

**"The Ageing Society"**

Osservatorio permanente della terza età



**DOSSIER**  
**AMBIENTE, INQUINAMENTO**  
**E SALUTE**  
**ANALISI E PROPOSTE**

**a cura di:**

**Dipartimento Studi Economici:** Direttore Prof. Andrea Monorchio  
Dott. Nicola Quirino

**Dipartimento Scienze Mediche:  
Economia Sanitaria** Direttore Prof. Emilio Mortilla  
Dott. Antonio Bassano

**Dipartimento Malattie Respiratorie:  
Oncologia** Direttore Prof. Pietro Alimonti  
Dott. Andrea Alimonti

## INDICE

<b>Premessa</b>	pag. 3
<b>Introduzione</b>	pag. 4
<b>Capitolo I</b>	pag. 6
<b>I PROBLEMI</b>	
<b>Qualità dell'aria in Italia</b>	
<b>La qualità dell'aria nei centri urbani italiani</b>	pag. 8
<b>Il tasso di motorizzazione e la mobilità nei centri urbani</b>	pag. 19
<b>Capitolo II</b>	pag. 22
<b>GLI EFFETTI</b>	
<b>Gli effetti a scala globale</b>	
<b>Il vertice di Marrakech</b>	pag. 27
<b>Gli effetti a scala locale</b>	pag. 28
<b>Capitolo III</b>	pag. 29
<b>STUDI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO</b>	
<b>I carburanti</b>	
<b>Confronto fra i diversi carburanti</b>	pag. 38
<b>Gli inquinanti</b>	pag. 40
<b>La rete di monitoraggio in Italia</b>	pag. 51
<b>Capitolo IV</b>	pag. 52
<b>I dispositivi antinquinamento</b>	
<b>Capitolo V</b>	pag. 58
<b>I motori</b>	
<b>Le tappe delle euro e che cosa prescrivono</b>	pag. 59
<b>Capitolo VI</b>	pag. 63
<b>INQUINAMENTO E SALUTE</b>	
<b>Effetti sanitari del rumore</b>	pag. 78
<b>Effetti benefici di lasciare l'auto in garage</b>	pag. 81
<b>Capitolo VII</b>	pag. 83
<b>CONCLUSIONI</b>	
<b>Interventi realizzabili in tempi brevi in città</b>	pag. 85
<b>Capitolo VIII</b>	pag. 94
<b>I NUMERI DELLA MOBILITA'</b>	
<b>Capitolo IX</b>	pag. 96
<b>I COSTI ESTERNI</b>	
<b>Capitolo X</b>	pag. 99
<b>LA LEGISLAZIONE NAZIONALE ANTISMOG</b>	
<b>Capitolo XI</b>	pag. 101
<b>NORMATIVA EUROPEA</b>	
<b>Limiti alle concentrazioni inquinanti dell'aria indicati dalla direttiva 1993/30/CE</b>	
<b>Limiti alle concentrazioni inquinanti dell'aria indicati dalla direttiva 2000/69/CE</b>	pag. 102
<b>Limiti alle concentrazioni inquinanti dell'aria in discussione presso l'Unione Europea</b>	pag. 102
<b>Direttiva 2001/81/CE del 23 Ottobre 2001</b>	pag. 103
<b>Bibliografia</b>	pag. 104
<b>Principali fonti</b>	
<b>Bibliografia di consultazione</b>	pag. 113
<b>Studi ambientali ed impatto sulle città</b>	pag. 114
<b>APHEA project</b>	pag. 116
<b>Impatto degli inquinanti sulla salute</b>	pag. 117

## **Premessa**

L'ambiente rappresenta un fattore fortemente condizionante la qualità della vita e ciò era ben noto sin dall'antichità.

La ricerca e l'individuazione di luoghi salubri ove potersi rigenerare nel corpo e nello spirito è presente nella cultura e nella tradizione dei popoli sotto ogni parallelo.

Oggi, le interazioni fra ambiente e salute sono scientificamente acquisite al punto che è documentato come l'eco sistema sia in grado di condizionare l'insorgere e l'evoluzione di patologie.

L'evoluzione stessa delle specie è condizionata dall'ambiente che è in grado di indurre modificazioni genetiche.

In una società sempre più longeva, nella quale il patrimonio salute deve essere preservato il più a lungo possibile, per procrastinare l'insorgenza di patologie in grado di determinare parziali o totali disabilità, è imperativo valutare la possibilità di eliminare o ridurre ogni fattore in grado di indurre o aggravare situazioni patologiche.

Tale necessità non riveste solo aspetti di doverosa eticità ma anche valutazioni di tipo sociale ed economico in considerazione degli alti costi che la società deve affrontare per i servizi sanitari e socio-assistenziali a cui ricorre una popolazione di soggetti sempre più longevi.

Il nostro Osservatorio ha inteso affrontare lo studio dell'impatto prodotto dall'inquinamento atmosferico sulla salute, con particolare riferimento alla popolazione degli over 60 anni.

Ha inoltre voluto valutare i costi sociali e sanitari indotti da tale inquinamento e le possibilità che la scienza e la tecnologia sono oggi in grado di offrire per ridurre tale fenomeno e le sue conseguenze.

Abbiamo dunque effettuato uno studio del problema sia valutandolo nel contesto dello sviluppo delle società industrializzate, sia attraverso un'analisi metanalitica della letteratura internazionale e nazionale, nonché di un'analisi comparativa dei dispositivi adottati per ridurre l'inquinamento da autoveicoli, delle leggi e delle disposizioni adottate nei vari Paesi per affrontare il problema ed infine una valutazione sullo stato dell'arte delle conoscenze sugli effetti dell'inquinamento sulla salute, con particolare in riferimento alla mortalità ed all'aggravamento di malattie respiratorie e cardiovascolari.

Infine, abbiamo cercato di calcolare i costi diretti ed indiretti indotti dall'inquinamento e l'entità dei risparmi che potrebbero essere determinati attraverso l'adozione di correttivi atti a ridurre l'inquinamento ambientale.

## **Introduzione**

La grande crescita della mobilità delle persone - il traffico in passeggeri per chilometro è quasi triplicato rispetto al 1970 - continua ad essere soddisfatta per lo più dal trasporto con mezzi privati. Il dominio del trasporto automobilistico privato copre oggi circa l'82% della mobilità con oltre 54 auto circolanti ogni 100 abitanti, mentre diminuisce in maniera consistente il trasporto pubblico urbano, con 5,5 milioni di passeggeri per chilometro in meno rispetto al 1980, e arretra notevolmente anche quello ferroviario (53.432 passeggeri nel 1996, 50.635 nel 1998).

Sotto il profilo infrastrutturale si registra un ulteriore incremento della rete stradale sia come estensione che come capacità, mentre nella rete ferroviaria le linee elettrificate a doppio binario sono ancora solo il 38% della rete totale.

Le politiche in atto hanno quindi lasciato irrisolti molti dei problemi che incidono pesantemente sull'efficienza e sulla sostenibilità ambientale dei trasporti: lo stato delle reti ferroviarie e stradali rimane insoddisfacente, mentre si continuano a privilegiare le grandi opere.

Le azioni positive indispensabili per migliorare le politiche in atto riguardano diversi ambiti: la mobilità urbana, il trasporto di passeggeri di media e lunga distanza, il traffico delle merci.

Gli interventi più urgenti nelle città, riguardano la riorganizzazione complessiva del trasporto pubblico, che deve diventare efficiente e concorrenziale rispetto a quello privato che va, al contrario, disincentivato; sempre nei centri urbani va perseguita con decisione la strada delle pedonalizzazioni, dell'estensione delle zone a traffico limitato, della realizzazione di piste ciclabili. Accanto a questi, altri interventi (dal car-sharing al traffic calming) possono contribuire a garantire una decongestione delle città insieme alla riorganizzazione dei nodi ferroviari metropolitani.

Per la riconversione della mobilità dei passeggeri di media e lunga percorrenza è necessario invece puntare più sulla manutenzione ordinaria e straordinaria della rete stradale esistente piuttosto che puntare sugli ampliamenti e la costruzione di nuovi tratti autostradali.

Rispetto alle merci poi, c'è bisogno di una politica che le sposti dalla gomma alla rotaia riducendo i tempi di percorrenza e facendo aumentare la competitività di questo settore anche per medie distanze; organizzare una più efficiente intermodalità nelle aree portuali con il trasporto su strada e ferrovia; mirare ad una migliore efficacia attraverso la creazione di catene logistiche multimodali utili ad eliminare il 40% dei viaggi a vuoto attualmente compiuti dai tir.

Bisogna, insomma, considerare il settore dei trasporti come una delle priorità su cui intervenire sia a livello locale che a livello nazionale. E non solo.

Se consideriamo che dal settore dei trasporti proviene circa un quarto delle emissioni totali di gas serra, ci rendiamo facilmente conto del fatto che una mobilità sostenibile è indispensabile anche su scala globale.

## **Capitolo I**

### **I PROBLEMI**

#### **QUALITA' DELL'ARIA IN ITALIA**

Un quadro generale delle emissioni in atmosfera e la qualità dell'aria in Italia viene fornito dall'Agenzia Nazionale Protezione Ambiente nel rapporto del dicembre '99.

Il rapporto prende in esame i dati disponibili di inquinanti atmosferici dal 1980 al 1997.

Dall'analisi delle informazioni riportate risulta che, per alcuni inquinanti, la situazione è in via di miglioramento, mentre rimane critica per altri.

In particolare,

- Le emissioni di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) a partire dagli anni '80 sono state abbattute grazie all'introduzione di combustibili a basso tenore di zolfo e alla penetrazione del gas naturale negli usi civili e industriali. Questo fa registrare, fin dai primi anni '80, un disaccoppiamento dell'andamento delle emissioni di biossido di zolfo rispetto sia al consumo di combustibili fossili primari che al prodotto interno lordo (PIL, indicatore della ricchezza complessiva del Paese).
- Si registra quindi un netto miglioramento delle concentrazioni in aria di SO<sub>2</sub> (riduzione del 70% delle emissioni dal 1980 al 1997), per cui non vengono registrati superamenti dei limiti di legge, e l'Italia risulta adempiente rispetto agli impegni del protocollo di Helsinki, nell'ambito della Convenzione di Ginevra sull'inquinamento transfrontaliero, che prevedeva la riduzione, entro il 1993, delle emissioni italiane di zolfo del 30% rispetto ai livelli del 1980, e quindi si può ben sperare per il raggiungimento dell'obiettivo della diminuzione al 73% rispetto all' '80 entro il 2005 (protocollo di Oslo).
- Per quanto riguarda gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), pur rispettando il protocollo di Sofia, stabilizzandone le emissioni nazionali rispetto ai livelli del 1987, e pur registrando un miglioramento negli ultimi anni, si presentano ancora in alcune situazioni picchi di superamento dei limiti, soprattutto nei centri urbani.
- Dal 1980 al 1995 è evidente la tendenza all'aumento delle emissioni di monossido di carbonio (CO), pari al 12% e la successiva diminuzione a partire dal '95 (diminuzione del 10% fino al 1997). Nel 1998 rimane il problema dei superamenti delle medie su 8 ore nei centri urbani.

- Punta dolente rimangono le emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), fortemente collegate al consumo di combustibili fossili, in continuo aumento dal 1980 al 1997, con un lieve calo nel biennio '93-'94, attribuibile all'andamento negativo dell'economia del Paese. Inoltre, utilizzando il CO<sub>2</sub> equivalente per valutare le emissioni dei principali gas serra (anidride carbonica, metano, e protossido di azoto) si osserva che in Italia l'emissione procapite di gas serra, per il periodo 1990-'97, è inferiore rispetto ai paesi dell'Unione Europea dei 15 e dei Paesi industrializzati e ad economia di transizione (come definiti dal protocollo di Kyoto), ma mostra un trend completamente opposto: mentre negli altri Paesi si assiste ad un decremento delle emissioni procapite, in Italia si ha un aumento, in segno opposto rispetto agli obiettivi nazionali del protocollo di Kyoto, che prevede una diminuzione delle emissioni annue, come media del periodo 2008-2012 pari al 6,5% rispetto al 1990.
- Particolarmente critica la situazione su tutto il territorio nazionale per quanto riguarda l'ozono, per il quale si registra il superamento del livello di attenzione (180 µg/m<sup>3</sup>) in più del 90% delle informazioni disponibili. Da ricordare che l'ozono è un inquinante secondario, che si forma per reazione di altre sostanze.
- Per quanto riguarda i composti organici volatili non metanici (COVNM) le emissioni si riducono dal 1980 al 1985 dell'8% per poi aumentare costantemente fino al 1995 (+14% rispetto all'85). A partire da quell'anno si ha un'inversione di tendenza, con una riduzione delle emissioni complessive (nel 1997 sono 3% in meno di quelle del 1995). I composti organici volatili diversi dal metano (COVNM) vengono presi in considerazione con il monossido di carbonio e agli ossidi di azoto come precursori dell'ozono.
- Nella famiglia di questi composti particolare attenzione deve essere data al benzene, visti gli effetti sulla salute che l'esposizione a questo inquinante determina. Dal rapporto dell'Anpa si evidenzia subito una forte carenza di dati. Da quelli riportati (Roma, Genova, Padova e Firenze) emerge il superamento dell'obiettivo di qualità annuale in tutte le stazioni dei centri urbanizzati. Tale situazione critica nelle città per questo inquinante viene confermata dai dati delle campagne di monitoraggio di Legambiente.



## **LA QUALITA' DELL'ARIA NEI CENTRI URBANI ITALIANI**

### **Il sistema di monitoraggio**

Il rapporto Ecosistema urbano 2000 di Legambiente registra la presenza di centraline fisse o mobili per il monitoraggio della qualità dell'aria in 86 Comuni capoluogo (solo in 10 casi mobili) sui 96 che hanno risposto. I parametri più monitorati sono NO<sub>2</sub> (82 Comuni), CO(81), SO<sub>2</sub> (78). Le concentrazioni di benzene e di ozono sono i dati che complessivamente sono stati meno disponibili: solo per il 46% dei Comuni viene rilevato il benzene e per il 65% è disponibile il numero dei superamenti dei 110 mg/mc di ozono. Per quanto riguarda il rumore i dati disponibili sono stati ritenuti addirittura non comparabili e affidabili, essendo stati compiuti i rilevamenti con finalità diverse da un monitoraggio sistematico.

### **Inquinanti monitorati**

L'andamento dei principali inquinanti atmosferici, per gli anni dal 1994 al 1998, nelle 8 grandi città italiane, con una popolazione superiore ai 400.000 abitanti (Torino, Genova, Milano, Bologna, Firenze, Roma, Napoli e Palermo) sono stati raccolti ed elaborati da un gruppo di lavoro (Itaria), coordinato dall'Arpa Emilia-Romagna e poi pubblicato dall'Anpa, per il progetto dell'Organizzazione mondiale della sanità di valutazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico (WHO/ECEH PR 24). Durante il lavoro è emersa l'esigenza di conformare i metodi di misurazione, che nelle diverse città risultano diversi, per cui si sono utilizzati fattori di conversione per uniformare i dati. Il biossido di azoto, l'ozono, il benzene e le polveri sottili (PM10) sono gli inquinanti per cui ancora oggi si registrano situazioni critiche, mentre per il biossido di zolfo non si sono registrati superamenti dei limiti di legge e il monossido di carbonio, presenta un miglioramento nel numero dei superamenti dei limiti sulle 8 ore. Per il benzene si registra la carenza dei dati e comunque il superamento degli obiettivi di qualità per le centraline delle aree urbane di cui si dispongono i dati.

Nelle aree urbane si registrano situazioni molto critiche per il benzene e il particolato fine (PM10), per i quali mancano in molti casi reti adeguate di monitoraggio e, nei casi di disponibilità di dati, vengono superati quasi ovunque gli obiettivi di qualità sulla media annuale.

Particolarmente interessanti sono i dati delle concentrazioni di PM10, le polveri con diametro inferiore ai 10 micron, utilizzati poi per la valutazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, da cui risulta che tutte le città presentano concentrazioni medie annue di PM10 superiori all'obiettivo di qualità di 40 microgrammi/metro cubo (tab.1).

**Tabella 1: Concentrazioni medie annuali PM10 nelle 8 città italiane (anno 1999)**

città	µg/mc	città	µg/mc
Torino	53.8	Firenze	46.5
Genova	46.1	Roma	51.2
Milano	47.4	Napoli	52.1
Bologna	51.2	Palermo	44.4

*Fonte: Anpa, Oms*

In tutte queste città il contributo del traffico veicolare alle concentrazioni di PM10 è significativo, tranne a Genova, probabilmente per la presenza di impianti industriali nell'area urbana. (tab.2)

**Tabella 2: Contributo del traffico veicolare alle emissioni annue di PM10 nelle maggiori città italiane**

Città	Contributo del traffico al PM10 totale (%)
Napoli, Palermo	90%
Torino, Milano, Bologna, Roma	50-70%
Firenze	<50%
Genova	<20%

*Fonte: Anpa*

Il recepimento di nuove direttive europee sulla qualità dell'aria, in base agli ultimi studi sull'impatto sanitario, che restringono i limiti attuali e ne introducono dei nuovi, metterà in evidenza le criticità presenti sul nostro territorio, rappresentate attualmente in particolare dall'ozono, il benzene e le PM10, con cui saremo chiamati sempre di più a confrontarci.

L'Ecosistema urbano 2000 di Legambiente per la valutazione della qualità dell'aria nei 103 capoluoghi di provincia, prende in considerazione due indicatori: la media annuale della concentrazione di NO2 (ponderata sul numero di stazioni di rilevamento) e il numero di superamenti nelle 8 ore della concentrazione di 10 mg/mc (ponderato sul numero di stazioni).

Per quanto riguarda il biossido di azoto il dato medio relativo alle 103 città, pur migliorato per l'anno 1999 (48 microgrammi/metrocubo contro i 53 dello scorso anno), la situazione continua ad essere preoccupante, dal momento che in 16 Comuni (tra cui Roma, Napoli, Milano, Torino, Asti, Bologna,..) la media annuale è superiore al valore di tolleranza massima di 60 microgrammi/metrocubo previsto dalla direttiva comunitaria 99/30.

Il massimo accettabile di qualità di monossido di carbonio sulle 8 ore (10 mg/mc) è stato superato durante l'anno '99 in 22 Comuni, mentre il livello di allarme (30 mg/mc) in soli due Comuni (Messina e Ragusa). Il maggior numero di superamenti dei 10 mg/mc si registrano a Roma, con 8 e Milano, con 6.

Ad esempio, secondo i dati pubblicati dal CNR il 24 Dicembre 2002, la sola città di Roma produce l'1% del CO<sub>2</sub> emesso in Italia. In particolare sono state stimate in ben 3.080 tonnellate di CO<sub>2</sub> le emissioni prodotte dalle ore 13 alle ore 14 di un giorno feriale contro le 1.000 tonnellate di un giorno festivo. Tale significativa differenza è attribuibile alla differenza di traffico veicolare; infatti nei giorni festivi circolano in questa città 150.000 autovetture in meno.

Sarebbe necessaria una foresta o un bosco di 3 / 4 mila chilometri quadrati per assorbire la CO<sub>2</sub> emessa dalla sola capitale.

Per un quadro specifico della qualità dell'aria dei centri urbani facciamo riferimento alla campagna di monitoraggio e sensibilizzazione di Legambiente, in collaborazione con le Ferrovie dello Stato, il Treno verde. Durante i tredici anni di attività è stata monitorata l'aria e l'inquinamento acustico di oltre 100 città. Durante le prime edizioni, dal 1988 in poi, venivano interessate le città più grandi, quando ancora mancavano reti di monitoraggio adeguate. Con il passare degli anni, grazie a campagne e denunce di associazioni come Legambiente, i sistemi di monitoraggio sono migliorati, così come risulta anche dall'ultimo Ecosistema urbano di Legambiente, pur rimanendo delle lacune, nella omogeneità dei metodi, nel numero di centraline in alcune realtà, sostanze ancora non campionate in maniera sistematica (PM<sub>10</sub>, benzene, idrocarburi policiclici aromatici).

Negli ultimi anni, quindi si è scelto di rivolgere maggiore attenzione alle città minori: è emersa la criticità della qualità dell'aria e del rumore anche per centri con meno di 150.000 abitanti, non obbligati per legge a monitorare.

Da un primo resoconto dei dati di tredici anni di monitoraggio emerge che, se da un lato si è verificato un miglioramento per gli inquinanti tradizionali, la situazione è critica per sostanze di cui sempre più si registrano effetti negativi sulla salute umana. Aggrava la situazione il fatto che, per queste sostanze, le reti di monitoraggio sono in molti casi carenti, se non del tutto assenti. Un altro tipo di inquinamento, che non ha visto in questi anni alcun miglioramento, è il rumore, che viene messo da parte nelle valutazioni della qualità dei nostri centri urbani, che invece meriterebbe maggiore attenzione, visti anche gli effetti sulla salute e sulla qualità della nostra vita, come emerge negli ultimi anni da studi e rapporti di enti scientifici.

Vista la scarsità di dati su tutto il territorio nazionale delle concentrazioni in atmosfera e dei livelli di esposizione della popolazione al benzene, sostanza altamente cancerogena, Legambiente da un paio di anni durante le campagne sull'inquinamento atmosferico, da Mal'aria al Treno Verde, rileva questo inquinante, grazie alla collaborazione con la Fondazione Maugeri di Padova, che ha brevettato il radiello, campionatore passivo. Nelle ultime edizioni delle due iniziative: edizione 2000 del treno verde e 1999/2000 di Mal'aria sono state campionate 10 città con più di 150.000 abitanti e 21 centri urbani minori, per un totale di 155 campioni. Sono state analizzate le concentrazioni in atmosfera del benzene (55 campioni raccolti) e i livelli di esposizione su otto ore giornaliere della popolazione (100 campionatori personali). Dall'analisi dei dati si evidenzia una situazione critica per tutte le città considerate, dove l'obiettivo di qualità viene superato in più del 50% delle postazioni fisse dei grandi centri e più del 40% nei centri minori. I risultati dei livelli di esposizione sono ancora più allarmanti (come d'altronde indicato in letteratura): il quasi 73% dei cittadini, delle città con più di 150.000 abitanti che hanno partecipato al monitoraggio, sono stati esposti a più di 10 microgrammi/metrocubo, percentuale che diminuisce al 59% nelle città minori.

**Tabella 3: superamenti obiettivi di qualità benzene  
(10 microgrammi/metrocubo), anni 1999/2000**

<b>città</b>	<b>Numero postazioni fisse</b>	<b>Numero oltre 10 µg/mc (dato settimanale)</b>	<b>Numero esposizioni personali</b>	<b>Numero oltre 10 µg / mc (dato di 8 ore)</b>
Oltre 150.000 abitanti	18	10 (55,5%)	44	32 (72,7%)
Meno 150.000 abitanti	37	17 (45,9%)	56	33 (58,9%)

*Fonte: Legambiente*

## Il rumore

Dall'ultimo monitoraggio effettuato da Legambiente nel mese di gennaio 2001 si ha la conferma che il rumore rappresenta anch'esso, insieme alle concentrazioni degli inquinanti chimici, una vera e propria emergenza ambientale e sanitaria delle nostre città. Sono state effettuate 19 misurazioni di quindici minuti in nove città italiane e solo una ha fatto registrare livelli di rumore al di sotto dei 60 dB. Il dato è ancora più allarmante se si pensa che in alcuni casi il monitoraggio ha interessato aree a traffico limitato.

### RISULTATI INDAGINE INQUINAMENTO ACUSTICO

<b>CITTA':</b>	Torino
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.30 - 8.45
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Rebaudengo
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio con traffico intenso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	75,3 dBa

<b>CITTA':</b>	Torino
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.15 - 9.30
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Roma
<b>TIPOLOGIA:</b>	centro storico, zona a traffico limitato
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	71,5 dBa

<b>CITTA':</b>	Bari
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.04 - 9.19
<b>VIA/PIAZZA:</b>	C.so Vittorio Emanuele II
<b>TIPOLOGIA:</b>	traffico basso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	65,4 dBa

<b>CITTA':</b>	Bari
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.25 - 9.40
<b>VIA/PIAZZA:</b>	incrocio C.so Vittorio Emanuele II/C.so Cavour
<b>TIPOLOGIA:</b>	traffico basso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	72,2 dBa

<b>CITTA':</b>	Bari
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.46 - 10.01
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Piazza Aldo Moro
<b>TIPOLOGIA:</b>	vicino alla stazione ferroviaria, traffico basso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	72,8 dBa

<b>CITTA':</b>	Milano
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.25 - 8.40
<b>VIA/PIAZZA:</b>	C.so Vercelli / via Cherubini
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio, traffico medio
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	75,7 dBa

<b>CITTA':</b>	Milano
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.50 - 9.05
<b>VIA/PIAZZA:</b>	via De Alessandri
<b>TIPOLOGIA:</b>	traffico basso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	69,6 dBa

<b>CITTA':</b>	Milano
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.25 - 9.40
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Piazza Loreto angolo via Padova
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio con traffico intenso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	76,4 dBa

<b>CITTA':</b>	Napoli 1
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.15 - 9.30
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Piazza Vittoria
<b>TIPOLOGIA:</b>	giorno di chiusura al traffico veicolare non catalizzato, traffico medio
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	71,6 dBa

<b>CITTA':</b>	Napoli 2
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.30 - 9.45
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Piazza dei Martiri
<b>TIPOLOGIA:</b>	area pedonalizzata
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	64,5 dBa

<b>CITTA':</b>	Firenze
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.15 - 8.30
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Via Maggio
<b>TIPOLOGIA:</b>	zona a traffico limitato, traffico medio-basso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	80,1 dBa

<b>CITTA':</b>	Firenze
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.45 - 9.00
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Viale Don Minzoni
<b>TIPOLOGIA:</b>	traffico medio vicino ad una scuola superiore
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	78,6 dBa

<b>CITTA':</b>	Roma
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.45 - 9.00
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Piazza Indipendenza
<b>TIPOLOGIA:</b>	traffico medio, vicino scuola superiore
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	72,6 dBa

<b>CITTA':</b>	Genova
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.50 - 9.05
<b>VIA/PIAZZA:</b>	via XX Settembre, via Vernazza
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio, traffico medio (fino alle 10.00 traffico consentito solo alle auto catalitiche)
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	83,7

<b>CITTA':</b>	Genova
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.25 - 9.40
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Piazza Dante, via Fieschi
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio, traffico medio (fino alle 10.00 traffico consentito solo alle auto catalitiche)
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	86,02 dBa

<b>CITTA':</b>	Bologna
<b>DATA E ORA:</b>	09.01.2001 8.45 - 9.00
<b>VIA/PIAZZA:</b>	via Pietramellara / via Parmeggiani
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio con traffico intenso
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	73,5 dBa

<b>CITTA':</b>	Bologna
<b>DATA E ORA:</b>	09.01.2001 9.45 - 10.00
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Strada Maggiore / Piazza Aldovrandi
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio, traffico medio. Rumore accentuato dalla pioggia sull'asfalto
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	75 dBa

<b>CITTA':</b>	Palermo
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 9.00 - 9.15
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Via Roma, via E. Amari
<b>TIPOLOGIA:</b>	incrocio con basso traffico
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	78,0 dBa



<b>CITTA':</b>	Palermo
<b>DATA E ORA:</b>	08.01.2001 8.45 - 9.00
<b>VIA/PIAZZA:</b>	Principe di Belmonte
<b>TIPOLOGIA:</b>	isola pedonale
<b>RISULTATO</b> (media di 15 minuti):	50,0 dBa

Il rumore rimane la "pecora nera" tra le politiche ambientali delle amministrazioni locali. La normativa del 1995 prevede che i Comuni definiscano la zonizzazione acustica del proprio territorio, definendo così i diversi limiti massimi accettabili in base alla destinazione d'uso. Come si evidenzia dallo schema qui di seguito i Comuni adempienti al marzo 2000, ultimo dato disponibile, sono il 5,2% del numero totale.

La normativa sull'inquinamento acustico fino al 1997 prevedeva limiti di rumore pari ad un massimo di 65 dB(a) per il giorno e a 55 dB(a) per la notte. La più recente normativa - DPCM14/11/97 - definisce invece limiti diversificati a seconda della destinazione d'uso del territorio, prevedendo per determinate aree (vicino agli ospedali, scuole o parchi) limiti più restrittivi.

La zonizzazione del territorio (prevista già dalla legge quadro n. 447/95), è affidata alle Amministrazioni Comunali ma, secondo i dati Anpa del marzo 2000, solo 543 comuni (il 6,75) sugli 8100 totali hanno realizzato tale differenziazione.

Tra i più "attenti" la Provincia Autonoma di Trento con il 31,9% di territorio zonizzato, la Liguria (16,6%) e la Campania con il 15,6%.

Questa situazione fa sì che, dove la zonizzazione non è stata ancora realizzata, i limiti imposti risultino ancora quelli della precedente normativa a scapito di aree sensibili che andrebbero particolarmente tutelate.

#### **Valori limite (DPCM 14/11/97)**

III. Aree di tipo misto (abitazioni, uffici, attività Commerciali)	60	50
IV. Aree di intensa attività umana (+ attività Artigianali, aree portuali, ecc)	65	55
V. Aree prevalentemente industriali	70	60
VI. Aree esclusivamente industriali	70	70

### Zonizzazioni acustiche eseguite (marzo 2000)

<b>Regione</b>	<b>n. comuni x Regione</b>	<b>n. comuni zonizzati</b>	<b>% territorio regionale zonizzato</b>
Abruzzo	305	4	0,8
Basilicata	131	1	0,4
Calabria	409	n.d.	n. d.
Campania	551	99	15,6
Emilia Romagna	341	28	11,1
Friuli V. G.	219	4	0,8
Lazio	377	6	1,85
Liguria	235	39	16,6
Lombardia	1546	190	9,3
Marche	246	1	0,26
Molise	136	0	0,0
P.A. Bolzano	116	1	0,6
P. A. Trento	223	63	31,9
Piemonte	1209	25	2,2
Puglia	258	8	5,1
Sardegna	377	1	0,2
Sicilia	390	0	0,0
Toscana	287	36	10,8
Trentino A. A.	339	64	14,8
Umbria	92	1	2,5
Valle D'Aosta	74	2	1,5
Veneto	580	34	6,9
Italia	8100	543	5,2

#### **Il contributo del traffico veicolare e le aree urbane**

I trasporti stradali rappresentano su scala nazionale la maggiore sorgente di ossidi di azoto, monossido di carbonio e di composti organici non metanici.

**Tab.4: contributo percentuale dei trasporti stradali  
sul totale delle emissioni nazionali, anno 1997**

<b>SOx</b>	<b>NOx</b>	<b>COVNM</b>	<b>CO</b>	<b>CO2</b>
2,8%	53%	46%	72%	24%

Fonte: Anpa

Ossidi di azoto (NOx)— le emissioni di NOx del trasporto stradale aumentano del 48% tra il 1980 e il 1992, per poi diminuire (-13%) tra il 1992 e il '97, quando rappresentano il 53% del totale delle emissioni nazionali. Il decremento delle emissioni di ossidi di azoto di questo settore osservato negli ultimi anni è attribuibile in misura maggiore alla diminuzione del numero dei veicoli pesanti in circolazione (-25% dal '92 al '97), mentre le emissioni di ossidi di azoto delle automobili, dopo un costante incremento (+87% rispetto al 1980) dal 1994 restano costanti.

Le emissioni di NOx provenienti dai trasporti stradali sono concentrate per il 30% nelle aree urbane (tab.5)

Monossido di carbonio (CO) — il trasporto stradale è responsabile del 71% di CO emesso in atmosfera nel nostro paese ogni anno, e le automobili contribuiscono alle emissioni di questo settore del 79%.

Come si vede dalla tabella 5 oltre il 70% delle emissioni di monossido di carbonio nel nostro paese vengono emesse nelle aree urbane, dove l'80% è attribuibile alle automobili. Composti organici volatili non metanici (COVNM)- Il 46% dei composti organici volatili non metanici viene emesso nel nostro paese dai trasporti stradali; l'80% di questa quota viene emessa all'interno delle aree urbane (tab.5).

**Tabella 5: Emissioni di inquinanti da trasporto stradale annuale  
in Italia per tipologia di veicolo e percorrenza, anno 1996**

	<b>CO</b>	<b>NOx</b>	<b>COVNM</b>
Auto-urbana	56%	16,9%	29,9%
Motoveicoli-urbana	11,2%	0,2%	20,3%
Veicoli comm.-urbana	2,9%	11,4%	3,1%
Auto-extraurb	18,3%	28,5%	12,8%
Motoveicoli-extraurb	2,3%	0,1%	0,5%
Veic. comm.-extraurb	1,4%	12%	2,1%
Auto-autostrada	6,5%	15,8%	2,6%
Motoveic-autostrada	0,5%	0%	0,1%
Veic.comm-autostrada	1%	15,1%	1,6%

Fonte: Anpa

Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) — Il maggiore contributo alle emissioni di benzene è dato dal settore del trasporto stradale (il 75%) e interessano specialmente le aree urbane. Dai dati complessivi il contributo maggiore viene dalle autovetture a benzina non catalizzate (20.000 tonnellate/anno), seguite dai ciclomotori (cilindrata <50cc) (7.000 tonnellate/anno) e dalle vetture catalizzate (2.900 tonn/anno).

Da una valutazione dei fattori di emissione invece, la predominanza è dei ciclomotori (290 mg/veic x km), seguiti dai veicoli commerciali leggeri a benzina non catalizzati (120 mg/veic x km), dalle autovetture non catalizzate (105 mg/veic x km) e infine dai motocicli (cilindrata>50 cc) (80 mg/veic x km).

Un discorso a parte merita l'emissione di anidride carbonica da parte del settore del trasporto stradale. Pur contribuendo del solo 24% alle emissioni totali nazionali, dopo il settore della combustione — produzione di energia e industria di trasformazione -, le emissioni di CO<sub>2</sub> dei trasporti stradali mostrano un andamento costante crescente dal 1980 al 1997 (da 60.000 tonnellate annue a più di 100.000), seguendo un trend opposto rispetto alle altre sostanze. Tale tendenza sembra dovuta all'aumento delle percorrenze complessive e del numero delle autovetture, nonché ad un relativo aumento delle cilindrature all'interno di ciascuna classe nei modelli di più recente immatricolazione.

### **IL TASSO DI MOTORIZZAZIONE E LA MOBILITA' NEI CENTRI URBANI**

Il parco circolante in Italia è costituito da quasi 40 milioni di auto passeggeri, 3 milioni e 250 mila veicoli commerciali e quasi 5 milioni tra motocicli e ciclomotori (Anpa, 2000).

In Italia nel 1998 sono state immatricolate 2.364.000 nuove vetture, quando in Italia sono nati 532.843 bambini: vale a dire che per ogni bambino che nasce vengono immatricolate 4,4 nuove autovetture.

Il 28,2% dei chilometri percorsi dalle auto passeggeri avviene in ambiente urbano, mentre per i veicoli commerciali (leggeri, pesanti e autobus) questa percentuale è del 21,5, che sale al 60% per i motocicli e al 70% per i ciclomotori.

**Tabella 6: Percorrenza media urbana del parco circolante, anno 1997**

	<b>Parco circolante</b>	<b>Percorrenza urbana (milioni di Km)</b>	<b>Percentuale percorso urbano sul totale</b>
Auto passeggeri	30.986.231	100.225	28,2%
Veicoli comm.li	3.269.095	17.455	21,5%
Ciclomotori: <50 cc	4.820.531	16.872	70%
Motocicli: >50 cc	3.038.335	9.762	60%

*Fonte: Anpa*

Dallo stesso Rapporto si evidenzia che una vettura a benzina catalizzata ha emissioni per chilometro minori rispetto a un'analogha non catalizzata, sia per gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio e per gli organici non metanici (compreso il benzene). In particolare per questi ultimi due inquinanti risulta che le emissioni totali, complessive di tutti i mezzi circolanti, prodotte su percorso urbano sono maggiori di quelle extraurbane ed autostradali. Per quanto riguarda le emissioni di anidride carbonica i fattori di emissione delle auto catalitiche sono inferiori in misura minima rispetto alle non catalitiche; questo dipende dal relativo aumento delle cilindrata oltre che dal fatto che l'efficienza delle marmitte catalitiche è minima durante il funzionamento "a freddo", e dunque in particolare modo sui percorsi urbani. Per quanto riguarda il benzene, come già detto nel capitolo precedente, il 75% si origina dal traffico veicolare, che interessa maggiormente le aree urbane. Il maggior contributo alle emissioni di questo inquinante è delle autovetture non catalizzate, seguite dai ciclomotori e dalle vetture catalizzate. E' bene precisare che la catalizzazione invece non contribuisce a ridurre l'emissione dei gas serra.

La densità automobilistica costituisce uno degli elementi più critici per le città italiane e distingue l'Italia nel panorama mondiale. Nel periodo 1995-'98 il numero di auto circolanti è aumentata di circa il 2%, raggiungendo un tasso di motorizzazione nazionale di 54 auto ogni 100 abitanti, pari ad un totale di circa 31,5 milioni di auto circolanti. Per lo stesso anno la media sui 103 Comuni capoluoghi di provincia è di 61 auto/100 abitanti, con solo 6 capoluoghi al disotto di 50 e ben 51 in cui si supera il valore di 60 auto ogni 100 abitanti (Ecosistema urbano 2000, Legambiente).

Dal 1982 al 1994, in ambiente urbano e metropolitano, la mobilità su autovetture è aumentato di 2,3 volte, passando dal 26% della mobilità totale del 1982 al 36% nel 1994. Altro indice di motorizzazione è il consumo di benzine e gasolio da trazione. I consumi procapite (in chili di petrolio equivalente, riferiti al totale 1998) nei capoluoghi di provincia sono aumentati del 5% rispetto all'anno precedente e mostrano un valore medio di 625 chili/abitante, oscillante tra un minimo di 325 ad Enna e un massimo di 1104 chili ad Aosta. (Ecosistema urbano 2000, Legambiente).

Mentre aumentano gli indici indicatori dell'utilizzo del mezzo privato, si assiste ad un continuo declino del trasporto pubblico urbano (5,5 milioni di passeggeri/km nel 1999 in meno rispetto al 1998).

Sui 103 Comuni capoluoghi di provincia nel 1999 i viaggi per abitante all'anno dei mezzi pubblici sono stati 176, contro i 188 del 1998 (Ecosistema urbano 2000, Legambiente). In ben 43 Comuni la media dei viaggi per abitante con trasporto pubblico è meno di 1 a settimana.

Il numero dei passeggeri trasportati annualmente rispetto al 1998 è in diminuzione in 50 Comuni e aumenta in 48. Gli incrementi maggiori per le città con più di 200.000 abitanti si sono verificati a Milano e a Roma (18% e 10%). Il 35% del trasporto pubblico urbano in Italia è costituito da trasporto su rotaia, con una densità della rete di metropolitane pari a 1,6 km/100.000 abitanti, significativamente al di sotto degli standard europei (Mobilità e Traffico urbano, 2000).

Nel 1998 si assiste ad una diminuzione anche del trasporto ferroviario che passa dai 52.856 milioni di passeggeri/km nel 1997 a 50.635 milioni. Elevato negli ultimi anni il tasso di crescita del trasporto aereo che raggiunge 8.974 milioni di passeggeri/km nel 1998 contro i 6.416 del 1990, ma soddisfa ancora quote marginali (circa l'1%) della domanda. (Conto nazionale dei Trasporti, Ministero dei Trasporti).

E così il tempo che si passa negli ingorghi raggiunge valori allucinanti. Legambiente ha elaborato i dati del Censis sul tempo trascorso nelle diverse attività dai cittadini dei maggiori centri urbani d'Italia. Dallo studio emerge che in media ogni giorno i milanesi passano 105 minuti nella propria auto o sui mezzi pubblici, i bolognesi 115, contro i 135 dei romani e i 140 dei napoletani. E' una mole di minuti che se moltiplicati per tutto l'arco medio di vita (74 anni) vanno dai 7,2 anni dei napoletani ai 5,3 dei milanesi, passando per 6,9 a Roma e 5,9 dei bolognesi.

In questo contesto sono fondamentali politiche che vadano verso la liberazione dal trasporto privato di aree sempre più vaste dei centri urbani e una decisa inversione di tendenza nell'utilizzo del trasporto privato. Dall'ultimo censimento di Ecosistema urbano di Legambiente si registra la presenza di isole pedonali in 72 Comuni capoluoghi di provincia (5 in più rispetto allo scorso anno), con un'estensione solo nel caso di Massa superiore a 1 mq/abitante (2,04) e una media nazionale di circa 0,15 mq/ab (rimasta sostanzialmente uguale a quella del '98). Le zone a traffico limitato sono presenti invece in 83 Comuni capoluoghi di provincia, e solo in 9 la densità supera i 10 mq/abitante, mentre sono 39 i Comuni che non raggiungono 1 mq/abitante. La liberazione dei centri storici dal traffico, principale fattore di crisi dell'ambiente urbano, rimane ancora un obiettivo lontano.

## Capitolo II

### GLI EFFETTI

#### Gli effetti a scala globale

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sopra descritto si possono classificare, in base alla scala spaziale, in effetti globali a larga scala (cambiamenti climatici e ozono troposferico, sostanze acidificanti) ed effetti locali (qualità dell'aria con effetti sanitari per chi ne è esposto, incidenti stradali, ecc).

#### I gas serra

L'accumulo di gas serra nell'atmosfera sta producendo un aumento della temperatura globale, con effetti sul livello del mare, sulla frequenza di siccità e alluvioni, su agricoltura e biodiversità e quindi sui diversi settori socio-economici. I principali gas serra sono l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>) e il protossido di azoto. Inoltre, il generale aumento dell'ozono troposferico (O<sub>3</sub>), causato dalle emissioni di ossido di azoto (NO<sub>x</sub>) e composti organici volatili non metanici (COVNM), contribuisce all'aumento della temperatura globale.

**Il maggior contributo del settore dei trasporti stradali ai gas serra viene dato in termini di CO<sub>2</sub>.** Pur contribuendo del solo 24% alle emissioni totali nazionali, dopo il settore della combustione — produzione di energia e industria di trasformazione -, le emissioni di CO<sub>2</sub> dei trasporti stradali mostrano un andamento costante crescente dal 1980 al 1997, seguendo un trend opposto rispetto alle altre sostanze. Tale tendenza sembra dovuta all'aumento delle percorrenze complessive e del numero delle autovetture, nonché ad un relativo aumento delle cilindrata all'interno di ciascuna classe nei modelli di più recente immatricolazione.

I fattori di emissione medi su percorso urbano di CO<sub>2</sub> (grammi/veicoli a chilometro) è minore per le auto non catalizzate di piccola cilindrata (<1,4 litri), seguite dalle GPL non catalizzate e dalle ecodiesel, mentre le autovetture catalizzate di grossa cilindrata (>2 litri) hanno un contributo di emissione anche due volte superiore (Anpa, 2000).

Le emissioni di anidride carbonica globali, fortemente collegate al consumo di combustibili fossili, seguono lo stesso trend positivo dal 1980 al 1997, con un lieve calo nel biennio '93-'94, attribuibile all'andamento negativo dell'economia del Paese.

Inoltre, utilizzando il CO<sub>2</sub> equivalente per valutare le emissioni dei principali gas serra (anidride carbonica, metano, e protossido di azoto) si osserva che in Italia l'emissione procapite di gas serra, per il periodo 1990-'97, è inferiore rispetto ai paesi dell'Unione Europea dei 15 e dei Paesi industrializzati e a economia di transizione (come definiti dal protocollo di Kyoto), ma mostra un trend completamente opposto: mentre negli altri Paesi si assiste ad un decremento delle emissioni procapite, in Italia si ha un aumento, in segno opposto rispetto agli obiettivi nazionali del protocollo di Kyoto, che prevede una diminuzione delle emissioni annue, come media del periodo 2008-2012 pari al 6,5% rispetto al 1990.

Per quanto riguarda **l'ozono**, particolarmente critica la situazione su tutto il territorio nazionale per il quale si registrano in più del 90% delle informazioni disponibili il superamento del livello di attenzione (180ug/m<sup>3</sup>). Da ricordare che l'ozono è un inquinante secondario, che si forma per reazione di altre sostanze, come gli ossidi azoto (con effetto anche acidificante) e i composti organici volatili non metanici e il monossido di carbonio.

**Le emissioni totali di NO<sub>x</sub>** tra il 1984 e il 1992 sono aumentate del 33%, per poi invertire la tendenza dal 1993 in poi, che porta alla riduzione del 16% nel 1997 rispetto al '92.

Il contributo dei trasporti stradali alle emissioni degli ossidi di azoto aumenta del 48% dal 1980 al 1992, per poi decrescere fino a arrivare nel '97 a rappresentare il 53% delle emissioni totali di NO<sub>x</sub>, di cui il 30% nelle aree urbane (Anpa, 2000).

**Le emissioni totali di composti organici volatili non metanici** dopo un incremento del 14% dal 1985 al '95, mostrano un'inversione di tendenza scendendo del 13% dal 1995 al '97. I trasporti stradali incidono per il 46% nel 1997 alle emissioni totali di questo inquinante e di questa percentuale l'80% viene emessa in aree urbane.

Il trasporto stradale è responsabile del 71% del **monossido di carbonio** emesso in atmosfera nel nostro paese, durante l'anno 1997, e le automobili contribuiscono alle emissioni di questo settore del 79%. Oltre il 70% delle emissioni di monossido di carbonio nel nostro paese vengono emesse nelle aree urbane.

In base al **Protocollo di Kyoto, firmato nel 1997**, ogni Paese o gruppo di Paesi ha sottoscritto un proprio obiettivo di riduzione delle emissioni di anidride carbonica.



Tra i Paesi industrializzati, responsabili di gran parte delle emissioni che minacciano il clima e cui tocca perciò lo sforzo maggiore per una loro riduzione, solo l'Unione europea ha in parte tenuto fede ai suoi impegni; quanto all'Italia, malgrado alcuni positivi passi in avanti — siamo stati uno dei primi Paesi ad adottare una "energy-carbon tax", imposta che grava sugli usi energetici a maggiore impatto climalterante - l'obiettivo di ridurre del 6,5% le emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2010 resta lontanissimo.

Ora il fallimento della Conferenza dell'Aja, dove l'Europa non è riuscita ad imporre a Stati Uniti e Giappone l'accettazione di misure incisive per curare la febbre del pianeta, mette tutti davanti a un bivio: o i governi, le forze politiche, i sistemi economici, gli stessi consumatori si muoveranno in fretta per fermare l'aumento delle emissioni che stanno alterando il clima, oppure tra pochi anni dovremo fronteggiare non più una minaccia, ma una drammatica realtà.

### **I cambiamenti climatici**

Il 1998 è stato classificato come l'anno più caldo dal 1860, anno a partire dal quale si hanno dati confrontabili, con un aumento della temperatura media di 0,6 gradi centigradi negli ultimi cento anni.

L'anno 2000 è stato il sesto anno più caldo dal 1860, con una temperatura media di 0,39 gradi superiore alla media degli ultimi 120 anni; considerando il solo emisfero settentrionale la differenza rispetto alla media è stata di 0,69 gradi. Nonostante in molte parti del mondo si sia manifestata una siccità devastante, il 2000 è stato il terzo anno più piovoso degli ultimi 120 anni, con 41,9 millimetri di pioggia oltre la norma (dati NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration).

Ormai non c'è più alcun dubbio sulla correlazione tra questo aumento della temperatura e le concentrazioni di anidride carbonica in atmosfera, aumentate del 30% dall'inizio della rivoluzione industriale.

L'anno 2003, non ancora terminato, dovrebbe essere un anno record i cui effetti, sull'ambiente, l'agricoltura e la salute pubblica sono ancora tutti da valutare ma che, fin d'ora, appaiono molto preoccupanti. Abbiamo tutti ancora in memoria l'allarme sull'incremento della mortalità nella popolazione anziana indotto dall'anomalo e persistente aumento delle temperature estive.

Secondo gli ultimi rapporti dell'IPCC (l'Intergovernmental Panel on Climate Change, il gruppo di di ricerca sul clima globale delle Nazioni Unite) le emissioni di gas serra prodotti da attività umane stanno crescendo ad un ritmo annuo compreso tra lo 0,5% e l'1%, pari a circa 23 miliardi di tonnellate annue di anidride carbonica, e le attività umane sono le maggiori responsabili dell'aumento della temperatura degli ultimi cinquanta anni. **Con questo andamento la temperatura media aumenterà entro il 2100 tra 1,4 e 5,8 gradi rispetto ai livelli attuali.**

### **Lo scenario futuro**

Lo scioglimento dei ghiacciai è la prima conseguenza dell'aumento della temperatura media del Pianeta, che determinerà l'aumento del livello dei mari, con effetti a catena: il livello dei mari aumenterà di 5 millimetri all'anno, determinando l'aumento di fenomeni di piene fluviali, aumento di precipitazioni e alluvioni, riduzione della disponibilità di acqua dolce, erosione costiera accelerata, montagne senza neve, epidemie di colera e malaria ai Tropici.

Parte di questi effetti sono già visibili. L'altezza delle onde marine dell'Oceano Atlantico sulle coste è aumentata di circa un metro negli ultimi trenta anni e il numero dei giorni di mare in tempesta tra gli anni '70 e '80 è raddoppiato fino ad arrivare a 14 al mese (università di Brema, "Nature"). Secondo l'Ipcc i ghiacci del mare artico si sono ridotti tra il 10 e il 15%, mentre quelli dell'Antartico si sono ritirati verso il sud di 2,8 gradi di latitudine a partire dalla metà degli anni '50, e la copertura di ghiaccio di fiumi e di laghi settentrionali dura in media 2 settimane in meno rispetto al 1850. Secondo uno studio recentemente presentato a San Francisco, l'estensione del ghiacciaio del Kilimangiaro è diminuita dal 1912 ad oggi dell'82%, passando da una superficie di 12,1 chilometri quadrati a 2,2 e se il globo continua a riscaldarsi con questo ritmo nel giro di 15-20 anni non resterà più traccia delle sue nevi perenni, con gravi ripercussioni su tutta la regione (perdita di acqua potabile e per l'irrigazione, e quindi sulla produzione agricola, nonché sul turismo). Lo stesso studio segnala che la stessa sorte si sta verificando anche per altre montagne: come il ghiacciaio Quelccaya delle Ande peruviane che si è ristretto del 20% dal 1963.

Il futuro imminente quindi vedrà aumentare il rischio alluvioni in alcune aree mentre diminuiranno le piogge in altre destinate a diventare semi-desertiche.

L'aumento delle ondate di caldo, accompagnato spesso da maggiore umidità e inquinamento, porterà ad un aumento dei malori per il caldo, e ad un probabile aumento di malattie infettive come malaria e colera e di inondazioni. Queste a loro volta aumenteranno i rischi di annegamenti, diarree e infezioni respiratorie.

## **I cambiamenti climatici e lo scenario futuro dell'Italia**

Anche per il nostro Paese si osservano già attualmente i primi effetti dell'aumento della temperatura, **che per l'Italia è di 0,7 gradi centigradi negli ultimi 100 anni.**

Così anche **i ghiacciai delle Alpi. Nell'ultimo secolo la loro estensione in Italia è diminuita di quasi la metà: dai circa 1.000 chilometri quadrati della fine del secolo ai 500 di oggi**, come dichiarato dal presidente del Comitato glaciologico italiano. Una delle dimostrazioni più evidenti è il caso di Forni in Valtellina, il più grande ghiacciaio italiano, il cui fronte è arretrato di 2 Km, perdendo il 15% della sua superficie, negli ultimi cento anni. Ma per altri ghiacciai minori la riduzione areale è maggiore: il Teodulo-Valtourneniche nei pressi di Cervinia in Val d'Aosta ha perso il 75% della superficie, così come il Tyndal sotto al Cervinio. Le possibili conseguenze non riguardano solo la perdita di paesaggio, ma anche aumento di rischio frane e dissesti geologici, nonché diminuzione della disponibilità della risorsa idrica.

Da uno studio del CNR sull'andamento climatico degli ultimi cinquanta anni nel nostro Paese si scopre che già in questo lasso di tempo si sono verificati cambiamenti nel clima. Negli ultimi 50 anni la quantità di pioggia annua media è diminuita del 10%, ma tende a concentrarsi in un minor numero di giorni, con eventi più intensi di carattere alluvionale. Al Nord su una media di 1.000 millimetri di pioggia all'anno (1 millimetro di pioggia equivale a 1 litro per metro quadro), il calo è stato dell'8%; al Centro su una media di 750 millimetri la diminuzione è stata del 10% e al Sud del 12% su una media di 600 millimetri annui. E così sono diminuite anche le precipitazioni nevose a tutte le quote: facendo riferimento ad una delle stazioni meteorologiche più significative in questo settore, quella del Plateau Rosa a quota 3.480 metri, nel periodo dal 1952 al 1991 c'è stato un calo del 45%, con una riduzione della copertura nuvolosa di circa il 20%.

E se l'aumento della temperatura media annua su tutto il territorio della penisola negli ultimi 50 anni è stato dello 0,7 gradi centigradi, per i grandi centri urbani gli aumenti sono stati più marcati, fra 1 e 2 gradi, con un raddoppio — da 10 a 20- di eventi di onde di calore, fenomeni meteorologici estivi più temuti che fanno registrare innalzamenti bruschi della temperatura anche di 7/15 gradi, con pesanti effetti sulla salute della popolazione più debole.

Così il 21 febbraio del 2001, l'Istituto di Biometeorologia del Cnr di Firenze ha annunciato con un mese di anticipo l'entrata della primavera per il nostro Paese, in base ai superamenti dei 10 gradi che si sono registrati nei giorni da novembre a febbraio. E così il periodo invernale è stato più caldo di 6-7 gradi sopra la media degli anni '60-'70.

## **IL VERTICE DI MARRAKECH**

Il vertice sul riscaldamento del clima globale (e i dettagli di attuazione del Protocollo di Kyoto) si è chiuso a Marrakech con un modesto compromesso. Assolutamente ridimensionato l'obiettivo di riduzione dei gas serra (in particolare anidride carbonica, CO<sub>2</sub>) responsabili dell'aumento della temperatura terrestre, e in generale allentati (e in alcuni casi addirittura scomparsi) gli strumenti per raggiungere tale obiettivo. Incentivato, invece, il ruolo della riforestazione (i cosiddetti sink) nell'assorbimento della CO<sub>2</sub>, e consentita la possibilità che un Paese venda ad altri le sue riduzioni in eccesso di gas serra, ciò che un tempo veniva considerata un'esecranda concessione al mercato da evitare almeno per i prossimi due lustri.

Ma facciamo un passo indietro: quattro anni fa il protocollo di Kyoto prevedeva la riduzione del 5,2% rispetto al '90 delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2012. A forza di rimaneggiamenti quell'accordo - dopo la lunga notte di Marrakech - ora non garantisce che un abbattimento delle emissioni responsabili dell'effetto serra dell'1.5%. Le cifre, insomma, parlano da sole anche ai non addetti ai lavori. Resta il fatto che per la prima volta si è trovato un accordo internazionale sull'ambiente, e questo soprattutto grazie al ruolo centrale giocato dall'Unione europea. Ma il prezzo pagato per questo successo politico, in termini ambientali, è stato elevato.

A giocare la parte del leone, in questa partita marocchina, sono stati i cosiddetti sink, i pozzi di assorbimento di CO<sub>2</sub> che di fatto sono i polmoni verdi del nostro pianeta: le foreste. Il principio è molto semplice: un Paese può inquinare 5 e possedere o piantare alberi in qualsiasi parte del mondo (tanto il problema dell'inquinamento è globale) in grado di assorbire 5. E il debito, voilà, è risanato, senza aver minimamente ritoccato il proprio parco industriale.

Strettamente collegato ai Sink è il mercato delle emissioni. Russia e Giappone, a Marrakech, hanno premuto affinché questo mezzo venisse "pompat" al massimo. E hanno avuto partita vinta. La Russia di Putin ha ottenuto un aumento del proprio parco sink inimmaginabile fino a poche ore prima della conclusione della Conferenza. E da una tabella iniziale che fissava a 17 i milioni di tonnellate di carbonio assorbibili dalle proprie foreste ogni anno, è passata a 33. Un surplus che il Giappone è già pronto ad acquistare e che di fatto gli garantisce l'abbattimento della sua quota di inquinamento.

I paradossi, dunque, ci sono tutti, ma questo non significa una totale sconfitta. Seppur indebolito, il Protocollo è pur sempre un'indispensabile piattaforma di lancio di nuove politiche ambientali. Da oggi in poi tutti dovranno tenerne conto, Italia compresa.

Affinché questo avvenga è però indispensabile compiere il primo passo: la ratifica dell'accordo. L'iter è chiaro: per diventare vincolante il Protocollo di Kyoto deve essere approvato da 55 nazioni che rappresentino almeno il 55% delle emissioni di Co2, sempre riferite al '90, l'anno della Convenzione di Rio.

### **Ma quale sarà il clima dell'Italia tra 50 anni?**

Secondo uno studio dell'Enea e dell'Ipcc nel 2050 la temperatura media sarà più elevata di circa 3 gradi, con un aumento più accentuato al Nord, con un incremento della piovosità invernale del 10% nelle regioni settentrionali e un calo del 30% di quella estiva nel Sud. I ghiacciai si ridurranno di altro 20-30%.

Il livello del Mediterraneo aumenterà di "appena" 20 centimetri. Ma questi basteranno a far verificare a Venezia fenomeni di acqua alta superiori al metro tra gli 80 e i 115 giorni all'anno (oggi sono appena 7). A queste condizioni i centri abitati di Venezia, Chioggia e delle isole minori rischiano un lento ed inesorabile allagamento. Ma a rischio non è solo Venezia: attorno al 2050 saranno a rischio inondazione 4.500 chilometri quadrati di aree costiere: il 65% si trova al sud, il 25,4% nel Nord e il 5,4% nell'Italia centrale e il 6,6% in Sardegna. Le conseguenze saranno pesanti, con danni che rischiano di essere di migliaia di miliardi.

## **GLI EFFETTI A SCALA LOCALE**

### **Gli incidenti stradali**

Gli incidenti stradali rappresentano il costo più elevato del trasporto su strada e uno dei principali motivi risiede nella giovane età delle vittime, un terzo delle quali di età inferiore ai 25 anni. Nei 51 Paesi della Regione Europea dell'Oms ogni anno 9.000 bambini di età inferiore ai 18 anni muoiono durante incidenti stradali e 355.000 restano feriti (pari rispettivamente, al 10% dei morti totali e al 15% dei feriti, per incidente). **In Italia nel 1997 sono morti per incidenti stradali 358 bambini e 26.730 sono rimasti feriti.**

Nel 1999 in Italia il numero di morti sulle strade è tornato a crescere (6.633) e si è raggiunto il massimo storico del numero dei feriti (circa 317.000); sulle strade urbane si registra il 75% degli incidenti e il 41% degli eventi mortali. ( Legambiente, Ambiente Italia 2001). L'adozione in Italia della " patente a punti " e delle relative sanzioni, sembra introdurre elementi virtuosi che potrebbero invertire tali catastrofiche tendenze. Pur essendo passati solo pochi mesi dalle disposizioni legislative in materia, le prime stime introducono elementi di ottimismo con la possibilità che, a regime, si possa registrare un riduzione di incidenti con esiti mortali e/o invalidanti del 25/30%.

## **Capitolo III**

### **STUDI SULL' INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

#### **I CARBURANTI**

##### **La benzina**

La benzina è una complessa miscela di idrocarburi derivante da processi di trasformazione del petrolio. Esiste anche una piccola frazione in natura, associata ai giacimenti di gas naturale.

E' il carburante che fa funzionare i motori a scoppio ma per ottenere la massima energia nel motore è necessario che la combustione della benzina sia completa e regolare ovvero che motore e carburante, interagendo tra di loro, evitino l'insorgere della detonazione. La capacità di una benzina a resistere alla detonazione è espressa dal numero di ottano, che è necessario che sia sempre superiore alle esigenze del motore.

Per questo motivo la benzina viene prodotta miscelando idrocarburi generati tramite vari processi di raffinazione del petrolio, con altre sostanze che contribuiscono a garantire le caratteristiche antidetonanti: piombo, agenti ossidanti, tensioattivi, demulsificanti.

Le benzine attualmente in commercio si differenziano per la presenza o meno di piombo, in "super" e "senza piombo", pur avendo ormai analoghe caratteristiche in termini di composizione di idrocarburi.

Secondo stime dell'Unione petrolifera (Febbraio, 2000) nel 1998 i consumi di benzina in Italia sono stati pari a 17.917.000 tonnellate, di cui 10.2000.000 di benzina senza piombo.

Vista l'elevata tossicità, già dal 1991 la concentrazione massima di piombo ammessa nelle benzine è di 0,15 mg/litro. Gli effetti positivi di questa norma sono dimostrati dalla progressiva diminuzione della concentrazione di piombo nel sangue della popolazione esposta: da uno studio dell'Epa (Environmental Protection Agency) sulla popolazione americana, si evince infatti che le concentrazioni di piombo nel sangue erano di 160 µg/l nel 1976, quando era ancora in pieno uso la benzina con piombo, scese a 100 nel 1980, quando cominciava la commercializzazione della senza piombo, fino ai 30 del 1996.

In Italia, è in vigore anche una norma (L 413 del 4.11.97) che impone, a decorrere dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene e di aromatici nelle benzine, pari rispettivamente all'1% e al 40% in volume. La commercializzazione di benzina priva di piombo è stata resa necessaria anche dall'obbligo di commercializzare auto catalizzate a partire dal 1992.

L'utilizzo di benzina contenente piombo in auto catalizzate ne provoca infatti la messa fuori uso; mentre al contrario, può essere utilizzata benzina senza piombo in auto non catalizzate, ma con forte produzione di emissioni di benzene, Ipa e CO.

Il suo impiego in veicoli dotati di marmitta catalitica riduce invece le emissioni di tutti gli inquinanti e, più precisamente, del 60-80% le emissioni di CO, del 30-80% quelle di NOx, dell'80-95% quelle degli Ipa e del 90% quelle di formaldeide.

Bisogna considerare comunque, che il dispositivo catalitico funziona in maniera ottimale solo quando si sono raggiunte temperature intorno ai 28 gradi, ovvero dopo un certo tempo dalla messa in moto del motore (10-15 minuti) e quando si è raggiunta una certa velocità. La capacità di abbattimento delle emissioni di un catalizzatore dipende anche dal livello di manutenzione e di regolazione del sistema stesso: è stato calcolato (Ambiente Italia, 1998) che in condizioni ottimali di funzionamento si può ottenere un abbattimento dal 69 al 54% degli ossidi di azoto, dal 74 al 33% degli idrocarburi e dal 72 al 21% del monossido di carbonio.

Ma cosa succederà con l'utilizzo della benzina senza piombo in autovetture non catalizzate (visto che il parco auto circolante nel nostro paese è ancora costituito per quasi il 40% da auto di questo tipo)? Secondo il parere dell'Istituto motori del Cnr di Napoli, nella maggior parte dei veicoli la benzina senza piombo può essere utilizzata senza particolari inconvenienti, mentre le vetture immatricolate prima del 1989 hanno bisogno di piccole modifiche, già indicate dal Ministero dei Trasporti. Per quanto riguarda le emissioni, da una campagna di prove sperimentali, lo stesso Istituto ha concluso che per quei motori in cui la benzina senza piombo può essere utilizzata senza modifiche, l'impatto ambientale rimarrà fondamentalmente invariato. Parere confermato anche dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università Federico II, sempre di Napoli.

### **Il gasolio, o diesel**

Il gasolio è una miscela di idrocarburi con 9-20 atomi di carbonio, costituita dalle frazioni di distillazione del petrolio. Contiene paraffine, idrocarburi aromatici e tracce di Ipa in proporzioni variabili rispetto al greggio di provenienza. Il problema maggiore di questo carburante è il contenuto di zolfo, che durante la combustione determina l'emissione di anidride solforosa.

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n.395 del 7 settembre 2001, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.255 del 2 novembre 2001, recependo la Direttiva europea 99/32/Ce, relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi, ha imposto il tenore massimo di zolfo nei gasoli, compresi quelli usati come carburanti, pari allo 0,20% in massa, che si abbassa allo 0,10% a partire dal 1 gennaio 2008.

**Le emissioni** generate da un motore diesel sono classificate dallo Iarc come **probabili cancerogeni per l'uomo** (gruppo 2A).

### **Il Gpl**

Il Gpl è una miscela di frazioni leggere, quali propano e butano, ottenute dalla raffinazione del petrolio, dai pozzi di estrazione del greggio e soprattutto dall'estrazione del gas naturale, come prodotto di condensazione. Ha la proprietà di mantenere lo stato gassoso alla pressione atmosferica e di passare a quello liquido se sottoposto ad una pressione leggermente *più elevata*. Il GPL è un prodotto ad alto potere calorifico, con un numero di ottano superiore a 100, disponibile per diversi usi tra cui l'autotrazione. Il vantaggio offerto riguarda le caratteristiche delle emissioni che non contengono aromatici, quantità trascurabili o nulle di Pb e SO<sub>2</sub>, aldeidi e particolato. Rispetto all'uso di benzina senza piombo in un veicolo non catalizzato, si ha un abbattimento del 40% delle emissioni di idrocarburi, del 50-80% di CO e del 10-20% di NO<sub>x</sub>.

Gli aspetti negativi consistono in una riduzione della potenza del motore e quindi in un relativo aumento dei consumi.

### **Il metano**

Il metano è un gas inodore, incolore totalmente naturale, la cui combustione comporta formazione e liberazione in atmosfera di anidride carbonica ed acqua, essendo costituito da un atomo di carbonio e quattro di idrogeno. E' il principale costituente del gas naturale, combustibile gassoso di origine fossile formatosi insieme al petrolio, di cui è la forma gassosa.

Il metano nel settore dei trasporti incide per meno dell'1% sui consumi totali. Il parco veicolare metanizzato è di circa 300mila veicoli, la cui massima parte è costituita da veicoli leggeri a benzina adattati alla doppia alimentazione; la rete di distribuzione è costituita da oltre 300 impianti, localizzati principalmente nel centro nord della penisola.



La vendita annua è in continua crescita. L'impatto ambientale del metano è minimo soprattutto se confrontato ad altri carburanti: **le emissioni di CO** si riducono infatti da 1/2 a 1/5 rispetto al gasolio, fino al 61% in meno rispetto alla benzina; quelle di **Idrocarburi** sono ridotte dal 50 al 70% rispetto al gasolio e sono costituite essenzialmente da metano. Per quanto riguarda gli **Idrocarburi non metanici** la riduzione delle emissioni rispetto ad un motore alimentato a benzina arriva fino all'82%, mentre le emissioni di **NOx** sono ridotte fino al 30% rispetto a quelle del gasolio e del 55% rispetto alla benzina.

Il Particolato risulta addirittura trascurabile se confrontato con il gasolio. Per la **CO<sub>2</sub>**, la riduzione è del 20 - 30% rispetto a benzina e al gasolio. Anche le emissioni di Ipa sono del tutto trascurabili, mentre quelle di formaldeide sono confrontabili con quelle della benzina.

Per i composti organici volatili (**VOC**), sono minime le perdite per evaporazione, costituite per oltre il 90% da metano. Un ulteriore vantaggio del metano è l'abbattimento pressoché totale della fumosità con conseguente riduzione della concentrazione atmosferica di particelle solide sospese e minore formazione di depositi carboniosi sugli edifici.

A parità di energia in ingresso al motore la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto ai combustibili tradizionali è tra il 20 e il 30% circa.

In Italia, secondo il dato del 1997 riferito alla rete Snam, il coefficiente di emissione è di 2,66 kg di CO<sub>2</sub>/ kg di gas naturale.

## **Il gasolio bianco**

L'utilizzo di gasolio bianco, emulsione di gasolio e acqua al 10%, è interessante in particolare per limitare le emissioni in atmosfera di ossidi di azoto e di Pm<sub>10</sub>, e per minimizzare l'opacità dei fumi emessi dagli scarichi soprattutto dei motori pesanti diesel. Tale riduzione delle emissioni degli inquinanti è possibile perché la presenza di acqua permette una migliore miscelazione dell'aria e del combustibile, nonché una riduzione della pressione parziale dell'ossigeno che agirebbe anche nella formazione di ossidi di azoto e ossidi di zolfo. Bisogna però segnalare che esiste ancora un problema per quanto riguarda le emissioni di monossido di carbonio, di idrocarburi e di aldeidi, tra cui la formaldeide.

**RIDUZIONE % PER TIPOLOGIA DI EMISSIONI  
RELATIVAMENTE ALLA TRAZIONE (EURO 0, 2, 3)**

Tipologia di emissioni	Riduz. % massima	Riduzione media	Riduzione media
		su motori vecchi (Euro 0)	su motori nuovi (Euro 2,3)
Nox	Fino a - 30% -	15% -	10%
Co	Fino a - 50% -	30% -	12%
PM	Fino a - 50% -	40% -	23%
Opacità	Fino a - 90% -	75% -	80%
Co2 -	consumi Fino a - 7% -	5% -	3%

*Fonte: Gecam*

### **I biocarburanti**

I combustibili di origine vegetale utilizzati in autotrazione sono detti biocarburanti e sono il biodiesel e l'ETBE. Il primo è ottenuto dagli oli vegetali, il secondo per sintesi da etanolo e isobutilene. L'ETBE è già utilizzato come ossigenante nelle benzine e per quello di origine agricola ci sono ancora forte problemi legati al costo e ai volumi di produzione.

### **Il biodiesel**

Inizialmente con il termine biodiesel si identificavano gli oli vegetali estratti da varie piante tra cui colza, girasole, soia. Gli oli vegetali puri o le loro miscele con il gasolio non costituivano però un buon combustibile in quanto le deposizioni sulle pareti del motore lo danneggiavano a causa dell'elevata viscosità. Si è pertanto fatto ricorso ad una trasformazione chimica degli oli vegetali, così da renderli migliori come combustibili e miscelabili con il gasolio in diverse proporzioni. Attualmente il più impiegato è l'estere metilico da olio di colza. In Italia oggi la produzione totale annua è di 90mila tonnellate, utilizzando come materia prima principalmente olio di colza e olio di girasole importati da Francia e Germania. La maggior parte (circa il 90%) viene adoperato per usi termici e solo il restante 10% viene utilizzato in miscela al 20% con gasolio per autotrazione.

L'utilizzo del biodiesel puro ha evidenziato alcuni problemi di carattere tecnologico, come l'incompatibilità con materiali plastici presenti nel motore per deterioramento e l'elevato contenuto in acqua che può provocare, alla lunga, fenomeni di corrosione nei serbatoi di stoccaggio.

Sino ad oggi il biodiesel è un carburante sovvenzionato, ovvero ammesso all'esenzione dell'accisa statale e quindi prodotto in quantità contingentate. È il decreto 219 del 22 maggio 1998 che fissa le quantità di biodiesel ammesso all'esenzione dell'accisa, che attualmente ammontano a 125mila tonnellate. La miscela gasolio-biodiesel con un contenuto inferiore al 5%, è considerata alla stregua del gasolio minerale, e, quindi, può essere utilizzata sia in rete che in extrarete, mentre per le miscele al di sopra del 5% resta l'obbligo del consumo extrarete. Una valutazione dei possibili vantaggi ambientali dell'utilizzo del biodiesel nell'autotrazione non è semplice, visto che i dati sperimentali riportati in letteratura si riferiscono a diverse procedure di prova e a miscele di diversa composizione. In generale, si può dire che i maggiori vantaggi si ottengono con l'utilizzo del biodiesel puro, mentre con miscele dal 2 al 5% non si hanno variazioni significative delle emissioni rispetto al gasolio. Per le miscele intermedie i vantaggi ambientali si situano a metà strada tra il biodiesel puro e quello in miscela al 2-5%.

**Bilancio energetico** – Il biodiesel ha caratteristiche di efficienza energetica molto simili al diesel tradizionale: considerando l'intero ciclo di vita infatti, si stima per il biodiesel un'efficienza energetica dell'80,55%, contro l'83,28% del diesel. Il più basso valore del primo dipende dall'energia richiesta per convertire l'olio vegetale in combustibile.

### **Vantaggi e svantaggi rispetto al diesel**

**SO<sub>x</sub>** il biodiesel ha un contenuto di zolfo pressoché nullo (< 0,01% in peso), non generando quindi ossidi di zolfo.

**NO<sub>x</sub>** Le emissioni di ossidi di azoto dell'intero ciclo di vita sono più alte del 13% rispetto al gasolio da petrolio, attribuibili per la maggior parte alle più alte emissioni allo scarico. Un bus urbano alimentato a biodiesel puro presenta delle emissioni allo scarico che sono circa il 9% più alte rispetto ad un bus che utilizza gasolio tradizionale.

**CO** Il biodiesel produce il 35% in meno di monossido di carbonio rispetto al gasolio tradizionale. Un bus urbano alimentato a biodiesel emette allo scarico il 46% in meno di monossido di carbonio rispetto ad uno a gasolio.

**CO<sub>2</sub>** Per unità di lavoro fornito da un autobus il biodiesel riduce le emissioni nette di anidride carbonica del 78,5% se comparato al diesel tradizionale (considerando l'intero ciclo di vita).

In realtà la riduzione non si ha al punto di scarico dei mezzi, ma nel complesso, grazie all'utilizzo di biomasse.

**Particolato** Sulle emissioni di particolati non tutti i dati concordano. Da dati dell'Anpa, nell'intero ciclo di vita si ha una riduzione pari al 32% di PM10 rispetto al gasolio; a livello di emissioni allo scarico PM10 di un bus urbano alimentato a biodiesel produce PM10 in concentrazioni del 68% più basse rispetto ad uno stesso autobus operante a gasolio tradizionale.

**Idrocarburi** Gli idrocarburi totali riferiti al ciclo di vita del biodiesel sono del 35% più alti, rispetto al diesel tradizionale; tale aumento è riferito sia allo sviluppo di esano e altri idrocarburi durante il processo di lavorazione della materia prima vegetale, sia alle emissioni allo scarico dei veicoli che variano in maniera proporzionale a seconda del grado di miscelazione.

**IPA** Sono notevoli le riduzioni degli IPA (del 50-60% rispetto al gasolio) sia in forma gassosa che particellare anche per miscele biodiesel-gasolio al 30-50%.

### **Aldeidi e chetoni**

Inconveniente spesso citato, insieme alle emissioni di ossidi di azoto, è l'aumento delle emissioni di aldeidi e chetoni: formaldeide e acroleina. Prove sperimentali hanno evidenziato però che l'aumento non è significativo, per miscele dal 30 al 50%. L'elevato valore di acroleina, responsabile degli odori sgradevoli, sembra comunque dovuto ai residui di glicerina nel carburante, che in un prodotto di buona qualità non dovrebbero esserci.

### **Biodegradabilità**

Il biodiesel ha un elevato grado di biodegradabilità: in caso di versamento accidentale il 98% si degrada nelle prime 3 settimane, il resto nelle 5 settimane successive.

### **Costi e reperibilità**

L'utilizzo dei biocarburanti e in particolare del biodiesel presenta notevoli vantaggi in termini di riduzione di CO2 e di emissioni di sostanze inquinanti, fatta eccezione per gli ossidi di azoto e aldeidi e chetoni, grave il problema del reperimento e dei costi elevati di produzione, pari a circa 0,5-0,6 Euro/l, per cui il suo utilizzo è attualmente possibile solo in regime economicamente protetto.

Altro fattore limitante alla diffusione del biodiesel è rappresentato dalle rese agricole delle materie prime vegetali. Si stima che, alle rese attuali, per ogni tonnellata di biodiesel è necessario coltivare ad oleaginose (principalmente colza e girasole) circa un ettaro di terreno agricolo.

Per ottenere quindi il quantitativo di 2 Mtep (ripartito in 0,5 Mtep di etanolo, pari a 700.000-800.000 t/anno e 1,5 Mtep di biodiesel, pari a 1.500.000 – 1.600.000 t/anno) indicato dalla delibera CIPE del 3 dicembre '97, quale obiettivo da raggiungere per il 2010, sarebbe necessaria una superficie di circa 1,5 milioni di ettari, ovvero circa un decimo della superficie agraria italiana e pari a 5 volte l'attuale superficie coltivata ad oleaginose.

Interessante sarebbe la produzione del biodiesel dagli oli vegetali esausti e dai grassi animali.

Questa opzione che viene già praticata in alcuni Paesi (l'Austria con due impianti da 1.000 e 30.000 tonn/anno, gli Stati Uniti con una produzione annua di 30.000 tonnellate) permetterebbe una soluzione ambientalmente valida allo smaltimento di questo tipo di rifiuti, (circa 280.000 tonnellate/anno gli oli vegetali esausti) in sintonia anche con il Decreto Ronchi.

In tal senso è stato siglato un accordo di programma tra Ministero Ambiente e Novaol, ma al momento senza risultati concreti.

### **Veicoli elettrici a batteria**

Attualmente sarebbero i veicoli più idonei per l'utilizzo in aree urbane. Sono silenziosi, privi di emissioni allo scarico, facili da guidare, con costi operativi (consumi e manutenzione) minori rispetto ai veicoli tradizionali. Le emissioni, legate alla produzione di energia elettrica, dipendono dalle caratteristiche delle centrali di generazione.

Attualmente il mercato delle batterie per veicoli elettrici è dominato dalle batterie al piombo-acido, che nei prossimi anni saranno seguite da batterie alcaline, come quelle a nichel-cadmio, mentre successivamente saranno le batterie al litio ad acquisire una posizione crescente perché garantiscono un'autonomia 3 volte superiore rispetto a quelle al piombo.

Il ridotto utilizzo del veicolo elettrico all'interno delle aree urbane è legato infatti all'autonomia: da 40 a un massimo di 100 Km (nella maggior parte dell'Unione Europea la percorrenza media giornaliera è inferiore ai 60 km); per ricaricare completamente la batteria ci vogliono poi dalle 6 alle 8 ore; la velocità massima non supera i 100 km/h (la velocità media in molte città europee su percorsi urbani è inferiore ai 20 km/h; a Roma la velocità massima del trasporto pubblico non supera i 25 km/h, la media però è di 15 Km/h). Altro elemento sfavorevole è il costo di acquisto che è due, tre volte superiore all'analogo veicolo tradizionale.

## L'impatto ambientale

I veicoli elettrici sono gli unici ad avere un'emissione nulla al punto di uso, anche se per l'emissione effettiva globale bisogna calcolare gli inquinanti emessi dal sistema di generazione di energia elettrica e non è da sottovalutare nemmeno il problema dello smaltimento delle batterie esauste che si potrebbe venire a creare con il largo utilizzo di questi veicoli. Confronto delle emissioni di veicoli con diversi combustibili (Enea, 1998).

<b>Inquinanti (g/km)</b>	<b>Diesel al punto d'uso</b>	<b>Diesel totale (prod. e trasp.)</b>	<b>Benzina al punto d'uso</b>	<b>Benzina tot. (prod. e trasp.)</b>	<b>Elettricità al punto d'uso</b>	<b>Elettricità tot. (prod e trasp)</b>
SO <sub>2</sub>	0.239	0.284	0.035	0.088	0.001	1.254
NO <sub>x</sub>	0.827	0.890	0.470	0.544	0.003	0.348
CO <sub>2</sub>	186.690	204.204	206.853	227.387	6.900	137.398

Il confronto si riferisce all'intera catena energetica per tre veicoli simili.

## Veicoli a celle a combustibile o a idrogeno.

Una cella a combustibile, o pila, è un generatore elettrochimico che converte in modo diretto l'energia di un combustibile in energia elettrica. Il carburante utilizzato in una cella è generalmente idrogeno o un gas ricco di idrogeno.

Le celle a combustibile uniscono i vantaggi dei motori elettrici: silenziosità e assenza di inquinamento; a quelli dei veicoli tradizionali: autonomia e tempi di rifornimento più brevi maggiore efficienza. Eppure rimangono alcuni problemi di tipo tecnico come la disponibilità dell'idrogeno a costi ragionevoli, lo stoccaggio a bordo del veicolo, gli aspetti di sicurezza.

## Impatto ambientale

Un veicolo a celle a combustibile alimentato a idrogeno è un veicolo ad emissioni zero al punto di utilizzo e ha emissioni globali che dipendono dal processo di produzione dell'idrogeno. I rendimenti previsti sono superiori sino al 50-60% rispetto ai motori tradizionali su percorso urbano.

Un'analisi comparativa dei diversi veicoli ha evidenziato un notevole vantaggio in termini di emissioni totali di CO<sub>2</sub> in veicoli a idrogeno rispetto a tutti gli altri veicoli: nel caso di veicoli a benzina e diesel, le emissioni globali di CO<sub>2</sub> sono del 30-40% superiori a quelle di un veicolo a celle a combustibile.

## CONFRONTO FRA I DIVERSI CARBURANTI

Per un confronto quantitativo delle emissioni dei diversi carburanti utilizziamo i dati dell'Anpa che si riferiscono alle autovetture del parco circolante in Italia nell'anno 1997, su percorso urbano. In quest'analisi rientrano però solo le benzine, con e senza piombo, il diesel in auto catalizzate e non, e il Gpl, anch'esso per catalitiche e non.

### FATTORI DI EMISSIONE MEDI DEI DIVERSI CARBURANTI (g/veicolo x Km)

Carburante	NOx	COVNM	CO	CO2
Benzina con piombo (1)	1.97	8.47	35.07	288.70
Benzina senza piombo (2)	1.35	3.87	16.09	346.12
Diesel (3)	0.71	0.42	1.28	291.10
Diesel catalizzate(4)	0.62	0.16	0.86	216.14
Gpl (5)	1.76	2.23	10.77	224.52
Gpl catalizzate (6)	0.36	0.45	4.74	213.11

*Fonte: Anpa, 2000*

(1) i dati si riferiscono alle autovetture immatricolate anni 1985-1992, di media cilindrata (1400-2000 c.c.) del parco circolante italiano nell'anno 1997, su percorso urbano (dati Anpa)

(2) i dati si riferiscono alle autovetture catalizzate (Euro 2) immatricolate negli anni 1993-'96, di media cilindrata (1400-2000 c.c.) del parco circolante in Italia nell'anno 1997, su percorso urbano (dati Anpa)

(3) i dati si riferiscono alle autovetture più vecchie, di media cilindrata (meno di 2.000 c.c.) immatricolate fino al 1994 del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

(4) i dati si riferiscono alle autovetture più recenti (catalizzate Euro 2), di media cilindrata (meno di 2.000 c.c.) immatricolate negli anni 1994-'96 del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

(5) i dati si riferiscono alle autovetture più vecchie, immatricolate fino al 1992, del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

(6) i dati si riferiscono alle autovetture più recenti (catalizzate Euro 2), immatricolate negli anni 1993-'96 del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

Per quanto riguarda un confronto tra gasolio, miscela gasolio-biodiesel e metano, sono stati invece utilizzati i dati dell'istituto motori del CNR di Napoli. Vengono riportati gli inquinanti relativi ad un motore diesel, alimentato sia con gasolio che con una miscela costituita da gasolio e il 20% in volume di olio vegetale (biodiesel), e quelli relativi ad un motore equivalente, ma alimentato a gas naturale. Questo secondo motore è ad accensione comandata e dotato di catalizzatore. I dati sono stati misurati sul ciclo europeo di omologazione e fanno riferimento ai limiti e alla procedure di prova dell'Euro2, comunque significative per gli autobus urbani circolanti.

**EMISSIONI SU CICLO DI OMOLOGAZIONE EURO2 PER MOTORE DIESEL,  
ALIMENTATO CON GASOLIO E UNA MISCELA GASOLIO-BIODIESEL, ED EMISSIONI  
DEL MOTORE A GAS NATURALE CON CATALIZZATORE (AUTOBUS)**

	<b>HC (g/kWh)</b>	<b>CO (g/kWh)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (g/kWh)</b>	<b>Particolato(g/kWh)</b>
Limiti Euro2	1.1	4.0	7.0	0.15
Gasolio	0.7	2.1	5.2	0.25
Gasolio-Biodiesel	0.5	1.9	5.3	0.27
Gas Naturale	0.2	1.0	0.5	0.0

*Fonte: Istituto motori Cnr, Napoli*

Una valutazione complessiva dell'impatto dei diversi carburanti, di tipo quantitativo, è stata fatta dall'Enea (Energia, ambiente e innovazione, 1996). E' stata elaborata una graduatoria in base alla quantità e alla tossicità delle emissioni, dando un maggiore peso alle emissioni alte degli inquinanti molto tossici e minore importanza alle emissioni alte dei composti poco tossici. La graduatoria che ne esce, dal più inquinante al meno inquinante risulta essere: benzina super, diesel, benzina senza piombo, biodiesel, benzina senza piombo con catalizzatore, Gpl, metano. Risulta quindi, da questa valutazione, che i carburanti più inquinanti sono quelli tradizionali, la benzina con piombo e il diesel. Il biodiesel appare meno inquinante del diesel tradizionale in quanto, pur provocando un aumento delle emissioni di formaldeide, abbatte quelle degli Ipa, di particolato e di SO<sub>2</sub>. La benzina senza piombo utilizzata in motori catalitici elimina non solo le emissioni di piombo, ma ha un notevole abbattimento anche di benzene e Ipa.

**I carburanti meno inquinanti risultano senza dubbio il Gpl e il metano in quanto producono emissioni estremamente basse o addirittura nulle per la maggior parte degli inquinanti con l'eccezione di NO<sub>2</sub>, che comunque viene abbattuto in motori catalizzati.**



## GLI INQUINANTI

Il traffico urbano costituisce oggi la fonte primaria dei principali inquinanti atmosferici ed inoltre delle sostanze cancerogene presenti nelle città. Proprio in ambito urbano si registrano i tassi di emissione più alti a causa sia delle basse velocità, sia dei viaggi relativamente brevi che comportano una maggiore incidenza delle percorrenze con motore a freddo.

Le sostanze gassose inquinanti più comuni legate ai trasporti possono essere suddivise in primarie e secondarie. Gli inquinanti primari (il monossido di carbonio, il monossido di azoto, i composti organici volatili, gli ossidi di zolfo ed il particolato) sono presenti nelle emissioni da traffico veicolare e provocano direttamente effetti dannosi sull'organismo. Gli inquinanti secondari (biossido di azoto ed ozono), sono invece il risultato di reazioni tra gli inquinanti primari, o tra inquinanti primari e gli elementi naturali presenti nell'atmosfera.

Le emissioni di COV (Composti Organici Volatili) e di NO<sub>x</sub> contribuiscono non soltanto all'inquinamento atmosferico locale, ma anche in certe condizioni (alta temperatura) alla formazione di inquinanti fotochimici (ozono, idrocarburi, aldeidi), ed indirettamente all'aumento della temperatura a livello globale. La formazione dello smog fotochimico tipico delle grandi aree urbane costituisce un problema rilevante sia per la salute umana che per l'ambiente. Tra gli idrocarburi responsabili di questo tipo di inquinamento, i più pericolosi sono gli Ipa (policiclici aromatici) con accertata azione cancerogena. Tra gli inquinanti da tenere costantemente sotto controllo il benzene, accertato anch'esso come cancerogeno nell'uomo ed associato all'aumento delle morti per leucemia.

**Recenti stime indicano poi che in Europa circa 80.000 morti all'anno potrebbero essere correlate all'esposizione nel lungo termine al particolato fine (PM10) prodotto dal traffico.**

Il PM10, infatti, è costituito da polveri di diametro inferiore a 2.5 micron, che può penetrare in profondità attraverso le vie aeree, portandosi dietro sostanze altamente inquinanti e spesso cancerogene come il benzo(a)pirene, l'arsenico e il mercurio.

## COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)

Il termine VOC comprende una grande serie di composti come gli Idrocarburi (saturi, insaturi ed aromatici) derivati alogeni come la trielina, composti ossigenati (aldeidi, chetoni, alcoli) . In altre parole comprende tutte le sostanze organiche presenti nella fase gassosa. L'elemento più abbondante di questa classe è il Metano (CH<sub>4</sub>).

Fonti di VOC in atmosfera sono molto varie; in città la gran parte di VOC derivano dal traffico veicolare e dall'evaporazione di carburanti e di solventi e da processi fotochimici che trasformano idrocarburi in aldeidi.

### **FORMALDEIDE (H-CHO)**

E' l'aldeide (composto organico contenente il gruppo caratteristico -CHO) più abbondante rilevata nelle città. E' emessa direttamente dal traffico veicolare, specialmente dai veicoli diesel, ed è formata in atmosfera dalla reazione di diversi idrocarburi con i radicali liberi dell'ossigeno. I livelli di concentrazione nelle aree urbane sono generalmente bassi, con valori più alti in caso di massima intensità dell'attività fotochimica o quando il traffico è molto intenso. Insieme all'acido nitroso sono le specie maggiormente in grado di attivare intensi fenomeni fotochimici. L'importanza ambientale della **formaldeide** deriva dal **suo effetto sulla funzione respiratoria**, mentre test di laboratorio hanno dimostrato proprietà cancerogene che non sono state confermate da chiare evidenze sull'uomo.

### **IDROCARBURI**

Sono i costituenti fondamentali del petrolio e, insieme all'ozono, i principali responsabili dello smog fotochimico, che può provocare difficoltà respiratorie, attacchi di asma, insufficienza cardiaca. Alla famiglia degli **idrocarburi** appartengono vari tipi di sostanze, tra cui gli aromatici come il benzene, gli xileni e i tolueni, provenienti anch'essi dall'evaporazione dei combustibili o dalla cattiva combustione degli stessi. Gli aromatici rappresentano circa il 40% del totale delle emissioni totali degli idrocarburi, hanno **effetti tossici** sugli animali a sangue caldo e quindi anche sull'uomo.

### **IPA**

Altra classe di idrocarburi molto tossici per l'uomo sono i **policiclici aromatici (IPA)**, che comprendono molte centinaia di composti singoli, un terzo dei quali svolge **un'accertata azione cancerogena**. Il più conosciuto, anche per la sua cancerogenicità è il B(a)P , Benzo-a-pirene. Sprigionati anch'essi dalle benzine, gli IPA rappresentano il 30% del totale delle emissioni di idrocarburi nel settore dei trasporti.

Limite alle concentrazioni previsto per gli IPA come B(a)P, dalla normativa nazionale: 1 µg /m<sup>3</sup>, obiettivo di qualità posto su media annuale (DM 25.11.1994).

## **IDROCARBURI TOTALI NON METANICI (NMHC)**

Sono composti organici in forma gassosa o particellare derivanti dalla combustione incompleta di combustibili e altre sostanze contenenti carbonio, come i gas esausti dei veicoli a motore, o dal trattamento dei composti petrolchimici come il gasolio e i solventi organici. Rappresentano circa il 30% delle emissioni totali di idrocarburi.

Limite alle concentrazioni previsto dalla normativa nazionale: 200 µg/m<sup>3</sup>, media oraria su 3 ore (DPCM 28.03.1983).

## **BENZENE**

**Il Benzene** è un idrocarburo altamente volatile di grande importanza ambientale perché riconosciuto **altamente cancerogeno per l'uomo**. Viene emesso dal traffico veicolare come sottoprodotto della benzina e degli altri composti aromatici e attraverso l'evaporazione della benzina dal tubo di scappamento o dal serbatoio.

Il benzene, presente in concentrazioni analoghe sia nella benzina super che in quella senza piombo, è una delle **sostanze a maggiore rischio-cancro**. Le emissioni interessano specialmente le aree urbane, dove maggiore è il rilascio e anche il numero dei soggetti esposti, dato che il tempo di permanenza in atmosfera è comunque molto alto. Principali responsabili delle emissioni sono le auto non catalizzate, seguite dai ciclomotori e dalle auto catalizzate.

Limite alle concentrazioni previsto dalla normativa nazionale: 10 µg/m<sup>3</sup>, obiettivo di qualità posto su media annuale (DM 25.11.1994).

## **OSSIDI DI AZOTO (NOX)**

Composti dell'azoto che si formano principalmente nella combustione ad alta temperatura, rappresentano il sottoprodotto tipico degli scarichi dei motori a combustione interna (sia a scoppio che diesel) e dei processi industriali. I NO<sub>x</sub> hanno importanti conseguenze sulla chimica atmosferica: nella troposfera possono essere convertiti in acido nitrico e contribuire alla formazione delle piogge acide; in certe condizioni (smog fotochimico) possono fornire l'ossigeno necessario a produrre grandi quantità di ozono. Dalla metà degli anni '90 si comincia a sentire l'effetto di atti normativi orientati al contenimento delle emissioni e del rinnovo del parco veicolare nel settore dei trasporti.

Così se nel periodo 1986-1992 le emissioni crescono, dal 1993 si registra un'inversione di tendenza che porta, tra l'altro, a rispettare il Protocollo di Sofia. Le emissioni complessive di No<sub>x</sub> nel 1997 si riducono del 16% rispetto al 1992.

## **BIOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)**

Gas brunastro-rosso con odore pungente, spesso formato dall'ossidazione di ossidi di azoto. Deriva dai gas di scarico dei veicoli a motore (56%) e degli impianti industriali (6%) ed ha effetti di tossicità acuta sia sulle mucose che sugli occhi, ma può provocare anche danni polmonari e, in elevate concentrazioni, può dimostrarsi letale. Secondo le attuali conoscenze, **l'NO<sub>2</sub> determina effetti negativi soprattutto sui bambini, persone anziane o soggetti con problemi d'asma, poiché è molto attivo a livello polmonare.**

Dal settore dei trasporti viene più del 50% di tutte le emissioni di ossidi di azoto, che solo in Italia superano il milione e mezzo di tonnellate annue.

Limite alle concentrazioni previsto dalla normativa nazionale: valore di attenzione 200 µg/m<sup>3</sup>; valore di allarme 400 µg/m<sup>3</sup>. Si calcola il picco orario più alto (DM 25.11.1994).

## **MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)**

Gas incolore e inodore derivante dalla combustione incompleta di combustibili e altre sostanze contenenti carbonio come i gas esausti dei veicoli a motore, centrali elettriche a combustione, inceneritori per lo smaltimento dei rifiuti. Il monossido di carbonio ha la capacità di limitare la quantità di ossigeno trasportata dal sangue, provocando effetti di tossicità cardiovascolare e, in grandi quantità, l'asfissia. **E' uno dei gas più pericolosi per la salute umana.** In Italia i veicoli a motore contribuiscono per il 90% al totale delle emissioni, stimate in 5,5 milioni di tonnellate/anno.

Limite alle concentrazioni previsto dalla normativa nazionale: 15 µg/m<sup>3</sup>, valore di attenzione e 30µg/m<sup>3</sup> valore di allarme. Si calcola il picco orario sulle 24 ore (DM 25.11.1994).

## **ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>)**

Principale gas serra, deriva perlopiù dalla combustione delle fonti primarie di energia di origine fossile (soprattutto petrolio, gas naturale e carbone) e loro derivati. Dipende dal mix di combustibili fossili consumati annualmente e in Italia risulta prodotta, principalmente, dal settore della combustione-produzione di energia e industria di trasformazione (32% delle emissioni totali nazionali nel 1997), quindi dai trasporti stradali (25%), dalla combustione-industria manifatturiera (17%), dalla combustione non industriale cioè domestico e agricoltura (16%).

## **BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>) o Anidride solforosa**

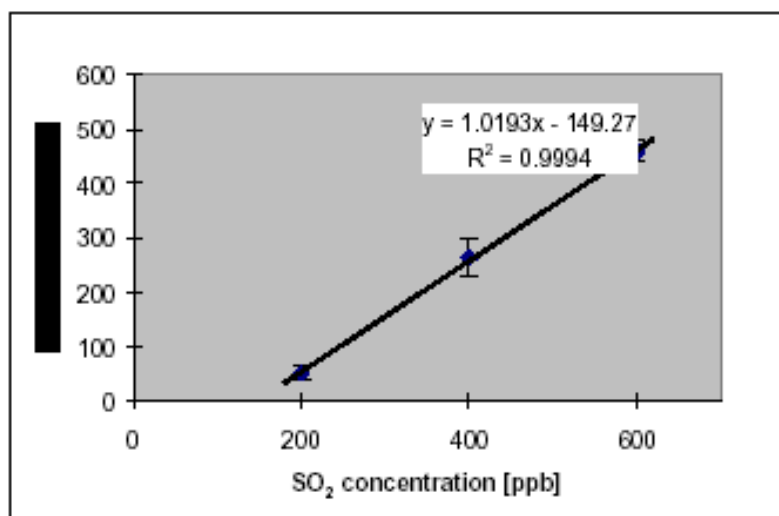
Ogni anno vengono emesse nell'ambiente circa 2 milioni di tonnellate di SO<sub>2</sub> derivanti, in massima parte, dagli impianti di combustione per la produzione di energia elettrica (53%) e per il riscaldamento (22%). Contribuiscono poi altri processi industriali (9,5%), raffinerie (7%), trasporti (7%). Dal 1985 al 1989 si è registrata una progressiva diminuzione delle emissioni (-11%) specie per effetto del miglioramento nella qualità del combustibile per la produzione energetica e il riscaldamento. Uno dei derivati più tossici dell'SO<sub>2</sub> è l'acido solforico che rappresenta la maggior parte della componente acida dell'inquinamento atmosferico.

Gli effetti sulla salute del **biossido di zolfo**, sostanza inodore ma dall'odore pungente, sono principalmente correlati alla sua **capacità di interagire con il tratto bronchiale dell'apparato respiratorio**. Anche gli aerosol acidi (acido solforico, bisolfato di azoto) possono generare problemi alla salute, con irritazione degli occhi, delle mucose e delle vie respiratorie. Nelle piante provocano diminuzione della crescita, clorosi e ustioni fogliari, mentre danneggiano monumenti, opere d'arte ed edifici storici grazie alle marcate proprietà corrosive su rocce e metalli.

Limite alle concentrazioni previsto dalla normativa nazionale: valore di attenzione 125 µg/m<sup>3</sup>; valore di allarme 250 µg/m<sup>3</sup>, media calcolata sulle 24 ore (25.11.1994).

La figura sottostante mostra come con al variare delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> corrispondono cambiamenti significativi della FEV1 in pazienti asmatici.

**Fig 1. Cambiamenti della FEV1 in funzione delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> in pazienti asmatici**



## OZONO (O<sub>3</sub>)

L'ozono è un gas formato da tre atomi di ossigeno che in natura si trova negli alti strati dell'atmosfera (stratosfera), dove contribuisce a formare uno scudo alla penetrazione dei raggi ultravioletti. E' quindi indispensabile alla vita sulla terra perché impedisce il passaggio di raggi pericolosi per la nostra salute. Negli strati bassi dell'atmosfera (troposfera) invece, l'ozono è presente in basse concentrazioni, tranne nelle aree dove la presenza di alcuni inquinanti chimici e la concomitanza di fattori meteorologici ne induce l'aumento. Questo secondo tipo di ozono (troposferico) si forma quando gli ossidi di azoto e i composti organici volatili reagiscono a causa della presenza della luce e del sole. La fonte di questi inquinanti, precursori dell'ozono, sono di tipo antropico (veicoli a motore, centrali termoelettriche, industrie, solventi chimici, processi di combustione...) e naturale (boschi e foreste). L'ozono è quindi (nella bassa atmosfera) un agente inquinante che è originato dalle reazioni fotochimiche di inquinanti primari. Le concentrazioni di O<sub>3</sub> sono influenzate dalle variabili meteorologiche, dall'intensità della luce, dalla temperatura, dalla velocità e direzione del vento.

Nel periodo estivo le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature e scarsa ventilazione favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti mentre il forte irraggiamento solare innesca una serie di reazioni fotochimiche che determinano la concentrazione di ozono più elevate rispetto al livello naturale. Al contrario, in inverno, si registrano le concentrazioni più basse.

Il motivo per cui spesso le più alte concentrazioni di ozono si misurano in luoghi poco interessati dalle attività umane (in campagna o nei parchi), dipende dal fatto che in prossimità di fonti produttrici di monossido di azoto (NO) emesso dai veicoli a motore e dai grandi impianti di combustione, l'ozono viene consumato da un'altra reazione chimica ( $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ).

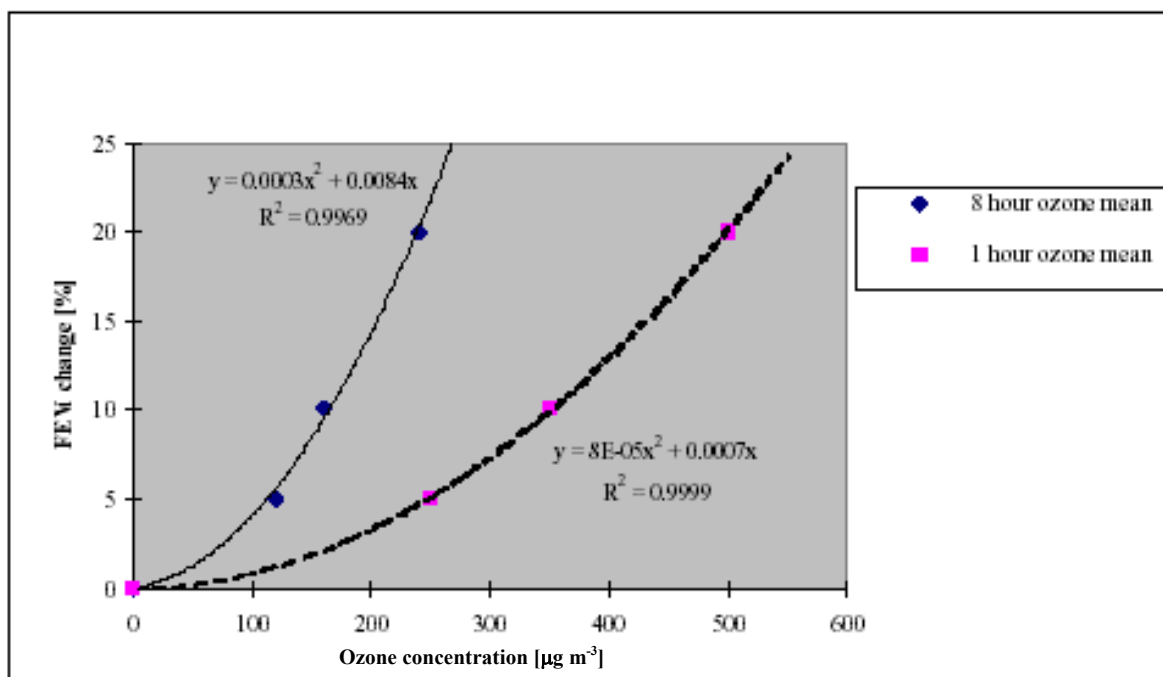
Per questo, azioni locali estemporanee per limitare la produzione di NO non bastano a migliorare le condizioni dell'inquinamento atmosferico. La presenza di elevati livelli di **ozono** è dannosa per gli animali, le piante e la salute umana, perché **provoca irritazioni all'apparato respiratorio**. Inoltre deteriora i materiali e riduce la visibilità.

Limite alle concentrazioni previsto dalla normativa nazionale: 180 µg/m<sup>3</sup>, valore di attenzione; 360 µg/m<sup>3</sup>, valore di allarme (DM 16.05.1996).

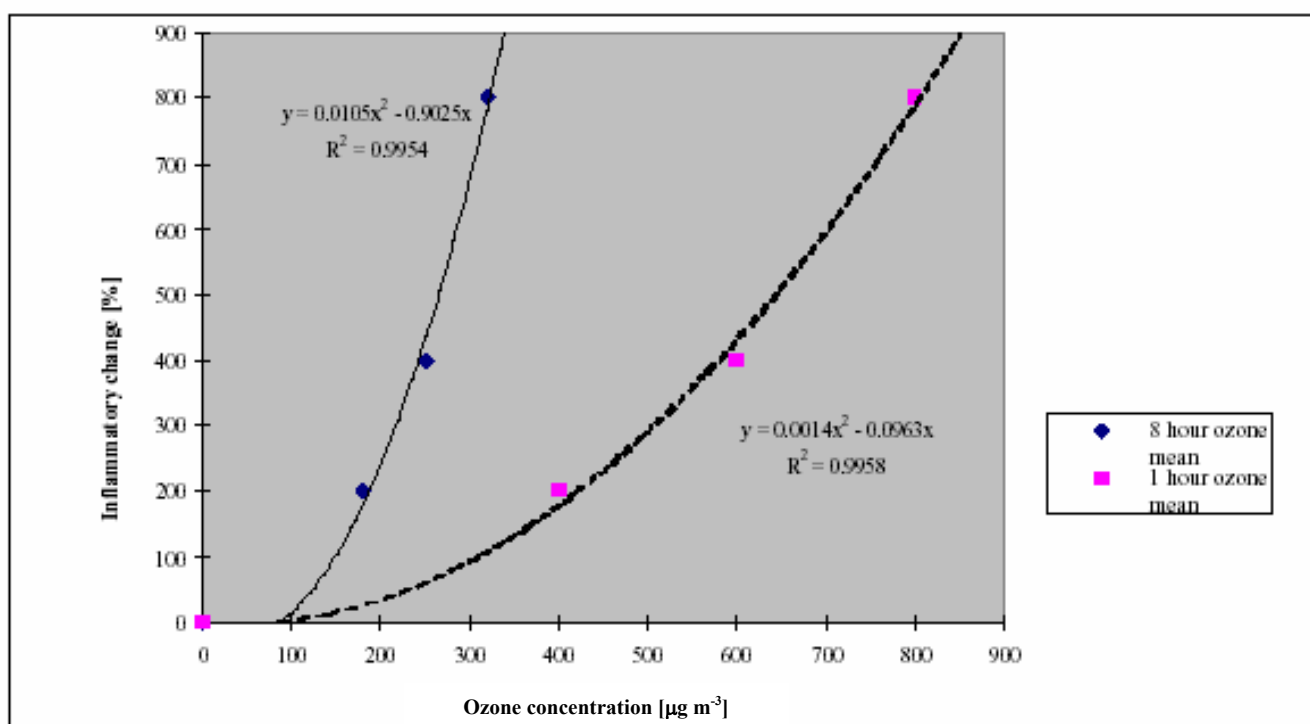
Numerosi studi in questi anni hanno evidenziato l'esistenza di un rapporto fra incremento della mortalità, ricoveri ospedalieri e variazione della concentrazione media di O<sub>3</sub> [4], [6-8].

Questi quattro grafici mostrano come alla variazione dei livelli di O<sub>3</sub> corrisponde un peggioramento della FEV<sub>1</sub>, dei processi infiammatori e dei ricoveri Ospedalieri in giovani adulti e bambini.

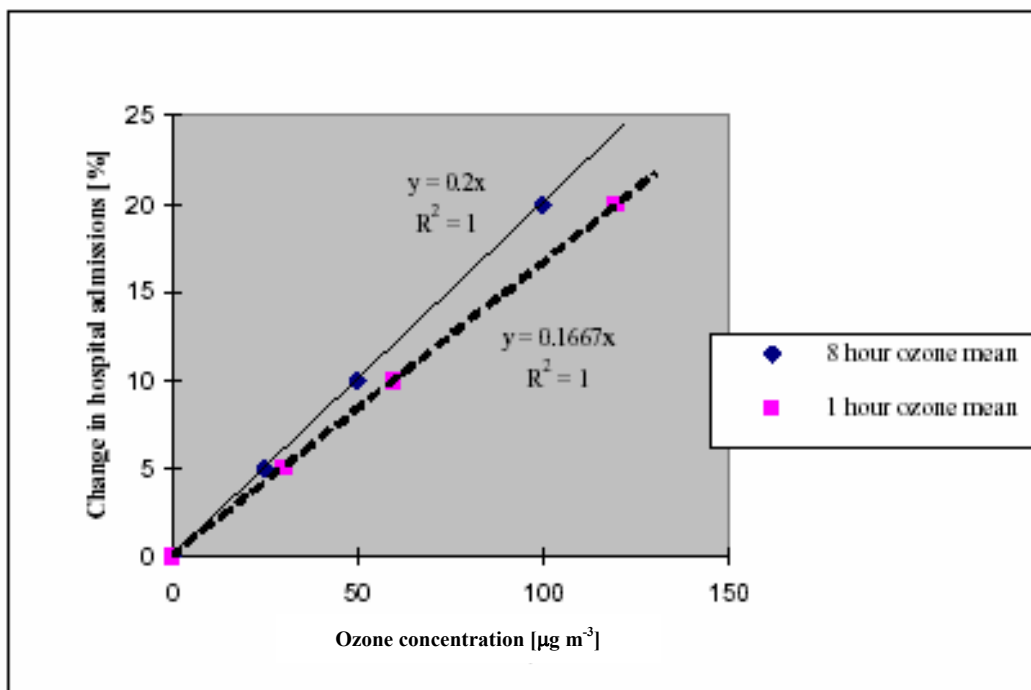
**Fig. 2 Cambiamenti della FEV<sub>1</sub> in funzione delle concentrazioni di O<sub>3</sub> in giovani adulti e bambini**



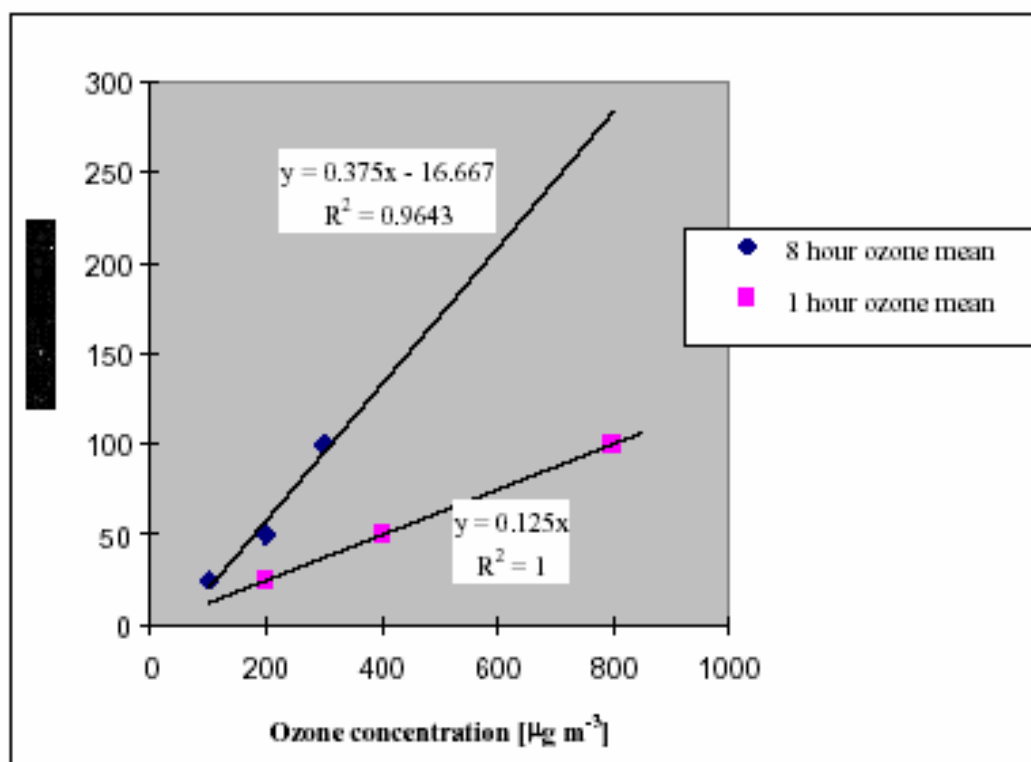
**Fig. 3. Cambiamenti dei parametri infiammatori polmonari in funzione delle concentrazioni di O<sub>3</sub>**



**Fig. 4. Incremento dei ricoveri ospedalieri in funzione delle concentrazioni di O3**



**Fig. 5. Peggioramento dei sintomi fra gli adulti e gli asmatici in funzione dei livelli di O3**





## PIOMBO

Il piombo è un metallo pesante che si concentra nel particolato fine. E' emesso dai motori a scoppio alimentati a benzina super addizionata con piombo-tetraalchile per aumentarne la capacità antidetonante. Oltre al traffico è emesso dalla combustione del carbone e dalle fonderie. L'importanza ambientale del Piombo è ben conosciuta, inoltre ha tipici e ben documentati **effetti sul sistema emopoietico e sul sistema nervoso e renale, cui sono vittime soprattutto i bambini.**

## POLVERI (PARTICELLE SOSPESSE = TSP)

Complessa miscellanea di sostanze organiche e inorganiche, le polveri sono costituite da un'ampia varietà di sostanze solide e liquide (ossidi, solfati, carbonati, silicati, solfuri, cloruri ed altri composti di metalli e combustibili) derivate da fonti naturali (vulcani e polvere della terra) o dalle attività umane (centrali termiche, processi industriali, traffico veicolare, riscaldamento domestico, inceneritori industriali).

**Le polveri sono potenziali responsabili di irritazioni ad occhi e vie respiratorie e si trasformano in mezzi di trasporto di altri inquinanti. Responsabili anche dell'aumento di casi di tosse e convulsioni, aggravano le condizioni di soggetti che soffrono di asma o altri sintomi cardio-respiratori [1-4], [29].**

La deposizione delle polveri acide è il principale agente di degrado dei monumenti. Dai veicoli a motore viene circa il 60% delle emissioni di polveri, ceneri volatili e fumi che portano con sé molte sostanze tossiche e cancerogene. Le particelle più insidiose sono quelle denominate **PM10** e cioè **la frazione respirabile delle polveri**, che grazie al piccolo diametro, **può arrivare sino alle vie più profonde portandosi dietro sostanze altamente inquinanti e spesso cancerogene come il benzo(a)pirene, l'arsenico e il mercurio.**

Limite alle concentrazioni di TSP previsto dalla normativa nazionale: valore di attenzione 150 µg/m<sup>3</sup>; valore di allarme 300 µg/m<sup>3</sup>, media giornaliera (DM 25.11.1994).

Limite alle concentrazioni di PM10 previsto dalla normativa nazionale: 40 µg/m<sup>3</sup> obiettivo di qualità posto sulla media annua (DM 25.11.1994).

### Concentrazioni medie annuali PM10 nelle 8 città italiane (anno 1999)

città	µg/mc	città	µg/mc
Torino	53.8	Firenze	46.5
Genova	46.1	Roma	51.2
Milano	47.4	Napoli	52.1
Bologna	51.2	Palermo	44.4

Fonte: Anpa, Oms

In tutte queste città il contributo del traffico veicolare alle concentrazioni di PM10 è significativo, tranne a Genova, probabilmente per la presenza di impianti industriali nell'area urbana.

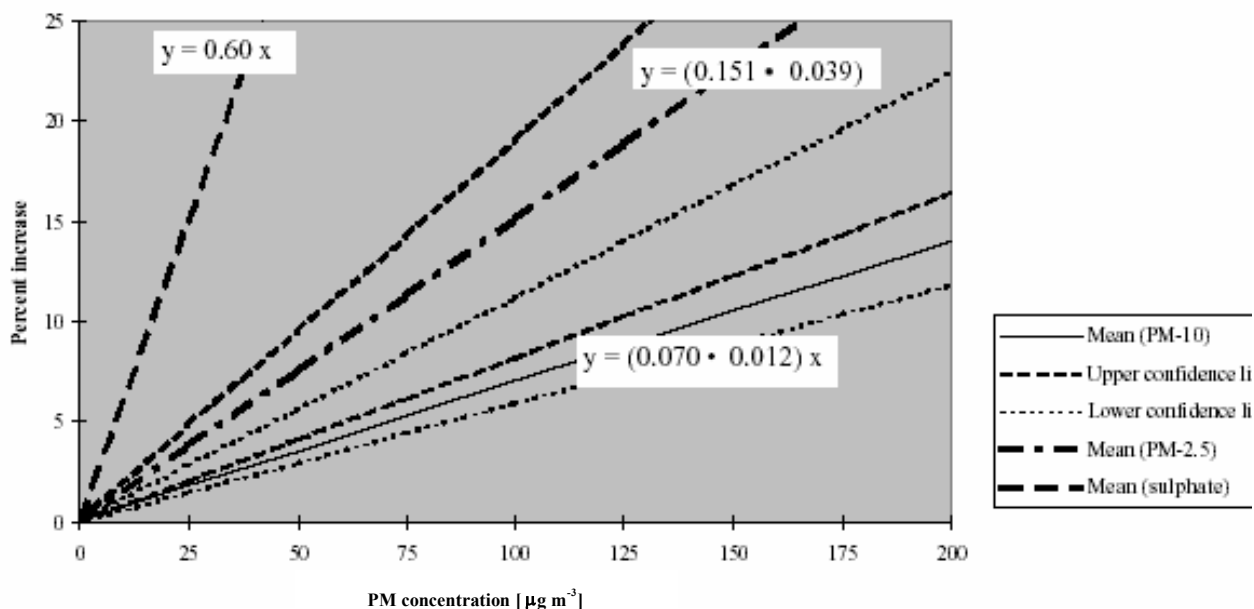
**Contributo del traffico veicolare alle emissioni annue di PM10 nelle maggiori città italiane**

<b>città</b>	<b>Contributo del traffico al PM10 totale (%)</b>
Napoli, Palermo	90%
Torino, Milano, Bologna, Roma	50-70%
Firenze	<50%
Genova	<20%

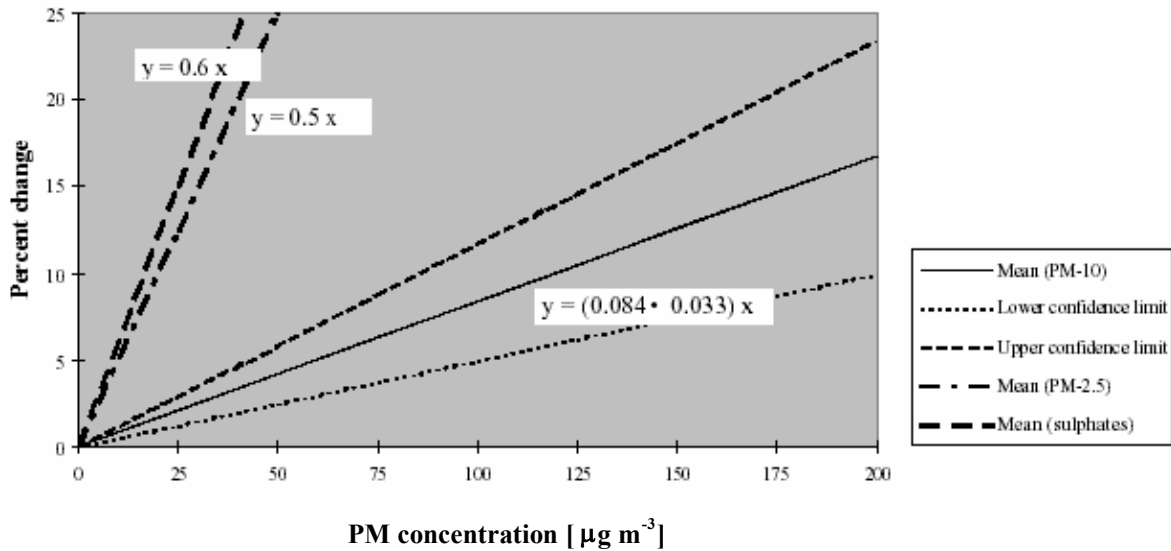
*Fonte: Anpa*

Queste due figure mostrano come al variare della concentrazione media del PM10 corrisponde un incremento della mortalità generale e nei ricoveri Ospedalieri.

**Fig. 6. Incremento della mortalità giornaliera in funzione della concentrazione di PM**

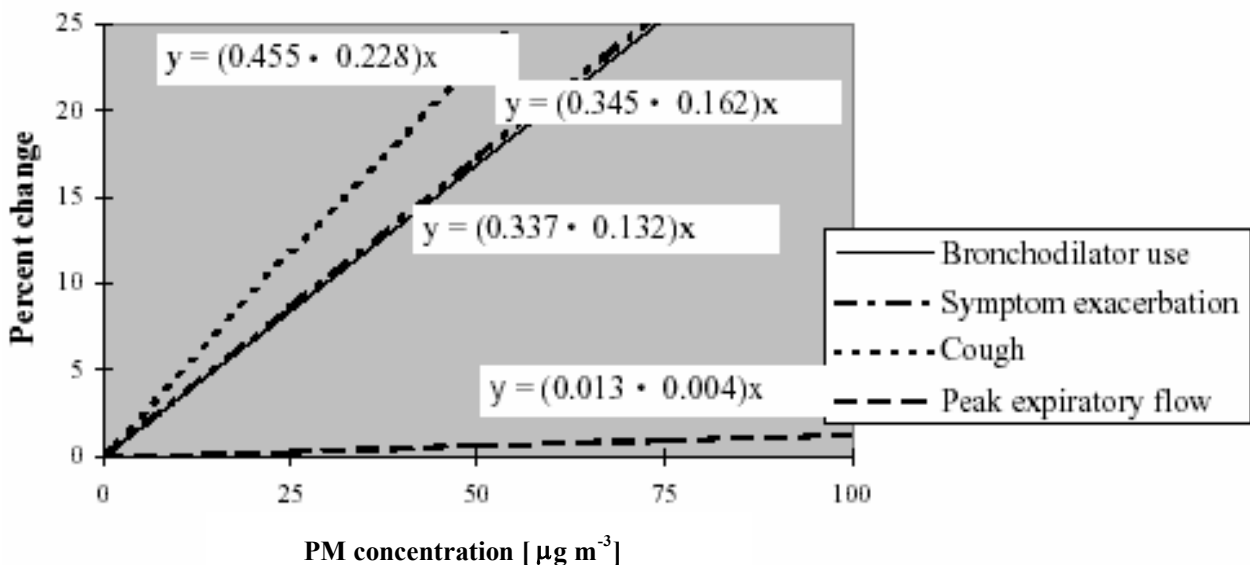


**Fig. 7. Cambiamenti percentuali dei ricoveri ospedalieri in funzione delle concentrazioni di PM10, PM2.5 e Solfati**



Questa figura mostra come al variare della concentrazione del PM10 corrisponde un incremento del consumo di bronco-dilatatori, e si verifica un peggioramento di alcuni sintomi, come la tosse.

**Fig. 8. Cambiamento di quattro endpoints chiave in funzione della concentrazione di PM10**



## **LA RETE DI MONITORAGGIO IN ITALIA**

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria è sufficientemente diffusa in tutto il Centro Nord, mentre evidenzia ancora qualche carenza nelle città del Sud. Nel Centro Nord un sistema di monitoraggio, anche se affidato spesso ad una sola centralina, è presente in larga parte dei comuni capoluogo di provincia; nel meridione è invece limitato quasi esclusivamente ai grandi centri urbani. Esaminando il dato a livello nazionale relativo ai comuni capoluogo di provincia, si osserva che circa il 90% degli abitanti è servito da una rete di monitoraggio delle più tradizionali sostanze inquinanti (CO, NO<sub>2</sub>).

Il monitoraggio del benzene, che ha avuto finora una diffusione più limitata, nel 1999 è salito fino al 72%. Allo stato attuale dunque, le conoscenze in materia sono tali da non giustificare oltre la mancanza di interventi decisivi per contrastare l'inquinamento.

## Capitolo IV

### I DISPOSITIVI ANTINQUINAMENTO

Abbiamo esaminato l'impatto ambientale indotto dai vari tipi di carburanti per autotrazione e, in tale contesto, abbiamo messo in rilievo come, pur con i suoi limiti, l'introduzione della benzina senza piombo e della marmitta catalitica abbiano determinato un significativo miglioramento in termine di ridotta emissione di inquinanti.

Tali positivi rilevati, pur condizionati dal funzionamento a caldo ed a regime dei predetti dispositivi, non hanno risolto i problemi che l'inquinamento urbano produce sullo stato di salute della popolazione ed in particolare dei soggetti anziani e dei bambini.

Le quote di emissione di **particolato** rimangono, infatti, di livello tale da indurre gravi effetti sulla salute.

E' utile ricordare che per il **PM10** non esistono valori di "soglia" al di sotto dei quali non si registrano danni alla salute e gli effetti sono proporzionali alle concentrazioni. E che il 4,7% di tutti i decessi osservati nel 1998, pari a 3.472 casi, è attribuibile al PM10 in eccesso di 30 microgrammi/metrocubo.

Nelle aree urbane si registrano situazioni molto critiche per il particolato fine (PM10), i cui livelli soglia vengono superati quasi ovunque eludendo gli obiettivi di qualità sulla media annuale.

I dati delle concentrazioni di PM10, le polveri con diametro inferiore ai 10 micron, utilizzati poi per la valutazione dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico, indicano che tutte le città presentano concentrazioni medie annue di PM10 superiori all'obiettivo di qualità di 40 microgrammi/metro cubo.

Da un primo resoconto dei dati degli ultimi tredici anni di monitoraggio emerge che, se da un lato si è verificato un miglioramento per gli inquinanti tradizionali, la situazione resta critica per sostanze di cui sempre più si registrano effetti negativi sulla salute umana.

Ad esempio, secondo i dati pubblicati dal CNR il 24 Dicembre 2002, la sola città di Roma produce l'1% del CO2 emesso in Italia. In particolare sono state stimate in ben 3.080 tonnellate di CO2 le emissioni prodotte dalle ore 13 alle ore 14 di un giorno ferialo contro le 1.000 tonnellate di un giorno festivo. Tale significativa differenza è attribuibile alla differenza di traffico veicolare ; infatti nei giorni festivi circolano in questa città 150.000 in meno.

Sarebbe necessaria una foresta o un bosco di 3 / 4 mila chilometri quadrati per assorbire la CO2 emessa dalla sola capitale.

Tutti i Paesi sono dunque ancora fortemente impegnati nello studio di dispositivi atti ad abbattere ulteriormente gli inquinanti e, in modo particolare, le PM10.

Tali dispositivi debbono inoltre rispondere a criteri di compatibilità strutturali con i più comuni mezzi di trasporto e, aspetto non secondario, rispondere a criteri di economicità e facile applicabilità.

### **Dispositivo Pantech Air**

Da un indagine condotta sui principali brevetti registrati negli ultimi anni che abbiano già superato la fase sperimentale, ci è apparso particolarmente interessante un dispositivo registrato da uno scienziato italiano, tale Prof. Salvatore Pandolfo, che sembra risolvere o quantomeno contenere in modo estremamente significativo le emissioni di particolato.

L'apparato - brevetto Pantech Air - ( Amplificatore di armoniche per la generazione di campi elettrici a vettori asimmetrici per il trattamento di sostanze liquide e gassose ) già registrato come Thundercat ed EC2000 per il Nord America - attraverso la creazione di un campo elettrico produce una " energizzazione " del carburante prima della sua entrata nella camera di scoppio, permettendo così una completa combustione dello stesso ed inducendo una riduzione delle immissioni inquinanti dai motori a scoppio, sia a benzina che diesel.

I dati dell'abbattimento degli inquinanti, certificati dal CNR - Istituto di Medicina Sperimentale - , dal Ministero della Difesa - Commissione permanente per gli esperimenti del materiale da guerra - nonché da uno studio commissionato dal Comune di Viterbo che ha adottato tale dispositivo sugli autobus municipali, indicano come l'adozione del Pantech Air sia in grado di rendere le emissioni di PM10 addirittura **trascurabili**. (Tav. 1, Tav. 2 e Tav. 3).

Segnaliamo alcuni dei dati riportati in alcune delle predette certificazioni:

**Emissione media su 33 autoveicoli a benzina**

**CO emessa in %**

<b>Senza Pantech Air</b>	<b>Con Pantech Air</b>
0.709	0.059

**HC emessi in ppm**

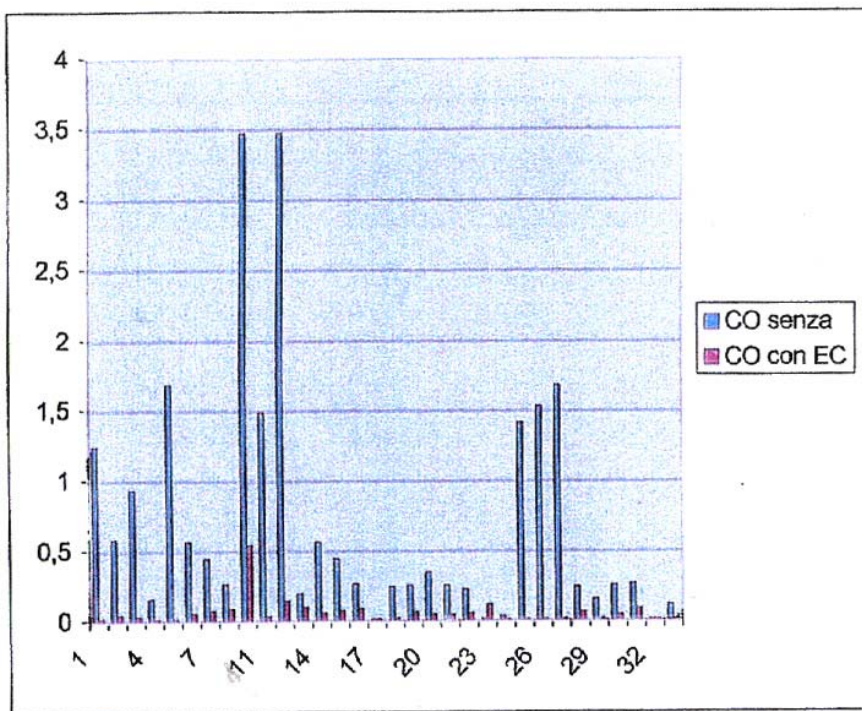
<b>Senza Pantech Air</b>	<b>Con Pantech Air</b>
230.34	17.19

**Opacità**

<b>Senza Pantech Air</b>	<b>Con Pantech Air</b>
30.38	0.033

*Fonte CNR -Istituto di Medicina Sperimentale*

	CO senza	CO con EC
1	1,24	0,02
2	0,575	0,04
3	0,93	0,03
4	0,15	0,01
5	1,68	0,01
6	0,56	0,05
7	0,44	0,07
8	0,26	0,08
10	3,47	0,54
11	1,48	0,03
12	3,47	0,14
13	0,19	0,09
14	0,56	0,05
15	0,44	0,07
16	0,26	0,08
17	0,01	0,01
18	0,24	0,02
19	0,25	0,06
20	0,34	0,04
21	0,25	0,04
22	0,22	0,05
23	0,01	0,11
24	0,03	0,01
25	1,41	0,01
26	1,53	0,01
27	1,68	0,01
28	0,24	0,06
29	0,15	0,01
30	0,25	0,04
31	0,26	0,08
32	0,01	0,01
33	0,11	0,01



**Tavola 1**



	HC senza	HC con EC
1	408	55
2	199	28
3	649	20
4	19	8
5	238	10
6	87,4	11,7
7	96,2	0,9
8	189	26
10	772	102
11	785	29
12	987	0,01
13	751	10,2
14	87,4	11,7
15	96,2	0,9
16	189,5	26
17	9,7	6,3
18	62,5	8,3
19	93	13,7
20	91,7	9
21	93	9,3
22	86	9
23	123,8	76,9
24	8,1	1,3
25	232	5
26	251	1
27	238	10
28	62,5	17,9
29	97	0
30	93	9,3
31	189,5	26
32	9,7	6,3
33	76,9	1,38

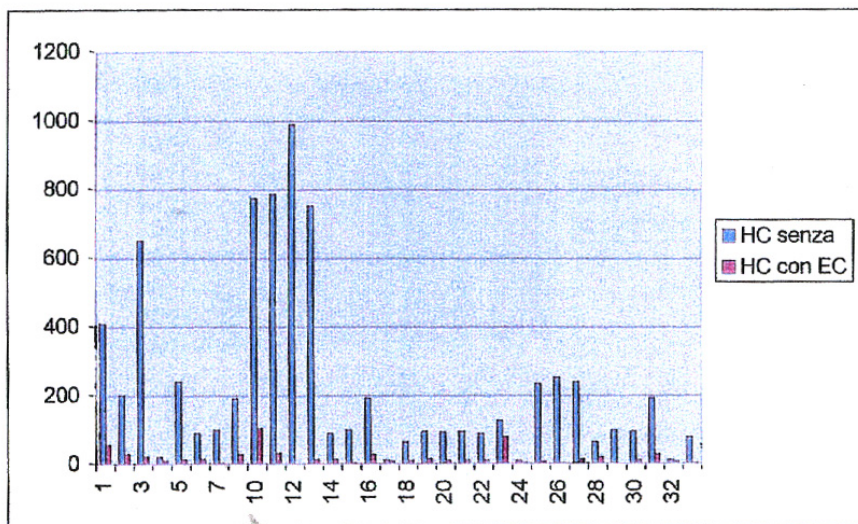


Tavola 2

	opacimetro senza	opacimetro con EC
D1	0,11	0,06
D2	17,8	0,01
D3	77,9	0,01
D4	16,4	0,01
D5	1,75	0,19
D7	0,27	0,01
D8	17,8	0,01
D9	77,9	0,01
D10	16,4	0,01
D11	77,5	0,01

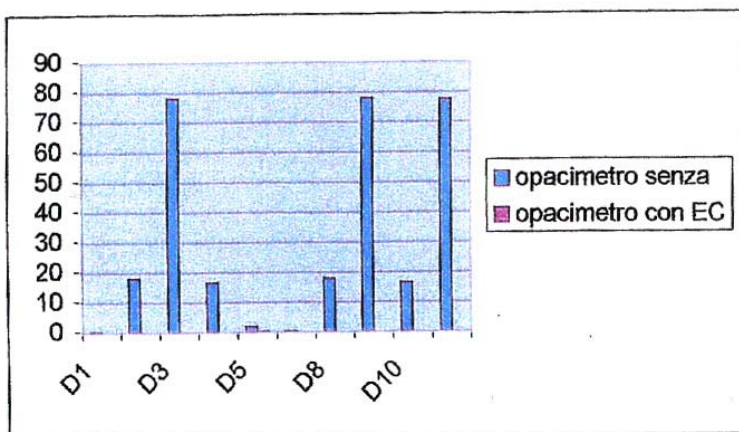


Tavola 3

Il Ministero della Difesa a conclusione delle sue valutazioni su varie tipologie di motori a benzina di cui sono dotati gli automezzi militari dichiara: *"il funzionamento dello apparecchio assicura un abbattimento degli inquinanti nei gas di scarico dei motori e li riporta ai limiti previsti dalla normativa" " il funzionamento del dispositivo permette l'utilizzo di benzina verde come combustibile per un motore progettato e costruito per funzionare con benzina super con limitata perdita di potenza e con gas di scarico rientranti nei parametri fissati dalla normativa." " Il funzionamento invece dell'apparecchio di modello adeguato al motore consente un incremento della potenza misurata al freno di un valore pari al 10% anche con carburante non specifico ..."*

Nelle osservazioni relative ai motori alimentati a gasolio si legge: *" ....mentre da un lato abbatte la fumosità allo scarico portandola a valori estremamente bassi, dall'altro consente al motore un'erogazione di potenza superiore a quella fornita senza l'apparecchiatura."*

*"Si ritiene che detta azione sia possibile grazie ad un più completo sfruttamento del combustibile, conseguente al cracking parziale delle catene molecolari nel campo elettromagnetico fluttuante generato internamente all'apparecchiatura Pantech Air".*

*"L'apparecchiatura in prova ha effettivamente abbattuto i valori minimi di opacità registrabili ed ha ottenuto allo stesso tempo un certo risparmio di combustibile senza penalizzare la funzionalità del mezzo ma anzi .migliorandone le prestazioni."*

L'adozione dunque di tale apparecchiatura, sugli autoveicoli da trasporto e sulle automobili, appare dunque in grado di determinare un netto abbattimento del particolato la cui tossicità e pericolosità per la salute abbiamo già segnalato.

**In altre parole, riducendo con tale dispositivo il PM10 ad una media di 30 µg/mc si potrebbero prevenire circa 3.550 morti all'anno nelle principali 8 città italiane.**

## **Capitolo V**

### **I MOTORI**

#### **L'EURO**

Fin dal 1970 la Comunità Europea ha sentito l'esigenza di dettare normative sui carburanti e sull'omologazione dei veicoli, più che per una spinta ecologica, considerando innanzitutto gli aspetti legati alla necessità del mercato unico, per agevolare gli scambi e la competitività internazionale delle industrie europee automobilistiche e della raffinazione. D'altra parte, anche le iniziative in materia di salute e di protezione dell'ambiente divenivano sempre più legate all'instaurazione e al funzionamento del mercato interno, basandosi su uno standard europeo di protezione per tutti i cittadini.

Anche queste richiedevano interventi nel settore dei combustibili e delle emissioni dei veicoli, principali sorgenti di sostanze altamente pericolose per la salute della popolazione e dell'ambiente.

Nel 1970 viene così emanata la Direttiva 70/156 sulle procedure di omologazione e nel 1971 la Direttiva 70/220 sui limiti di emissione dei veicoli. Da allora molte norme comunitarie sui limiti delle emissioni di inquinanti dei veicoli a motore si sono succedute. I gruppi di norme stabilite dall'Unione Europea sulle emissioni di gas di scarico dei veicoli e le corrispondenti diverse caratteristiche tecniche che i motori devono avere al momento dell'immatricolazione e dell'omologazione, sono noti con il termine "Euro", che va da 1 a 4 a seconda della direttiva a cui fanno riferimento; il numero è progressivo perché indica le tappe imposte ai costruttori per realizzare veicoli con minori emissioni: così l'Euro 1 corrisponde ai limiti della direttiva 91/441 e l'ultima, l'Euro 4 corrisponde all'ultima fase della direttiva 69 del 1998. Vengono quindi previste norme per i veicoli sia di nuova omologazione che di nuova immatricolazione. Qui di seguito faremo riferimento alle norme per l'immatricolazione, che avviene al momento dell'acquisto presso il concessionario, quando viene assegnata la targa al veicolo, perché più corrispondente alla realtà del parco circolante. Dal momento dell'entrata in vigore della direttiva, quindi, tutte le auto di nuova immatricolazione devono rispettare i limiti dettati (a parte una minima quota del 10 per cento che la casa può vendere entro l'anno per smaltire le scorte), limiti che le auto già in circolazione non sono obbligate a rispettare.

## LE TAPPE DELLE EURO E CHE COSA PRESCRIVONO

**Anni 1970- 1971:** inizia la regolamentazione delle quantità di sostanze nocive nei **gas emessi dai motori**. Si è stabilito di uniformare le norme di omologazione delle autovetture in tutti i Paesi dell'Unione Europea con la Direttiva 70/156 (ECE 15) e, nel 1971 sono stati fissati limiti alle emissioni con la Direttiva 70/220 CEE (ECE 15), recepita in Italia con D.M. Trasporti del 07/03/'75.

**Euro 1:** Direttiva 91/441/CEE, recepita con DM 28/12/1991: rende obbligatorio per tutte le automobili immatricolate dopo il 1 gennaio del 1993 l'uso della marmitta catalitica e l'alimentazione a iniezione. L'adeguamento è riportato sul libretto di circolazione.

**Euro 2:** Direttiva 94/12/CEE, recepita con DM 29/02/1996, obbliga le automobili immatricolate dal 1 gennaio 1996 norme più restrittive, costringendo le case automobilistiche a interventi importanti anche sui motori diesel. Dal 1 gennaio 1997 la normativa si applica anche ai veicoli che fino ad allora avevano beneficiato di norme meno severe, quali fuoristrada, autovetture destinate al trasporto di più di sei occupanti, veicoli commerciali leggeri o aventi un peso massimo superiore a 2500 kg, che fino ad ora erano state esentate.

L'adeguamento è riportato sul libretto di circolazione con una sigla tra queste: 96/69 CE  
• 96/20 - 95/54 93/116 - 96/69 - 96/36 • 96/20 - 95/54 93/116 - 96/69- 95/56 - 96/37 • 96/20 - 95/54 93/116 -96/69 - 96/37 - 96/38 • 96/20 - 95/54 93/116 - 96/69 - 95/56 - 96/36 - 96/38 • 92/97/CEE - 94/12 CEE - 93/116 CE • 92/977CEE - 94/12 CEE • 96/20 CE - 96/44 CE • 96/20 CE - 96/1 CE • 96/20 CE - 94/12 CEE • 92/97/CE- 96/69 CE • 92/97/CE - 96/69 CE - 93/116 CE • 96/20 CE - 91/542 CEE  
PUNTO 6.2.1 - B • 96/20 CE - 94/12 CEE -93/116 CE • 96/20 CE - 95/54 CE - 94/12 CEE - 93/116 CEE • 96/20 CE

**Euro 3:** è la fase I prevista dalla Direttiva 98/69/CEE del 13-10-98, recepita con DM 21/12/1999, in attuazione dal 1 gennaio 2001. Dal *1 gennaio 2001* la normativa si applica a tutte le auto **di nuova immatricolazione:** non si possono più vendere auto Euro 2 esclusa la quota massima del 10%, concessa alle case automobilistiche per smaltire le scorte; dal *1 gennaio 2002* la normativa si applica a tutte le auto che erano esentate per un altro anno, quali fuoristrada, autovetture destinate al trasporto di più di sei occupanti, veicoli commerciali leggeri o aventi un peso massimo superiore a 2500 kg, che fino ad ora erano state esentate.

La *Direttiva 98/69* è una Direttiva relativa all'omologazione dei veicoli, e riguarda le misure da adottare contro l'inquinamento atmosferico dei veicoli a motore e si riferisce ai mezzi stessi, sorgenti di inquinamento, fissa i valori limite per le emissioni di ossido di carbonio, ossido di azoto e di idrocarburi incombusti.

Si riconosce da una di queste sigle sul libretto: 98/77/CE RIF. 98/69/CE • 1999/102/CE RIF. 98/69/CE • 92/97/CE - 98/69 CE • 98/69 CE

**Euro 4:** è la fase II prevista dalla Direttiva 98/69/CEE del 13/10/'98, recepita con DM 21/12/1999, da applicarsi a partire dal *1 gennaio 2006* sulle auto di nuova immatricolazione; dal *1 gennaio 2007* la normativa si applica a tutte le auto ancora esentate per un altro anno, quali fuoristrada, autovetture destinate al trasporto di più di sei occupanti, veicoli commerciali leggeri o aventi un peso massimo superiore a 2500 kg, che fino ad ora erano state esentate.

Si riconosce da una di queste sigle sul libretto: 98/69 CE-B • 1999/102/CE RIF. 98/69/CE-B

#### Valori limite alle emissioni per le auto passeggeri, in g/km

Date di applicazione classe di riferimento per la normativa	EURO I 1993	EURO II 1997	EURO III 2001	EURO IV 2006
<b>AUTO PASSEGGERI BENZINA</b>				
Monossido di carbonio (CO)	2,72	2,2	2,3	1
Idrocarburi (HC)	-	-	0,2	0,1
Ossido di azoto(NOx)	-	-	0,15	0,08
Idrocarburi + ossido di azoto (HC+NOx)	0,97	0,5	-	-
<b>AUTO PASSEGGERI DIESEL</b>				
Monossido di carbonio (CO)	2,72	1	0,64	0,5
Idrocarburi (HC)	-	-	-	-
Ossido di azoto(NOx)	-	-	0,5	0,25
Idrocarburi + ossido di azoto (HC+NOx)	0,97	0,7	0,56	0,3
Particolato (PST)	0,14	0,08	0,05	0,025

**Valori limite alle emissioni dei ciclomotori e motocicli, in g/km**

<b>Date di applicazione classe di riferimento per la normativa</b>	<b>1992</b>	<b>EURO I 1999</b>	<b>EURO II 2002</b>
--	-------------	------------------------	-------------------------

**CICLOMOTORI (<50 c.c.)**

Monossido di carbonio(CO)	9 (1)	6 (2)	1 (2)
Idrocarburi (HC)	5 (1)	-	-
Idrocarburi + ossido di azoto (HC+NOx)	-	3 (2)	1,2 (2)

**MOTOCICLI (>50 c.c.)**

**Motore a 2 tempi**

Monossido di carbonio(CO)	-	8 (2)	-
Idrocarburi (HC)	-	4 (2)	-
Ossidi di azoto (NOx)	-	0,1 (5)	-
Idrocarburi + ossido di azoto (HC+NOx)	-	-	-

**Motore a 4 tempi**

Monossido di carbonio(CO)	-	13 (2)	-
Idrocarburi (HC)	-	3 (2)	-
Ossidi di azoto (NOx)	-	0,3 (2)	-

(1) - ECE 47 – motoveicoli a due ruote

(2) - Direttiva 96/160/EC, decorre dal 17/6/1999 per moto e ciclomotori e dal 17/6/2002 per la fase due dei ciclomotori

### Indicatori per l'inquinamento atmosferico in alcuni comuni - Anno 1998

COMUNI	Centraline per 100.000 abitanti	Centraline per 100 Km <sup>2</sup>	Numero di inquinanti rilevati	Numero di giornate di superamento dei livelli di attenzione					Numero di giornate di superamento dei livelli di allarme					Numero di giornate di blocco del traffico
				SO <sub>2</sub>	Pts	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Pts	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	
Torino	1	6,9	5	-	214	27	9	9	-	40	-	-	-	2
Aosta	17,2	28,1	8	2	80	2	2	-	-	4	-	-	-	-
Milano	1,7	12,1	6	-	-	12	2	54	-	-	-	-	1	-
Bolzano- en	4,1	7,6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trento	3,8	2,5	10	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Venezia	2,7	1,7	9	-	31	5	13	42	-	-	-	-	-	-
Trieste	3,7	9,5	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Genova	4,1	10,7	9	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	3
Bologna	1,6	4,3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Firenze	2,1	7,8	8	-	-	4	1	28	-	-	-	-	-	5
Perugia	5,2	1,8	8	-	12	-	30	3	-	-	-	-	-	-
Ancona	3	2,4	6	.	1	.	.	.	-	1	-	-	-	-
Roma	0,5	0,9	5	-	-	1	11	82	-	-	-	-	-	2
L'Aquila	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campobasso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Napoli	0,9	7,7	5	-	-	50	4	26	-	-	3	-	-	78
Bari	1,8	5,2	7	-	1	8	5	1	-	-	1	-	-	-
Potenza(*)	5,8	2,3	9	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	-
Catanzaro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palermo	1	4,4	9	-	41	56	24	14	-	1	1	-	-	-
Catania	5	9,4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cagliari	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Istat, Osservatorio ambientale sulle città

(\*) A Potenza sono in funzione 4 centraline a partire dal mese di gennaio 1999.

## **Capitolo VI**

### **Inquinamento e salute**

Studi osservazionali effettuati in Europa e in Nord America fin dagli inizi del 1960 a seguito di gravi episodi di inquinamento ambientale, evidenziarono in maniera indiscutibile che elevati livelli di agenti inquinanti determinavano effetti a breve termine sulla salute, ed erano in grado di causare un incremento significativo della mortalità per patologie su base annua [10]. Fin da allora si sono posti in essere tutta una serie di misure, legislative e non, che hanno contribuito a diminuire i livelli di inquinamento di molte di queste aree e al cambiamento ma non alla abolizioni di molte delle fonti inquinanti [11].

Le attuali linee guida e standard di qualità ambientali nazionali ed internazionali sono il risultato di studi condotti in seguito ai gravi episodi di inquinamento ambientale, che fra il 1960-70 coinvolsero alcune delle più importanti città Europee e Nord-Americane [11-12].

Dagli anni 90 in poi, quando i livelli medi di inquinanti atmosferici si erano notevolmente ridotti, nuovi studi hanno permesso di accertare che anche livelli moderati di inquinanti possono avere effetti sulla morbilità e mortalità e che tali effetti sono misurabili anche per quei livelli di inquinanti che non superano la nota soglia di sicurezza [13].

In Europa al cambiamento delle fonti di emissioni fece seguito la variazioni nella composizione della miscela di inquinanti. Le attuali linee guida e standard di qualità ambientali nazionali ed internazionali sono basati su studi condotti in seguito ai gravi episodi di inquinamento prima menzionati [3 b].

Recenti studi hanno dimostrato che moderati livelli di inquinamento hanno effetti sulla mortalità e morbilità e che tali effetti sono misurabili anche per quei livelli di inquinanti che non superano la nota soglia di sicurezza.

Questi dati hanno avvalorato l'esistenza di un rapporto fra aumento delle ammissioni ospedaliere giornaliere e della mortalità complessiva e incremento (anche minimo) dei valori soglia di inquinamento ambientale.

Inoltre, l'evidenza che gli inquinanti possano interagire con altri fattori ambientali quali ad esempio il clima, determina una variabilità di effetti in relazione alle condizioni locali o regionali, che rendono spesso complesso adottare standard qualitativi comuni [33], [61].



L'analisi di alcuni studi retrospettivi condotti sulla mortalità giornaliera nell'area metropolitana di Londra negli anni compresi dal '58 al '71, quando si registrarono macroscopici episodi di inquinamento ambientale e le misurazioni di fumi e SO<sub>2</sub> oltrepassarono la soglia di 500 mcg/m<sup>-3</sup>, mostrarono che esisteva una associazione tra inquinamento e mortalità complessiva per patologia [15-17].

Schwartz e Marcus [16], applicando a quegli stessi dati una tecnica di analisi temporale, confermarono la correlazione tra black smoke e mortalità, dimostrando che quanto affermato dai precedenti studi era corretto. In un altro studio, condotto sulla stessa sequenza di dati, Thurston et al. dimostrarono che livelli di aerosol acido presente nell'ambiente erano anch'essi associati con un incremento della mortalità complessiva per patologie [17].

Un'analisi seriale di mortalità causa specifica, condotta su dati registrati nelle città di Lione e Marsiglia, dove il livello medio totale di SO<sub>2</sub> raggiunse rispettivamente i livelli di 66 e 51 mcg/m<sup>-3</sup>, mostrò una correlazione statisticamente significativa tra i livelli di inquinamento giornaliero e la mortalità [18].

Ad Atene una analisi della mortalità in un periodo compreso tra il '75 e l'82 [19] quando i livelli di fumi ed SO<sub>2</sub> erano più alti, evidenziò una correlazione statisticamente significativa tra inquinamento e mortalità. Ciò era particolarmente evidente quando si considerava la mortalità da cause respiratorie negli anziani [20].

Analisi di dati raccolti dopo l'83 quando gli inquinanti tradizionali, come i fumi, erano associati a inquinamento di origine fotochimica, indicavano che gli effetti sulla mortalità persistevano durante l'inverno e che vi era un sinergismo tra i livelli di inquinanti aerei e le alte temperature che si registravano nei mesi estivi [21].

Un'analisi del rapporto tra inquinamento aereo e mortalità condotto a Los Angeles mostrò l'esistenza di una correlazione statisticamente significativa fra molti inquinanti, incluso O<sub>3</sub>, e mortalità giornaliera [22].

Un'analisi di mortalità e morbilità, condotto in Germania ovest nel '85, quando i livelli medi giornalieri di inquinamento raggiungevano i valori di 600 mcg/m<sup>-3</sup> per i particolati e 830 mcg/m<sup>-3</sup> per SO<sub>2</sub>, dimostrarono l'esistenza di una moderata influenza fra i livelli di questi inquinanti sugli indici di mortalità e su quelli di morbilità [12 b].

Ad Helsinki, una città con bassi livelli di inquinamento, fu registrato un rapporto fra inquinamento giornaliero e ricoveri giornalieri per asma [23].

Nelle regioni mediterranee, come Barcellona, le analisi dei ricoveri in emergenza per BPCO riacutizzata mostravano un incremento del 17% nei giorni con più alto inquinamento [24].

Atene, per quanto riguarda i ricoveri per cause respiratorie e cardiovascolari, mostrava rispettivamente un 16% ed un 13% di incremento [25].

Dal 1992 il numero di lavori pubblicati riguardanti gli effetti a breve termine dell'inquinamento ambientale sulla salute sono aumentati notevolmente. Molti studi americani hanno evidenziato come l'esposizioni a breve termine ad **agenti inquinanti, specialmente alle particelle con diametro < a 10 micron (PM10) erano associati a piccoli ma statisticamente significativi incrementi della mortalità giornaliera** [26-30].

In uno studio decennale effettuato nella Germania Est (Erfurt), usando dati precedenti alla riunificazione, fu trovata una relazione logaritmica statisticamente significativa tra livelli di SO<sub>2</sub> / particolati e mortalità giornaliera.

Tale curva logaritmica indica che la maggior parte degli effetti sulla salute si osservano in quella parte della curva compresa fra il 5° e il 95° percentile, ove per un incremento di SO<sub>2</sub> da 23 a 929 microgrammi/m<sup>3</sup>, si registra un incremento della mortalità del 10% mentre per il particolato un incremento da 15 a 331 microgrammi/m<sup>3</sup> causa un incremento del 22% della mortalità [31].

Una metanalisi effettuata utilizzando dati di Filadelfia ove si registrarono episodi di inquinamento simili a quelli osservati a Londra nel '52, concluse che incremento pari a 100 mcg/m<sup>3</sup> della concentrazione giornaliera di particolato era associato a un incremento del 6% del rischio di morte [34].

Questi risultati pubblicati in seguito in una review ed in un'editoriale determinarono un notevole impatto nelle future scelte in tema di salute pubblica [35-36].

I risultati derivati da tali studi hanno dimostrato che l'inquinamento ambientale ha effetti a breve termine sulla morbilità.

Numerosi studi successivi cercarono poi di evidenziare quale fosse l'impatto dell'inquinamento ambientale sul numero di ricoveri giornalieri in regime di emergenza [37-39].

Un incremento delle visite in regime di emergenza per asma per persone con età < 65 aa è stata riportata a Seattle con un rischio relativo associato di 1,12 per incrementi pari a soli 30 mcg/m<sup>3</sup> di PM10. I livelli rimasero sotto gli standard qualitative statunitense per tutto il periodo di osservazione [38]. Un simile incremento è stato associato ad alti livelli di O<sub>3</sub> in uno studio condotto nel New Jersey [39]. Altri due studi riportarono invece quale fosse l'impatto dell'inquinamento sulla salute dei bambini e i giorni di assenteismo dalla scuola a questo legati [40-41].

Altri studi infine hanno confermato l'esistenza di effetti sulla funzionalità polmonare e sui sintomi respiratori.

I risultati del maggiore studio europeo ad ampio raggio, denominato APHEA, pubblicato nel 1995 hanno riconfermato l'esistenza di una relazione tra agenti inquinanti ed effetti a breve termine sulla salute, prendendo in considerazione non solo i livelli di SO<sub>2</sub> ma di molti altri inquinanti aerei, ed osservandone le variazioni delle concentrazioni sia nei mesi estivi che in quelli invernali.

Tale studio ha incluso anche per la prima volta una città italiana, Milano [42-45].

I livelli medi di SO<sub>2</sub> nelle 24h variavano da 27 a 327 mcg/m<sup>3</sup> nella stagione invernale, quelli di black smoke da 15 a 292 mcg/m<sup>3</sup>, mentre il livello medio di O<sub>3</sub> variava nella stagione estiva tra 32 e 166 mcg/m<sup>3</sup>.

Lo studio ha rilevato che nelle città dell'Europa occidentale, un incremento dell' SO<sub>2</sub> e del black smoke pari a 50 mcg/m<sup>3</sup> era associato con un 3% ( 95CI 2-4% ) di incremento della mortalità giornaliera e del 2% (95CI 1-3%) per il PM<sub>10</sub>.

Nelle città dell'Europa centro-orientale l'incremento della mortalità associata con un incremento dei 50mcg/m<sup>3</sup> dell'SO<sub>2</sub> era dello 0.8% (95CI -0.1%-2.4%) mentre per il black smoke dello 0.6% (0,1-1,1%). Gli effetti cumulativi di esposizioni prolungate da 2 a 4 giorni risultava comparabile con gli effetti di 1 giorno [42-45].

Alcuni studi hanno poi dato risalto alla relazione esistente fra inquinamento e salute in alcune categorie a rischio quali anziani [46-52] e bambini [53-57]. In particolare sono stati studiati gli effetti dell'inquinamento sulla salute degli anziani.

In uno studio condotto agli inizi degli anni 90 in Canada, fu valutata la relazione fra livelli di inquinanti e ricoveri giornalieri in regime d'urgenza negli anziani per patologie respiratorie. Sebbene i livelli di O<sub>3</sub> non eccedevano gli standard qualitativi ambientali Americani (NAAQS), di 120 ppb (massimo al giorno di 106 ppb), fu trovata una relazione statisticamente significativa fra visite effettuate in Emergency Room Visits ( il nostro Pronto Soccorso) in pazienti > 64 anni e i massimi livelli di O<sub>3</sub> dopo 1- and 8-h , misurati 1 giorno prima della accettazione in PS.

Le visite in PS erano il 18.7% in più del totale (95%CI, 6.5-30.9%) per un incremento medio di 44 ppb di O<sub>3</sub> (1-h maximum), e il 21.8% in più del totale (95% CI, 9.7-33.8%) per un incremento medio di 38 ppb di O<sub>3</sub> (8-h maximum).

Il recente APHEA 2 project ha valutato l'impatto dell'inquinamento ambientale sulla salute degli anziani. Per un incremento di 10 microg x m<sup>-3</sup> del PM<sub>10</sub> e del BS, l'incremento delle morti giornaliere negli anziani era dello 0.8%, (0.7-0.9%) dello 0.6%, (0.5-0.8%) rispettivamente. La magnitudine di questo effetto era modificata dai livelli di NO<sub>2</sub> ( più alti livelli , maggiori effetti), dalla temperatura (maggiori effetti in paesi più caldi), e dalla percentuale degli anziani nelle città (una maggiore percentuale di anziani nelle città esaminate era associata con effetti maggiori) [58].

**Questi risultati confermarono le impressioni che mentre i livelli standard di qualità dell'aria adottati potevano proteggere da effetti sulle patologie respiratorie ciò non era vero per categorie a maggiore rischio come negli anziani o nei bambini.**

Un recente studio francese in 8 città Europee fra cui anche Roma ha valutato la relazione fra PM10, black smoke e i ricoveri giornalieri per cause cardiache. Per incrementi giornalieri di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di PM(10) and black smoke si verificava un incremento pari allo 0.5% (95% CI: 0.2 a 0.8) e 1.1% (95% CI: 0.4 a 1.8) nei ricoveri per patologie cardiache. Valutando questo dato alla luce dell'età il rischio complessivo per tutte le età era dello 0.7% (95% CI: 0.4 a 1.0) e dell' 1.3% (95% CI: 0.4 a 2.2) mentre era dello 0.8% (95% CI: 0.3 a 1.2) e dell' 1.1% (95% CI: 0.7 a 1.5) per ricoveri legati a patologie ischemiche in pazienti con età > 65 anni [59]. Uno studio pubblicato sulla rivista Stroke nel 2002 ha evidenziato l'esistenza di un incremento del rischio relativo per mortalità giornaliera da infarto miocardio dell' 1.03 (95% CI, 1.00 to 1.06) and 1.04 (95% CI, 1.01 to 1.08) per ogni incremento corrispondente del TPs e SO<sub>2</sub>. Allo stesso tempo il rischio relativo per l' NO<sub>2</sub> era dell' 1.04 (95% CI, 1.01 to 1.07), per CO dell'1.06 (95% CI, 1.02 to 1.09) e per l' Ozono dell' 1.06 (95% CI, 1.02 to 1.10) [60].

Un recente studio Spagnolo EMECAM project ha valutato nel periodo compreso dal 1990-96, l'impatto dell'inquinamento sulla mortalità in 13 città Spagnole. Per un incremento pari a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nella concentrazione media di black smoke si verificava un incremento dello 0.8% (95% confidence interval (95% CI) 0.4 to 1.1%) nella mortalità totale. Le stime per il (TSPs) e il PM(10) erano leggermente minori. Per uno stesso incremento della concentrazione di SO(2) si verificava un incremento della mortalità giornaliera paria allo 0.5%. [61]

Recentemente uno studio sulla prestigiosa rivista Epidemiology nel 2002 ha ri-elaborato i dati dello studio APHEA2 effettuato su un campione molto ampio di 29 città Europee fra cui Roma, in rapporto a fattori ritenuti in grado di incrementare i rischi sulla salute derivati dall'inquinamento quali la concentrazione di inquinanti secondari, le temperature stagionali, le percentuali delle mortalità delle città esaminate. L'incremento stimato nella mortalità giornaliera per tutte le età per il PM10 o il black smoke era dello 0.6% [95% (CI) = 0.4-0.8%], mentre per gli anziani era leggermente superiore.

Nelle città con bassi livelli di NO<sub>2</sub>, l'incremento della mortalità giornaliera per incrementi di 10 microg/m<sup>3</sup> nella concentrazione di PM<sub>10</sub> era dello 0.19 (95% CI = 0.00-0.41), mentre in città con più alti livelli di NO<sub>2</sub> era di circa lo 0.80% (95% CI = 0.67-0.93%); in città con clima freddo l'effetto corrispondente era dello 0.29% (95% CI = 0.16-0.42), nelle città a clima caldo era dello 0.82% (95% CI = 0.69-0.96); nelle città con bassa percentuale di mortalità era dello 0.80% (95% CI = 0.65-0.95%), mentre in quelle con più alto livello di mortalità era dello 0.43% (95% CI = 0.24-0.62)[62].

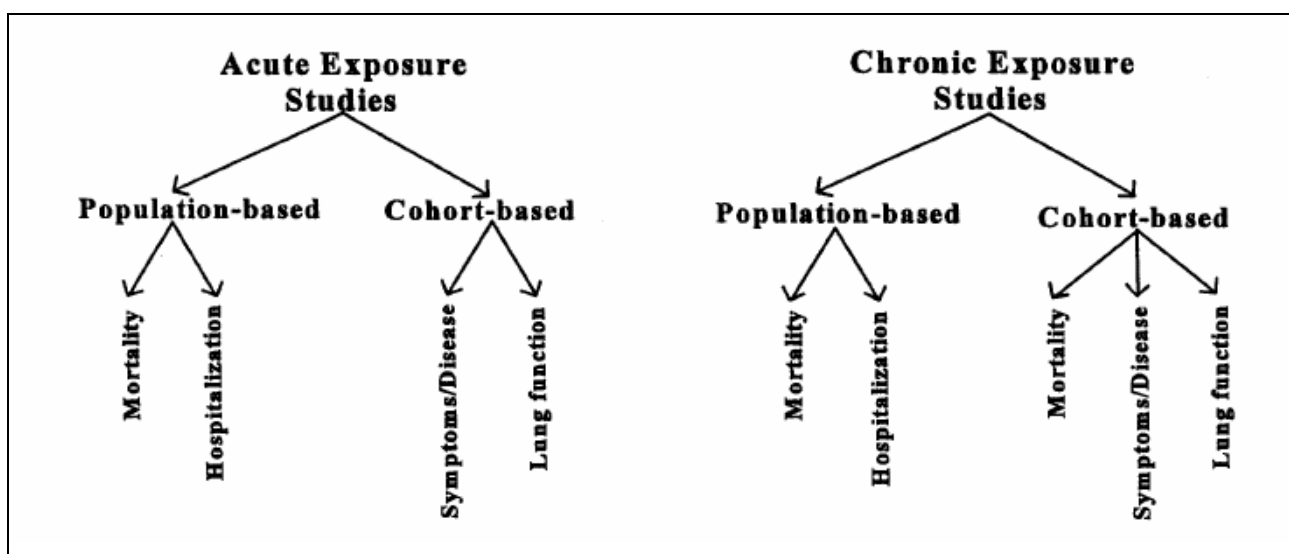
Numerosi altri studi hanno negli anni confermato i risultati degli studi sopra riportati sia per quanto riguarda la mortalità, che l'incremento dei ricoveri giornalieri in regimi di ricovero o d'urgenza [63-76].

Per tale motivi, conoscendo i livelli medi giornalieri di agenti inquinanti segnalati dalle centraline di monitoraggio ambientali di Roma e del Lazio e il numero di ricoveri giornalieri in emergenza e la mortalità giornaliera nei principali Ospedali di Roma e Lazio ci è stato possibile valutare il rischio sulla salute corso dalla popolazione di queste zone per incrementi superiori agli standard dei livelli ambientali di inquinanti (SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>3</sub>).

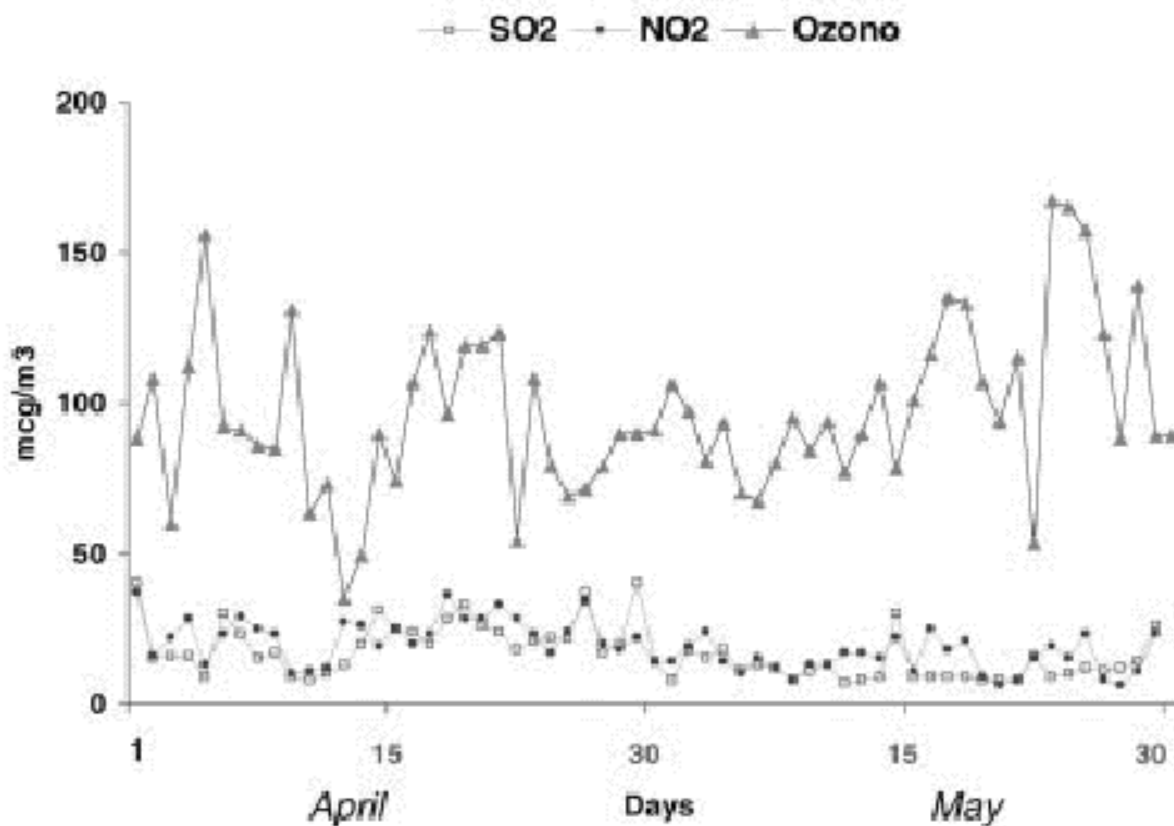
In particolare è stato calcolato il rischio degli effetti dell'incremento degli agenti inquinanti sulla salute di sottogruppi della popolazione maggiormente a rischio quali gli anziani e i bambini.

Qui di seguito riportiamo, inoltre, un'analisi dei costi sanitari derivati da tale fenomeno nella città di Roma sulla base di precedenti esperienze internazionali [77-84].

**Figura 1. Valutazione degli effetti dell'inquinamento ambientale sulla salute**



**Figura 2. Air pollution levels of Ozone, SO<sub>2</sub>, Nox on April – May 1994**



*Figure 1. Air pollution levels of Ozone, SO<sub>2</sub>, NOx on April-May 1994.*

Oggi, quindi, non esistono più dubbi sul fatto che l'inquinamento atmosferico rappresenti un rischio per la salute umana. Gli effetti sulla salute sono dimostrati da numerosi studi ed indagini epidemiologiche così come è ormai accertato che a produrre l'inquinamento nei centri urbani è in massima parte il traffico automobilistico.

Una valutazione complessiva dell'effetto urbano è stata effettuata dall'Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro, che ha rilevato, per chi vive in città, un aumento del rischio di contrarre un **tumore ai polmoni, pari al 20-40%** a causa delle alte concentrazioni di inquinanti atmosferici. Uno studio effettuato a Milano nel decennio 1980-89 dall'Osservatorio Epidemiologico della regione, ha registrato un **aumento pari al 10% della mortalità giornaliera** in relazione alla presenza di biossido di zolfo pari a 100 µg/m<sup>3</sup> e del 12% per la stessa concentrazione di polveri.

L'Osservatorio Epidemiologico della Regione Lazio che ha puntato la sua attenzione sui più piccoli, sottoponendo a visite periodiche 3.000 bambini suddivisi in tre gruppi residenti rispettivamente in città (Roma), in una zona ad alto inquinamento industriale (Civitavecchia) e in un'area agricola della provincia di Viterbo, rivela che nei primi due anni di vita c'è un aumento di asma e malattie respiratorie per i bambini dell'area industriale; in città si segnalano invece sintomatologie legate alle patologie bronchiali quali tosse e catarro; mentre in campagna è stata registrata solo qualche influenza al di sotto della media.

Lo stesso Osservatorio Epidemiologico ha condotto uno studio sull'associazione tra livelli di inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri a Roma, per il periodo gennaio'95-ottobre'97.

**Il numero di ricoveri ospedalieri per cause cardiovascolari è risultato significativamente associato con livelli giornalieri di CO (4,8% per 1,3mg/mc), SO<sub>2</sub> (3,9% per 5,3 ug/mc) e NO<sub>2</sub> (4,3% per 21,4 ug/mc).**

**I ricoveri per cause respiratorie sono risultati associati con livelli di NO<sub>2</sub> (aumento del 2,5%) e di CO (aumento del 2,7%) dello stesso giorno e dei due giorni precedenti.** Per avere dati sulla dimensione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico globale sui servizi sanitari ospedalieri, è stato stimato il numero assoluto di ricoveri attribuibili all'inquinamento da CO: **l'aumento dell'incremento di ricoveri per cause cardiovascolari attribuibili all'inquinamento è pari a circa 600 ricoveri l'anno, mentre la crescita di ricoveri per cause respiratorie risulta pari a 160 all'anno.**

**Per quanto riguarda le singole sostanze, il benzene e le polveri sottili (PM<sub>10</sub>, di diametro inferiore ai 10 micron) sono quelle per cui gli effetti sanitari sono i più documentati.**

Il benzene è classificato dallo Iarc (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro) nella classe 1 cioè come sostanza con comprovato effetto cancerogeno per l'uomo. L'Oms ha calcolato che l'esposizione ad 1 microgrammo per metrocubo di benzene per tutta la vita (considerando un tempo di vita media di 70 anni) può determinare un aumento del rischio di incidenza delle leucemie di 4 casi su un milione di persone, dove l'Epa (Environmental Protection Agency) ne valuta 7.

La Commissione tossicologica nazionale ha calcolato che il numero dei casi in eccesso di leucemia nel decennio 1993-2003, in Italia, è di circa 10.000 casi per un'esposizione media giornaliera di benzene tra 14 e 29 microgrammi per metrocubo (concentrazione del tutto paragonabile ai livelli presenti nelle nostre città). Oltre il benzene, anche la classe degli Idrocarburi policiclici aromatici (Ipa) che comprende centinaia di composti, tra cui il benzo(a)pirene, sono classificati tra le sostanze altamente cancerogene per l'uomo.

Gli Ipa vengono assorbiti dai polmoni e metabolizzati dal fegato in composti in grado di indurre mutazioni e trasformazioni cellulari. L'Epa ha calcolato che il rischio di insorgenza di tumori è di 9 casi su un milione in soggetti esposti per lungo tempo a 1 nanogrammo/metrocubo d'aria di benzo(a)pirene.

Nel giugno 2000 sono stati presentati i risultati di una ricerca sull'inquinamento atmosferico e l'impatto sulla salute umana nelle otto maggiori città italiane al di sopra dei 400.000 abitanti (Torino, Genova, Milano, Bologna, Firenze, Roma, Napoli e Palermo, per un totale di circa 8,5 milioni di persone), effettuato dal Centro europeo ambiente e salute dell'Oms e dall'Agenzia Nazionale Protezione Ambiente.

Come indicatore per la stima dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico è stata utilizzata la concentrazione media durante l'anno '99 del PM10 (particelle di polvere di diametro inferiore a 10 micron), in quanto numerosi studi epidemiologici ne hanno dimostrato la pericolosità. Per il PM10 non esistono valori di "soglia" al di sotto dei quali non si registrano danni alla salute e gli effetti sono proporzionali alle concentrazioni. Lo studio ha preso in considerazione la mortalità a lungo termine, l'incidenza di nuovi casi di bronchite acuta e di attacchi d'asma, e i ricoveri ospedalieri, attribuibili a concentrazioni in eccesso di valori prescelti di riferimento: di conseguenza i risultati costituiscono una stima per difetto dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico. Eppure i dati sono allarmanti: nella popolazione sopra i trenta anni il 4,7% di tutti i decessi osservati nel 1998, pari a 3.472 casi, è attribuibile al PM10 in eccesso di 30 microgrammi/metrocubo. In altre parole, riducendo il PM10 ad una media di 30 µg/mc si potrebbero prevenire circa 3.550 morti all'anno nelle 8 città. Si sono ottenute poi stime di migliaia di ricoveri per cause respiratorie e cardiovascolari e decine di migliaia di casi di bronchite acuta e asma fra i bambini al di sotto dei 15 anni, che potrebbero essere evitati riducendo le concentrazioni medie di PM10 a 30 µg/mc.

Un sostanziale numero di decessi, ricoveri ospedalieri e disturbi respiratori, specie nei bambini, sono attribuibili quindi all'inquinamento atmosferico urbano, nell'ordine di grandezza di migliaia o decine di migliaia di casi per anno nelle 8 maggiori città italiane.



### Esiti sanitari attribuibili al PM10 (concentrazioni superiori a 30 µg/mc), anno 1998

<b>Esiti sanitari</b>	<b>Proporzionale sul totale</b>	<b>Numero casi attribuibile</b>
<b>Stime approssimate al 95%</b>		<b>al PM10</b>
Mortalità totale (età>30)	4,7	3.472
Ricoveri respiratori	3,0	1.887
Ricoveri cardiovascolari	1,7	2.710
Bronchite cronica (età>25)	14,1	606
Bronchite acuta (età<15)	28,6	31.524
Attacchi d'asma (età<15)	8,7	29.730

Fonte: Oms, Anpa

<b>città</b>	<b>Numero dei casi di mortalità da PM10 attribuibile all'inquinamento (Età &gt;30 anni)</b>	<b>Ricoveri ospedalieri per cause respiratorie</b>	<b>Ricoveri ospedalieri per cause cardiovascolari</b>
Torino	420	243	275
Genova	260	119	171
Milano	441	370	520
Bologna	252	107	148
Firenze	181	30	58
Roma	1.278	648	1007
Napoli	444	257	370
Palermo	197	114	163
Totale	3.472	1887	2.710

Fonte: Oms, Anpa

Uno studio recente condotto in Austria, Francia e Svizzera ha evidenziato che il numero dei casi annui di bronchite nei bambini attribuibili all'inquinamento atmosferico sono ben 543.300, di cui 300.000 dovuti allo smog generato dal traffico veicolare. Dei 37.800 ricoveri ospedalieri per inquinamento atmosferico, 25.000 sono dovuti ai veleni da traffico, così come 162.000 casi di attacchi d'asma nei bambini, sul totale di 300.900.

Sugli adulti, lo studio rivela che su 30,5 milioni di giorni lavorativi ridotti a causa di malattie respiratorie ben 16 milioni sono causati dall'inquinamento da traffico, mentre 21.000 casi di mortalità (su oltre 40.500 casi totali) ogni anno sono attribuibili all'esposizione degli inquinanti da traffico.

Tra i soggetti più esposti e maggiormente sensibili ci sono proprio i bambini. Uno studio Sidria (Studi italiani sui disturbi respiratori nell'infanzia e l'ambiente) coordinato dall'osservatorio epidemiologico della regione Lazio nel 1998, ha preso in considerazione un campione casuale di bambini (6-7 anni) e di adolescenti (13-14 anni), per un totale di più di 39 mila soggetti, in 10 centri del nord e centro Italia (Torino, Milano, Roma, Cremona, Trento, Firenze, Prato, Empoli, Siena, Viterbo). I risultati dello studio indicano un aumento del 40% del rischio per malattie respiratorie nella prima infanzia in bambini che risiedono in aree con un transito giornaliero di camion frequente. L'associazione più forte risulta quella tra traffico pesante e infezioni delle basse vie respiratorie: bronchite ricorrente, bronchiolite, polmonite.

L'Osservatorio epidemiologico del Lazio ha registrato i ricoveri ospedalieri dei più piccoli (età <14 anni) notando a Roma un aumento del 5% nei giorni di maggiori concentrazioni di ozono. Inoltre, secondo l'Istituto Superiore della Sanità, il rischio di contrarre leucemie per i bambini che vivono in aree trafficate (5.000 veicoli al giorno) è del 270% in più rispetto ai bambini residenti in zone poco trafficate (500 veicoli al giorno). E le malattie respiratorie dei bambini che vivono in quartieri trafficati aumentano del 20% rispetto a quelli che vivono in aree meno congestionate.

Il periodico specializzato "Epidemiologia e prevenzione" del marzo-aprile 2001 riporta uno studio (MISA: Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico), condotto nell'ambito di un progetto nazionale che ha visto la partecipazione di diverse istituzioni e ricercatori italiani. L'indagine ha riguardato la popolazione di otto grandi città (Milano, Torino, Verona, Ravenna, Bologna, Firenze, Roma e Palermo), per un totale di circa 7 milioni di abitanti, valutando la relazione tra livelli giornalieri di inquinanti atmosferici (polveri, Pm10, biossido di azoto, biossido di zolfo, ossido di carbonio e ozono) ed eventi sanitari rilevanti, quali la mortalità (totale, cause cardiache, e cause respiratorie) e i ricoveri ospedalieri (cause cardiache e respiratorie), nel periodo 1990-1999. I risultati sono espressi in termini di incremento percentuale nel numero giornaliero di decessi e di ricoveri associato ad un incremento di 10 microgrammi/metrocubo nella concentrazione degli inquinanti considerati e di 1 µg/m<sup>3</sup> nella concentrazione di monossido di carbonio. Nelle conclusioni gli autori dichiarano che «si tratta di uno studio che non lascia dubbi sull'inquinamento atmosferico come sorgente di malattia

All'aumentare delle concentrazioni aumenta la frequenza di tutti gli esiti considerati, mortalità e ricoveri, non riconducibili a fluttuazioni casuali, con la sola eccezione del rapporto tra ozono e mortalità per cause respiratorie e/o ricoveri per cause cardiache».

Escludendo l'ozono, per un incremento delle concentrazioni degli inquinanti di 10 µg/m<sup>3</sup> (1µg/m<sup>3</sup> di CO) tutti gli effetti considerati nello studio presentano un incremento percentuale tra l'1 e il 5%. Tale incremento è maggiore per le cause respiratorie, raggiungendo il 4,7% per mortalità ed SO<sub>2</sub> e il 4,2% per ricoveri e CO.

La mortalità per tutte le cause naturali è correlata al livello di inquinante del giorno precedente, mentre l'effetto maggiore sulla mortalità per cause cardiovascolari è associato al livello di inquinante di due giorni prima. Per ciascuno degli inquinanti le variazioni percentuali della mortalità per tutte le cause sono tendenzialmente più elevate per le classi di età più anziane (maggiore di 74 anni).

La mortalità per cause respiratorie è quella più fortemente associata all'inquinamento atmosferico urbano: l'effetto maggiore, con un incremento del 4,2% è stato associato al livello di concentrazione di SO<sub>2</sub> del giorno precedente.

Per i ricoveri, l'effetto si osserva precocemente, ma tende ad aumentare nei giorni successivi. Per i ricoveri respiratori l'effetto è massimo nei 2-3 giorni successivi all'incremento dell'inquinante, più che per i ricoveri per cause respiratorie, con un massimo osservato a Verona del 12%.

Tale studio ha evidenziato, inoltre, un gradiente Nord-Sud dell'entità dell'effetto, in accordo con altri studi europei, per cui viene formulata l'ipotesi che fattori meteorologici, sociali e demografici, rendano gli effetti dell'inquinamento atmosferico più marcati nelle città del centro-sud.

Discorso a parte viene sviluppato per **l'ozono**, che viene analizzato solo per il periodo estivo (maggio-settembre). In questi mesi è stato stimato per un incremento della concentrazione di ozono di 10 µg/m<sup>3</sup> un aumento della mortalità totale il giorno successivo pari all'1% e all'1,3% per la mortalità cardiovascolare; un effetto significativo è stato evidenziato anche nell'incremento dei ricoveri per patologie respiratorie nei 3 giorni successivi. Nel periodo estivo risulta significativo anche il maggior contributo del particolato e specialmente del Pm<sub>10</sub> a tutti gli effetti considerati.

Qui di seguito riportiamo due tavole che sinteticamente riassumono e correlano i livelli di inquinamento per PM<sub>10</sub> nelle otto maggiori città d'Italia e la percentuale di decessi, ricoveri e patologie ascrivibili ai livelli di inquinamento per particolato.

Una terza tavola, riporta invece, sempre con riferimento alle predette città, il numero dei decessi attribuibili all'inquinamento atmosferico totale.

Nella quarta tavola abbiamo invece effettuato una stima dei costi sanitari connessi con l'inquinamento atmosferico **nelle otto maggiori città italiane.**

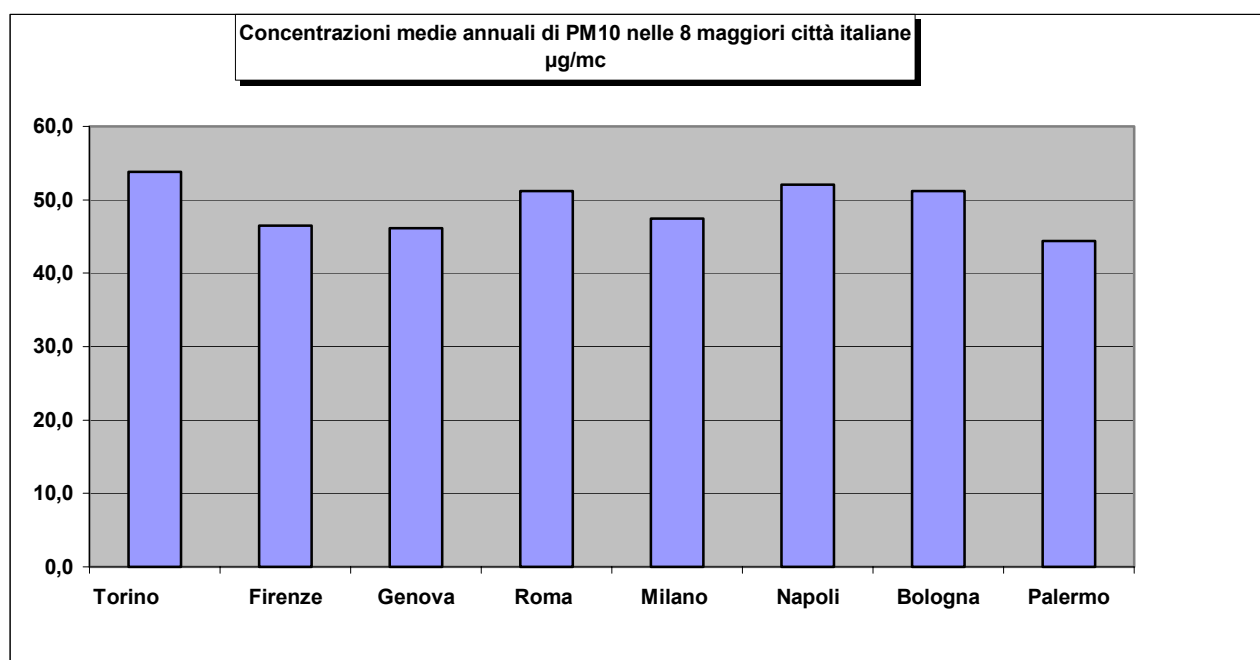
Tale studio, riferito esclusivamente ai costi per ricoveri e patologie, **valuta in 63.629.600 milioni di euro** i costi di tale comparto.

Ovviamente tali stime non tengono conto della mortalità indotta né dei costi, alcuni dei quali esaminati nei capitoli successivi, relativi alla perdita di giornate lavorative e, in genere di tutte quelle spese e costi, diretti ed indiretti, derivanti dalle già illustrate situazioni inquinanti.

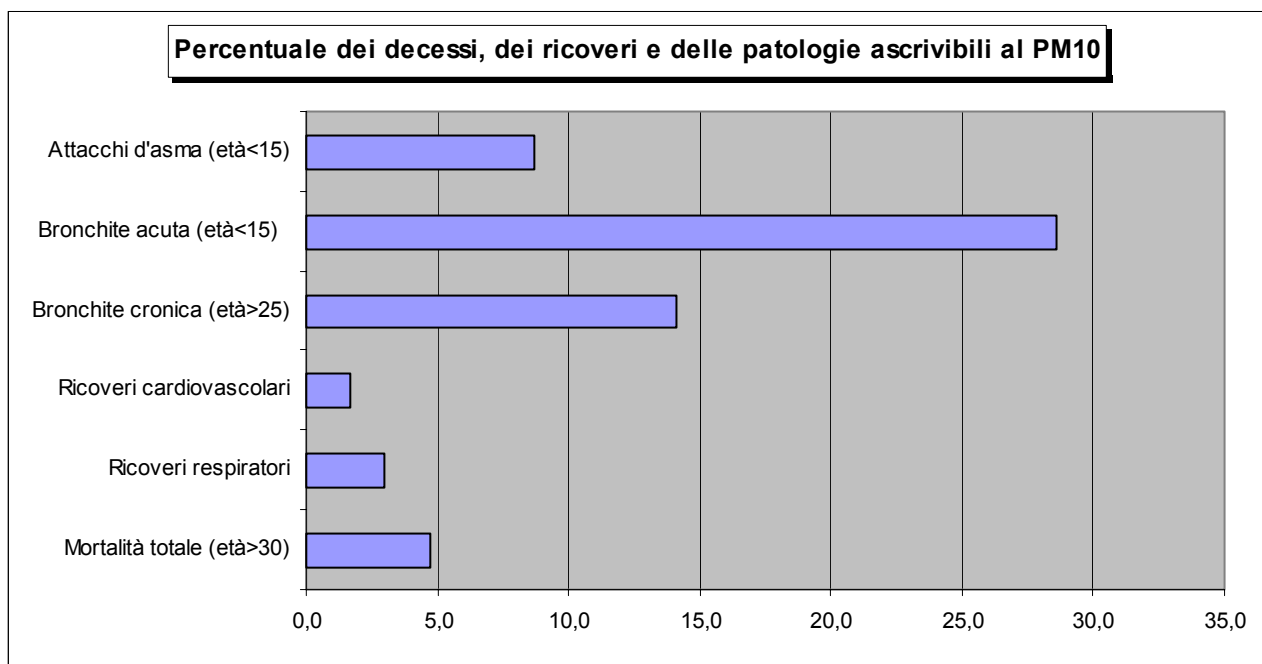
Un'autorevole studio sui costi globali dell'inquinamento, effettuato in Austria ed in Inghilterra, ha stimato tali costi in **350 euro/pro-capite.**

Le nostre stime, al riguardo, che tengono conto del livello di inquinamento inferiore, presente nel nostro paese, indicano che il costo complessivo pro-capite è di circa **250 euro.** Il che vuol dire che il nostro paese brucia ogni anno circa **14 miliardi di euro** la cui entità è pari a quella di una legge finanziaria di rigore.

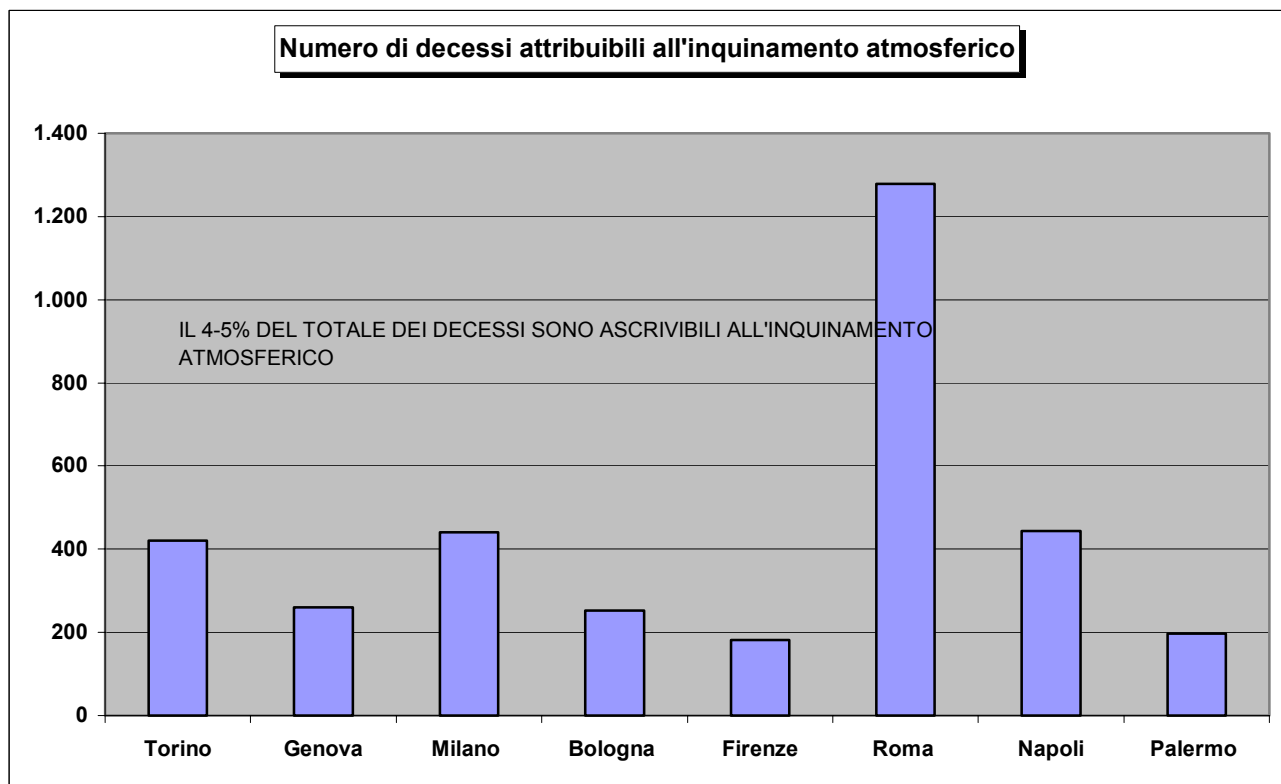
Alla luce di quanto sopra appare, a nostro avviso, sconsiderato e colpevole non assumere provvedimenti idonei ad abbattere i livelli di inquinamento atmosferico, in quanto, anche una minima riduzione dello stesso, comporterebbe non solo un generico miglioramento della qualità ambientale e di vita ma anche un rilevante risparmio per le casse dello Stato e le "tasche" dei cittadini.



**Tavola 1**



**Tavola 2**



**Tavola 3**

**Tavola 4: Stima di alcuni costi sanitari connessi all'inquinamento atmosferico nelle otto maggiori città italiane**

Ricoveri e patologie	Casi rilevati			Costi sanitari (in euro)			Totale
	Totale generale	Di cui per inquinamento atmosferico		Visite mediche	Degenze	Consumo di farmaci	
	v.a.	v.a.	% su totale generale	v.a.	v.a.	v.a.	
Ricoveri per patologie dell'apparato respiratorio	62.900	1.887	3,0	396.300	13.586.400	754.800	14.737.500
Ricoveri per patologie dell'apparato cardiovascolare	159.412	2.710	1,7	569.100	19.512.000	1.084.000	21.165.100
Bronchiti acute e croniche	114.822	32.130	28,0	4.498.200	---	9.639.000	14.137.200
Attacchi d'asma	355.013	30.886	8,7	4.324.000	---	9.265.800	13.589.800
<b>Totale</b>	<b>692.147</b>	<b>67.613</b>	<b>9,8</b>	<b>9.787.600</b>	<b>33.098.400</b>	<b>20.743.600</b>	<b>63.629.600</b>

*Per la stima dei costi sanitari si sono considerati:*

- il numero ed il costo medio delle visite mediche per patologia (Fonte: Istat);
- la durata in giorni ed il costo medio delle degenze per patologia (Fonte: Istat);
- la spesa totale per consumo di farmaci per patologia (Fonte: Istat).

**Tabella 5: Stima di alcuni costi sanitari connessi all'inquinamento da PM10**

Ricoveri e patologie	Numero casi	Costi (in migliaia di euro)			Totale costi
		Degenze	Visite specialistiche	Consumo di farmaci	
<i>Totale popolazione</i>					
Ricoveri per patologie respiratorie	3.350	12.395	1.340	3.350	17.085
Ricoveri per patologie cardiovascolari	4.550	13.559	1.820	4.550	19.929
Bronchiti ed asma	208.050	---	41.610	83.220	124.830
<b>Totale</b>	<b>215.950</b>	<b>25.954</b>	<b>44.770</b>	<b>91.120</b>	<b>161.844</b>
<i>Di cui anziani (over 65)</i>					
Ricoveri per patologie respiratorie	2.560	9.472	1.024	2.560	13.056
Ricoveri per patologie cardiovascolari	3.600	9.216	1.440	3.600	14.256
Bronchiti ed asma	83.220	---	16.644	33.288	49.932
<b>Totale</b>	<b>89.380</b>	<b>18.688</b>	<b>19.108</b>	<b>39.448</b>	<b>77.244</b>

**Nota metodologica**

Per la stima del numero dei ricoveri e delle patologie connessi all'inquinamento atmosferico da PM10, sono stati estrapolati i dati dell'indagine OMS-ANPA 1998, prendendo a riferimento la densità degli autoveicoli circolanti per comune ed i relativi consumi di carburante.

Per la stima delle giornate di degenza e dei costi connessi ai ricoveri per patologie respiratorie e cardiovascolari, si sono presi in considerazione i dati SDO e le tariffe medie delle prestazioni di assistenza ospedaliera (drg - ricoveri ordinari). In particolare, per quanto concerne l'apparato respiratorio, si sono prese a riferimento le seguenti patologie: infezioni ed infiammazioni respiratorie; edema polmonare ed insufficienza respiratoria; malattia polmonare cronica ostruttiva; bronchite ed asma; diagnosi relative all'apparato respiratorio con respirazione assistita.

Per l'apparato cardiovascolare invece si sono considerate le seguenti patologie: insufficienza cardiaca; angina pectoris; malattie cardiovascolari con IMA; altre diagnosi relative all'apparato circolatorio senza complicazioni.

## **Effetti sanitari del rumore**

Il rumore viene individuato dai sondaggi come una delle più rilevanti cause del peggioramento della qualità della vita ed è ormai riconosciuto come uno dei principali problemi ambientali; pur essendo talora ritenuto meno rilevante rispetto ad altre forme di inquinamento come l'inquinamento atmosferico o delle acque, il rumore suscita sempre più reazioni negative nella popolazione esposta.

Dai dati che compaiono nel Libro Verde della Commissione Europea (1996), emerge che circa il 20% della popolazione dell'Unione (80 milioni di persone) è esposto a livelli di rumore diurni superiori a 65dBA e che altri 170 milioni di persone risiedono in aree con livelli compresi fra 55 e 65 dBA. Secondo quanto riportato nella Proposta di Direttiva Europea sul rumore ambientale (2000), il risultato di questa diffusione dell'inquinamento acustico è che una percentuale di popolazione dell'UE pari almeno al 25% sperimenta un peggioramento della qualità della vita a causa dell'*annoyance* (sensazione di disturbo e fastidio genericamente intesa), e una percentuale compresa fra il 5 ed il 15% soffre di seri disturbi del sonno, dovuti al rumore. La principale sorgente di rumore risulta essere il traffico stradale, che interessa i 9/10 della popolazione esposta a livelli superiori a 65 dBA.

Il dato preoccupante che emerge dagli studi effettuati, riguarda la tendenza del rumore ad estendersi sia nel tempo (periodo notturno), sia nello spazio (aree rurali e suburbane) e il previsto aumento dei veicoli e delle percorrenze effettuate da ciascuno di essi, grava su questo quadro generale. Il rumore urbano infatti risulta essere sempre più diffuso ed espone un numero sempre maggiore di individui.

Per meglio comprendere quale sia l'impatto dell'inquinamento acustico sulla salute della popolazione esposta, è necessario partire dal concetto stesso di "salute". Con questo termine, secondo una definizione dell'OMS del 1946, s'intende "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattie o infermità". Più recentemente, la stessa OMS ha indicato che uno stato di buona salute e benessere richiede un ambiente armonioso in cui viene attribuito il dovuto peso ai fattori fisici, fisiologici, sociali ed estetici; l'ambiente dovrebbe quindi costituire una risorsa importante per migliorare le condizioni di vita ed accrescere il benessere. Un ambiente acustico sfavorevole costituisce pertanto una condizione di pregiudizio per una buona qualità della vita, condizione che può dare luogo ad una serie di effetti. I più immediati e frequenti sono quelli che interessano il sonno.



Secondo quanto preso in esame dalla facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università "La Sapienza" di Roma, che ha raccolto i più autorevoli studi nazionali ed internazionali sull'argomento, valori di rumorosità notturna inferiori ai 40 decibel consentono dormire di 20 minuti più lunghe rispetto alla media; mentre se il frastuono supera i 70 decibel aumenta fortemente la possibilità della riduzione o della scomparsa delle fasi IV (sonno profondo) e Rem (sogno) del sonno. In questa tabella è riportata la sintesi dello studio operato dalla "Sapienza":

**Tabella 12: Effetti del rumore sul sonno**

<b>Valori in decibel</b>	<b>Effetti sul sonno</b>
Fino a 40 dB	Si allunga di 20 minuti il tempo di sonno.
Tra 45 e 50 dB	Piccoli disturbi dell'architettura del sonno.
Tra 50 e 60 dB	Tempo di addormentamento prolungato di 30 minuti o più. Possono svegliarsi i bambini.
Tra 60 e 70 dB	Alterazioni profonde della qualità e della durata del sonno. Possibili frequenti risvegli.
Oltre i 70 dB	Riduzione o scomparsa delle fasi IV e Rem del sonno.

*Fonte: Università "La Sapienza"*

Ancora più nel dettaglio si possono citare testualmente le conclusioni cui giunge la ricerca della "Sapienza": *"Le caratteristiche fisiche del rumore appaiono determinanti per quanto concerne la tipologia del disturbo sulla qualità e durata del sonno. L'età del soggetto e la sua situazione psicofisica condizionano evidentemente il grado di alterazione del sonno stesso: i giovani sono meno sensibili allo stress acustico. Esiste una sindrome cronica di disturbo del sonno derivante dall'esposizione prolungata (per molti anni) alle immissioni di rumore, che tende ad aggravarsi nel tempo. In questi casi aumenta il numero di risvegli nel corso della notte, si riducono o scompaiono le fasi IV (sonno profondo) e Rem (attività onirica) del sonno, si verificano variazioni del tracciato elettrocardiografico e di quello elettroencefalografico del dormiente, aumenta il numero e l'entità dei movimenti del corpo, così come il numero di brevi risvegli e il tempo di addormentamento"*.

Una diretta conferma del disturbo causato dal rumore nelle ore notturne arriva da una ricerca merceologica condotta dall'Istituto di Medicina del Lavoro della USL 1 di Trieste che ha scoperto un dato singolarissimo: le farmacie che operano in quartieri dove il livello sonoro notturno è compreso tra i 55 e i 75 decibel vendono una quantità di sonniferi e tranquillanti doppia o addirittura tripla rispetto alla media.

L'emergenza rumore nelle ore notturne è stata studiata da Legambiente che, in dodici anni di Treno Verde (la campagna di monitoraggio sull'inquinamento acustico ed atmosferico nei centri urbani), a sottoposto ad un check-up 515 aree di oltre 100 città: quei valori notturni superiori ai 70 decibel, potenzialmente in grado di generare effetti negativi sulla fase Rem del sonno e di causare frequenti risvegli, sono riscontrabili in più di una strada su cinque.

Dalle diverse rassegne ed analisi, emerge l'importanza di identificare e studiare i cosiddetti "gruppi vulnerabili" cioè gruppi di individui (ad esempio i bambini, i soggetti con un danno uditivo, i ciechi, gli anziani, ecc.) particolarmente sensibili in riferimento ad un determinato effetto, ma anche ai luoghi gli orari e le attività condotte. Le ricerche future dovrebbero, infatti, analizzare questi gruppi vulnerabili per rendere più semplice l'identificazione di effetti sulla salute, che potrebbero altrimenti risultare di difficile osservazione nella popolazione generale.

D'altro canto l'individuazione di valori di soglia che offrono un ragionevole livello di protezione degli individui maggiormente sensibili, è automaticamente garanzia di protezione dagli effetti considerati anche per la popolazione "normale".

Le Linee Guida dell'OMS raccomandano una particolare attenzione per i bambini: scuole ed asili dovrebbero essere collocate in zone dove il livello di rumore durante le lezioni non superi i 35 dB.

L'esposizione a un livello di inquinamento acustico superiore potrebbe causare difficoltà nell'apprendimento, nell'imparare a leggere e nell'acquisire capacità a risolvere i problemi.

La normativa sull'inquinamento acustico, fino al 1997, prevedeva limiti di rumore pari ad un massimo di 65 dB per il giorno e a 55 dB per la notte. La più recente normativa — DPCM14/11/97 — definisce invece limiti diversificati a seconda della destinazione d'uso del territorio, prevedendo per determinate aree (vicino agli ospedali, scuole o parchi) limiti più restrittivi. La zonizzazione del territorio (prevista già dalla legge quadro n.447/95), è affidata alle Amministrazioni Comunali ma, secondo i dati ANPA del marzo 2000, solo 543 comuni sugli 8100 totali hanno realizzato tale differenziazione. Tra i più attenti la provincia autonoma di Trento con il 31,9% di territorio zonizzato, la Liguria con il 16,6% e la Campania con il 15,6%.

Questa situazione fa sì che, dove la zonizzazione non è stata ancora realizzata, i limiti imposti risultino ancora quelli della precedente normativa a scapito di aree sensibili che andrebbero particolarmente tutelate. Purtroppo il rumore non attacca solo i nostri sonni.

Il mondo scientifico che lavora allo studio dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulle nostre vite, ha riscontrato che esposizioni prolungate al rumore possono causare, in caso di esposizioni prolungate, tachicardia, variazione della pressione arteriosa e della capacità respiratoria, gastriti, nausea, alterazioni del campo visivo e della trasmissione degli impulsi nervosi. Ci sono poi gli effetti psicologici, tutt'altro che trascurabili, che potrebbero rendere difficile la comunicazione, generare aggressività, emicrania, capogiri, inappetenza, difficoltà di concentrazione. In alcuni casi limite il rumore generato da una strada a forte traffico o da un martello pneumatico rappresenta una grave minaccia per l'udito. Che si tratti di un vero e proprio "stress da rumore" o di quella deleteria sensazione di fastidio, definita dagli anglosassoni *annoyance*, sta di fatto che la sgradevole colonna sonora di frastuono che accompagna la quotidianità dei centri urbani, mina profondamente la qualità della vita.

### **Effetti benefici di lasciare l'auto in garage**

Secondo l'Oms la mancanza di attività fisica è, dopo il fumo, il più importante fattore di rischio per l'insorgenza di malattie cardio-circolatorie, diabete, ipertensione e mortalità precoce nei Paesi ad economia sviluppata. La mancanza di moto, assieme ad abitudini alimentari sbagliate, è una delle cause principali dell'epidemia di obesità che si osserva nei Paesi occidentali, Italia compresa.

Uno studio pubblicato sul *British Medical Journal* ha documentato l'incidenza del sovrappeso e dell'obesità in Inghilterra e in Scozia tra i bambini di età compresa tra i 4 e gli 11 anni. I risultati ottenuti, dello stesso ordine di grandezza nelle due aree, hanno evidenziato un notevole aumento delle due patologie nel periodo 1984-1994, diventando un problema di sanità pubblica.

**Tabella 13: Percentuale bambini sovrappeso e obesi in Inghilterra, anni 1984-1994**

<b>Bambini tra i 4 e gli 11 anni</b>	<b>Percentuale bambini in sovrappeso</b>	<b>Percentuale bambini obesi</b>
Maschi, anno 1984	5,4%	0,6%
Maschi, anno 1994	9%	1,7%
Femmine, anno 1984	9,3%	1,3%
Femmine, anno 1994	13,51%	2,6%

*Fonte: British Medical Journal, 2001*

Al contrario, se venisse praticata una moderata attività fisica quotidianamente si ridurrebbe il rischio di contrarre alcune patologie. Ad esempio basterebbe camminare o andare in bicicletta per un totale di circa 30 minuti al giorno, anche se suddivisi in episodi di 15 minuti ciascuno, per ridurre di circa il 50% il rischio di sviluppare malattie cardio-vascolari, diabete e obesità e di circa il 30% il rischio di sviluppare ipertensione. Questi effetti sono paragonabili a quelli ottenibili smettendo di fumare. Un'analisi costi/benefici negli Stati Uniti indica che si risparmierebbero ogni anno 4.3-5.6 miliardi US\$ se tutti gli adulti sedentari camminassero regolarmente.

Gli ultimi dati Censis, elaborati da Legambiente, riportano il tempo che gli abitanti di diverse città italiane passano ogni giorno nella propria auto o nei mezzi pubblici: i milanesi 105 minuti (che moltiplicati per 74 anni di vita media, dà 5,3 anni), 115 minuti per i bolognesi (5,9 anni per l'arco della vita), 135 a Roma (pari a 6,9 anni) e di 140 per i napoletani (7,2 anni per i 74 anni di vita media).

## Capitolo VII

### CONCLUSIONI

E' stato stimato che nella maggior parte degli Stati membri dell'U.E., **il settore dei trasporti è all'origine della più alta percentuale delle emissioni di monossido di carbonio (74%), di ossidi di azoto (55%), di idrocarburi volatili (47%) e di ossidi di zolfo (9%).**

Le emissioni gassose dei veicoli dipendono fortemente dal tipo e dalla cilindrata del motore, dai regimi di marcia, dalla temperatura, dal profilo altimetrico del percorso e dalle condizioni ambientali.

E' stato stimato anche che nelle aree urbane italiane l'autovettura emette mediamente **15g/km di monossido di carbonio, 1.2g/km di ossidi di azoto, 1.9g/Km di COV e 0.12g/km di particolato.**

**Recenti studi indicano che in Europa circa 80mila morti all'anno potrebbero essere correlate all'esposizione nel lungo termine al particolato (PM10) prodotto dal traffico.**

**Il particolato** infatti, è costituito in massima parte da polveri di diametro inferiore a 2.5 micron, che possono penetrare in profondità attraverso le vie aeree.

**Aumenti della concentrazione media giornaliera di particolato sono correlati ad un aumento degli indici di rischio di diversi quadri morbosi oltre che su effetti diretti sullo stato di salute**, quali sintomi respiratori, alterazioni della funzionalità polmonare, ecc.

**Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sono particolarmente sentiti dai gruppi di popolazione considerati a rischio: anziani, persone affette da malattie respiratorie e coronariche, bambini.**

**Recenti indagini confermano che i bambini residenti in prossimità di strade molto trafficate corrono un rischio maggiore di contrarre malattie respiratorie.**

I motori a benzina, e tra questi i motori a due tempi dei motorini, sono fra i principali responsabili anche delle emissioni di benzene, una sostanza, che è stato accertata come **cancerogena** nell'uomo ed associata all'aumento delle morti per leucemia.

**Eppure, la grande crescita della mobilità delle persone - il traffico di passeggeri per chilometro è quasi triplicato rispetto al 1970 - continua ad essere soddisfatta per lo più dal trasporto con mezzi privati.**

Il dominio del trasporto automobilistico privato copre oggi circa l'82% della mobilità con oltre 54 auto circolanti ogni 100 abitanti, **mentre diminuisce in maniera consistente il trasporto pubblico urbano, con 5,5milioni di passeggeri per chilometro in meno rispetto al 1980, e arretra notevolmente anche quello ferroviario** (53.432 passeggeri nel 1996, 50.635 nel 1998).

Le politiche in atto hanno quindi lasciato irrisolti molti dei problemi che incidono pesantemente sull'efficienza e sulla sostenibilità ambientale dei trasporti: lo stato delle reti ferroviarie e stradali rimane insoddisfacente, mentre si continuano a privilegiare le grandi opere.

Come intervenire? Gli interventi più urgenti nelle città, riguardano la riorganizzazione complessiva del trasporto pubblico, che deve diventare efficiente e concorrenziale rispetto a quello privato che va, al contrario, disincentivato; sempre nei centri urbani va perseguita con decisione la strada delle pedonalizzazioni, dell'estensione delle zone a traffico limitato, della realizzazione di piste ciclabili. Accanto a questi, altri interventi (dal car-sharing al traffic calming) possono contribuire a garantire una decongestione delle città insieme alla riorganizzazione dei nodi ferroviari metropolitani e a tutti quei provvedimenti (dalla semplificazione della burocrazia alla creazione dello sportello unico cittadino, all'uso della tessera bancomat per pagamento di tasse comunali), mirati a limitare gli spostamenti superflui in città.

Per la riconversione della mobilità dei passeggeri di media e lunga percorrenza è necessario invece puntare più sulla manutenzione ordinaria e straordinaria della rete stradale esistente piuttosto che puntare sugli ampliamenti e la costruzione di nuovi tratti autostradali.

**Bisogna insomma considerare il settore dei trasporti come una delle priorità su cui intervenire sia a livello locale che a livello nazionale. E non solo. Se consideriamo che dal settore dei trasporti proviene circa un quarto delle emissioni totali di gas serra, ci rendiamo facilmente conto del fatto che una mobilità sostenibile è indispensabile anche su scala globale.**

In base al **Protocollo di Kyoto, firmato nel 1997**, ogni Paese o gruppo di Paesi ha infatti sottoscritto un proprio obiettivo di riduzione delle emissioni di anidride carbonica. Ora il fallimento della Conferenza dell'Aja, dove l'Europa non è riuscita ad imporre a Stati Uniti e Giappone l'accettazione di misure incisive per curare la febbre del pianeta, mette tutti davanti a un bivio: o i governi, le forze politiche, i sistemi economici, gli stessi consumatori si muoveranno in fretta per fermare l'aumento delle emissioni che stanno alterando il clima, oppure tra pochi anni dovremo fronteggiare non più una minaccia, ma una drammatica realtà.

Le politiche del Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture debbono incentivare l'adozione di dispositivi antinquinamento sia sugli autoveicoli del parco automezzi di stato (pubbliche amministrazioni, ministeri, mezzi militari, autobus, ecc.), sia sui mezzi privati, introducendo benefit ed ecoincentivi per la loro adozione.

Non meno importanti sono le politiche dei trasporti che debbono essere adottate dalle Regioni e dalle amministrazioni comunali per quanto attiene ai mezzi di loro competenza. Basti pensare, ad esempio, che la regione Lombardia eroga ecoincentivi per 1.200 euro a coloro che trasformano il loro automezzo per la trazione con GPL.

Con tale somma sarebbe stato possibile dotare **quattro autovetture** del dispositivo Pantech-Air ottenendo un migliore abbattimento degli inquinanti atmosferici ed in particolare del micidiale PM10.

Certamente la tecnologia può dare ancora positive risposte ma l'emergenza salute in tema di inquinamento ed i suoi costi proibitivi inducono a non più procrastinare l'adozione di misure adeguate.

Le pubbliche amministrazioni dovrebbero imporre ai costruttori degli autoveicoli da loro direttamente acquistati, attraverso i capitolati d'appalto, livelli di emissione di particolato nettamente più bassi degli attuali.

Tali limiti, come abbiamo visto, sono facilmente ottenibili con l'adozione di tecnologie già disponibili ed a basso costo.

Gli ecoincentivi dovrebbero essere oggi orientati a favorire l'adozione, da parte dei veicoli privati già circolanti, di tali dispositivi con un rilevante risparmio per la collettività sia di spese socio-assistenziali che di giornate di lavoro recuperate.

Inoltre, come vedremo più avanti, i costi dell'inquinamento diretti ed indiretti non sono valutabili solo in un peggioramento generico della qualità della vita ma, come valutato, in migliaia di milioni di euro.

### **Interventi realizzabili in tempi brevi in città**

**Pur ribadendo la primaria necessità di riorganizzare complessivamente il sistema di trasporto pubblico, che deve diventare efficiente e concorrenziale rispetto a quello privato, che va, al contrario, disincentivato, ci sono interventi realizzabili a più breve termine:**

- Istituzione, presso tutte le aziende e gli enti pubblici con più di 300 dipendenti, per unità locale e le imprese con oltre 800 dipendenti, di un "**Mobility Manager**" che ottimizzi gli spostamenti sistematici dei dipendenti, riducendo l'uso dell'auto privata e adottando il "piano degli spostamenti casa-lavoro";

- provvedimenti per la diffusione della **mobilità pedonale ed in bicicletta** (in combinazione anche con i mezzi pubblici).
- **Misure di tariffazione della sosta stradale e dell'accesso a strade ed aree** per garantire la concorrenza e la complementarità tra i modi di trasporto urbano e recuperare risorse da destinare al potenziamento dei sistemi di trasporto alternativi all'automobile.
- Agevolazioni per l'utilizzazione congiunta di autovetture (**car pooling**).
- **Ridistribuzione temporale degli spostamenti**, attraverso la modifica degli orari di inizio e termine delle attività lavorative e scolastiche con l'obiettivo finale di abbattere le punte di traffico.
- **Promozione di mezzi innovativi per il trasporto collettivo**, di nuova concezione ad emissioni ridotte.
- **Incentivazione per l'adozione di nuovi dispositivi antinquinamento** (Es. Pantech Air).
- **Istituzione di sistemi collettivi di trasporto**, come il taxi collettivo, il bus a chiamata, il carsharing.
- **Razionalizzazione della distribuzione delle merci** nelle aree urbane e metropolitane.



Qui di seguito riportiamo i quadri sinottici relativi alle spese sostenute dalle pubbliche amministrazioni per interventi diretti ed indiretti per la produzione dell'ambiente.

I dati si riferiscono al periodo 1995-2001, essendo ancora incomplete le elaborazioni dei dati di spesa per gli anni successivi.

Tali quadri sono però indicativi della notevole quantità di risorse economiche che lo Stato e le Regioni impegnano per contenere o contrastare il danno ambientale nei vari comparti aria, terra ed acque.

A nostro avviso la questione cruciale che tali dati pongono in rilievo è quella della razionalizzazione delle risorse e soprattutto, come i danni arrecati alla salute dimostrano, dell'allocazione delle spese programmate in comparti da risanare in grado di determinare una positiva ricaduta economica ed un risparmio di spese in altri comparti quali ad esempio quello della spesa sanitaria ed assistenziale.

**Tavola 1 - Spesa delle Amministrazioni pubbliche per la protezione dell'ambiente (Divisione 05 della classificazione COFOG)**

**Anni 1995-2001 (migliaia di euro lire)**

Tipo di spesa	Investimenti lordi + Acquisizioni meno cessioni di attività non finanziarie non prodotte	Redditi da lavoro dipendente	Contributi	Redditi da capitale	Prestazioni sociali diverse dai trasferimenti sociali in natura + Prestazioni di sicurezza sociale sotto forma di rimborsi + Altre prestazioni di sicurezza sociale in natura + Prestazioni di assistenza sociale in natura	Consumi intermedi + Altre imposte sulla produzione + Imposte correnti sul reddito, sul patrimonio ecc. + Rettifica per variazione dei diritti netti delle famiglie sulle riserve dei fondi pensione	Altri trasferimenti correnti	Trasferimenti in conto capitale	Totale spesa della pubblica amministrazione
Anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9=1+...+8
1995	1.193.015	1.066.483	3.099	91.929	-	3.757.224	74.886	169.398	6.356.035
1996	1.430.586	1.187.334	3.615	201.935	-	4.185.883	87.281	170.947	7.267.581
1997	1.390.818	1.207.476	11.362	98.127	-	4.530.876	202.968	158.552	7.600.180
1998	1.504.000	1.361.000	15.000	52.000	-	4.904.000	163.000	224.000	8.223.000
1999	1.512.000	1.342.000	17.000	28.000	-	5.194.000	143.000	224.000	8.460.000
2000	1.459.000	1.545.000	12.000	44.000	-	5.885.000	149.000	233.000	9.327.000
2001	1.749.000	1.634.000	13.000	63.000	-	6.248.000	175.000	259.000	10.141.000

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale - Estratto dalla Tavola 11 del Questionario ESA 95

**Tavola 2 - Spesa dei ministeri per interventi diretti di protezione dell'ambiente - Anno 1995**  
(migliaia di euro)

Settori di intervento con riferimento alla CEPA	Stanzamenti finali di competenza	Residui iniziali	Massa spendibile (MS)	Somme pagate (SP)	Coefficiente % di realizzazione (SP/MS)
<b>Parte corrente</b>	250.100	137.803	387.903	204.436	52,7
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	1.179	967	2.146	744	34,7
2. gestione delle acque reflue	120.364	12.585	132.949	88.115	66,3
3. gestione dei rifiuti	31.555	6.747	38.302	32.406	84,6
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	30.209	56.017	86.226	29.654	34,4
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	-	-	-	-	0,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	20.655	27.671	48.326	15.733	32,6
7. protezione dalle radiazioni	10	5	15	7	45,9
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	7.276	8.804	16.080	3.296	20,5
9. altre attività di protezione dell'ambiente	38.852	25.007	63.859	34.481	54,0
<b>Conto capitale</b>	425.646	872.043	1.297.689	384.883	29,7
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	-	1.143	1.143	388	33,9
2. gestione delle acque reflue	31.783	130.763	162.546	26.237	16,1
3. gestione dei rifiuti	-	1.599	1.599	-	0,0
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	91.967	223.400	315.367	93.928	29,8
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	1.354	2.578	3.932	875	22,2
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	73.912	208.018	281.930	67.382	23,9
7. protezione dalle radiazioni	20.708	2.840	23.548	226	1,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	534	30.202	30.736	4.468	14,5
9. altre attività di protezione dell'ambiente	205.388	271.499	476.887	191.380	40,1
<b>Totale</b>	675.746	1.009.846	1.685.592	589.319	35,0
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	1.179	2.110	3.289	1.132	34,4
2. gestione delle acque reflue	152.147	143.348	295.495	114.352	38,7
3. gestione dei rifiuti	31.555	8.346	39.901	32.406	81,2
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	122.177	279.417	401.594	123.582	30,8
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	1.354	2.578	3.932	875	22,2
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	94.566	235.689	330.255	83.115	25,2
7. protezione dalle radiazioni	20.718	2.844	23.563	233	1,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	7.810	39.006	46.817	7.764	16,6
9. altre attività di protezione dell'ambiente	244.240	296.506	540.746	225.861	41,8

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale  
Elaborazione su dati tratti dal Rendiconto Generale della Amministrazione dello Stato

**Tavola 3 - Finanziamento da parte dei ministeri di interventi per la protezione dell'ambiente di altri operatori - Anno 1995 (migliaia di euro lire)**

Settori di intervento con riferimento alla CEPA	Stanzamenti finali di competenza	Residui iniziali	Massa spendibile (MS)	Somme pagate (SP)	Coefficiente % di realizzazione (SP/MS)
<b>Finanziamento ad operatori nazionali</b>					
<b>Parte corrente</b>	156.902	41.444	198.346	171.675	86,6
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	-	-	-	-	0,0
2. gestione delle acque reflue	-	-	-	-	0,0
3. gestione dei rifiuti	-	5	5	-	0,0
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	9	14	23	2	9,2
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	-	-	-	-	0,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	34.739	41.015	75.754	49.295	65,1
7. protezione dalle radiazioni	-	372	372	223	60,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	2.232	5	2.236	2.232	99,8
9. altre attività di protezione dell'ambiente	119.923	33	119.956	119.922	100,0
<b>Conto capitale</b>	492.113	1.539.417	2.031.531	307.244	15,1
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	808	18.803	19.611	6.735	34,3
2. gestione delle acque reflue	119.371	639.090	758.462	60.119	7,9
3. gestione dei rifiuti	47.548	70.682	118.230	44.083	37,3
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	90.831	88.050	178.881	54.876	30,7
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	25.026	71.932	96.959	5.843	6,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	67.733	381.266	448.999	47.111	10,5
7. protezione dalle radiazioni	-	-	-	-	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	2.091	3	2.094	2.092	99,9
9. altre attività di protezione dell'ambiente	138.704	269.592	408.296	86.384	21,2
<b>Totale</b>	649.015	1.580.862	2.229.877	478.918	21,5
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	808	18.803	19.611	6.735	34,3
2. gestione delle acque reflue	119.371	639.090	758.462	60.119	7,9
3. gestione dei rifiuti	47.548	70.687	118.235	44.083	37,3
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	90.840	88.064	178.904	54.878	30,7
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	25.026	71.932	96.959	5.843	6,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	102.472	422.281	524.753	96.406	18,4
7. protezione dalle radiazioni	-	372	372	223	60,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	4.323	8	4.331	4.324	99,9
9. altre attività di protezione dell'ambiente	258.627	269.625	528.252	206.306	39,1
<b>Finanziamento al resto del mondo</b>					
<b>Parte corrente</b>	667	423	1.090	966	88,7
<b>Conto capitale</b>	-	-	-	-	0,0
<b>Totale</b>	667	423	1.090	966	88,7

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale

Elaborazione su dati tratti dal Rendiconto Generale della Amministrazione dello Stato

**Tavola 4 - Spesa dei ministeri per interventi diretti di protezione dell'ambiente - Anno 1996 (migliaia di euro)**

Settori di intervento con riferimento alla CEPA	Stanzamenti finali di competenza	Residui iniziali	Massa spendibile (MS)	Somme pagate (SP)	Coefficiente % di realizzazione (SP/MS)
<b>Parte corrente</b>	253.820	101.534	355.354	228.922	64,4
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	1.740	1.267	3.008	936	31,1
2. gestione delle acque reflue	139.828	3.791	143.619	126.238	87,9
3. gestione dei rifiuti	30.546	4.139	34.685	33.238	95,8
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	27.792	46.656	74.447	25.830	34,7
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	-	-	-	-	0,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	23.903	20.206	44.109	18.057	40,9
7. protezione dalle radiazioni	8	8	16	7	40,4
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	10.095	6.313	16.408	8.475	51,7
9. altre attività di protezione dell'ambiente	19.907	19.154	39.061	16.141	41,3
<b>Conto capitale</b>	323.876	621.066	944.943	307.789	32,6
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	454	-	454	147	32,4
2. gestione delle acque reflue	30.789	77.798	108.587	23.113	21,3
3. gestione dei rifiuti	-	-	-	-	0,0
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	57.058	137.463	194.522	64.499	33,2
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	3.570	1.354	4.924	481	9,8
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	59.300	145.025	204.324	48.188	23,6
7. protezione dalle radiazioni	5	20.658	20.664	5	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	2.539	21.653	24.192	5.793	23,9
9. altre attività di protezione dell'ambiente	170.160	217.115	387.275	165.561	42,8
<b>Totale</b>	577.696	722.600	1.300.297	536.711	41,3
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	2.195	1.267	3.462	1.083	31,3
2. gestione delle acque reflue	170.617	81.589	252.206	149.351	59,2
3. gestione dei rifiuti	30.546	4.139	34.685	33.238	95,8
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	84.850	184.119	268.969	90.329	33,6
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	3.570	1.354	4.924	481	9,8
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	83.203	165.230	248.434	66.245	26,7
7. protezione dalle radiazioni	13	20.667	20.680	12	0,1
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	12.634	27.966	40.601	14.269	35,1
9. altre attività di protezione dell'ambiente	190.068	236.268	426.336	181.702	42,6

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale  
Elaborazione su dati tratti dal Rendiconto Generale della Amministrazione dello Stato

**Tavola 5 - Finanziamento da parte dei ministeri di interventi per la protezione dell'ambiente di altri operatori - Anno 1996 (migliaia di euro lire)**

Settori di intervento con riferimento alla CEPA	Stanzamenti finali di competenza	Residui iniziali	Massa spendibile (MS)	Somme pagate (SP)	Coefficiente % di realizzazione (SP/MS)
<b>Finanziamento ad operatori nazionali</b>					
<b>Parte corrente</b>	147.812	14.002	161.814	158.611	98,0
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	-	-	-	-	0,0
2. gestione delle acque reflue	-	-	-	-	0,0
3. gestione dei rifiuti	-	7	7	2	25,2
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	46	-	46	-	0,0
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	-	-	-	-	0,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	28.592	13.943	42.535	40.653	95,6
7. protezione dalle radiazioni	-	-	-	-	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	8	4	13	9	72,9
9. altre attività di protezione dell'ambiente	119.165	48	119.214	117.947	98,9
<b>Conto capitale</b>	488.260	1.159.195	1.647.455	381.868	23,2
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	5.272	1.376	6.648	5.442	81,9
2. gestione delle acque reflue	103.219	458.375	561.594	71.817	12,8
3. gestione dei rifiuti	55.505	21.877	77.383	49.444	63,9
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	73.089	139.593	212.682	42.785	20,1
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	6.797	82.968	89.765	14.069	15,7
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	90.532	288.842	379.374	46.137	12,2
7. protezione dalle radiazioni	-	-	-	-	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	3.294	1	3.295	3.295	100,0
9. altre attività di protezione dell'ambiente	150.553	166.162	316.715	148.880	47,0
<b>Totale</b>	636.072	1.173.197	1.809.266	540.479	29,9
<i>di cui:</i>					
1. protezione dell'aria e del clima	5.272	1.376	6.648	5.442	81,9
2. gestione delle acque reflue	103.219	458.375	561.594	71.817	12,8
3. gestione dei rifiuti	55.505	21.884	77.389	49.446	63,9
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	73.135	139.593	212.728	42.785	20,1
5. abbattimento del rumore e delle vibrazioni	6.797	82.968	89.765	14.069	15,7
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	119.124	302.785	421.909	86.790	20,6
7. protezione dalle radiazioni	-	-	-	-	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	3.302	6	3.308	3.304	99,9
9. altre attività di protezione dell'ambiente	269.719	166.210	435.929	266.827	61,2
<b>Finanziamento al resto del mondo</b>					
<b>Parte corrente</b>	1.670	73	1.743	1.577	90,5
<b>Conto capitale</b>	-	-	-	-	0,0
<b>Totale</b>	1.670	73	1.743	1.577	90,5

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale  
Elaborazione su dati tratti dal Rendiconto Generale della Amministrazione dello Stato

**Tavola 6 - Spesa e finanziamento da parte dei ministeri per interventi in materia di difesa del suolo - Anni 1995-96 (migliaia di euro lire)**

Settori di intervento con riferimento alla CEPA	Stanzamenti finali di competenza	Residui iniziali	Massa spendibile (MS)	Somme pagate (SP)	Coefficiente % di realizzazione (SP/MS)
<b>ANNO 1995</b>					
<b>Spesa per interventi diretti dei ministeri</b>					
<b>Spesa totale di cui:</b>	589.068	695.853	1.284.921	477.221	37,1
2. gestione delle acque reflue	4.924	14.337	19.262	7.248	37,6
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	122.034	268.978	391.012	122.564	31,3
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	12.137	33.762	45.899	17.480	38,1
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	665	4.177	4.843	1.138	23,5
9. altre attività di protezione dell'ambiente	150.444	183.753	334.197	182.979	54,8
Altri interventi per la difesa del suolo non classificabili secondo la CEPA	298.864	190.846	489.710	145.812	29,8
<b>Finanziamento ad altri operatori nazionali</b>					
<b>Finanziamento totale di cui:</b>	376.043	602.377	978.420	376.231	38,5
2. gestione delle acque reflue	12.522	103.436	115.957	15.878	13,7
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	38.196	26.775	64.970	53.493	82,3
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	13.130	104.068	117.197	16.567	14,1
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	24	4	28	24	86,5
9. altre attività di protezione dell'ambiente	-	-	-	-	0,0
Altri interventi per la difesa del suolo non classificabili secondo la CEPA	312.172	368.094	680.267	290.269	42,7
<b>Finanziamento al resto del mondo</b>					
<b>Finanziamento totale</b>	-	-	-	-	0,0
<b>ANNO 1996</b>					
<b>Spesa per interventi diretti dei ministeri</b>					
<b>Spesa totale di cui:</b>	552.341	647.870	1.200.212	494.946	41,2
2. gestione delle acque reflue	6.025	11.831	17.855	12.001	67,2
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	84.557	184.002	268.559	90.042	33,5
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	4.777	21.092	25.869	10.640	41,1
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	2.265	3.197	5.462	4.180	76,5
9. altre attività di protezione dell'ambiente	154.884	139.437	294.321	160.519	54,5
Altri interventi per la difesa del suolo non classificabili secondo la CEPA	299.834	288.312	588.146	217.564	37,0
<b>Finanziamento ad altri operatori nazionali</b>					
<b>Finanziamento totale di cui:</b>	217.523	504.435	721.959	325.678	45,1
2. gestione delle acque reflue	39.095	77.886	116.981	21.844	18,7
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	44.125	49.028	93.153	36.044	38,7
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	27.159	54.186	81.344	15.651	19,2
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	8	4	12	9	74,8
9. altre attività di protezione dell'ambiente	208	-	208	-	0,0
Altri interventi per la difesa del suolo non classificabili secondo la CEPA	106.929	323.333	430.261	252.130	58,6
<b>Finanziamento al resto del mondo</b>					
<b>Finanziamento totale</b>	-	-	-	-	0,0

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale

Elaborazione su dati tratti dal Rendiconto Generale della Amministrazione dello Stato

**Tavola 7 - Spesa e finanziamento da parte dei ministeri per interventi in materia di difesa del mare e delle zone costiere - Anni 1995-96 (migliaia di euro lire)**

Settori di intervento con riferimento alla CEPA	Stanzamenti finali di competenza	Residui iniziali	Massa spendibile (MS)	Somme pagate (SP)	Coefficiente % di realizzazione (SP/MS)
<b>ANNO 1995</b>					
<b>Spesa per interventi diretti dei ministeri</b>					
<b>Spesa totale di cui:</b>	173.552	189.180	362.732	143.402	39,5
2. gestione delle acque reflue	142.198	110.922	253.120	103.201	40,8
3. gestione dei rifiuti	16	11	27	1	4,4
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	143	1.968	2.110	1.018	48,3
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	6.194	34.348	40.542	3.782	9,3
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	56	16.219	16.274	3.477	21,4
9. altre attività di protezione dell'ambiente	24.376	6.237	30.613	28.439	92,9
Altri interventi per la difesa del mare e delle zone costiere non classificabili secondo la CEPA	569	19.476	20.045	3.483	17,4
<b>Finanziamento ad altri operatori nazionali</b>					
<b>Finanziamento totale di cui:</b>	68.689	414.265	482.954	25.469	5,3
2. gestione delle acque reflue	67.139	388.015	455.155	17.625	3,9
3. gestione dei rifiuti	-	-	-	-	0,0
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	-	-	-	-	0,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	-	-	-	-	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	-	-	-	-	0,0
9. altre attività di protezione dell'ambiente	-	-	-	-	0,0
Altri interventi per la difesa del mare e delle zone costiere non classificabili secondo la CEPA	1.549	26.250	27.799	7.844	28,2
<b>Finanziamento al resto del mondo</b>					
<b>Finanziamento totale</b>	93	-	93	93	100,0
<b>ANNO 1996</b>					
<b>Spesa per interventi diretti dei ministeri</b>					
<b>Spesa totale di cui:</b>	180.888	97.933	278.821	146.448	52,5
2. gestione delle acque reflue	160.762	57.706	218.469	133.973	61,3
3. gestione dei rifiuti	16	2	18	4	19,8
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	293	117	410	287	70,1
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	11.710	20.893	32.603	2.804	8,6
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	418	8.642	9.060	1.711	18,9
9. altre attività di protezione dell'ambiente	6.177	93	6.270	6.196	98,8
Altri interventi per la difesa del mare e delle zone costiere non classificabili secondo la CEPA	1.511	10.479	11.990	1.473	12,3
<b>Finanziamento ad altri operatori nazionali</b>					
<b>Finanziamento totale di cui:</b>	32.119	309.880	341.999	40.081	11,7
2. gestione delle acque reflue	32.119	294.573	326.693	39.643	12,1
3. gestione dei rifiuti	-	-	-	-	0,0
4. protezione del suolo e delle acque del sottosuolo	-	-	-	-	0,0
6. protezione della biodiversità e del paesaggio	-	-	-	-	0,0
8. ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente	-	-	-	-	0,0
9. altre attività di protezione dell'ambiente	-	-	-	-	0,0
Altri interventi per la difesa del mare e delle zone costiere non classificabili secondo la CEPA	-	15.307	15.307	438	2,9
<b>Finanziamento al resto del mondo</b>					
<b>Finanziamento totale</b>	-	-	-	-	0,0

Fonte: Istat, Direzione Centrale della Contabilità Nazionale  
Elaborazione su dati tratti dal Rendiconto Generale della Amministrazione dello Stato

## Capitolo VIII

### I numeri della mobilità

**6.000.000.000.000 di Euro** è la **spesa sociale annua** (ore perdute, combustibili bruciati, usura dei motori, impiego di forze dell'ordine) causata dagli ingorghi di traffico sulle strade italiane.

**30.741.953** sono le **auto** per le quali è stata pagata in Italia la tassa di proprietà nel 1997.

**103** sono le **auto** circolanti **in Italia** per chilometro di strada. 65 sono quelle circolanti in Germania, 57 in Gran Bretagna, 29 in Francia.

**24.500 Euro** è il prezzo del **pedaggio autostradale** da Milano a Roma, 55.798 lire era il prezzo nel 1980, 76.420 lire era il prezzo nel 1970.

**280%** è l'aumento del traffico **in Europa** dal 1970 ad oggi.

**931** sono i **tram** in servizio in **Italia**. Di questi, 492 a Milano, 259 a Torino, 150 a Roma e 30 a Napoli.

**435** sono invece i chilometri di **rete tramviaria** di cui 201 a Milano, 179 a Torino, 70 a Roma e 16 a Napoli.

**122** chilometri di **rete metropolitana** tra Milano, Roma, Genova e Napoli, contro i 330 della Francia, 531 della Gran Bretagna e i 717 della Germania. In Europa l'Italia è fanalino di coda per le reti metropolitane. Dietro il nostro paese solo il Portogallo, ma ancora per pochi anni: nel 2006 completerà infatti i lavori già in corso per l'ampliamento della rete. A Roma la rete è pari a 38 chilometri. Niente a che vedere ovviamente con i 412 chilometri di Londra, né con i 201 di Parigi, ma nemmeno con i 143 di Berlino o i 131 di Madrid.

**10** anni è l'**età** media degli autobus. Nel dettaglio, i mezzi più vecchi sono a Matera (19 anni), ma superano i 12 anni quelli di Roma e i 9 quelli di Milano.

**1** autobus con 10 anni di circolazione sulle ruote inquina come **10** autobus nuovi.

**14** km orari la **velocità** media nelle grandi città. I più veloci sono a Trento (22 km/h) mentre le lumache si concentrano nelle grandi città: 14 km/h a Roma (6 nelle ore di punta), quasi 12 a Milano.

**1 : 1.041** è il **rapporto tra autobus circolanti e la quantità di cittadini** a Roma. A Milano sono uno ogni 450.

**2,03** mq per abitante è la porzione di **isola pedonale** destinata ai fortunati cittadini di Massa; quasi 2 metri anche per i cittadini di Oristano e quasi 1 per quelli di Verbania. 0,09 mq per abitante a Roma e 0,07 a Milano.

**50** km è la lunghezza della pista ciclabile Ferrara. 40 km a Milano, 37 a Roma e 35 a Forlì.



### Indicatori ambientali per la mobilità in alcuni comuni

COMUNI	Numero di autovetture per 100 abitanti	Numero di autovetture per km <sup>2</sup>	Numero di autovetture alimentate a benzina verde per 100 abitanti	Numero di posti auto per 1.000 autovetture circolanti	
				a pagamento	in parcheggi di corrispondenza
Torino	64,7	4521	24,5	71,4	-
Aosta	....	....	....	....	....
Milano	66	4732	24,2	16,3	12,4
Bolzano-Bozen	56,9	1056	21,6	32,4	27,2
Trento	58,1	383	22,8	15,7	-
Venezia	42,1	268	14,1	14,7	107,9
Trieste	52,7	1359	21,2	7,4	4,4
Genova	47,9	1261	18,2	6,5	1,6
Bologna	58,5	1589	23,2	108,5	35,7
Firenze	59	2171	23,8	32,4	4,3
Perugia	67,5	233	20,5	12,3	28,2
Ancona	62,4	497	23,4	-	7,3
Roma	66,6	1371	20,2	22,4	5,5
L'Aquila	61,9	92	18,8	18,6	-
Campobasso	54,4	504	12,7	57,1	-
Napoli	63,7	5543	8,8	29,2	3,8
Bari	52	1483	12,6	11,8	-
Potenza	57,3	229	16,3	37,7	5
Catanzaro	53,2	463	15,9	-	12,6
Palermo	55,5	2400	15,1	2,6	5,9
Catania	59,3	1112	11,2	13,4	3,3
Cagliari	65	1274	21,4	16,5	18,4

Fonte: Istat, Osservatorio ambientale sulle città; ACI

## Capitolo IX

### I COSTI ESTERNI

Stime recenti dei costi esterni del trasporto (cioè di quei costi che non vengono sostenuti direttamente da chi trae vantaggio dal trasporto, e ricadono pertanto sulla collettività) collocano il prezzo che la nostra società deve sostenere per mantenere i presenti livelli di mobilità nello stesso ordine di grandezza, pari a 658 miliardi di Euro all'anno (UIC "The way to sustainable mobility-cutting the external costs of transport, 2000).

Il trasporto su strada è responsabile di più del 90% di questi costi e fra le categorie di costo prese in considerazione (incidenti, inquinamento atmosferico, rumore, cambiamenti climatici, ecc.) gli incidenti rappresentano il costo più elevato, stimato nell'ordine di circa 156 miliardi di Euro, pari al 2,5-3% del Prodotto interno lordo (Pil) dei paesi europei.

Uno studio condotto in Austria Francia e Svizzera sui costi sanitari dell'inquinamento atmosferico nei tre Paesi (Kunzii et al., The Lancet, settembre 2000) ha calcolato che in base ai ricoveri ospedalieri, ai giorni lavorativi persi (16 milioni per inquinamento da traffico), e al numero di morti, **l'inquinamento da traffico veicolare produce nei tre Paesi costi per 27 miliardi di Euro l'anno, pari a 360 Euro procapite.**

Questo dato è in linea con gli studi effettuati nel Nord America sui costi economici dell'inquinamento da polveri, dove si è stimato che l'onere complessivo nel periodo 1994-'96 è stato dell'ordine delle decine di miliardi di dollari.

Per quanto riguarda l'Italia, sulla base di uno studio dell'Unione Europea (Externe) che ha stimato **0.08 euro a chilometro percorso i danni prodotti dal trasporto su gomma** (cambiamenti climatici, salute, incidenti), si calcola **una spesa ogni anno di 88 miliardi di Euro** in costi ambientali e sociali legati all'inquinamento da traffico.(Amici della Terra e Ferrovie dello Stato, 2000).

**Gli ultimi studi disponibili** (Amici della Terra, 2000; Infrac-Iww, 2000) **sui costi annui del trasporto in Italia** (riferiti rispettivamente al 1997 e 1995) danno risultati dello stesso ordine di grandezza: **il trasporto passeggeri su strada ha un costo complessivo tra 64.115 e 51.439 milioni di euro e il trasporto merci su strada tra i 34.639 e 22.063 milioni di Euro.**

Andando ad analizzare le varie voci il costo totale del trasporto su strada, risulta tra i **12.953 e 16.386** milioni per emissioni di gas serra, **40.372 e 24.446** per l'inquinamento atmosferico, **10.700 e 5.276** per il rumore. Il rumore notturno urbano costa 56,8 mEuro a chilometro, mentre in media il rumore di ogni autovettura costa 0,89 cent. di euro a chilometro di percorrenza.

Gli incidenti per il trasporto stradale di passeggeri e merci hanno un costo annuo tra i **26.990** e i **27.392** milioni di Euro. Anche la congestione e i tempi aggiuntivi hanno un costo per la società: per la congestione in ambiente urbano si ha un costo di 3.37 Euro/chilometro, per un totale 12.892 milioni per il trasporto su strada di passeggeri e merci.

**Tabella14: Costi totali del trasporto su strada risultanti dagli studi Amici della Terra 2000 (1) e INFRAS-IWW 2000 (2) (valori espressi in Euro)**

	<b>Passeggeri (1)</b>	<b>Passeggeri (2)</b>	<b>Merci (1)</b>	<b>Merci (2)</b>
Gas serra	5.154	10.461	2.644	5.924
Inq.aria	19.926	13.260	20.445	11.188
Rumore	5.341	3.476	5.359	1.799
Incidenti	25.270	24.240	1.719	3.151
Congestione	8.421	-	4.470	-
<b>Totale</b>	<b>64.115</b>	<b>51.439</b>	<b>34.639</b>	<b>22.063</b>

Va peraltro considerato che da queste valutazioni restano ancora esclusi i costi degli effetti sulla salute dovuti ad una mancanza di attività fisica e di moto, quali l'attività ciclistica e pedonale.

Un dato che in queste due valutazioni non viene preso in considerazione, ma che comunque incide sull'economia del Paese è **l'incidenza della qualità ambientale sul prezzo degli immobili**. Da quanto emerge da uno studio Legambiente-Cresme l'inquinamento atmosferico e il rumore incidono in Italia per circa il **10% sul prezzo degli immobili**, pari a oltre 5.681 milioni di euro sul valore delle abitazioni scambiate in un anno. Migliorando la qualità ambientale dell'immobile a Roma il valore dello stesso aumenta di 30.987 euro, ponendosi così tra le città maggiori in cui si ha un maggiore aumento; ma la riduzione del traffico e dell'inquinamento si traduce in un vero e proprio "affare" per i proprietari di case nelle località turistiche: a Sestriere il valore di un'abitazione può passare da 140.476 a 175.595 euro, a Riccione da 115.686 a 133.039 e a Taormina da 95.028 a 109.282 euro.

Ma allora mettiamo a confronto quanto costa spostare 50 persone in giro per la città, utilizzando il trasporto pubblico o quello privato.

50 macchine in fila occupano 200 metri di lunghezza e 1000 metri quadri di superficie, contro i 12 metri e i 30 metri quadri di un autobus. Su un percorso urbano medio di 20 chilometri giornalieri, 50 macchine catalitiche nuove o usate emettono tra i 2.000 e i 4.100 grammi di CO, contro i 110 grammi di un autobus, la differenza aumenta ovviamente per le auto non catalitiche (le nuove emettono 19.000 grammi di CO e le usate 31.000). Per non parlare dei costi annui: una macchina di media cilindrata, tra carburante, assicurazione, bollo, manutenzione ordinaria, svalutazione della vettura, viene a costare 4.795,30 euro annui, mentre l'abbonamento all'autobus dell'intera rete costa 185,92 euro a Roma.

## **Capitolo X**

### **LA LEGISLAZIONE NAZIONALE ANTISMOG**

La normativa sull'inquinamento atmosferico è nata in Italia con la cosiddetta legge "antismog", la n.615 del 1966. Ma è solo con il DPC del marzo del 1983 che vengono fissati degli standard per la qualità dell'aria, definiti come limiti massimi accettabili della concentrazioni e delle esposizioni di anidride solforosa, biossido d'azoto, ozono, monossido di carbonio, piombo, fluoro, e polveri.

Questo provvedimento non specifica alcune sanzione per le autorità locali, qualora i limiti vengano superati, ma stabilisce che le Regioni devono provvedere alle predisposizione di appositi piani di risanamento progressivo della qualità dell'aria al fine di non raggiungere i limiti massimi di accettabilità e pone una scadenza per questo di non oltre dieci anni. Successivamente con il DPR n.203 del 24 maggio 1988, vengono fissate nuove soglie definite come valori-guida e valori-limite per la qualità dell'aria relativamente ai parametri per il biossido di zolfo e per biossido d'azoto.

Dopo tre anni, con il DM del 20 maggio 1991, vengono stabiliti i livelli di attenzione e di allarme per i gas inquinanti.

Nel novembre del 1991 vengono emanate ordinanze urgenti dai Ministri dell'Ambiente e delle Aree Urbane (Ruffolo-Conte) che stabiliscono gli standard degli inquinanti atmosferici in area urbana, mantenendo l'impostazione della definizione di limiti di attenzione e di allarme. Il DM dell'anno successivo (12/11/92), rafforza ulteriormente l'impostazione normativa della definizione dei due standard differenziati di attenzione e di allarme per i gas inquinanti, prevedendo (solo come atto di indirizzo senza alcuna obbligatorietà) una serie di disposizioni da adottarsi da parte dei sindaci. Il 15 Aprile 1994 viene emanato un nuovo decreto del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Sanità, che definisce nuovamente i livelli di attenzione e di allarme dei gas inquinanti e inserendo come riferimento la media oraria o giornaliera. Con questo decreto vengono recepiti anche i valori della direttiva europea (92/72) sull'inquinamento dell'aria da ozono, anch'essi come livelli di attenzione e di allarme, e vengono individuati per la prima volta alcuni inquinanti di interesse prioritario per la salute quali il nickel, il benzene, la formaldeide e gli IPA cancerogeni. Il DM 25/11/1994, riaggiorna alcune disposizioni sull'inquinamento atmosferico, inserendo dei limiti come "obiettivi di qualità" per tre parametri, ovvero Benzene, Benzo(a)Pirene e frazione respirabile delle polveri (PM10). Questi obiettivi di qualità sono entrati in vigore a partire dal 1 gennaio 1999.

Per quanto riguarda la qualità dei carburanti, in Italia, è in vigore anche una norma (L 413 del 4.11.97) che impone, a decorrere dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene e di aromatici nelle benzine, pari rispettivamente all'1% e al 40% in volume.

Dal 31/12/2001 sarà anche vietata la commercializzazione della benzina con piombo in base alla Direttiva europea 98/70/CE. Per quanto riguarda il diesel, il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n.395 del 7 settembre 2001, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.255 del 2 novembre 2001, recependo la Direttiva europea 99/32/Ce, relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi, ha imposto il tenore massimo di zolfo nei gasoli, pari allo 0,20% in massa, che si abbassa allo 0,10% a partire dal 1 gennaio 2008.

Inoltre il DM 163 del 21/04/1999 impone diversi obblighi ai sindaci delle città con popolazione superiore ai 150mila abitanti. Essi dovranno attuare misure di limitazione del traffico veicolare nel caso di superamento degli obiettivi di qualità stabiliti dal decreto del '94 per le tre "nuove" sostanze inquinanti (benene, benzo(a)pirene e PM10) e di frequenti superamenti dei livelli di attenzione dettati dallo stesso decreto per gli inquinanti classici (SO<sub>2</sub>, PTS, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>), presentare alla fine di ogni anno solare il rapporto sulla qualità dell'aria ed entro il primo febbraio le disposizioni per l'anno in corso.

## Capitolo XI

### NORMATIVA EUROPEA

#### LIMITI ALLE CONCENTRAZIONI INQUINANTI DELL'ARIA INDICATI DALLA DIRETTIVA 1999/30/CE

inquinante	Tipo di limite	Limite µg/m <sup>3</sup>	Tempi mediazione dati	Margine di tolleranza	Entrata in vigore
Biossido di zolfo	Valore limite per la protezione della salute umana	350 (non superare + di 24 volte l'anno)	Media oraria	150 µg/m <sup>3</sup> all'entrata in vigore	1/1/2005
	Valore limite per la protezione della salute umana	125 (non superare + di 3 volte l'anno)	Media nelle 24 ore	nessuno	1/1/2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	20	Media anno e inverno	nessuno	19/7/2001
Biossido di azoto	Valore limite per la protezione della salute umana	200 (non superare + di 18 volte l'anno)	Media oraria	50% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2010	1/1/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	40	Media anno	50% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2010	1/1/2010
Ossidi di azoto	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	30	Media anno	nessuno	19/7/2001
<b>PM10 (fase 1)</b>	Valore limite per la protezione della salute umana	50 (non superare + di 35 volte l'anno)	Media nelle 24 ore	50% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante (10%) fino a 0% il 1/1/2005	1/1/2005
<b><u>Già in vigore</u></b> DM 25.11.'94	Valore limite per la protezione della salute umana	40	Media anno	20% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2005	1/1/2005
PM10 (fase 2)	Valore limite per la protezione della salute umana	50 (non superare + di 7 volte l'anno)	Media nelle 24 ore	In base ai dati deve essere equivalente al valore limite della fase 1	1/1/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	20	Media anno	50% al 1/1/2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2010	1/1/2010
piombo	Valore limite per la protezione della salute umana	0,5	Media anno	100% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2005	

- Soglia di allarme per il biossido di zolfo : 500 µg/m<sup>3</sup> misurati su 3 ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km<sup>2</sup> oppure una zona o agglomerati completi (secondo definizioni della direttiva) se tale zona o agglomerato sono meno estesi.
- Soglia di allarme per il biossido di azoto: 400 µg/m<sup>3</sup> misurati su 3 ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km<sup>2</sup> oppure una zona o agglomerati completi (secondo definizioni della direttiva) se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

**LIMITI ALLE CONCENTRAZIONI DI INQUINANTI NELL'ARIA INDICATI DALLA DIRETTIVA 2000/69/CE**

inquinante	Tempo mediazione dati	Limite	Margine di tolleranza	Entrata in vigore
benzene	Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup> (100%) il 13.12.2000 con una riduzione il 1.1.2006 e ogni 12 mesi successivi di 1 µg/m <sup>3</sup> per raggiungere lo 0% il 1.1.2010	1/1/2010
Monossido di carbonio	Media nelle 24 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	6 mg/m <sup>3</sup> il 13.12.2000 con una riduzione il 1.1.2003 e ogni 12 mesi successivi di 2 mg/m <sup>3</sup> per raggiungere lo 0% il 1.1.2005	1/1/2005

**LIMITI ALLE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI DELL'ARIA IN DISCUSSIONE PRESSO L'UNIONE EUROPEA**

inquinante	Tipo di limite	Limite (µg/m <sup>3</sup> )	indice	Entrata in vigore
OZONO	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	120 (da non superare + di 20 giorni in un anno di calendario mediato su 3 anni)	Massimo valore ottenuto calcolando la media mobile su 8 ore	Entro il 2010
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	17000 µg/m <sup>3</sup> .h (mediato su 5 anni)	AOT40 calcolato sul valore orario da maggio a luglio	Entro il 2010
	Soglia di informazione	180	Media oraria	
	Soglia di allarme	240	Media oraria	
	Obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della salute umana	120	Massimo valore ottenuto calcolando la media mobile su 8 ore	
	Obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della vegetazione	6000 µg/m <sup>3</sup> .h	AOT40 calcolato sul valore orario da maggio a luglio	



**DIRETTIVA 2001/81CE DEL 23 OTTOBRE 2001**

**relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici per diminuire l'acidificazione, l'eutrofizzazione e l'ozono a livello del suolo. L'Italia deve raggiungere, entro il 2010, il limite di:**

- 475 chilotonnellate di emissioni di **SO<sub>2</sub>** (biossido di zolfo o anidride solforosa);
- 990 chilotonnellate di emissioni di **Nox** (ossidi di azoto);
- 419 chilotonnellate di emissioni di **NH<sub>3</sub>** (ammoniaca);
- 1159 chilotonnellate di emissioni di **COV** (composti organici volatili).

## ***Bibliografia***

### **Principali fonti**

1. Delfino, R. J., Becklake, M. R., Hanley, J. A., and Singh, B. (1994b). Estimation of unmeasured particulate air pollution data for an epidemiological study of daily respiratory morbidity. *Environ. Res.* 67, 20–38.
2. Health Effects Institute (HEI) ,(1996). “Program Summary: Research on the Effects of Particulate Air Pollution on Mortality and Morbidity.” Health Effects Institute, Cambridge, MA.
3. D.E. Abbey, M.D. Lebowitz, P.K. Mills, F.F. Petersen, W.L. Beeson and R.J. Burchette, Long-term ambient concentrations of particulates and development of chronic disease in a cohort of non-smoking California residents, *Inhalation Toxicology* 7 (1993) 19–34.
4. D.E. Abbey, M.D. Lebowitz, P.K. Mills, F. Petersen, W.L. Beeson and R.J. Burchette, Long-term ambient concentrations of total suspended particulates, ozone and sulfur dioxide and respiratory symptoms in a non-smoking population, *Archives of Environmental Health* 48 (1995) 33–46.
5. D.W. Dockery, J. Schwartz and J.D. Spengler, Air pollution and daily mortality: Associations with particulates and acid aerosols, *Environmental Research* 59 (1992) 362–373.
6. Krzyzanowski et al. Relation on peak expiratory flow rates and symptoms to ambient ozone. *Arc Environ Health* 1992: 47: 107-115
7. Folinsbee L.J., McDonnell W. and Horstman D.J.: 1988, Pulmonary function and symptom responses after 6.6 hour ozone exposure to 0.12 ppm ozone with moderate exercise. *JAPCA* 38, 28 35.
8. Horstman, D. H., Folinsbee, L. J., Ives, P. J., Abdul-Salaam, S., and McDonnell, W. F. (1990). Ozone concentration and pulmonary response relationships for 6.6-hour exposures with five hours of moderate exercise to 0.08, 0.10, and 0.12 ppm. *Am. Rev. Resp. Dis.* 142, 1158–1163

9. Liu, L-J. S., Koutrakis, P., Leech, J., and Broder, I. (1995). Assessment of ozone exposures in the greater metropolitan Toronto area. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 45, 223-234
10. Ware Jh et all. Assesment of the health effects of atmospheric sulfur oxides and particulate matter: evidence from observational studies. *Envirom. Health Perspect* 1981; 41: 255-276
11. Waller RE. Control of air pollution: present success and furure prospects. In Bennet AE, ed *Recent Advannces in Community Medicine*. London , Churchill Livingstone, 1978
12. Air Quality Guidelines for Europe. World Health Organization . Regional Office for Europe. Copenhagen WHO Regional Publications, Europe Series No 23, 1987
13. Brunekreef, B., Dockery, D. W., and Krzyzanowski, M. (1995). Epidemiologic studies on short-term effects of low levels of major ambient air pollution components. *Environ. Health Perspect.*103, 3-13.
14. Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva, 2000, <http://www.who.int/peh>
15. Ostro BD. A search for a threshold in the relationship of air pollution to mortality; a reanalysis of data on London winters. *Environ Health Perspect* 1984; 58: 397-399
16. Schwartz et all. Mortality and air pollution in London : a time series analysis. *Am J Epidemiol* 1990; 131: 185-194
17. Thurston GD et al. Reexamination of London , England mortality in relation to exposure to acid aeresols during 1963-1972 winters. *Environ Health Perspect* 1989; 79: 73-82
18. Derrienic F at all. Short -term effects of sulphur dioxide pollution on mortality in two French cites. *Int J Epidemiol* 1989; 18: 186-197
19. Hatzakis et all. Short -term effects of air pollution on mortality in Athens. *Int J Epidemiol* 1986; 15: 73-81

20. Katsouyanni K et al. Air pollution and cause-specific mortality in Athens. *J Epidemiol Commun Health* 1990; 44: 321-324
21. Katsouyanni K et al. Short-term effects of atmospheric pollution on mortality in Athens. *Arch Hellen Med* 1990; 7: 126-132
22. Kinney PL et al. Association of daily mortality and air pollution in Los Angeles county. *Environ Res* 1991; 54: 99-120
23. Ponka A et al. Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch Environ Health* 1991; 46: 262-270
24. Sunyer J et al. Effects of urban air pollution on emergency room admission for chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Epidemiol* 1991; 134: 277-286
25. Pantazopoulou A et al. Short-term effects of atmospheric pollution on emergency hospital out-patient visits and admission in the Greater Athens area. *Arch Hellen Med* 1990; 7: 139-144
26. Pope CA et al. Daily mortality and PM10 pollution in Utah Valley. *Arch Environ Health* 1992; 47: 211-217
27. Schwartz J et al. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir Disease* 1992; 59: 362-373
28. Schwartz J et al. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am. J Epidemiol* 1992; 135: 12-19
29. Dockery DW et al. Air pollution and daily mortality: association with particulates and acid aerosols. *Environ Res.* 1992; 59: 362-373
30. Schwartz, J. (1994a). Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama. *Am. J. Epidemiol.* 139, 589-598.
31. Spix C et al. Air pollution and daily mortality in Erfurt, East Germany 1980-1989. *Environ Health Perspectives* 1993; 101: 518-526

32. Schwartz J. What are people dying of on high air pollution days? *Environ Res* 1994;64: 26-35
33. Katsouyanni K et al. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health* 1993; 48 : 235-242
34. Schwartz, J. Air pollution and daily mortality : a review and meta-analysis. *Environ Res* 1994; 64: 36-52
35. B. Ostro, The association of air pollution and mortality: Examining the case for inference, *Archives of Environmental Health* 48 (1993) 336–342.
36. Utell et al. Particulate air pollution and health : new evidence on an old problem. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 1334-1335
37. Sunyer, J., Saez, M., Murillo, C., Castellsague, J., Martinez, F., and Anto, J. M. (1993). Air pollution and emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease: A 5-year study. *Am. J. Epidemiol.* 137, 701–705
38. Schwartz, J et al. Particulate air pollution and hospital emergency visits for asthma in Seattle. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147: 826-831
39. Cody R.P., Weisel C.P., Birnbaum G. and Lioy P.J.: 1992, The effect of ozone associated with summertime photochemical smog and the frequency of asthma visits to hospital emergency departments. *Environ. Res.* 58, 184–194.
40. Romieu I et al. Air pollution and school absenteeism among children in Mexico City . *Am J Epidemiol* 1992; 136: 1524-1531.
41. Ramson Mr et al. Elementary school absences and PM10 pollution in Utah Valley. *Environ Res* 1992; 58: 204-219
42. Katsouyanni K et al. Short-term of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from APHEA project. *BMJ*; 1997; 314: 1658-63.

43. Katsouyanni K et al. Short-term effects of air pollution on health: a European approach using APHEA epidemiological time-series data. *Eur Respir J*, 1995, 8, 1030-1038.
44. Dab W et al. Short-term respiratory health effects of ambient air pollution: results of the APHEA project in Paris. *Journal of Epidemiology and Community Health* 1996; 50 (Suppl 1): S42-S46
45. H. R Andreson et al. Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. *Eur Respir J*;10 ; 1064-1071
46. Schwartz, J. (1994a). Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama. *Am. J. Epidemiol.* 139, 589-598.
47. Schwartz, J. (1994b). Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. *Am. J. Resp. Crit. Care Med.* 150, 648-655.
48. Schwartz, J. (1994c). PM10, ozone, and hospital admissions for the elderly in Minneapolis-St. Paul, Minnesota. *Arch. Environ. Health.* 49, 366-374.
49. Schwartz, J. (1995). Short-term fluctuations in air pollution and hospital admissions of the elderly for respiratory disease. *Thorax* 50, 531-538.
50. Schwartz, J. (1994c). PM10, ozone, and hospital admissions for the elderly in Minneapolis-St. Paul, Minnesota. *Arch. Environ. Health.* 49, 366-374.
51. Schwartz, J. (1995). Short-term fluctuations in air pollution and hospital admissions of the elderly for respiratory disease. A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York state metropolitan areas: Results for 1988 and 1989 summers. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 2, 429-450.
52. Ralph J. Delfino, Aileen M. Murphy-Moulton, and Margaret R. Becklake. Emergency Room Visits for Respiratory Illnesses among the Elderly in Montreal: Association with Low Level Ozone Exposure

53. White M.C., Etzel R.A., Wilcox W.D. and Lloyd C.: 1994, Exacerbations of childhood asthma and ozone pollution in Atlanta. *Environ. Res.* 65, 56–68.
54. Cuijpers C.E.J., Swaen G.M.H., Wesseling G., Hoek G., Sturmans F. and Wouters E.F.M.: 1995, Acute respiratory effects of low level summer smog in primary school children. *Eur. Respir. J.* 8,967–975.
55. C. Braun-Fahrlander, U. Ackermann-Liebrich, J. Schwartz, H.P. Gnehm, M. Rutishauser and H.U. Wanner, Air pollution and respiratory symptoms in preschool children, *American Review of Respiratory Disease* 145 (1992) 42–47.
56. Girsch L.S., Shubin E., Dick C. and Schulaner F.A.: 1967, A study on the epidemiology of asthma in children in Philadelphia. *J Allergy* 39: 347–357.
57. Luttmann H., Gromping U., Kreienbrock L., Treiber-Klotzer C. and Wichmann H.E.: 1995, Cohort study of respiratory diseases and lung function in school children in Southwest Germany.
58. Aga E, Samoli E, Touloumi G, Anderson HR, Cadum E, Forsberg B, Goodman P, Goren A, Kotesovec F, Kriz B, Macarol-Hiti M, Medina S, Paldy A, Schindler C, Sunyer J, Tittanen P, Wojtyniak B, Zmirou D, Schwartz J, Katsouyanni K Short-term effects of ambient particles on mortality in the elderly: results from 28 cities in the APHEA2 project. *Eur Respir J Suppl.* 2003 May;40:28s-33s.
59. Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, Vonk JM, Bellini A, Atkinson R, Ayres JG, Sunyer J, Schwartz J, Katsouyanni K. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *J Epidemiol Community Health.* 2002 Oct;56(10):773-9
60. Hong YC, Lee JT, Kim H, Kwon HJ. Air pollution: a new risk factor in ischemic stroke mortality. *Stroke.* 2002 Sep;33(9):2165-9.

61. Ballester F, Saez M, Perez-Hoyos S, Iniguez C, Gandarillas A, Tobias A, Bellido J, Taracido M, Arribas F, Daponte A, Alonso E, Canada A, Guillen-Grima F, Cirera L, Perez-Boillos MJ, Saurina C, Gomez F, Tenias JM. The EMECAM project: a multicentre study on air pollution and mortality in Spain: combined results for particulates and for sulfur dioxide. *Occup Environ Med.* 2002 May;59(5):300-8.
62. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology.* 2001 Sep;12(5):521-31.
63. D.W. Dockery, C.A. Pope, X. Xu, J.D. Spengler, J.H. Ware, M.E. Fay, B.G. Ferris, Jr. and F.E. Speizer, An association between air pollution and mortality in six U.S. cities, *New England Journal of Medicine* 329 (1993) 1753–1759.
64. Bates, D. V., and Sizto, R. (1987). Air pollution and hospital admissions in Southern Ontario: The acid summer haze effect. *Environ. Res.* 43, 317–331.
65. Burnett, R. T., Dales, R. E., Raizenne, M. E., Krewski, D., Summers, P. W., Roberts, G. R., Raad-Young, M., Dann, T., and Brooke, J. (1994). Effects of low ambient levels of ozone and sulphates on the frequency of respiratory admissions to Ontario hospitals. *Environ. Res.* 65, 172–194.
66. Delfino, R. J., Murphy, A. M., Burnett, R. T., Brook, J. R., and Becklake, M. R. (1997). Effects of ozone and particulate air pollution on emergency room visits for respiratory illnesses in Montreal. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 155, 568–576.
67. Delfino, R. J., Becklake, M. R., and Hanley, J. A. (1994a). The relationship of urgent hospital admissions for respiratory illnesses to air pollution levels in Montreal. *Environ. Res.* 67, 1–19.
68. D. Pearce and T. Crowards, Particulate matter and human health in the United Kingdom, *Energy Policy* 24 (1996) 609–620.



69. T. Plagiannakos and J. Parker, An assessment of air pollution effects on human health in Ontario, Ontario Hydro (March 1988).
70. Shumway, R. H., Tai, R. Y., Tai, L. P., and Pawitan, Y. (1983). "Statistical Analysis of Daily London Mortality and Associated
71. Thurston, G. D., Ito, K., Kinney, P., and Lippmann, M. (1992). A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York state metropolitan areas: Results for 1988 and 1989 summers. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 2, 429–450.
72. Thurston, G. D., Ito, K., Hayes, C. G., Bates, D. V., and Lippmann, M. (1994). Respiratory hospital admissions and summertime haze air pollution in Toronto, Ontario: Consideration of the role of acid aerosols. *Environ. Res.* 65, 271–290.
73. Weisel, C. P., Cody, R. P., and Lioy, P. J. (1995). Relationship between summertime ambient ozone levels and emergency department visits for asthma in central New Jersey. *Environ. Health Perspect.* 103 (Suppl 2), 97–102.
74. Ponka, A. (1991). Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch. Environ. Health* 46, 262–269.
75. Pope, C. A., III. (1991). Respiratory hospital admissions associated with PM10 pollution in Utah, Salt Lake, and Cache valleys. *Arch. Environ. Health* 46, 90–97.
76. Mazumdar, S., and Sussman, N. (1983). Relationships of air pollution to health: Results from the Pittsburgh study. *Arch. Environ. Health* 38, 17–24.
77. K. Alfsen and K.E. Rosendahl, Economic damage of air pollution, Documents 96/17 (Statistics Norway, Oslo, 1996).
78. A.J. Krupnick, W. Harrington and B. Ostro, Ambient ozone and acute health effects: Evidence from daily data, *Journal of Environmental Economics and Management* 18 (1990) 1–18.

79. L.B. Lave and E.P. Seskin, Air pollution and health. The quantitative effect, with an estimate of the dollar benefits of pollution abatement, is considered, *Science* 169 (1970) 723–733
80. B. Ostro, The effects of air pollution on work loss and morbidity, *Journal of Environmental Economics and Management* 10 (1983) 371–382.
81. B. Ostro, Air pollution and morbidity revisited: A specification test, *Journal of Environmental Economics and Management* 14 (1987) 87–98.
82. B. Ostro, Associations between morbidity and alternative measures of particulate matter, *Risk Analysis* 10 (1990) 421–427.
83. B. Ostro, Estimating the health effects of air pollutants. A method with an application to Jakarta, Working paper 1301, PRDPE Division, World Bank, Washington, DC (1994).
84. B. Ostro, Addressing uncertainties in the quantitative estimation of air pollution health effects, Paper presented at the Workshop on the External Costs of Energy, EU/IEA/OECD (30–31 January 1995).

## ***Bibliografia di consultazione***

- Bates, D. V. (1992). Health indices of the adverse effects of air pollution: The question of coherence. *Environ. Res.* 59, 336–349.
- E. Calthrop and D. Maddison, The dose–response function approach to modeling the health effects of air pollution, *Energy Policy* 24 (1996) 599–607.
- Delfino, R., Becklake, M. R., and Hanley, J. (1993). Reliability of hospital data for population-based studies of air pollution. *Arch. Env. Health* 48, 140–146.
- Environmental Protection Agency (EPA) (1996). National ambient air quality standards for ozone: Proposed rule. *Fed. Reg.* 61, 65715–65750.
- Greenland, S. (1986). Reviews and commentary: The fallacy of employing standardized regression coefficients and their correlations as measures of effect. *Am. J. Epidemiol.* 123, 203–208.
- Hackney J.D., Linn W.S., Mohler J.G., Pederson E.E., Breisacher P. and Russo A.: 1975,
- B. Ostro and S. Rothschild, Air pollution and acute respiratory morbidity: An observational study of multiple pollutants, *Environmental Research* 50 (1989) 238–247.
- Schwartz, J. (1996). Air pollution and hospital admissions for respiratory disease. *Epidemiology* 7, 20–28.
- Shumway, R. H. (1988). “Applied Statistical Time Series Analysis.”Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Wardlaw A.J.: 1993, The role of air pollution in asthma. *Clin. Experim. Allergy* 23, 81–96.

## ***Studi ambientali ed impatto sulle città***

D.W. Dockery, C.A. Pope, X. Xu, J.D. Spengler, J.H. Ware, M.E. Fay, B.G. Ferris, Jr. and F.E. Speizer, An association between air pollution and mortality in six U.S. cities, *New England Journal of Medicine* 329 (1993) 1753–1759.

Bates, D. V., and Sizto, R. (1987). Air pollution and hospital admissions in Southern Ontario: The acid summer haze effect. *Environ. Res.* 43, 317–331.

Burnett, R. T., Dales, R. E., Raizenne, M. E., Krewski, D., Summers, P. W., Roberts, G. R., Raad-Young, M., Dann, T., and Brooke, J. (1994). Effects of low ambient levels of ozone and sulphates on the frequency of respiratory admissions to Ontario hospitals. *Environ. Res.* 65, 172–194.

Delfino, R. J., Murphy, A. M., Burnett, R. T., Brook, J. R., and Becklake, M. R. (1997). Effects of ozone and particulate air pollution on emergency room visits for respiratory illnesses in Montreal. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 155, 568–576.

Delfino, R. J., Becklake, M. R., and Hanley, J. A. (1994a). The relationship of urgent hospital admissions for respiratory illnesses to air pollution levels in Montreal. *Environ. Res.* 67, 1–19.

D. Pearce and T. Crowards, Particulate matter and human health in the United Kingdom, *Energy Policy* 24 (1996) 609–620.

T. Plagiannakos and J. Parker, An assessment of air pollution effects on human health in Ontario, Ontario Hydro (March 1988).

Shumway, R. H., Tai, R. Y., Tai, L. P., and Pawitan, Y. (1983). “Statistical Analysis of Daily London Mortality and Associated

Thurston, G. D., Ito, K., Kinney, P., and Lippmann, M. (1992). A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York state metropolitan areas: Results for 1988 and 1989 summers. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 2, 429–450.

Thurston, G. D., Ito, K., Hayes, C. G., Bates, D. V., and Lippmann, M. (1994). Respiratory hospital admissions and summertime haze air pollution in Toronto, Ontario: Consideration of the role of acid aerosols. *Environ. Res.* 65, 271–290.

Weisel, C. P., Cody, R. P., and Liroy, P. J. (1995). Relationship between summertime ambient ozone levels and emergency department visits for asthma in central New Jersey. *Environ. Health Perspect.* 103 (Suppl 2), 97–102.

Ponka, A. (1991). Asthma and low level air pollution in Helsinki. *Arch. Environ. Health* 46, 262–269.

Pope, C. A., III. (1991). Respiratory hospital admissions associated with PM10 pollution in Utah, Salt Lake, and Cache valleys. *Arch. Environ. Health* 46, 90–97.

Mazumdar, S., and Sussman, N. (1983). Relationships of air pollution to health: Results from the Pittsburgh study. *Arch. Environ. Health* 38, 17–24.

### ***APHEA project***

85. Katsouyanni K et al. Short-term of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from APHEA project. *BMJ*; 1997; 314: 1658-63.
86. Katsouyanni K et al. Short-term effects of air pollution on health: a European approach using APHEA epidemiological time-series data..*Eur Respir J*, 1995, 8, 1030-1038.
87. Dab W et al. Short-term respiratory health effects of ambient air pollution: results of the APHEA project in Paris. *Journal of Epidemiology and Community Health* 1996; 50 (Suppl 1): S42-S46
88. H. R Andreson et al. Air pollution and daily admissions for chronic obstructive pulmonary disease in 6 European cities: results from the APHEA project. *Eur Respir J*;10 ; 1064-1071

## ***Impatto degli inquinanti sulla salute degli:***

### ***Anziani***

Schwartz, J. (1994a). Air pollution and hospital admissions for the elderly in Birmingham, Alabama. *Am. J. Epidemiol.* 139, 589–598.

Schwartz, J. (1994b). Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. *Am. J. Resp. Crit. Care Med.* 150, 648–655.

Schwartz, J. (1994c). PM10, ozone, and hospital admissions for the elderly in Minneapolis-St. Paul, Minnesota. *Arch. Environ. Health.* 49, 366–374.

Schwartz, J. (1995). Short-term fluctuations in air pollution and hospital admissions of the elderly for respiratory disease. *Thorax* 50, 531–538.

Schwartz, J. (1994c). PM10, ozone, and hospital admissions for the elderly in Minneapolis-St. Paul, Minnesota. *Arch. Environ. Health.* 49, 366–374.

Schwartz, J. (1995). Short-term fluctuations in air pollution and hospital admissions of the elderly for respiratory disease. A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York state metropolitan areas: Results for 1988 and 1989 summers. *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* 2, 429–450.

Ralph J. Delfino, Aileen M. Murphy-Moulton, and Margaret R. Becklake. Emergency Room Visits for Respiratory Illnesses among the Elderly in Montreal: Association with Low Level Ozone Exposure

## **Giovani**

White M.C., Etzel R.A., Wilcox W.D. and Lloyd C.: 1994, Exacerbations of childhood asthma and ozone pollution in Atlanta. *Environ. Res.* 65, 56–68.

Cuijpers C.E.J., Swaen G.M.H., Wesseling G., Hoek G., Sturmans F. and Wouters E.F.M.: 1995, Acute respiratory effects of low level summer smog in primary school children. *Eur. Respir. J.* 8,967–975.

C. Braun-Fahrlander, U. Ackermann-Lieblich, J. Schwartz, H.P. Gnehm, M. Rutishauser and H.U. Wanner, Air pollution and respiratory symptoms in preschool children, *American Review of Respiratory Disease* 145 (1992) 42–47.

Girsch L.S., Shubin E., Dick C. and Schulaner F.A.: 1967, A study on the epidemiology of asthma in children in Philadelphia. *J Allergy* 39: 347–357.

Luttmann H., Gromping U., Kreienbrock L., Treiber-Klotzer C. and Wichmann H.E.: 1995, Cohort study of respiratory diseases and lung function in school children in Southwest Germany.



### ***Voci bibliografiche su costi e benefici***

K. Alfsen and K.E. Rosendahl, Economic damage of air pollution, Documents 96/17 (Statistics Norway, Oslo, 1996).

A. J. Krupnick, W. Harrington and B. Ostro, Ambient ozone and acute health effects: Evidence from daily data, *Journal of Environmental Economics and Management* 18 (1990) 1–18.

L. B. Lave and E.P. Seskin, Air pollution and health. The quantitative effect, with an estimate of the dollar benefits of pollution abatement, is considered, *Science* 169 (1970) 723–733

B. Ostro, The effects of air pollution on work loss and morbidity, *Journal of Environmental Economics and Management* 10 (1983) 371–382.

B. Ostro, Air pollution and morbidity revisited: A specification test, *Journal of Environmental Economics and Management* 14 (1987) 87–98.

B. Ostro, Associations between morbidity and alternative measures of particulate matter, *Risk Analysis* 10 (1990) 421–427.

B. Ostro, Estimating the health effects of air pollutants. A method with an application to Jakarta, Working paper 1301, PRDPE Division, World Bank, Washington, DC (1994).

B. Ostro, Addressing uncertainties in the quantitative estimation of air pollution health effects, Paper presented at the Workshop on the External Costs of Energy, EU/IEA/OECD (30–31 January 1995).