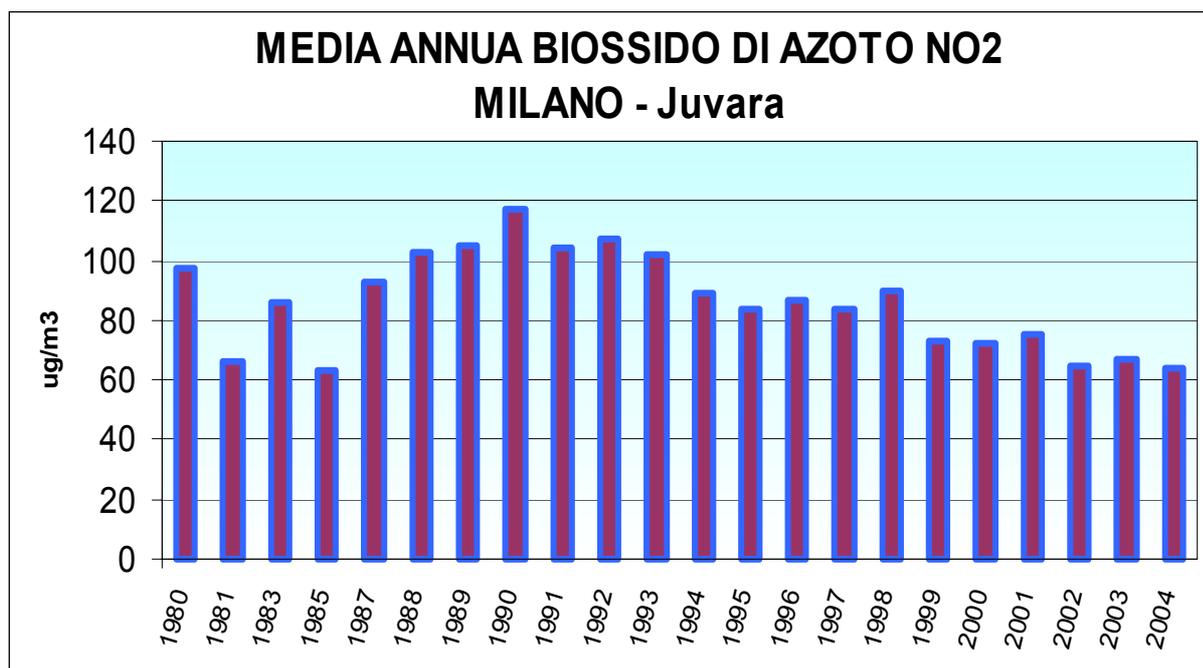


Figura 54 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> nella stazione di Juvara dell'area metropolitana di Milano

La concentrazione di ossidi di azoto si rileva a Milano dal 1980. Le concentrazioni sono risultate inizialmente in crescita fino all'anno 1990. Dal 1991, si è assistito ad una progressiva diminuzione delle concentrazioni. I progressi però negli ultimi anni stanno progressivamente diminuendo di entità (figura 54).

La motivazione di tale andamento deve essere ricercata innanzitutto nell'evoluzione del parco circolante, che, in generale, nel corso degli anni, ha come prima caratteristica un aumento dei chilometri percorsi. Con l'introduzione della marmitta catalitica ed il progressivo rinnovo del parco circolante le emissioni per chilometro sono però, almeno a parità di motorizzazione progressivamente diminuite. D'altra parte, il passaggio dalla benzina al diesel, l'aumento delle cilindrata hanno determinato una diminuzione della pendenza del trend di riduzione. Dal 1991 la riduzione delle concentrazioni è connessa all'introduzione di veicoli meno inquinanti. Anche la trasformazione degli impianti termici civili da olio a gasolio e gas naturale ha contribuito alla riduzione.

Non va per altro dimenticata la trasformazione delle centrali termoelettriche a vapore, con l'introduzione del ciclo combinato.

Anche la delocalizzazione degli impianti produttivi è da questo punto di vista utile.

Tuttavia, ancora oggi le concentrazioni misurate in alcune aree urbane, come ad esempio quella milanese, continuano, per lo meno rispetto alla media annua, a superare gli standard previsti dal 2010 dalla legislazione vigente.

Le concentrazioni in aria di questi inquinanti vanno quindi ancora ridotte, sia in quanto essi sono precursori di ozono e particolato, sia per consentire il futuro rispetto della normativa.

## Monossido di carbonio

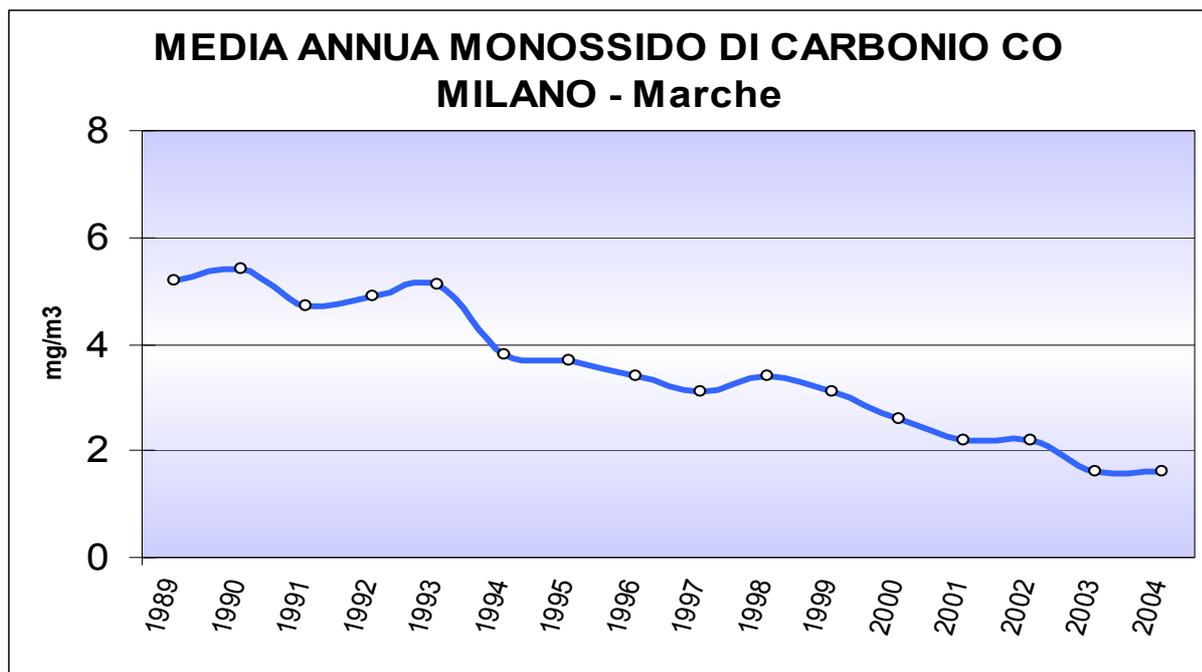


Figura 55 Concentrazione media annua di CO nella stazione Marche dell'area metropolitana di Milano

La maggiore fonte di emissione del monossido di carbonio, per lo meno nelle aree urbane, è sicuramente il traffico veicolare, quindi la questione relativa a questo inquinante può essere, in prima approssimazione, riferita semplicemente a questa sorgente. Le concentrazioni di monossido di carbonio si rilevano a Milano dal 1989 (figura 55) e i valori sono risultati inizialmente stabili, con piccole fluttuazioni fino al 1993. Dal 1993, si è assistito ad una progressiva diminuzione delle concentrazioni, che continua tuttora, sebbene in forma ridotta. È interessante notare come in questo caso non si noti il rallentamento nella diminuzione pari a quello visto per l'NO<sub>2</sub>. Ciò può essere in parte legato al fatto che l'incremento nel numero di vetture diesel in questo caso non ha avuto gli stessi effetti negativi visti per gli ossidi di azoto. Infatti per il CO il passaggio alla motorizzazione diesel non è negativo, anzi contribuisce a ridurre il fattore di emissione per chilometro.

## Benzene

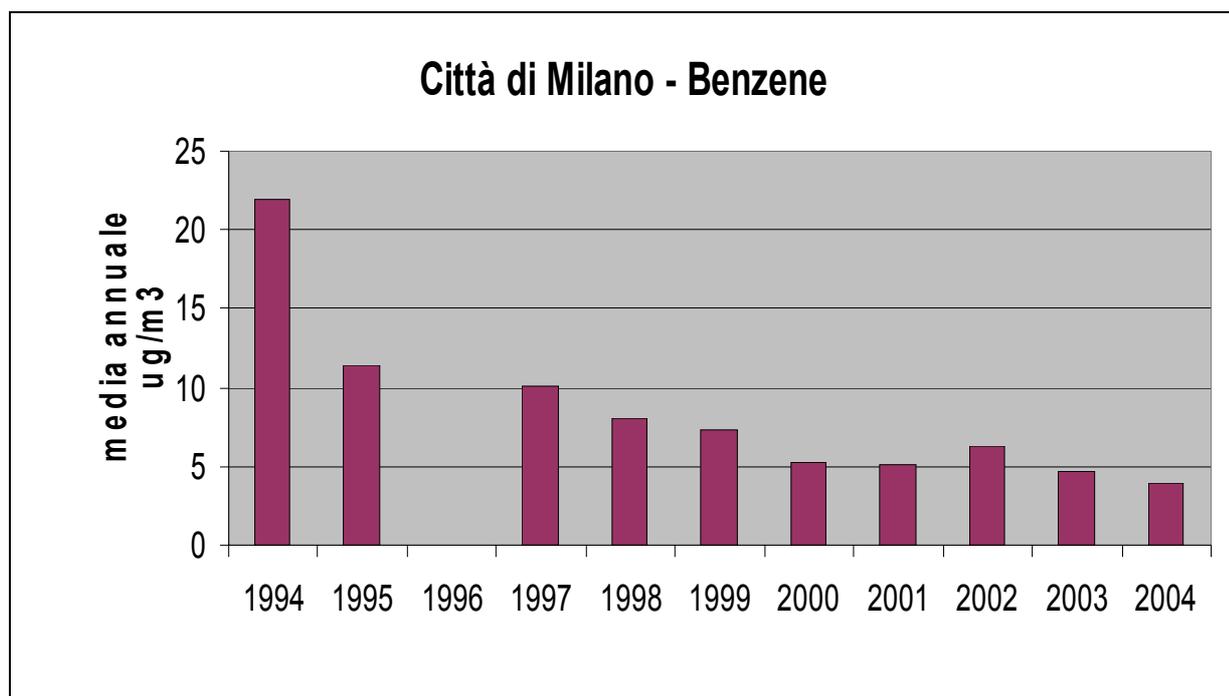


Figura 56 Concentrazione media annua di  $C_6H_6$  nell'area metropolitana di Milano

Il caso del benzene, connesso in area urbana in modo rilevante ai trasporti è più complesso, poiché l'introduzione della marmitta catalitica, con l'impossibilità di usare il piombo tetraetile come additivo per alzare il numero di ottani del carburante, ha portato in un primo tempo all'aggiunta di aromatici nelle benzine. Purtroppo dati continuativi e attendibili sono disponibili a Milano (a conoscenza degli autori) solamente dal 1994, e quindi successivamente alla introduzione della benzina verde. In ogni caso dal 1994 il trend di concentrazione è risultato in diminuzione (figura 56). Ciò è connesso innanzitutto alla diminuzione del tenore di benzene che negli anni '90 è passato dall'iniziale 5% al successivo 1% (il benzene è stato parzialmente sostituito dal metilterbutiletere (MTBE)). Anche la diffusione di nuove auto, dotate di marmitta catalitica (molti all'inizio usavano benzina verde anche su auto sprovviste catalizzatore dato il suo minor costo), e la progressiva introduzione del ciclo chiuso nella distruzione dei carburanti (in questo caso ancora da completare, ed in alcune aree in fase non avanzata) hanno contribuito alla diminuzione delle concentrazioni.

## Ozono

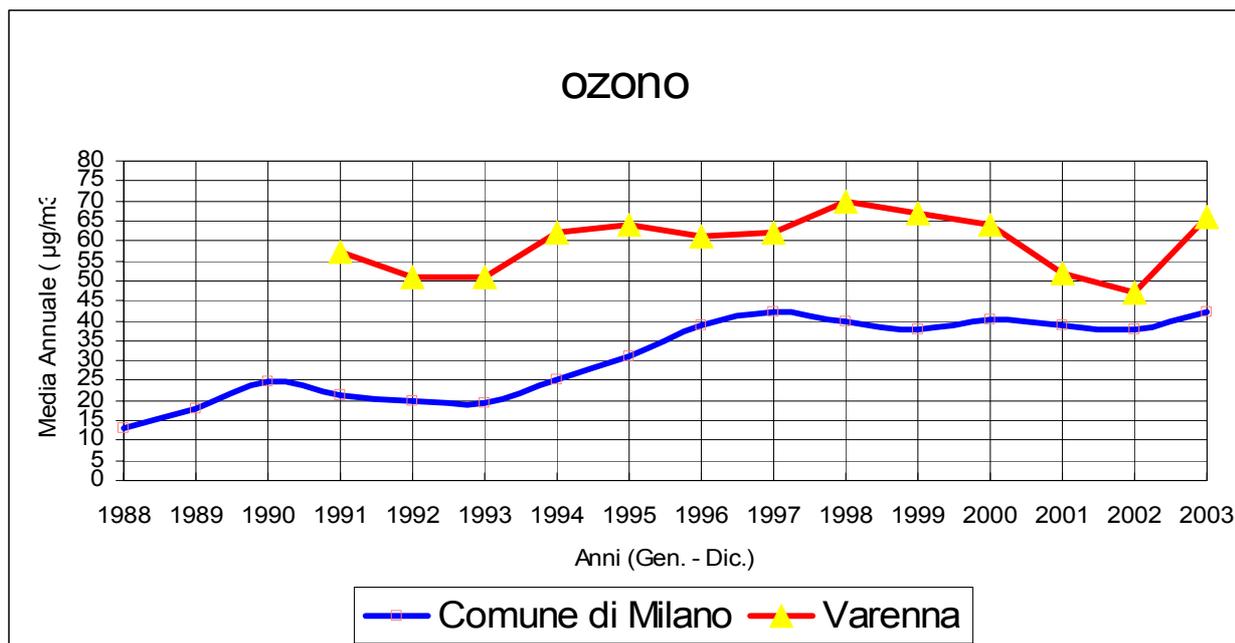


Figura 57 Concentrazione media annua di  $O_3$  nell'area metropolitana di Milano

Il caso dell'ozono è di complessa interpretazione in quanto l'ozono è un inquinante secondario che si forma in atmosfera, in presenza di radiazione solare, a partire dall' $NO_2$  e dai composti organici volatili. Il processo di formazione è peraltro non lineare. Ciò è particolarmente vero in città, dove la riduzione degli ossidi di azoto, emessi principalmente come NO, determina localmente una maggiore concentrazione di ozono. Viene infatti a mancare il riducente che determina la trasformazione di ozono in ossigeno: l'ozono reagisce con l'NO diventando  $NO_2$ . In questo modo può essere spiegato, nella realtà urbana milanese il progressivo aumento di ozono registrato fino al 1997 (figura 57)<sup>5</sup>. Sebbene l'ozono in ogni caso dipenda in misura significativa dalle condizioni meteorologiche della stagione calda, va rilevato che se si considera una stazione di fondo sottovento alle emissioni dell'area antropizzata milanese, quale ad esempio Varenna, il trend appare invece in generale più stabile. In ogni caso le concentrazioni di questo inquinante continuano a rappresentare oggi un problema, e devono essere studiate adeguate strategie di contenimento.

<sup>5</sup> A livello di area vasta invece una diminuzione delle emissioni di ossidi di azoto può comportare una riduzione delle concentrazioni di ozono, se gli ossidi di azoto sono in quell'area il fattore limitante (*limiting factor*) alla produzione di ozono.

Questo sottolinea la complessità dei comportamenti, essenzialmente non lineari, degli inquinanti secondari e la necessità di un'attenta analisi se si vogliono intraprendere azioni efficaci al loro abbattimento.

### 5.3 L'area metropolitana di Torino

(Mauro Grosa (ARPA Piemonte), Giorgio Arduino (Regione Piemonte))

LEGENDA			
Stazione	tipo zona - stazione	Comune di appartenenza	caratteristica della zona
Torino - Consolata	Urbana - Traffico	Torino	stazione in zona commerciale centrale
Torino - Rebaudengo	Urbana - Traffico	Torino	stazione in zona periferica industriale e ad elevato traffico pesante e commerci
Pino Torinese	Rurale - Fondo (in quota)	Pino Torinese (TO)	stazione in quota, m. 619, in prossimità di Torino
Torino - Grassi	Urbana - Traffico	Torino	stazione in zona periferica industriale e ad elevato traffico pesante e commerci
Torino - Lingotto	Urbana - Fondo	Torino	stazione in zona semi periferica all'interno di un parco di medie dimensioni
Druento	Rurale - Fondo	Druento (TO)	zona rurale in parco collocato in comune esterno all'agglomerato torinese

**VISUALIZZA I DATI :**  
CO medie annuali  
SO2 medie annuali  
SO2 max media giornaliera  
PTS medie annuali  
O3 superamenti 180 µg/m<sup>3</sup>  
PM10 gravimetrico  
O3 media annua  
NO2 media annuale

Tabella 16 Metadati delle stazioni utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria dell'area metropolitana di Torino

Il Monossido di Carbonio, caratteristico inquinante primario, ha evidenziato nell'ultimo trentennio un nettissimo calo delle concentrazioni dovuto al costante sviluppo della tecnologia dei motori per autotrazione ad accensione comandata sia, a partire dai primi anni 90, nel trattamento dei gas di scarico tramite i convertitori catalitici a tre vie. Come si può notare la diminuzione della concentrazione annuale presso la stazione di monitoraggio posta in Piazza Rebaudengo, caratterizzata da elevati flussi veicolari, è di un fattore 4 dagli anni '70 ad oggi (figura 58). Ulteriori miglioramenti saranno possibili nei prossimi anni fino alla completa sostituzione delle auto a benzina non catalizzate con veicoli dotati di marmitta catalitica.

La diminuzione della concentrazione di Zolfo nei combustibili liquidi o solidi e l'introduzione sul mercato energetico del metano hanno determinato la notevolissima riduzione delle concentrazioni del Biossido di Zolfo evidenziata nella figura 59. È da notare (figura 60) come un indicatore quale il massimo valore giornaliero rilevato nell'anno sia passato da valori di 2000 a valori di 2 [µg/m<sup>3</sup>] con riduzioni di 3 ordini di grandezza. La situazione si manterrà in queste condizioni se la qualità dei combustibili non peggiorerà rispetto a quella odierna.

Negli ultimi trent'anni si è assistito ad un calo generalizzato delle PTS sul territorio cittadino, tale diminuzione delle concentrazioni è più evidente nelle zone che partivano da situazioni più penalizzate dal punto di vista ambientale (figura 61). Nella figura si nota come nella stazione "TO-Grassi", caratterizzata dalla presenza di traffico intenso e da numerosi impianti produttivi, la diminuzione delle concentrazioni di particolato totale sospeso è più marcata rispetto a quella ottenuta nella stazione "TO-Consolata", rappresentativa della realtà urbano/commerciale del centro città. La progressiva scomparsa delle industrie a maggiore impatto sull'ambiente, ad es. impianti siderurgici, il miglioramento di quelle ancora presenti e la diminuzione delle emissioni di particolato da parte degli autoveicoli da trasporto sono i motivi principali per il drastico decremento del particolato totale sospeso.

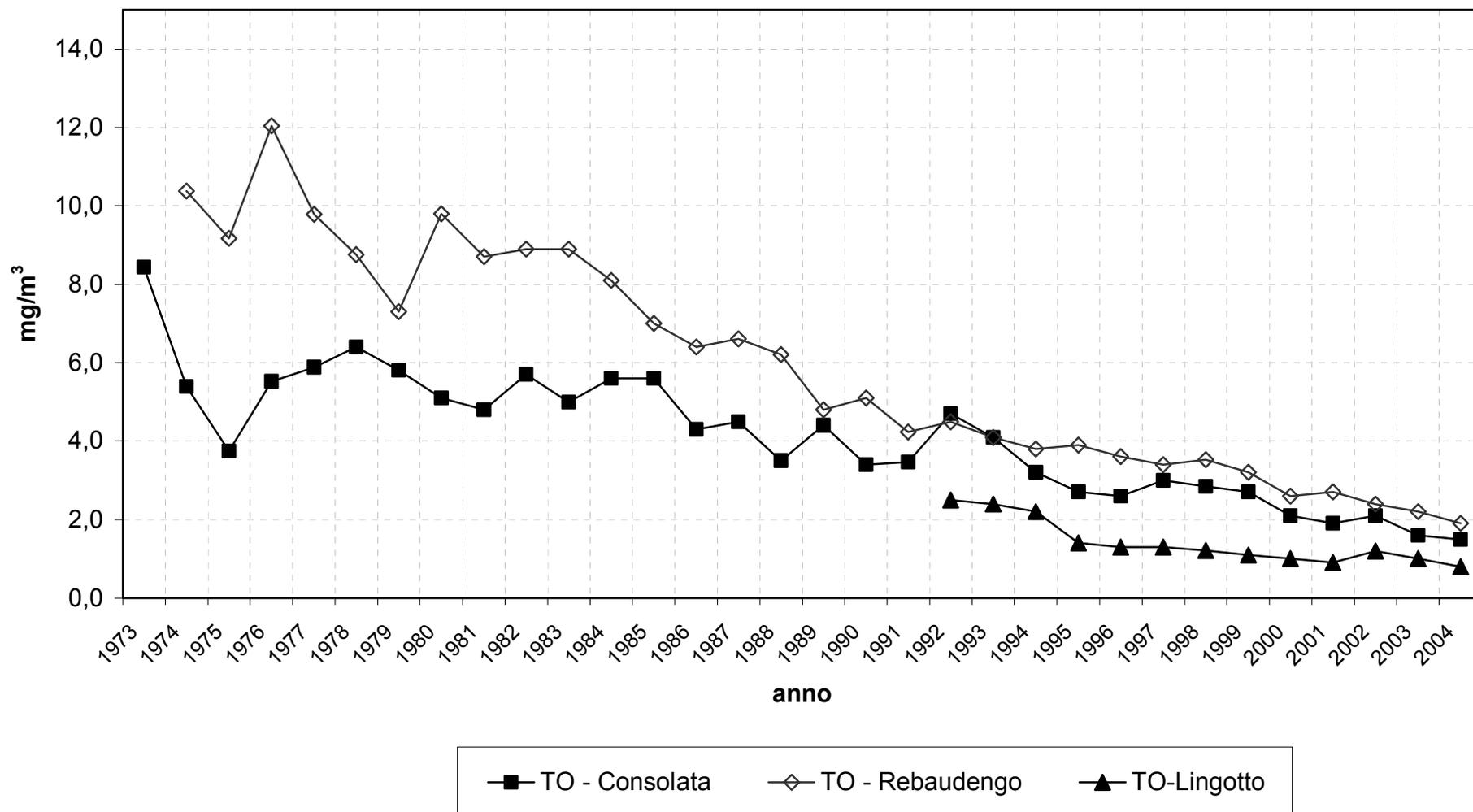
L'Ozono, caratteristico inquinante secondario, ha evidenziato negli ultimi otto anni una sostanziale costanza di comportamento. Nella figura 62, ove sono riportati i valori medi annui di concentrazione di ogni anno, non si nota alcuna tendenza evidente sia nelle stazioni urbane (ex TO-Lingotto) sia nella stazione in quota di Pino Torinese. Anche il numero dei superamenti del limite orario di 180 µg/m<sup>3</sup> (figura 63) è sostanzialmente stabile salvo il caso dello scorso 2003, anno

caratterizzato da condizioni climatiche estive eccezionali. È verosimile che per ottenere dei risultati significativi nella diminuzione della concentrazione di Ozono si debba incidere più marcatamente sulla riduzione dei precursori su vasta scala.

Nonostante il calo delle rilevazioni di polveri totali registrato nello scorso trentennio le rilevazioni di  $PM_{10}$  degli ultimi anni non dimostrano un trend di discesa così definito. Purtroppo la mancanza di dati storici di  $PM_{10}$  e la serie di misure troppo breve ci impediscono di fare previsioni sul futuro (figura 64)

Il Biossido di Azoto, inquinante secondario associato alle emissioni del monossido di azoto derivante principalmente dai processi di combustione, non ha mostrato, nell'ultimo decennio, una netta diminuzione delle sue concentrazioni (figura 65). L'introduzione delle marmitte catalitiche a tre vie per le auto con motore a benzina, pur riducendo le emissioni di monossido di azoto, non ha influenzato le immissioni di tale inquinante con l'incisività che ha dimostrato con il Monossido di Carbonio, ciò a causa della natura essenzialmente secondaria del biossido di azoto.

### Monossido di carbonio medie annue



.Figura 58 Concentrazione media annua di CO nell'area metropolitana di Torino

### Biossido di Zolfo medie annue

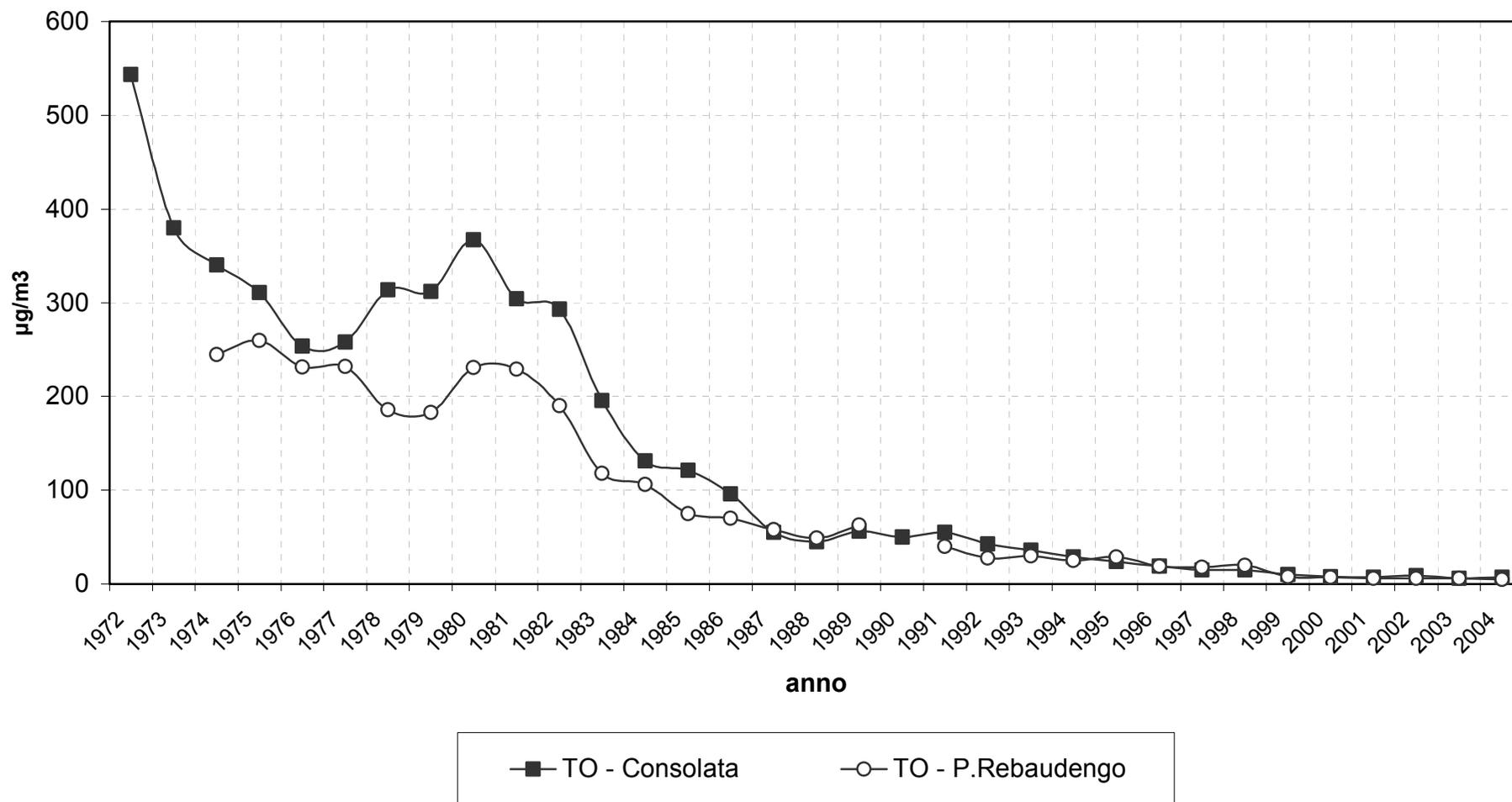


Figura 59 Concentrazione media annua di SO<sub>2</sub> nell'area metropolitana di Torino

### Biossido di Zolfo max media giornaliera

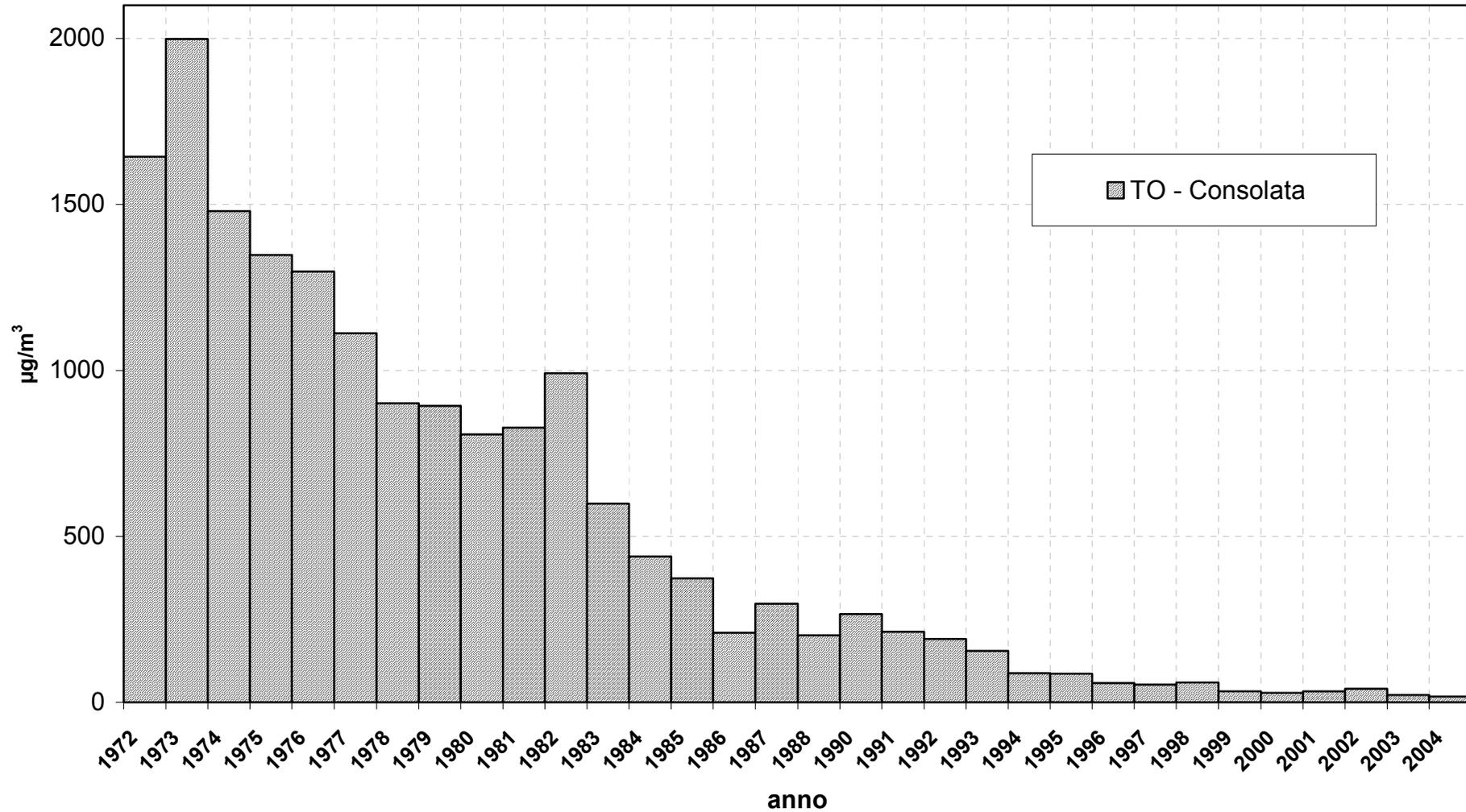


Figura 60 Concentrazione massima giornaliera per anno di SO<sub>2</sub> nell'area metropolitana di Torino

### Particolato Totale Sospeso medie annue

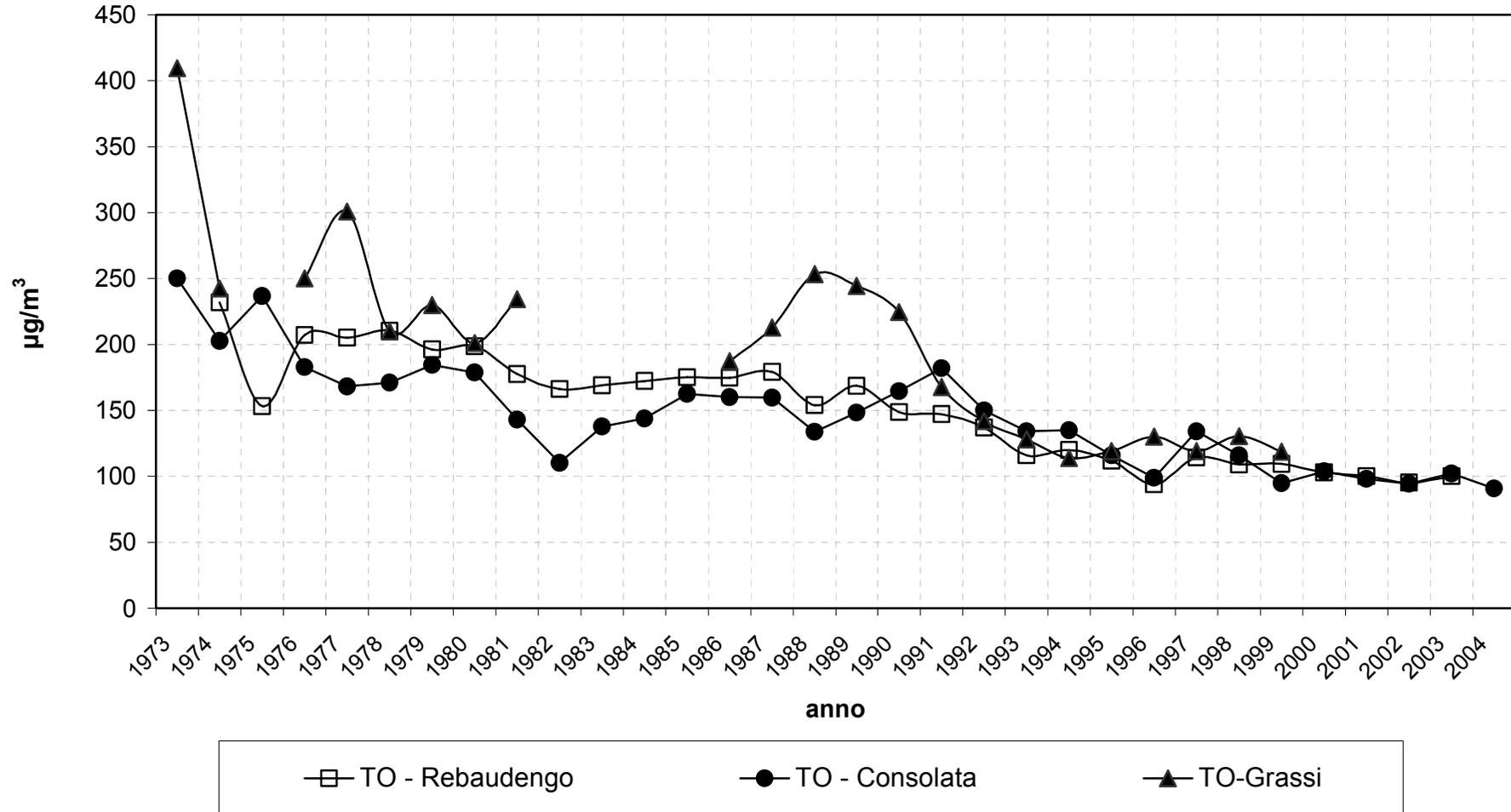


Figura 61 Concentrazione media annua di PTS nell'area metropolitana di Torino

## Ozono medie annue

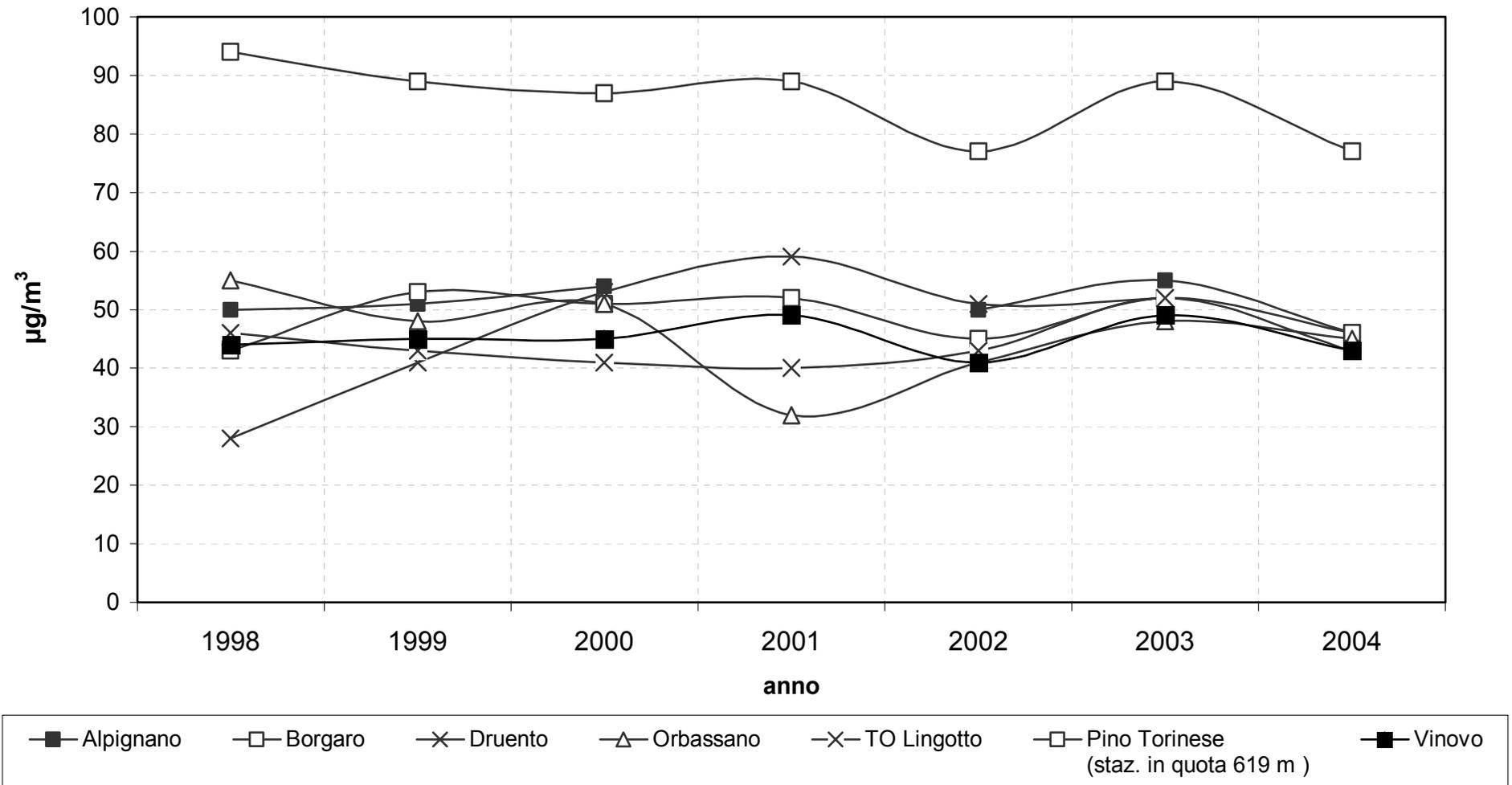


Figura 62 Concentrazione media annua di  $O_3$  nell'area metropolitana di Torino

numero superamenti valore orario  
(180 µg/m<sup>3</sup>)  
Ozono

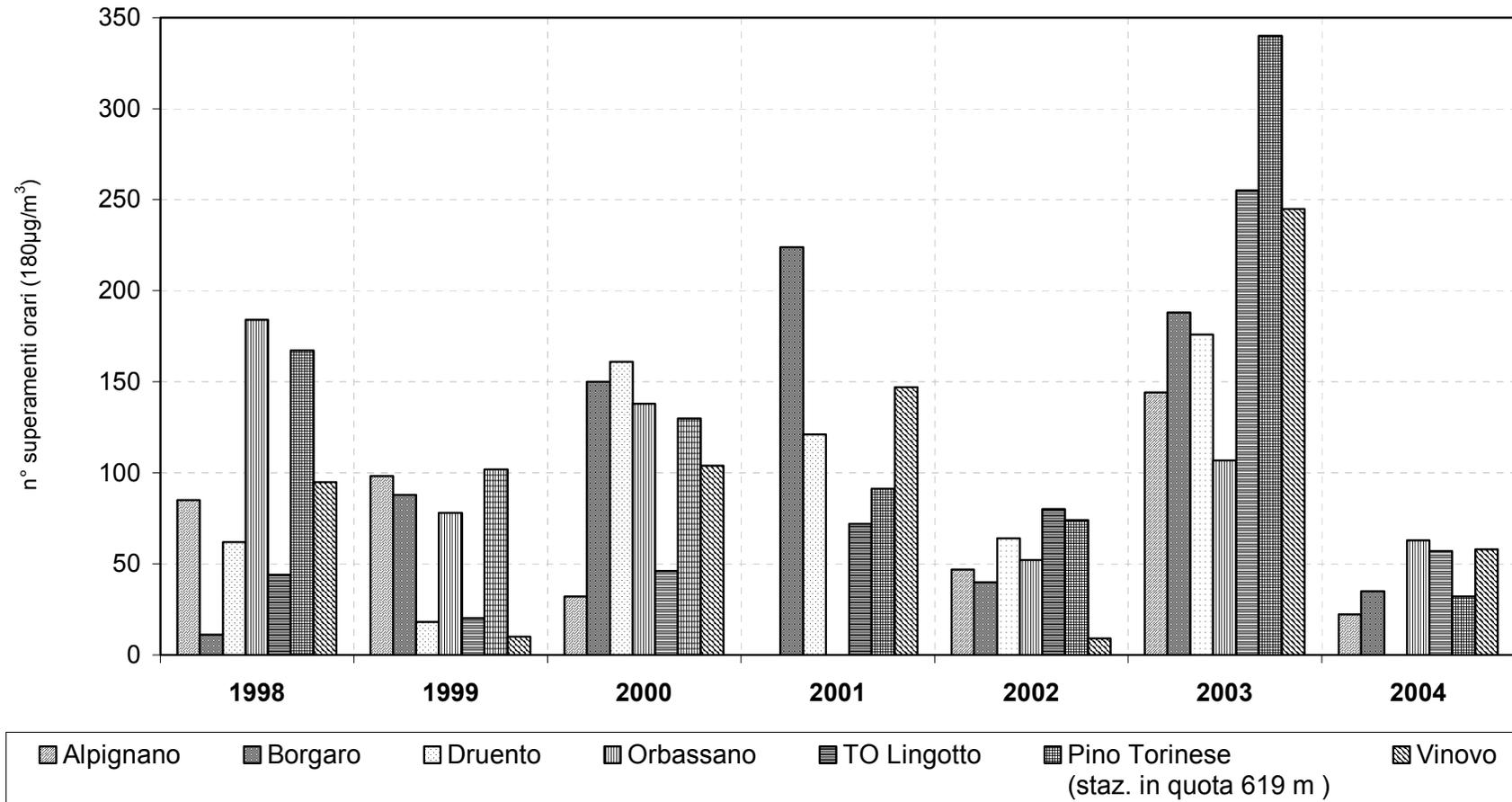


Figura 63 Numero delle ore di superamento per anno di O<sub>3</sub> nell'area metropolitana di Torino

### PM10 medie annue

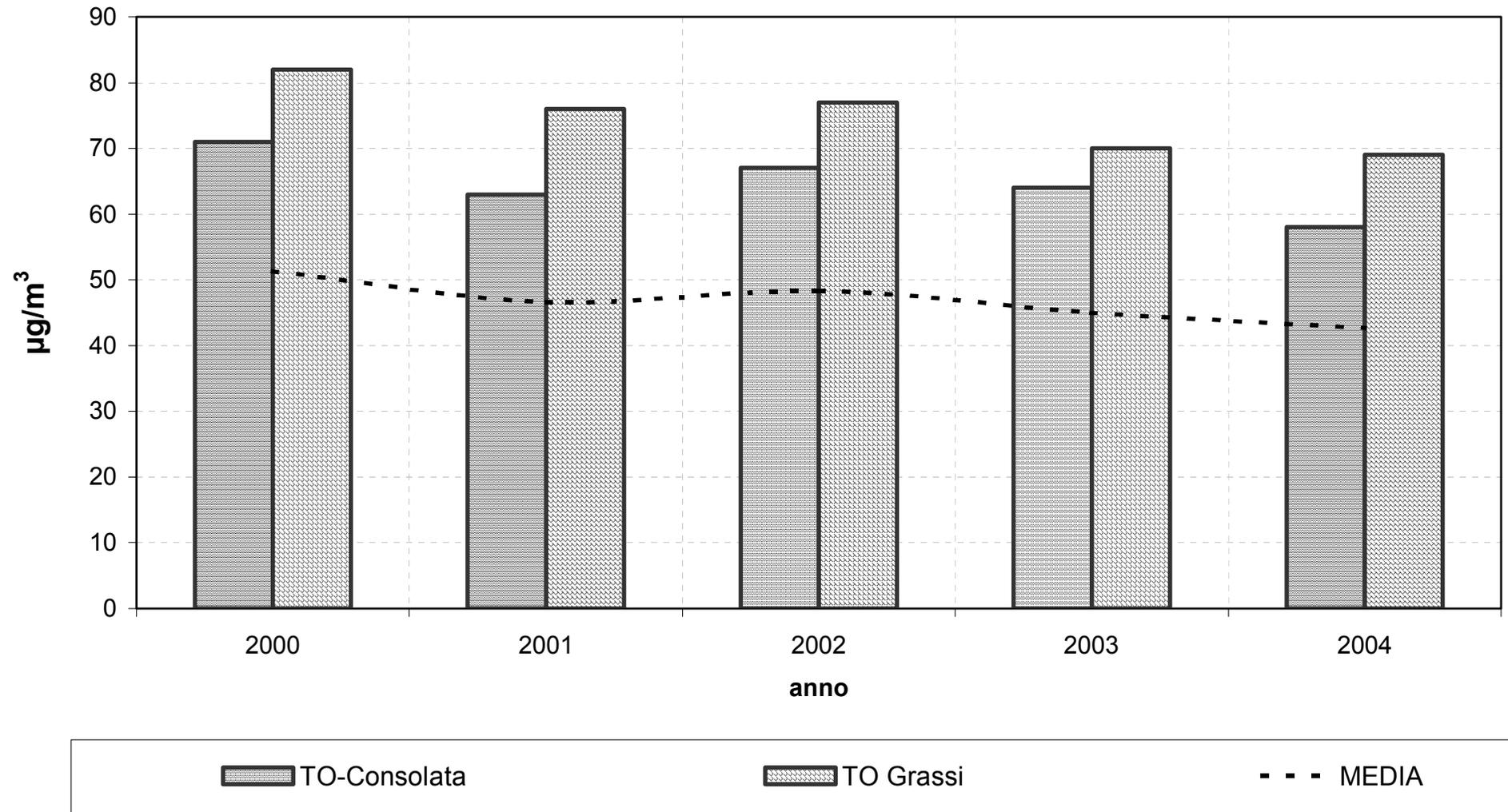


Figura 64 Concentrazione media annua di PM10 nell'area metropolitana di Torino



## Biossido di Azoto medie annue

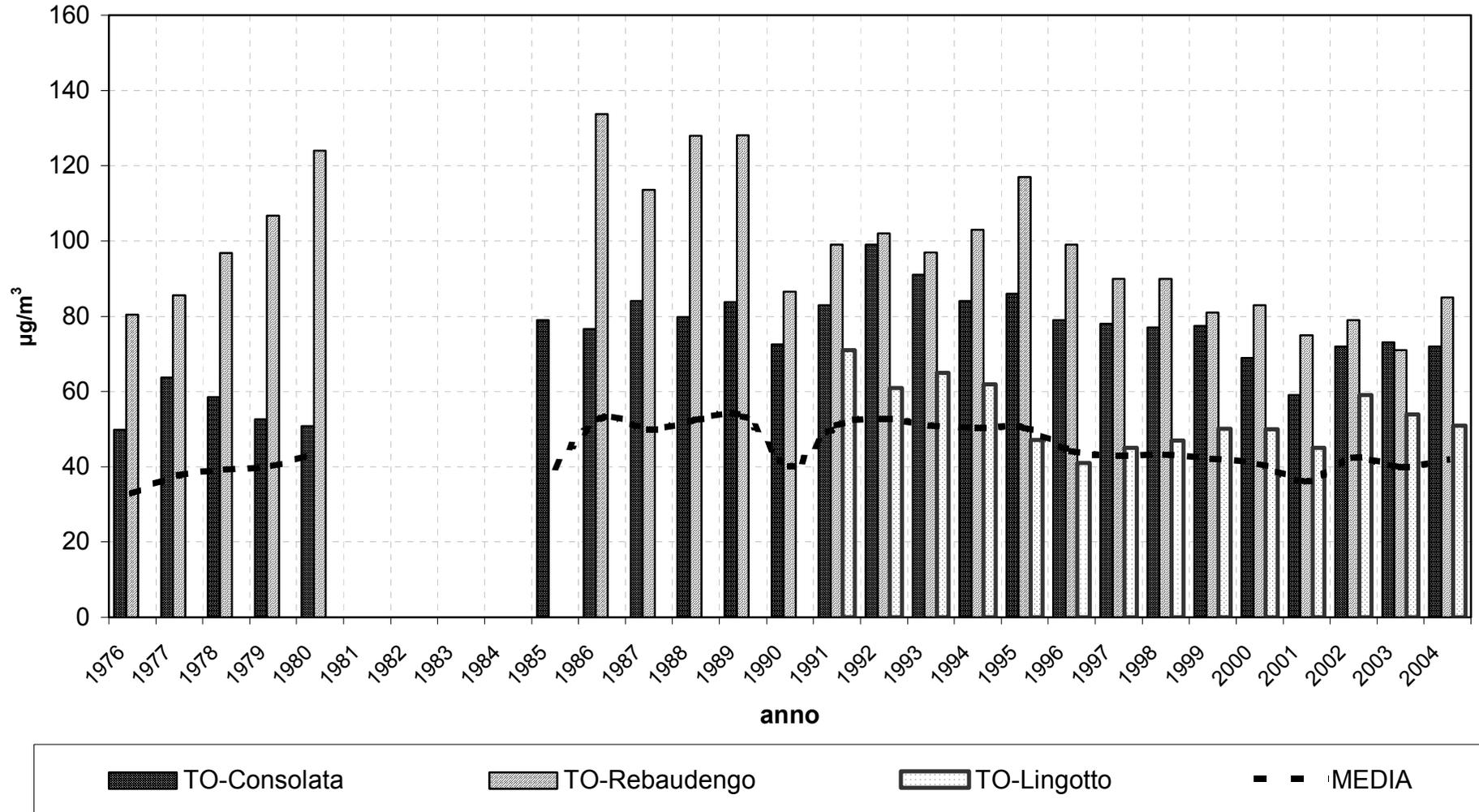


Figura 65 Concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> nell'area metropolitana di Torino

## **6 VALUTAZIONI CLIMATOLOGICHE SULLA PIANURA PADANA, CON PARTICOLARE ATTENZIONE AI PROBLEMI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI**

*(Mauro Valentini, Giancarlo Tebaldi, Guido Lanzani, ARPA Lombardia)*

La Pianura Padana è una realtà che dal punto di vista climatologico presenta caratteristiche uniche, determinate in gran parte dalla conformazione orografica dell'area. Si tratta di una vasta pianura circondata su tre lati (Nord, Ovest e Sud) da catene montuose che si estendono fino a quote elevate, determinando così peculiarità meteorologiche sia dal punto di vista fisico sia da quello dinamico.

Le principali caratteristiche fisiche sono la spiccata continentalità dell'area, il debole regime anemologico e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica; dal punto di vista dinamico, la presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione ed un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati dell'atmosfera e quelle degli strati superiori.

Tutti questi fattori influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche in presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo.

Allo scopo di evidenziare le peculiarità delle città della pianura padana si riporta la tabella 17.

<b>Periodo 1980-1989 – Valori medi annuali</b>				
Città	Nazione	T	Precipitazioni	Velocità Vento
		°C	mm	m/s
<b>Torino</b>	<b>Italia</b>	<b>11.8</b>	<b>847</b>	<b>0.4</b>
Lubiana	Slovenia	8.6	1222	0.9
<b>Milano</b>	<b>Italia</b>	<b>12.4</b>	<b>996</b>	<b>0.9</b>
Bucarest	Romania	10.6	517	1.5
Napoli	Italia	15.7	1034	1.8
Zagabria	Croazia	9.9	800	1.8
Zurigo	Svizzera	8.9	900	1.9
Madrid	Spagna	14.1	395	2.1
Oslo	Norvegia	6.1	721	2.2
Mosca	Russia	5.2	513	2.3
Budapest	Ungheria	10.3	416	2.4
Monaco	Germania	7.9	773	2.8
Barcellona	Spagna	15.1	598	2.9
Tolosa	Francia	12.9	538	3.0
Francoforte	Germania	9.7	515	3.2
Roma	Italia	15.5	820	3.2
Vienna	Austria	10.2	472	3.2
Stoccolma	Svezia	6.1	435	3.3
Atene	Grecia	17.6	431	3.4
Genova	Italia	15.6	855	3.4
Anversa	Belgio	10.1	692	3.5
Helsinki	Finlandia	4.6	542	3.5
Londra	Gran Bretagna	10.7	479	3.6
Palermo	Italia	18.6	623	3.6
Parigi	Francia	10.8	520	3.6
Birmingham	Gran Bretagna	9.3	522	3.7
Berlino	Germania	9.3	435	3.8
Goteborg	Svezia	7.1	706	4.0
Lilla	Francia	10.0	566	4.0
Amsterdam	Olanda	9.5	625	4.8
Copenagen	Danimarca	8.0	453	5.1

Tabella 17 Valori climatologico medi di alcune città europee (Elaborato da: NILU – National Institute of Public Health and Environment (Bilthoven, Netherlands) RIVM – Norwegian Institute for Air Research (Kjeller, Norway) AIR QUALITY IN MAJOR EUROPEAN CITY (1995) –Part II: City Report Forms)

### **Caratteristiche climatologiche generali**

La valle Padana è costituita da una porzione geografica che si distingue nettamente fra tutta l'orografia della penisola italiana e, si può dire, che differisce anche da tutte le altre regioni pianeggianti del continente europeo.

La pianura padana è caratterizzata da un clima prettamente continentale. Tuttavia i caratteri più accentuati di tale tipo di clima vengono talvolta attenuati per l'influenza del mare Adriatico, specie nelle province di Brescia e di Mantova; talvolta la catena alpina la ripara dalle correnti fredde provenienti dall'Europa settentrionale. Inoltre il massiccio alpino e prealpino influisce sulla

circolazione dell'atmosfera con effetti, a volte positivi, come la protezione dalle perturbazioni che provengono dall'atlantico settentrionale, a volte negativi, come l'approfondimento in loco di perturbazioni mediterranee.

Durante la stagione invernale il raffreddamento per radiazione dei bassi strati atmosferici dà luogo alla formazione di uno strato d'aria fredda nel quale, a causa della sua inerzia, si instaura per lunghi periodi una completa mancanza di circolazione, determinando la peculiare persistenza della nebbia e scarsità di inversioni termiche.

### **Caratteristiche climatologiche invernali**

L'inverno è il periodo meno vantaggioso dal punto di vista degli episodi di accumulo degli inquinanti; in questa stagione, si evidenziano particolarmente le peculiarità climatologiche dell'area in esame.

Nel periodo invernale la regione si trova sotto l'influenza di uno strato d'aria fredda con debole circolazione che può essere distinta in due zone: la parte occidentale con una circolazione d'aria scarsa, e la parte orientale con circolazione meno stagnante per l'influenza del mare Adriatico e talvolta per quella di correnti orientali originate dalla Bora o da situazioni sciroccali.

La temperatura media è piuttosto bassa e l'umidità relativa è generalmente molto elevata.

La presenza della nebbia è particolarmente accentuata durante i mesi di dicembre e gennaio; diminuisce gradualmente in febbraio. Lo strato d'aria fredda, che determina la nebbia, persiste spesso tutto il giorno nel cuore dell'inverno, ma di regola si assottiglia in modo evidente durante le ore pomeridiane.

La circolazione dei venti è molto debole: le situazioni di calma di vento (caratterizzate da velocità inferiori a 0.5 m/s), che a livello annuo vanno dal 40% delle osservazioni di Bergamo Orio al Serio, al 70% di Torino Caselle e di Verona Villafranca, d'inverno vanno dal 55% di Bergamo Orio al Serio all' 80% di Verona Villafranca.

Sulla parte centro-occidentale è però da tenere presente un particolare vento di caduta: il foehn, corrente aerea secca che si riscalda dinamicamente discendendo dai rilievi. Questo fenomeno si verifica quando l'aria proviene da nord ed attraversa la linea dello spartiacque introducendosi nelle vallate che si aprono sulla pianura. La sua frequenza è elevata nel periodo da dicembre a maggio, raggiungendo il massimo a marzo. Il fenomeno del foehn, che ha effetti risolutivi sul ricambio della massa d'aria quando giunge fino al suolo, può invece determinare intensi fenomeni di accumulo degli inquinanti quando non riesce a raggiungere il suolo e spira libero in quota comprimendo gli strati d'aria sottostanti.

### **I venti**

A causa della conformazione locale della Valle del Po e della vicinanza delle Alpi, la climatologia dell'area è caratterizzata da una spiccata mancanza di venti sinottici al livello del suolo. In genere la circolazione dei venti è molto debole; le calme di vento, comprendenti velocità inferiori a 0.5 m/s, rappresentano, nell'anno, il 50-60% delle osservazioni, con punte del 70% durante la stagione invernale. Questo porta a dei valori medi di velocità del vento estremamente bassi, come riportato nella tabella in appendice, la quale evidenzia la pianura padana come caso limite a livello europeo, con le velocità medie più basse in assoluto registrate nelle città di Torino e Milano.

I siti pedemontani sono soggetti ad un regime di brezze di monte e di valle (specialmente da Marzo ad Ottobre), che avviene con una frequenza superiore al 50%. A Nord del Fiume Po, e quindi lontano dall'influenza dell'Appennino, i settori maggiormente interessati sono rispettivamente quelli da N, durante la notte e da S, durante le ore del giorno (tarda mattinata e pomeriggio), mentre nelle zone a Sud del Fiume Po l'andamento s'inverte, con un massimo notturno da W-SW ed un massimo pomeridiano da E-NE. L'effetto della circolazione di brezza è rilevabile solo al suolo, poiché più in alto la corrente di ritorno ha valori trascurabili rispetto all'intensità del vento sinottico, e comunque si esaurisce entro i primi 1000 m dal suolo. Il flusso laminare e catabatico delle brezze notturne converge verso la bassa pianura, dove si accumula e si raffredda fino alla saturazione, uno strato d'aria umida dello spessore di oltre 200 m. E' così che si spiega la elevata frequenza e persistenza di nebbie, non solo invernali, nella bassa pianura milanese e nel mantovano.

In generale, su tutto il territorio nel semestre invernale domina la componente da W, mentre durante il semestre estivo prevale la componente da E. A causa della complessa orografia della Valle Padana, nello strato tra il suolo e 1000 m vi è spesso una grande variabilità nella distribuzione anemologica.

Nella zona pedemontana nord è molto frequente il Foehn, vento molto caldo ed asciutto d'inverno, che scende a raffiche intermittenti dai crinali alpini e s'incanala lungo le valli, con una certa preferenza per quelle del Ticino e dell'Adda, anche se non è trascurabile lungo le valli dell'Oglio e del Mincio. In queste occasioni, nelle aree pedemontane tra Bergamo e Brescia, non investite dal foehn, può esserci calma di vento e foschia, e d'inverno anche nebbia molto fitta.

I casi con velocità molto elevate non sono frequenti: in media 8-12 giorni all'anno, essendo di circa il 2% all'anno la frequenza di velocità superiori ai 12 m/s (43 km/h), tuttavia, quando si verificano, possono essere anche molto violenti.

Altra caratteristica peculiare dell'area in esame è il disaccoppiamento che si verifica tra le circolazioni negli strati prossimi al suolo e quelli superiori dell'atmosfera; tale fenomeno, presente in diversa misura come fenomeno generale dell'atmosfera, è qui amplificato dalla presenza della barriera alpina, che interferisce con la circolazione dei venti sinottici.

La velocità del vento varia in modo sensibile con la quota; già ad un'altezza di 240 m, la velocità del vento va da 3 a 7 m/s, raggiungendo i più alti valori intorno a mezzanotte. Infatti, quando a causa dell'inversione termica, al suolo la velocità del vento raggiunge il minimo valore (1-2 m/s), si sviluppa una struttura dinamicamente e termodinamicamente non-stazionaria, che non solo previene incanalamenti di flussi sinottici, ma porta ad un disaccoppiamento dei flussi a differenti altezze, dando luogo ad ampie variazioni di direzione e velocità dei venti con la quota (Wind Shear).

Tra il suolo e 1000 m, a causa della complessa orografia che circonda la pianura padana, vi è una grande variabilità nella distribuzione dei venti. E' da mettere in evidenza che il regime anemologico cambia rapidamente poco al di sopra del suolo; ad esempio le calme, che al suolo rappresentano nell'anno spesso oltre il 50% dei casi, a 100 m raggiungono appena il 10 % delle osservazioni.

Da 1000 a 3000 m prevalgono correnti nord-occidentali in inverno e sud occidentali in estate. I venti molto forti rappresentano circa il 20% dei casi e si verificano generalmente in inverno.

Nel sondaggio termodinamico di Milano il profilo d'intensità del vento mette in evidenza la presenza in tutti i mesi di un massimo relativo localizzato tra 500 e 1000 metri d'altezza. La caratteristica rientra nel comportamento generale del vento negli strati prossimi al suolo; tuttavia tale andamento in Valpadana è accentuato dall'azione concomitante di altri due fattori: l'orografia e la brezza. Infatti, l'incanalamento forzato ad opera dei rilievi alpini e appenninici sulle masse d'aria

che frequentemente affluiscono dai quadranti orientali determinano un incremento di velocità nello strato atmosferico compreso tra il suolo e l'altezza media dei rilievi.

I venti di brezza a loro volta raggiungono la massima intensità nei primi 200-500 m e pertanto favoriscono un rafforzamento della circolazione a grande scala soprattutto in tale strato. A quote superiori ai 2000 m circa l'intensità del vento ritorna a crescere piuttosto rapidamente poiché le veloci correnti provenienti dai quadranti occidentali adesso non sono più deformate o attenuate dalla barriera alpina.

Per quanto riguarda la variazione giornaliera della direzione media vettoriale del vento, in tutti i mesi il vento negli strati prossimi al suolo subisce nelle ore diurne una rotazione oraria rispetto alle ore notturne, cosicché le correnti, generalmente settentrionali delle ore notturne, divengono meridionali nelle ore diurne. Tale rotazione è limitata ai primi 500 m mentre nel periodo da aprile ad ottobre lo strato soggetto a variazione si estende fino a 1500-2000 m con rotazione oraria dal suolo a 1000-1500 m e antioraria tra 1500 e 2000 m.

La tendenza del vento a disporsi dai quadranti meridionali nelle ore centrali della giornata è senz'altro da attribuirsi all'influenza che la brezza diurna, diretta dalla pianura verso l'arco alpino, esercita sulla circolazione a grande scala.

Ai fini dell'inquinamento atmosferico lo strato più critico per i fenomeni di accumulo è quello dei primi 1500-2000 m, poiché in Valpadana è intorno a questa quota che si verifica la massima rotazione del vento con la quota a causa della separazione tra le correnti dei bassi strati, deformate e incanalate dall'Arco Alpino, e le correnti indisturbate degli strati superiori.

## **La nebbia**

La nebbia, definita in meteorologia come un fenomeno che riduce la visibilità a meno di un chilometro, può essere molto persistente ed anche molto intensa. Dalla elaborazione dei dati di visibilità rilevati a Milano-Linate, si può constatare che alle ore 7 antimeridiane vi sono in media in un anno, a Linate, 92 giorni con visibilità inferiore a 1 km e 29 giorni di nebbia molto fitta (visibilità inferiore a 100 m). Questa frequenza si attenua del 30% nelle ore diurne, inoltre il fenomeno diventa meno frequente e persistente nelle zone a Nord della ferrovia MI-VE, ad Est, e della MI-TO ad Ovest della zona urbana di Milano, ma ancora di più nella Lomellina e nel mantovano.

Un fenomeno di rilevanza per l'accumulo degli inquinanti è quello della fumigazione, tipico della Valle Padana ma che, essendo spesso associato alle brezze, è presente anche nelle zone costiere.

In generale le brezze, tendendo a smuovere le masse d'aria, che altrimenti stagnerebbero a causa delle alte pressioni e dei venti sinottici nulli, dovrebbero condurre ad un miglioramento delle caratteristiche diffusive dell'atmosfera; in realtà ciò non è sempre vero. La brezza che di giorno spira verso l'arco alpino genera, all'interfaccia atmosfera-suolo, uno strato turbolento e generalmente instabile a causa sia del diverso attrito esistente passando dalla pianura irrigua all'alta pianura, sia soprattutto della differenza di temperatura esistente tra la superficie piana irrigata e la superficie collinare esposta verso Sud e quindi meglio riscaldata dal sole. Quando la brezza è ben sviluppata, si forma in quota, ad altezze via via crescenti procedendo nella giornata, uno strato d'inversione o d'isotermia che tende a bloccare verso l'alto i processi diffusivi dell'atmosfera nei bassi strati; si forma, in definitiva, uno strato di fumigazione tra il suolo e tale strato d'inversione o isotermia, la cui altezza è funzione del calore ricevuto dal suolo, e la cui evoluzione temporale è assimilabile ad un arco di parabola. Gli inquinanti vengono rilasciati entro tale strato di fumigazione, detto anche strato di rimescolamento; la notevole turbolenza termodinamica esistente

fa sì che essi vengano rapidamente diffusi su tutto lo strato, indipendentemente o quasi dalla quota di rilascio o di emissione, raggiungendo rapidamente una concentrazione pressoché costante in tutto lo strato, ed includendo sia le emissioni al livello del suolo che quelle in quota (ciminiere elevate). Un fenomeno dello stesso tipo, ma più persistente, si ha quando la nebbia si alza e si presenta come uno strato nuvoloso prossimo al suolo (nebbia alta).

### L'effetto sulle concentrazioni rilevate

Le concentrazioni di PM10 e PM2.5 rilevate attualmente nel bacino Padano evidenziano la particolarità meteorologica di cui ai punti precedenti. La concentrazione media annua di PM10, rilevata a Milano nel 2003, con il metodo gravimetrico, è pari a  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con 137 superamenti del valore limite giornaliero. Se si considerano i dati rilevati a Torino, la situazione appare altrettanto preoccupante (tabella 18).

città	MEDIA ANNUA $\mu\text{g}/\text{m}^3$				SUPERAMENTI 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	MILANO		TORINO		MILANO		TORINO	
	Media urbana (Teom)	via Messina (Gravim.)	Consolata (Teom)	Media urbana (Gravim.)	Media urbana (Teom)	via Messina (Gravim.)	Consolata (Teom)	Media urbana (Gravim.)
<b>2002</b>	47	67	57	72	118	177	191	221
<b>2003</b>	46	59	56	67	113	137	194	192

Tabella 18 Concentrazione media annua e numero di giorni di superamento di PM10 in alcune stazioni urbane di Milano e Torino

Le dimensioni del fenomeno, sono confermate dai dati di concentrazioni rilevati nelle stazioni di fondo. Ad esempio a Buttigliera d'Asti, sito rurale di fondo, lontano da ogni emissione, la media annuale di PM10 nel 2003 è stata pari a  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tabella 19).

	MEDIA ANNUA			SUPERAMENTI 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Druento La Mandria (TO)	Buttigliera D'Asti (Asti)	S.Rocco al Porto (Lodi)	Druento La Mandria (TO)	Buttigliera D'Asti (Asti)	S.Rocco al Porto (Lodi)
	Gravimetrico	Gravimetrico	TEOM	Gravimetrico	Gravimetrico	TEOM
<b>2002</b>	30	42	27	7	26	27
<b>2003</b>	33	43	28	59	105	1

Tabella 19 Concentrazione media annua e numero di giorni di superamento di PM10 in stazioni di fondo nelle aree metropolitane di Torino, Asti e Lodi (I dati relativi al Piemonte sono stati ricavati dal sito <http://www.regione.piemonte.it/ambiente/aria/rilev>)

Anche l'analisi dei dati di PM2.5, conferma come i valori siano significativamente elevati e in prima analisi uniformi sul territorio padano. A fronte di una media annua di  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Milano, lo studio ECRHIS II ["PM2.5 e NO<sub>2</sub> assessment in 21 European study centres of ECRHS II: annual means and seasonal differences" (Hazenkamp-von Arx et al, Atmospheric Environment 38 (2004) 1943–1953 )] mostra, per il periodo giugno 2000 - novembre 2001, un valore di concentrazione media pari a PM2.5 di  $44,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Torino,  $35,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Pavia,  $36,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a Verona .

## Effetto sulla composizione

I dati di composizione, anche in aree urbane, confermano che il problema del particolato non è tanto legato a sorgenti locali quanto ad una diffusione su tutto il bacino aerologico della valle del Po. Il particolato, infatti, risulta essere formato in misura rilevante da composti secondari, che hanno origine nelle emissioni di tutta la pianura padana. Nella figura 66 viene riportata, a titolo di esempio, la composizione percentuale dei campioni di PM10 e PM2.5 riferiti alla stazione di background urbano di Via Messina della città di Milano per l'anno 2002 con rappresentatività su un anno solare di dati.

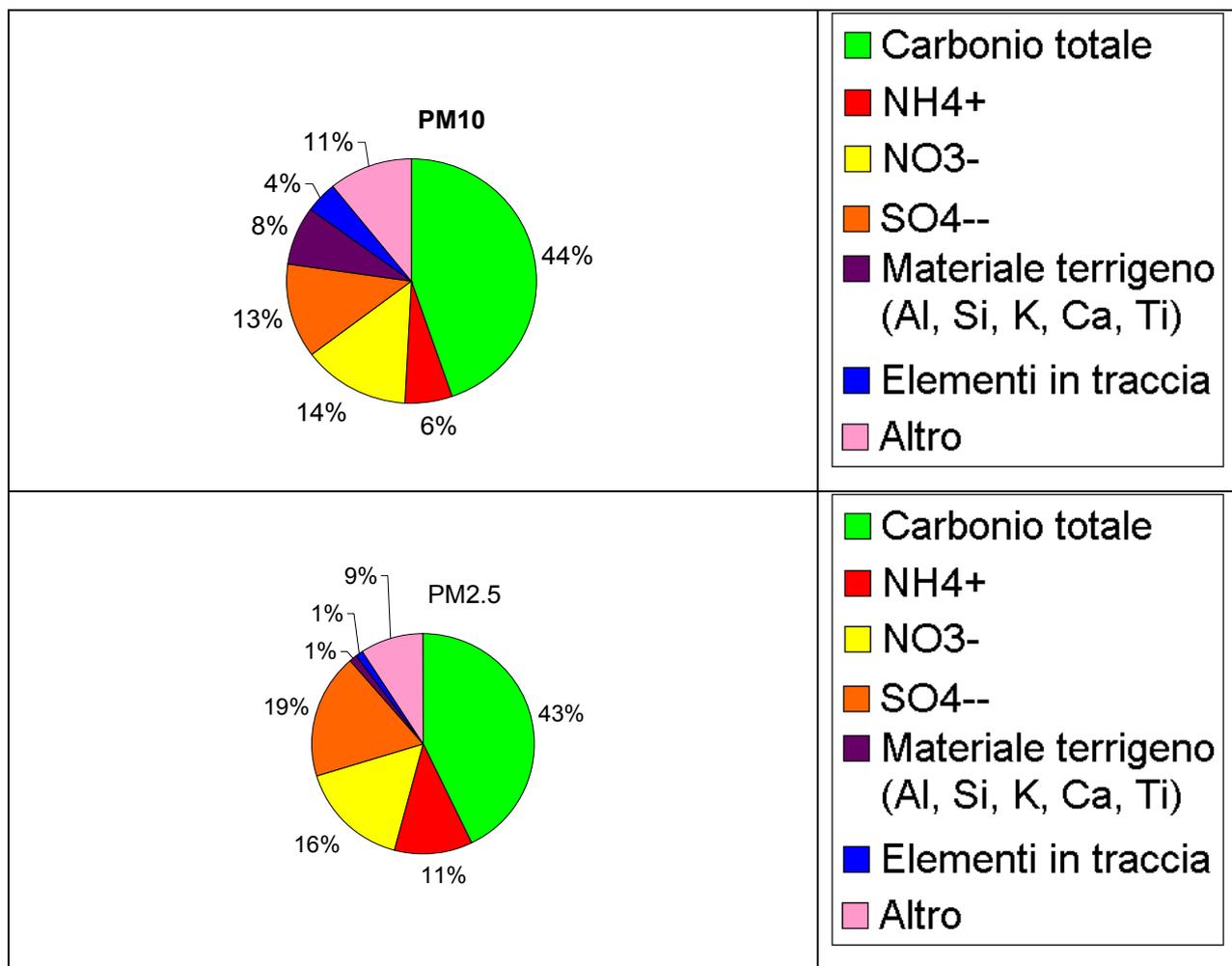


Figura 66 Composizione percentuale del PM10 e del PM2,5 (Fonte: Pumi, Relazione finale 2004)

## 7 PARTICOLATO DI ORIGINE NATURALE

(Massimo Berico, ENEA)

Il particolato di origine naturale, su scala globale, rappresenta il contributo principale alle emissioni di particolato grossolano (*coarse*) ed è comparabile a quello di origine antropica per quanto riguarda il particolato fine (vedi tabella 20). Le sorgenti naturali primarie sono: aerosol marino, erosione del suolo e delle rocce (particolato “crostale”), attività vulcanica, materiale vegetale (frammenti di tessuti di piante, polline, spore). In più sono immessi naturalmente nell’atmosfera dei precursori di particolato secondario, come i solfati dai gas biogenici e dai vulcani, sostanze organiche dai composti organici volatili biogenici e i nitrati dagli ossidi di azoto.

Source	Estimated Flux (Tg yr <sup>-1</sup> )			Particle Size Category <sup>a</sup>
	Low	High	Best	
<b>NATURAL</b>				
Primary				
Soil dust (mineral aerosol)	1000	3000	1500	Mainly coarse
Sea salt	1000	10000	1300	Coarse
Volcanic dust	4	10000	30	Coarse
Biological debris	26	80	50	Coarse
Secondary				
Sulfates from biogenic gases	80	150	130	Fine
Sulfates from volcanic SO <sub>2</sub>	5	60	20	Fine
Organic matter from biogenic VOC	40	200	60	Fine
Nitrates from NO <sub>x</sub>	15	50	30	Fine and coarse
<b>Total natural</b>	<b>2200</b>	<b>23500</b>	<b>3100</b>	
<b>ANTHROPOGENIC</b>				
Primary				
Industrial dust, etc. (except soot)	40	130	100	Fine and coarse
Soot	5	20	10	Mainly fine
Secondary				
Sulfates from SO <sub>2</sub>	170	250	190	Fine
Biomass burning	60	150	90	Fine
Nitrates from NO <sub>x</sub>	25	65	50	Mainly coarse
Organics from anthropogenic VOC	5	25	10	Fine
<b>Total anthropogenic</b>	<b>300</b>	<b>650</b>	<b>450</b>	
<b>Total</b>	<b>2500</b>	<b>24000</b>	<b>3600</b>	

Tabella 20 Stima delle emissioni globali di particolato negli anni '80. [Seinfeld, 1999]

### Aerosol marino

Le particelle di aerosol marino sono generate sia dall’azione del forte vento sulle onde marine che nebulizza l’acqua (spray) che dalla rottura delle bolle d’aria che costituiscono le creste bianche delle onde. L’emissione di aerosol marino in atmosfera è stimato in circa 1.3 Gt/y. La formazione delle particelle di aerosol marino è notevolmente amplificata dalla presenza della linea di costa contro la quale si infrangono le onde.

L’aerosol marino è formato da particelle primarie composte da cloruro di sodio (NaCl), acqua, composti organici (naturali o antropogenici: tensioattivi, IPA), particelle biologiche (alghe e batteri), e da composti volatili precursori di particelle di aerosol secondario: ossidi di iodio, biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>). Le particelle di sale marino (PSM) costituiscono la maggiore sorgente di cloro atmosferico a livello globale.

Le PSM oltre a rivestire un ruolo importante nella fisica e la chimica dell'atmosfera marina e nella geochimica marina sono oggetto di studio per la loro influenza sul clima. Le PSM diffondono la radiazione solare e contribuiscono ai nuclei di condensazione per la formazione delle nuvole. Infine le PSM interagiscono con gli altri gas e particelle presenti nell'atmosfera favorendo o ostacolando la formazione di nuove particelle o composti gassosi, modificando la distribuzione dimensionale del particolato aerosospeso e le reazioni chimiche.

L'Italia possiede 7375 km di coste caratterizzate sia da marine basse e uniformi (specie nel versante adriatico) sia da scogliere alte e frastagliate che formano numerose baie e golfi ma anche dalla presenza di aree urbane intensamente abitate e industrializzate (Genova, Napoli, Salerno, Taranto, Trieste, Venezia, Palermo, Cagliari, Bari, Ancona, Ravenna, Gela, Milazzo, Porto Marghera ecc.). La possibile interazione fra l'aerosol marino e le sostanze inquinanti antropiche delle aree urbane e industriali, in prossimità o sulle coste, dovrebbe essere valutata con studi opportuni: in particolare l'apporto in massa alle concentrazioni di particolato aerosospeso (PM10) e le interazioni chimiche con le altre sostanze, particellari e gassose, presenti nell'atmosfera. Studi nell'area urbana di Barcellona [Querol et al., 2001] hanno permesso di quantificare, rispettivamente del 4% e dell' 1%, l'apporto di massa dell'aerosol marino al PM10 e al PM2.5.

### **L'attività vulcanica**

Durante le eruzioni vulcaniche vengono emessi tre principali prodotti: le lave, i piroclasti e i gas. Le lave e i piroclasti con dimensioni maggiori di 62  $\mu\text{m}$ , bombe, blocchi e lapilli e ceneri grossolane, hanno un impatto ambientale limitato a qualche decina di chilometri dalla bocca eruttiva. I piroclasti costituiti da ceneri fini, inferiori a 62  $\mu\text{m}$ , e i gas, possono essere innalzati in atmosfera dalle esplosioni per migliaia di metri e trasportati dai venti a centinaia di chilometri di distanza. Nel caso di eruzioni particolarmente violente gas e particelle possono raggiungere la stratosfera e avere degli effetti sul clima (il pennacchio dell'eruzione del Pinatubo nel giugno 1991 raggiunse i 40 km di altezza).

Le ceneri più fini sono formate da piccole particelle di roccia polverizzata espulsa nell'atmosfera durante l'eruzione e da solfati (precisamente gocce di acido solforico  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) proveniente dall'ossidazione ed idratazione dell'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ).

Il componente volatile più importante dei gas vulcanici è l' $\text{H}_2\text{O}$  che costituisce il 90% delle emissioni gassose. Gli altri costituenti principali dei gas vulcanici sono l'anidride carbonica ( $\text{CO}_2$ ), l'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ), l'acido cloridrico ( $\text{HCl}$ ) e l'idrogeno ( $\text{H}_2$ ). In Italia le aree geografiche con vulcani attivi sono quella siciliana con Vulcano, Stromboli e l'Etna e quella campana con i Campi Flegrei e il Vesuvio. L'Etna è attivo quasi continuamente con emissioni di lava, piroclasti e gas, Stromboli è attivo continuamente con emissione di lava, piroclasti e gas, Vulcano e i Campi Flegrei hanno un'attività limitata solo da emissione di gas e sorgenti termali mentre il Vesuvio presenta solo emissioni di gas.

L'Etna è attualmente l'unica fonte rilevante di emissioni vulcaniche in Italia e in Europa. L'ultima attività effusiva dell'Etna si è avuta nell'ottobre del 2002 con una spettacolare eruzione iniziale accompagnata da continue emissioni di cenere vulcanica fino al febbraio 2003. In molti paesi etnei e nella città di Catania la cenere vulcanica ricoprì i tetti delle case, le strade, i cortili e i giardini, creando difficoltà a tutta la popolazione. Il pennacchio di cenere e di fumo dell'Etna si innalzò fino a 4500 m e arrivò ad estendersi, trasportato dal vento, fino in Calabria, a Malta e in Grecia.

Le emissioni vulcaniche sono state esaminate soprattutto per le loro interferenze sul clima a scala vasta ma è indubbio che in particolare l'Etna è una fonte importante di particolato primario e gas precursori anche senza episodi eruttivi ragguardevoli.

## **Trasporto di sabbia desertica**

Il problema del contributo del trasporto da lunga distanza di sabbie desertiche (sahariane) alle concentrazioni di PM10 atmosferico è stato oggetto di uno studio di progetto mirato su incarico del MATT [RIPA].

In sintesi lo studio ha evidenziato come il territorio italiano sia interessato al transito di traiettorie di masse d'aria provenienti dalla regione arida africana con una evidente diminuzione percentuale di queste passando dalle basse alle alte latitudini. Il numero di traiettorie si è rivelato piuttosto modesto nell'area padana con circa 15-20 traiettorie medie per anno nel quadriennio 2000-2003.

Il transito di masse d'aria provenienti da regioni desertiche non implica necessariamente un significativo impatto al suolo sulle concentrazioni di PM10 .

Per poter quantificare il contributo da trasporto di sabbia alle concentrazioni di particolato atmosferico al suolo, sarebbe utile una rete di stazioni di fondo.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. "Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico", MISA2
- APAT, 2004a, "Annuario dei dati ambientali"
- APAT, 2004b, "Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia", APAT-CTN ACE
- APAT, 2004, "Qualità dell'ambiente urbano" I° Rapporto.
- Atkinson M., Di Mauro C., Nordvik J.P., 2004 "Descrizione sintetica della struttura del sistema del progetto SIMAGE (Sistema Integrato per il monitoraggio ambientale e la gestione del rischio industriale e delle emergenze)".
- Baiocco F., Caricchia A. M., Demasi A., Visentin R., "Ozono Estivo 2005 in Italia", APAT, nota tecnica
- Calastrini F. e Gualtieri G., 2000, Classificazione della diffusività atmosferica nella regione Toscana (regione Toscana e La.M.M.A)
- Cirillo M.C., 2003: "Piani e programmi: obiettivi, scenari, interventi e risorse", relazione presentata al convegno "La valutazione e gestione della qualità dell'aria alla luce del nuovo quadro normativo", Bologna, 27 marzo 2003.
- Cirillo M.C., Mastrofrancesco C., 2005: "Studio del grado di similarità tra stazioni che misurano il PM<sub>10</sub> in Italia", rapporto APAT in stampa
- Decisione del Consiglio 97/101/CE del 27/01/97 che instaura uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri
- Decisione della Commissione 2001/752/CE del 17/10/01 che modifica gli allegati della Decisione 97/101/CE del Consiglio che instaura uno scambio reciproco di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di misurazione dell'inquinamento atmosferico negli Stati membri
- Decisione della Commissione Europea 2004/461/CE del 29/04/2004 relativa al questionario annuale da redigere ai sensi delle direttive 96/62/CE e 1999/30/CE del Consiglio e delle direttive 2000/69/CE e 2002/3/CE del Parlamento europeo e del Consiglio
- Desiato F., Lena F., Baffo F., Suatoni B. e Toreti A., 2005, Indicatori del clima in Italia, <http://www.scia.sinanet.apat.it>
- Di Carlo N., Mastrofrancesco C., Moricci F., "L'inquinamento atmosferico nei principali agglomerati italiani" in "Qualità dell'ambiente urbano" I° rapporto APAT, 2004
- D.Lgs. 21 maggio 2004 n. 183 "Attuazione della Direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria"
- D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351 "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente"
- DM 20/5/1991 del 20/05/1991 relativo ai criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria"
- D.M. 16/05/1996 relativo all'attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono"
- D.M. 60/02 del 2/4/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22/04/99 concernente i valori limite della qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite della qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
- Direttiva 96/62/CE del Consiglio del 27/09/96 in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente
- Direttiva 99/30/CE del Consiglio del 22/04/99 relativa ai valori limite della qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle ed il piombo
- Direttiva 2000/69/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/11/2000 concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente

- Direttiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12/02/02 relativa all'ozono nell'aria
- Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15/12/04 concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente
- D.P.R: 203/88 del 24/05/88 "Attuazione delle Direttive CEE numeri 80/779, 82/884 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/04/1987, n 183".
- Hazenkamp-von A. et al. "PM2.5 and NO<sub>2</sub> assessment in 21 European study centres of ECRHS II: annual means and seasonal differences" *Atmospheric Environment* 38 (2004) 1943-1953.
- Lenschow P. et al., 2001, Some ideas about the sources of PM10, *Atmospheric Environment* n. 35, supplement 1, p. 23-33
- NILU – National Institute of Public Health and Environment (Bilthoven, Netherlands) RIVM – Norwegian Institute for Air Research (Kjeller, Norway) AIR QUALITY IN MAJOR EUROPEAN CITY (1995) –Part II: City Report Forms
- N.R. Khalili, P.E. Scheff, T.M. Holsen, *Atmospheric Environment*, 4,533-542,(1995)
- Petrarca S., Cogliani E., e Spinelli F., 2000, *La radiazione solare globale al suolo in Italia*, Edizioni ENEA, ISBN 88-8286-055-8.
- Progetto per la "Rete Italiana Particolato Atmosferico" (*RIPA*) Incarico del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio – Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale (2004)
- Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21/9/2005 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. (COM(2005) 447 definitivo)
- Pumi, Relazione finale 2004
- Seinfeld J.H., Pandis S.N., 1998, *Atmospheric chemistry and physics*, J. Wiley and Sons, New York-Washington
- X. Querol et al. "PM10 and PM2.2 source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain". *Atmospheric Environment* 35 (2001) 6407-6419.