

Commissione Nazionale Emergenza Inquinamento Atmosferico

Relazione conclusiva

Roma, 20 Marzo 2006

Indice

1. Premessa.....	2
2. Sintesi.....	4
3 Quadro descrittivo dell'attuale situazione: risultati ottenuti, criticità rilevate e tecnologie disponibili.....	12
3.1 Trend dei principali inquinanti atmosferici e riduzioni ottenute dal 1990 al 2005.....	12
3.1.1 Ossidi di azoto (NO _x).....	13
3.1.2 Biossido di zolfo (SO ₂).....	18
3.1.3 Piombo (Pb).....	20
3.1.4 Il PM ₁₀	21
3.1.4.1 Origine e caratteristiche del fenomeno.....	21
3.1.4.2 Il PM ₁₀ primario.....	22
3.1.4.3 Il PM ₁₀ secondario.....	33
3.1.4.4 Qualità dell'aria.....	35
3.2 L'impatto sulla salute umana.....	41
3.3 Soluzioni tecnologiche disponibili per la riduzione delle emissioni inquinanti.....	45
4. Le priorità di intervento individuate.....	51
4.1 Settori prioritari di intervento.....	51
4.1.1 Priorità di intervento nei settori individuati.....	53
4.1.2 Interventi attuati e previsti e risorse attualmente disponibili.....	57
4.2 Sviluppo strumenti conoscitivi.....	58
4.2.1 Priorità nella definizione degli strumenti conoscitivi.....	64
4.2.2 Strumenti e risorse attualmente disponibili.....	66
5. Le politiche degli altri Stati europei.....	66
5.1 La situazione ambientale e le maggiori criticità.....	66
5.2 Interventi attuati e loro efficacia.....	67
5.3 Risorse stanziare per interventi di miglioramento della qualità dell'aria.....	68

1. Premessa

A seguito dell'entrata in vigore, a decorrere dal 1° gennaio 2005, dei limiti alle concentrazioni atmosferiche di materiale particolato (PM₁₀) ed a fronte degli esiti dell'attività di monitoraggio della qualità dell'aria effettuata sul territorio nazionale, è stata confermata la situazione di criticità soprattutto nelle aree urbane. La frequenza e la distribuzione sul territorio dei superamenti del valore limite giornaliero delle concentrazioni atmosferiche del PM₁₀ hanno indicato una situazione di emergenza che richiede la definizione di un piano di interventi urgenti, coordinato a livello nazionale, per contenere nella misura massima possibile i fenomeni di inquinamento atmosferico.

In tale contesto è stata istituita, con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio¹, la Commissione nazionale per l'emergenza inquinamento atmosferico (di seguito CNEIA o Commissione), con la finalità di fornire informazioni e valutazioni scientifiche a supporto delle decisioni che a livello nazionale, regionale e locale devono essere assunte in merito agli interventi emergenziali, nonché a quelli di medio e lungo periodo.

In termini metodologici, si sottolinea come le analisi e le valutazioni effettuate dalla Commissione prescindano da possibili scenari di riduzione delle emissioni inquinanti basati su interventi di contenimento dell'attuale livello di domanda di beni e servizi. Si ritiene infatti che tale argomento, implicando prevalentemente considerazioni di natura economica e politica, debba essere affrontato in un contesto più ampio, diverso da quello squisitamente tecnico.

I lavori della Commissione hanno previsto la costituzione di 9 gruppi di lavoro (vedi allegato 1), il cui coordinamento è stato affidato ai rappresentanti delle Regioni, delle Province e del Ministero della salute e, per gli aspetti tecnico – scientifici, a esperti dell'APAT, del CNR e dell'ENEA.

Il Ministero della salute ha operato attraverso la costituzione di un apposito gruppo di esperti nominati con decreto dirigenziale del 20/05/2005.

Le altre Amministrazioni centrali (Ministero delle attività produttive e Ministero dei trasporti e delle infrastrutture) hanno attivamente partecipato ai gruppi di lavoro di loro interesse.

¹ DM 18 febbraio 2005.

Il presente documento rappresenta la sintesi sia dell'attività di analisi e approfondimento condotta all'interno dei suddetti gruppi di lavoro (in allegato si riportano i relativi documenti prodotti) sia, più in generale, delle audizioni e della documentazione a disposizione della Commissione. Il documento, coerentemente con il mandato della CNEIA, sulla base di tale attività conoscitiva, individua le azioni prioritarie da porre in essere nei rispettivi settori d'intervento.

Dall'esame dello stato, dell'evoluzione della qualità dell'aria, delle cause che la determinano e dell'efficacia degli interventi messi in campo dagli inizi degli anni '90 ad oggi, è emersa una generale sottovalutazione, riscontrata anche a livello comunitario, dell'obiettiva difficoltà e dell'entità dell'impegno necessario a dare piena attuazione alle disposizioni delle norme in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria. Tale circostanza, unita al ritardo nel recepimento e nell'attuazione delle norme comunitarie, ha determinato, tra l'altro, l'attuale indisponibilità di piani integrati ai vari livelli nazionale, regionale e locale, nonché la mancata elaborazione di piani d'azione e specifici programmi per settori d'intervento (mobilità, edilizia, pianificazione territoriale, ecc.). La Commissione, sulla base del proprio mandato, ha individuato una serie di indicazioni di merito, misure e strumenti operativi a sostegno dello sviluppo di una pianificazione integrata che, se supportati da adeguate risorse economiche, consentiranno alle Regioni e agli Enti Locali di organizzarsi in modo utile per dare attuazione alle norme nazionali e comunitarie.

2. Sintesi

In Italia il consumo interno lordo di energia è aumentato dal 1971 al 2003 di circa il 50%, portandosi da circa 125 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti di petrolio) a circa 193 Mtep.

Per quanto riguarda la ripartizione di questi consumi tra le fonti primarie, l'elemento strutturale più importante, che ha contrassegnato il nostro Paese nel corso degli ultimi decenni, è stata la robusta diminuzione della quota di petrolio (dal 75% dei consumi totali nel 1971 al 47% nel 2003) e un altrettanto importante aumento della quota di gas naturale (dal 9% nel 1971 al 33% nel 2003). In termini assoluti il petrolio consumato è passato da 93 Mtep nel 1971 a 90 Mtep nel 2003; il gas naturale, da 11 Mtep nel 1971 a 64 Mtep nel 2003.

Cambiamenti strutturali altrettanto importanti si ravvisano nello stesso intervallo temporale negli usi finali dell'energia: l'industria che fino ai primi anni '80 era il settore che consumava più energia, a metà degli anni '80 è stato superato dal settore civile (riscaldamento e consumi elettrici nelle case, negli uffici, ecc.); nel corso degli anni '90 anche i trasporti hanno superato l'industria per diventare, a cavallo del nuovo millennio, il primo settore in termini di consumi energetici: nel 2003 poco più del 31% degli usi finali di energia sono attribuibili ai trasporti contro il 31% al civile, un 28% all'industria e quasi il 10% agli altri settori (agricoltura, pesca ecc..).

Nel corso degli anni '90 si è registrata in Italia una rilevante, anche se non sempre decisiva, riduzione delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici² (PM₁₀, NO_x, SO₂, Pb, CO, COV, incluso il benzene)³.

Le riduzioni sono attribuibili, per il settore industriale e della produzione di energia, all'introduzione di moderne tecnologie di abbattimento e all'utilizzo di combustibili a basso impatto ambientale. Per il settore dei trasporti, le potenziali rilevanti riduzioni delle emissioni inquinanti sono associate all'introduzione di norme progressivamente più rigorose relative alle tecnologie motoristiche e di abbattimento e alla qualità dei carburanti. Gli effetti potenziali dei nuovi standard non sono stati però effettivamente conseguiti a

² **PM₁₀** materiale particolato con un diametro inferiore a 10 micron; **NO_x** ossidi di azoto; **SO₂** biossido di zolfo; **Pb** piombo; **CO** monossido di carbonio; **COV** composti organici volatili.

³ Per l'SO₂ la riduzione delle emissioni è iniziata in Italia già dalla fine degli anni '70.

causa della lentezza del ricambio del parco circolante e dell'incremento dello stesso associato all'aumento delle percorrenze per veicolo e, specificatamente per il PM₁₀, dell'aumento, in termini assoluti e percentuali, del numero dei veicoli diesel, ancorché di nuova generazione. Il settore residenziale e terziario ha ridotto le emissioni di SO₂ e COV grazie alla metanizzazione di gran parte degli impianti di riscaldamento, tuttavia tale condizione non è stata in grado di compensare il trend di crescita delle emissioni di PM₁₀ e NO_x dovuti agli aumenti complessivi dei consumi.

Coerentemente con tale riduzione delle emissioni si è registrata una netta diminuzione delle concentrazioni atmosferiche degli inquinanti primari (SO₂, Pb, CO e benzene) scese al di sotto dei valori di riferimento praticamente su tutto il territorio nazionale.

Più complesso appare invece il caso degli inquinanti costituiti da una componente a carattere primario e una a carattere secondario, quali il PM₁₀ e gli NO₂, per i quali sono state registrate riduzioni anche significative delle concentrazioni atmosferiche⁴, ma non sufficienti a garantire su tutto il territorio nazionale, specialmente in ambito urbano, il rispetto dei valori di riferimento previsti dalla normativa. In particolare per il PM₁₀ le concentrazioni, negli ultimi anni, risultano caratterizzate da una sostanziale stazionarietà (a parte piccole fluttuazioni interannuali).

Per l'ozono, inquinante di carattere secondario⁵, il trend delle concentrazioni atmosferiche non mostra segnali di miglioramento; per tale inquinante si segnala inoltre la necessità di approfondire la valutazione dei dati rilevati in funzione delle condizioni meteo-climatiche e degli ambiti in cui sono misurati.

L'analisi condotta sulla situazione della qualità dell'aria in altri Stati Membri (Germania, Regno Unito, Svezia, Olanda, Spagna, Portogallo, Austria e Francia) rileva, in generale, una diffusa preoccupazione per le difficoltà incontrate nel rispettare gli standard per il PM₁₀ e per la scarsa efficacia delle misure intraprese.

Dal momento che il meccanismo di reporting sullo stato della qualità dell'aria e sulle misure adottate con i piani e programmi previsto dalla direttiva 99/30/CE, non è ancora a regime, non è stato possibile, sulla base delle informazioni piuttosto episodiche e lacunose

⁴ Le concentrazioni atmosferiche di NO₂ e di PM₁₀ sono determinate in parte da una componente primaria (PM₁₀ e NO_x tal quali emessi direttamente in atmosfera dalle sorgenti) e in parte dalla componente secondaria (PM₁₀ e NO_x che si formano in atmosfera a partire da altre sostanze, dette precursori: l'NO₂ per ossidazione dell'NO, il PM₁₀ dagli ossidi di zolfo e di azoto, i composti organici e l'ammoniaca).

⁵ L'ozono è un inquinante totalmente secondario che si forma in aria a partire dagli ossidi di azoto e dai composti organici volatili in presenza di radiazione solare.

rese disponibili dagli Stati Membri, effettuare raffronti puntuali, tuttavia si evidenziano alcune criticità comuni alle diverse realtà territoriali. In particolare le zone interessate da emergenze di inquinamento atmosferico sono principalmente aree metropolitane (es. Berlino, Monaco, Stoccolma, Londra), ma non mancano anche centri di minori dimensioni (es. Norimberga, Amburgo, Duesseldorf, Gotheborg, Belfast).

Le principali fonti di emissioni sono rappresentate dal traffico veicolare, dagli impianti produttivi e dal riscaldamento domestico.

Nonostante anche nei Paesi europei gli andamenti delle concentrazioni in aria ambiente dei principali inquinanti registrino una riduzione rispetto agli anni '80, grazie ad interventi attuati su specifici settori (es. trasporti con l'introduzione delle marmitte catalitiche e il miglioramento della qualità dei carburanti), appare critico in tutti gli Stati il fenomeno dell'inquinamento da PM_{10} , che registra, dal 2000 in poi, continui superamenti dei valori limite in molte aree.

In merito alle politiche attivate, queste si basano su un mix di azioni di natura infrastrutturale e normativo/gestionale⁶.

In considerazione della recente entrata in vigore dei valori limite relativi alle concentrazioni atmosferiche del PM_{10} e della frequenza e della distribuzione sul territorio dei superamenti del valore limite giornaliero, la Commissione ha esaminato, in via prioritaria, questo inquinante.

Dall'analisi dei dati esaminati relativi ai superamenti del PM_{10} registrati in Italia⁷ risulta che i superamenti del valore limite giornaliero (pari a 50 microgrammi/metro cubo - $\mu g/m^3$ -, da non superare più di 35 giorni all'anno) sono più frequenti di quelli del valore limite annuale che è pari a 40 $\mu g/m^3$. In accordo con tale evidenza sperimentale, i risultati delle elaborazioni statistiche dei suddetti superamenti⁸, dimostrano che i due valori limite non sono fra loro equivalenti e che il valore limite giornaliero è, tra i due, quello più stringente. Risulta infatti, da dette elaborazioni, che, garantendo il rispetto della media annuale prevista dalla normativa (40 $\mu g/m^3$), sono ragionevolmente attesi circa 80 superamenti del valore limite giornaliero (50 $\mu g/m^3$), cioè un numero decisamente più alto dei 35 attualmente previsti dalla normativa. Risulta inoltre dalle stesse elaborazioni che, per

⁶ I dettagli in merito agli interventi attuati sono riportati nel capitolo 4

⁷ Dati provenienti dalle centraline della banca dati BRACE dell'APAT caratterizzate da copertura dei dati pari o superiore al 90%.

⁸ I dettagli delle elaborazioni sono riportati nel Capitolo 2.

assicurare il rispetto del valore limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 35 giorni all'anno), sarebbe invece necessario garantire il rispetto di una media annuale all'incirca pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore sensibilmente inferiore ai $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ attualmente fissati dalla normativa.

Dalle informazioni disponibili in merito ai valori medi annuali registrati dalle stazioni di monitoraggio BRACE, che in diversi casi hanno mostrato superamenti anche della media annuale fino ad eccedere i $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è evidente come, per garantire il rispetto dei limiti su tutto il territorio nazionale, sia necessario, in alcune zone, ridurre le concentrazioni di PM_{10} in aria ambiente di oltre il 50%⁹.

Le riduzioni delle emissioni attese dalle politiche finora attuate e da quelle previste, pur se di rilievo, non risultano però sufficienti ad assicurare il raggiungimento del suddetto obiettivo e quindi il rispetto dei valori limite di qualità dell'aria vigenti, né appaiono sufficienti a perseguire i nuovi e più ambiziosi obiettivi proposti nell'ambito della "Strategia tematica sulla qualità dell'aria" recentemente presentata dalla Commissione europea che si focalizza sul $\text{PM}_{2.5}$.

In tale contesto, il complessivo sforzo dovrà prevedere misure indirizzate alla riduzione non solo del PM_{10} primario, ma anche dei "precursori" (NO_x , SO_2 , COV, NH_3 ¹⁰) della componente secondaria. Quest'ultima infatti, sulla base di stime effettuate con specifici modelli, può arrivare a pesare, nelle zone rurali, fino al 70-80%, mentre nelle aree urbane (dove peraltro si rilevano le concentrazioni più alte), anche a causa della maggiore densità delle sorgenti primarie di polveri, pesa di meno per quanto sia tutt'altro che trascurabile. Una stima media di prima approssimazione indica un contributo complessivo delle polveri secondarie, nelle aree urbane, pari a quello delle complessive emissioni di polveri primarie (in taluni casi arriva a superare anche il 60%)¹¹.

Inoltre, per una corretta valutazione dei piani di intervento necessari a conseguire la suddetta riduzione delle concentrazioni in aria ambiente, deve essere approfondito, su tutto il territorio nazionale, lo studio dei contributi dovuti alla risospensione, ai fenomeni di trasporto atmosferico transfrontaliero e agli apporti naturali di PM_{10} . Le prime valutazioni effettuate indicano infatti che, in alcune situazioni, (spray marino per zone costiere, risospensione per zone rurali aride) e in concomitanza di specifici eventi meteorologici, i

⁹ I dettagli delle elaborazioni sono riportati nel Capitolo 2.

¹⁰ NH_3 ammoniaca.

¹¹ I dettagli delle elaborazioni sono riportati nel Capitolo 2.

valori degli apporti naturali possono essere significativi, e comunque i fenomeni di trasporto a lunga distanza devono essere valutati ai fini dell'analisi dei valori complessivi delle polveri misurate dalle stazioni di rilevamento.

Per quanto riguarda le concentrazioni degli NO₂, una riduzione è senz'altro attesa come effetto delle misure da individuare, a livello nazionale, nell'ambito della pianificazione prevista dal decreto legislativo 171/04, che recepisce la direttiva 2001/81/CE sui tetti alle emissioni. Si evidenzia inoltre che la maggior parte delle misure volte alla riduzione delle concentrazioni in aria ambiente del PM₁₀ comportano la contestuale riduzione delle concentrazioni di NO₂.

I margini di riduzione ottenibili variano da settore a settore in funzione dei livelli di innovazione tecnologica raggiunti dagli stessi, dell'evoluzione delle normative settoriali, nonché della possibilità di influire sulla domanda dei relativi beni e servizi.

La scelta delle misure d'intervento per ottenere tali riduzioni, dovrebbe essere effettuata, settore per settore, sulla base di una valutazione comparativa dei possibili interventi in termini di costi/efficacia; in particolare in merito a questi ultimi, è indispensabile considerare, accanto ai miglioramenti ambientali direttamente conseguibili, le potenziali ricadute in termini di competitività, occupazione e sviluppo di nuove tecnologie.

Passando all'analisi dei singoli settori, quello della produzione di energia è stato già caratterizzato, dal '90 ad oggi, da sensibili livelli di riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera. Tale tendenza proseguirà anche in quanto gli impianti, che entreranno in funzione nei prossimi anni, destinati in parte a sostituire quelli obsoleti, sono, per la maggior parte, centrali turbogas a ciclo combinato la cui tecnologia consente di rispettare ridotti limiti di emissione. Detti effetti saranno attenuati dal previsto aumento della produzione di energia elettrica (3-4%). Al riguardo si evidenzia come questo settore sia stato interessato, negli ultimi anni, da un rilevante incremento della domanda di energia elettrica anche per il condizionamento degli ambienti ad uso civile.

Ampi margini di riduzione si possono ottenere dal settore terziario e residenziale con interventi sul parco dei generatori di calore con l'adozione di tecnologie innovative, l'utilizzo di combustibili a basso impatto ambientale e di fonti energetiche rinnovabili. Particolarmente promettenti appaiono gli interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica complessiva del sistema edificio-impianto e dei sistemi distributivi e di regolazione.

Dal settore industriale si attende invece una riduzione ulteriore a seguito del processo di adeguamento di tutti gli impianti di significative dimensioni, che avverrà entro il 2007, con l'adozione delle migliori tecniche disponibili (BAT) secondo quanto previsto dall'autorizzazione integrata ambientale (IPPC – decreto legislativo 59/05).

Per il settore dei trasporti e in particolare per quanto riguarda le tecnologie dei veicoli e la qualità dei carburanti, sono previste ulteriori riduzioni delle emissioni inquinanti con l'entrata in vigore di prescrizioni più severe in parte già previste dalla normativa comunitaria. Tuttavia i maggiori margini di miglioramento ottenibili in tale settore sono riconducibili a misure di razionalizzazione della mobilità delle persone e delle merci, che dovrebbero essere coordinate nell'ambito degli strumenti vigenti di programmazione e gestione della domanda e dell'offerta di mobilità a livello comunale, provinciale, regionale e, laddove necessario, sovraregionale. Si evidenzia inoltre come proprio gli interventi sul settore della mobilità privata e commerciale possono dare risultati efficaci già nel breve periodo, per tale motivo meritano un adeguato sostegno anche economico.

L'inquinamento atmosferico può avere un significativo impatto sulla salute della popolazione in termini di aumento della mortalità, morbosità e diminuzione della speranza di vita. Di tale problematica si è occupato il gruppo di lavoro istituito presso il Ministero della salute che, in esito all'attività svolta e agli studi esaminati, ha evidenziato che in ragione degli effetti dell'inquinamento da PM₁₀ è necessario, al fine di migliorare il quadro delle conoscenze e di valutare l'efficacia delle misure di riduzione dell'inquinamento atmosferico messe in atto, l'attivazione di un programma prospettico di sorveglianza epidemiologica con analisi comparate che associno i dati provenienti dal monitoraggio della qualità dell'aria e dalla caratterizzazione delle polveri con le informazioni relative alla mortalità, ai ricoveri ospedalieri e ai ricorsi al pronto soccorso per le patologie cardiovascolari e respiratorie. A tal fine, si auspica l'elaborazione di linee guida operative destinate alle unità locali del Servizio sanitario nazionale che, definendo le modalità di raccolta e classificazione dei suddetti dati, rendano disponibili informazioni standardizzate a livello nazionale. Questa attività permetterà di disporre di serie storiche di informazioni correlabili tra loro rendendo in tal modo possibile definire una relazione tra le concentrazioni dei principali inquinanti rilevate alle centraline e i fenomeni patologici registrati. Inoltre, poiché dai suddetti studi, effettuati negli Stati Uniti, risulta che l'esposizione a lungo termine agli inquinanti ambientali provoca effetti marcati sulla salute umana, effetti peraltro non sufficientemente approfonditi

nel contesto Europeo, è auspicabile un programma a lungo periodo attraverso l'attivazione di studi di coorte prospettici.

Infine, si segnala l'utilità di sviluppare adeguati programmi di informazione alla popolazione definendo indicatori che permettano di rappresentare costantemente il complessivo stato della qualità dell'aria, sulla base sia dei livelli di concentrazione rilevati dei principali inquinanti, sia della loro pericolosità sulla salute umana.

Particolare attenzione va posta al sistema di monitoraggio degli inquinanti in atmosfera, per il quale si è evidenziata la necessità di uniformare le reti di monitoraggio regionali e locali sul territorio nazionale, in relazione sia al numero di stazioni sia alla loro collocazione, e di renderle conformi alle prescrizioni delle norme nazionali e comunitarie vigenti.

Si evidenzia che lo sforzo di riduzione delle emissioni del PM₁₀ primario e dei suoi precursori, necessario per raggiungere l'obiettivo di una riduzione delle concentrazioni medie su base annua (tendenzialmente fino a 30 microgrammi/metro cubo), è estremamente rilevante data anche la non linearità fra le variazioni delle emissioni e le concentrazioni atmosferiche dell'inquinante.

Tale sforzo appare confrontabile con quello che l'Italia si è impegnata a compiere nell'ambito del protocollo di Kyoto e richiede evidentemente un impegno di pari livello in termini tecnologici ed economici. Di qui l'esigenza di potenziare la dotazione annuale del fondo per il "miglioramento della qualità ambientale dell'aria e la riduzione delle emissioni di polveri sottili in atmosfera nei centri urbani" con risorse aggiuntive da destinare alla sola qualità dell'aria che, sulla base delle attuali stime, dovrebbero ammontare almeno ad 1 miliardo di euro.

In relazione agli obiettivi del Protocollo di Kyoto si evidenzia inoltre come alcuni interventi mirati alla riduzione delle emissioni di gas serra (es. risparmio ed efficienza energetica) comportino anche riduzioni delle emissioni inquinanti e si ritiene pertanto auspicabile che gli stessi siano perseguiti in via prioritaria.

Per minimizzare i costi di questa azione è necessario quindi disporre di adeguati strumenti conoscitivi e di stima¹² che consentano di valutare, in modo preventivo, i costi e l'efficacia

¹² A livello nazionale è stato sviluppato un Modello di Valutazione Integrata per l'Italia - Progetto MINNI - (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico), che, operando in sinergia con il modello integrato RAINS-Italy, è in grado di elaborare scenari di emissione, deposizione e concentrazione in aria ambiente di inquinanti atmosferici, scenari "di tendenza" per la CO₂, nonché di valutare i costi di

associati ai possibili interventi, assicurando una pianificazione sinergica e ottimale dal punto di vista dei costi, a livello nazionale, regionale e locale. A tal fine la Commissione rileva la necessità di garantire la fruibilità degli strumenti di analisi e di valutazione attualmente utilizzati nell'ambito del negoziato internazionale per renderli idonei a scale inferiori e quindi consolidarne l'utilizzo in ambito regionale e locale. In particolare, l'adeguamento su scala regionale e locale di tali strumenti costituisce un elemento fondamentale per la valutazione concreta dell'efficacia delle azioni (tecniche e non tecniche), da individuare nei piani regionali di qualità dell'aria e nei piani d'azione. È determinante infatti disporre di strumenti che consentano di selezionare tra le misure possibili quelle più efficaci, anche tenendo conto dei costi, della portata spazio-temporale e delle implicazioni sugli strumenti tecnico-amministrativi ai vari livelli istituzionali. In relazione a quest'ultimo aspetto, si rileva inoltre la necessità di garantire un'effettiva integrazione delle esigenze di riduzione delle emissioni nelle pianificazioni settoriali (es. trasporti, commercio) ai vari livelli regionali e locali, ponendo particolare attenzione al coordinamento tra le diverse amministrazioni competenti.

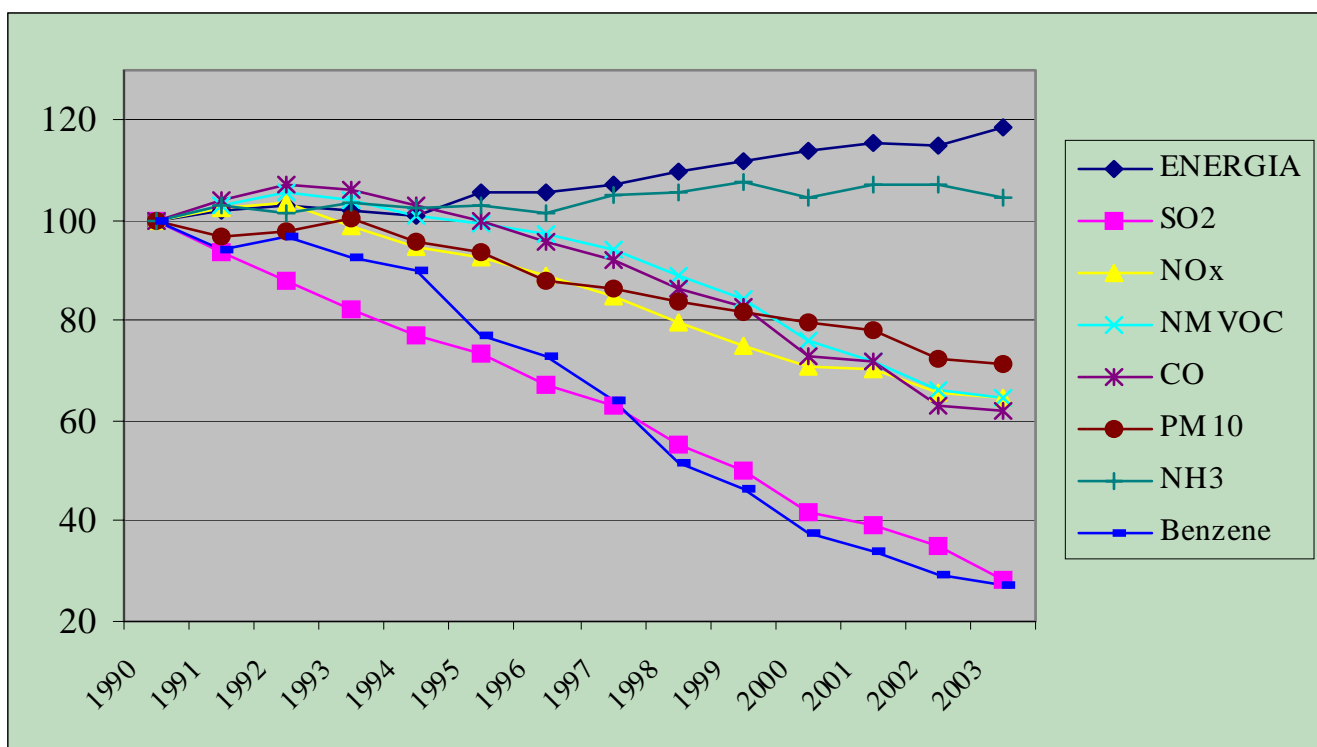
Nell'ambito dei lavori della Commissione è emersa la necessità, una volta superata la fase emergenziale, di individuare un adeguato consesso istituzionale che assicuri coordinamento e continuità alle politiche di intervento suscettibili di avere influenza sul settore dell'inquinamento atmosferico, che vengono definite ai vari livelli istituzionali; in relazione a ciò, la Commissione ritiene che le sedi opportune per tale confronto siano costituite dalla Conferenza Unificata e dal CIPE.

scenari emissivi alternativi per gli inquinanti considerati, e quindi l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni, sia a livello nazionale che regionale.

3 Quadro descrittivo dell'attuale situazione: risultati ottenuti, criticità rilevate e tecnologie disponibili

3.1 Trend dei principali inquinanti atmosferici e riduzioni ottenute dal 1990 al 2005

L'andamento delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici a partire dagli anni '90 ha registrato, anche a fronte di un costante aumento dei consumi finali di energia, una decisa diminuzione di ossidi di zolfo (SO_x), ossidi di azoto (NO_x), benzene, composti organici volatili (COV), PM_{10} ¹³ (Figura 1) e il piombo (Pb).



FONTE: APAT 2005

Figura 1 - Emissioni in atmosfera dal 1990 al 2003 (anno 1990=100)

Tali riduzioni hanno interessato, anche se in maniera diversa, tutti i settori economici e produttivi (produzione di energia, industria, trasporti, ecc.) con l'eccezione del settore civile, che registra una crescita di emissioni di PM_{10} e NO_x .

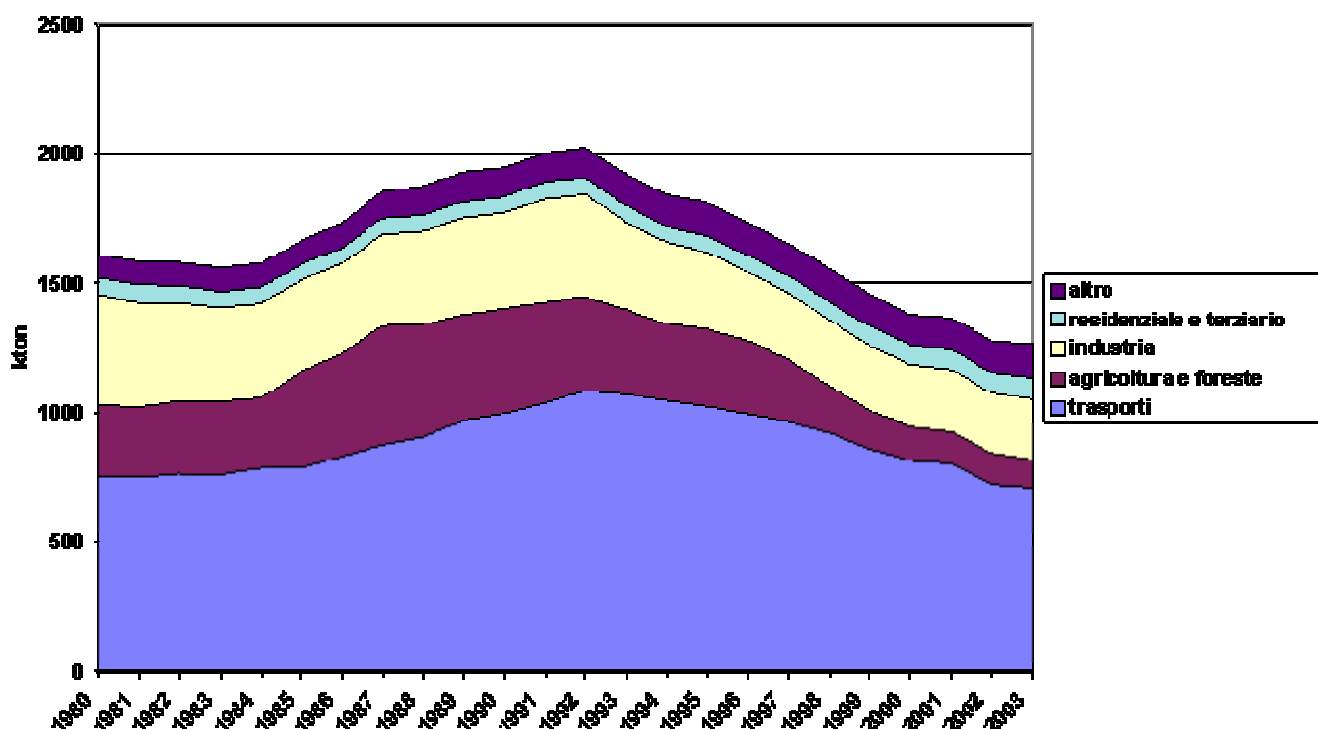
¹³ Materiale particolato con un diametro inferiore a 10 micron (μm).

Di seguito viene analizzato nel dettaglio l'andamento di ciascuno dei principali inquinanti, correlandolo con le politiche settoriali attuate nell'ultimo decennio.

3.1.1 Ossidi di azoto (NO_x)

2.1.1.1 Emissioni

Le emissioni di ossidi azoto (figura 2) sono aumentate in Italia del 27% tra il 1980 e il 1992 (anno in cui hanno raggiunto un massimo), e sono diminuite del 36% tra il 1992 e il 2003.



FONTE: *Inventario Nazionale delle emissioni in atmosfera*
Figura 2 - Emissioni nazionali di NO_x

In particolare le emissioni per il settore del trasporto stradale sono aumentate di circa il 40% tra il 1980 e il 1992, per poi diminuire (-10%) tra il 1992 e il 1997, assestandosi su di un valore medio pari a circa il 60% del totale delle emissioni nazionali nel 2001.

Il decremento delle emissioni di ossidi di azoto da trasporto stradale osservato in questi anni è attribuibile in gran parte al progressivo rinnovo del parco circolante, mentre la riduzione delle emissioni dal settore di produzione di energia elettrica e dal settore industriale è attribuibile all'attuazione del DPR 203/88 che ha introdotto valori limite alle emissioni inquinanti ed altre disposizioni sia per gli impianti nuovi che per quelli esistenti.

3.1.1.2 Qualità dell'aria

Nonostante le emissioni di ossidi di azoto abbiano mostrato un andamento generalmente decrescente negli anni 1980-2001, sono ancora stati rilevati picchi di superamento dei valori limite aumentati del margine di tolleranza, soprattutto nei centri urbani.

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti delle concentrazioni medie annuali registrate nei principali agglomerati individuati dalle regioni¹⁴ che comprendono le maggiori città italiane (Roma, Milano, Torino, Firenze, Napoli e Bologna) dal 1993 al 2004.

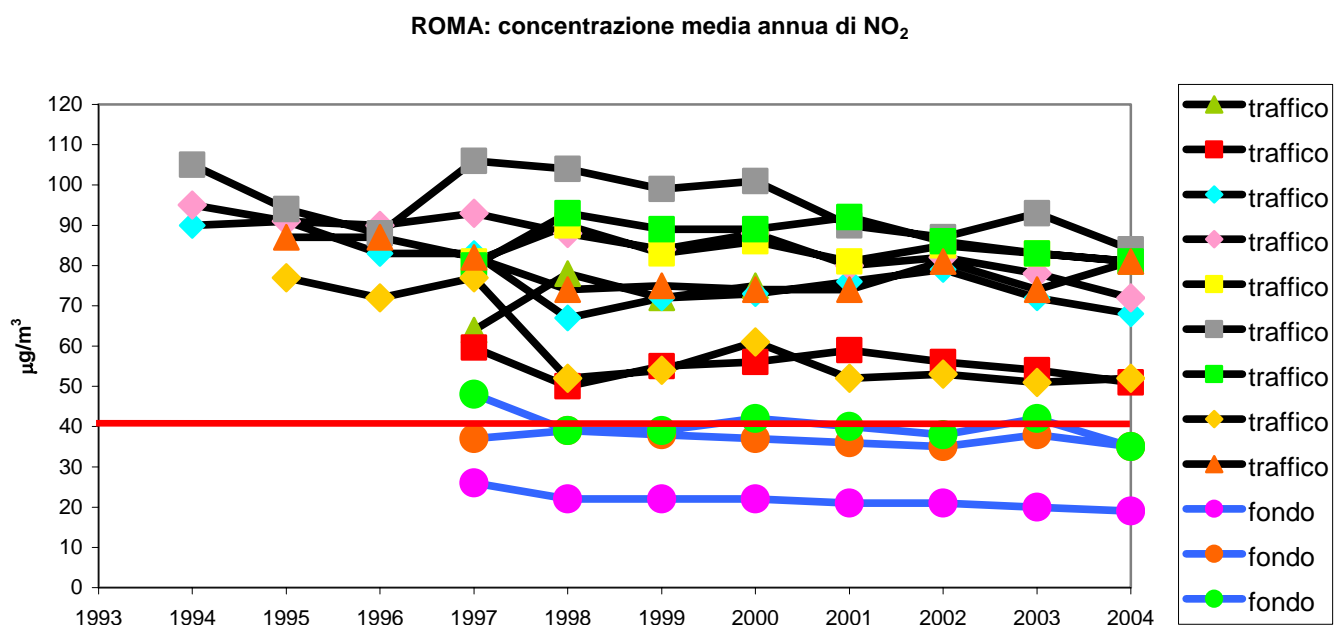


Figura 3 - Concentrazioni annuali di NO₂ nella città di Roma dal 1994 al 2004

¹⁴ A seguito della zonizzazione operata ai sensi del D.Lgs.351/99 e del DM 60/02 le regioni e le province autonome hanno individuato zone e agglomerati in relazione ai quali hanno riportato tutte le informazioni richieste dall'allegato XII del DM 60/02. Gli agglomerati in questione, in alcuni casi, sono più estesi rispetto ai confini amministrativi delle città. Ad esempio l'agglomerato di Firenze comprende anche i comuni di Pistoia, Empoli e Prato. Le stazioni di monitoraggio selezionate per i grafici di seguito riportati, sono quelle indicate dalle regioni per l'anno 2003.

MILANO: concentrazione media annua di NO₂

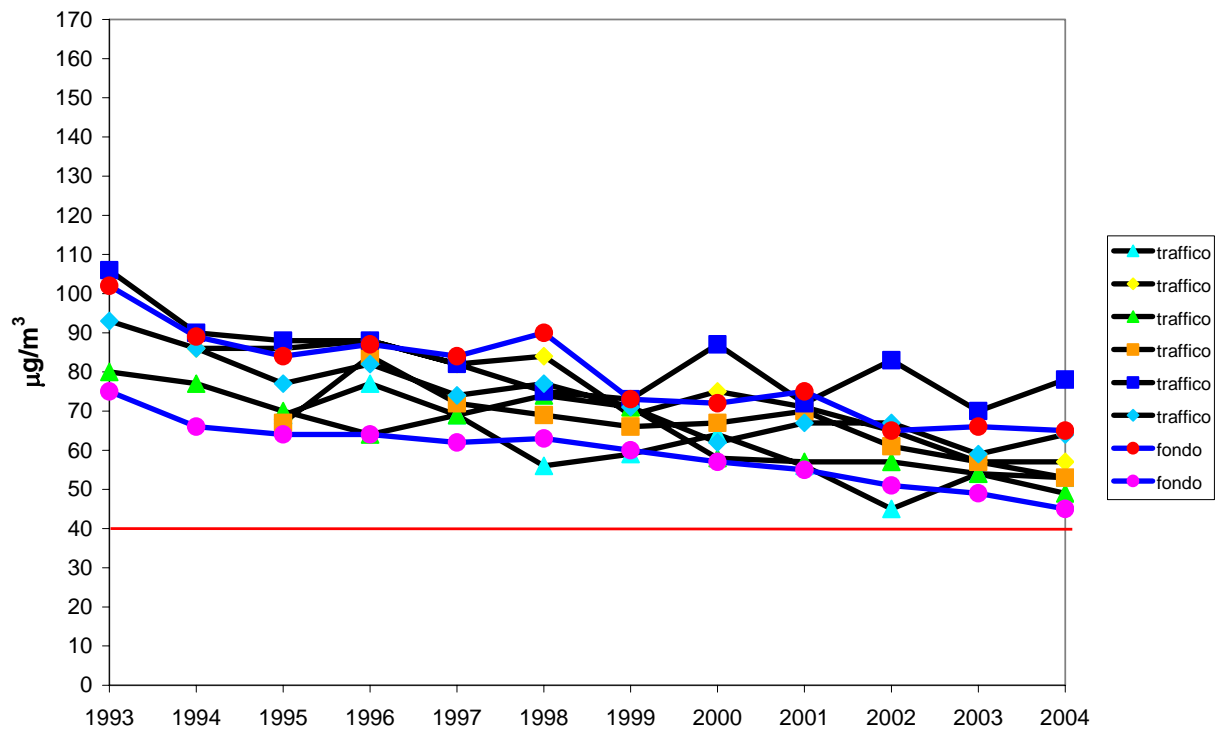


Figura 4 - Concentrazioni annuali di NO₂ nella città di Milano dal 1993 al 2004

TORINO: concentrazione media annua di NO₂

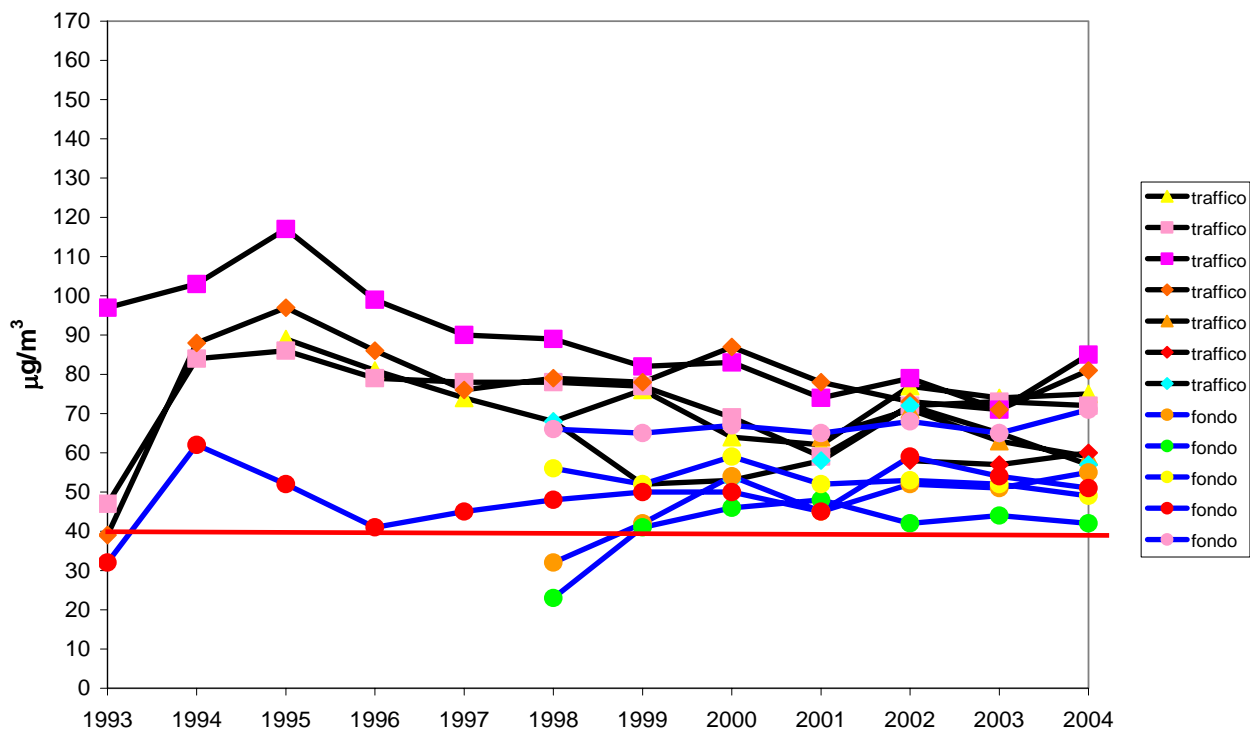


Figura 5 - Concentrazioni annuali di NO₂ nella città di Torino dal 1993 al 2004

FIRENZE: concentrazione media annua di NO₂

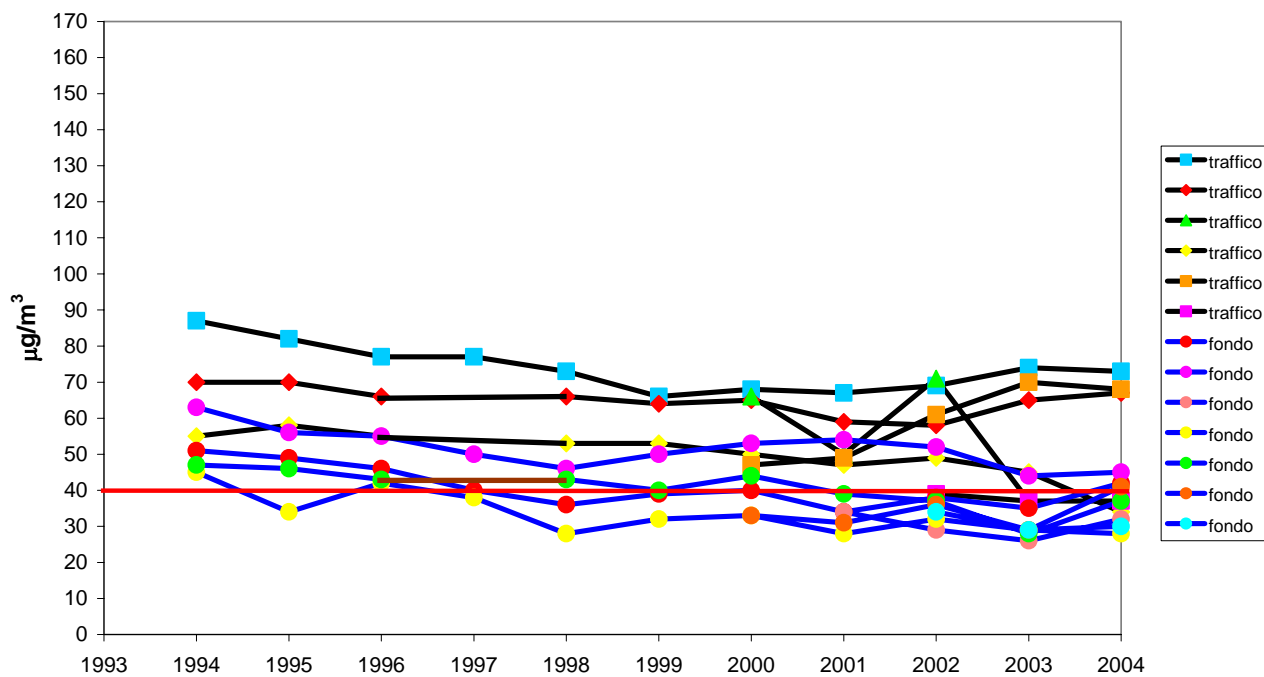


Figura 6 - Concentrazioni annuali di NO₂ nella città di Firenze dal 1994 al 2004

NAPOLI: concentrazione media annua di NO₂

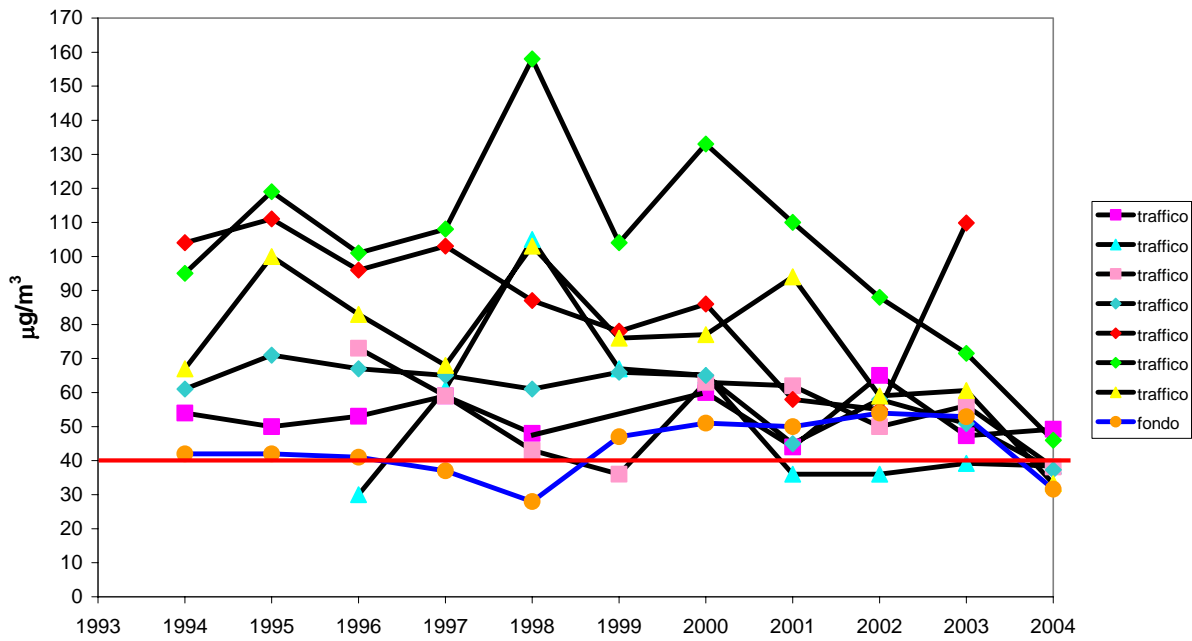


Figura 7 - Concentrazioni annuali di NO₂ nella città di Napoli dal 1994 al 2004

BOLOGNA: concentrazione media annua di NO₂

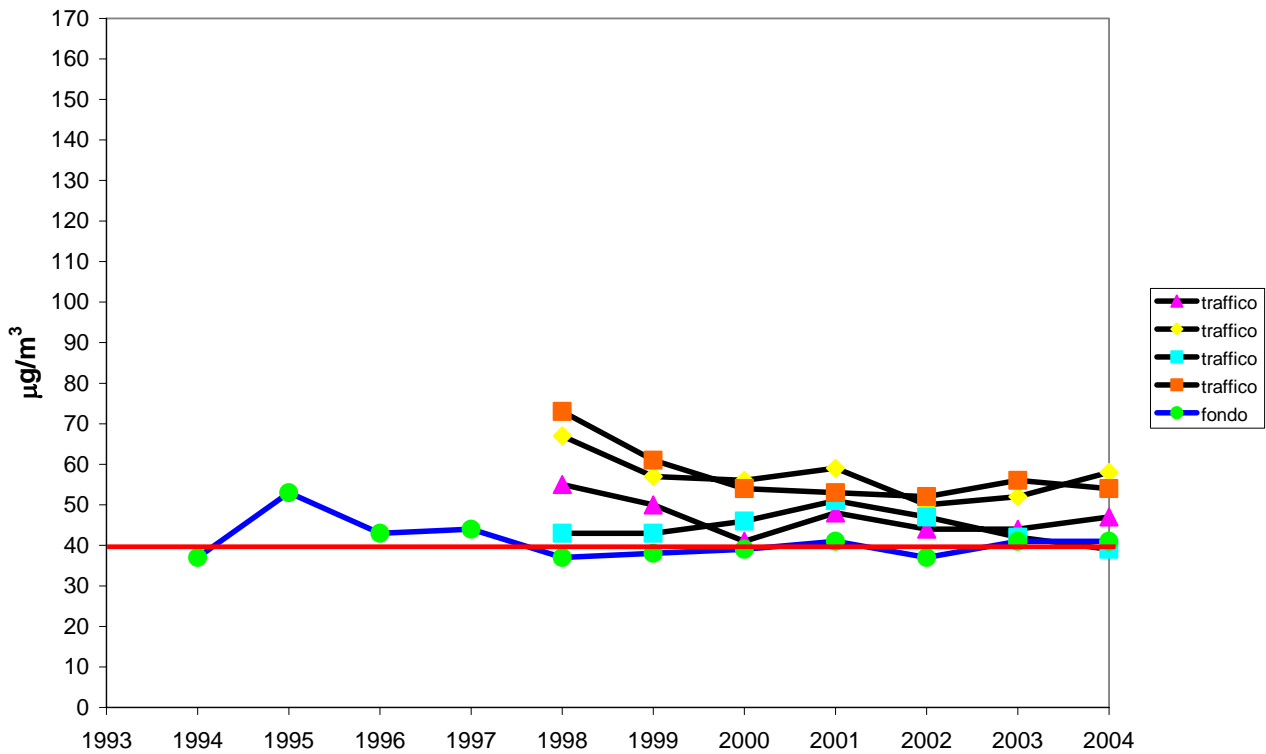


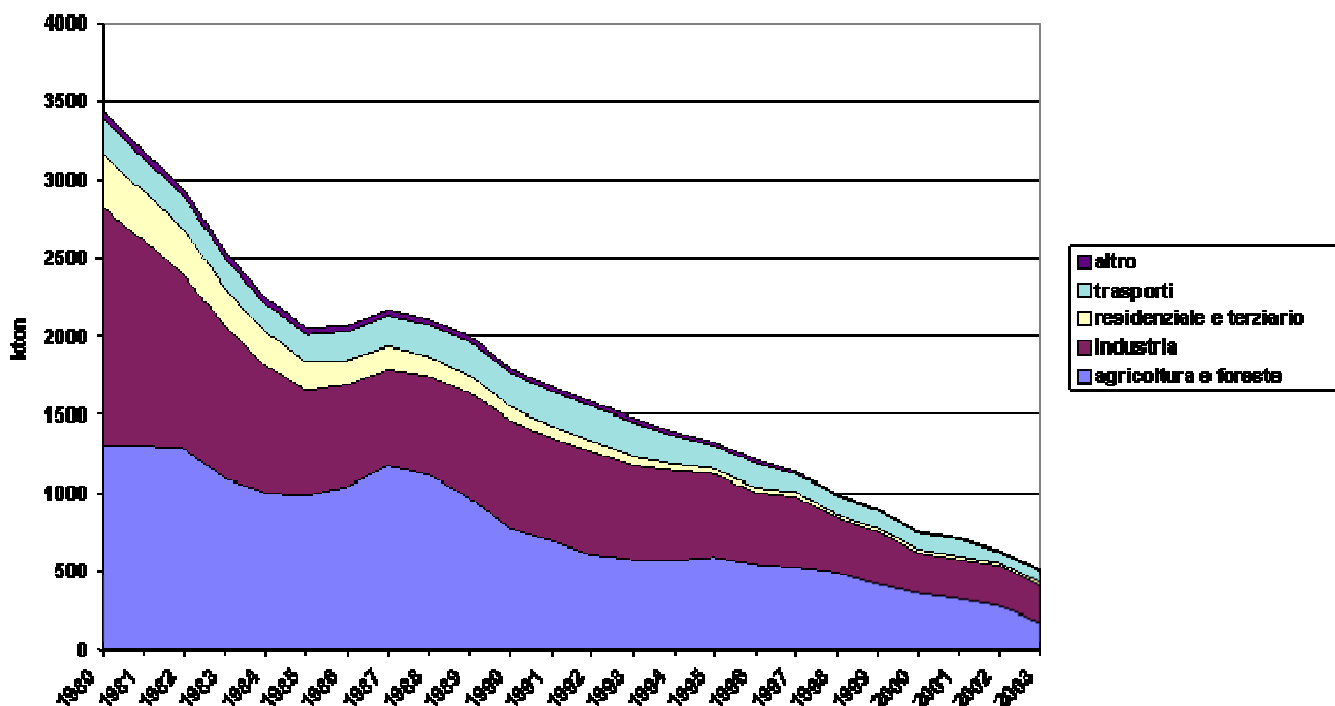
Figura 8 - Concentrazioni annuali di NO₂ nella città di Bologna dal 1994 al 2004

3.1.2 Biossido di zolfo (SO₂)

3.1.2.1 Emissioni

Le emissioni nazionali di SO₂ derivanti da fonti antropiche sono considerevolmente diminuite a livello nazionale tra il 1990 e il 2003 (Figure 9). Tale diminuzione, all'incirca pari al 70%, è stata conseguita per i settori del trasporto e del riscaldamento civile, prevalentemente grazie alle misure di riduzione del contenuto di zolfo nei combustibili e per i settori della produzione dell'energia elettrica e industriale anche per effetto dell'introduzione di prescrizioni più severe per l'abbattimento delle emissioni.

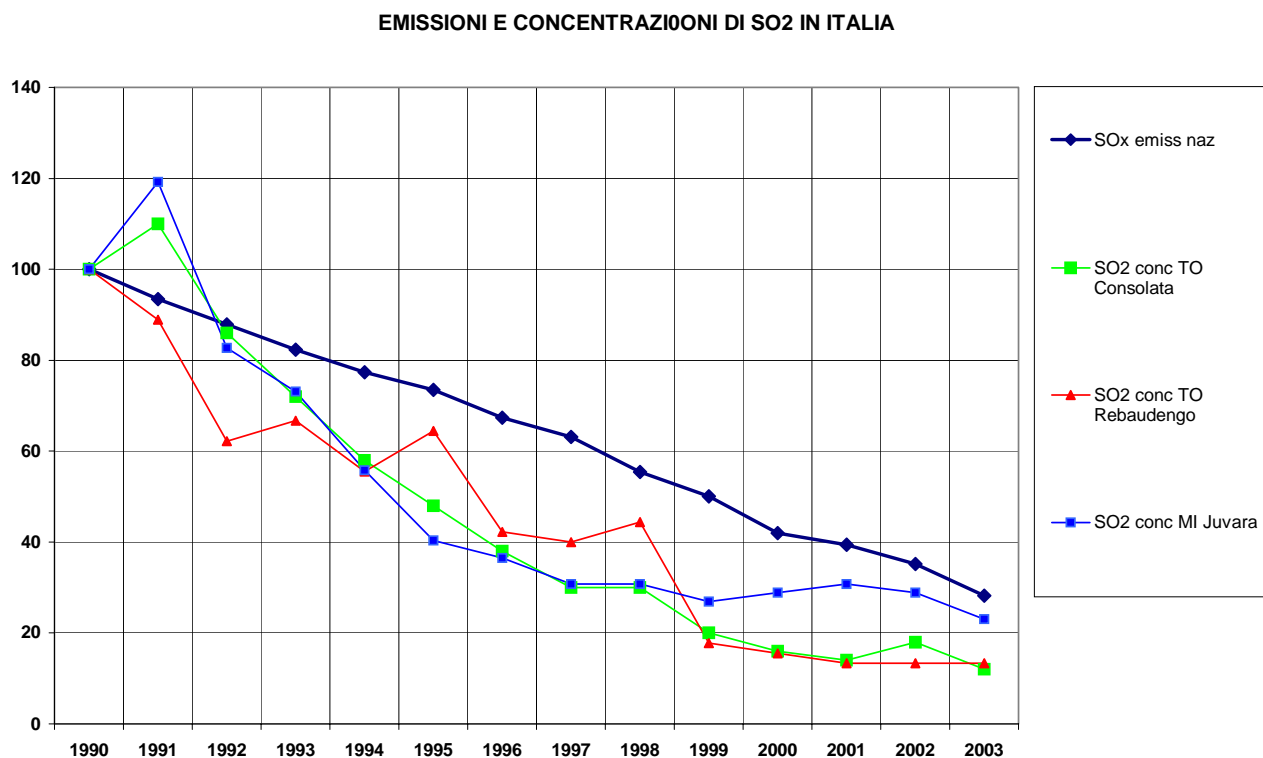
Si sottolinea che, ad oggi, a livello nazionale il maggior contributo alle emissioni totali (superiore al 75%) viene fornito da fonti naturali (vulcani).



FONTE: *Inventario Nazionale delle emissioni in atmosfera*
Figura 9 - Emissioni antropiche di SO_x in Italia

3.1.2.2 Qualità dell'aria

Le concentrazioni in aria ambiente del biossido di zolfo sono fortemente diminuite ovunque (figura 10) e nelle aree urbane un effetto rilevante è stato conseguito con l'introduzione delle misure adottate nel settore del riscaldamento per uso civile (c.d. "metanizzazione").



FONTE: APAT 2005

Figura 10 - Emissioni e concentrazioni di SO₂ in Italia (anno 1990=100)

Né nel 2001, né nel 2002 sono stati infatti registrati in ambito urbano superamenti degli standard fissati dalla normativa vigente per questo inquinante. A titolo di esempio si riporta l'andamento delle concentrazioni in aria ambiente del biossido di zolfo registrate nella città di Milano dal 1972 al 2004 (figura 11).

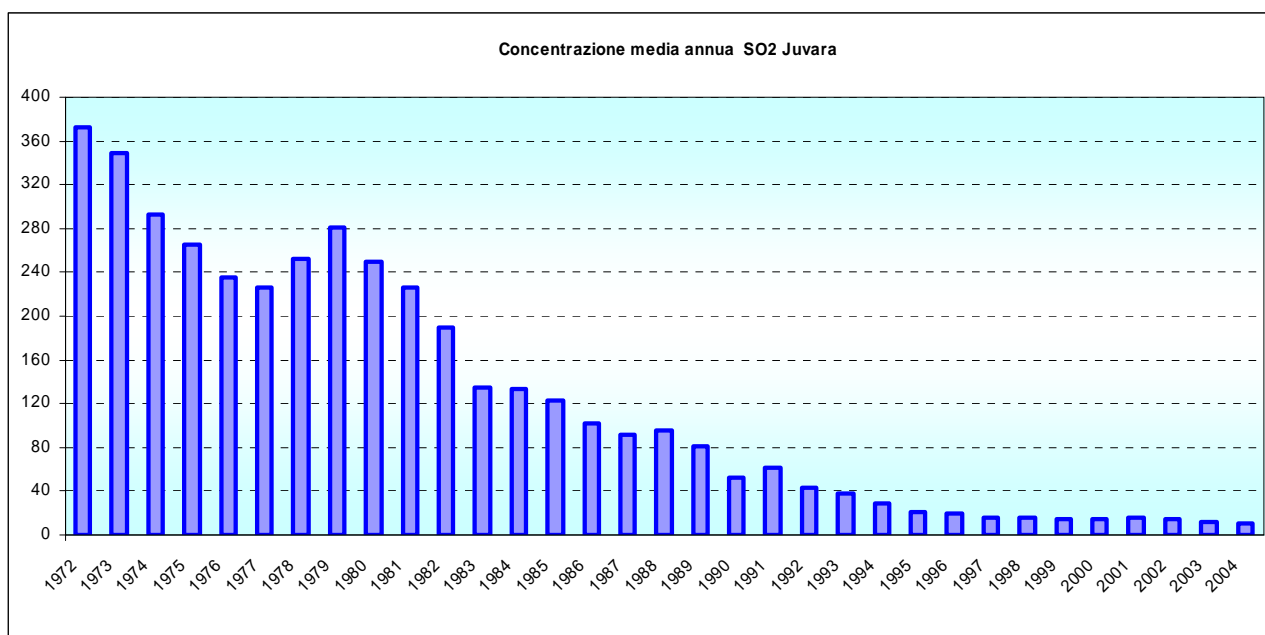


Figura 11 - Concentrazioni di SO₂ nella città di Milano dal 1972 al 2004.

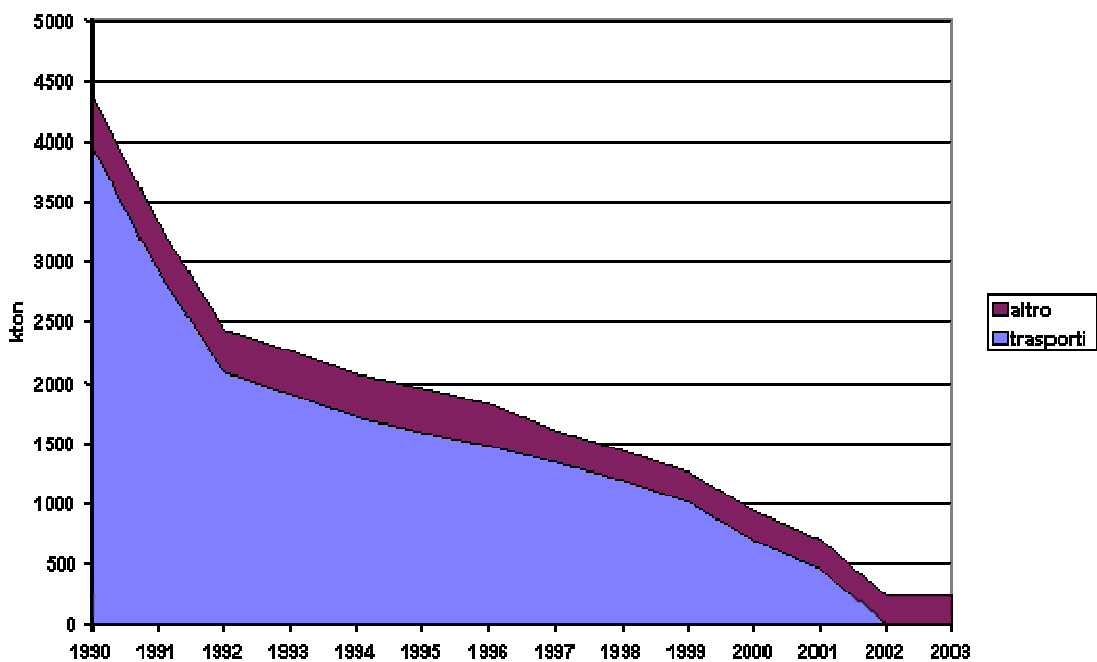
Sporadici superamenti sono stati registrati in alcune aree industriali della Sicilia e della Sardegna. Va comunque sottolineato che per questi siti sono stati predisposti appositi accordi tra la Regione e le società che gestiscono gli impianti industriali. Tali accordi dispongono meccanismi di controllo che, nel caso in cui le stazioni di monitoraggio rilevino valori prossimi al superamento della soglia di allarme, prevedono il ricorso a interventi di riduzione della capacità di funzionamento dell'impianto.

3.1.3 Piombo (Pb)

Per quanto riguarda invece le emissioni di piombo, sono evidenti gli enormi benefici riscontrati a seguito dell'introduzione della benzina senza piombo (vedi figura 12).

Il settore dei trasporti, che in passato contribuiva per circa il 90% alle emissioni totali di piombo, oggi dà un contributo praticamente nullo. In particolare, è stato stimato che dal 1990 al 2003 le emissioni in atmosfera di piombo dal settore dei trasporti sono passate da 4.000 a 1,6 tonnellate annue circa (inventario nazionale delle emissioni redatto da APAT).

Nelle aree urbane si sono in pratica azzerate le fonti di emissione di piombo e le concentrazioni rilevate sono risultate ben al di sotto della soglia di valutazione.



FONTE: APAT, *Inventario Nazionale delle emissioni in atmosfera*

Figura 12 - Emissioni nazionali di Piombo

3.1.4 Il PM₁₀

3.1.4.1 Origine e caratteristiche del fenomeno

L'analisi dell'andamento delle concentrazioni di polveri sottili (PM₁₀) in aria ambiente evidenzia che i superamenti dei valori limite riferiti a tale inquinante, interessano parti consistenti del territorio nazionale.

Rispetto agli inquinanti di natura esclusivamente primaria, il fenomeno dell'inquinamento da PM₁₀ risulta più complesso in quanto le concentrazioni in aria ambiente di tale inquinante sono determinate sia dalle emissioni primarie, cioè direttamente emesse dalle fonti di origine antropica o naturale, sia da reazioni chimiche che avvengono in atmosfera tra gli inquinanti c.d. "precursori" quali ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂), composti organici volatili (COV) e ammoniaca (NH₃). A seguito di tali reazioni, che possono avvenire anche a lunghe distanze rispetto al luogo in cui tali inquinanti sono stati emessi, si forma infatti PM₁₀ di natura secondaria.

Per quel che riguarda il PM₁₀ primario, accanto a quello di origine antropica legato appunto alle attività umane (es. produzione di energia, trasporti, attività industriali, riscaldamento), ha un importante ruolo anche quello di origine naturale, infatti, su scala globale, esso rappresenta il contributo principale alle emissioni della quota di particolato grossolano

(dimensioni comprese tra 2,5 e 10 μm). Le sorgenti naturali primarie sono: aerosol marino, erosione del suolo e delle rocce (particolato "crostale", sabbie sahariane), incendi, attività vulcanica, materiale vegetale (frammenti di tessuti di piante, polline, spore), virus, batteri. Non trascurabile risulta essere anche il fenomeno della risospensione (o risollevarimento) in ambito urbano che per effetto del transito veicolare fa aumentare la quantità di PM_{10} nell'aria. Non si tratta di una vera e propria fonte di PM_{10} , dato che non si generano nuove sostanze, ma si rimette in circolazione il particolato già depositato sul suolo.

Dai dati della qualità dell'aria inviati dall'Italia alla Commissione Europea, riferiti all'anno 2003, risultano 19 tra regioni e province autonome interessate da superamenti dei valori limite di PM_{10} e/o di alcuni precursori (NO_2 , SO_2)¹⁵.

Tali regioni/province autonome, soggette all'obbligo di elaborazione di piani e programmi ai sensi del decreto legislativo n. 351/99, sono: Abruzzo, Campania, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Liguria, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Toscana, Umbria, Valle d'Aosta, Veneto e le province autonome di Trento e Bolzano.

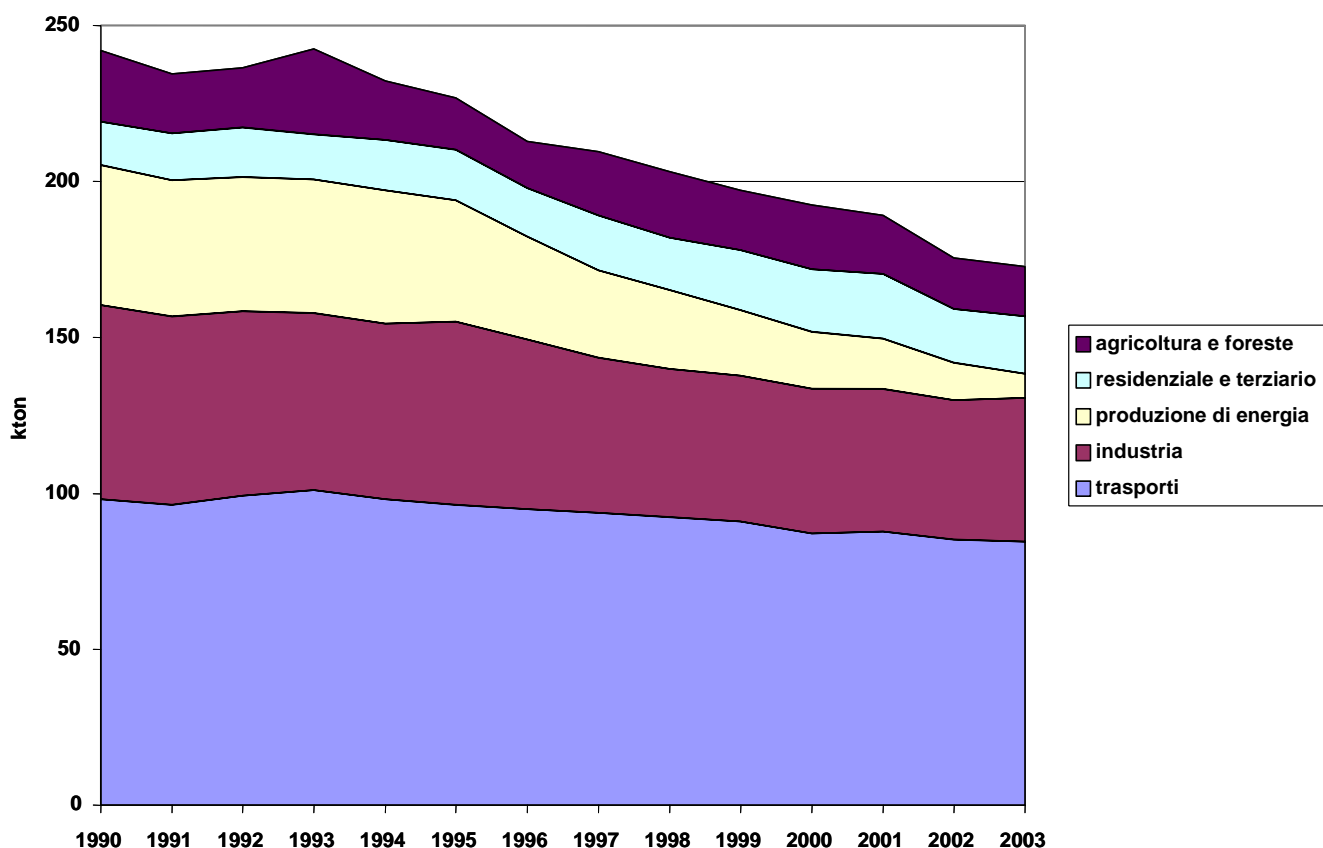
Rispetto alla qualità dei superamenti, tutti hanno riguardato il PM_{10} e il biossido di azoto, con l'eccezione di qualche caso isolato di superamento del valore limite del biossido di zolfo, registrato in Sicilia ed in Sardegna in stazioni di tipo industriale.

3.1.4.2 Il PM_{10} primario

Emissioni

L'andamento delle emissioni del PM_{10} primario si evince dalla figura 13 la quale indica dal 1990 al 2003 una diminuzione del 29% della quantità totale annuale di PM_{10} emesso, passando da 242.000 a 173.000 tonnellate. Non sono computate le polveri da risospensioni.

¹⁵ Nel periodo dal 2001 al 2004 il superamento del valore limite ha comportato esclusivamente l'obbligo, da parte della regione o della provincia autonoma, di elaborare un piano o un programma finalizzato ad assicurare il rispetto del suddetto valore limite, a partire dal 1 gennaio 2005 per PM_{10} e SO_2 , e a partire dal 1 gennaio 2010 per NO_2 .



FONTE: *Inventario Nazionale delle emissioni in atmosfera*
 Figura 13 - Emissioni di PM₁₀ primario in Italia dal 1990 al 2003

Tali riduzioni hanno interessato, anche se in maniera diversa, tutti i settori economici e produttivi (produzione di energia, industria, trasporti, ecc.) con l'eccezione del settore civile che registra una crescita di emissioni di PM₁₀.

La tabella 1 riporta nel dettaglio i trend delle emissioni stimate dal 1990 al 2003, quantificando la dose emissiva di oltre 40 attività e processi produttivi, aggregati in 5 settori rappresentativi al fine di semplificare l'esposizione dei risultati.







	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Produzione energia	44.842	43.766	43.077	42.834	42.695	38.986	32.975	28.072	25.266	21.152	18.272	16.176	12.060	7.678
Industria	62.381	60.301	59.076	56.795	56.346	58.541	54.344	49.608	47.617	46.810	46.406	45.679	44.677	46.097
Residenziale e terziario	13.896	15.030	15.857	14.612	16.162	16.248	15.629	17.582	16.820	19.135	19.989	20.931	17.233	18.475
Trasporti	98.081	96.320	99.343	100.956	98.046	96.434	94.973	93.813	92.312	90.934	87.078	87.700	85.151	84.548
Agricoltura e foreste	22.705	19.061	19.031	27.302	18.899	16.535	14.941	20.549	21.098	19.144	20.803	18.593	16.372	15.913
Totale	241.905	234.479	236.383	242.499	232.149	226.743	212.863	209.625	203.114	197.175	192.548	189.079	175.493	172.710

FONTE: ELABORAZIONI: APAT, Inventario Nazionale delle emissioni.

Tabella 1 - Serie storica nazionale delle emissioni di PM₁₀ primario per settore in tonnellate (1990-2003)

La riduzione delle emissioni nazionali di PM₁₀, (figura 14) pari al 29%, è da attribuire principalmente al settore della produzione di energia con una diminuzione del 83%, cui seguono il settore dell'agricoltura e delle foreste (-30%), che include le emissioni da combustione di stoppie e di rifiuti sia agricoli che di origine urbana, le emissioni causate dagli incendi forestali così come le emissioni degli allevamenti animali, il settore industriale (-26%), le cui emissioni sono dovute sia alla fase di combustione che di processo, ed il settore dei trasporti (-14%), sia su strada che marittimi, aerei ed altri off-road; l'aumento che si osserva nel settore residenziale e terziario, per il riscaldamento degli ambienti e degli edifici, invece, è stimato pari al 33% ed è attribuito principalmente all'incremento della combustione delle legna da ardere la cui stima presenta alcune incertezze dovute all'impossibilità di conoscere l'effettiva quantità di legna bruciata e alla definizione dei fattori di emissione legati alle diverse dimensioni di impianto e di tecnologie di combustione utilizzate.

	Produzione di energia	Industria	Residenziale e terziario	Trasporti	Agricoltura e foreste	Totale
1990	44.842	62.381	13.896	98.081	22.705	241.905
1991	43.766	60.301	15.030	96.320	19.061	234.479
1992	43.077	59.076	15.857	99.343	19.031	236.383
1993	42.834	56.795	14.612	100.956	27.302	242.499
1994	42.695	56.346	16.162	98.046	18.899	232.149
1995	38.986	58.541	16.248	96.434	16.535	226.743
1996	32.975	54.344	15.629	94.973	14.941	212.863
1997	28.072	49.608	17.582	93.813	20.549	209.625
1998	25.266	47.617	16.820	92.312	21.098	203.114
1999	21.152	46.810	19.135	90.934	19.144	197.175
2000	18.272	46.406	19.989	87.078	20.803	192.548
2001	16.176	45.679	20.931	87.700	18.593	189.079
2002	12.060	44.677	17.233	85.151	16.372	175.493
2003	7.678	46.097	18.475	84.548	15.913	172.710

					
- 83%	- 26%	+ 33%	- 14%	- 30%	- 29%

Fonte dati: APAT

FONTE: ELABORAZIONI: APAT, *Inventario Nazionale delle emissioni.*

Figura 14 - Andamento delle emissioni di PM₁₀ primario (1990 al 2003)

Nel settore produzione di energia sono incluse le emissioni derivanti dalla combustione per la produzione di energia elettrica e le emissioni dell'industria di trasformazione. La riduzione è dovuta, per la quasi totalità, all'applicazione della normativa per il rispetto dei limiti di emissione di particolato solido dai grandi impianti di produzione energetica (DM 12/07/1990), ed in particolare attraverso l'utilizzo di combustibili migliori e di nuove e più efficienti tecnologie di abbattimento delle emissioni.

Le emissioni sotto la voce industria racchiudono, invece, le quote originate dai seguenti settori: combustione industriale, processi produttivi, estrazione e/o distribuzione dei combustibili fossili e dall'uso dei solventi. Tra questi, un peso preponderante sul totale delle emissioni del settore si osserva per la combustione industriale e per i processi produttivi. Anche in questo settore le emissioni si sono ridotte negli anni novanta in conseguenza dell'applicazione ai grandi impianti di combustione della normativa precedentemente citata.

Il settore terziario e residenziale, che include il riscaldamento nel terziario, residenziale e in agricoltura, è l'unico comparto che, come già accennato, presenta un incremento nelle emissioni di PM_{10} , dovuto ad un generale incremento dei consumi energetici, ed in particolare ad un crescente utilizzo della legna come combustibile.

Nel settore agricoltura e foreste, infine, sono incluse le emissioni da incendi delle foreste, la combustione dei residui e rifiuti agricoli e l'incenerimento dei rifiuti solidi urbani. La variabilità della serie di dati è sostanzialmente dovuta alle emissioni dagli incendi forestali.

Il settore dei trasporti è quello più importante dal punto di vista delle emissioni di PM_{10} . Nel totale del settore sono riportate oltre alle emissioni propriamente attribuite ai trasporti stradali anche quelle relative ad altre sorgenti mobili, ovvero ai trasporti off-road in agricoltura, industria, foreste e giardinaggio, e ai porti ed aeroporti; le emissioni da trasporto stradale costituiscono, comunque, più del 65% delle emissioni del settore. In particolare, la stima delle emissioni del trasporto su strada si riferisce alle emissioni degli autoveicoli e dei motocicli e ciclomotori¹⁶, distinte per tipo di combustibile utilizzato (benzina, diesel, GPL e gas naturale - GN -). Le emissioni sono inoltre differenziate tra quelle che si verificano allo scarico e quelle dovute all'abrasione dell'asfalto ed all'usura delle gomme e dei freni (c.d. "non-exhaust").

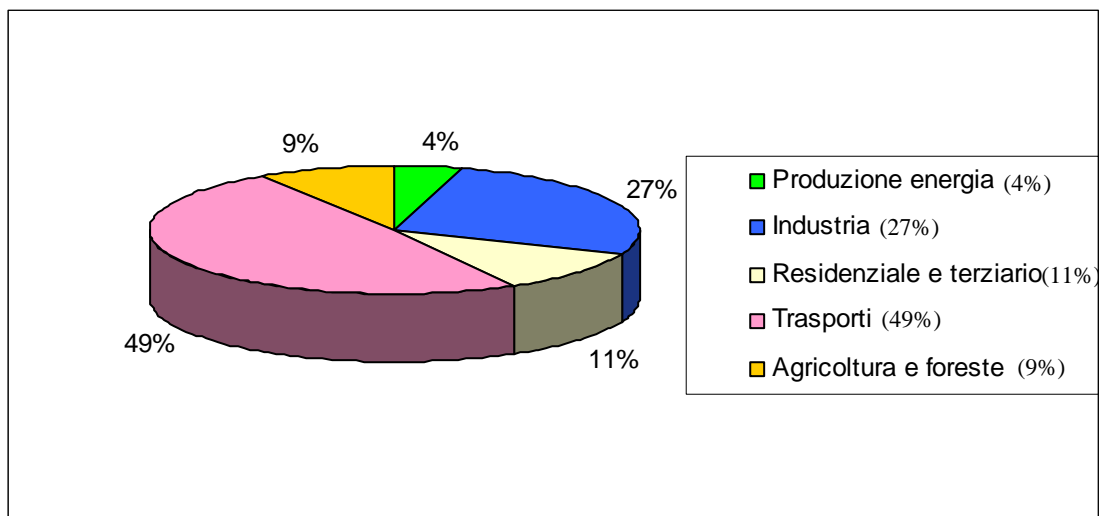
La riduzione registrata in tale settore è da attribuirsi alle minori emissioni conseguenti al rinnovo del parco circolante con veicoli, sia a benzina che diesel, che rispondono alle direttive europee EURO I ed EURO II ed EURO III e all'attuazione delle direttive relative alla qualità dei combustibili. Il miglioramento del processo di combustione e l'introduzione delle marmitte catalitiche hanno comportato una generale riduzione di sostanze inquinanti quali benzene, CO, NO_x , SO_2 , e di PM_{10} . La riduzione di COV dal settore dei trasporti è da attribuirsi anche alle norme nazionali che impongono il recupero dei COV prodotti durante le operazioni di rifornimento degli autoveicoli e a quelle nazionali e comunitarie sul controllo delle emissioni derivanti dal deposito della benzina e dalla sua distribuzione dai terminali agli impianti di distribuzione.

Passando ad analizzare il contributo di ciascun settore alla produzione totale delle emissioni di PM_{10} per l'anno 2003, dalla figura 15 si osserva che il peso maggiore è attribuito al settore dei trasporti responsabile del 49% della produzione totale, seguito dal settore industriale con il 27% del totale e dal settore residenziale con il 11%; i settori della

¹⁶ Si evidenziano incertezze sui fattori di emissioni e sul parco circolante dei ciclomotori.

produzione di energia e agricoltura e foreste pesano rispettivamente il 4% e il 9% del totale.

Si evidenzia inoltre che dati APAT indicano come, a partire dagli anni '90, il peso del principale settore (trasporti) è aumentato dal 40 al 49%; un notevole incremento è stato riscontrato anche per il settore residenziale, dal 6 al 11%, mentre il peso percentuale è rimasto invariato per i settori industria e agricoltura e foreste. Una considerevole riduzione si osserva solo nel settore relativo alla produzione di energia che è passato dal 18% al 4%.



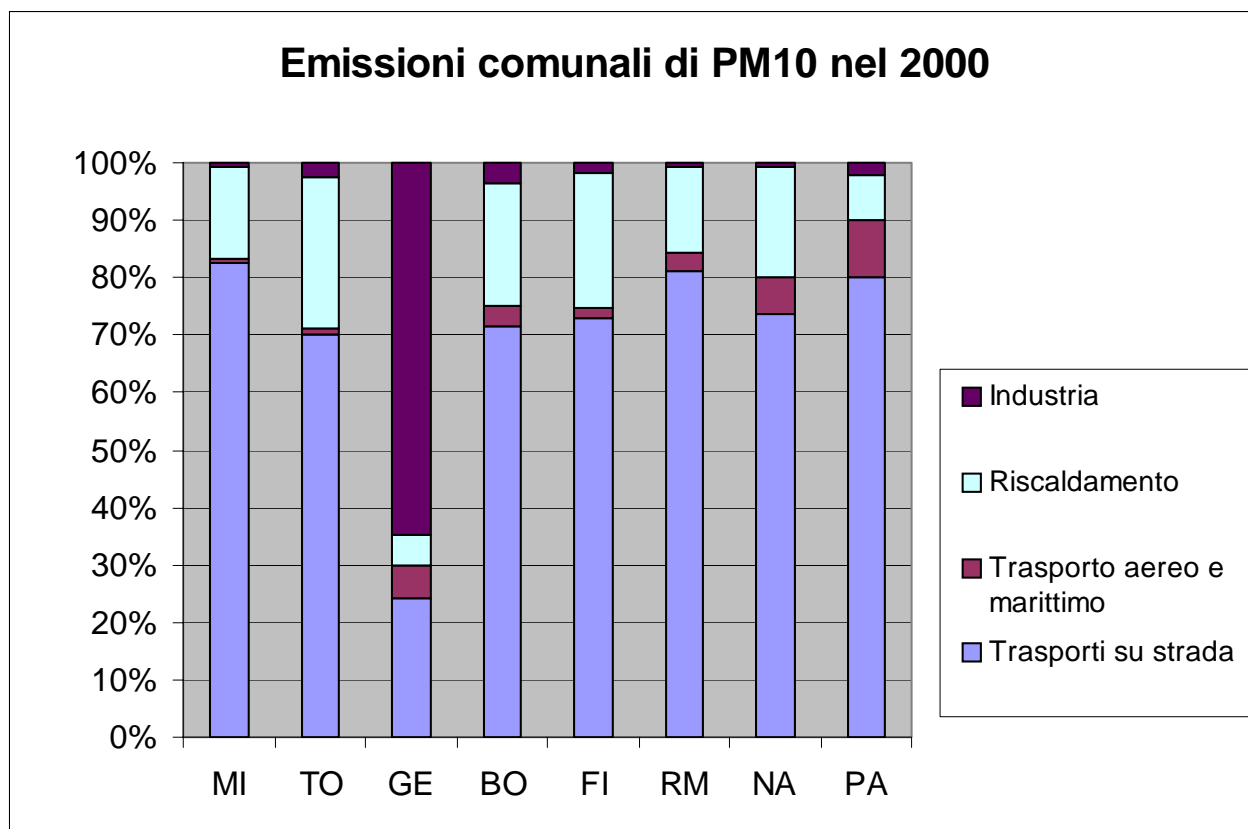
FONTE: APAT

Figura 15 - Distribuzione percentuale delle emissioni di PM₁₀ primario per settore nell'anno 2003 (Tot. 172.710 tonnellate)

Incrociando i dati dei contributi di ogni settore alla produzione totale di PM₁₀ primario, con quelli di andamento derivati dall'inventario nazionale, si evince l'efficacia degli sforzi di riduzione delle emissioni di tale inquinante nel settore della *produzione di energia*, mentre si rileva la necessità di intervenire prioritariamente nel settore dei *trasporti* che, pur diminuendo il valore assoluto delle proprie emissioni del 14% rispetto al 1990 ha incrementato il proprio peso percentuale passato dal 40% al 49%, nonché nel settore *residenziale terziario*, unico settore che, oltre ad aver incrementato la propria quota di contributo alle emissioni totali di PM₁₀, passata dal 6% all'11%, ha aumentato considerevolmente il valore assoluto delle proprie emissioni di particolato di circa il 33% rispetto al 1990.

Emissioni di PM₁₀ in ambito urbano

Analizzando la situazione registrata, relativamente all'anno 2000, in alcune delle principali aree urbane del nostro Paese¹⁷ (Milano, Torino, Genova, Bologna, Firenze, Roma, Napoli e Palermo), con riferimento in particolare al PM₁₀, in figura 16 si riporta la stima delle emissioni urbane ripartite per macrosettori emissivi.



FONTE: I "Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano" APAT dicembre 2004.

Figura 16 - Emissioni comunali di PM₁₀ primario nel 2000.

Le emissioni di PM₁₀ da trasporto stradale sono superiori al 70% del totale in tutte le città con l'eccezione di Genova, per la quale le emissioni nell'impianto siderurgico presente rappresentano circa il 65% del totale. Le emissioni da riscaldamento pesano in misura variabile dal 26%, per le città del nord, all'8% per quelle del sud. I trasporti marittimi sono la terza fonte di emissione con percentuali che variano tra l'1% ed il 10%.

Per quanto riguarda i trasporti stradali, dal 1990 al 2003 il numero totale di veicoli motorizzati circolanti in Italia è costantemente aumentato. Rispetto al 1990 l'incremento percentuale è stato pari al 31,5%. I maggiori incrementi si sono avuti nelle categorie:

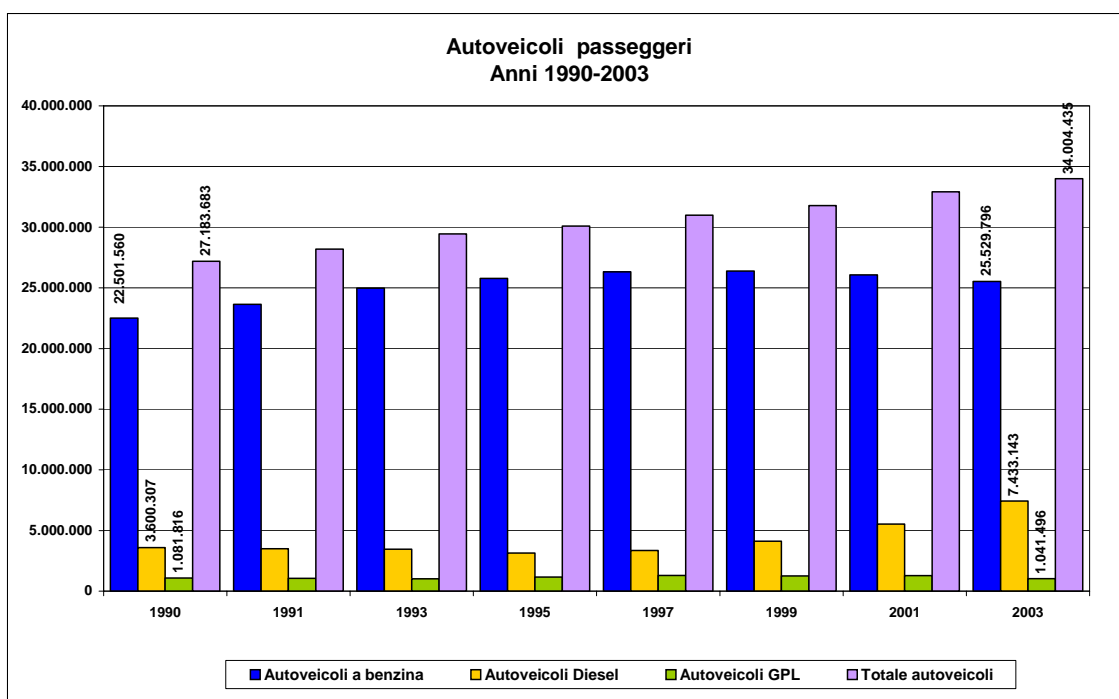
¹⁷ "Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano" – APAT dicembre 2004.

autoveicoli passeggeri +25,1% sul totale; veicoli a due ruote +45,7% e veicoli commerciali leggeri +108%. Invariate le altre categorie veicolari: veicoli commerciali pesanti; bus urbani ed extraurbani.

Rispetto ai veicoli a due ruote va rimarcato il trend in diminuzione dei ciclomotori e quello in aumento dei motocicli.

Riguardo al tipo di alimentazione (figura 17) i veicoli a benzina sono aumentati del 20%, rispetto al totale dei veicoli circolanti nel 1990, mentre quelli a gasolio sono cresciuti del 95%. Praticamente invariato il parco a GPL/GN.

Tale tendenza si conferma, in particolare, per gli autoveicoli passeggeri anche se si evidenzia come le autovetture alimentate a benzina mostrano negli ultimi anni ('97/'03) un trend in diminuzione, al contrario di quelle diesel in forte crescita.

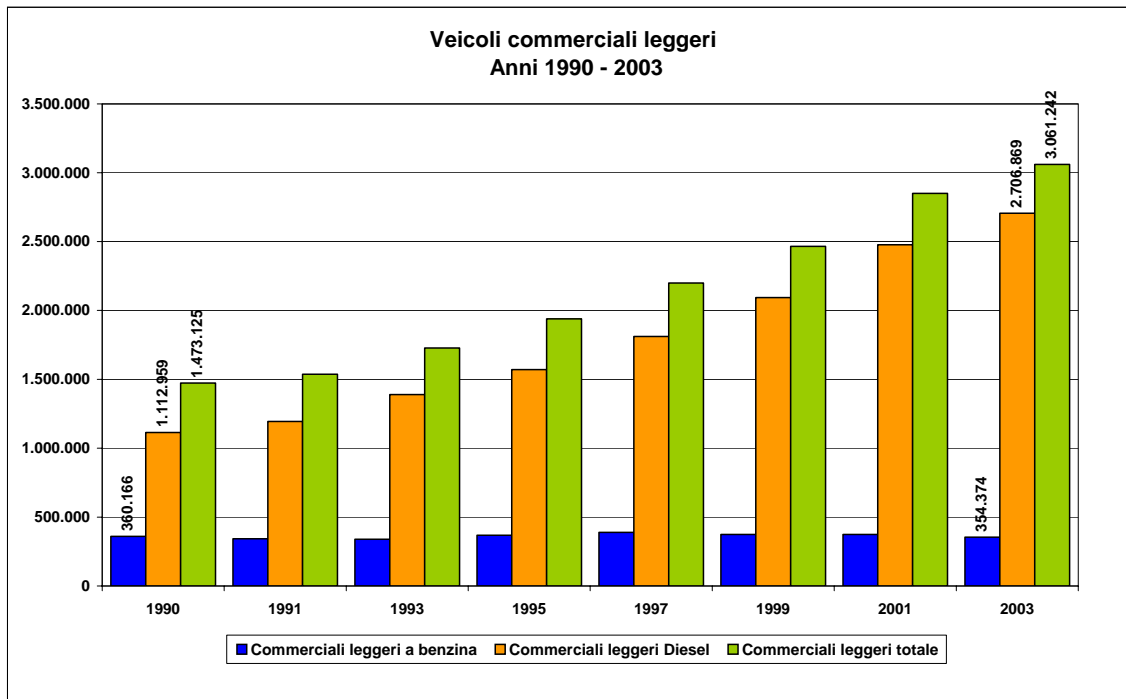


FONTE: ACI

ELABORAZIONI: ENEA - APAT

Figura 17 - Parco circolante autovetture in base all'alimentazione. Anni 1990-2003

Si evidenzia inoltre l'enorme peso dei veicoli commerciali leggeri alimentati a diesel sul totale e come questi siano dal '90 al '03 in continua e forte crescita (figura 18).



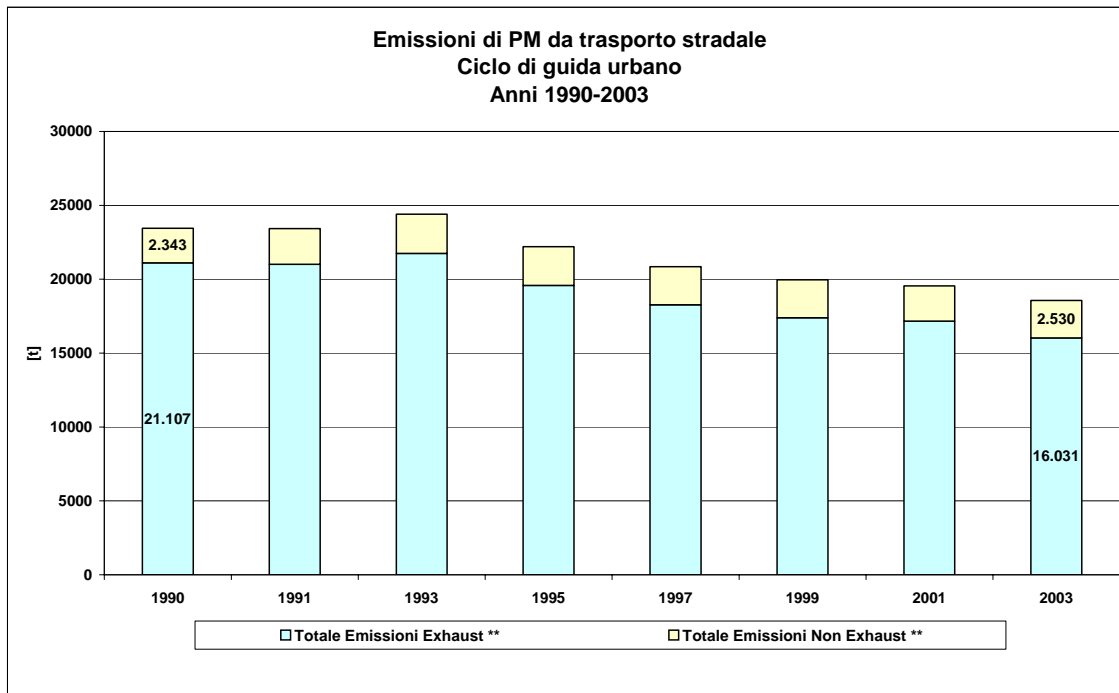
FONTE: ACI

ELABORAZIONI: ENEA - APAT

Figura 18 - Parco circolante veicoli commerciali leggeri in base all'alimentazione. Anni 1990-2003

Rispetto alle emissioni di PM_{10} in ambito urbano, le autovetture sono la fonte principale con valori pari al 44%, seguite dai veicoli merci pesanti e leggeri con il 40% e da moto e ciclomotori con il 12%, mentre i bus sono responsabili di meno del 4% delle emissioni da trasporto stradale.

Come evidenziato dal grafico riportato in figura 19 le emissioni totali di PM in ambito urbano nel 2003 sono diminuite del 21% rispetto a quelle del 1990.

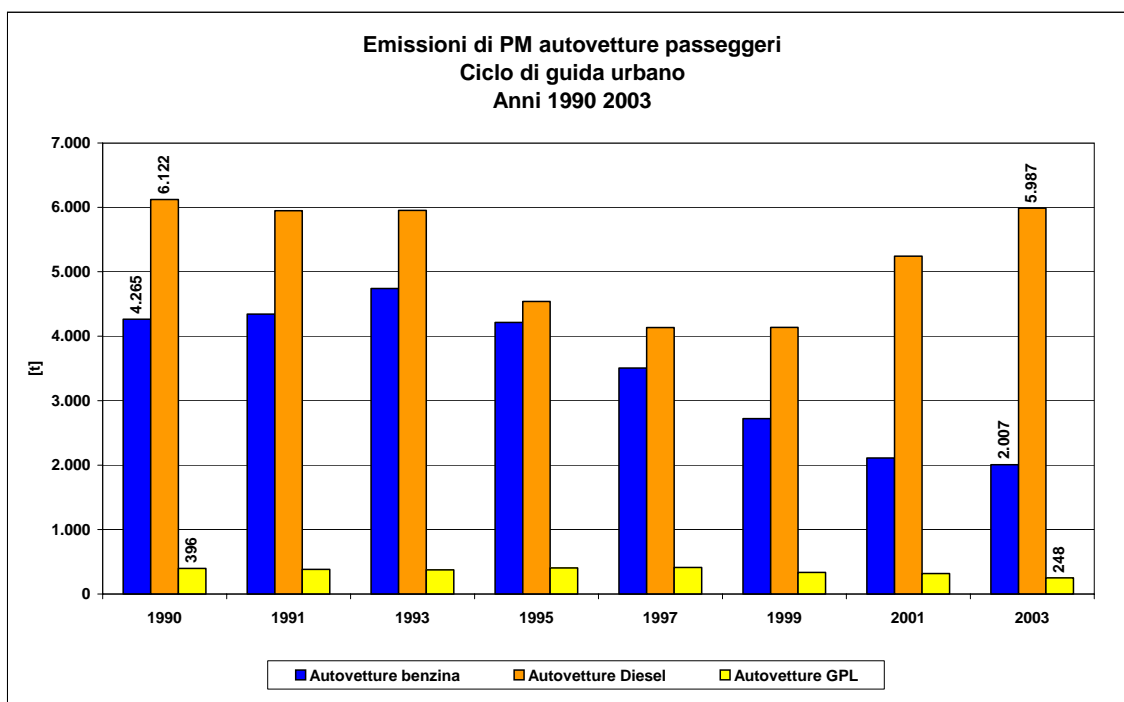


FONTE: APAT

ELABORAZIONI ENEA

Figura 19 - Emissioni di PM da trasporto stradale. Ciclo di guida urbano. Anni 1990-2003

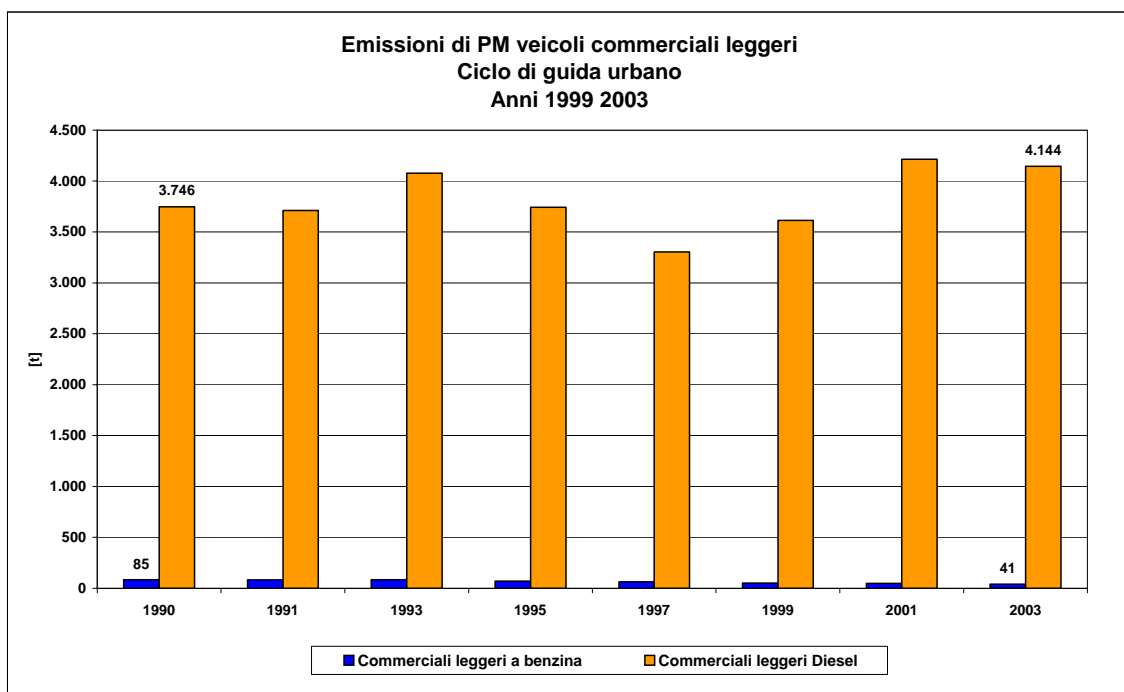
Tale diminuzione, nonostante l'aumento del numero totale dei veicoli e del numero dei veicoli diesel, è da attribuire principalmente allo svecchiamento del parco circolante ed al miglioramento dei combustibili. L'aumento dei veicoli diesel ha tuttavia provocato negli anni più recenti una inversione di tendenza che ha riportato le emissioni di PM₁₀ attribuite a questo tipo di alimentazione ai valori del 1993 (figura 20 e figura 21).



FONTE: APAT

ELABORAZIONI ENEA

Figura 20 - Emissioni di PM attribuite alle autovetture passeggeri. Anni 1990-2003



FONTE: APAT

ELABORAZIONI ENEA

Figura 21 - Emissioni di PM attribuite ai veicoli commerciali leggeri. Anni 1990-2003

3.1.4.3 Il PM₁₀ secondario

Il PM₁₀ è composto da una componente primaria e da una componente di origine secondaria, cioè legata alla presenza dei “precursori”, la quale presenta alcune criticità peculiari che devono essere tenute in considerazione nella definizione delle misure di intervento.

Il contributo del PM₁₀ secondario, come risulta dalle stime ottenute dalle simulazioni effettuate con il modello MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell’inquinamento atmosferico) per il mese di dicembre 1999 (figura 22), può arrivare a pesare, nelle zone rurali, fino al 70-80%, mentre nelle aree urbane, anche a causa della maggiore densità delle sorgenti primarie di polveri, può arrivare al 60%.

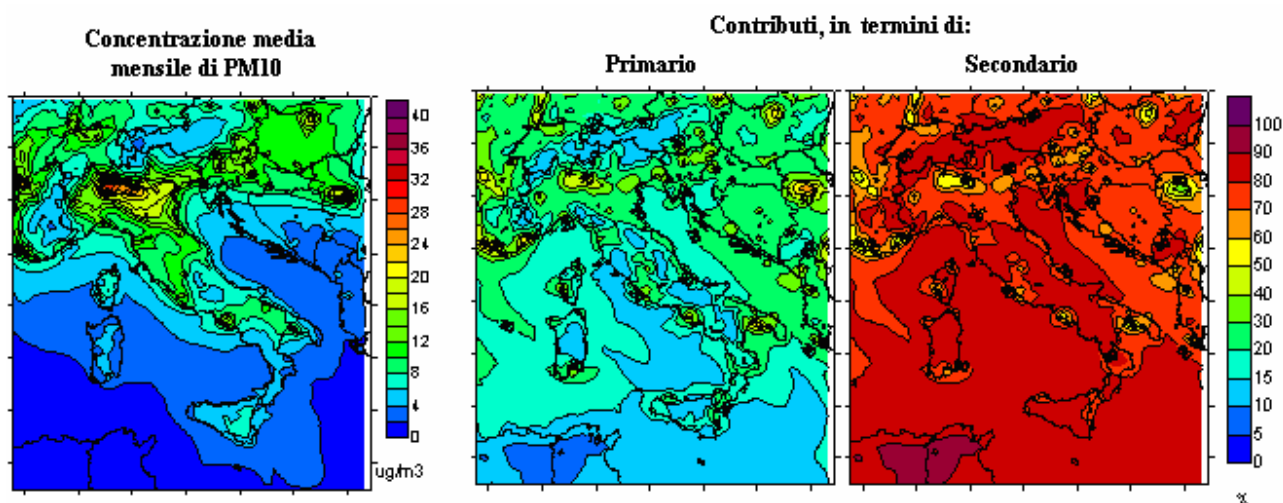


Figura 22 - Media annuale (1999) della concentrazione di PM₁₀ al suolo (sinistra) e della frazione secondaria sulla massa totale (destra).

La proporzione fra primario e secondario è molto variabile e dipende da diversi fattori, quali le caratteristiche meteorologiche, i fenomeni di rimescolamento atmosferico, nonché le caratteristiche delle aree. Spesso infatti il contributo del particolato secondario è molto più alto nelle zone rurali, con elevata produzione di “precursori” (quali ammoniaca, derivante dalle attività di allevamento), mentre nelle aree urbane tale contributo scende notevolmente, anche a causa della maggiore densità di sorgenti di polveri. L’incidenza della frazione secondaria è maggiore infatti su scala nazionale (cioè in termini di

concentrazione di “fondo”), in quanto diventano più rilevanti i processi di trasformazione chimica dei precursori gassosi, rispetto ai processi emissivi, predominanti sulla scala locale.

Una stima media di prima approssimazione indica quindi un contributo complessivo delle polveri secondarie, nelle aree urbane, all’incirca pari a quello delle polveri primarie.

Si evidenzia inoltre che il PM_{10} di origine primaria presenta generalmente una granulometria maggiore rispetto al secondario e ciò lo rende più soggetto a processi di deposizione che ne limitano, quindi, il tempo di residenza in atmosfera lontano dalle sorgenti.

Ulteriori indicazioni derivano dall’analisi della composizione chimica del PM_{10} secondario inorganico (figure 23 a) distinta fra nitrati, solfati e ammonio. A fronte di una evidente eterogeneità territoriale registrata rispetto ai solfati, che diventano importanti nelle regioni meridionali a causa della presenza di sorgenti vulcaniche, nel resto del Paese, al contrario, il particolato secondario risulta composto prevalentemente da nitrati.

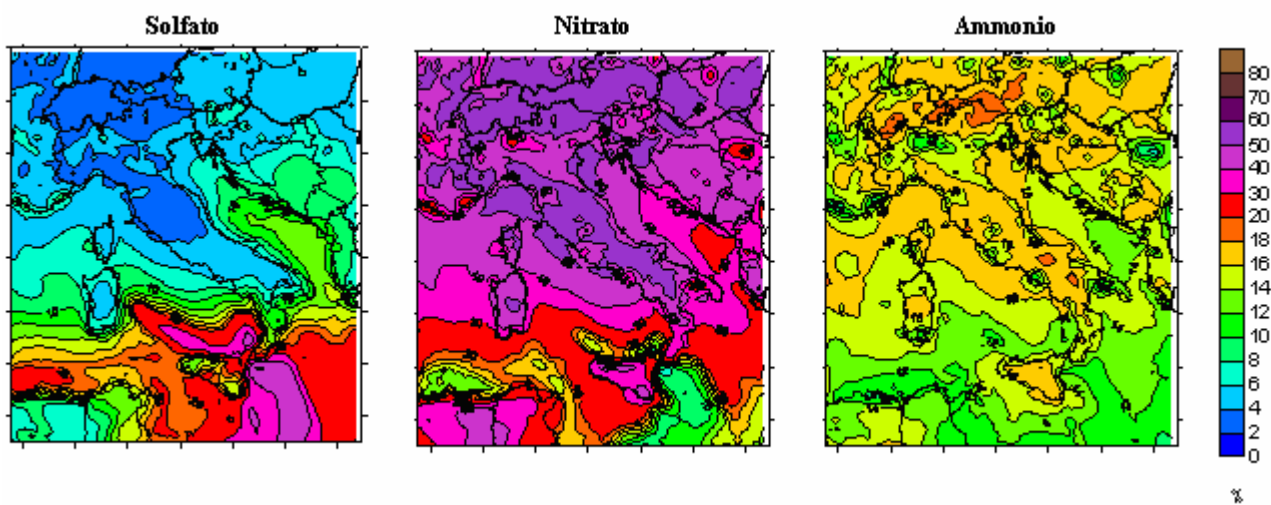


Figura 23 a)- Composizione chimica percentuale del PM_{10} secondario inorganico.

Ulteriori simulazioni effettuate con il modello MINNI sul $PM_{2.5}$ ¹⁸ indicano valori analoghi a quelli registrati per il PM_{10} , sia rispetto al rapporto tra frazione secondaria e primaria, sia in merito al contributo dei diversi precursori (solfato, nitrato e ammonio) alla produzione di particolato secondario inorganico.

¹⁸ I dettagli delle elaborazioni sono riportati nel documento predisposto dal Gruppo di Lavoro 4.

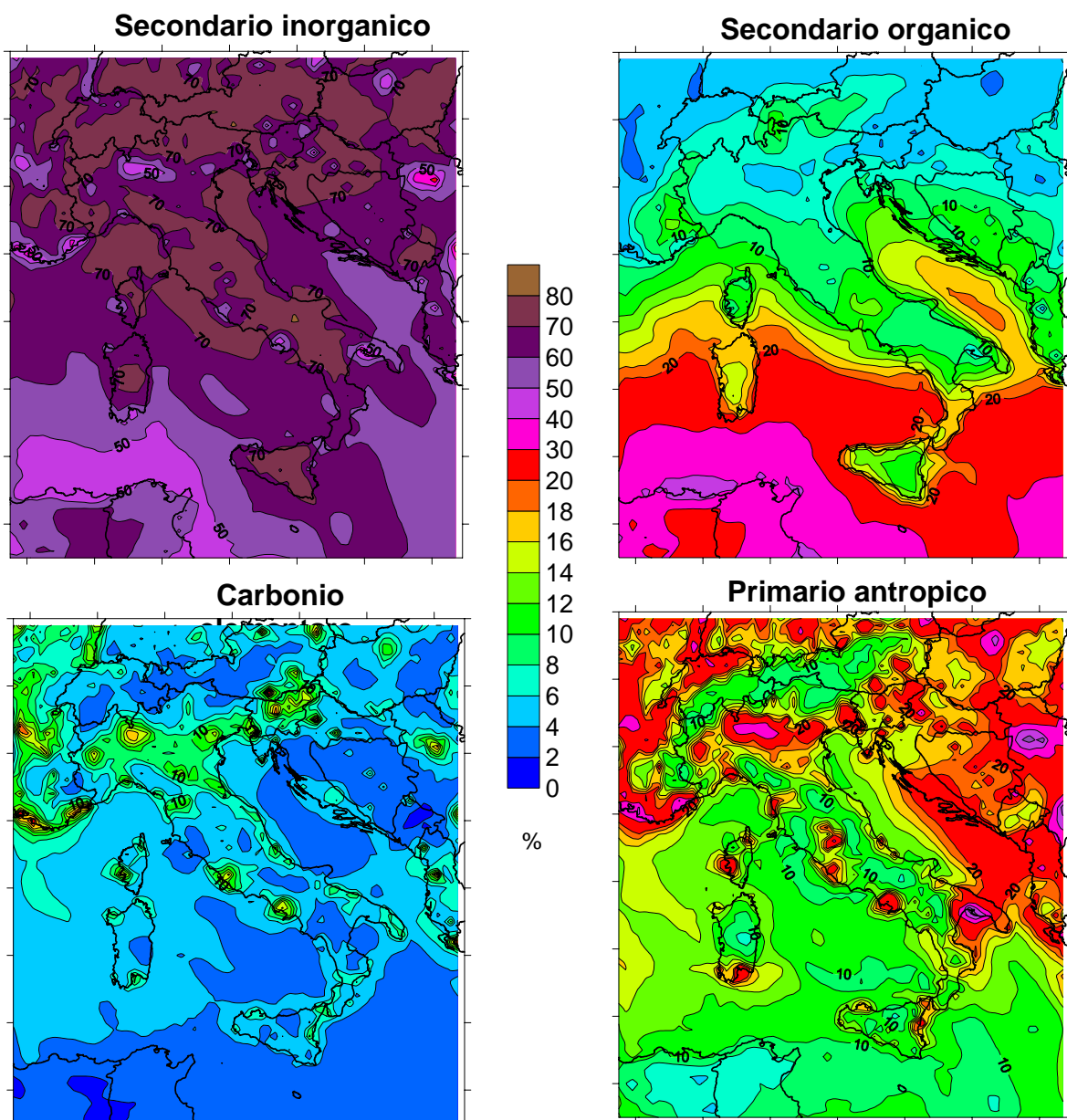


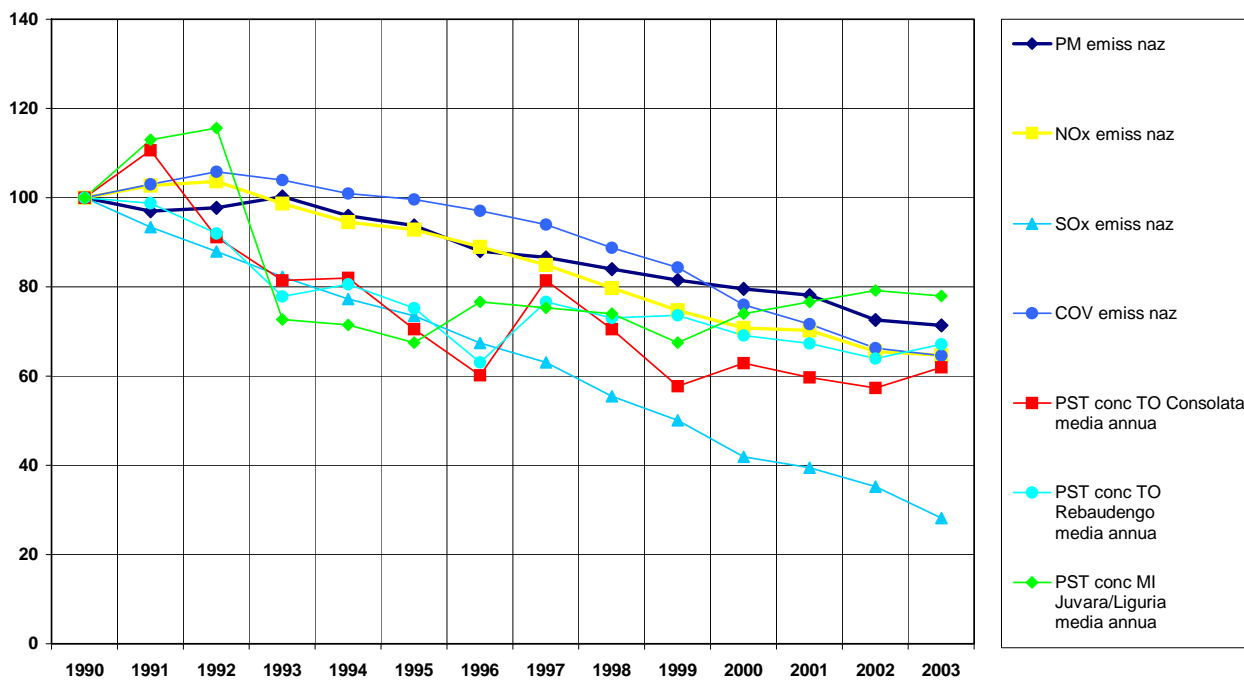
Figura 23.b Frazione inorganica (in alto a sinistra), organica (in alto a destra) e costituita da carbonio elementare (in basso a sinistra) delle concentrazioni medie al suolo di PM₁₀ nel mese di novembre 1999. In basso a destra l'apporto di primario di origine antropica.

3.1.4.4 Qualità dell'aria

A fronte della complessiva riduzione di emissioni di PM₁₀ e dei suoi precursori, descritta nei precedenti paragrafi, si registrano significative riduzioni delle concentrazioni

atmosferiche (figura 24), ma non sufficienti a garantire su tutto il territorio nazionale, specialmente in ambito urbano, il rispetto dei valori di riferimento previsti dalla normativa.

CONCENTRAZIONI DI PM ED EMISSIONI DI PM E PRECURSORI



FONTE: APAT 2005

Figura 24 - Emissioni di PM e precursori e concentrazioni di PM in Italia (anno 1990=100).

Particolarmente critico è infatti il fenomeno dell'inquinamento da PM₁₀ in ambiente urbano che ha suscitato crescente attenzione da parte dell'opinione pubblica e dei decisori politici visti i potenziali effetti nocivi sulla salute.

Nelle seguenti figure sono riportati gli andamenti delle concentrazioni medie annuali registrate nei principali agglomerati individuati dalle regioni¹⁹ che comprendono le maggiori città italiane (Roma, Milano, Torino, Firenze, Napoli e Bologna).

¹⁹ A seguito della zonizzazione operata ai sensi del Dlg.351/99 e del DM 60/02 le regioni e le province autonome hanno individuato zone e agglomerati in relazione ai quali hanno riportato tutte le informazioni richieste dall'allegato XII del DM 60/02. Gli agglomerati in questione, in alcuni casi, sono più estesi rispetto ai confini amministrativi delle città. Ad esempio l'agglomerato di Firenze comprende anche i comuni di Pistoia, Empoli e Prato. Le stazioni di monitoraggio selezionate per i grafici di seguito riportati, sono quelle indicate dalle regioni per l'anno 2003.

ROMA: concentrazione media annua di PM10

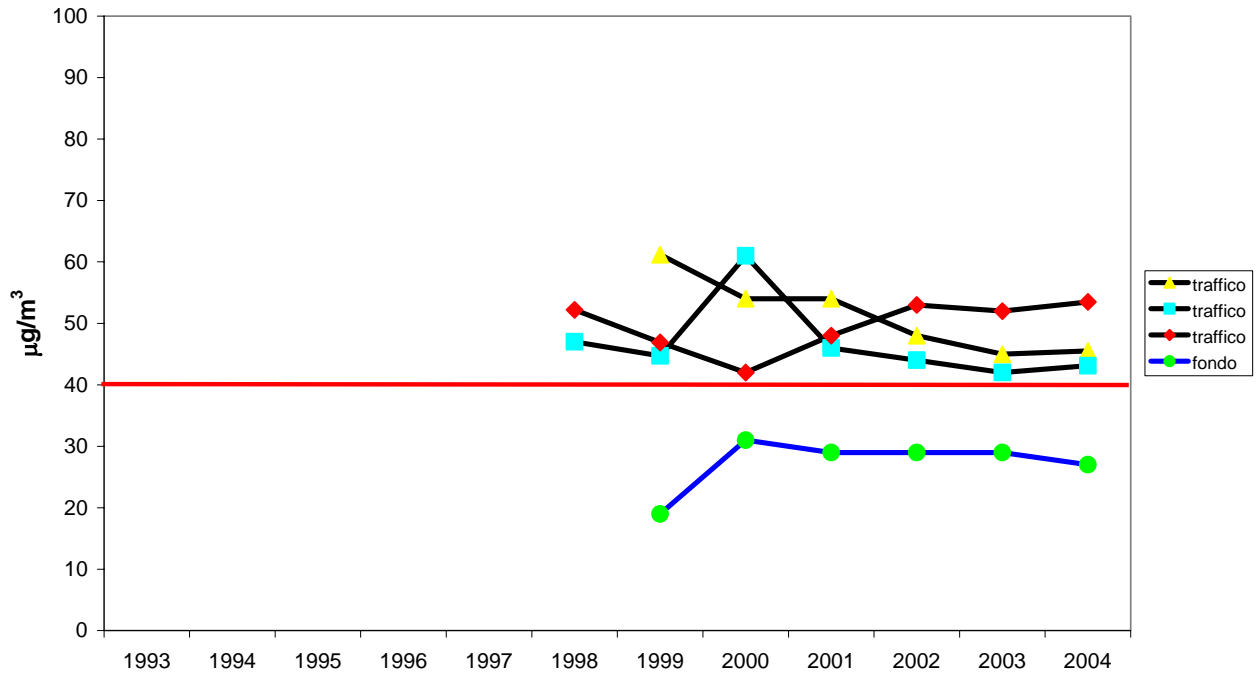


Figura 25 - Concentrazioni annuali di PM₁₀ nella città di Roma dal 1998 al 2004

MILANO: concentrazione media annua di PM10

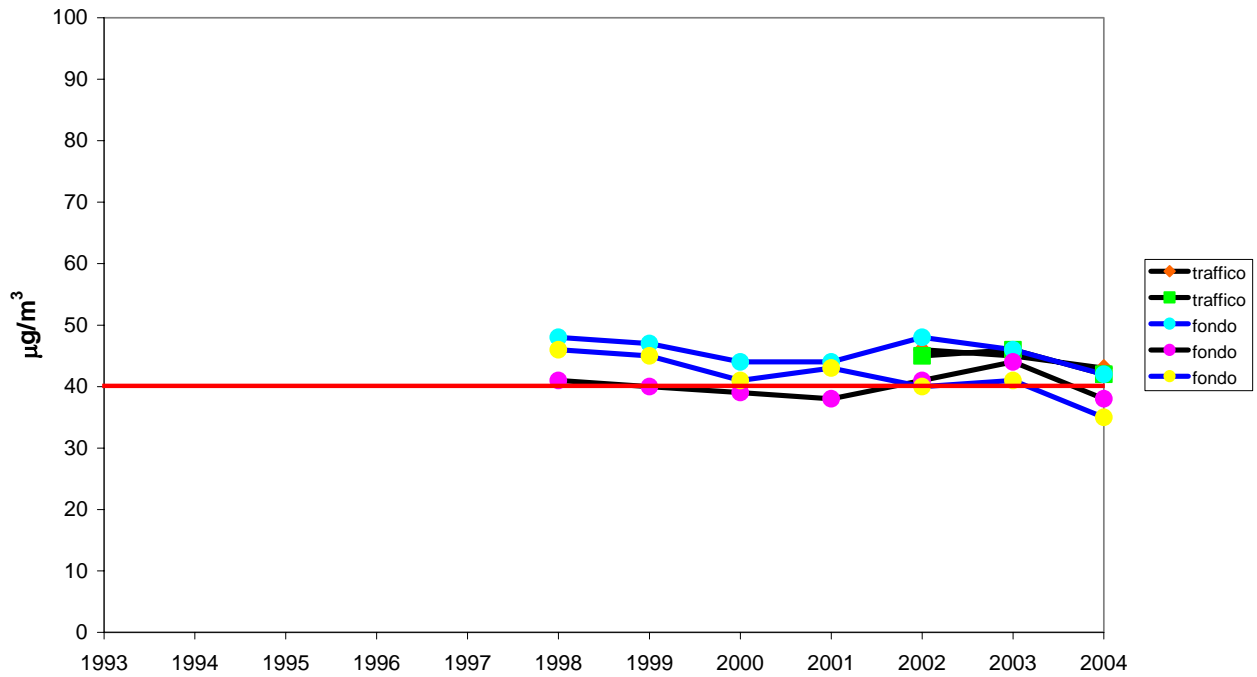


Figura 26 - Concentrazioni annuali di PM₁₀ nella città di Milano dal 1998 al 2004

TORINO: concentrazione media annua di PM10

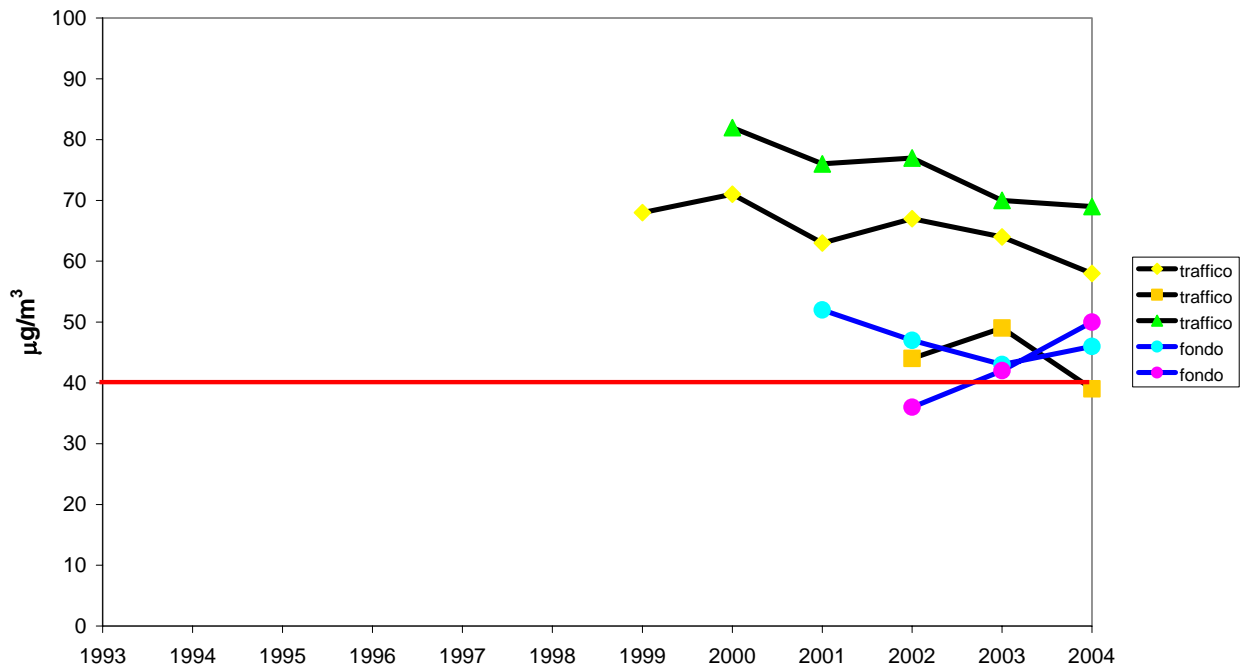


Figura 27 - Concentrazioni annuali di PM₁₀ nella città di Torino dal 1999 al 2004

FIRENZE: concentrazione media annua di PM10

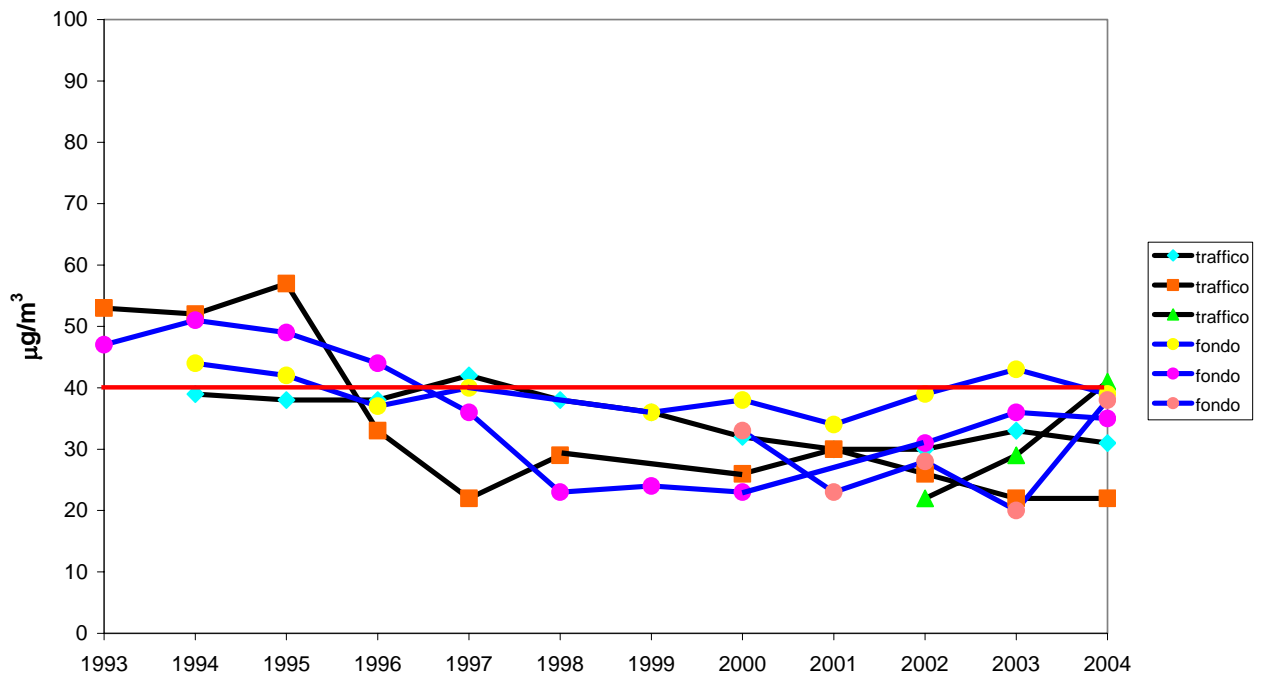


Figura 28 - Concentrazioni annuali di PM₁₀ nella città di Firenze dal 1993 al 2004

NAPOLI: concentrazione media annua di PM10

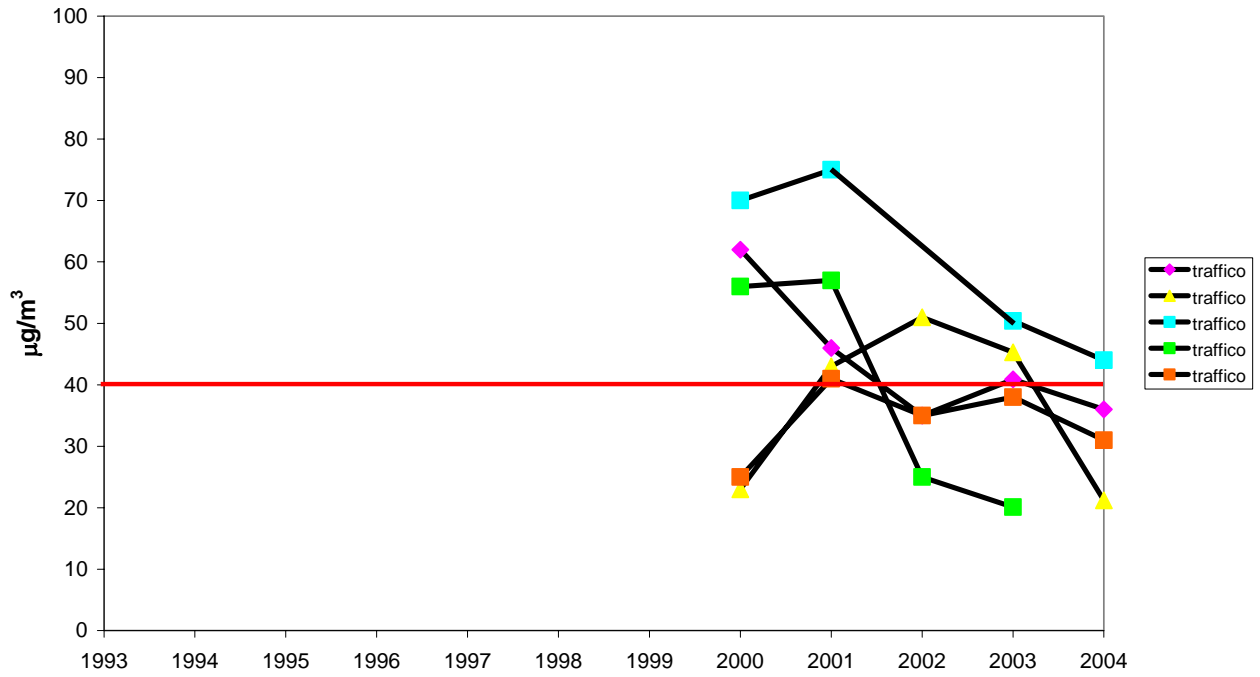


Figura 29 - Concentrazioni annuali di PM₁₀ nella città di Napoli dal 2000 al 2004

BOLOGNA: concentrazione media annua di PM10

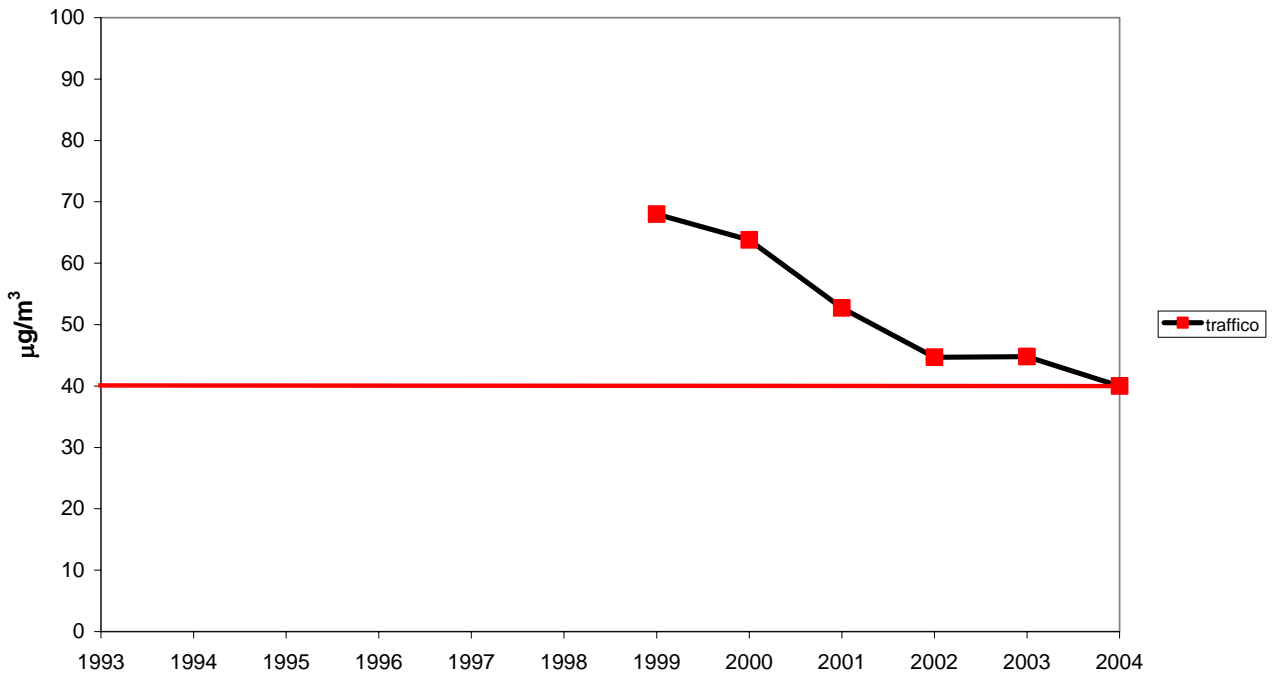
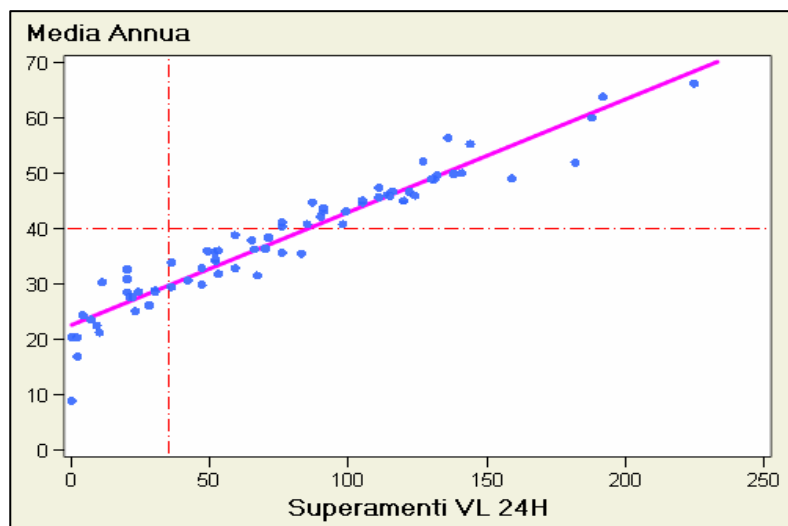


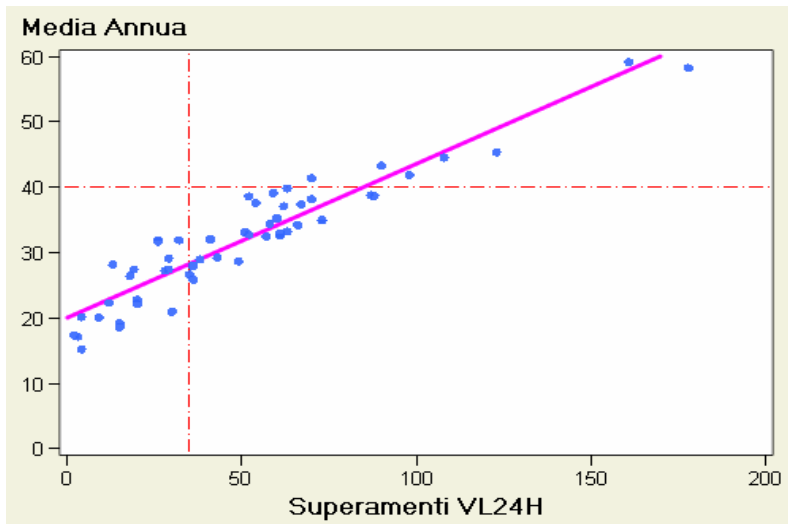
Figura 30 - Concentrazioni annuali di PM₁₀ nella città di Bologna dal 1999 al 2004

Nelle figure 31 e 32 sono riportati, per gli anni 2003 e 2004, i valori delle concentrazioni medie annuali di PM_{10} relativi alle stazioni di monitoraggio delle principali città italiane, in funzione del numero di superamenti del valore limite per le 24 ore previsto dalla normativa vigente ($50 \mu g/m^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile). Le figure illustrano l'esistenza di una significativa correlazione lineare tra le due variabili ed emerge chiaramente come il rispetto del valore limite annuale di $40 \mu g/m^3$ non sia sufficiente a mantenere il numero dei superamenti giornalieri al di sotto del limite di legge. Il contemporaneo rispetto dei due limiti si verifica in corrispondenza di concentrazioni medie annuali inferiori a $30 \mu g/m^3$. È prevedibile quindi che le misure atte a ridurre l'inquinamento da PM dovranno essere tanto efficaci da portare le concentrazioni medie annuali al di sotto di $30 \mu g/m^3$, per ottemperare pienamente al disposto legislativo. Questo significa, in alcuni casi, ridurre le concentrazioni medie annue di oltre il 50% rispetto ai valori attuali. Il raggiungimento di tale obiettivo risulta ancora più impegnativo se si considera l'ulteriore criticità rappresentata dalla non linearità fra le variazioni delle emissioni e le concentrazioni atmosferiche di PM_{10} , che comporta notevole complessità nell'individuazione delle più efficaci politiche di riduzione delle emissioni nonché nella valutazione degli effetti delle stesse.



FONTE: elaborazione APAT su dati BRACE

Figura 31 - Relazione tra numero di superamenti della media giornaliera e media annua nel 2003.



FONTE: elaborazione APAT su dati BRACE

Figura 32 - Relazione tra numero di superamenti della media giornaliera e media annua nel 2004.

3.2 L'impatto sulla salute umana

L'inquinamento atmosferico, specialmente in ambito urbano, rappresenta un problema sanitario importante. La letteratura scientifica ha messo in evidenza come gli effetti sulla salute degli inquinanti atmosferici siano sia acuti che cronici. Gli effetti acuti (aggravamento di sintomi respiratori e cardiaci in soggetti malati, infezioni respiratorie acute, crisi di asma bronchiale, disturbi circolatori ed ischemici, morte) si manifestano nella popolazione in risposta alle variazioni di breve periodo (oraria o giornaliera) nella concentrazione degli inquinanti. Gli effetti cronici sono causati da una esposizione di lungo periodo (sintomi respiratori cronici quale tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare, bronchite cronica, tumore polmonare). Gli uni e gli altri possono comportare una diminuzione della speranza di vita ed un aumento della mortalità generale.

Dal momento che il PM è una miscela eterogenea di sostanze diverse, risulta indispensabile approfondire la conoscenza della composizione del particolato per individuare le componenti più importanti dal punto di vista epidemiologico, tossicologico e fisiopatologico. Ciò stimola riflessioni rispetto all'opportunità di utilizzare le singole componenti del PM come indicatore dei diversi effetti sulla salute umana, piuttosto che la concentrazione totale: solfati e nitrati, ad esempio, essendo composti irritanti possono

agire sugli effetti a breve termine, mentre gli IPA, alcuni dei quali cancerogeni, agiscono sulla probabilità di incidenza delle patologie a lungo termine. Attualmente, dopo aver posto l'attenzione in maniera sempre più approfondita sulla determinazione e caratterizzazione del particolato PM_{10} e, con minore enfasi sul $PM_{2.5}$, l'attenzione della comunità scientifica internazionale si sta spostando verso frazioni granulometriche inferiori PM_1 , $PM_{0.1}$, il particolato ultrafine, dal momento che gli effetti sanitari delle polveri sono inversamente proporzionali alle loro dimensioni.

In tale ambito risulta prioritario migliorare la qualità e la disponibilità delle informazioni epidemiologiche per Regioni ed Aziende Sanitarie Locali (ASL) e migliorare la capacità di indagine epidemiologica sui rischi per la salute di origine ambientale, anche al fine di valutare l'efficacia delle misure di riduzione dell'inquinamento atmosferico messe in atto. In termini operativi è necessario definire ed attivare specifici programmi per la sorveglianza epidemiologica, per una corretta informazione della popolazione e per la ricerca, finalizzati in particolare a:

- **Sorveglianza epidemiologica degli effetti del PM_{10} , del $PM_{2.5}$, delle polveri ultrafini, e delle componenti del particolato nelle città italiane.** E' necessario un progetto collaborativo di monitoraggio prospettico degli effetti a breve termine sulla salute umana. E' indispensabile la caratterizzazione del particolato in termini di dimensioni e di composizione (su base giornaliera) nelle grandi città italiane tramite campionamenti di popolazione a seconda dell'età, dello stato di salute e delle attività quotidiane da realizzare attraverso l'integrazione e il coordinamento delle Agenzie ambientali regionali. Il progetto deve considerare gli inquinanti di origine outdoor e deve comprendere le grandi città già sede degli studi epidemiologici. Nello stesso periodo di tempo devono essere raccolti in forma standardizzata le informazioni giornaliere relative alla mortalità, ai ricoveri ospedalieri, ai ricorsi al pronto soccorso e ai vari fattori di confondimento per una analisi integrata. Queste attività consentono di approfondire la valutazione della relazione quantitativa tra concentrazioni rilevate alle centraline di monitoraggio ed esposizione individuale, per diversi settori della popolazione, ad inquinanti outdoor.

Inoltre, l'elevata mobilità di gran parte della popolazione ed il numero di ore passate in ambiente indoor (abitazione, luoghi di lavoro, negozi, ritrovi ecc.) rendono comunque complessa una stima accurata dell'esposizione effettiva con la sola misura degli inquinanti presenti all'esterno (outdoor).

Per richiamare l'importanza degli inquinanti indoor vanno ricordati i numerosi studi condotti per l'individuazione e la misura di inquinanti quali fumo passivo, CO, funghi, endotossine, acari, allergeni da animali, asbesto e fibre minerali artificiali, composti organici volatili (COV), aldeidi e altri composti carbonilici, ossidi di azoto, materiale particolato (PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1). Le fonti di tali inquinanti sono in parte di origine naturale in parte dovuti all'utilizzo di prodotti per la pulizia, per l'igiene personale (talvolta erogati in forma di spray) per la disinfezione, di fitofarmaci per piante di appartamento, alle combustioni, alla presenza di animali domestici, alle condizioni termoigrometriche che favoriscono la crescita e dispersione di inquinanti di natura biologica (endotossine). In alcune condizioni e momenti della giornata le concentrazioni degli inquinanti indoor sono di assoluto rilievo tossicologico e andrebbero quindi attentamente valutate. Agli inquinanti di origine interna si sovrappongono quelli di origine esterna a causa dei ricambi d'aria naturali e forzati.

Risulta pertanto necessario approfondire la conoscenza dell'inquinamento indoor, anche attraverso studi specifici per categorie di popolazione quali gli anziani e la prima infanzia.

- **Valutazione dei fattori di suscettibilità individuale.** Per ragioni di sanità pubblica è estremamente importante caratterizzare il rischio sanitario ed individuare le persone particolarmente suscettibili agli effetti dell'inquinamento ambientale. L'età, il genere, lo stato sociale, la presenza di patologie preesistenti sono tutti elementi che devono essere analizzati attraverso l'integrazione delle basi dati sanitarie per meglio individuare strategie di prevenzione individuale. In particolare si evidenzia l'importanza di valutare gli effetti sui bambini appena nati e nei primi anni di vita, periodo di maggiore suscettibilità agli agenti inquinanti. La valutazione di questo periodo della vita è di grande importanza per le indicazioni relative alla prevenzione di settori importanti di popolazione estremamente debole. E' opportuno coinvolgere clinici, medici operanti nel campo della sanità pubblica ed epidemiologi per studiare la relazione tra ambiente e salute dei bambini, come sta accadendo negli Stati Uniti, con il National Children's Study (NCS), un grande studio di coorte di nuovi nati che verranno seguiti per parecchi anni. Occorre prevedere l'arruolamento delle donne nelle prime settimane di gravidanza oppure dei bambini al momento della nascita, e il loro follow-up da quel momento per diversi anni. Al momento della nascita è opportuno costruire una banca di materiale biologico e un accurato programma per la stima della esposizione

individuale. Il follow-up minimo di due anni permetterà di rispondere ad interrogativi specifici sul ruolo degli inquinanti in questo periodo della vita.

- **Valutazione del ruolo delle condizioni climatiche durante il periodo primaverile estivo.** Studi epidemiologici hanno segnalato un maggiore effetto del PM₁₀ durante il periodo aprile-settembre. Durante tale periodo si osserva anche una maggiore contaminazione da ozono e le alte temperature sono associate con una elevata mortalità. Le ragioni del maggiore effetto del PM₁₀ vanno approfondite in rapporto alle diverse caratteristiche degli inquinanti e anche della possibile combinazione dello stesso con ozono ed alta temperatura. I dati già disponibili devono essere analizzati nuovamente per rispondere ad importanti interrogativi.
- **Studi di coorte per valutazioni a lungo termine.** La gran parte delle evidenze sugli effetti a lungo termine sulla mortalità derivano dagli studi condotti negli Stati Uniti. Le esperienze Europee sono modeste e nessuno studio è stato condotto in Italia. E' auspicabile un progetto a lungo termine che arruoli coorti di popolazione generale con una raccolta esaustiva dei dati di esposizione e dei fattori di confondimento per un follow-up a lungo termine. Si tratta di un progetto impegnativo che deve essere integrato con le iniziative a livello europeo. Le risorse necessarie sono ingenti e deve essere costruita la necessaria infrastruttura per lo sviluppo di lungo periodo.
- **Studi sui meccanismi fisiopatologici e tossicologici che possono spiegare gli effetti riscontrati in studi epidemiologici.** Deve essere potenziata la ricerca di tipo clinico e tossicologico in modo da completare le conoscenze sui meccanismi di azione degli inquinanti ambientali.
- **Valutazione dell'impatto sanitario ed economico dell'inquinamento e monitoraggio a seguito dei programmi di intervento.** Le stime dell'impatto sanitario ed economico dell'inquinamento ambientale devono essere continuamente aggiornate sulla base degli scenari prevedibili e delle modifiche del quadro ambientale a seguito della attivazione di programmi di intervento.
- **Sviluppo di un sistema di comunicazione** per tutti gli utenti, effettivi e potenziali, sugli stili di vita e la prevenzione sanitaria, anche attraverso la definizione e l'attivazione di un piano pluriennale di comunicazione istituzionale sulla salute dove trovino spazio anche le problematiche sanitarie correlate alle matrici ambientali. In tale ambito può rilevarsi utile l'elaborazione di adeguati indici sintetici di qualità dell'aria,

che tengano conto sia dei livelli di concentrazione rilevati dei principali inquinanti sia della loro pericolosità sulla salute umana, armonizzati su tutto il territorio nazionale, sulla base di strumenti ed esperienze fatte a tal fine in diversi Paesi.

3.3 Soluzioni tecnologiche disponibili per la riduzione delle emissioni inquinanti

L'analisi svolta dalla Commissione si è focalizzata sulle tecnologie disponibili per la riduzione delle emissioni inquinanti in diversi settori (industriale, riscaldamento) con particolare riferimento al settore dei trasporti stradali, in considerazione del contributo di tale settore alla produzione complessiva di PM₁₀, in particolare in ambito urbano. Si evidenzia tuttavia come, per l'individuazione delle migliori, tra tali tecnologie, siano necessarie attente valutazioni del tipo costi/efficacia, nonché valutazioni relative alle ricadute occupazionali e di competitività.

Ognuna delle sorgenti di emissione associata al traffico veicolare (generalmente classificate come exhaust e non exhaust) influenza la qualità dell'atmosfera in misura diversa, dipendendo dalla tecnologia del veicolo, del carburante impiegato, dalle condizioni di guida e dallo stato di manutenzione del motore. In generale le emissioni allo scarico sono quelle di maggiore entità.

Oltre gli inquinanti convenzionali (CO, HC²⁰, NO_x, PM) dei quali si conosce più o meno accuratamente il fattore di emissione, debbono essere considerati gli inquinanti non normati che pure possono esercitare un notevole impatto sulla salute dei cittadini. Tra questi assumono grande importanza: il PM₁₀ e il PM_{2.5} (emessi principalmente dalla trazione Diesel); i composti ossigenati alifatici (aldeidi e chetoni); i composti aromatici e poliaromatici; i derivati ossigenati e nitrati dei poliaromatici; gli idrocarburi precursori dell'ozono. Appare quindi opportuno modulare le opzioni di riduzione anche in funzione dei citati inquinanti non normati che, potrebbero essere causa di rischio per la popolazione.

Per quanto concerne gli inquinanti convenzionali, la legislazione europea e nazionale ha fissato, nel corso degli anni, limiti di emissione sempre più restrittivi che hanno portato a:

- miglioramenti delle caratteristiche del motore (iniezione etc.);
- utilizzo di convertitori catalitici;
- introduzione di sistemi di controllo elettronici;

²⁰ HC idrocarburi incombusti

- utilizzo di filtri per il particolato;
- miglioramento della qualità dei carburanti.

Le tecnologie motoristiche finora sviluppate, che sono alla base degli aggiornamenti attesi delle direttive comunitarie in materia di emissioni da autoveicoli, insieme alla prevista evoluzione della qualità dei combustibili convenzionali costituiscono una significativa prospettiva di riduzione delle emissioni sia delle polveri che degli altri inquinanti. A tal proposito è attesa una ulteriore riduzione dei limiti di omologazione per le autovetture e i veicoli commerciali leggeri (EURO 5) sulla base di una proposta di regolamento avanzata dalla Commissione Europea.

Considerando che il contributo principale alle emissioni primarie di particolato dovuto ai trasporti su strada è attribuibile ai veicoli diesel, si ritiene opportuno promuovere interventi finalizzati a ridurre l'impatto di tali veicoli sulla qualità dell'aria in ambiente urbano. In particolare grande interesse destano alcune tipologie di sistemi di abbattimento quali le trappole per il particolato, la cui applicazione però, sulla base di esperienze e iniziative condotte da alcuni Enti locali, presenta delle criticità che ne impediscono, al momento attuale, l'utilizzo su larga scala.

In particolare sono emerse:

- la mancanza di procedure di prova che consentano di verificare l'efficacia nell'abbattimento degli inquinanti e la compatibilità dei dispositivi after market con i motori;
- la necessità di semplificare le procedure amministrative attualmente caratterizzate dall'obbligo di omologare ogni singolo veicolo che viene dotato di dispositivo after market.

In merito a tali dispositivi la Commissione ritiene pertanto opportuno definire, a livello nazionale, specifici test di qualità, al fine di fornire, alle Amministrazioni che intendono adottare tali misure, un riferimento circa lo stato e l'evoluzione della tecnica e circa i requisiti minimi che tali dispositivi devono possedere. Ugualmente utile, anche al fine di evitare inutili oneri amministrativi, si ritiene la definizione di apposite procedure di omologazione riferite non al singolo veicolo ma alla intera categoria veicolare o motoristica.

La qualità e la quantità delle emissioni è fortemente dipendente dal tipo di carburante utilizzato.

Dalla documentazione esaminata è emerso l'importante ruolo ambientale ricoperto dall'impiego di combustibili desolforati. Tali combustibili infatti, apparsi recentemente sul mercato europeo, giocano un ruolo importante nel miglioramento e nel mantenimento delle prestazioni dei veicoli, con effetti diretti e indiretti. Tra gli effetti diretti si rileva, in particolare, la riduzione consistente delle emissioni di particolato, soprattutto della frazione ultrafine che desta maggiori preoccupazioni da un punto di vista sanitario. Si fa presente a tal proposito che il rischio sanitario, legato alle particelle disperse nell'aria, dipende anche dalla loro dimensione poiché, a parità di concentrazione in massa, le particelle di dimensioni inferiori sono in numero superiore e possono penetrare più in profondità nell'apparato respiratorio.

In merito agli effetti indiretti si evidenzia come la riduzione del contenuto di zolfo nei combustibili consenta l'attenuazione della fisiologica perdita di efficienza dei dispositivi catalitici di abbattimento delle emissioni inquinanti dei vecchi veicoli, nonché l'applicazione delle più avanzate ed efficienti tecnologie di abbattimento delle emissioni allo scarico dei veicoli nuovi (filtri per il particolato, DeNOx).

Un maggiore impiego di carburanti alternativi (GN, GPL e biocombustibili) per autotrazione può contribuire alla riduzione delle emissioni di alcuni inquinanti atmosferici e della CO₂.

Come carburante il biodiesel può essere impiegato in miscela con il gasolio in ragione del 5% ed in virtù delle spiccate proprietà lubrificanti è particolarmente adatto come additivo nei gasoli a basso tenore di zolfo in quanto permette di recuperare la lubricità persa a causa della riduzione del contenuto di zolfo.

La Commissione ritiene comunque utile sottolineare in primo luogo che l'utilizzo su ampia scala di alcuni biocombustibili necessita di ulteriori studi e valutazioni relative al possibile impatto sulla salute umana derivante dall'emissione di sostanze attualmente non normate (es. aldeidi, chetoni, nitroIPA). In secondo luogo, in considerazione della possibilità di sviluppare attività locali di produzione e di lavorazione di materia prima (es. colture energetiche), nel pianificare eventuali misure di incentivazione di tali combustibili, è opportuno valutare, oltre i costi/benefici anche fattori concernenti le possibili ricadute occupazionali.

In merito all'utilizzo del GPL e del GN si evidenziano i notevoli benefici ambientali legati alle ridotte quantità emesse di particolato, composti aromatici o precursori dell'ozono, mentre rispetto alle emissioni di ossidi di azoto, si possono registrare degli aumenti.

In riferimento al GPL si sottolinea come recenti studi abbiano evidenziato che i benefici ambientali derivanti dall'utilizzo di tale carburante su veicoli trasformati siano strettamente legati alla classe omologativa del veicolo (Euro 0, Euro 1, etc) e alle sue condizioni di esercizio (percorrenza, utilizzo in ambito urbano o extraurbano).

La penetrazione del GPL e GN nel settore dell'autotrazione costituiscono, nell'attuale regime fiscale, in relazione ai bassi costi, un'alternativa conveniente al gasolio

I miglioramenti introdotti dalle recenti tecnologie motoristiche legate all'utilizzo dei combustibili gassosi ne rendono auspicabile l'impiego in particolare per i mezzi adibiti al trasporto (pubblico e delle merci) in ambito urbano.

Una ulteriore diffusione dell'utilizzo di questi carburanti potrebbe essere favorita da una incentivazione alla crescita della rete di distribuzione (soprattutto per il GN).

Le emissioni da riscaldamento condividono, almeno in parte, le stesse problematiche del traffico veicolare. Come ovvio, questo tipo di inquinamento si sviluppa solo nei mesi invernali e con modalità fortemente dipendenti dalla situazione meteorologica dell'area in esame. I combustibili fossili più diffusi per il riscaldamento civile sono il GN, il gasolio e il GPL. Questi combustibili sono caratterizzati da una emissione limitata (gasolio) o quasi nulla (GN e GPL) di particolato, mentre l'emissione più significativa è quella relativa agli ossidi di azoto che sono i principali precursori del particolato fine secondario. I recenti sviluppi tecnologici dei bruciatori hanno portato alla produzione di apparecchi definiti Low-NO_x (LNB) oggi commercialmente disponibili per tutte le taglie di generatori di calore finalizzati al riscaldamento civile. Essi permettono una riduzione delle emissioni di NO_x compresa tra il 50% e l'80% rispetto a quelle rilasciate da bruciatori a tecnologia "tradizionale".

Un ulteriore contributo alla riduzione delle emissioni è ottenibile mediante l'utilizzo di generatori di calore ad alta efficienza energetica che possono garantire risparmi di combustibile tra il 15 e il 20% e quindi una conseguente riduzione delle emissioni.

E' quindi auspicabile che, al fine di massimizzare la riduzione delle emissioni, eventuali iniziative volte a migliorare il parco generatori esistente e ad indirizzare le nuove installazioni, non si focalizzino esclusivamente su obiettivi di prestazione energetica, ma anche e soprattutto sulla riduzione dei fattori di emissione, attraverso l'applicazione delle moderne tecnologie di combustione oggi commercialmente disponibili.

Un corretto dimensionamento termico dell'impianto oltre a migliorare il rendimento con diminuzione dei consumi e quindi delle emissioni, riduce al minimo le fasi di accensione e spegnimento che possono provocare emissioni suppletive di incombusti.

Sono, inoltre, auspicabili tutti gli interventi finalizzati alla termoregolazione e contabilizzazione del calore per singoli utenti, nonché al miglioramento delle prestazioni energetiche degli involucri edilizi purchè ciò non comporti una diminuzione del numero di ricambi di aria.

Per quanto riguarda il gasolio si auspica l'abbassamento del suo contenuto di zolfo dagli attuali 2.000 ppm a 50 ppm come già avvenuto per il gasolio per autotrazione. Qualora ciò non fosse possibile a breve scadenza, si raccomanda la riconversione a GN o GPL.

Sebbene l'inquinamento industriale generato dagli insediamenti produttivi nelle aree urbane è ormai molto limitato, validi strumenti per la riduzione delle emissioni inquinanti di tale settore si possono riconoscere nelle direttive comunitarie 96/61/CE (IPPC) e 2001/81/CE (NEC). La Direttiva IPPC prevede che, per ogni impianto appartenente ai settori produttivi coinvolti nell'applicazione della direttiva stessa (acciaio, cemento, energia, ecc.), vengano individuate le migliori tecniche disponibili al fine di contenere l'impatto dell'attività sull'ambiente nel suo complesso. La Direttiva NEC invece fissa, per ogni Stato membro, il tetto massimo per le emissioni di SO_x, NO_x, COV e NH₃.

Si ritiene particolarmente importante sottolineare la necessità che, nell'ambito delle istruttorie relative alle procedure autorizzative che prevedono la fissazione di limiti di emissione in atmosfera o di parametri ad essi riconducibili (ad esempio, DPR 203/88, D.Lgs 59/2005, D.Lgs. 22/97, ecc.), venga tenuta in particolare considerazione l'attuale condizione di criticità che caratterizza la qualità dell'aria in alcune aree del territorio nazionale soprattutto per quanto riguarda la presenza di ossidi di azoto e di particolato.

In questo momento storico del Paese, particolare attenzione viene posta agli impianti di produzione di energia elettrica e di incenerimento dei rifiuti. Questi impianti, sebbene oggetto di forti preoccupazioni da parte dell'opinione pubblica, sono in grado di assolvere al loro compito in modo rispettoso per l'ambiente attraverso una valutazione integrata accurata ed attraverso prescrizioni adeguate all'impatto ambientale dell'impianto stesso.

Lo strumento dell'autorizzazione ambientale integrata si rivela pertanto decisivo.

La produzione di energia, elemento chiave per lo sviluppo del Paese, richiede comunque altre azioni, anche a lungo termine. Ad esempio, appare sempre più necessario sviluppare ricerche ed applicazioni di fonti energetiche ad emissione nulla o trascurabile.

A proposito della produzione di energia elettrica, negli ultimi tempi sono entrate in funzione centrali turbogas a ciclo combinato che, oltre ad utilizzare combustibili a basso impatto ambientale (GN) sono caratterizzate da elevatissima efficienza. In particolare, a partire dal 2002, si è registrato un significativo numero di autorizzazioni alla costruzione ed all'esercizio di centrali turbogas che, nel caso di impianti "green field", risultano per la gran parte localizzate in aree a destinazione agricola non immediatamente limitrofi ai centri urbani.

Riguardo a queste centrali si sono creati allarmi in quanto ritenute responsabili delle emissioni di particolato fine. Nella sostanza è bene precisare che il particolato fine non viene emesso in quantità sostanziali, ma formato a seguito della reazione degli ossidi di azoto e della loro trasformazione in nitrato di ammonio per reazione con ammoniaca di origine principalmente agricola. Tale reazione necessita di elevati tempi di reazione, per cui il particolato formato non avrà un impatto rilevante sulle concentrazioni atmosferiche di particolato nelle zone limitrofe, ma contribuirà ad accrescere le concentrazioni su un'area vasta e dovrà pertanto essere valutato in un ambito più ampio di pianificazione.

La tecnologia turbogas a ciclo combinato, utilizzata per gli impianti di produzione di energia elettrica, ha emissioni specifiche riferite a NO_x e CO sensibilmente minori di quelle degli impianti convenzionali.

In considerazione del contributo degli NO_x alla formazione di particolato secondario, appare importante esaminare i sistemi di abbattimento degli NO_x applicabili a tali impianti.

Le più diffuse modalità di abbattimento degli ossidi di azoto sono: sistemi con iniezione di acqua o vapore (water-steam injection), tecnologie di abbattimento a secco (bruciatori DLN – Dry Low NO_x), dispositivi catalitici di riduzione degli NO_x (SCR-Selective Catalytic Reduction) posti a valle della fase di combustione.

Il **sistema di abbattimento con iniezione di acqua o di vapore** risulta oramai sorpassato sia per i limiti di abbattimento raggiungibili (100 mg/Nm³ di NO_x) sia per la necessità di disporre di risorse idriche elevate.

Le **tecnologie di abbattimento a secco**, consistenti nell'utilizzo di bruciatori con combustibile immesso a stadi o gradualmente, sono quelle oggi maggiormente utilizzate e consentono il miglior compromesso tra valori di abbattimento di 30÷50 mg/Nm³ di NO_x e rendimenti elettrici pari al 55-58%.

Il **sistema SCR** permette la riduzione degli ossidi di azoto con processi catalitici, tuttavia tale sistema, pur presentando una efficienza di abbattimento elevata (80-90%), comporta

l'immissione nel flusso dei fumi di tracce di ammoniaca, la quale produce sali di ammonio (es. nitrato di ammonio), che danno origine sia a emissioni di particolato e che alla formazione di prodotto intermedio quale l' N_2O che è uno dei gas serra con un potere equivalente alla CO_2 pari a 310.

Tali "svantaggi", uniti alla concomitante riduzione dell'efficienza dell'impianto, richiedono una valutazione del rapporto costo/beneficio dell'impiego dei sistemi SCR: nonostante la loro alta efficienza di abbattimento, in molti casi sembra privilegiata l'adozione di misure primarie di abbattimento, come i citati bruciatori DLN.

4. Le priorità di intervento individuate

Partendo dall'analisi fin qui condotta, che ha permesso di individuare le maggiori criticità connesse al fenomeno del PM_{10} primario e secondario, si passa di seguito a delineare gli elementi principali di una politica integrata di riduzione delle emissioni inquinanti, basata su azioni settoriali specifiche di natura strutturale (par. 4.1) e su un sistema di strumenti conoscitivi affidabili e condivisi, che comprende i sopraccitati studi epidemiologici (par. 4.2).

Per ciascuna delle due aree di intervento si definiscono le relative priorità d'azione e si riportano gli interventi già avviati nonché le risorse attualmente disponibili.

Si sottolinea che quelle di seguito riportate sono indicazioni di carattere generale in merito a possibili misure di riduzione delle emissioni e che per pianificare interventi nel breve/medio e lungo periodo è opportuno, caso per caso, operare una preventiva valutazione dell'efficacia delle azioni (tecniche e non tecniche). È determinante, infatti, disporre di strumenti che consentano di selezionare tra le misure possibili quelle più efficaci, anche tenendo conto dei costi/benefici, della portata spazio-temporale e delle implicazioni sugli strumenti tecnico amministrativi ai vari livelli istituzionali. Tali strumenti saranno trattati nella sezione 4.2.

4.1 Settori prioritari di intervento

Anche sulla base dell'analisi condotta nel paragrafo 3.1, si individuano di seguito i settori prioritari di intervento, delineando per ciascuno di essi le azioni da attivare.

- settore trasporti (aree urbane ed extraurbane);
- settore industria;

- settore residenziale e terziario.

- **Settore trasporti**

Come già evidenziato, il settore dei trasporti è il maggiore responsabile della produzione di PM₁₀ (49%) primario e richiede una strategia d'intervento che si realizzi, in un'ottica di integrazione, in ambito sia urbano che extraurbano.

In particolare è necessario avviare azioni sinergiche, definite e coordinate all'interno dei diversi strumenti pianificatori, di natura infrastrutturale, gestionale e normativa, orientate alla razionalizzazione della mobilità delle persone e delle merci.

In ambito urbano gli interventi di razionalizzazione della mobilità di passeggeri e merci possono assumere una grande importanza, specialmente se integrati tra loro, in quanto l'effetto complessivo delle diverse azioni può risultare superiore al risultato ottenuto dai singoli interventi, adottati a carattere episodico o permanente, le cui riduzioni attese delle emissioni inquinanti possono anche essere trascurabili.

Accanto agli interventi di potenziamento del trasporto pubblico, ammodernamento delle flotte, mobility management, in parte già attivati (par. 4.1.2), si ritiene necessario promuovere una serie di azioni mirate alla razionalizzazione del sistema di distribuzione delle merci, considerato che i veicoli commerciali in ambito urbano arrivano a determinare fino al 40% dell'inquinamento atmosferico da polveri primarie e dei costi di gestione del traffico, e che l'incidenza delle percorrenze dei veicoli commerciali sul traffico urbano complessivo si attesta attualmente intorno al 10-15%.

- **Settore industria**

Dall'analisi del contributo alle emissioni di inquinanti atmosferici derivante dai diversi settori di attività, quello relativo al segmento produttivo risulta molto consistente (27%) ed è strettamente connesso alle tecnologie adottate (sia nel processo produttivo che nei sistemi di abbattimento) e alla localizzazione delle unità produttive.

Elemento chiave per ottenere significative riduzioni degli impatti ambientali a parità di unità di prodotto è rappresentato dall'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili.

Inoltre l'introduzione, ove possibile, di soluzioni innovative che garantiscano prestazioni superiori a quelle richieste dalle norme, sia per quanto riguarda i processi produttivi che i prodotti stessi potrà essere adeguatamente sostenuta attraverso politiche di incentivazione e di informazione/sensibilizzazione. L'incisività di tali azioni dipende

strettamente dai vincoli procedurali fissati dalla disciplina comunitaria degli aiuti di stato e in particolare dalla disciplina dedicata agli interventi in campo ambientale, la quale, in questi anni di applicazione, risulta non essere stata in grado di favorire l'introduzione di processi e prodotti innovativi e, di conseguenza, penalizzante e poco efficace.

A tal fine sembra quindi prioritario inserirsi nel processo di revisione in corso delle discipline settoriali degli aiuti di stato, con particolare attenzione, oltre che agli aiuti in campo ambientale, anche a quelli a finalità regionale, al settore ricerca e sviluppo e alle esenzioni per categoria (PMI, "de minimis").

- **Settore residenziale e terziario**

La necessità di avviare interventi in tale settore è connessa al già citato aumento di emissioni (pari al 33% dal 1990 al 2003) dovuto al generale incremento dei consumi energetici, ed in particolare ad un crescente utilizzo della legna come combustibile. Tali interventi sono rivolti a favorire l'utilizzo di generatori di calore innovativi (ad alto rendimento e basse emissioni), di combustibili a basso impatto ambientale e l'uso di fonti energetiche rinnovabili, nonché a migliorare l'efficienza energetica complessiva del sistema edificio-impianto, dei sistemi distributivi e di regolazione.

4.1.1 Priorità di intervento nei settori individuati

Si individuano di seguito le azioni prioritarie da attuare rispetto a ciascuno dei settori di intervento descritti nel precedente paragrafo.

Per il **settore dei trasporti** si opera una distinzione tra le aree urbane ed extraurbane, e si definiscono di seguito i relativi interventi prioritari.

In ambito urbano gli interventi prioritari sono quelli relativi alla mobilità delle persone e alla movimentazione delle merci e prevedono azioni quali:

- la predisposizione e attuazione dei Piani Urbani della Mobilità (PUM);
- il potenziamento del trasporto pubblico e l'ammodernamento delle flotte, attraverso la sostituzione dei mezzi obsoleti e l'incremento del numero dei veicoli a basso impatto, affiancati, laddove giustificati da un'analisi costi/benefici, dall'utilizzo di sistemi retrofit delle emissioni, nonché l'integrazione del servizio con sistemi alternativi e flessibili;

- la razionalizzazione della distribuzione delle merci in ambito urbano con interventi gestionali (es. introduzione di regole di accesso in determinate aree sensibili, divieti di sosta e restrizioni delle zone e delle fasce destinate alle operazioni di carico e scarico, obbligo di utilizzo di veicoli a basso impatto) e infrastrutturali (es. piattaforme logistiche o l'introduzione di tecnologie innovative per la movimentazione delle unità di carico ai terminali di raccolta e la gestione automatica delle operazioni di carico e scarico);
- la disciplina e l'ulteriore sviluppo del mobility management, quale strumento di integrazione delle differenti misure gestionali della domanda di mobilità, di quelle di comunicazione e di introduzione dei servizi innovativi per la mobilità sostenibile;
- il potenziamento del servizio di car sharing, quale misura innovativa complementare al trasporto pubblico;
- l'uso della politica tariffaria delle aziende di trasporto quale strumento di controllo della domanda di mobilità e l'introduzione di forme di incentivazione legate alla leva fiscale (es. deducibilità del costo degli abbonamenti ai servizi di trasporto pubblico locale dal reddito imponibile);
- la promozione di carburanti a basso impatto ambientale (metano e gpl), del gasolio con contenuto in zolfo < 10 ppm nonché dei biocarburanti;
- la programmazione degli interventi di disincentivazione dell'uso dei mezzi individuali motorizzati;
- lo sviluppo di articolate campagne di formazione, comunicazione ed educazione ambientale rivolte ai cittadini allo scopo di favorire l'adozione di comportamenti più virtuosi dal punto di vista ambientale;
- lo sviluppo e l'adozione di sistemi telematici finalizzati a indirizzare la domanda di mobilità e a controllare e fluidificare il traffico;
- l'introduzione di un sistema di tassazione dei veicoli in funzione delle emissioni (degli inquinanti e della CO₂), coerente con gli indirizzi dettati a livello comunitario;
- la prosecuzione delle politiche di incentivo al rinnovo del parco autoveicoli.

Per l'ambito extraurbano si considerano prioritari interventi di:

- promozione dell'intermodalità, attraverso l'incentivazione di sistemi di trasporto ferroviario e marittimo, soprattutto laddove l'adozione di questi sistemi risulti efficace in funzione delle percorrenze e della tipologia della merce trasportata;

- definizione di apposita regolamentazione per la riduzione del traffico, in particolare quello dovuto al trasporto delle merci, su strade statali ed autostrade, fortemente influente nel bilancio delle emissioni di molte realtà locali.

Per il **settore industriale** si ritengono prioritarie le azioni di gestione del rilascio delle autorizzazioni alle attività produttive e in particolare:

- la verifica della rispondenza delle materie prime, dei processi e cicli di lavorazione, dei sistemi di contenimento delle emissioni al criterio delle migliori tecniche disponibili, che consenta di ridurre quanto più possibile le emissioni inquinanti;
- l'introduzione di meccanismi di revisione dei limiti stabiliti nelle autorizzazioni adeguati all'avanzamento tecnologico di ogni specifico settore o processo di lavorazione;
- la valutazione della localizzazione degli impianti, tenendo conto dei vincoli introdotti dai Piani Regionali per la tutela ed il risanamento della qualità dell'aria in relazione alla capacità delle diverse zone a ricevere nuove emissioni, e tenendo conto che a livello locale le attività produttive costituiscono spesso una componente rilevante delle emissioni complessive.

A questa attività si affianca anche la necessità di promuovere, attraverso la definizione di strumenti agevolativi e la promozione di campagne di informazione/sensibilizzazione, lo sviluppo e l'adozione di nuove tecnologie capaci di ridurre la pressione ambientale delle attività produttive. In tale contesto è importante partecipare al processo, in atto in sede comunitaria, di revisione delle discipline settoriali degli aiuti di stato che definiscono le modalità di accesso alle agevolazioni pubbliche. Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla revisione della disciplina degli aiuti in campo ambientale nell'ottica di aumentare l'efficacia dei futuri strumenti agevolativi dedicati all'ambiente e secondo le seguenti indicazioni:

- semplificazione procedurale;
- incremento dell'intensità degli aiuti;
- introduzione di meccanismi che promuovano l'innovazione tecnologica in campo ambientale.

Di notevole interesse risulta anche l'attivazione di specifici interventi sui sistemi produttivi locali (es. distretti industriali), per i quali si rileva un elevato livello di efficacia in termini dei miglioramenti ambientali ottenibili con interventi innovativi integrati, considerate le

caratteristiche di tali realtà: elevata concentrazione territoriale, contiguità fisica delle unità produttive, omogeneità dei processi produttivi. La tipologia di interventi da attivare è di natura integrata di riqualificazione/razionalizzazione ambientale degli aspetti produttivi (es. risparmio energetico e idrico, riduzione delle emissioni atmosferiche, riduzione della produzione di rifiuti) ma anche organizzativi e logistici (es. mobilità delle persone e delle merci), a cui si affiancano interventi di rilocalizzazione produttiva per motivi ambientali.

Per il **settore residenziale e terziario** si ritengono prioritari interventi finalizzati all'aumento di efficienza dei sistemi di climatizzazione degli ambienti, tenendo conto del criterio della migliore tecnologia disponibile e di alcune considerazioni che si riassumono di seguito:

- per i sistemi per la produzione del calore, dove si verificano le condizioni di fattibilità, devono essere privilegiati i sistemi di teleriscaldamento con la termoregolazione e la contabilizzazione del calore per ogni unità abitativa;
- per la promozione della cogenerazione, ed in particolare per quella di piccola e media taglia, che si rivolge soprattutto a utenze di tipo civile localizzate spesso in aree urbane, dove essere posta particolare attenzione alle condizioni applicative, in particolare prediligendo le situazioni in cui venga massimizzato lo sfruttamento dell'energia termica cogenerabile. Questo aspetto comporta una scelta della taglia di impianto tarata sull'utenza termica piuttosto che su quella elettrica. Al fine di evitare che la diffusione della cogenerazione in aree critiche per la qualità dell'aria comporti un peggioramento del quadro emissivo locale, gli interventi effettuati dovranno garantire che le quantità di NO_x e di PM emesse non siano superiori a quelle che si sarebbero originate se la stessa utenza termica fosse stata soddisfatta da un generatore di calore convenzionale;
- per la promozione dell'utilizzo delle biomasse devono essere attentamente valutate sia la localizzazione degli impianti sia la potenzialità degli stessi, soprattutto in relazione alla possibilità di adottare le tecnologie di combustione e di abbattimento in grado di ridurre quanto più possibile le emissioni di PM e NO_x, che altrimenti si posizionano su valori decisamente più elevati rispetto a quelle ottenibili dai combustibili fossili comunemente utilizzati;
- deve essere prevista, nel caso di nuovi edifici, una configurazione di tipo centralizzato con termoregolazione e contabilizzazione del calore separata per ogni

unità abitativa, anche per agevolare il collegamento ai sistemi di teleriscaldamento. Nel caso di edifici esistenti devono essere evitati gli interventi finalizzati alla trasformazione da impianti termici centralizzati ad impianti con generazione di calore separata per singola unità abitativa (caldaiette), prevedendo, di contro, la diffusione dei sistemi che consentono la regolazione e la contabilizzazione separata del calore;

- per i generatori di calore deve essere previsto, sia per i nuovi impianti che per le sostituzioni di generatori esistenti, l'utilizzo di quelli più innovativi, incentivando i sistemi caratterizzati, oltre che da elevati valori di rendimento energetico, anche e soprattutto da emissioni di PM e NO_x particolarmente contenute;
- per la costruzione degli edifici adottare idonee tecniche e sistemi di coibentazione ed isolamento termico;
- per la scelta dei combustibili, il metano, il gpl ed il gasolio costituiscono i combustibili di riferimento per il settore civile, accanto al ricorso alle fonti rinnovabili (solare termico e fotovoltaico) con priorità di intervento negli edifici pubblici.

4.1.2 Interventi attuati e previsti e risorse attualmente disponibili

La priorità che ha guidato l'azione del MATT, negli ultimi anni, è stata di promuovere progetti e iniziative volti alla realizzazione di interventi strutturali finalizzati alla riduzione permanente dell'impatto ambientale e dei consumi energetici derivanti dal traffico urbano. Tali politiche sono state finalizzate, in particolare, alla gestione della domanda di mobilità, attraverso interventi mirati a:

- la graduale disincentivazione del trasporto privato;
- l'incentivazione dell'utilizzo di carburanti a basso impatto ambientale;
- il miglioramento e la diversificazione dell'offerta di trasporto collettivo.

Nel periodo 1999-2003, circa 220 MLN di Euro sono stati impegnati per interventi sulla mobilità sostenibile a favore di Enti Locali e Regioni, che hanno finanziato complessivamente 254 progetti nelle aree urbane a favore di 85 Enti Locali.

Riguardo alle prossime attività già programmate e le relative risorse:

- la legge delega in materia ambientale (Legge n. 308/2004) ha stanziato 150 milioni di euro per la prosecuzione degli accordi di programma in essere in materia di sviluppo

sostenibile e di miglioramento della qualità dell'aria, dei quali 100 mln di € sono stati destinati, in particolare, ai seguenti programmi nazionali di finanziamento:

- incentivi ai privati cittadini per la conversione a metano o GPL di veicoli EURO I e EURO II (ICBI-Iniziativa carburanti a basso impatto ambientale) – 20 milioni di euro;
 - incentivi per la diffusione di ciclomotori a basso impatto ambientale (“Accordo MATT – ANCMA”) - 50 milioni di euro;
 - incentivi per la promozione del metano per autotrazione (“Progetto Metano”) - 20 milioni di euro;
 - diffusione del servizio Car Sharing sul territorio nazionale (Programma Nazionale Car Sharing) - 10 milioni di euro.
- il bando definito dal MATT, in accordo con l’ANCI (Associazione Nazionale Comuni Italiani), a favore dei comuni mette a disposizione circa 8,5 milioni di euro per progetti di razionalizzazione della mobilità in ambiente urbano;
 - il decreto interministeriale del 24 maggio 2004 sottoscritto dal MATT, dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e dal Ministero dell’Economia e delle Finanze, ha stanziato risorse per 90 milioni di euro, in attuazione dell’ art. 17, comma 1 della legge n. 166/2002, per l’erogazione di incentivi per l’acquisto di mezzi a basso impatto ambientale a soggetti pubblici ed aziende che svolgono servizi di pubblica utilità.

Ulteriori risorse sono state stanziare da uno specifico fondo istituito per le esigenze di tutela ambientale connesse al miglioramento della qualità dell'aria ed alla riduzione delle emissioni di polveri sottili in atmosfera nei centri urbani, dal decreto legge n. 16/2/2005, convertito con modifiche dalla Legge n. 58 del 22/04/2005. Si evidenzia al riguardo che tale provvedimento assume un carattere strutturale, in quanto le risorse sopraindicate saranno disponibili annualmente.

4.2 Sviluppo strumenti conoscitivi

L’esigenza di garantire la conformità alle prescrizioni comunitarie in materia di qualità dell’aria, in particolare alla direttiva quadro 96/62/CE, recepita con il decreto legislativo n. 351 del 4 agosto 1999²¹, comporta innanzitutto la necessità di dotarsi di un sistema nazionale di monitoraggio affidabile e completo, nonché di strumenti gestionali, valutativi e previsionali adeguati che siano condivisi da tutti i soggetti coinvolti nelle diverse attività: le

21 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente”. Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del 13 ottobre 1999, n. 241.

regioni e le province autonome, responsabili del monitoraggio degli inquinanti atmosferici e della predisposizione e attuazione dei piani o programmi per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria; il MATT che svolge attività di coordinamento ed è responsabile della raccolta e validazione dei dati e delle informazioni nonché della trasmissione della relativa documentazione alla Commissione Europea.

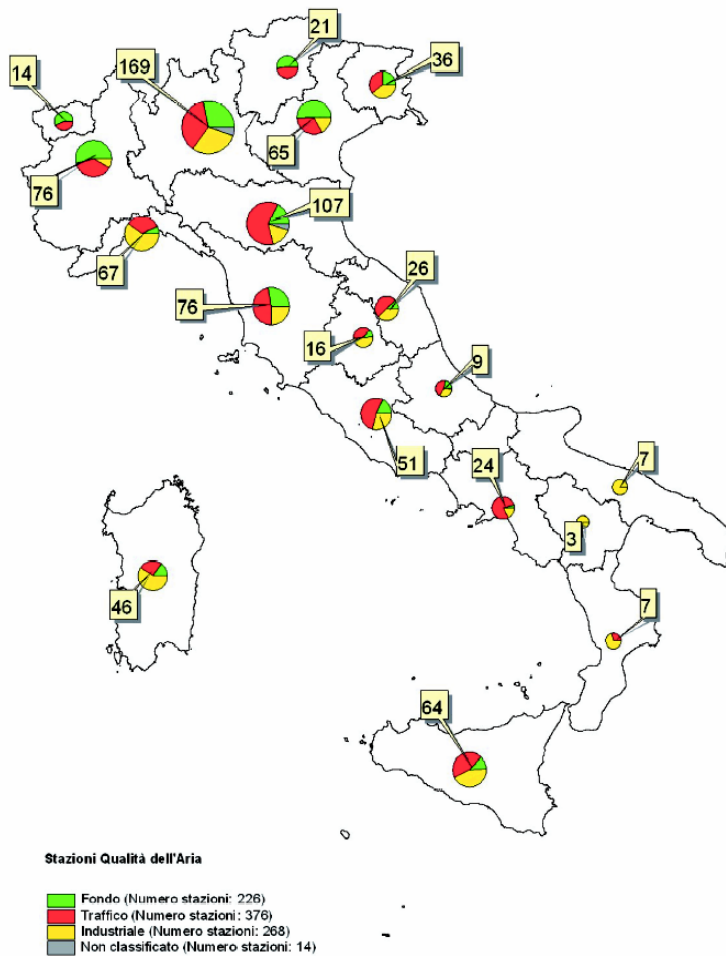
In tale ambito le principali criticità rilevate interessano:

- le reti di monitoraggio;
- gli inventari di emissione nazionali, regionali e locali;
- i dati meteo;
- la valutazione dell'efficacia e dei costi/benefici delle misure attraverso i modelli;
- la sorveglianza epidemiologica degli effetti sanitari.

- **Le reti di monitoraggio**

La principale criticità è rappresentata dallo squilibrio nella struttura delle reti regionali di monitoraggio, caratterizzate sia da un elevato numero di siti orientati al traffico rispetto a quelli di fondo urbano e suburbano, sia da una disomogenea distribuzione delle stazioni sul territorio nazionale con una carenza di centraline, in particolare, in alcune aree del Mezzogiorno.

Di seguito (figura 33) è riportata la distribuzione delle 884 stazioni di monitoraggio, censite al 2002 da APAT in Italia, disaggregate per regione e per tipologia. In realtà, il numero delle stazioni presenti sul territorio nazionale è, secondo dati resi disponibili al MATT attraverso i rapporti sulla qualità dell'aria prodotti fino al 2001, più alto in alcune regioni rispetto a quanto qui di seguito rappresentato.



FONTE: Annuario APAT 2003

Figura 33 - Distribuzione delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale

Si evidenzia come, in molti casi, soprattutto per le stazioni di traffico, le reti risultano scarsamente rappresentative della reale esposizione della popolazione agli inquinanti atmosferici, in quanto composte, in gran parte, da stazioni di monitoraggio ubicate in siti caratterizzati da aree di rappresentatività sensibilmente inferiori a quelle indicate dalle direttive 99/30/CE e 00/69/CE.

Dall'analisi condotta emerge quindi con chiarezza la necessità di promuovere iniziative tese alla razionalizzazione e all'aggiornamento delle reti di rilevamento regionali finalizzate al rispetto delle norme in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, tenuto conto del complesso delle informazioni disponibili sul territorio regionale.

Inoltre, in particolare per il PM₁₀, si evidenzia l'importanza di aumentare, attraverso una rete nazionale dedicata, il livello di conoscenza delle dinamiche di particolari fenomeni, quali gli episodi di trasporto di sabbie sahariane e gli altri eventi naturali, ai fini della

quantificazione del loro contributo al fenomeno dell'inquinamento da PM₁₀, che può in alcuni casi essere rilevante per i superamenti del valore limite giornaliero. Ciò al fine di migliorare l'attuazione di quanto previsto dalle Direttive europee per tale inquinante e di definire la situazione italiana rispetto agli standard proposti dalla Commissione Europea per il PM_{2,5}.

I dati ed i metadati riferiti alle stazioni di monitoraggio utilizzate nel processo di scambio di informazioni ai sensi della Decisione 2001/752/CE sono soggetti ad aggiornamento annuale e l'ultima versione si riferisce all'anno 2004. Permangono criticità sulla completezza dei metadati delle stazioni di monitoraggio che non sono inserite nel suddetto processo.

Infine, si sottolinea che le nuove prescrizioni della normativa comunitaria in tema di qualità dell'aria, per le quali gli stati membri sono tenuti a trasferire alla CE due flussi distinti di informazioni secondo le previsioni del DM 60/2002 (questionario ex allegato XII) e della Decisione europea *Eol-Exchange of Information (Dec 97/101/CE modificata dalla Dec 2001/752/CE)*, prevedono la necessità di disporre delle misure di concentrazione degli inquinanti che siano comparabili tra loro sull'intero territorio dell'Unione. Tale obiettivo prevede la necessità di equilibrare, razionalizzare e aggiornare l'attuale sistema di reti di monitoraggio, ad oggi ancora non ovunque conforme ai criteri stabiliti dalle normative nazionali e comunitarie.

- **Gli inventari di emissione nazionali, regionali e locali**

Lo sviluppo e il rafforzamento degli inventari delle emissioni a scala nazionale, regionale e locale rappresenta un elemento di grande importanza per la definizione di politiche di riduzione del PM₁₀ in atmosfera. Le principali criticità sono relative a:

- le informazioni sui fattori di emissione per il PM₁₀, non sono ancora complete, consolidate e correlate alla realtà italiana;
- i dati relativi alle emissioni, ancora incompleti, infatti non tutte le regioni hanno elaborato un inventario regionale;
- la mancanza di coerenza e di confrontabilità degli inventari elaborati ai diversi livelli (nazionale, regionale e locale).

Dall'analisi effettuata emerge che le criticità interessano soprattutto gli inventari elaborati a livello locale.

Al fine di elaborare scenari emissivi di riferimento e di riduzione a livello regionale coerenti con gli scenari nazionali elaborati in applicazione delle disposizioni della direttiva 2001/81 in materia di “Limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici”, si ritiene utile definire procedure per confrontare e armonizzare gli inventari di emissione elaborati a livello regionale (bottom up) con quelli ottenuti dalla “scalatura” a livello regionale dell’inventario nazionale (top down).

- **I dati meteo**

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.

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. La possibilità di disporre di attendibili previsioni rispetto all’evoluzione del fenomeno dell’inquinamento, richiede quindi azioni finalizzate a colmare la carenza di reti di rilevamento e contestualmente intervenire sull’assenza di data base aggiornati dei dati meteorologici.

- **Gli strumenti modellistici per la valutazione integrata - MINNI e RAINS-Italia -**

Come richiamato in precedenza, è emersa con chiarezza la necessità di sviluppare adeguati strumenti modellistici per la valutazione dell’efficacia e dei costi associati alle misure da individuare nell’ambito dei piani regionali e dei piani d’azione della qualità dell’aria. In tale contesto è cruciale definire una metodologia per:

- la definizione di un quadro conoscitivo avanzato, al fine di delineare una strategia nazionale per il contenimento delle emissioni degli inquinanti atmosferici ed, in generale, per la pianificazione di tutte le misure volte alla tutela e al risanamento della qualità dell’aria;

- la valutazione dell'efficacia delle misure adottate per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Tale attività necessita di un sistema modellistico che sia in grado di elaborare a livello nazionale gli scenari di emissione, deposizione e concentrazione in aria ambiente dei principali inquinanti, visti i limiti emersi nell'utilizzo di modelli a scala continentale, derivanti sia dalla posizione geografica, sia dalle caratteristiche morfologiche del territorio italiano, che influiscono notevolmente sulle dinamiche meteorologiche che si instaurano in particolari aree. Si evidenzia come questo ultimo aspetto risulti poi particolarmente significativo per la corretta valutazione del PM₁₀ nelle aree urbane.

A tale scopo, dal 2002, è stato sviluppato un Modello di Valutazione Integrata per l'Italia - Progetto MINNI – (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico), che prevede la realizzazione di un sistema modellistico nazionale in grado di elaborare scenari di emissione, deposizione e concentrazione in aria ambiente di inquinanti atmosferici, nonché di definire scenari “di tendenza” per la CO₂. Tale strumento operando in sinergia con il modello integrato RAINS-Italy, permette anche di valutare i costi di scenari emissivi alternativi per gli inquinanti considerati, e quindi l'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni, sia a livello nazionale che regionale.

Lo scenario emissivo sviluppato mediante tale modello integrato può successivamente essere “scalato” a livello regionale e per aree metropolitane (es. Torino, Milano, Roma, Napoli), generando scenari emissivi regionali o locali di riferimento. Tramite il modello RAINS-Italy, possono poi essere definite, a partire dagli scenari emissivi, mappe di concentrazione medie annue, per i vari inquinanti, e anche scenari di impatto degli inquinanti atmosferici sulla salute e l'ambiente mediante l'accoppiamento delle mappe di concentrazioni annuali calcolate dal modello con mappe di indicatori di sensibilità. Lo scenario emissivo sopra descritto può inoltre alimentare il modulo di trasporto, dispersione e chimica dell'atmosfera del modello integrato (il modulo AMS-Italy del Progetto MINNI) così da consentire la realizzazione di mappe di concentrazione orarie di inquinanti. In linea di principio tali mappe possono avere risoluzioni via via più dettagliate fino ad arrivare alla scala locale. Per limiti dovuti ai tempi di calcolo, ciò ha però senso solo per aree limitate e particolarmente critiche (uno studio del genere è ad esempio in corso per il bacino padano).

Il vantaggio di partire da un modello che riproduce uno scenario emissivo nazionale sta nel fatto che in questo caso gli scenari regionali che ne derivano risultano essere omogenei tra loro e coerenti con lo scenario nazionale che l'Italia utilizza sui tavoli internazionali dove si discutono e si negoziano obiettivi e target di riduzione degli inquinanti atmosferici e di qualità dell'aria. Un altro vantaggio è nella implicita valutazione dell'influenza delle variazioni di emissioni nelle regioni limitrofe sulla qualità dell'aria in una determinata area. Alcune carenze del sistema attuale, che il Ministero sta affrontando in collaborazione con le Regioni, gli Enti Locali e con il supporto dell'APAT, del CNR ed ENEA, sono riconducibili al fatto che l'insieme dei dati di ingresso attualmente utilizzato per il calcolo degli scenari considera le misure tecniche introdotte a livello nazionale con la legislazione vigente (quali limiti alle emissioni dai grandi impianti di combustione, standard per i trasporti ecc.), producendo scenari emissivi su scala nazionale e regionale, mentre non si tiene conto né di eventuali misure tecniche aggiuntive introdotte a livello locale, che richiedono standard più stringenti rispetto alla legislazione nazionale, né delle misure non tecniche. Si ritiene opportuno sviluppare appositi moduli per la valutazione degli scenari di impatto e per la determinazione delle concentrazioni medie annue che tengano conto anche del contributo del particolato secondario.

- **La sorveglianza epidemiologica degli effetti sanitari**

Le evidenze disponibili sugli effetti a breve termine in Italia si fermano al 2001-2002. E' chiaro che l'osservazione deve essere aggiornata in modo da valutare l'effetto del PM₁₀ considerando le diverse aree del Paese ed esaminando in dettaglio patologie diverse. Si tratta di un sistema prospettico di osservazione con lo scopo specifico di rispondere ad importanti interrogativi sulla evoluzione temporale dell'effetto degli inquinanti, anche a seguito delle modifiche ambientali, sugli effetti della dimensione/composizione del particolato, sulle popolazioni suscettibili. Deve essere garantita la possibilità di avviare a livello nazionale, anche in collaborazione con altri centri Europei, uno studio di coorte sugli effetti a lungo termine.

4.2.1 Priorità nella definizione degli strumenti conoscitivi

Si individuano di seguito le azioni prioritarie da attuare rispetto a ciascuno degli strumenti conoscitivi descritti nel precedente paragrafo.

Per le **reti di monitoraggio** le priorità di intervento sono:

- assicurare che, in tutte le zone del territorio nazionale, la rete di monitoraggio sia conforme alle norme vigenti;
- aggiornare e rendere disponibili i dati e i metadati relativi alle reti di monitoraggio presenti sul territorio nazionale;
- equilibrare il rapporto tra il numero di stazioni di monitoraggio orientate al traffico e quelle di fondo urbano e suburbano in conformità ai criteri dettati dalle norme comunitarie;
- incrementare, ove necessario, il numero di stazioni in cui si misurano alcuni inquinanti tra cui le polveri sottili (PM₁₀, PM_{2.5});
- avviare il monitoraggio dei metalli pesanti e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) in conformità con la direttiva 2004/107/CE;
- realizzare il sistema denominato RIPA (Rete Italiana Particolato Atmosferico), già approvato nel tavolo di coordinamento tra il Ministero, le Regioni e gli Enti Locali, finalizzato a valutare l'apporto di polveri di origine naturale (sabbie sahariane e altri eventi naturali) al fenomeno dell'inquinamento da polveri sottili (PM₁₀ e PM_{2.5}), attraverso l'istituzione di una rete di monitoraggio della qualità dell'aria composta da sette siti di fondo rurale remoto e regionale (tre postazioni nel Nord Italia, due postazioni nel Centro e due postazioni nel Sud).

Per gli **inventari di emissione nazionali, regionali e locali**, si individuano le seguenti priorità:

- istituire un sistema di confronto tra gli inventari elaborati ai diversi livelli (nazionale, regionale e locale);
- istituire un sistema di raccolta, validazione e sistematizzazione dei dati *input* degli inventari;
- potenziare gli inventari su scala nazionale, interregionale (es. bacini interregionali omogenei dal punto di vista meteorologico) e regionale e quelli relativi alle aree metropolitane.

Per i **dati meteo** le priorità sono:

- potenziare le reti di rilevamento dei parametri meteo;
- attivare un sistema di raccolta ed elaborazione che garantisca il continuo aggiornamento e la completa disponibilità dei dati e delle informazioni relative alle reti di rilevamento dei dati meteo presenti sul territorio nazionale.

Per i **modelli di valutazione integrata - MINNI e RAINS-Italia** - le priorità sono le seguenti:

- sviluppare ulteriormente e potenziare i modelli individuati;
- incrementare la loro risoluzione spaziale;
- garantire in continuo aggiornamento dei dati di input;
- rendere disponibile i dati relativi agli output.

Per la **sorveglianza epidemiologica**, si individuano le seguenti priorità:

- costruzione del data-base italiano per gli anni 2002-2005;
- costruzione di un modello di osservazione prospettico;
- avvio della fattibilità di una coorte per la valutazione degli effetti a lungo termine.

4.2.2 Strumenti e risorse attualmente disponibili

Per la realizzazione delle priorità individuate nel precedente paragrafo sono state definite dal MATT, nell'ambito del Tavolo tecnico per la qualità dell'aria con la collaborazione dell'APAT e del CNR, i seguenti strumenti:

- le Linee guida per il corretto posizionamento delle stazioni di monitoraggio²²;
- Il Progetto RIPA, descritto nel precedente paragrafo.

Per detti interventi prioritari non risultano attualmente stanziare risorse a livello nazionale.

5. Le politiche degli altri Stati europei

5.1 La situazione ambientale e le maggiori criticità

L'analisi ha preso in considerazione le situazioni di inquinamento atmosferico e le relative politiche definite dai seguenti stati membri: Germania, Regno Unito, Svezia, Olanda, Spagna, Portogallo, Austria e Francia.

I superamenti dei valori limite in ambito urbano hanno riguardato, in tutti gli stati, principalmente il PM₁₀, al quale, in alcuni casi, si affiancano superamenti dei valori limite rispetto al biossido di azoto (NO₂) e al biossido di zolfo (SO₂).

²² "Documento di indirizzo per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia."

Le zone interessate da tali emergenze sono perlopiù aree metropolitane quali Berlino, Monaco, Stoccolma e Londra, ma anche centri di minori dimensioni come Norimberga, Amburgo, Duesseldorf, Gotheborg, Belfast.

Le principali fonti di emissioni sono rappresentate dal traffico veicolare, dagli impianti produttivi e dal riscaldamento domestico.

I *trends* sembrano registrare un miglioramento della qualità dell'aria rispetto agli anni '80, grazie ad interventi attuati su specifici settori (es. trasporti con l'introduzione delle marmitte catalitiche e il miglioramento della qualità dei carburanti), ma critico appare in tutti gli stati membri il fenomeno dell'inquinamento da PM₁₀, che registra dal 2000 in poi continui superamenti dei valori limite in molte aree urbane.

5.2 Interventi attuati e loro efficacia

Le politiche attivate si basano su un *mix* di azioni di natura infrastrutturale e normativo/gestionale dedicate prioritariamente ai trasporti, ma anche al settore produttivo e del riscaldamento civile.

In merito al settore dei trasporti, le misure più adottate dagli stati membri (Germania, Regno Unito, Olanda, Portogallo e Austria) nei piani e programmi di risanamento dell'aria, sono quelle relative al rinnovo tecnologico sia delle flotte pubbliche (spesso integrate con l'adozione di sistemi di *retrofit*) sia dei veicoli privati (passeggeri e merci); queste ultime azioni si presentano perlopiù sotto forma di incentivazione finanziaria.

Elevato sembra essere inoltre l'interesse per interventi di infrastrutturazione, quali la realizzazione di parcheggi di interscambio (Germania, Austria, Spagna, Portogallo), accanto ad interventi di ristrutturazione delle infrastrutture viarie, creazioni di svincoli e tangenziali, realizzazioni di gallerie in aree urbane.

Esperienze di razionalizzazione del settore delle merci in ambito urbano, sono state condotte da alcuni stati membri (Germania e Austria) anche attraverso interventi articolati che hanno previsto il potenziamento del trasporto su ferro nelle zone intorno alle città, la costruzione di *transit point*, l'adozione di veicoli a bassa emissione e la definizione di particolari percorsi urbani per la consegna delle merci.

Esperienze di mobility manager sono state condotte in Germania e in Austria.

Tra gli interventi di riduzione delle emissioni inquinanti indirizzati al settore produttivo si rilevano (Germania, Austria e Portogallo) misure dedicate alla gestione dei cantieri localizzati in ambito urbano, finalizzate alla riduzione della produzione di polveri, nonché l'adozione di specifiche limitazioni delle emissioni inquinanti da parte degli impianti

produttivi (Germania e Austria), o la concessione di finanziamenti per l'adozione di filtri di abbattimento (Portogallo).

Le misure di intervento destinate al settore del riscaldamento civile prevedono (Portogallo e Austria) l'obbligo all'adozione di sistemi di riscaldamento centralizzati nei nuovi edifici e la chiusura di impianti di combustione con più di venti anni di esercizio, l'utilizzo di combustibili a basse emissioni, accanto ad interventi di promozione del risparmio energetico e dell'utilizzo di energia da fonti rinnovabili.

Lo strumento fiscale viene utilizzato sia per promuovere l'acquisto di tir/autobus a bassa emissione (Germania), sia per contenere il traffico attraverso un aumento delle tasse in caso di congestione nei centri urbani (Francia).

Tra le altre iniziative di carattere normativo o gestionale si evidenziano l'elaborazione di piani del traffico, le limitazioni del traffico in particolari aree ai veicoli più inquinanti (es. EURO I, veicoli non provvisti di marmitta catalitica e diesel), le limitazioni alle emissioni atmosferiche da parte degli impianti produttivi, i provvedimenti sul contenuto di zolfo dei carburanti, la moderazione del traffico in ambito urbano, gli interventi di gestione e fluidificazione del traffico e la gestione dei parcheggi; a questi si aggiungono campagne informative e di sensibilizzazione dedicate alla popolazione sulla mobilità ciclo-pedonale, il trasporto pubblico e l'intermodalità.

5.3 Risorse stanziare per interventi di miglioramento della qualità dell'aria

Dall'analisi condotta risultano aver messo a disposizione risorse finanziarie i seguenti stati membri:

- Olanda stanziando circa 800 milioni di euro per l'anno 2006;
- Austria con circa 700 milioni di euro stanziati per il biennio 2002/2004;
- Regno Unito con 7 milioni di euro a cui si aggiungono i 44 milioni per interventi localizzati in Scozia.