

**VALUTAZIONI SULL'APPLICAZIONE DEL DM 60/2002:  
IL CASO DEL MATERIALE PARTICOLATO PM<sub>10</sub>**

***ING. DOMENICO IERO***

**TUTOR: DR.SSA ANNA MARIA CARICCHIA  
CO-TUTOR: DR. ALESSANDRO DI MENNO DI BUCCHIANICO**

## INDICE

<b>PREFAZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>1 - QUADRO NORMATIVO RELATIVO ALLA QUALITÀ DELL'ARIA .....</b>	<b>4</b>
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI EUROPEI .....	4
1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI ITALIANI.....	6
1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI PM <sub>10</sub> .....	9
<b>2 - IL PARTICOLATO ATMOSFERICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 LE FRAZIONI PM <sub>10</sub> E PM <sub>2,5</sub> .....	12
<b>3 - SRUMENTI DI MISURA DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO.....</b>	<b>20</b>
<b>4 - ELABORAZIONI SUI DATI EOI RELATIVI AL PARTICOLATO ATMOSFERICO PM<sub>10</sub> PER IL TRIENNIO 2002-2004.....</b>	<b>28</b>
<b>5 - CONFRONTO TRA LE INFORMAZIONI PROVENIENTI DAI FLUSSI DM60 ED EOI RELATIVE ALL'INQUINAMENTO DA PM<sub>10</sub> NELLE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE .....</b>	<b>40</b>
5.1 GENERALITA' .....	40
5.2 CONFRONTO TRA I DATI Eoi E DM60 DELLE PRINCIPALI CITTA' ITALIANE .....	43
5.3 UN CASO DI STUDIO: ROMA .....	46
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>56</b>

## PREFAZIONE

Le informazioni sulla qualità dell'aria, prodotte in Italia dalle reti di monitoraggio presenti sul territorio, passano da diversi anni attraverso due flussi di informazione paralleli: da un lato, infatti, le decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE sull'*Exchange of Information* richiedono che ogni paese comunichi annualmente alla Commissione Europea i dati relativi alle stazioni e agli inquinanti monitorati (e a tal fine l'APAT ha sviluppato un sistema di raccolta delle informazioni dal livello locale per la successiva trasmissione al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e all'Agenzia Europea per l'Ambiente); dall'altro, il D.Lgs. 351/99 e il successivo DM 60/2002 prevedono che le regioni e le province autonome trasferiscano, tramite l'APAT, al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e al Ministero della Salute le informazioni relative alla valutazione della qualità dell'aria nel proprio territorio. Riferendosi a questi dati, le regioni provvedono all'elaborazione di piani o programmi di risanamento per il raggiungimento dei valori limite per quelle zone ed agglomerati dove i livelli sono risultati superiori ai tali valori.

In base a queste informazioni vengono quindi prese decisioni importanti per la lotta all'inquinamento atmosferico, con possibili rilevanti ricadute sociali ed economiche. Ciò rende particolarmente critiche le difformità e le divergenze fra serie di datistiche, avendo la stessa origine, dovrebbero portare a risultati univoci.

In questo lavoro sono stati messi a confronto i due flussi di informazione relativi al PM<sub>10</sub> per alcune grandi città italiane e sono stati analizzati fattori come la rappresentatività spaziale e temporale, che influenzano, anche in misura significativa, la comparabilità dei dati rendendone, a volte, incerta l'interpretazione.

La scelta del particolato atmosferico, nella sua frazione granulometrica PM<sub>10</sub>, è stata in una certa misura dovuta, in quanto tale inquinante si è imposto negli ultimi tempi all'attenzione della comunità scientifica internazionale come uno dei parametri più importanti nella valutazione della qualità dell'aria nelle aree urbane. Ciò a causa degli alti livelli medi registrati per lunghi periodi dell'anno e della sua accertata pericolosità per gli ecosistemi e per la salute umana.

## **ABSTRACT**

This study concerns particulate matter PM<sub>10</sub> EoI and DM60 data for the years 2002, 2003 and 2004. Considering some necessary simplifications, we tried to outline the condition of Italian PM<sub>10</sub> atmospheric pollution.

According to the regulation of EoI, we calculated and put into a table for every Italian PM<sub>10</sub> control station: annual average; 50°, 98° and 99,9° percentile; maximum value of average daily concentration levels.

In order to represent the whole Italian territory's situation, we considered, among the cities with an high number of EoI and DM60 data, the following cities: Milano, Roma, Torino, Firenze, Napoli, Potenza.

For every PM<sub>10</sub> control station of the chosen cities we calculated and put into a table: the average of the concentration levels of overcomings; the total number of overcomings according to both EoI's and DM60's data for the period 2002-2004.

In particular we studied the city of Roma, focusing on EoI and DM60 data collected during the year 2004 for the following PM<sub>10</sub> control stations: Largo Arenula, Piazza Fermi, Largo Magna Grecia.

## **RIASSUNTO**

Il presente lavoro ha come oggetto di studio i dati EoI e DM60 relativi al particolato atmosferico PM<sub>10</sub> per gli anni 2002, 2003 e 2004. Si è cercato, nei limiti delle necessarie semplificazioni, di delineare un quadro complessivo dell'inquinamento da particolato atmosferico PM<sub>10</sub> in Italia.

In base alla normativa sull'EoI, per tutte le stazioni di monitoraggio PM<sub>10</sub> del territorio nazionale, sono stati calcolati e ordinati in una tabella i seguenti parametri statistici: media annuale, mediana, percentili 98° e 99,9° e valore massimo delle concentrazioni medie giornaliere.

Cercando di individuare tra le principali città italiane quelle che avessero nel periodo 2002-2004 una quantità di dati EoI e DM60 tale da rendere le considerazioni effettuate rappresentative di una tendenza e nell'intento inoltre di dare una rappresentatività all'intero territorio nazionale, sono state prese in considerazione le seguenti città: Milano, Roma, Torino, Firenze, Napoli, Potenza.

Per ogni stazione di monitoraggio PM<sub>10</sub> delle città prese in esame sono stati calcolati e ordinati in una tabella la media dei livelli di concentrazione dei superamenti e il numero dei superamenti totali relativi ai due flussi di informazione EoI e DM60 per gli anni 2002-2004.

Si è quindi andati ancora più nel dettaglio scegliendo come caso di studio la città di Roma e focalizzando l'attenzione sui dati EoI e DM60 relativi al 2004 per le stazioni: Largo Arenula, Piazza Fermi e Largo Magna Grecia.

## **CAPITOLO 1**

### **QUADRO NORMATIVO RELATIVO ALLA QUALITÀ DELL'ARIA**

#### **1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI EUROPEI**

L'Unione Europea (UE) in questi anni ha avuto l'importante compito di stabilire le Linee Guida relative alla qualità dell'aria. I principi di base secondo i quali l'UE ha operato possono essere così riassunti:

- Definizione e fissazione di obiettivi per la qualità dell'aria, per la protezione della salute e dell'ambiente
- Definizione di metodi di valutazione in base a criteri comuni
- Acquisizione di informazioni sulla qualità dell'aria da rendere accessibili alla popolazione
- Mantenimento e, ove necessario, miglioramento della qualità dell'aria

Al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria l'UE ha emanato una serie di Direttive, che in seguito sono state recepite in Italia da alcune Leggi. In particolare:

**Direttiva 96/62/CE “Valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente”**, stabilisce le politiche generali ed il contesto entro il quale operare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'UE (Direttiva Quadro). Tale Direttiva individua le azioni fondamentali che gli Stati Membri debbono attuare per definire e stabilire obiettivi di qualità dell'aria finalizzati a prevenire o ridurre effetti nocivi sulla salute e sull'ambiente nel suo complesso, demandando poi a Direttive "Figlie" la definizione dei parametri tecnico-operativi specifici per gruppi di inquinanti. La Direttiva 96/62/CE é stata recepita dall'Italia con il DLgs 351/1999.

**Direttiva 99/30/CE** *“Valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”*, stabilisce i valori limite di qualità dell’aria per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo (prima Direttiva Figlia). Recepita dall’Italia con il DM 60/2002.

**Direttiva 00/69/CE** *“Valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio”* stabilisce i valori limite di qualità dell’aria per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda Direttiva Figlia). Anch’essa recepita nel DM 60/2002.

**Direttiva 02/03/CE** *“Valori limite di qualità dell’aria ambiente per l’ozono”* stabilisce i valori limite di qualità dell’aria per l’ozono (terza Direttiva Figlia). Recepita dall’Italia con il Dlgs 183/2004.

**Decisione del Consiglio 97/101/CE** *“Decisione 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”* regola lo scambio reciproco di informazioni e di dati sull’inquinamento atmosferico provenienti dalle reti di monitoraggio dei vari Stati membri in modo da fornire una base conoscitiva rappresentativa della realtà del paese per quanto riguarda la qualità dell’aria. La Decisione del Consiglio 97/101/CE, che può anche essere indicata con la sigla EoI (Exchange of Information), prevede inoltre la classificazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell’aria per tipologia di zona (Urbana, Suburbana, Rurale) e per tipologia di stazione (Traffico, Industriale, Fondo). L’EoI è stata in seguito modificata nei suoi allegati dalla Decisione del Commissione 2001/752/CE. In Italia gli organismi titolari della gestione delle reti e dei dati di monitoraggio della qualità dell’aria sono, a seconda dei casi, Regioni, Province, Agenzie regionali per la protezione dell’Ambiente (Arpa). La raccolta dei dati nazionali e l’aggiornamento dei metadati (informazioni relative a reti, stazioni e configurazioni di misura) è effettuato dall’Agenzia per la protezione dell’Ambiente e per i

servizi tecnici (APAT). Nella Tabella in basso è riportato, per le tre aree geografiche (Nord, Centro, Sud e Isole) il numero di stazioni di monitoraggio per ciascuna tipologia di stazione prevista dall'EoI.

Tipo di stazione	Tipo di Zona								
	Nord			Centro			Sud e Isole		
	Urbana	Suburbana	Rurale	Urbana	Suburbana	Rurale	Urbana	Suburbana	Rurale
Traffico	93	4	0	33	2	0	21	1	0
Industriale	11	24	0	1	9	1	1	23	4
Fondo	45	29	25	7	4	6	3	10	1
N.C.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>149</b>	<b>57</b>	<b>26</b>	<b>41</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>5</b>

Fonte: Elaborazione APAT su dati PFR, ARPA/APPA, regioni, province, comuni

## 1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI ITALIANI

Il recepimento delle Direttive Europee si è concretizzato nell'emanazione di diversi Decreti, che hanno contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione della qualità dell'aria.

Il **Dlgs 351/1999** *“Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente”* recepisce la Direttiva Quadro 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento “Quadro” per l'attuale legislazione italiana. Il Decreto prevede l'aggiornamento della normativa nazionale relativamente ai nuovi valori limite e valori obiettivo fissati dalle "direttive figlie"; prevede inoltre l'aggiornamento della normativa tecnica comprensiva degli strumenti della pianificazione. Il quadro normativo in materia di inquinamento atmosferico si è evoluto notevolmente a partire dall'introduzione del Dlgs 351/1999, passando da una normativa improntata sulla logica dell'emergenza ad una normativa ispirata al concetto di prevenzione dell'inquinamento atmosferico,



risanamento e mantenimento della qualità dell'aria. Il Decreto definisce e riordina un glossario di definizioni chiave che sono alla base dell'intero sistema di gestione della qualità dell'aria (Es: valore limite, valore obiettivo, margine di tolleranza, zona, agglomerato etc.) e definisce in modo articolato il livello delle competenze declinando i compiti di ciascun Ente. Il Decreto individua inoltre nelle regioni e nelle province autonome le articolazioni locali di riferimento per le mansioni di:

- Valutazione della qualità dell'aria
- Misurazione dei livelli di inquinanti nei differenti territori opportunamente aggregati in zone
- Definizione di piani di azione contenenti le misure da attuare per evitare il superamento dei valori limite e delle soglie di allarme

Il **DM 60/2002** *“Recepimento della direttiva 99/30/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 00/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio”* é la norma che recepisce la prima Direttiva Figlia (99/30/CE) e la seconda Direttiva Figlia (00/69/CE) della Direttiva Quadro 96/62/CE. Il Decreto definisce (Tabella in basso) per gli inquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, Pb, Benzene e CO:

- I valori limite e le soglie di allarme
- I margini di tolleranza
- I termini entro i quali il limite deve essere raggiunto
- I criteri per la raccolta dei dati di qualità dell'aria, compreso il numero di punti di campionamento
- I metodi di riferimento per la misura e l'analisi dei campioni

Inquinante	Obiettivo	Periodo Media	Valore Limite	Tolleranza		Soglia di Allarme	Data Rispetto Limite
SO <sub>2</sub>	1. Protezione Salute	1 Ora	350 µg/m <sup>3</sup> Non superare più di 24 volte per anno civile	37.5 µg/m <sup>3</sup>	2004	500 µg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2005
	2. Protezione Salute	24 Ore	125 µg/m <sup>3</sup> Non superare più di 3 volte per anno civile	Nessuna		-	1° gennaio 2005
	3. Protezione Ecosistemi	anno civile Inverno	24 µg/m <sup>3</sup>	Nessuna		-	19 luglio 2001
NO <sub>2</sub>	1. Protezione Salute	1 Ora	200 µg/m <sup>3</sup> Non superare più di 18 volte per anno civile	70 µg/m <sup>3</sup>	2004	400 µg/m <sup>3</sup>	1° gennaio 2010
				60 µg/m <sup>3</sup>	2005		
				50 µg/m <sup>3</sup>	2006		
				40 µg/m <sup>3</sup>	2007		
				30 µg/m <sup>3</sup>	2008		
	2. Protezione Salute	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	2009	-	1° gennaio 2010
				14 µg/m <sup>3</sup>	2004		
				12 µg/m <sup>3</sup>	2005		
				10 µg/m <sup>3</sup>	2006		
				8 µg/m <sup>3</sup>	2007		
NOx	3. Protezione Vegetazione	anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	Nessuna		-	19 luglio 2001
				FASE 1			
				1. Protezione Salute	24 Ore		
15 µg/m <sup>3</sup>	2002						
10 µg/m <sup>3</sup>	2003						
5 µg/m <sup>3</sup>	2004						
2. Protezione Salute	Anno Civile	40 µg/m <sup>3</sup>	6,4 µg/m <sup>3</sup>	2001	-	1° gennaio 2005	
			4,8 µg/m <sup>3</sup>	2002			
			3,2 µg/m <sup>3</sup>	2003			
			1,6 µg/m <sup>3</sup>	2004			
PM <sub>10</sub>	FASE 2						
	1. Protezione Salute	24 Ore	50 µg/m <sup>3</sup> Non superare più di 7 volte per anno civile	Da stabilire in base ai dati		-	1° gennaio 2010
	2. Protezione Salute	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	2005	-	1° gennaio 2010
				8 µg/m <sup>3</sup>	2006		
				6 µg/m <sup>3</sup>	2007		
				4 µg/m <sup>3</sup>	2008		
				2 µg/m <sup>3</sup>	2009		
Pb	Protezione Salute	anno civile	0.5 µg/m <sup>3</sup>	0.2 µg/m <sup>3</sup>	2004	-	1° gennaio 2005
Benzene	Protezione Salute	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	3 µg/m <sup>3</sup>	2004	-	1° gennaio 2010
				2.5 µg/m <sup>3</sup>	2005		
				2 µg/m <sup>3</sup>	2006		
				1.5 µg/m <sup>3</sup>	2007		

				1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2008		
				0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2009		
CO		Massima Media di 8h	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2004	-	1° gennaio 2005

Il **Dlgs 183/2004** “*Recepimento della direttiva 02/03/CE concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per l'ozono*” é la norma che recepisce la terza Direttiva Figlia (02/03/CE) della Direttiva Quadro 96/62/CE. Il Decreto definisce (Tabella in basso) le soglie di informazione e di allarme, i valori bersaglio per la protezione della salute e della vegetazione e gli obiettivi a lungo termine per la salute e per la vegetazione relativi all'ozono.

Soglia di informazione	Media oraria	180	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Soglia di allarme	Media oraria	240	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore bersaglio per la protezione della salute umana	Media mobile 8 ore da non superare più di 25 giorni all'anno, media di tre anni	120	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore bersaglio per la protezione della vegetazione	AOT40 (*) calcolata dal 1 maggio al 31 luglio di ogni anno	18000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la salute umana	Media mobile 8 ore	120	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Obiettivo a lungo termine per la vegetazione	AOT40	6000	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

\* Per AOT40 si intende la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (=40 parti per miliardo) e 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori di 1 ora rilevati tra le 08.00 e le 20.00

### 1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI PM<sub>10</sub>

I valori limite di qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub> sono definiti nel DM 60/2002. Il Decreto prevede due fasi, una prima fase con data massima per il rispetto del limite 1 gennaio 2005

ed una seconda fase con data massima per il rispetto del limite 1 gennaio 2010. I valori limite sono stati fissati in base alle conoscenze scientifiche, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso. Nelle due Tabelle in basso sono riportati i valori limite e i margini di tolleranza ammessi per il loro raggiungimento durante la Fase 1 e la Fase 2. I valori limite indicati nella Fase 2 saranno riveduti alla luce delle ulteriori informazioni relative agli effetti sulla salute e sull'ambiente, alla fattibilità tecnica e all'esperienza acquisita nell'applicazione dei valori limite della Fase 1.

### Fase 1

Limite	Periodo medio valore limite		Margine di tolleranza	Data per il rispetto del limite
<b>Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana</b>	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte l'anno	50% all'entrata della presente direttiva, con la riduzione, il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante; per raggiungere 0% entro il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20% all'entrata della presente direttiva, con la riduzione, il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante; per raggiungere 0% entro il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

### Fase 2

Limite	Periodo medio valore limite		Margine di tolleranza	Data per il rispetto del limite
<b>Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana</b>	24 ore	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 7 volte l'anno	in base ai dati; deve essere equivalente al limite della fase 1	1 gennaio 2010

<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	anno civile	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup> al 1° gennaio 2005, con riduzione ogni 12 mesi successivi secondo una percentuale annua costante per raggiungere 0% entro il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
-------------------------------------------------------------------	-------------	----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------

## CAPITOLO 2

### IL PARTICOLATO ATMOSFERICO

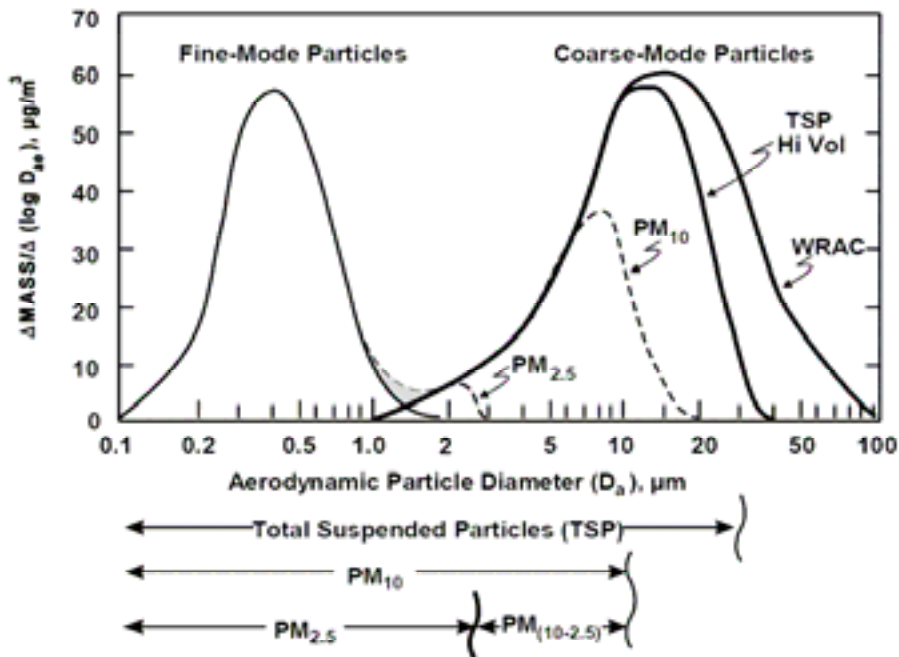
#### 2.1 LE FRAZIONI PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>

Il materiale particolato (PM, Particulate Matter) presente in atmosfera è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi. Tali particelle hanno dimensioni comprese tra 0,01  $\mu\text{m}$  e 100  $\mu\text{m}$  e una composizione costituita da una miscela di componenti quali: carbonio (organico e inorganico), fibre, silice, metalli (ferro, rame, piombo, nichel, cadmio, etc.), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, IPA, etc.), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini, etc.). All'interno dell'intervallo 0,01 – 100  $\mu\text{m}$  le polveri atmosferiche sono suddivise in:

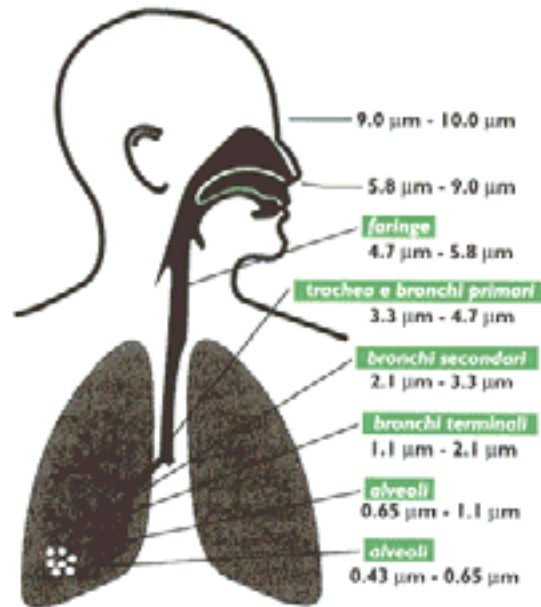
- **particelle ultrafini** con diametro aerodinamico compreso tra 0,01  $\mu\text{m}$  e 0,1  $\mu\text{m}$
- **particelle fini** con diametro aerodinamico compreso tra 0,1  $\mu\text{m}$  e 2,5  $\mu\text{m}$
- **particelle grossolane** con diametro aerodinamico compreso tra 2,5  $\mu\text{m}$  e 100  $\mu\text{m}$

Il diametro aerodinamico è definito come il diametro di una sfera (sfera equivalente) di densità unitaria (1  $\text{g}/\text{cm}^3$ ) che abbia la stessa velocità della particella sotto l'azione della forza gravitazionale, in aria calma e nelle stesse condizioni di temperatura, pressione e umidità relativa. Il diametro aerodinamico può anche essere considerato come il diametro di una gocciolina d'acqua che abbia le stesse proprietà aerodinamiche della particella considerata. In questo modo una particella non è differente aerodinamicamente da un'altra, di differente dimensione, forma o densità, che abbia il suo stesso diametro aerodinamico. In particolare sulle classi PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, che comprendono le particelle di diametro inferiore a 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) e inferiore a 2,5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), si è concentrata in questi anni l'attenzione legislativa e scientifica a causa dei potenziali effetti sulla salute umana. Nella

Figura in basso è riportata la distribuzione idealizzata del materiale particellare aerodisperso nelle frazioni fine e grossolana.

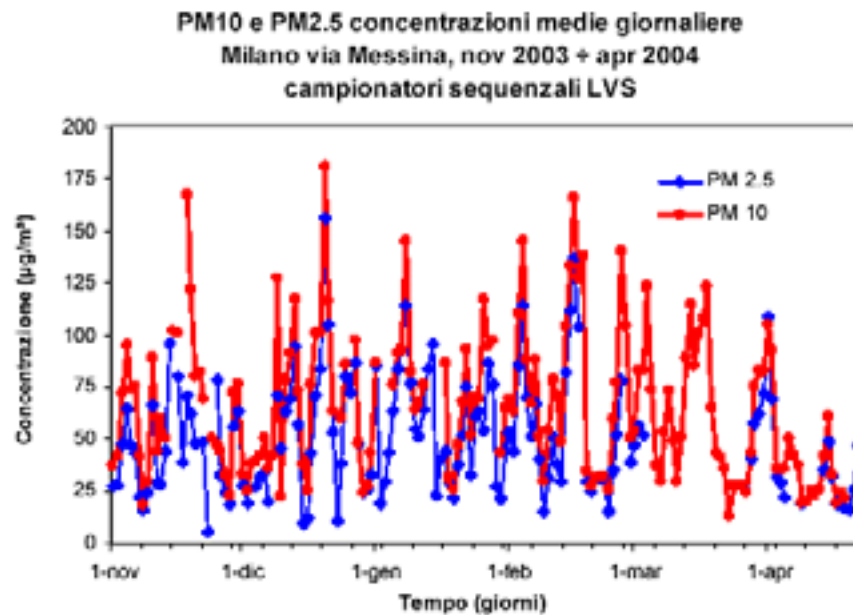


Il  $\text{PM}_{10}$  può penetrare (Figura in basso) nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe) e costituisce la cosiddetta *frazione inalabile*. Il  $\text{PM}_{2.5}$  invece può giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli e alveoli polmonari) e costituisce la cosiddetta *frazione respirabile*. Gli effetti sanitari del particolato atmosferico possono essere sia a breve che a lungo termine. Le particelle appartenenti alla frazione inalabile provocano effetti di irritazione e infiammazione del tratto superiore delle vie aeree, quelle invece appartenenti alla frazione respirabile possono provocare o aggravare malattie respiratorie e indurre la formazione di neoplasie.



Il PM<sub>10</sub> è un inquinante in parte di tipo *primario* (impresso direttamente in atmosfera) ed in parte di tipo *secondario*, prodotto cioè da trasformazioni chimico-fisiche che coinvolgono diverse sostanze quali SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, COV, NH<sub>3</sub>, etc. Le particelle di tipo primario sono presenti sia nel PM<sub>10</sub> che nel PM<sub>2,5</sub>, mentre le particelle di tipo secondario sono presenti per la gran parte nel PM<sub>2,5</sub>. In particolare il PM<sub>2,5</sub> riveste un'importanza rilevante a causa della complessità chimica dei suoi costituenti e a causa dell'elevato valore del rapporto superficie/volume, che favorisce l'adsorbimento superficiale di sostanze tossiche come metalli pesanti e IPA. Generalmente dai campionamenti di particolato atmosferico in ambiente urbano si può notare come la frazione PM<sub>2,5</sub> sia il principale costituente della frazione PM<sub>10</sub>. A titolo di esempio si riporta nella Figura in basso uno studio dell'ARPA Lombardia.





Le sorgenti del particolato atmosferico possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente a:

- utilizzo di combustibili (carbone, oli, legno, rifiuti, etc.)
- trasporti (trasporti stradali, aeroplani, navi, treni, etc.)
- processi industriali (cementifici, fonderie, miniere, etc.)
- combustione incontrollata di residui agricoli

Le fonti naturali invece sono sostanzialmente costituite da:

- erosione eolica (suolo risollevato e trasportato dal vento)
- aerosol biogenico (spore, pollini e frammenti vegetali)
- incendi boschivi
- aerosol marino
- emissioni vulcaniche

A tale riguardo si riportano in basso due Tabelle EPA, che elencano i principali costituenti delle particelle fini e grossolane.

CONSTITUENTS OF ATMOSPHERIC FINE PARTICLES (<2.5 µm)				
PRIMARY SOURCES			SECONDARY SOURCES	
Species	Natural	Anthropogenic	Natural	Anthropogenic
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sea spray	Fossil fuel combustion	Oxidation of SO <sub>2</sub> and H <sub>2</sub> S emitted by volcanism and forest fire	Oxidation of SO <sub>2</sub> and H <sub>2</sub> S emitted from fossil fuel combustion
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	---	Motor vehicle exhaust	Oxidation of NO <sub>x</sub> produced by soils, forest fire and lighting	Oxidation of NO <sub>x</sub> emitted from fossil fuel combustion
Minerals	Erosion re-entrainment	Fugitive dust; paved, unpaved roads; agriculture and forestry	---	---
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	---	Motor vehicle exhaust	Emission of NH <sub>3</sub> from wild animals, undisturbed soil	Emission of NH <sub>3</sub> from animal husbandry, sewage, fertilized land
Organic carbon (OC)	Wild fires	Open burning, wood burning, cooking, motor vehicle exhaust, tire wear	Oxidation of hydrocarbons emitted by vegetation (terpenes, waxes), wild fires	Oxidation of hydrocarbons emitted by motor vehicles, open burning, wood burning
Elemental carbon	Wild fires	Motor vehicle exhaust, wood burning, cooking	---	---
Metals		Fossil fuel combustion, smelting, brake wear	---	---
Bioaerosols	Viruses, bacteria	---	---	---

CONSTITUENTS OF ATMOSPHERIC COARSE PARTICLES (>2.5 µm)				
PRIMARY SOURCES			SECONDARY SOURCES	
Species	Natural	Anthropogenic	Natural	Anthropogenic
Minerals	Erosion re-entrainment	Fugitive dust, paved, unpaved road dust, agriculture and forestry	---	---
Metals	Erosion re-entrainment, organic debris	---	---	---
Ions	Sea spray	Road salting	---	---
Organic carbon	---	tire and asphalt wear	---	---
Organic debris	Plant, insect fragments	---	---	---
Bioaerosols	Pollen, fungal, spores, bacteria agglomerates	---	---	---

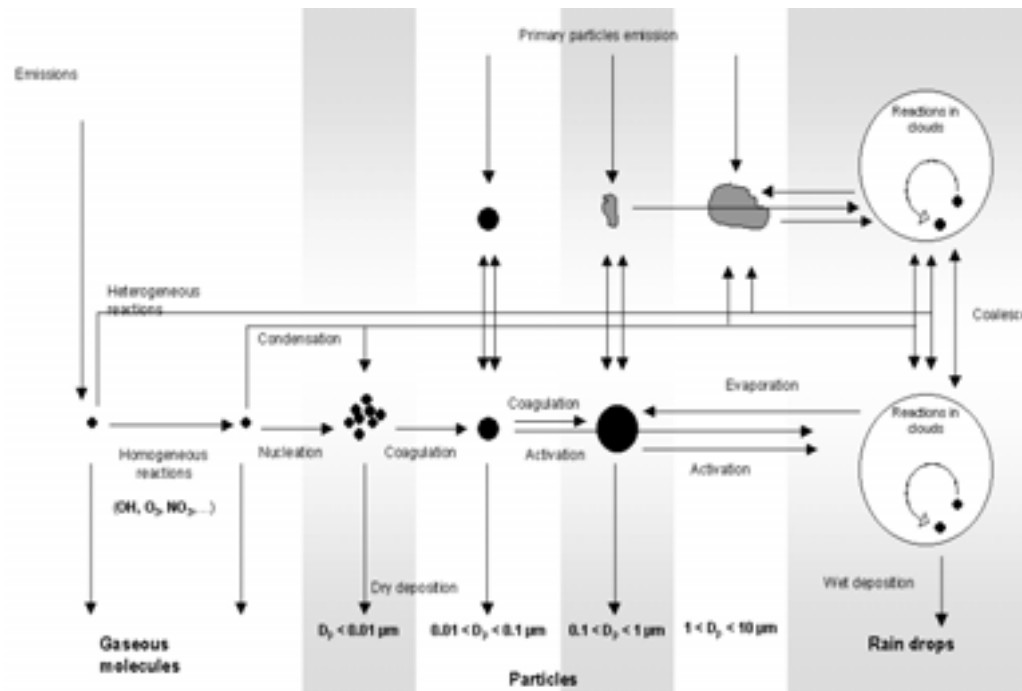
In ambito urbano le alte concentrazioni di particolato sono dovute principalmente al traffico veicolare, agli impianti di riscaldamento civili ed agli impianti industriali.

Per quanto riguarda il traffico veicolare va precisato che tutti i mezzi di trasporto emettono particolato. Nello specifico i motori diesel ed i ciclomotori ne emettono un quantitativo per km percorso maggiore rispetto ai veicoli a benzina, riconosciuti comunque responsabili della produzione di una certa quantità di polveri. Accertato è anche il legame fra la cilindrata del veicolo e la quantità di particolato prodotto: più potente è il veicolo e maggiore sarà la quantità di particolato prodotto.

Tra gli impianti di riscaldamento civili, particolarmente critici sul fronte delle emissioni di particolato sono gli impianti alimentati con combustibili solidi e liquidi (gasolio, olio combustibile, carbone e legna); poco rilevanti sono invece le emissioni di particolato dagli impianti alimentati con combustibili gassosi (metano, GPL).

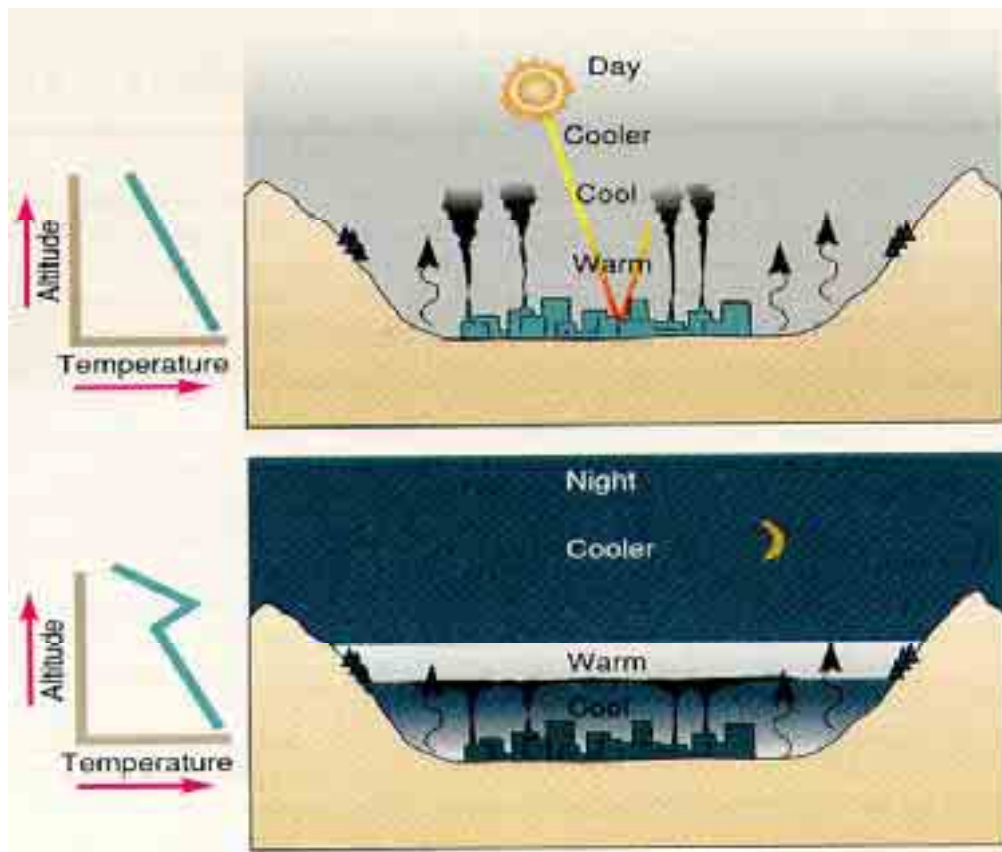
Gli impianti industriali sono sempre meno presenti all'interno delle aree urbane, ma gli inquinanti emessi dai camini possono essere trasportati anche per grandi distanze. Parte dell'inquinamento riscontrato in ambito urbano può dunque provenire da un'industria situata a diversi km di distanza dalla città.

Il tempo di permanenza in atmosfera delle polveri dipende principalmente dalle loro dimensioni. Di solito le particelle grossolane si depositano al suolo nell'arco di poche ore, percorrendo una distanza breve. Tuttavia non mancano i casi in cui queste possono raggiungere gli strati più alti dell'atmosfera e percorrere anche grandi distanze. Al contrario le particelle fini tendono a rimanere sospese in atmosfera e ad essere trasportate per notevoli distanze. I processi atmosferici che influenzano il trasporto, la diffusione, la trasformazione chimica e la deposizione delle particelle sono schematizzati nella Figura in basso.



Le condizioni più favorevoli al permanere di situazioni di inquinamento da particolato atmosferico si manifestano soprattutto nella stagione invernale, in presenza di particolari condizioni meteorologiche quali: alta pressione, elevata stabilità atmosferica, prolungata inversione termica, assenza di precipitazioni. Le grandezze meteorologiche locali che influenzano maggiormente i processi di trasporto, diffusione, trasformazione chimica e deposizione del particolato sono la pioggia e la nebbia, il vento, la temperatura dell'aria e l'altezza di rimescolamento. La pioggia e la nebbia influenzano i processi di deposizione e di rimozione umida delle polveri. L'intensità del vento alla superficie influenza sia il trasporto degli inquinanti sia i fenomeni di risospensione delle polveri. Le temperature, se sufficientemente elevate, facilitano i processi di rimescolamento turbolento in prossimità della superficie e tendono quindi a favorire i processi di rimozione degli inquinanti. L'altezza di rimescolamento, che può essere definita come l'altezza dello strato adiacente alla superficie all'interno del quale un composto viene disperso verticalmente per turbolenza meccanica o convettiva, influenza direttamente la concentrazione degli inquinanti emessi vicino alla superficie. L'altezza di rimescolamento può avere

un'influenza negativa nella dispersione degli inquinanti soprattutto durante le ore notturne, a causa di un'inversione termica in quota (Figura in basso) che frena la dispersione verticale.

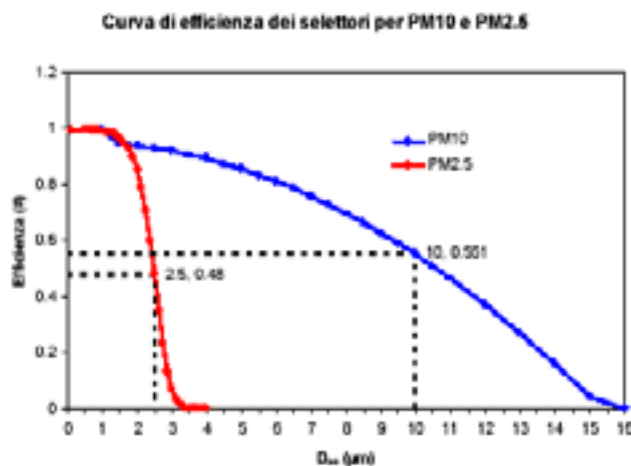


## CAPITOLO 3

### STUMENTI DI MISURA DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO

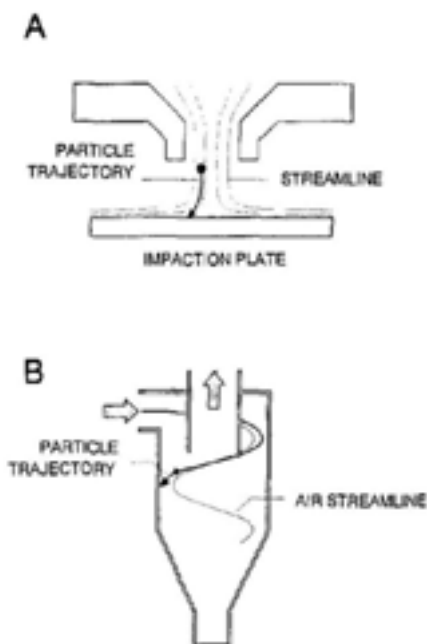
Per caratterizzare il particolato aerodisperso, per individuarne le sue sorgenti, per comprendere le trasformazioni chimico-fisiche che le particelle possono subire in atmosfera e come le condizioni meteorologiche e climatiche agiscono sui fenomeni di dispersione e trasporto su piccola e grande scala, sono necessarie le informazioni prodotte da una serie di sistemi per il campionamento, la misura di massa e l'analisi chimica. In questo capitolo saranno descritti i principali dispositivi normalmente usati per il monitoraggio e lo studio del materiale particolato.

L'Unione Europea, così come fece in precedenza l'US-EPA, ha dato una definizione operativa di  $PM_{10}$  e di  $PM_{2.5}$ , indicando l'impattore da utilizzare nei sistemi di campionamento e misura a basso e alto volume (**LVS**: low volume sampler; **HVS**: High volume sampler). Nella Figura in basso è riportata la curva di efficienza del sistema di selezione (impattore), attraverso la quale è stata data la definizione operativa di  $PM_{10}$  e di  $PM_{2.5}$ .

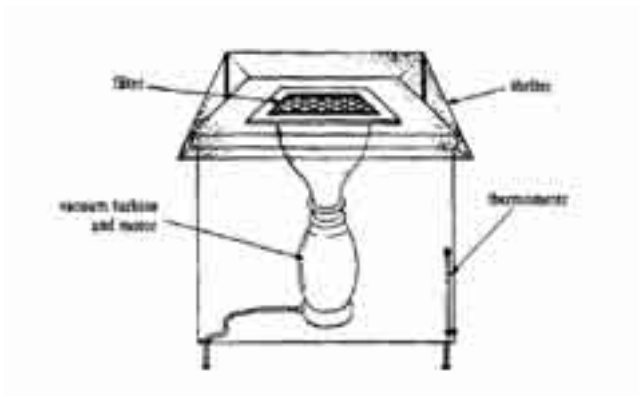


Negli anni si sono resi quindi disponibili sul mercato sistemi di campionamento LVS e HVS, tra questi i LVS sono oggi sicuramente i più diffusi; essendo quasi tutti di tipo sequenziale, ovvero con sistema di cambio del filtro automatico. Molti dei sistemi LVS

eseguono il campionamento del  $PM_{10}$  o del  $PM_{2,5}$  utilizzando supporti filtranti di natura diversa, permettendo così una grande varietà di analisi di laboratorio sul particolato raccolto. In basso è raffigurata una testa di campionamento LVS, basata sul principio dell'impattore (A). Un altro sistema usato per la selezione di determinate frazioni granulometriche è il ciclone (B).



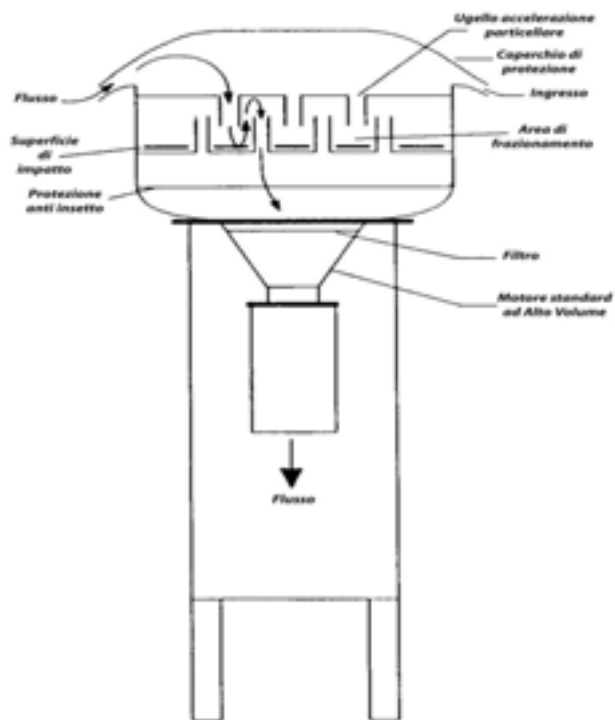
Con i campionatori LVS/HVS non è comunque possibile la gestione del monitoraggio in tempo reale; risulta inoltre impegnativo il campionamento su periodi inferiori alle 24 ore. Pochi sono attualmente i sistemi HVS sequenziali; pertanto questa categoria di strumenti viene utilizzata per lo più in campagne mirate, di breve durata, dove è importante la raccolta di grandi quantità di particolato per la ricerca di sostanze presenti in concentrazioni molto basse. In passato sono stati largamente impiegati sistemi ad alto volume per il campionamento del particolato totale (in basso è raffigurato un sistema HVS per il particolato totale sospeso). Dispositivi di questo tipo sono stati via via soppiantati dalla diffusione dei campionatori per il  $PM_{10}$ .



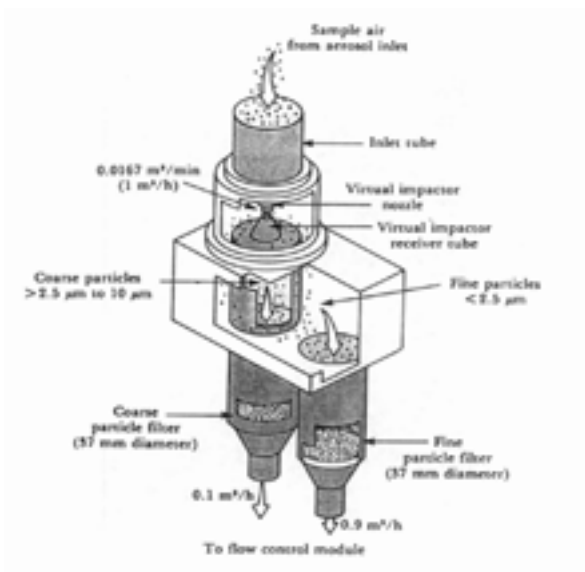
Un tipico sistema HVS per PM<sub>10</sub> e il suo sistema di selezione è raffigurato in basso.



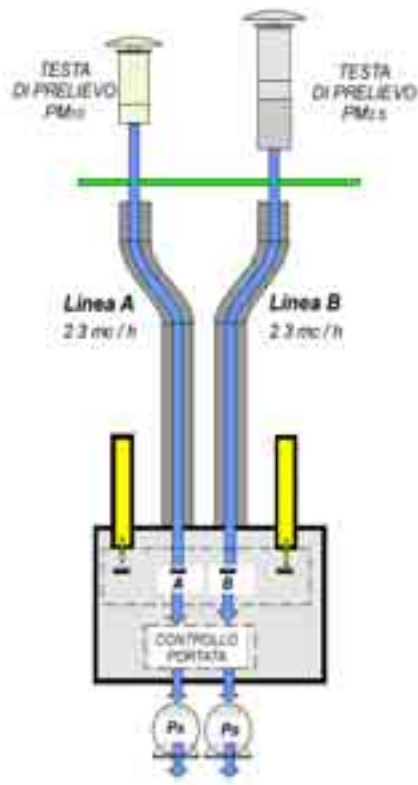




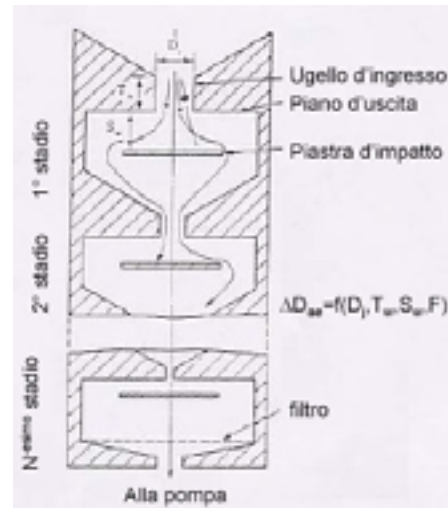
Un sistema di campionamento che permette in parallelo la selezione della frazione  $PM_{10}$  e della frazione  $PM_{2.5}$  è il **Dicotomo**. In basso è raffigurato un Dicotomo e il suo sistema di selezione.



Un altro sistema per il campionamento parallelo di due diverse frazioni di particolato è il **FAI HYDRA PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> Dual Sampler** (Figure in basso), che campiona su due diversi canali indipendenti la frazione PM<sub>10</sub> e la frazione PM<sub>2,5</sub>.



Risulta talvolta necessario conoscere su quali classi dimensionali i diversi composti sono presenti nel particolato. A tal fine si utilizzano sistemi di selezione multistadio sia di tipo LVS che HVS. In genere presentano la necessità di campionamenti lunghi per raccogliere una quantità di campione sufficiente per le analisi di laboratorio. In basso è raffigurato un sistema di campionamento **LSV multistadio** e il suo sistema di selezione.



Per la gestione dell'inquinamento da particolato atmosferico in tempo reale si utilizzano gli analizzatori automatici. Molti strumenti di questa categoria funzionano in continuo e hanno il vantaggio di determinare la concentrazione della frazione  $PM_{10}$  o della frazione  $PM_{2,5}$  su brevi intervalli temporali (1÷4 ore). Appartengono agli analizzatori automatici i seguenti sistemi di misura:

Il **TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance)**, che misura la massa del particolato raccolto su un elemento oscillante per mezzo della variazione della frequenza di oscillazione (Figure in basso).

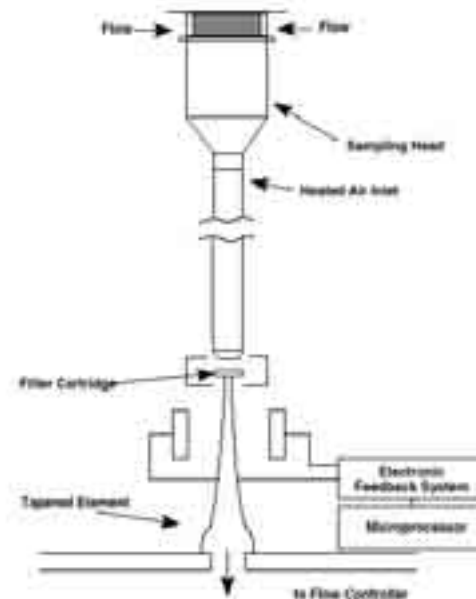
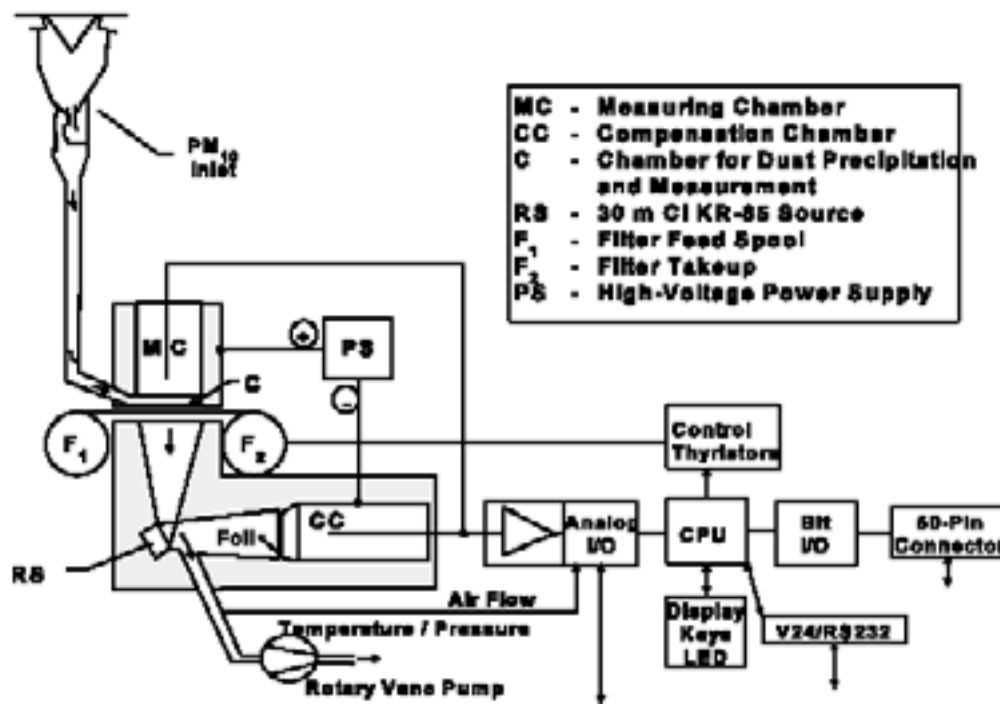
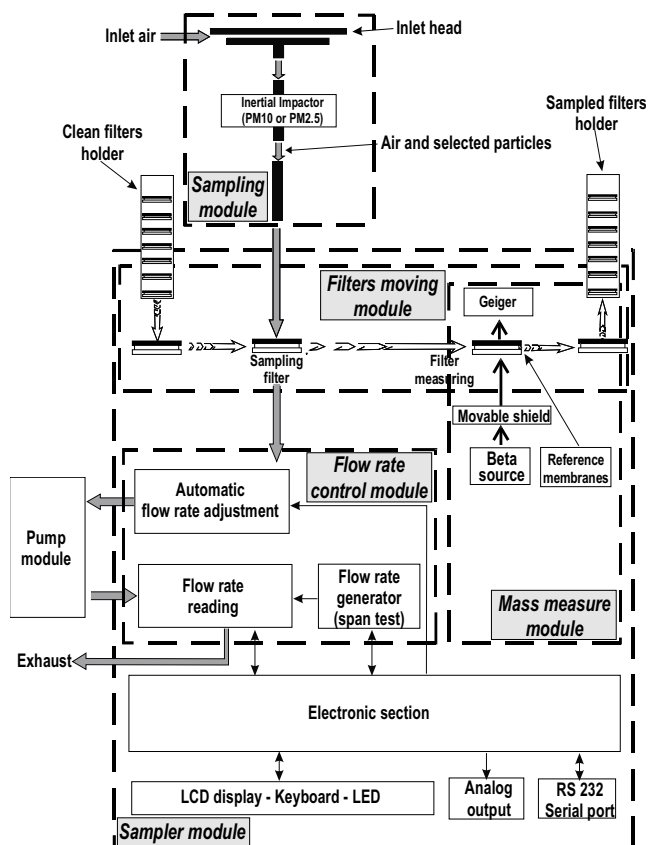


Figure 4-10. BGI's BGI 10100 sampler  
Source: Adapted from Anderson (1997)

I **Beta Gauge Samplers** (Figura in basso), che misurano la massa del particolato raccolto sul supporto filtrante per mezzo dell'assorbimento della radiazione Beta da parte delle particelle.



Un altro strumento che utilizza l'assorbimento della radiazione Beta da parte delle particelle è l'ADAM (**A**tmospheric **D**ust **A**utomatic **M**onitor), un dispositivo altamente automatizzato in grado di realizzare via software una serie di controlli di qualità che garantiscono la rappresentatività dei dati prodotti (Figure in basso).



## CAPITOLO 4

### ELABORAZIONI SUI DATI EoI RELATIVI AL PARTICOLATO ATMOSFERICO PM<sub>10</sub> PER IL TRIENNIO 2002-2004

Per avere un quadro complessivo dell'inquinamento da particolato atmosferico PM<sub>10</sub> in Italia, si riportano in seguito i dati EoI relativi agli anni 2002, 2003 e 2004.

In base alla normativa sull'EoI (Decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE) sono stati calcolati i seguenti parametri statistici: media annuale, mediana, percentili 98° e 99,9° e valore massimo delle concentrazioni medie giornaliere (Fonti: ARPA, APPA, regioni, province, comuni. Unità di misura: µg/m<sup>3</sup>). Tali parametri sono stati calcolati per quelle stazioni i cui dati rispettavano i criteri previsti dalla normativa (almeno il 50% dei dati validi per media e mediana e almeno il 75% per percentili e massimo).

Per definire il calcolo di un percentile, si riporta in seguito a titolo di esempio il procedimento per il calcolo del 98° percentile (Fonte: DM 60/2002).

*Il calcolo del 98° percentile deve essere effettuato a partire dai valori effettivamente misurati. Tutti i valori saranno riportati in un elenco in ordine crescente:*

$$X1 = X2 = X3 = \dots = Xk = \dots = XN-1 = XN$$

*Il 98° percentile è il valore dell'elemento di rango k, per il quale k viene calcolato per mezzo della formula seguente:*

$$k = (q * N)$$

*dove q è uguale a 0,98 e N è il numero dei valori effettivamente misurati. Il valore di k viene arrotondato al numero intero più vicino.*

Nella Tabella in basso, per ciascuna stazione di monitoraggio e relativamente agli anni 2002, 2003 e 2004, sono riportati i seguenti parametri statistici: valore medio, mediana (50° percentile), 98° percentile, 99,9° percentile e valore massimo della serie annuale dei dati su base giornaliera. Per il calcolo del valore medio e della mediana è richiesta la disponibilità di almeno il 50% dei dati. Per i percentili e per il valore massimo è richiesta la disponibilità di almeno il 75% dei dati. Il monitoraggio di PM10 sul territorio nazionale viene effettuato utilizzando differenti tecniche di misura, riportate nella maggior parte dei casi in Tabella. Considerando che le diverse tecniche non sempre sono equivalenti e che i

dati non sono corretti con eventuali fattori di correzione, la comparabilità dei dati di PM10 può essere inferiore a quella degli altri inquinanti.

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>PIEMONTE</b>										
BIELLA	BIELLA	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	26	24	59	80	80	2002
BIELLA	BIELLA	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	29	26	61	81	81	2003
BIELLA	BIELLA	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	35	32	88	172	172	2004
BIELLA	COSSATO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	28	26	63	84	84	2002
BIELLA	COSSATO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	32	28	66	90	90	2003
BIELLA	COSSATO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	27	25	57	79	79	2004
<b>VALLE D'AOSTA</b>										
AOSTA	AOSTA (PIAZZA PLOUVES)	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	35	33	62	77	77	2003
AOSTA	AOSTA (PIAZZA PLOUVES)	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	33	31	70	93	93	2004
<b>LOMBARDIA</b>										
VARESE	GALLARATE S. LORENZO	Traffico	Urbana	Gravimetrica	36	35				2004
VARESE	VARESE - VIA VIDOLETTI	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	27	24				2002
VARESE	BUSTO ARSIZIO - ACCAM	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	49	43	127	175	175	2003
VARESE	BUSTO ARSIZIO - ACCAM	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	43	36	121	148	148	2004
VARESE	SARONNO - SANTUARIO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	47	38	126	171	171	2004
VARESE	VARESE - VIA COPELLI	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	29	27	61	81	81	2004
LECCO	LECCO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	37	33	82	106	106	2003
LECCO	LECCO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	29	79	100	100	2004
LECCO	MERATE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	42	34				2002
LECCO	MERATE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	54	48	124	183	183	2004
COMO	ERBA	Fondo	Suburbana	Gravimetrica	39	33	106	166	166	2002
COMO	ERBA	Fondo	Suburbana	Gravimetrica	38	36	77	116	116	2004
COMO	OLGIATE COMASCO	Traffico	Urbana	Gravimetrica	38	33	90	133	133	2002
COMO	COMO	Traffico	Urbana	Gravimetrica	36	30	98	167	167	2002
COMO	COMO	Traffico	Urbana	Gravimetrica	36	33	79	121	121	2003
COMO	COMO	Traffico	Urbana	Gravimetrica	34	31	83	112	112	2004
SONDRIO	BORMIO	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	25	19	64	120	120	2004
SONDRIO	SONDRIO - VIA MERIZZI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	37	106	115	115	2003
SONDRIO	SONDRIO - VIA MERIZZI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	40	34	103	118	118	2004
MILANO	ARESE	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	46	40	120	163	163	2003
MILANO	ARESE	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	42	36	107	131	131	2004
MILANO	MILANO - JUVARA	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	48	40	126	216	216	2002
MILANO	MILANO - JUVARA	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	46	41	112	136	136	2003
MILANO	MILANO - JUVARA	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	42	36	106	165	165	2004
MILANO	LIMITO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	44	39	104	165	165	2003
MILANO	LIMITO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	38	32	101	139	139	2004



REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>LOMBARDIA (cont.)</b>										
MILANO	MAGENTA VF	Fondo	Urbana	Gravimetrica	47	42	113	162	162	2003
MILANO	MAGENTA VF	Fondo	Urbana	Gravimetrica	41	37	100	128	128	2004
MILANO	MEDA	Fondo	Urbana	Gravimetrica	43	37	121	193	193	2002
MILANO	MEDA	Fondo	Urbana	Gravimetrica	47	42	105	160	160	2003
MILANO	MEDA	Fondo	Urbana	Gravimetrica	45	39	105	132	132	2004
MILANO	MILANO - VERZIERE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	48	41	125	228	228	2002
MILANO	MILANO - VERZIERE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	41	103	144	144	2003
MILANO	MILANO - VERZIERE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	43	39	99	150	150	2004
MILANO	VIMERCATE	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	41	37	94	135	135	2003
MILANO	VIMERCATE	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	35	31	83	108	108	2004
MILANO	TREZZO D'ADDA	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	56	45	166	237	237	2003
MILANO	TREZZO D'ADDA	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	57	50				2004
BERGAMO	S.GIORGIO	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	45	40	99	168	168	2002
BERGAMO	LALLIO	Industriale	Suburbana	Microbilancia oscillante	44	40				2003
BERGAMO	LALLIO	Industriale	Suburbana	Microbilancia oscillante	39	34	91	132	132	2004
BERGAMO	OSIO SOTTO	Fondo	Rurale	Microbilancia oscillante	40	36				2003
BERGAMO	OSIO SOTTO	Fondo	Rurale	Microbilancia oscillante	38	32	91	131	131	2004
BRESCIA	BRESCIA - BROLETTO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	42	37				2002
BRESCIA	BRESCIA - BROLETTO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	42	38	88	131	131	2003
BRESCIA	BRESCIA - BROLETTO	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	42	37	90	121	121	2004
BRESCIA	REZZATO	Fondo	Suburbana	Microbilancia oscillante	46	42	103	121	121	2003
BRESCIA	REZZATO	Fondo	Suburbana	Microbilancia oscillante	42	38	98	123	123	2004
BRESCIA	SAREZZO - VIA MINELLI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	40	37	79	136	136	2003
BRESCIA	SAREZZO - VIA MINELLI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	38	34				2004
PAVIA	PAVIA - PZZA MINERVA	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	43	39	93	315	315	2003
PAVIA	PAVIA - PZZA MINERVA	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	38	35	83	90	90	2004
CREMONA	CREMA - VIA INDIPENDENZA	Traffico	Urbana	Gravimetrica	38	33				2003
CREMONA	CREMA - VIA INDIPENDENZA	Traffico	Urbana	Gravimetrica	33	31	75	94	94	2004
CREMONA	CREMONA - PIAZZA LIBERTA'	Traffico	Urbana	Gravimetrica	45	41	97	137	137	2003
CREMONA	CREMONA - PIAZZA LIBERTA'	Traffico	Urbana	Gravimetrica	42	38	92	110	110	2004
MANTOVA	MANTOVA - VIA ARIOSTO	Industriale	Urbana	Microbilancia oscillante	49	47	105	124	124	2003
MANTOVA	MANTOVA - VIA ARIOSTO	Industriale	Urbana	Microbilancia oscillante	37	34	83	94	94	2004
LODI	LODI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	44	41	86	107	107	2003
LODI	SAN ROCCO AL PORTO	Fondo	Suburbana	Microbilancia oscillante	28	26	60	70	70	2003

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>ALTO ADIGE</b>										
BOLZANO	BRESSANONE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	26	23	60	92	92	2003
BOLZANO	BRESSANONE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	23	20	59	85	85	2004
BOLZANO	BRUNICO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	27	25	56	64	64	2003
BOLZANO	BRUNICO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	33	29	95	126	126	2004
BOLZANO	BZ2 PIAZZA VERDI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	25	22	60	84	84	2003
BOLZANO	BZ2 PIAZZA VERDI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	32	29	77	116	116	2004
BOLZANO	VIPITENO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	17	14	47	61	61	2002
BOLZANO	VIPITENO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	17	14	43	55	55	2003
BOLZANO	VIPITENO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	21	16	68	81	81	2004
BOLZANO	ME1	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	27	77	114	114	2003
BOLZANO	ME1	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	35	30	85	96	96	2004
BOLZANO	BZ4 VIA C. AUGUSTA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	30	27	66	83	83	2003
BOLZANO	BZ4 VIA C. AUGUSTA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	33	31	77	95	95	2004
BOLZANO	BZ5 PIAZZA ADRIANO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	24	20	67	85	85	2002
BOLZANO	BZ5 PIAZZA ADRIANO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	36	34	73	92	92	2003
BOLZANO	BZ5 PIAZZA ADRIANO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	34	31	73	92	92	2004
<b>TRENTINO</b>										
TRENTINO	BORGO VAL	Fondo	Urbana	Nefelometria	27	22	82	136	136	2003
TRENTINO	BORGO VAL	Fondo	Urbana	Nefelometria	33	29	90	145	145	2004
TRENTINO	RIVA GAR	Fondo	Urbana	Nefelometria	28	27				2002
TRENTINO	RIVA GAR	Fondo	Urbana	Nefelometria	29	26	86	138	138	2003
TRENTINO	RIVA GAR	Fondo	Urbana	Nefelometria	34	30	89	118	118	2004
TRENTINO	ROVERETO BEN	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	36	34	83	144	144	2003
TRENTINO	ROVERETO BEN	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	28	71	87	87	2004
TRENTINO	ROVERETO LGP	Fondo	Urbana	Nefelometria	24	20				2002
TRENTINO	ROVERETO LGP	Fondo	Urbana	Nefelometria	30	26	86	141	141	2003
TRENTINO	ROVERETO LGP	Fondo	Urbana	Nefelometria	28	24	75	89	89	2004
TRENTINO	TRENTO GAR	Fondo	Urbana	Nefelometria	33	33				2002
TRENTINO	TRENTO GAR	Fondo	Urbana	Nefelometria	33	30	87	119	119	2003
TRENTINO	TRENTO GAR	Fondo	Urbana	Nefelometria	35	31	88	96	96	2004
TRENTINO	TRENTO LPN	Traffico	Urbana	Nefelometria	33	28	87	109	109	2004
TRENTINO	TRENTO VEN	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	32	29	77	126	126	2003
TRENTINO	TRENTO VEN	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	29	24	74	87	87	2004
<b>VENETO</b>										
VERONA	CORSO MILANO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	65	52				2004
VICENZA	VIA MILANO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	59	48	139	188	188	2004

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
VENETO (cont.)										
VENEZIA	MESTRE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	50	42	130	206	206	2003
VENEZIA	CIRCONVALLAZIONE MESTRE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	43	31	153	243	243	2004
VENEZIA	CIRCONVALLAZIONE VENEZIA SACCA FISOLA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	42	33	116	139	139	2004
ROVIGO	ROVIGO - CENTRO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	49	38				2004
<b>FRIULI VENEZIA GIULIA</b>										
UDINE	MANZONI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	24	20	75	138	138	2003
UDINE	MANZONI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	24	21	50	84	84	2004
UDINE	OSOPPO URBAN	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	22	19	61	75	75	2003
UDINE	OSOPPO URBAN	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	19	17	45	68	68	2004
UDINE	OSOPPO PROVI	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	17	15	37	60	60	2004
UDINE	TORVISCOSA	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	22	19	62	99	99	2004
GORIZIA	LUCINICO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	26	24	57	122	122	2003
GORIZIA	LUCINICO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	26	21	74	108	108	2004
GORIZIA	MONFALCONE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	15	13	37	67	67	2004
GORIZIA	Gorizia	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	20	18	47	73	73	2004
TRIESTE	PIAZZA GOLDONI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	35	30	91	221	221	2002
TRIESTE	PIAZZA GOLDONI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	26	111	173	173	2003
TRIESTE	VIA CARPINETO	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	36	29	96	266	266	2002
TRIESTE	VIA CARPINETO	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	23	19	64	143	143	2004
TRIESTE	PIAZZA LIBERTA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	27	23	82	109	109	2003
TRIESTE	PIAZZA LIBERTA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	19	15	56	96	96	2004
TRIESTE	PITACCO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	30	28	74	103	103	2003
TRIESTE	PITACCO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	19	15	60	128	128	2004
TRIESTE	VIA SVEVO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	33	28	109	135	135	2003
TRIESTE	VIA SVEVO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	25	21	67	129	129	2004
TRIESTE	MUGGIA	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	29	26	63	85	85	2003
TRIESTE	MUGGIA	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	27	23	71	110	110	2004
TRIESTE	TOR BANDENA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	15	12	41	70	70	2004
PORDENONE	PORDENONE CENTRO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	28	73	107	107	2003
PORDENONE	PORDENONE CENTRO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	27	22	76	240	240	2004
PORDENONE	PORCIA	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	21	19	54	76	76	2003
PORDENONE	PORCIA	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	22	20	59	93	93	2004
<b>LIGURIA</b>										
LA SPEZIA	FOSSAMAISTRA	Industriale	Urbana	Gravimetrica	34	33	71	87	87	2003
LA SPEZIA	FOSSAMAISTRA	Industriale	Urbana	Gravimetrica	38	37	72	98	98	2004

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>EMILIA - ROMAGNA</b>										
PIACENZA	PUBBLICO PASSEGGIO	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	35	25	141	208	208	2002
PIACENZA	PUBBLICO PASSEGGIO	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	36	29	101	137	137	2003
PIACENZA	PUBBLICO PASSEGGIO	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	31	24	90	132	132	2004
PIACENZA	CENO	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	39	33	105	128	128	2004
PIACENZA	CORTEMAGGIORE	Traffico	Suburbana	Microbilancia oscillante	40	39	75	102	102	2004
PARMA	PRCTDLA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	39	33				2002
PARMA	PRCTDLA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	44	40	101	149	149	2003
PARMA	PRCTDLA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	41	36	106	153	153	2004
PARMA	PRMNTBL	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	34	24				2002
PARMA	PRSPLTO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	62	46	186	258	258	2002
PARMA	PRSPLTO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	32	115	164	164	2003
PARMA	PRVTRIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	40	32	119	147	147	2004
REGGIO NELL'EMILIA	SAN LAZZARO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	47	39	153	261	261	2002
REGGIO NELL'EMILIA	SAN LAZZARO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	43	37	115	171	171	2003
REGGIO NELL'EMILIA	SAN LAZZARO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	36	27				2004
REGGIO NELL'EMILIA	VIALE RISORGIMENTO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	34	28	103	140	140	2004
REGGIO NELL'EMILIA	VIALE TIMAVO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	49	40	139	196	196	2002
REGGIO NELL'EMILIA	VIALE TIMAVO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	47	41	110	151	151	2003
REGGIO NELL'EMILIA	VIALE TIMAVO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	38	28	104	147	147	2004
MODENA	MODENA - CARPI 2	Traffico	Suburbana	Microbilancia oscillante	36	33	83	134	134	2002
MODENA	MODENA - NONANTOLANA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	44	34	155	190	190	2002
MODENA	MODENA - NONANTOLANA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	35	126	155	155	2004
MODENA	MODENA - XX SETTEMBRE	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	37	34	89	123	123	2002
MODENA	MODENA - XX SETTEMBRE	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	36	34	72	91	91	2003
MODENA	MODENA - XX SETTEMBRE	Fondo	Urbana	Microbilancia oscillante	34	32	71	94	94	2004
BOLOGNA	FIERA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	51	43				2002
BOLOGNA	FIERA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	55	46	125	148	148	2003
BOLOGNA	MONTE CUCCOLINO	Fondo	Suburbana	Microbilancia oscillante	21	18	47	90	90	2002
BOLOGNA	MONTE CUCCOLINO	Fondo	Suburbana	Microbilancia oscillante	25	25	49	66	66	2003
BOLOGNA	S.FELICE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	44	35	126	248	248	2002
BOLOGNA	S.FELICE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	46	39	111	127	127	2003
BOLOGNA	S.FELICE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	40	33	105	161	161	2004
FERRARA	CORSO ISONZO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	36	31	100	135	135	2002
FERRARA	CORSO ISONZO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	38	32	101	126	126	2004
FERRARA	GHERARDI	Fondo	Rurale	Microbilancia oscillante	26	22	65	123	123	2002
FERRARA	GHERARDI	Fondo	Rurale	Microbilancia oscillante	23	20	47	59	59	2004
FERRARA	S.GIOVANNI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	37	29	110	151	151	2002
FERRARA	S.GIOVANNI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	35				2004

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>EMILIA-ROMAGNA (cont)</b>										
RAVENNA	NUOVA ROCCA BRANCALEONE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	40	27	160	260	260	2002
RAVENNA	NUOVA ROCCA BRANCALEONE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	50	43	138	191	191	2003
RAVENNA	SAPIR	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	57	51	145	211	211	2002
RAVENNA	SAPIR	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	66	60	141	192	192	2003
RAVENNA	CERAMICHE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	35	22	122	160	160	2002
RAVENNA	CERAMICHE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	50	45	109	165	165	2003
RAVENNA	CAORLE	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	39	35	101	201	201	2002
RAVENNA	CAORLE	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	34	31	83	123	123	2003
RAVENNA	ZALAMELLA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	36	137	246	246	2002
RAVENNA	ZALAMELLA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	39	114	136	136	2003
RIMINI	RIMINI PARCO MARECCHIA	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	40	32	116	247	247	2002
RIMINI	RIMINI PARCO MARECCHIA	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	44	41	105	140	140	2003
RIMINI	RIMINI PARCO MARECCHIA	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	43	36	110	202	202	2004
RIMINI	RIMINI VIA FLAMINIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	33	26	94	153	153	2004
FORLÌ-CESENA	RESISTENZA PARK	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	43	36				2002
FORLÌ-CESENA	RESISTENZA PARK	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	28	22	92	145	145	2004
<b>TOSCANA</b>										
PRATO	PO-ROMA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	28	20	115	167	167	2002
PRATO	PO-ROMA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	19	13	66	76	76	2003
PRATO	PO-ROMA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	38	30	136	166	166	2004
FIRENZE	FI-BASSI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	43	40	97	110	110	2002
FIRENZE	FI-BASSI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	39	38				2003
FIRENZE	FI-BASSI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	29	26				2004
FIRENZE	FI-BOBOLI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	38	33	95	130	130	2002
FIRENZE	FI-GRAMSCI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	52	49	92	100	100	2002
FIRENZE	FI-SCANDICCI-BUOZZI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	40	37	100	116	116	2003
FIRENZE	FI-SCANDICCI-BUOZZI	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	38	33	96	114	114	2004
PISA	PI-BORGHETTO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	28	26	63	81	81	2003
PISA	PI-BORGHETTO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	29	26	67	84	84	2004
PISA	PI-SAN-ROMANO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	31	28	79	98	98	2002
PISA	PI-SAN-ROMANO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	28	27	59	103	103	2003
PISA	PI-SAN-ROMANO	Industriale	Urbana	Assorbimento beta	26	23	60	76	76	2004
AREZZO	AR-PIAZZA-REPUBBLICA	Traffico	Urbana	Microbilancia oscillante	30	29	54	68	68	2003
PRATO	PO-FERRUCCI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	28	71	97	97	2004

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>UMBRIA</b>										
PERUGIA	FONTIVEGGE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	52	43	168	218	218	2003
PERUGIA	FONTIVEGGE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	34	139	220	220	2004
PERUGIA	P.S.GIOVANNI	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	36	33	92	121	121	2003
PERUGIA	P.S.GIOVANNI	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	37	32	96	135	135	2004
<b>MARCHE</b>										
ANCONA	ANCONA/PIAZZA ROMA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	35	113	129	129	2004
ANCONA	FALCONARA SCUOLA	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	47	43	98	161	161	2003
ANCONA	FALCONARA SCUOLA	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	37	32	98	119	119	2004
ANCONA	MARINA DI MONTEMARCIANO	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	67	63	137	197	197	2003
ANCONA	ANCONA/VIA BOCCONI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	58	53	126	154	154	2004
<b>LAZIO</b>										
VITERBO	VITERBO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	22	22	52	66	66	2003
ROMA	L.GO ARENULA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	48	44	105	185	185	2002
ROMA	L.GO ARENULA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	44	83	119	119	2003
ROMA	L.GO ARENULA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	46	42	93	173	173	2004
ROMA	L.GO MAGNA GRECIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	44	39	107	197	197	2002
ROMA	L.GO MAGNA GRECIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	42	40	76	99	99	2003
ROMA	L.GO MAGNA GRECIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	42	39	82	97	97	2004
ROMA	P.ZZA E.FERMI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	53	50	114	179	179	2002
ROMA	P.ZZA E.FERMI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	52	50	91	118	118	2003
ROMA	P.ZZA E.FERMI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	53	52	95	101	101	2004
ROMA	VILLA ADA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	29	28	61	97	97	2003
ROMA	VILLA ADA	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	26	24	56	77	77	2004
FROSINONE	FROSINONE SCALO	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	58	46				2003
FROSINONE	FONTECHIARI	Fondo	Rurale	Assorbimento beta	25	25				2003
<b>ABRUZZO</b>										
PESCARA	PIAZZA GRUE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	51	47				2002
PESCARA	PIAZZA GRUE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	47	42	109	135	135	2003
PESCARA	PIAZZA GRUE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	31	25	89	112	112	2004
PESCARA	VIA FIRENZE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	75	70	160	456	456	2002
PESCARA	VIA FIRENZE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	60	54	130	242	242	2003
PESCARA	VIA FIRENZE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	49	43	125	155	155	2004
PESCARA	TEATRO D'ANNUNZIO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	53	48	133	461	461	2002
PESCARA	TEATRO D'ANNUNZIO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	32	27				2004

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>CAMPANIA</b>										
NAPOLI	NA07 ENTE FERROVIE	Traffico	Urbana	Nefelometria	35	31	74	125	125	2002
NAPOLI	NA07 ENTE FERROVIE	Traffico	Urbana	Nefelometria	41	38	88	118	118	2003
NAPOLI	NA09 I.T.I.S. ARGINE	Traffico	Suburbana	Nefelometria	36	31				2003
NAPOLI	NA05 SCUOLA VANVITELLI	Traffico	Urbana	Nefelometria	38	34	82	114	114	2003
<b>PUGLIA</b>										
TARANTO	taranto MACHIAVELLI	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	35	33				2004
<b>BASILICATA</b>										
POTENZA	POTENZA - VIA CAPORELLA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	27	25	63	92	92	2004
POTENZA	POTENZA - VIALE FIRENZE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	20	18	52	64	64	2004
POTENZA	POTENZA - VIALE UNICEF	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	26	25	58	75	75	2004
<b>SICILIA</b>										
PALERMO	BELGIO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	32	27	76	392	392	2002
PALERMO	BELGIO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	39	35	84	144	144	2003
PALERMO	BELGIO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	38	34	72	385	385	2004
PALERMO	BOCCADIFALCO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	28	22	82	517	517	2002
PALERMO	BOCCADIFALCO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	29	26	67	110	110	2003
PALERMO	BOCCADIFALCO	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	28	23	65	328	328	2004
PALERMO	GIULIO CESARE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	42	91	428	428	2002
PALERMO	GIULIO CESARE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	45	41	88	130	130	2003
PALERMO	GIULIO CESARE	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	37	85	363	363	2004
PALERMO	INDIPENDENZA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	38	33	87	557	557	2002
PALERMO	INDIPENDENZA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	34	31	71	121	121	2003
PALERMO	INDIPENDENZA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	32	29	61	338	338	2004
PALERMO	TORRELUNGA	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	32	28	72	373	373	2002
PALERMO	TORRELUNGA	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	31	30	65	108	108	2003
PALERMO	TORRELUNGA	Traffico	Suburbana	Assorbimento beta	28	25	54	309	309	2004
PALERMO	UNITÀ D'ITALIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	43	37	103	423	423	2002
PALERMO	UNITÀ D'ITALIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	38	84	138	138	2003
PALERMO	UNITÀ D'ITALIA	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	40	36	84	412	412	2004
PALERMO	CASTELNUOVO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	43	37	110	596	596	2002
PALERMO	CASTELNUOVO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	40	38	87	144	144	2003
PALERMO	CASTELNUOVO	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	39	35	85	373	373	2004
PALERMO	DI BLASI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	49	43				2002
PALERMO	DI BLASI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	46	43	96	138	138	2003
PALERMO	DI BLASI	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	42	40	74	367	367	2004

REGIONE / PROVINCIA	STAZIONE	TIPO STAZIONE	TIPO ZONA	TECNICA DI MISURA	VALORE MEDIO	50° PERCENTILE	98° PERCENTILE	99,9° PERCENTILE	VALORE MASSIMO	ANNO
<b>SARDEGNA</b>										
CAGLIARI	CENAS8	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	36	32	77	167	167	2002
CAGLIARI	CENAS8	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	24	21	49	76	76	2003
CAGLIARI	CENAS8	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	32	29	74	106	106	2004
CAGLIARI	CENPS2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	40	37				2002
CAGLIARI	CENPS2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	35	33	71	100	100	2003
CAGLIARI	CENPS2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	32	28	74	128	128	2004
CAGLIARI	CENSA2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	32	28	75	234	234	2002
CAGLIARI	CENSA2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	39	35	83	168	168	2003
CAGLIARI	CENSA2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	29	27	69	126	126	2004
CAGLIARI	CENNM1	Industriale	Rurale	Assorbimento beta	9	8	19	30	30	2003
CAGLIARI	CENNM1	Industriale	Rurale	Assorbimento beta	33	32	80	129	129	2004
CAGLIARI	CENSG1	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	33	31	60	105	105	2003
CAGLIARI	CENSG1	Fondo	Urbana	Assorbimento beta	32	31	62	108	108	2004
CAGLIARI	CENV51	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	38	35	86	121	121	2003
CAGLIARI	CENV51	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	37	33	78	124	124	2004
CAGLIARI	CENCB1	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	24	23	39	51	51	2003
CAGLIARI	CENCB1	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	23	22	34	40	40	2004
CAGLIARI	CENST2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	16	15	23	42	42	2003
CAGLIARI	CENST2	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	29	29	45	52	52	2004
CAGLIARI	CENPS6	Industriale	Suburbana	Microbilancia oscillante	20	19	39	59	59	2003
CAGLIARI	CENPS6	Industriale	Suburbana	Microbilancia oscillante	17	16	36	93	93	2004
CAGLIARI	CENPS7	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	21	21	27	32	32	2003
CAGLIARI	CENPS7	Industriale	Suburbana	Assorbimento beta	21	19	36	42	42	2004
CAGLIARI	piazza Sant'Avendrace	Traffico	Urbana	Sconosciuta	38	35	87	128	128	2004
CAGLIARI	viale C'uisa	Traffico	Urbana	Assorbimento beta	41	40	69	142	142	2004
CAGLIARI	viale Diaz	Traffico	Urbana	Sconosciuta	39	36	82	147	147	2004
CAGLIARI	TUVIXEDDU	Fondo	Suburbana	Assorbimento beta	28	25				2004
CAGLIARI	Via Italia	Traffico	Urbana	Sconosciuta	34	30				2004



I dati presentati evidenziano un generale aumento e miglioramento sia dell'attività di monitoraggio, sia dell'attività di raccolta delle informazioni a livello centrale in ottemperanza alla normativa. Tale miglioramento, che è generalizzato su tutto il territorio nazionale, non riguarda alcune regioni del Sud (Calabria e Molise), dove permangono lacune conoscitive.

## CAPITOLO 5

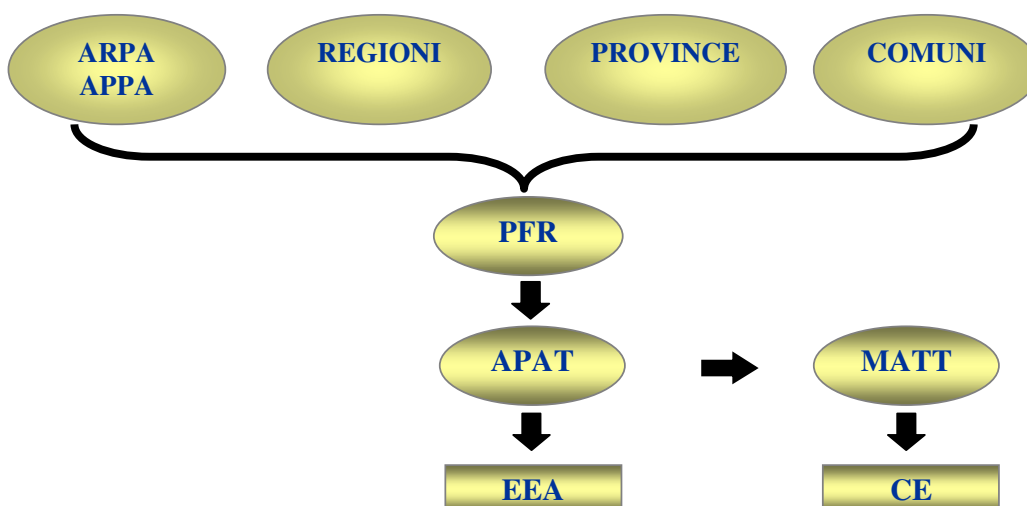
### CONFRONTO TRA LE INFORMAZIONI PROVENIENTI DAI FLUSSI DM60 ED EoI RELATIVE ALL'INQUINAMENTO DA PM<sub>10</sub> NELLE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE

#### 5.1 GENERALITA'

Attualmente in Italia esistono due flussi di informazione paralleli sulla qualità dell'aria. I medesimi dati, prodotti dalle medesime centraline di monitoraggio, prendono due vie diverse, per rispondere a due diverse normative:

- DM60/2002 (Allegato XII)
- Decisione 97/101/CE (Exchange of Information EoI)

L'EoI prevede che vengano resi pubblici metadati (ossia le informazioni sulle reti e le stazioni di monitoraggio) e sui dati dei principali inquinanti normati (dati orari o giornalieri di PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ed altri). Il percorso, stabilito dalla direttiva, che dati e metadati seguono dalla loro origine fino alla pubblicazione, è illustrato nella figura in basso.

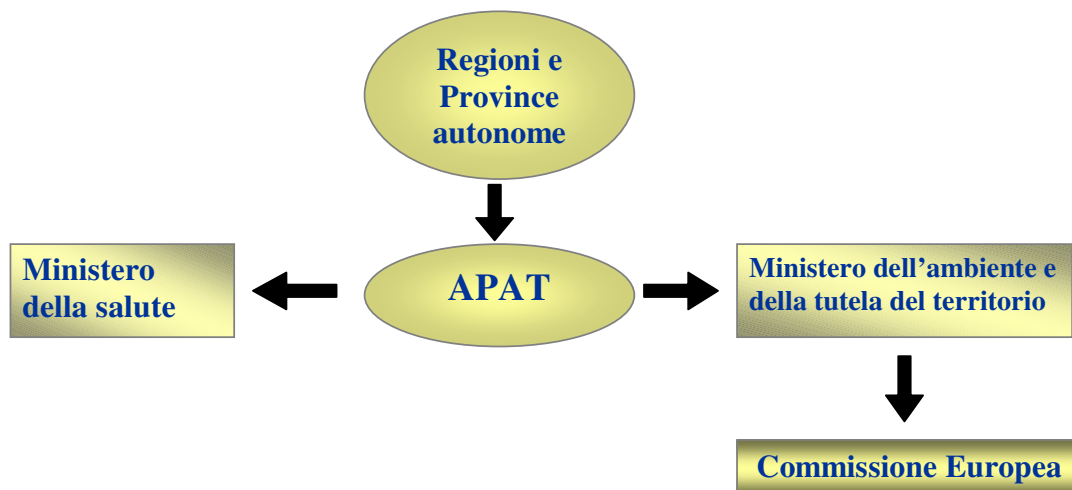


Le informazioni relative all'EoI sono contenute nel Database BRACE/INARIA. Questo DB è pubblico e può essere consultato all'indirizzo [www.brace.sinanet.apat.it](http://www.brace.sinanet.apat.it). Attualmente sono disponibili le serie di dati orari o giornalieri e le elaborazioni (medie, mediana, 98°, 99,9° percentile e valore massimo) relative agli anni 2002, 2003 e 2004 (la raccolta dei dati relativi al 2005 è in corso).

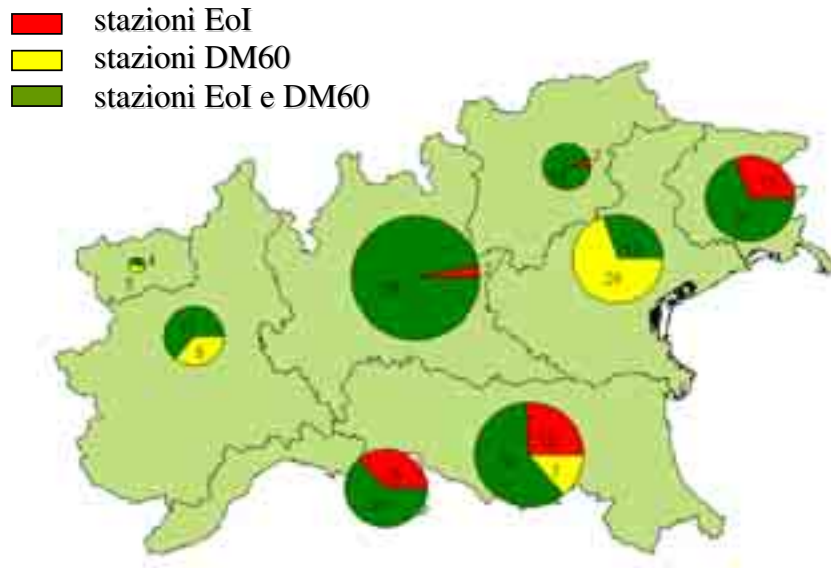
Le informazioni relative al DM60, in riferimento a  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$ ,  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  e  $O_3$ , riguardano in particolare:

- l'elenco delle zone e degli agglomerati
- l'elenco delle stazioni utilizzate
- i metodi di misurazione
- l'elenco delle zone e degli agglomerati dove i livelli superano i valori limite
- le soglie di valutazione, di allerta e di informazione
- l'elenco dei casi di superamento (data, ora, livelli, motivazioni)
- l'elenco dei superamenti dovuti a cause naturali (relativi a  $SO_2$  e  $PM_{10}$ )

Tali informazioni, ordinate nell'Allegato XII del DM60, vengono raccolte dalle Regioni e comunicate, per tramite dell'APAT, al Ministero della Salute e al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, che a sua volta le comunica alla Commissione Europea.



Le stazioni di monitoraggio utilizzate per EoI e per DM60 sono due insiemi solo in parte sovrapposti. A titolo di esempio si riporta nella Figura in basso un confronto tra le stazioni EoI e le stazioni DM60 dell'Italia del Nord nel 2004.



L'incongruenza dovuta alle differenze tra le stazioni considerate nei due flussi ha fatto sorgere l'esigenza di armonizzare le informazioni. La proposta di nuova Direttiva del Parlamento Europeo sulla qualità dell'aria ambiente e la proposta di Decisione sulla trasmissione delle informazioni prevedono infatti di riunire, semplificare e razionalizzare l'attuale normativa mediante il passaggio ad un flusso unico di informazioni sulla qualità dell'aria basato esclusivamente su un sistema di comunicazione elettronico.

## 5.2 CONFRONTO TRA I DATI EoI E DM60 DELLE PRINCIPALI CITTA' ITALIANE

Il presente studio si è posto l'obiettivo di individuare, tra le principali città italiane, quelle che avessero nel periodo 2002 - 2004 una disponibilità di dati EoI e DM60 tale da permettere valutazioni rappresentative di una tendenza. Inoltre, allo scopo di formulare considerazioni valide per l'intero territorio nazionale, sono state prese in considerazione le seguenti città:

- Milano
- Torino
- Firenze
- Roma
- Napoli
- Potenza

Nella Tabella in basso sono riportati schematicamente, per il periodo 2002-2004, la presenza (SI) o la mancanza (NO) di dati EoI e DM60 (All XII) nelle città considerate.

CITTA'	DATI	2002	2003	2004
<b>Milano</b>	<b>EoI</b>	SI	SI	SI
	<b>All XII</b>	SI	SI	SI
<b>Roma</b>	<b>EoI</b>	SI	SI	SI
	<b>All XII</b>	SI(*)	SI	SI
<b>Torino</b>	<b>EoI</b>	SI	SI	SI
	<b>All XII</b>	SI	SI	SI
<b>Napoli</b>	<b>EoI</b>	SI	SI	SI(**)
	<b>All XII</b>	SI(*)	SI(*)	SI
<b>Firenze</b>	<b>EoI</b>	SI	SI	SI
	<b>All XII</b>	SI(*)	NO	SI
<b>Potenza</b>	<b>EoI</b>	SI(**)	SI	SI
	<b>All XII</b>	SI(*)	SI(*)	SI(*)
* : Nessun superamento dichiarato nell'All XII				
** : Dati non accessibili sul sito <a href="http://www.brace.sinanet.apat.it">www.brace.sinanet.apat.it</a>				

Andando più nel dettaglio sono state considerate tutte le stazioni di monitoraggio prese in esame nei due flussi di informazione per il periodo 2002-2004.

È importante sottolineare che il DM60/2002 fissa per gli anni considerati valori decrescenti del margine di tolleranza da associare al valore limite, di conseguenza si hanno i seguenti valori della somma tra limiti e margini di tolleranza (LMT) per il periodo in esame:

- $LMT \geq 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2002
- $LMT \geq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2003
- $LMT \geq 55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per il 2004

Sono stati quindi riportati (Tabella in basso) per ogni stazione di monitoraggio la media dei livelli di concentrazione dei superamenti (M) e il numero dei superamenti totali (S) dei LMT relativi ai due flussi di informazione EoI e DM60 (All XII) per gli anni 2002, 2003 e 2004.

CITTA'	DATI	STAZIONI / STATISTICHE		
		2002 (LMT $\geq 65\text{mg/m}^3$ )	2003 (LMT $\geq 60\text{mg/m}^3$ )	2004 (LMT $\geq 55\text{mg/m}^3$ )
<b>Milano</b>	<b>EoI</b>	Juvara (S75 M90) Verziere (S71 M92)	Juvara (S80 M81) Verziere (S73 M78)	Juvara (S79 M79) Via Messina (S155 M93) Verziere (S87 M75)
	<b>All XII</b>	Juvara (S75 M92) Via Messina (S118 M106) Zavattari (S70 M91)	Juvara (S76 M82) Via Messina (*) Verziere (S69 M79)	Juvara (S78 M80) Via Messina (S153 M93) Verziere (S85 M76)
<b>Roma</b>	<b>EoI</b>	Arenula (S53 M87) Fermi (S78 M83) Magna Grecia (S50 M86) Villa Ada (S5 M90)	Arenula (S58 M72) Fermi (S100 M73) Magna Grecia (S40 M71) Villa Ada (S9 M69)	Arenula (S92 M71) Fermi (S132 M68) Magna Grecia (S50 M68) Villa Ada (S9 M64)
	<b>All XII</b>	Arenula (*) Fermi (*) Magna Grecia (*) Villa Ada (*)	Arenula (S62 M74) Fermi (S101 M73) Magna Grecia (*) Villa Ada (*)	Arenula (S96 M71) Fermi (S155 M70) Magna Grecia (S68 M70) Villa Ada (*)
<b>Torino</b>	<b>EoI</b>	Consolata (S150 M102) Privoli (S45 M84)	Consolata (S147 M96) Gaidano (S78 M91) Privoli (S84 M86)	Consolata (S160 M88)
	<b>All XII</b>	Consolata (S146 M103) Grassi (S194 M103)	Consolata (S147 M96) Grassi (S158 M97) Gaidano (S77 M91) Privoli (S84 M86)	Consolata (S156 M89)
<b>Napoli</b>	<b>EoI</b>	Ferrovie (S14 M81)	Santobono (S22 M74) Policlinico (S23 M72) Ferrovie (S49 M74) Vanvitelli (S29 M73) Osservatorio (S11 M83) Argine (S23 M83)	-
	<b>All XII</b>	Santobono (*) Policlinico (*) Silio Itatico (*) Vanvitelli (*) Ferrovie (*)	Santobono (*) Policlinico (*) Silio Itatico (*) Vanvitelli (*) Ferrovie (*)	Santobono (S37 M68) Policlinico (*) Ferrovie (S54 M72) Vanvitelli (*) Osservatorio (*) Argine (*)
<b>Firenze</b>	<b>EoI</b>	Bassi (S43 M80) Boboli (S20 M92) Gramsci (S51 M77)	Bassi (S25 M73) Boboli (S3 M63) Gramsci (S44 M82)	Bassi (S17 M78) Boboli (S13 M68) Gramsci (S17 M67)
	<b>All XII</b>	Mosse (*) Rosselli (*)	-	Mosse (S50 M77) Rosselli (S115 M103) Bassi (*) Boboli (*) Gramsci (*)
<b>Potenza</b>	<b>EoI</b>	-	Rossellino (S 0 M 0) Caporella (S18 M75) Viale Firenze (S4 M68)	Rossellino (S1 M75) Caporella (S21 M62) Unicef (S10 M61) Viale Firenze (S5 M59)
	<b>All XII</b>	Rossellino (*) Caporella (*) Unicef (*)	Rossellino (*) Caporella (*) Unicef (*)	Rossellino (*) Caporella (*) Unicef (*) Viale Firenze (*)
* : Nessun superamento dichiarato nell'All. XII				
S : Numero di superamenti totali del LMT				
M : Media dei livelli di concentrazione dei superamenti ( $\mu\text{g/m}^3$ )				
LMT : Limite + Margine di Tolleranza				

### 5.3 UN CASO DI STUDIO: ROMA

Consideriamo adesso la città di Roma e analizziamo nel particolare i dati relativi al  $PM_{10}$  EoI (Brace) e DM60 (All XII) per il 2004 nelle seguenti stazioni:

- Largo Arenula;
- Piazza Fermi;
- Largo Magna Grecia.

Le stazioni considerate hanno tutte le seguenti caratteristiche:

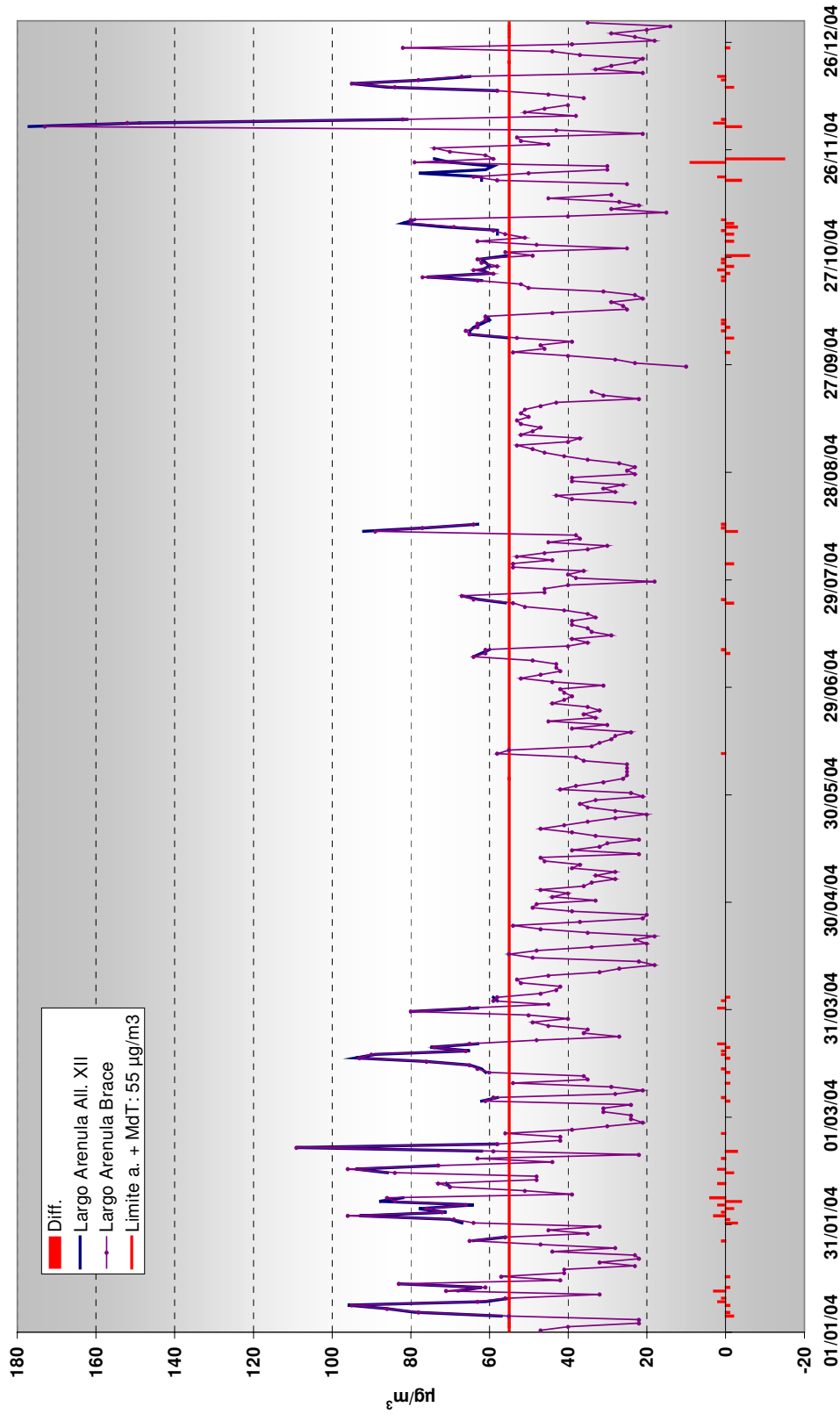
- tipo stazione: Traffico;
- tipo zona: Urbana;
- tecnica di misura: Assorbimento Beta.

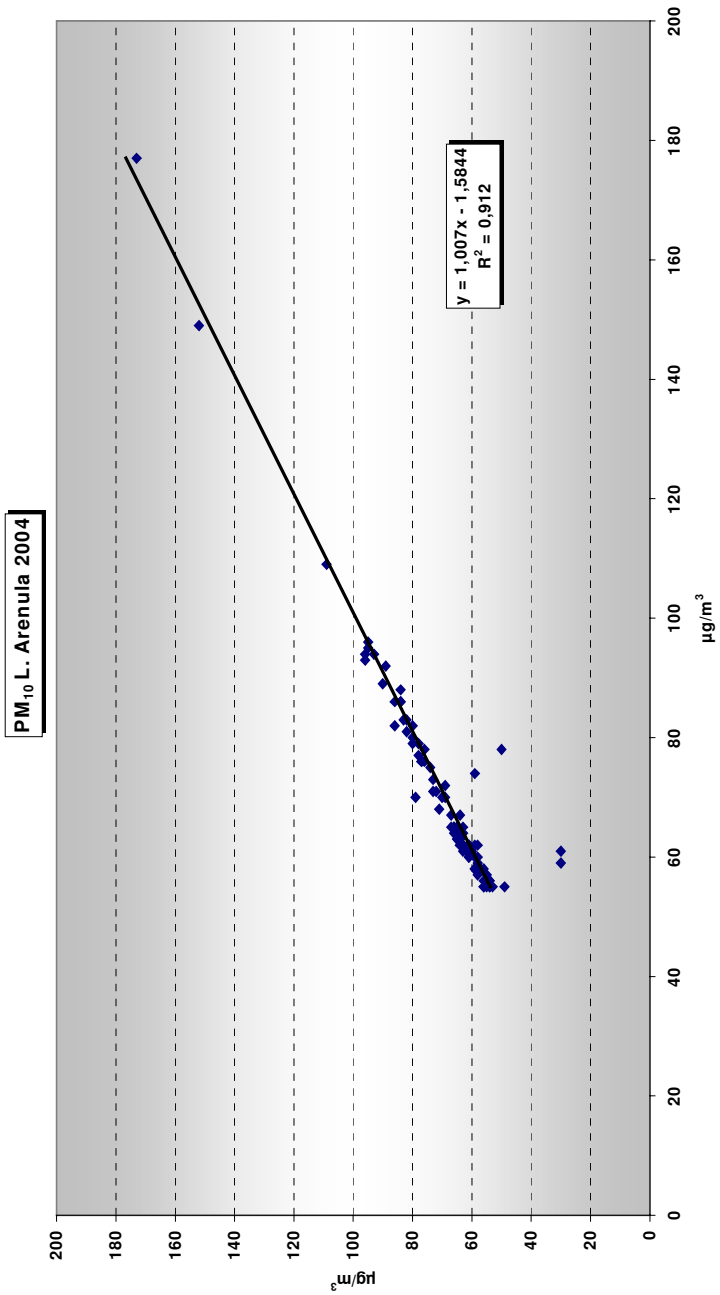
Per ogni stazione sono state realizzate, per l'anno 2004, alcune elaborazioni:

- il confronto e la differenza tra i livelli di concentrazione di  $PM_{10}$  della serie temporale relativa al DM60 (All XII) e della serie temporale relativa all'EoI (Brace);
- la regressione lineare (scatter plot) tra i livelli di concentrazione DM60 (All XII) ed EoI (Brace);
- il confronto (riportato in tabella) tra il numero di superamenti totali del limite più margine di tolleranza relativi al DM60 (All XII) e all'EoI (Brace) e il calcolo della numerosità dei dati EoI per le serie in esame.



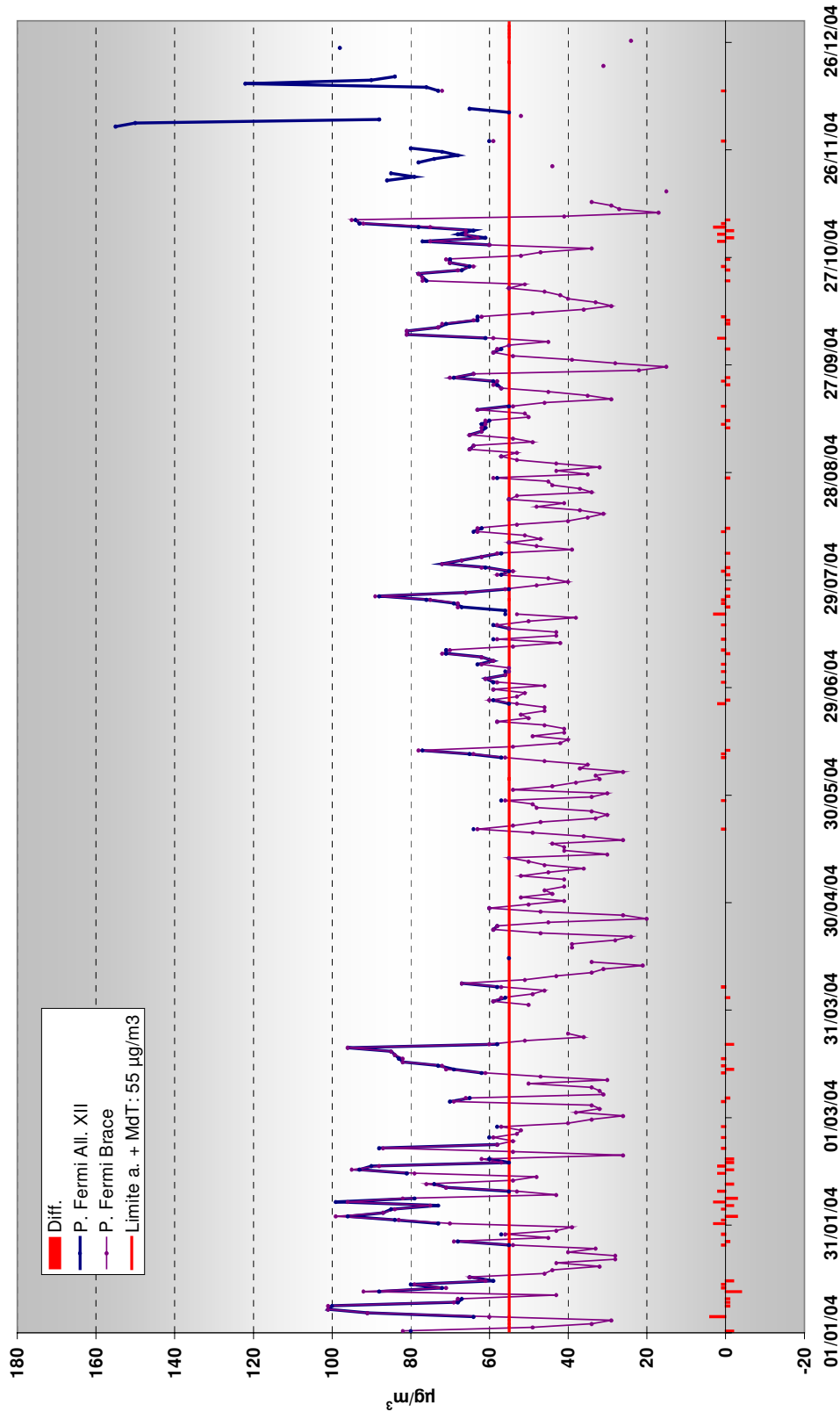
### Confronto dati PM<sub>10</sub> Roma 2004 (L. Arenula)

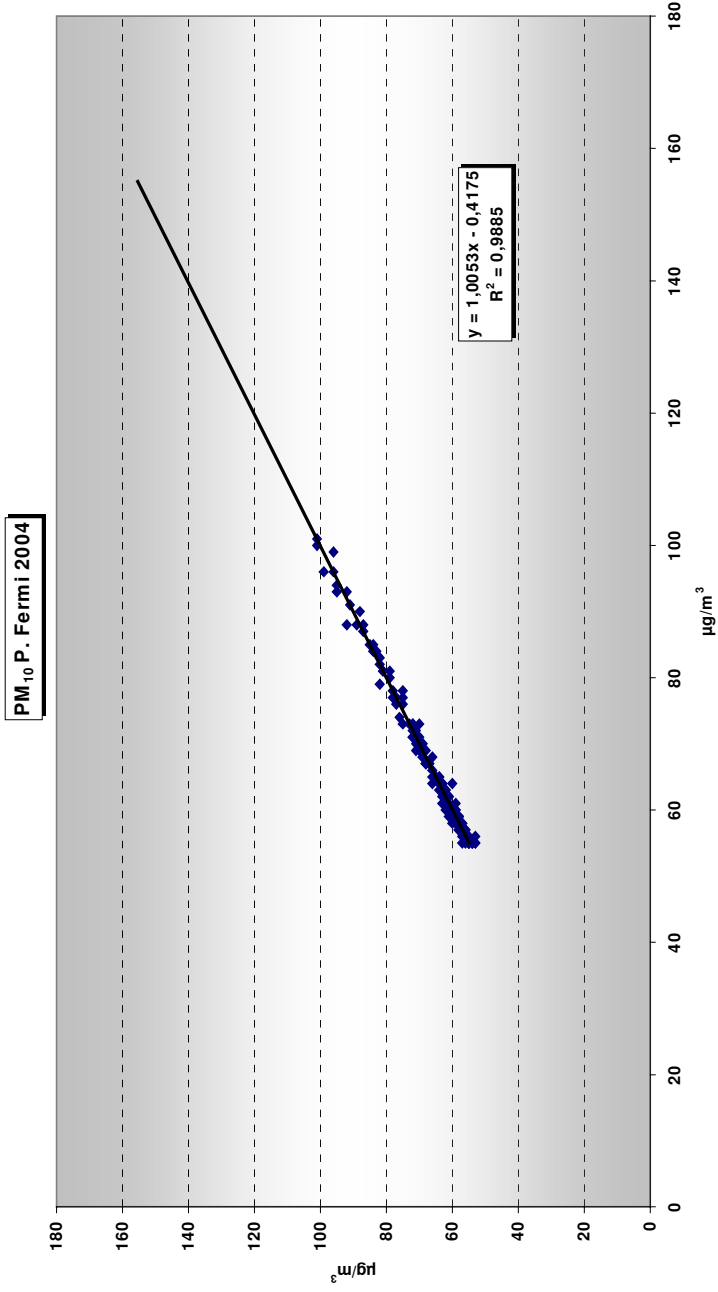




Largo Arenula			
Totale Superamenti 2004 (55µg/m³) All XII	Totale Superamenti 2004 (55µg/m³) EoI	Differenza Superamenti All XII - EoI	Numero Totale Dati EoI
96	92	4	352
			Numerosità Dati EoI %
			96.2

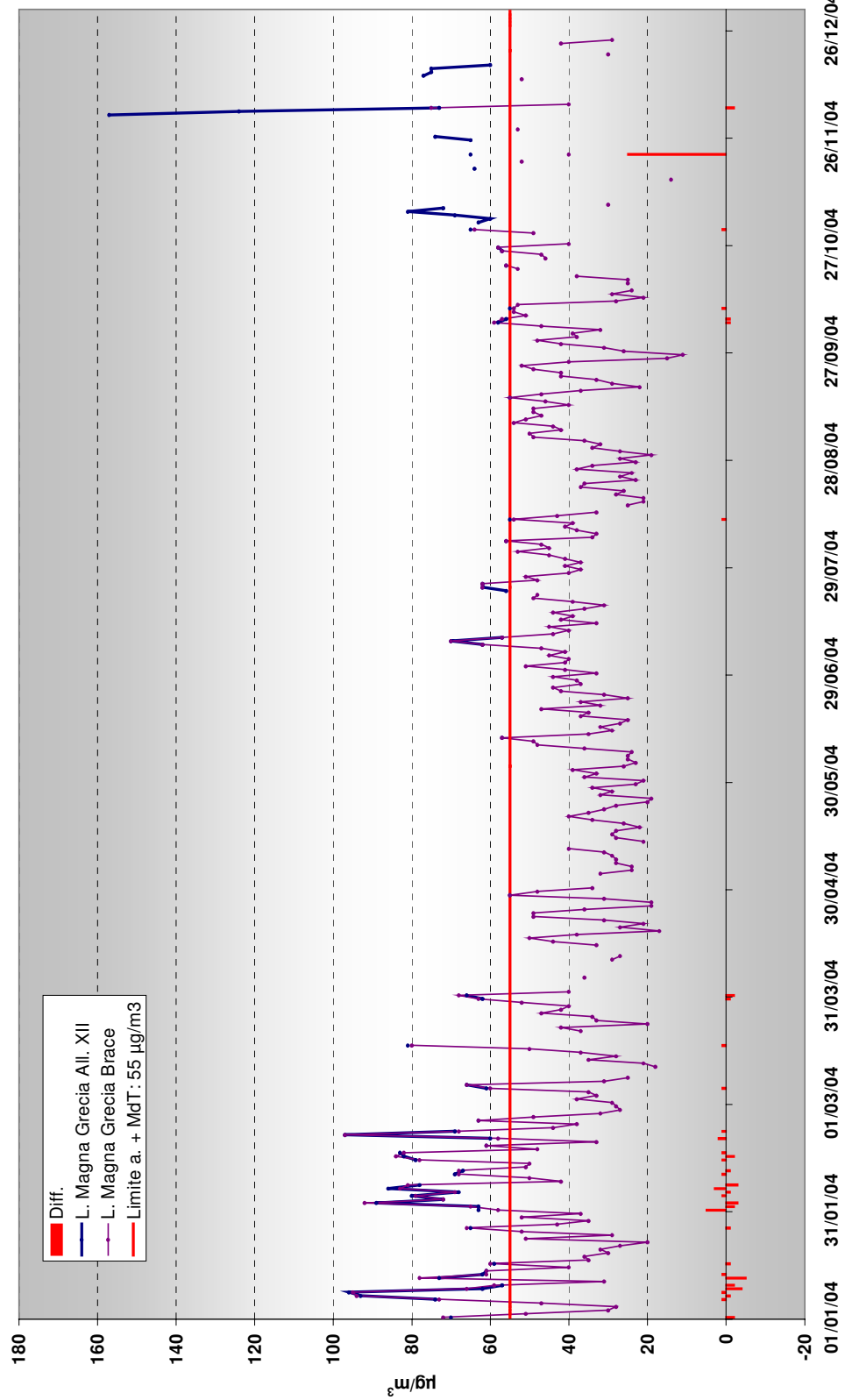
**Confronto dati PM<sub>10</sub> Roma 2004 (P. Fermi)**



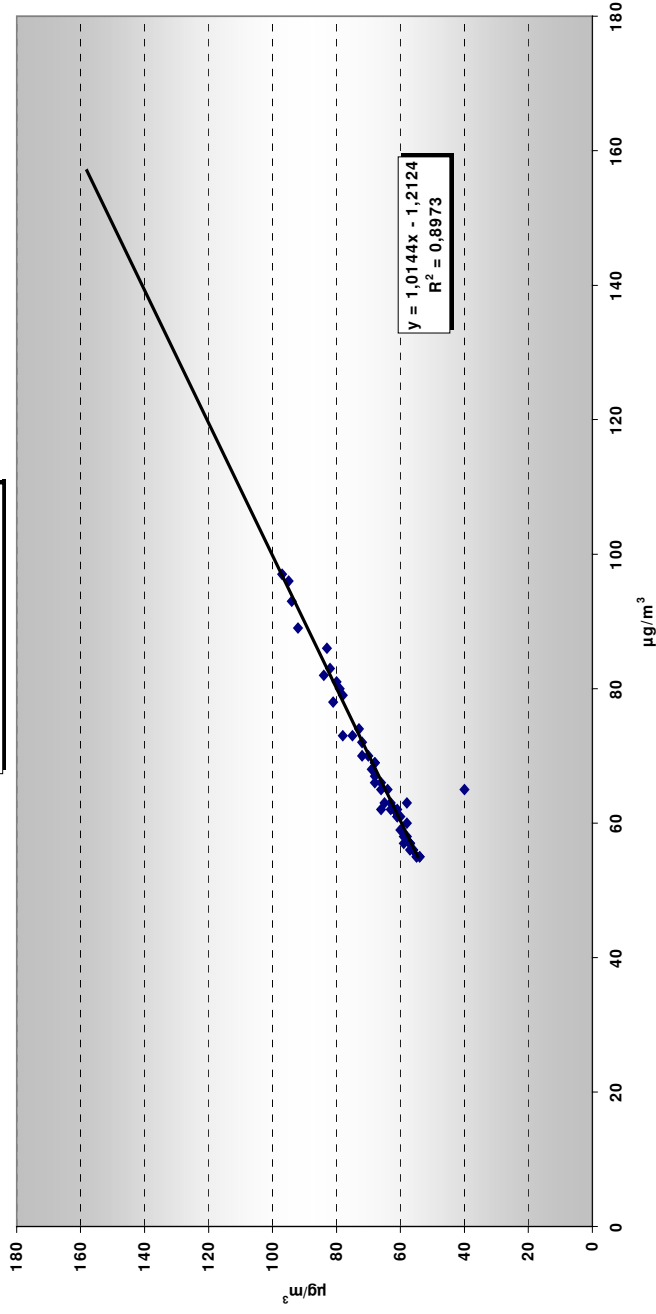


Piazza Fermi			
Totale Superamenti 2004 (55µg/m³) All XII	Totale Superamenti 2004 (55µg/m³) EoI	Differenza Superamenti All XII - EoI	Numero Totale Dati EoI
155	132	<b>23</b>	311
			Numerosità Dati EoI %
			85.0

**Confronto dati PM<sub>10</sub> Roma 2004 (L. Magna Grecia)**



**PM<sub>10</sub> L. Magna Grecia 2004**



Largo Magna Grecia			
Totale Superamenti 2004 (55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) All XII	Totale Superamenti 2004 (55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) EoI	Differenza Superamenti All XII - EoI	Numero Totale Dati EoI
68	50	18	291
			Numero Dati EoI %
			79,5

Dagli scatter plot e dalle differenze tra i livelli di concentrazione DM60 (All XII) ed EoI (Brace), si può notare come i dati relativi ai due flussi di informazione risultino fortemente convergenti. Infatti i valori di  $R^2$  sono prossimi a 0,9 e le differenze tra i valori di concentrazione sono minime ed attribuibili probabilmente a tipi diversi di arrotondamento nella trattazione dei dati.

Tuttavia, in due stazioni su tre, il conteggio del numero di superamenti per le due serie di dati mostra una differenza tra questi valori non trascurabile (per Piazza Fermi si ha una differenza di 23 superamenti mentre per Largo Magna Grecia di 18 superamenti).

Dal confronto tra i livelli di concentrazione della serie temporale relativa al DM60 (All XII) e della serie temporale relativa all'EoI (Brace), si può notare come le serie EoI (Brace) per Piazza Fermi e Largo Magna Grecia non abbiano un'ottima omogeneità temporale. Tali dati infatti, come si può notare dalle Tabelle, presentano rispettivamente una numerosità percentuale del 85,0% e del 79,5% (in luogo del 90% richiesto dalla normativa).

Laddove l'omogeneità temporale dei dati è ottima, come avviene per la serie EoI (Brace) di Largo Arenula (numerosità percentuale del 96,2%), si può notare come la differenza tra il numero di superamenti totali del limite più margine di tolleranza relativi al DM60 (All XII) e all'EoI (Brace) non sia elevata (4 superamenti); mentre nei casi di Piazza Fermi e Largo Magna Grecia, dove la numerosità dei dati EoI (Brace) è più bassa, si può invece notare una differenza tra il numero di superamenti totali relativi al DM60 (All XII) e all'EoI (Brace) elevata (si ricorda che il numero di superamenti massimo consentito in un anno dal DM 60 è pari a 35).

Tornando ad analizzare le serie temporali, si vede come il grosso dei dati EoI mancanti nei due casi anomali è concentrato nel periodo invernale, periodo dell'anno caratterizzato, per diversi fattori, da livelli di concentrazione di massa di  $PM_{10}$  molto elevati ed è proprio in quel periodo che si trova la maggior parte dei superamenti dichiarati negli allegati XII e non riscontrati dai dati EoI. Ciò mostra, al di là di ogni altra considerazione, la fondamentale importanza di fattori come l'omogeneità e la qualità dei dati in esame, aspetti questi che, se trascurati, possono viziare le valutazioni sulla qualità dell'aria.

## CONCLUSIONI

Il presente studio ha preso in esame i dati EoI (Brace) e DM60 (All XII) relativi al particolato atmosferico PM<sub>10</sub> per gli anni 2002, 2003 e 2004.

In base alla normativa sull'EoI per tutte le stazioni di monitoraggio PM<sub>10</sub> italiane sono stati calcolati e ordinati in una tabella i seguenti parametri statistici: media annuale, mediana, percentili 98° e 99,9° e valore massimo delle concentrazioni medie giornaliere.

Con l'obiettivo di individuare tra le principali città italiane quelle che avessero nel periodo 2002-2004 una quantità di dati EoI e DM60 tale da rendere le considerazioni effettuate rappresentative di una tendenza e nell'intento inoltre di dare una rappresentatività all'intero territorio nazionale, sono state prese in considerazione le seguenti città: Milano, Roma, Torino, Firenze, Napoli, Potenza.

Per ogni stazione di monitoraggio del PM<sub>10</sub> sono stati calcolati e ordinati in una tabella la media dei livelli di concentrazione dei superamenti e il numero dei superamenti totali dei LMT relativi ai due flussi di informazione EoI e DM60 (All XII) per gli anni 2002 - 2004.

Andando più nel dettaglio è stato scelto come caso di studio la città di Roma, focalizzando l'attenzione sui dati EoI (Brace) e DM60 (All XII) relativi al 2004 per le stazioni: Largo Arenula, Piazza Fermi e Largo Magna Grecia. Dall'analisi dei dati relativi alle stazioni considerate è stata evidenziata un'ottima convergenza dei due flussi di informazione. Si è notato inoltre come, nei casi in cui la numerosità dei dati EoI (Brace) non sia sufficientemente elevata, la differenza tra il numero di superamenti totali relativi al DM60 (All XII) e all'EoI (Brace) possa risultare non trascurabile.

Le differenze tra i valori di concentrazione e le differenze tra il numero di superamenti totali relativi al DM60 (All XII) e all'EoI (Brace) nelle stazioni di monitoraggio PM<sub>10</sub> sono riconducibili a problemi di affidabilità del dato. Le principali fonti di incertezza nel trattamento dei dati relativi ai due flussi di informazione EoI e DM60 possono essere così schematizzate:

- **Rappresentatività temporale:** i dati forniti dalle reti di rilevamento devono coprire un arco temporale tale da non pregiudicarne la rappresentatività.
- **Rappresentatività spaziale:** il posizionamento delle stazioni di rilevamento deve essere rappresentativo di una data area. Lo scopo principale delle misure di inquinamento è fornire una stima dell'esposizione della popolazione.



- **Controllo e assicurazione di qualità:** la gestione e la manutenzione degli strumenti, l'armonizzazione dei metodi e l'adozione di sistemi di misura certificati equivalenti al metodo di riferimento sono aspetti fondamentali nell'assicurazione della qualità del dato.
- **Temperatura di normalizzazione:** la normativa vigente ha modificato alcune unità di misura rispetto alla vecchia legislazione. In particolare il PM<sub>10</sub> era prima espresso in µg/Nm<sup>3</sup> e ora (secondo il DM 60) in µg/m<sup>3</sup>.
- **Arrotondamenti:** la trattazione dei dati grezzi (orari o giornalieri) per produrre dati aggregati non è univoca per i diversi soggetti in gioco.
- **Fattori di correzione:** sono applicati in alcune realtà locali per “correggere” i dati prodotti con determinati tipi di strumentazione automatica.

L'incongruenza dovuta alle differenze tra i due flussi di informazione EoI e DM60 ha recentemente fatto sorgere l'esigenza di armonizzare le informazioni. Infatti la proposta di Direttiva del Parlamento Europeo sulla qualità dell'aria ambiente e la proposta di Decisione relativa alla trasmissione delle informazioni prevedono di riunire, semplificare e razionalizzare l'attuale normativa mediante il passaggio ad un flusso unico di informazioni sulla qualità dell'aria basato esclusivamente su un sistema di comunicazione elettronico.

## **BIBLIOGRAFIA**

Direttiva 96/62/CE “*Valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente*”

Direttiva 99/30/CE “*Valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo*”

Direttiva 00/69/CE “*Valori limite di qualità dell’aria ambiente per benzene ed il monossido di carbonio*”

Direttiva 02/03/CE “*Valori limite di qualità dell’aria ambiente per l’ozono*”

Decisione del Consiglio 97/101/CE “*Decisione 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*”

Dlgs 351/1999 “*Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell’aria ambiente*”

DM 60/2002 “*Recepimento della direttiva 99/30/CE concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 00/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio*”

Dlgs 183/2004 “*Recepimento della direttiva 02/03/CE concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per l’ozono*”

Air quality criteria for particulate matter, EPA United states Environmental Protection Agency, 1997

Annuario dei dati ambientali edizione 2004, APAT.

L'informazione nazionale sulla qualità dell'aria, A. M. Caricchia, S. Bartoletti, A. Di Menno Di Bucchianico, A. Gaeta, G. Gandolfo, comunicazione al convegno "Inquinamento atmosferico urbano: che fare?", Enea/Roma, 2006.

PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> monitoring equipment, A. Di Menno Di Bucchianico, comunicazione al workshop "Analysis and sampling of air and air pollution", EEAA/Il Cairo, Egitto, 2006.

Il monitoraggio del particolato fine: un approccio integrato – Vorne Giannelle, Gloria Mognaschi – (ARPA Lombardia, Dipartimento provinciale di Milano)

<http://www.apat.gov.it>

<http://www.minambiente.it>

<http://www.brace.sinanet.apat.it>