



LEGAMBIENTE



COMUNE DI PARMA
Circoscrizione III - Quartiere Molinetto



CHE ARIA TIRA

**Cos'è l'inquinamento dell'aria
e cosa puoi fare per ridurlo**



Istruzioni per l'uso

Hanno collaborato:

*Stefano Cattani, Alessandro Colonna,
Eriberto De Munari, Francesca Cassoni, Augusta Battistini,
Fabio Faccini, Riccardo Tonioli, Maurizio Impallomeni.*

*Le vignette sono di Daniele Loraschi
Le foto sono tratte dagli archivi Legambiente e Arpa.*

SOMMARIO

1. Presentazione della pubblicazione pag. 4

PRIMA PARTE

2. L'inquinamento dell'aria colpisce tutti pag. 6
3. Gli Inquinanti pag. 8
4. Come migliorare la qualità dell'aria pag. 14
5. Cosa puoi fare per ridurre l'inquinamento pag. 17
6. Inquina di meno e risparmia le risorse pag. 21

SECONDA PARTE

7. Inquinamento e inquinanti dell'aria pag. 26
di E. De Munari
8. Mutagenicità e particolato atmosferico *di F. Cassoni* pag. 33
9. Il bambino nella città inquinata pag. 41
di A. Battistini
-



PRESENTAZIONE DELLA PUBBLICAZIONE

Questa pubblicazione, predisposta da ARPA e Legambiente, con il contributo della Circoscrizione III - Quartiere Molinetto, si compone di due parti: "Cosa puoi fare per ridurre l'inquinamento dell'aria" e "Liberiamo l'aria a Parma".

La prima rappresenta la rielaborazione di un documento dell'Environmental Protection Agency USA, la prestigiosa E.P.A. americana, opportunamente tradotto e riadattato alla situazione italiana.

La seconda contiene alcuni interventi di carattere scientifico sulla qualità dell'aria nella nostra città; essi rappresentano una sintesi del convegno "Liberiamo l'aria in sicurezza" tenuto a Parma il 13 dicembre 2003 per iniziativa di Legambiente e della Circoscrizione III - Quartiere Molinetto.

Un particolare ringraziamento va al Circolo "Filippelli" che ha ospitato l'iniziativa.

*Il Presidente
del Quartiere Molinetto*

Marco Valenti



**"Cosa puoi fare
per ridurre
l'inquinamento
dell'aria"**

Parte Prima

2

L'INQUINAMENTO DELL'ARIA COLPISCE TUTTI

L'inquinamento dell'aria minaccia la salute degli esseri umani e delle altre creature viventi sul nostro pianeta. Pur essendo spesso invisibili, gli inquinanti nell'aria creano lo smog e le piogge acide, causando il cancro e altre gravi malattie, e riducono lo strato protettivo dell'ozono nell'atmosfera. Lo smog e gli altri tipi di inquinamento possono causare o aggravare i problemi respiratori. Può essere particolarmente dannoso per

le persone con serie malattie di cuore o alle vie respiratorie, per gli anziani e per i bambini. Molti cittadini vivono in zone che stentano a rientrare per gran parte dell'anno in uno o più standard di qualità dell'aria fissati dalla normativa italiana. Comunque, non tutti coloro che vivono in queste zone sono destinati ad avere problemi di salute. Il livello, l'estensione, la durata dell'esposizione, l'età, la predisposizione individuale e altri fattori

giocano un ruolo significativo nel determinare se qualcuno avrà o meno problemi di salute collegati all'inquinamento. Poiché l'aria inquinata può muoversi da un'area o regione ad un'altra, può in pratica colpire tutti noi. Le piogge acide provocate da biossido di zolfo e ossidi d'azoto combinati con l'umidità dell'aria limitano la capacità dei



Domenica ecologica: giochi per bambini

laghi di consentire la vita acquatica, possono danneggiare alberi e piante ed erodere le superfici delle costruzioni e i monumenti nazionali. Gli elementi inquinanti nell'aria possono anche ridurre la visibilità, evidenziando una calotta grigio-rossastra che è visibile osservando le nostre città in lontananza.

Altri inquinanti dell'aria, come il benzene, i metalli, il particolato e certi vapori provenienti da combustibili, si ritiene o si sospetta causino il cancro o abbiano altri gravi effetti sulla salute, come danni al sistema nervoso o respiratorio. Alcune sostanze chimiche usate nei frigoriferi o nei condizionatori d'aria si conservano per lungo tempo se rilasciati nell'aria, salendo nello strato più alto dell'atmosfera dove distruggono lo strato protettivo dell'ozono. Questi e altri inquinanti dell'aria (come il me-

tano e il biossido di carbonio) contribuiscono anche al discusso accelerato riscaldamento della terra, conosciuto come "effetto serra". L'inquinamento atmosferico ha molte fonti. Alcune sono evidenti come le ciminiere delle fabbriche, gli impianti chimici, gli scarichi delle automobili, i camion e gli autobus. Altre non sono così evidenti, come le stazioni di servizio, le lavanderie, i motori fuoribordo, le apparecchiature a motore per prati, giardini, poderi e costruzioni, certe vernici e diversi prodotti per la casa. Ognuno può svolgere un ruolo importante nell'opera di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria.

Questa pubblicazione fornisce alcune nozioni basilari sulla qualità dell'aria e suggerisce comportamenti da seguire per evitare e ridurre l'inquinamento.



3

GLI INQUINANTI DELL'ARIA

CHE COSA SONO, DA DOVE VENGONO ED I LORO EFFETTI POTENZIALI

Per i più comuni inquinanti, tra cui l'ozono, il monossido di carbonio, il biossido di azoto, il particolato, l'anidride solforosa ed il piombo, la normativa italiana

ha stabilito degli standards per la qualità dell'aria destinati a proteggere la salute e il benessere delle persone, delle piante e degli animali, come a tutelare i monumenti, le risorse idriche, ecc. Questi standards sono basati su dati scientifici disponibili e su studi sulla salute.

OZONO (O₃)

CARATTERISTICHE

Un gas incolore che è il componente principale dello smog fotochimico sulla superficie terrestre. Nello strato superiore dell'atmosfera (stratosfera), l'ozono è, comunque, benefico perchè ci protegge dalle radiazioni solari.

FONTI

L'ozono si forma nello strato più basso dell'atmosfera come risultato di reazioni chimiche tra ossigeno, composti organici volatili e ossidi di azoto in presenza di luce solare, specialmente nella stagione calda. Fonti di inquinanti così dannosi sono automobili, fabbriche, solventi indu-



Domenica ecologica: lo stand di ARPA

striali e altre come stazioni di servizio, apparecchiature agricole etc.

EFFETTI

L'ozono causa gravi problemi ambientali e di salute. Può irritare le vie respiratorie, causare disfunzioni polmonari come l'incapacità di respirare profondamente, produrre irritazioni alla gola, dolori al torace, tosse, infiammazioni ai polmoni e possibili predisposizioni alle infezioni polmonari. Le componenti dello smog possono aggravare le condizioni respiratorie esistenti, come l'asma. Può anche ridurre il rendimento dei raccolti agricoli e danneggiare le foreste e il resto della vegetazione. L'ozono è l'inquinante più dannoso per la vita vegetale.

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

CARATTERISTICHE

Gas inodore e incolore emesso nello scarico dei veicoli a motore e in altri tipi di propulsore dove vi è combustione incompleta di carburanti fossili.

FONTI

Automobili, camion, motorini e alcuni processi industriali. Alte concentrazioni si possono rilevare in spazi chiusi come garage, tunnel poco ventilati o lungo le strade nei momenti di grande traffico.



EFFETTI

Riduce la capacità del sangue di portare ossigeno ai tessuti, colpendo in via primaria i sistemi cardiovascolare e nervoso. E' stato dimostrato che basse concentrazioni colpiscono individui con problemi cardiaci (angina) e riducono i massimali di sforzo nei giovani sani.

Alte concentrazioni possono provocare stati di vertigine, emicrania e stanchezza.

BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂)

CARATTERISTICHE

Gas che alle basse concentrazioni si presenta di colore marroncino. In alta concentrazione diventa un importante componente della sgradevole foschia dei centri urbani.

FONTI

Si forma dai carburanti bruciati nelle caldaie industriali, nelle auto e nei camion.

EFFETTI

Una delle principali sostanze a causare smog e piogge acide. In concentrazioni elevate può danneggiare gli esseri umani e la vegetazione.

Nei bambini può causare l'insorgere di malattie respiratorie aggravate come polmoniti e tosse con catarro. Agli asmatici può aggravare le difficoltà respiratorie.

POLVERI SOTTILI (PM₁₀)

INQUINANTE

Sostanze solide o goccioline di fumo, polvere, cenere e vapori condensati che possono rimanere sospesi nell'aria per un lungo periodo.

FONTI

Lavorazioni industriali, fonderie, automobili, residui di combustione, ceneri, polveri di strade asfaltate e non, costruzioni, lavori agricoli.

EFFETTI

Queste particelle microscopiche possono colpire le vie respirato-

L'impatto del PM₁₀

Secondo un recente studio Oms condotto nelle 8 maggiori città italiane, ha rivelato che nella popolazione di oltre trenta anni il 4,7% di tutti i decessi osservati nel 1998, pari a 3.472 casi, e' attribuibile a concentrazioni di PM₁₀ superiori a 30 mg/m³. In altre parole, riducendo in modo significativo le polveri sottili nelle nostre città, si potrebbe evitare la morte di migliaia di persone all'anno...

rie, causando malattie polmonari aggravate, e perfino decessi. Categorie a rischio sono i bambini, gli anziani e le persone sofferenti ai polmoni e al cuore. Danneggiano anche i colori, sporcano i vestiti e riducono la visibilità.

BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)

CARATTERISTICHE

Gas incolore, inodore a basse concentrazioni ma pungente a quelle molto alte.

FONTI

Emesso prevalentemente da forni e caldaie industriali e domestiche, nonché da raffinerie, fonderie, cartiere e impianti chimici.

EFFETTI

Uno delle cause principali dello smog. Ad alte concentrazioni può anche colpire la salute, specialmente tra coloro che soffrono di asma (soggetti particolarmente sensibili ai problemi respiratori che l' SO₂ induce). Può anche danneggiare la vegetazione e i metalli. Le sostanze inquinanti che produce possono pregiudicare la visibilità e acidificare i laghi e i corsi d'acqua.

PIOMBO (Pb)

CARATTERISTICHE

Il piombo può minare la salute attraverso il contatto con suolo e con polveri o vernici contaminate, oppure tramite inalazione diretta. Questo è un rischio soprattutto per i bambini e per la loro tendenza ad avere sempre le mani in bocca, dato che ciò può portare all' ingerimento di terra e polvere contaminate da piombo.

FONTI

Mezzi di trasporto che contengono il piombo nei loro carburanti, la combustione del carbone, le fonderie, le batterie delle auto e gli impianti di incenerimento dei rifiuti contenenti piombo.

EFFETTI

Livelli elevati di piombo possono avere effetti dannosi sullo sviluppo mentale e sulle prestazioni fisiche, sulle funzioni renali e sulla chimica del sangue. I bambini sono soggetti particolarmente a rischio grazie alla loro maggiore probabilità di ingerire piombo, e alla superiore sensibilità dei loro tessuti e organi a questo elemento.

BENZENE

CARATTERISTICHE

Il benzene è un composto organico volatile (C_6H_6) che costituisce l'anello base della famiglia degli idrocarburi aromatici.

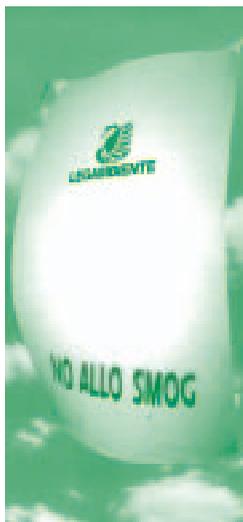
FONTI

Gran parte delle emissioni di benzene è da addebitare al traffico, alle industrie, al fumo. I tubi di scappamento delle auto contribuiscono per oltre l'80% alle emissioni di benzene.

EFFETTI

Il benzene è ormai considerato dalla letteratura medica un sicuro cancerogeno, non solo grazie alla tossicologia, ma anche agli studi e alle ricerche epidemiologiche. Inoltre, essendo una sostanza genotossica (classificazione Iarc), può provocare effetti tossici, letali o ereditabili sul materiale ereditario nucleare o extra nucleare.

IL BENZENE È CANCEROGENO



La benzina "verde" ha causato alte immissioni di benzene nell'aria, tali da costituire un alto rischio per la salute pubblica.

Il problema riguarda anche le marmitte catalitiche, perchè il tempo di percorrenza delle vetture all'interno delle città non è

spesso sufficiente a portare a temperatura la marmitta, che quindi, non riesce ad operare correttamente.

SOSTANZE CHE RIDUCONO L' OZONO

CARATTERISTICHE

Sostanze chimiche come i clorofluorocarburi, halon, tetraclorato di carbonio, cloro metile, che vengono usate nei sistemi di raffreddamento e in altri processi industriali. Questi elementi chimici resistono per lunghi periodi nell' aria, salendo verso la stratosfera, dove distruggono lo strato di ozono che ci protegge dai dannosi raggi ultravioletti.

FONTI

Refrigerazione di depositi industriali, sistemi di pulizia e raffreddamento, condizionatori domestici e per auto, alcuni tipi di estintori e plastiche particolari.

EFFETTI

Una prolungata esposizione ai raggi ultravioletti può causare un aumento dei casi di cataratta e di cancro alla pelle, deficienza del sistema immunitario e danni all'ambiente.



GAS CHE CAUSANO L' EFFETTO SERRA

CARATTERISTICHE

Gas che si accumulano nell'atmosfera; possono produrre cambiamenti nel clima o il cosiddetto effetto serra. Comprendono il biossido di carbonio, il metano e l'ossido nitroso.

FONTI

La portata degli effetti del cambiamento climatico sull' uomo e sull'ambiente è ancora da determinare, ma si pensa comporti un aumento della temperatura, della gravità e della frequenza delle tempeste e dei disastri naturali e lo scioglimento delle calotte polari .

EFFETTI

La principale fonte di emissione di biossido di carbonio prodotto dall'uomo, è la combustione di carburanti fossili per l' energia e il trasporto. L' ossido nitroso si forma nei processi industriali, come la produzione del nylon.

4

MIGLIORARE LA QUALITÀ DELL'ARIA

LA NORMATIVA

La normativa sia nazionale sia regionale in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria discende dalla direttiva 96/62/CE emanata dall'Unione Europea il 27 settembre 1996.

La direttiva, definita direttiva quadro, persegue la finalità di proteggere la salute umana e l'ambiente. Già la direttiva sull'ozono 92/72/CE indicava le linee essenziali del

nuovo corso della politica europea. La definizione della nuova politica in tema di qualità dell'aria prende in considerazione una gamma più ampia di sostanze inquinanti rispetto alle direttive precedenti che regolamentavano in modo concreto un numero delimitato di inquinanti. Inoltre, essa prevede una più facile e completa circolazione delle informazioni insieme all'adozione di soluzioni realistiche:



***Obiettivi di qualità**

Crea un sistema coerente a livello europeo per la fissazione di obiettivi vincolanti di qualità dell'aria riferiti a una serie di sostanze inquinanti.

***Sistemi di valutazione**

Obbliga gli stati membri e le autorità designate a istituire un sistema di valutazione della qualità dell'aria presente nel territorio.

***Rispetto degli obiettivi**

Esige che gli stati membri e le autorità designate elaborino un piano o programmi per le situazioni in cui



non sono rispettati gli obiettivi di qualità dell'aria corrispondenti.

*Informazione

Stabilisce una serie di disposizioni relative a un sistema completo e coerente di reperimento, comunicazione e pubblicazione di informazioni in virtù del quale, per esempio, si devono comunicare i dati alla Commissione europea e informare la popolazione.

Per gli inquinanti dell'aria ambiente elencati nell'allegato I della direttiva quadro, l'Unione Europea ha adottato ulteriori direttive "figlie" (Direttiva 1999/30/CE del 22 aprile 1999 e Direttiva 2000/69/CE del 16 novembre 2000), completamente recepite dallo Stato italiano, ad esclusione della Direttiva 2002/3/CE sull'ozono. Le direttive indicano valori limite e standard di qualità per il

biossido di zolfo, il biossido di azoto, il piombo, le particelle fini (PM₁₀), l'ossido di carbonio e il benzene.

LA NORMATIVA NAZIONALE

Il decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351 ha recepito la direttiva europea 96/62/CE e costituisce attualmente la norma quadro entro la quale le Regioni gestiscono la qualità dell'aria. Il decreto contiene i lineamenti per una strategia complessiva e coerente per la gestione della qualità dell'aria a livello regionale. Gli effetti di tale strategia si raggiungeranno in modo progressivo in stretta sintonia con la fissazione dei valori limite e valori obiettivo, determinati dalle direttive dell'Unione Europea, per le varie sostanze inquinanti presenti nell'aria ambiente. Il decreto indica che, dopo aver valutato la qualità dell'aria ambiente presente sul territorio regionale e averlo così classificato in riferimento ai valori limite determinati dall'Unione Europea, si devono predisporre piani o programmi finalizzati a gestire le

La concentrazione dell'ozono e' piu' che raddoppiata nell'ultimo secolo e, nelle aree densamente abitate ed industrializzate e' aumentata dell'1-2% annuo negli ultimi 10 anni

situazioni di emergenza (piano di azione, art. 7) e quelle strutturalmente critiche (piani integrati, art. 8). In particolare, secondo la definizione riportata nella disciplina nazionale (DPR 203/88 e D.lgs. 351/99), il piano regionale è "lo strumento di programmazione, coordinamento e controllo delle attività antropiche con emissioni in atmosfera sia convogliate che diffuse, avente come obiettivo primario la salvaguardia della salute e dell'ambiente. Tale piano si propone come piano quadro della Regione anche in relazione agli altri strumenti di pianificazione regionale". Nella Regione Emilia Romagna, a seguito della delega assegnata alle Province in materia di "Qualità dell'aria", il piano sopra citato dovrà essere predisposto e attuato a livello del territorio provinciale.

Citiamo anche la normativa nazionale antecedente al D.Lgs. 351/99,



Il mezzo mobile di ARPA

comunque diretta al miglioramento progressivo della qualità dell'aria, in particolare nelle aree urbane:

Legge 4 novembre 1997, n. 413 "Misure urgenti per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico da benzene".

Decreto 27 marzo 1998, "Mobilità sostenibile nelle aree urbane".

Decreto 21 aprile 1999, n. 163 "Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione alla circolazione".

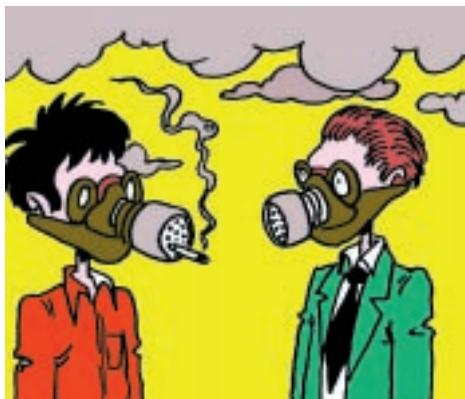
Circolare applicativa 30 giugno '99, n. 2708/99/SIAR "Attuazione del decreto del Ministero dell'Ambiente, di concerto con il Ministero della Sanità n. 163/1999".

5

COSA PUOI FARE PER RIDURRE L'INQUINAMENTO

Abbiamo finora illustrato quali sono le principali fonti di inquinamento dell'aria, gli inquinanti più diffusi ed i problemi che essi possono causare all'ambiente ed alla salute dei cittadini. E' necessario che tutti prendano coscienza del problema e si impegnino a contribuire alla riduzione dello smog. Ognuno nel Paese ha un ruolo importante nella lotta per migliorare la qualità dell'aria.

Ecco alcuni suggerimenti utili che ti riguardano da vicino: essi possono fare la differenza a casa, nella comunità in cui operi, nell'ambiente in cui vivi e lavori.



Ad esempio, il modo con cui guidi e ti prendi cura della tua auto è importante. Poichè le automobili sono la fonte principale dell'inquinamento atmosferico nella maggior parte delle zone, le tue abitudini di guida e la manutenzione della vettura possono o aggravare il problema o aiutare a risolverlo.

CONSIGLI SULLA GUIDA

1) Pianifica in anticipo. Organizza i tuoi spostamenti: accorciare i percorsi serve a ridurre l'inquinamento. Svolgi diverse commissioni in un unico viaggio. Evita di usare l'auto durante i periodi di traffico intenso, quando vi sono code continue. Questo non solo ti farà risparmiare benzina, ma ridurrà anche l'usura della tua auto. Prova ad andare a piedi o usare la bicicletta se devi svolgere brevi commissioni o nel tempo libero.

2) Usa un olio motore di grado appropriato. Cerca sulla latta la sigla EC (risparmio di energia) e assicurati di utilizzare un multigrado. Un

olio multigrado EC può migliorare i consumi. Un olio EC di qualità superiore può fornire una maggiore spinta al motore.

3) Dividi le corse. Utilizzare in più persone la stessa auto se il tragitto è comune (auto collettive) o i mezzi pubblici, riduce il numero di auto in circolazione. Se possiedi o dirigi una attività commerciale stabilisci degli incentivi per incoraggiare l'uso dell'auto collettiva fra i tuoi dipendenti, mentre se sei un dipendente forma un'auto collettiva con i colleghi di lavoro o i vicini. Considera l'uso dei mezzi pubblici come alternativa all'auto.

4) Usa benzine pulite. Carburanti "riformulati" o "puliti" sono sempre più diffusi. Usali quando è possibile.

5) Guida ad una velocità media. In condizioni di traffico normale le auto viaggiano in maniera più effi-



Giornate senza auto: Il gazebo di Legambiente

ciente; velocità superiori o inferiori sono meno efficienti. Rispetta quindi i limiti: viaggiare ad una velocità di 120 km orari in autostrada, piuttosto che a 130, migliora il consumo di benzina.

6) Mantieni una velocità costante. Guidare ad una velocità regolare ri-

sulta più conveniente che continuare ad accelerare e rallentare. Ciò vale sia in condizioni di traffico intenso che di strada libera.

7) Ferma e riparti lentamente. Accelerare gentilmente riduce i consumi



di carburante. Se devi accostare per fermarti lascia che sia l'inerzia dell'auto, non la benzina, a farlo.

8) Non far girare il motore al minimo senza motivo.

Ferma il motore se accosti per un attimo o se sei in coda. In inverno riduci il tempo per scaldare il motore.

9) **Viaggia leggero.** Più peso l'auto porta, più carburante consuma. Elimina perciò gli oggetti inutili dal bagagliaio, cercando di limitarti alle cose essenziali.

10) **Segui il libretto istruzioni dell'auto.** Il libretto sull'uso e la manutenzione dell'auto ti consiglierà su che tipo di carburante usare, come cambiare ed altri accorgimenti per far funzionare il motore ottenendo i migliori risultati sia dal punto di vista economico che ambientale.

CURA LA TUA AUTO

a) Non togliere o manomettere i dispositivi di riduzione dell'inquinamento.

Le apparecchiature di controllo dell'inquinamento sulle auto (le marmitte), servono a ridurre le emissioni inquinanti dal tubo di scappamento. Manomettere o rimuovere questi dispositivi equivale ad avere



più sostanze inquinanti nell'aria.

b) **Non riempire fino all'orlo o far traboccare il serbatoio.** Anche se non versi fuori la benzina, i vapori possono fuoriuscire e, reagendo con l'ossido di azoto e la luce del sole, creano lo smog.

c) Evita le esalazioni della benzina.

Le esalazioni della benzina possono danneggiare la salute, oltre che l'ambiente. Molte stazioni di servizio stanno installando dispositivi di controllo dei vapori sulle loro pompe, per cercare di ridurre l'inquinamento. Anche se molti dei nuovi boccagli hanno l'aspetto di proboscidi, alcuni sembrano già del tipo convenzionale.

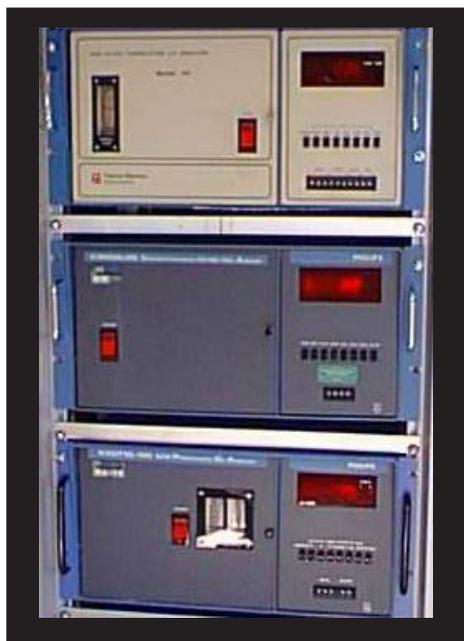
d) Effettua controlli e messe a punto del motore regolarmente.

La messa a punto consente di migliorare il consumo di carburante e le prestazioni dell'auto. Le candele di accensione sono particolarmente importanti perchè una candela logora pro-

voca problemi di avviamento, difficoltà per il motore di tenere il minimo, e determina consumi più elevati di carburante.

e) Assicurati che i pneumatici siano gonfi e le ruote ben allineate. Con questi accorgimenti puoi evitare un trascinarsi eccessivo delle ruote ed aumentare il risparmio di benzina, guadagnando ovviamente in sicurezza

f) Mantieni puliti i filtri dell'auto e la marmitta. Un filtro dell'aria sporco aumenta il consumo di benzina, e la marmitta ha bisogno di essere in buone condizioni per funzionare bene.



Strumentazioni per il monitoraggio



g) Usa il condizionatore d'aria con saggezza. L'aria condizionata è uno sforzo ulteriore per il motore e riduce i consumi di circa il 20 %. Se la giornata non è poi così calda o se sei fermo in coda, è meglio abbassare il finestrino. Fai controllare spesso il tuo impianto di condizionamento d'aria da un tecnico qualificato e assicurati che utilizzi anche l'attrezzatura di riciclo dei CFC.

h) Prendi in considerazione l'acquisto di auto a basso consumo. Quando compri una macchina, nuova o usata, controlla i dati sul suo consumo e cerca la più efficiente, un'auto "pulita", riferendoti ovviamente alla categoria che preferisci.

6

INQUINA DI MENO E RISPARMIA LE RISORSE

1) Risparmia elettricità. La produzione di energia elettrica può essere una delle fonti principali di inquinamento atmosferico; le nuove tecnologie rivolte alla casa e all'ufficio vengono però in aiuto. A casa e al lavoro si può risparmiare elettricità utilizzando, quando possibile, lampade a basso consumo; sostituendo una normale lampadina ad incandescenza con una fluorescente a basso consumo, si risparmiano 45 watt e 157 kilowatt-ora. Assicurati che le luci e gli altri apparecchi siano spen-

ti quando non vengono usati. Dovresti inoltre alzare la temperatura del tuo condizionatore di alcuni gradi d'estate, e abbassare quella del riscaldamento d'inverno. Acquistare apparecchi elettrici a basso consumo è un'altra via da seguire. Risparmiare energia elettrica è importante perchè così si riduce l'inquinamento dell'aria causato dalle centrali elettriche.

2) Partecipa ai programmi di risparmio energetico. Chiedi alla tua azienda di servizi pubblici o all'Amministrazione Comunale quali sono i suoi programmi per il risparmio di energia. Se sono previsti, seguili; se non li ha, incoraggiali ad iniziarne almeno uno.

3) Compra apparecchi a motore a basso consumo. Se devi acquistare una falciatrice o altri apparecchi a motore per il giardino, attrezzature da costruzione o agricole o motori fuoribordo, scegli quelli che sono stati studiati per minimizzare le emissioni di gas di scarico e ridurre le perdite di



carburante quando devono essere riforniti.

4) Evita di rovesciare carburante.

Fai grande attenzione quando rifornisci tagliaerba, apparecchi da giardino, agricoli e da costruzioni e barbe a non rovesciare carburante e fumi nell'aria.

5) Smaltisci correttamente le vernici, i solventi e i pesticidi.

Non versare questi prodotti chimici nelle fogne, nel terreno e non metterle insieme agli altri rifiuti. Rivolgiti alla locale Azienda per l'ambiente per avere informazioni sul corretto smaltimento di queste sostanze.

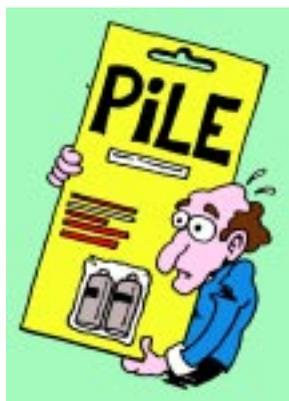
6) Sigilla accuratamente i contenitori. Accertati che i contenitori dei detersivi domestici, delle sostanze e dei solventi chimici dei laboratori e



Iniziativa di Legambiente contro gli imballaggi

dei prodotti per il giardinaggio, siano sigillati correttamente per evitare la dispersione nell'aria delle sostanze volatili. Non lasciare i contenitori aperti se non li usi.

7) Riduci gli sprechi. Prendi in considerazione, quando acquisti, i prodotti durevoli, riutilizzabili o con pochi imballaggi.



Ripara gli oggetti rotti piuttosto che comperarne di nuovi. Cerca di

riciclare e di differenziare a monte i potenziali rifiuti prima che entrino nella marea generale; con queste semplici azioni si riduce la presenza di inquinanti liberati nell'aria durante i processi di smaltimento manuale o di raccolta e preparazione per l'incenerimento o lo smaltimento in discarica. Se nella tua comunità non è previsto un programma di riciclaggio dei rifiuti, avviane uno con l'aiuto di altre persone interessate al problema e dell'Azienda locale per la nettezza urbana.

8) Utilizza saggiamente le risorse per scaldare la tua casa. Se possiedi



una stufa a legna, impara a farla funzionare in modo pulito e più efficiente, e ricorda di usare legno asciutto e ben stagionato. Controlla e pulisci il camino e il tubo della stufa e almeno una volta all'anno ispeziona il filtro: una stufa ben curata ed usata produce una quantità minore di sostanze inquinanti e danneggia l'ambiente in misura inferiore. Se possiedi il riscaldamento autonomo mantieni costantemente controllata la temperatura della tua casa, affinché sia conforme a quanto richiesto dalla normativa, ovvero non superiore ai 22° C. Effettuare ogni anno la manutenzione periodica della caldaia previene incidenti pericolosi per la tua vita

e migliora la qualità dell'aria.

9) Elimina correttamente gli apparecchi di refrigerazione e di condizionamento d'aria.

La legge proibisce il rilascio nell'atmosfera delle sostanze raffreddanti di questi apparecchi, quando vengono cambiati o gettati via. Mettiti in contatto con l'autorità locale o l'azienda di smaltimento rifiuti per sapere quali siano le procedure da seguire per l'eliminazione sicura di queste macchine. In alcune zone le aziende di servizi prevedono la raccolta periodica degli apparecchi domestici che contengono refrigeranti; in altre è compito dei proprietari far sì che tali apparecchi vengano smontati da tecnici qualificati prima di essere smaltiti.

10) Ricicla le sostanze refrigeranti.

Rilasciare nella atmosfera sostanze refrigeranti durante la manutenzio-

Quando, parlando di inquinamento dell'aria, si fa riferimento a milioni di tonnellate di sostanze inquinanti, non è facile collegare queste immagini al fumo che proviene dal tuo camino o dalla tua auto.

Comunque, anche piccole fonti d'inquinamento, assieme a centinaia di migliaia di altre, causano danni all'ambiente e sono pericolose per la tua salute e quella degli altri

ne, la riparazione o l'eliminazione degli apparecchi di raffreddamento d'aria non è consentito. Assicurati che il tecnico che ripara, fa funzionare o controlla il tuo frigorifero o il condizionatore, abbia le attrezzature adatte

per recuperare i prodotti che possono fuoriuscire, per essere in seguito riciclati. Se possibile inoltre non riempi i sistemi di raffreddamento e i condizionatori che perdono, ma falli riparare.

FAI LA COSA GIUSTA!

■ **FAI SAPERE CHE A TE IMPORTA.** *Uno dei punti di forza della lotta all'inquinamento è l'impegno e la preoccupazione dei cittadini. Come individuo o come rappresentante di un gruppo di persone organizzati, parla alle assemblee e fai sapere alle autorità le tue preoccupazioni sulla qualità dell'aria.*

■ **INTERESSATI** *Segui le iniziative che ARPA, l'Amministrazione Comunale, il Quartiere Molinetto o Legambiente organizzano sul tema e scopri quello che sta accadendo nella zona dove vivi o lavori.*

■ **IMPEGNATI** *in gruppi di lavoro. Unisciti ad un gruppo della tua comunità e lavora con loro per migliorare la qualità dell'aria.*

■ **RIFERISCI I PROBLEMI.** *Se pensi di avere individuato un problema ambientale, avvisa l'ARPA o le Guardie Ecologiche di Legambiente, che operano sul territorio.*





"Liberiamo l'aria a Parma"

Seconda Parte

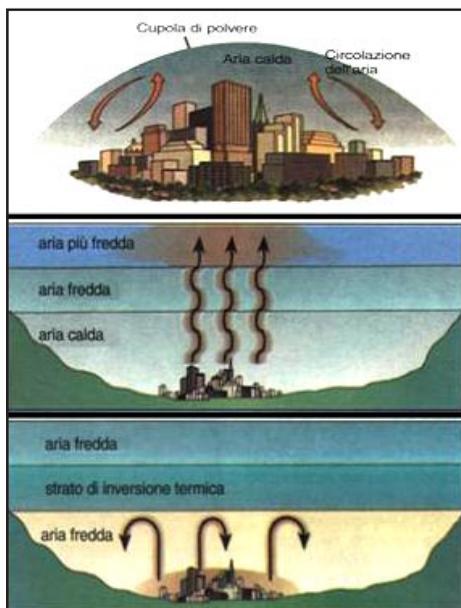
7

INQUINAMENTO E INQUINANTI DELL'ARIA

Sintesi dell'intervento del Dott. Eriberto De Munari di ARPA ER Sezione di Parma, sul tema "Inquinamento e inquinanti"

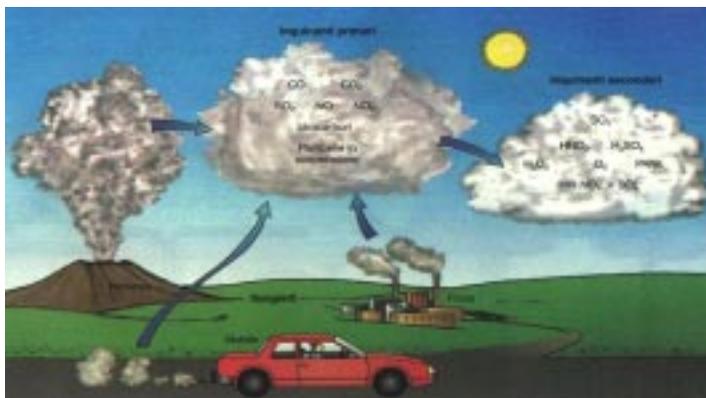
La qualità dell'aria è sicuramente il problema del momento e non bisogna dimenticare che le nostre città sono destinate ad essere sempre più vulnerabili al fenomeno dell'inquinamento. Certo, in tutta la pianura padana, abbiamo una situazione meteorologica particolare, che a causa dello scarso rimescolamento atmosferico favorisce la permanenza a bassa quota degli inquinanti, con evidenti ripercussioni sulla salute. D'altro canto la storia degli insediamenti urbani ci porta ad osservare come i nostri maggiori centri siano contraddistinti da una parte storica caratterizzata di solito da strade e vicoli stretti su cui si affacciano palazzi monumentali, e una parte in crescita di tipo extra urbano che sta creando un "continuum" indefinito di agglomerati urbani indistinti, facilmente rilevabile dall'osservazio-

ne delle foto aeree. Questo tipo di urbanizzazione crea sicuramente una situazione ottimale all'apporto di inquinanti in area urbana. Se infatti il traffico veicolare risulta uno delle maggiori fonti di inquinamento atmosferico, ciò è dovuto ai volumi di traffico presenti sulle nostre strade, siano essi commerciali (*qui bisognerebbe rivedere le politiche di consegna*



delle merci, "just in time" e trasporto su gomma), che privati, che sono pressoché indispensabili all'estendersi dell'area di urbanizzazione, non essendo mai state considerate nei piani di sviluppo urbanistico delle

nostre città soluzioni alternative al trasporto privato. Infatti la domanda regionale di trasporto pubblico (autobus e ferrovia) per gli spostamenti interni riguarda circa 250.000 unità contro oltre 1.000.000 di spostamenti su mezzi privati; inoltre dal confronto tra le province, si nota che i mezzi privati sono utilizzati in modo uniforme con un minimo a Piacenza (71,7%) e un massimo a Rimini (80,7%). In funzione delle tipologie produttive presenti in regione, e l'elevata metanizzazione del riscaldamento domestico, si può ipotizzare che, per la Regione Emilia-Romagna, l'apporto di PM_{10} dovuto ai veicoli circolanti presenti sia superiore al valore stimato a livello nazionale. La situazione è per altro analoga anche ad altre situazioni nazionali, per Arpa Lombardia ad esempio descrive come il 78% del Pm_{10} sia generato dal traffico automobilistico. Di questa quota, circa l'80% viene



dai motori diesel. A queste si dovrebbero aggiungere un 20-30% di PM_{10} non facilmente rilevabile, generato dai freni delle automobili e dal sollevamento di polveri dal manto stradale. La situazione europea non è molto diversa. La determinazione delle fonti di PM_{10} è ulteriormente difficile da determinare in quanto bisogna considerare che il PM_{10} è costituito da una frazione:

- **PRIMARIA:** quando derivante direttamente da fenomeni di combustione, consumo e deterioramento di apparati meccanici prodotti dall'uomo.
- **SECONDARIA:** derivante da reazioni di altri composti presenti in atmosfera principalmente introdotti dai processi antropici tipicamente sono implicati inquinanti quali Nitra - ti, Solfati di Ammonio e mate-

riale organico, che derivano dalle reazioni in atmosfera di NO_2 , SO_2 , VOC e NH_3 .

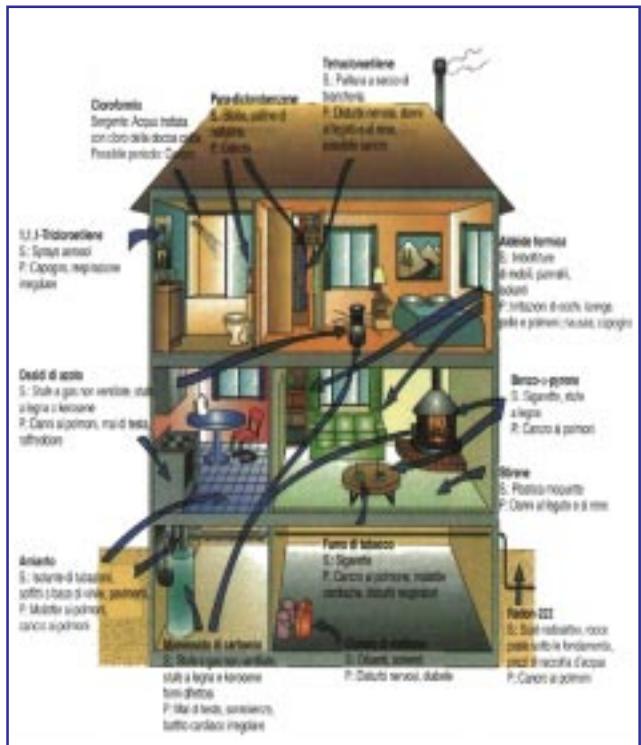
■ DI RISOSPENSIONE: derivante dall'azione di risolle- vamento attuata dai processi atmosferici (es. il vento) o umani come il rotolamento dei pneumatici sulle strade.

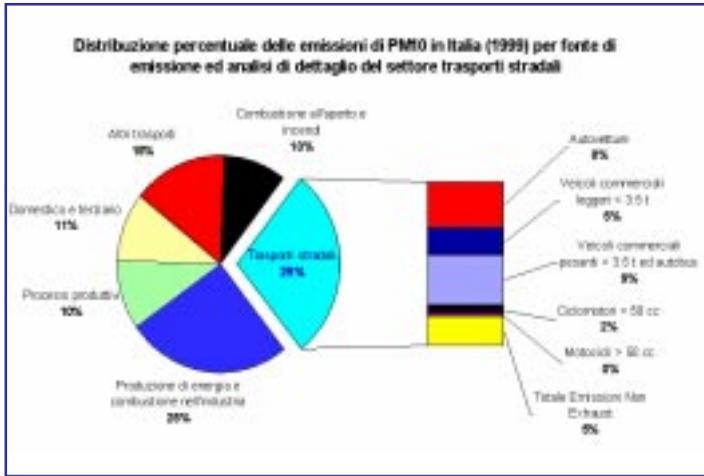
Un lavoro svizzero sull'argomento (JHelstab et al. "PM₁₀ map e population exposure in Switzerland" - '99), ad esempio riporta le seguenti percentuali:

Emissioni dalle marmitte	16%
Consumo di pneumatici	15%
Consumo freni	10%
Risospensione e abrasione	59%
TOTALE	100%

I dati riportati non tengono in conto la frazione secondaria che si genera in atmosfera e alla cui formazione ad esempio contribuisce in modo rilevante la presenza di sali di ammonio derivanti in buona parte dalle emissioni delle marmitte catali-

tiche. Andando a considerare solo un accenno agli effetti sanitari delle polveri si evidenzia che questi dipendono dalla dimensione e dalla concentrazione delle frazioni di PM_{10} e $\text{PM}_{2,5}$ (frazioni di particolato di diametro inferiore a 10 e 5 μm). Utilizzando i risultati degli studi epidemiologici disponibili, Kunzly e al. (Lancet, 2000) hanno fornito stime delle conseguenze sanitarie ed economiche dell'inquinamento atmosferico legato al traffico veicolare in Austria, Francia e Svizzera. In questi studi il PM_{10} è risultato l'indicatore





di qualità dell'aria più consistentemente associato con una serie di effetti dannosi per la salute. Tali effetti comprendono: mortalità generale, ricoveri ospedalieri, uso di farmaci broncodilatatori, tosse e riduzione della performance respiratoria. In generale il PTS (Particolato Totale Sospeso) viene suddiviso in:

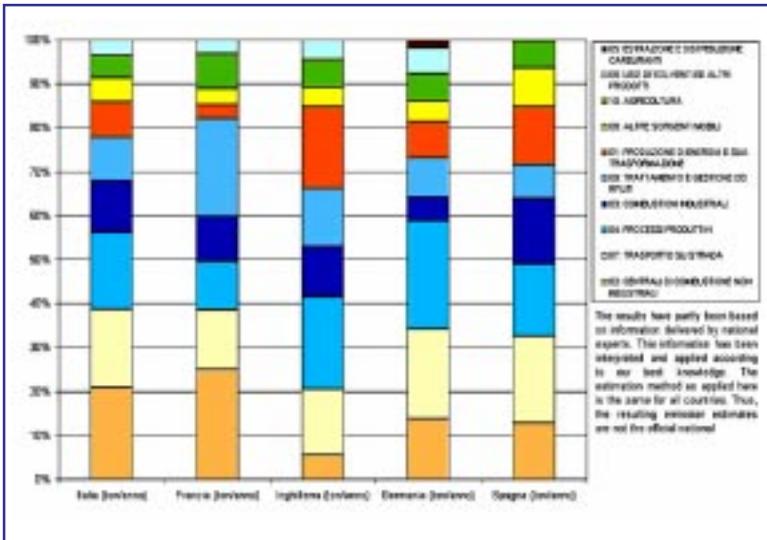
■ **PM₁₀** (particulate matter < 10 µm): frazione inalabile ovvero la frazione delle polveri totali che viene introdotta attraverso il naso e la bocca.

■ **PM_{2,5}** (particulate matter < 2,5 µm): frazione respirabile sono frazioni ad "alto rischio" ovvero la frazione delle particelle inalate che penetra nelle vie respiratorie non ciliate, alveoli.

Quindi approssimativamente la fra-

zione delle particelle totali sospese (PTS) con diametro intorno e inferiore ai 10 µm interessano il tratto tracheo-bronchiale e le particelle con diametro intorno e inferiore ai 2,5 µm (PM_{2,5}) si depositano negli alveoli. Ma il dato più

preoccupante è come sia ampia la diffusione di questo inquinante che ha comportamenti sotto molti punti di vista simili all'ozono in quanto presente con concentrazioni paragonabili in tutte le aree urbanizzate del territorio, sia che si confrontino punti di misura all'interno della medesima città, medesima provincia o addirittura del territorio regionale. Da quanto emerso, si evidenzia che l'ambito di intervento su cui dobbiamo porre l'attenzione maggiormente è il traffico autoveicolare, che richiede però sempre più interventi strutturali che ne permettano il governo e la riduzione, unico parametro di sicuro beneficio che possiamo utilizzare. In quest'ottica difficilmente si riusciranno ad ottenere risultati se non mediante una operazione culturale promossa sia sulla popolazione residente sia sugli organi di governo che



stimoli a fornire servizi adeguati alla crescente necessità di trasferimenti rapidi e continui e a inserire nel loro “modus vivendi” il veicolo pubblico come principale strumento della mobilità urbana, cui deve necessariamente seguire una maggior attenzione agli interventi strutturali che disegneranno il futuro delle nostre città perché solo inserendo nei costi di realizzazione anche i costi in salute umana provenienti dall’inquinamento potremo disegnare città più a misura d’uomo, o di bambino, come sempre più emerge nelle proposte operative, che permettano ai nostri figli di vivere in un ambiente sano come dovrebbe sempre essere.

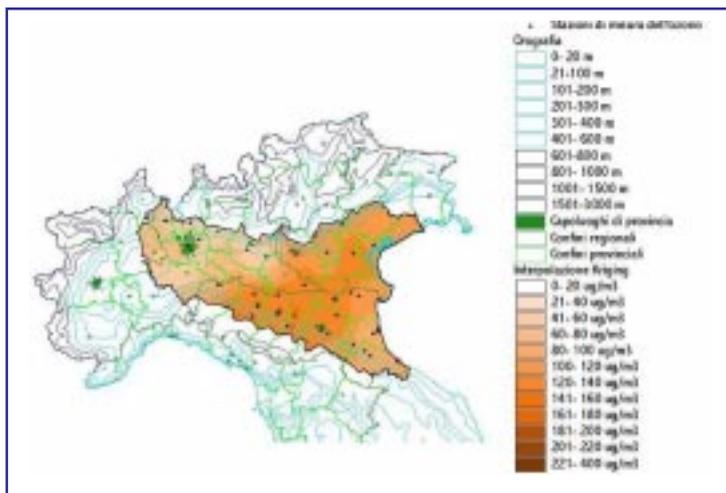
Questa situazione ha portato, sin dai primi mesi dell’anno in corso, la regione Emilia-Romagna, le Province,

i Comuni con più di 50.000 abitanti e Arpa, ad un tavolo tecnico che ha elaborato una serie di manovre e di azioni per avviare il risanamento della situazione. Questo lavoro

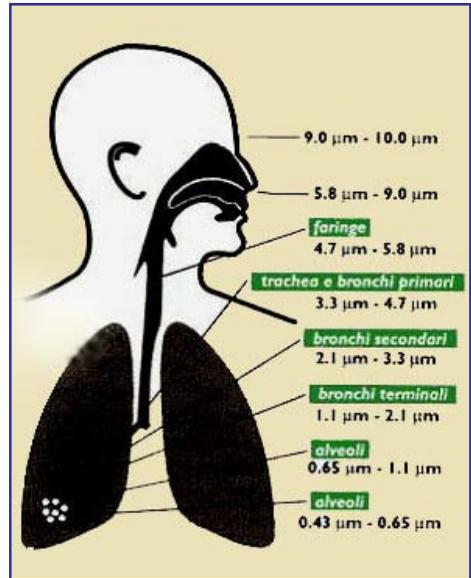
ha infine portato alla firma di un “Accordo di Programma” da parte degli Enti, coinvolti in modo assolutamente volontario, che ha sancito un percorso “per la gestione dell’emergenza da PM_{10} e per il progressivo allineamento ai valori fissati dalla UE al 2005 di cui al DM 02/02/2002, n. 60”. L’approccio adottato viene ad essere altamente innovativo per la regione in quanto vengono attuati tutti quei meccanismi atti alla valutazione ed alla gestione della qualità dell’aria così come derivanti dalle direttive europee e recepiti appena nell’aprile scorso dal DM 60. Se fino ad oggi infatti la situazione veniva gestita di pari passo con l’evolversi di fenomeni di criticità acuta mediante provvedimenti temporanei e tampone che poco incideva-

no sulle reali cause dell'inquinamento, con l' *Accordo* si vengono a definire strategie basate su provvedimenti sul breve medio e lungo termine strettamente interagenti tra di loro. Inoltre, ed è un risultato non da poco, si è ottenuta una visione concorde e condivisa del percorso a livello dell'intero territorio regionale, così come deve essere l'intervento per un inquinante come il PM_{10} che ha caratteristiche di uniformità sull'intero territorio urbanizzato della nostra regione. Dovendo valutare l'importanza di quanto realizzato si è effettuata una valutazione di tutte le componenti presenti che potessero permettere di delineare un quadro preciso di quanto attuato. A fronte di una diminuzione del traffico automobilistico da ottobre a marzo si è inoltre verificato un analogo incremento nell'uso dei mezzi pubblici, inoltre il dato medio regionale per la "settimana tipo" evidenzia una minor concentrazione di particolato fine nei periodi di targe alterne. L'andamento dei valori settimanali così come mostrato an-

che durante il periodo di pausa dell'iniziativa, avutosi nel dicembre 2002, conferma ulteriormente il normale innalzamento dei valori il giovedì in caso di non applicazione dei provvedimenti di inibizione. Questo ha portato nel 2002 ad una riduzione del valore medio annuo di PM_{10} rispetto al 2001. Nelle città in cui la riduzione è stata più significativa, il dato medio annuo è comunque rimasto al di sopra del valore limite di riferimento fissato dalla UE per il 2002 pari a 44,8 microgrammi per metro cubo (*dato più recente*). In altri casi, la riduzione è stata meno spiccata, ma è servita a riportare il dato medio annuale entro i limiti previsti a livello comunitario. Resta invece problematico il dato relativo al numero dei superamenti del valore medio giornaliero. Il tetto massimo



di 35 “sforamanti” all’anno, stabilito dalla UE, infatti è stato nel 2002 abbondantemente superato in tutte le province emiliano-romagnole. In generale nel periodo della campagna si sono mostrati come maggiormente critici i periodi novembre e febbraio-marzo, caratterizzati da condizioni meteorologiche che hanno drasticamente diminuito la dispersione degli inquinanti in atmosfera creando in alcuni momenti “episodi acuti” di intensità rilevante che hanno reso critici alcuni periodi della campagna. Interessante e significativo è comunque osservare che anche durante le criticità si possa osservare un parziale risultato di diminuzione dei valori durante le targhe alterne che, anche se ottenuto non in modo uniforme su tutto il territorio regionale, resta indicativo dell’azione tampone di quanto impostato in modo preventivo e coor-



dinato in confronto a modalità temporanee e non preventivate di inibizione al traffico. Si ritiene quindi opportuno continuare sul percorso intrapreso attivando al massimo gli interventi strutturali individuati con l’accordo di programma che partendo da quest’anno dovranno attivare benefici sempre maggiori negli anni futuri.





MUTAGENICITA' E PARTICOLATO ATMOSFERICO

Sintesi dell'intervento della Dott.ssa Francesca Cassoni di ARPA ER Sezione di Parma, sul tema "Evoluzione temporale della mutagenicità del particolato atmosferico a Parma: un approfondimento su PM₁₀ e PM_{2,5}"

Introduzione

Si definisce Mutagenesi Ambientale una disciplina molto vasta e in continua evoluzione che nasce dalla Genetica con la scoperta dei supermutageni e attualmente è collegata a diversi settori scientifici quali: la Medicina, l'Ecologia, la Chimica e la Fisica. Tale disciplina studia i meccanismi molecolari e biochimici d'insorgenza di mutazioni spontanee a livello del DNA o prodotte da agenti chimici o fisici esterni all'organismo in esame e le conseguenze da essi derivanti. La Mutagenesi Ambientale nasce all'inizio del nostro secolo con la scoperta delle leggi fondamentali della genetica moderna e con lo studio approfondito dei meccanismi e delle strutture genetiche ed ha

avuto un forte impulso nel periodo bellico dopo la scoperta dei negativi effetti genetici di alcune sostanze chimiche che portò ad un incremento della ricerca in questo campo. Lo sviluppo di tale disciplina è divenuto inarrestabile e le possibili applicazioni pratiche delle analisi, sempre più perfezionate dei meccanismi mutagenetici, sono divenute numerosissime e vanno dal campo della biologia molecolare, terapia genica alla tossicologia industriale, al monitoraggio ambientale etc... In Italia il settore classico di ap-



applicazione della Mutagenesi Ambientale è la tossicologia genetica. Infatti l'utilizzo dei cosiddetti "test di Mutagenesi" (test che rilevano a vari livelli il danno al DNA (Tab.1), è divenuto obbligatorio per legge per lo screening preventivo e l'autorizzazione all'immissione sul mercato di sostanze di nuova sintesi, in specifico per i farmaci. Un campo in forte espansione, inoltre, è quello dell'ecotossicologia genetica (ecogenotossicologia): ovvero l'applicazione dei test di mutagenesi specie "a breve termine" (per cui il rapporto costo/benefici è assolutamente favorevole) alla rilevazione di sostanze potenzialmente mutagene presenti spesso in miscele complesse nell'ambiente di vita sia esterno - outdoor - (aria, acqua, suolo etc) che interno - indoor - (aree abitative o ambienti di lavoro).

EVENTO BIOLOGICO	TEST SYSTEM	TIPO DI ANALISI
MUTAZIONE GENICA in cellule procariotiche	Salmonella typhimurium Escherichia coli	Test di Ames Test di preincubazione
MUTAZIONE GENICA in cellule eucariotiche	Saccharomyces cerevisiae linea cellulare V79	Conversione genica e mutazione puntiforme Resistenza TG (HGPRT locus)
DANNO CROMOSOMICO in vitro	linfociti umani linee cellulari CHO e V79	Citogenetica Citogenetica
DANNO CROMOSOMICO in vivo	roditori roditori	Citogenetica Test dei micronuclei

Tabella 1

Tipi di mutazioni e loro valutazione

L'interazione del DNA con agenti fisici o chimici può provocare variazioni a vari livelli (Tab.2):

1. mutazione genica ® è una modificazione strutturale all'interno della molecola del DNA a carico del gene, struttura che codifica generalmente per una sola informazione e che può determinare o un prodotto o un livello di regolazione del DNA. Questo tipo di modificazione può non portare severi cambiamenti del fenotipo o al contrario avere effetti gravi come ad esempio nel caso di accumulo di mutazioni in siti specifici che determinino l'evento canceroso;

2. mutazione cromosomica ® è una modificazione delle macro-strutture codificanti (cromosomi), si può manifestare come riarrangiamento o perdita di interi pezzi di cromosoma;

3. mutazione genomica ® è una variazione del numero di cromosomi dovuta a perdita o aggiunta di interi cromosomi.

I test che valutano la comparsa di un aumento di tali variazioni indotte



Tabella 2

da xenobiotici possono venir divisi in test a breve termine (possono fornire risposte anche in sole 48 ore, come ad es. il test di Ames) che utilizzano organismi sia procariotici (es. *Salmonella typhimurium*) sia eucariotici semplici (es. *Saccharomyces cerevisiae*) o linee cellulari umane o test a lungo termine che prevedono lo studio di popolazioni animali (normalmente roditori) nel medio-lungo periodo o studi epidemiologici.

Recentemente inoltre si sono evolute tecniche applicabili su tessuti umani (es: sangue) o su organismi considerati bioindicatori (es: mitili) per la valutazione diretta dell'interazione tra mutageni e DNA (dose biologicamente efficace) quali: valutazione degli addotti al DNA e test della Cometa, che permet-

tono di dare in tempo reale una indicazione di rischio genotossico sia ambientale sia occupazionale.

Mutagenicità e cancerogenicità

E' generalmente accettato che i tumori siano malattie ad eziologia genetica, dovuti cioè ad alterazioni del DNA. L'accumulo di mutazioni somatiche può dare origine ad eventi cancerogenetici, si presuppone che siano necessarie numerose mutazioni in geni differenti perché un tumore diventi pienamente maligno.

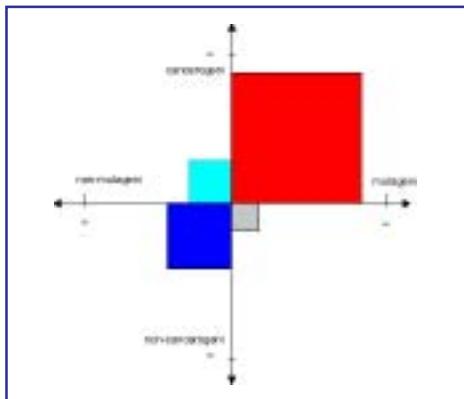
L'incremento quindi di mutageni nell'ambiente è indice di un rischio genotossico in aumento (Tab.3)

Principali mutageni nell'ambiente

Una delle osservazioni a prova di questa tesi è certamente il rapporto dimostrato tra agenti mutageni e cancerogeni. Il test di Ames (test di mutagenesi più utilizzato al mondo per screening genotossicologici) ha evidenziato una netta correlazione tra mutageni e cancerogeni (60-80%)

ARIA	ACQUA	CIBO
Benzene	Pesticidi	Aflatossine
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e loro derivati Nitrosostituiti	Idrossifuranoni	Amine aromatiche
Idrocarburi Alogenati	Trialometani	Idrocarburi Policiclici Aromatici

Tabella 3



(Fig.1). Viene quindi generalmente accettato che una evidenza di mutagenicità indichi rischio cancerogeno. Occorre però molta cautela nell'applicare all'uomo le conclusioni derivanti dallo studio degli agenti mutageni in organismi da esperimento. L'informazione che tali test forniscono è comunque molto importante in quanto segnalano un possibile rischio, derivante dall'esposizione a sostanze che agiscono sul DNA, per l'uomo e l'ambiente.

Evoluzione temporale della mutagenicità del particolato atmosferico a Parma: un approfondimento su PM₁₀ e PM_{2,5}

Il particolato atmosferico (PM) presente nell'aria delle nostre città è un tipico esempio di miscela complessa, cui la popolazione è cronicamente esposta. Il PM è costituito da numerose molecole e composti chimici, alcuni dei quali sono stati classificati

come cancerogeni. Tuttavia non sempre i componenti di una miscela complessa sono caratterizzabili e quantificabili con i soli metodi chimico-fisici, in quanto, ad esempio, essi possono interagire tra di loro con effetti sinergici e/o antagonisti per cui è importante valutare gli effetti biologici di una miscela complessa nel suo insieme e non basandosi esclusivamente sulla tossicità dei singoli componenti. Molte delle sostanze presenti nel particolato atmosferico urbano possono interagire con il DNA, modificandolo e/o danneggiandolo, provocando l'insorgenza di mutazioni che possono essere alla base di numerose patologie tra cui, come conseguenza più estrema, il cancro. I test di mutagenesi consentono di rilevare i danni al DNA, prodotti da agenti mutageni di varia natura, singoli o in miscele complesse. Questi test sono da tempo utilizzati per la caratterizzazione del rischio genotossico dovuto all'esposizione cronica a sostanze presenti in atmosfera, in grado di agire anche a basse concentrazioni.



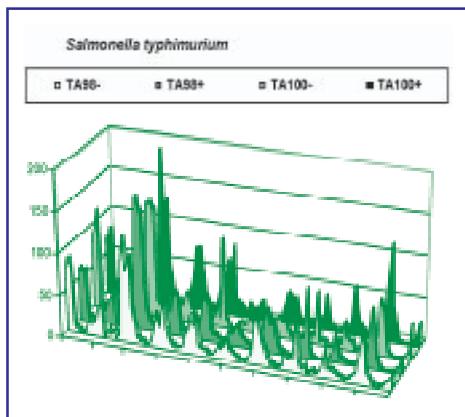


Figura 1 - Evoluzione temporale della genotossicità del particolato atmosferico urbano (PTS) rilevata attraverso l'induzione di revertenti /Nm³ aria in *Salmonella typhimurium* ceppi TA98 e TA100 con (+) e senza (-) attivazione metabolica esogena.

A Parma, dal 1991 a tutt'oggi, si è affiancato alla misura dei classici parametri chimico-fisici il monitoraggio in continuo della mutagenicità del particolato atmosferico urbano, tramite test di mutagenesi "a breve termine" (Fig. 1), così denominati per i brevi tempi di risposta (*short-term mutagenicity tests*). Da settembre 1998 oltre al monitoraggio della mutagenicità delle Polveri Totali Sospese (PTS), cessato nel 2000, si effettua quello delle frazioni PM₁₀ (particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10µm) e PM_{2,5} (particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm), campionate, in continuo e contemporaneamente, nello stesso sito. I dati derivanti da questo monitoraggio hanno evidenziato la maggior sensibilità di questa metodologia rispetto alle sole misu-

re chimico-fisiche effettuate in parallelo dal momento che la presenza di effettori genotossici risulta evidente anche quando i valori chimici o fisici sono notevolmente al di sotto delle soglie di allarme indicate dalla legislazione vigente. Gli studi da noi condotti nel lungo periodo sulla mutagenicità associata alle tre frazioni PTS, PM₁₀ e PM_{2,5} nel periodo settembre 1998 - dicembre 2000 e sulla mutagenicità associata alle due frazioni PM₁₀ e PM_{2,5} nel periodo settembre 1998-agosto 2003, hanno evidenziato una maggiore attività specifica del PM_{2,5} in molti mesi dell'anno. Da questa esperienza Arpa Emilia-Romagna ha creato una rete regionale di monitoraggio in continuo della mutagenicità del particolato in ambiente urbano, attualmente costituita da nove nodi corrispondenti, per lo più, ai capoluoghi di provincia. In tutti i nodi della rete, a partire dalla seconda metà del 2000, si campiona la frazione PM_{2,5}, con l'eccezione di Ravenna dove viene campionata la frazione PM₁₀ e di Parma dove si campionano entrambe. I test di mutagenesi "a breve termine" effettuati sugli estratti di particolato atmosferico, sia campionato a Parma che nei diversi nodi della rete regionale, hanno evidenziato una presenza costante di sostanze mutagene, con un tipico andamento stagionale caratterizzato da valori più elevati nel peri-

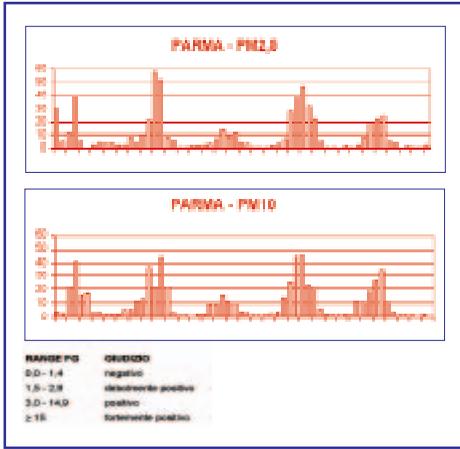


Figura 2 - Evoluzione temporale della genotossicità del particolato atmosferico urbano (PM₁₀ e PM_{2,5}) campionato a Parma, rilevata come Fattore di Genotossicità (FG) su tutti i test in *Salmonella typhimurium*

odo autunno-invernale e minimi nei periodi più caldi (Fig. 2). Inoltre, l'andamento temporale della mutagenicità associata alle due diverse frazioni di PM campionato a Parma

come pure quello della mutagenicità associata al PM_{2,5} campionato negli altri nodi della rete, presenta variazioni sia sotto l'aspetto "quantitativo", inteso come "potenza mutagena" del particolato, che sotto l'aspetto qualitativo (Fig. 3), inteso come presenza di sostanze mutagene con diversi meccanismi d'azione sul DNA, evidenziando come questa miscela complessa sia in continua evoluzione, in quanto influenzata da molteplici fattori (sorgenti di inquinanti, fattori di pressione, condizioni meteo-climatiche, sito di campionamento, stagionalità ecc.). Oltre a ciò è da rilevare che non sempre a valori simili di concentrazione di polveri corrispondono valori simili di mutagenicità, evidenziando che la sola concentrazione di polveri ($\mu\text{m}/$

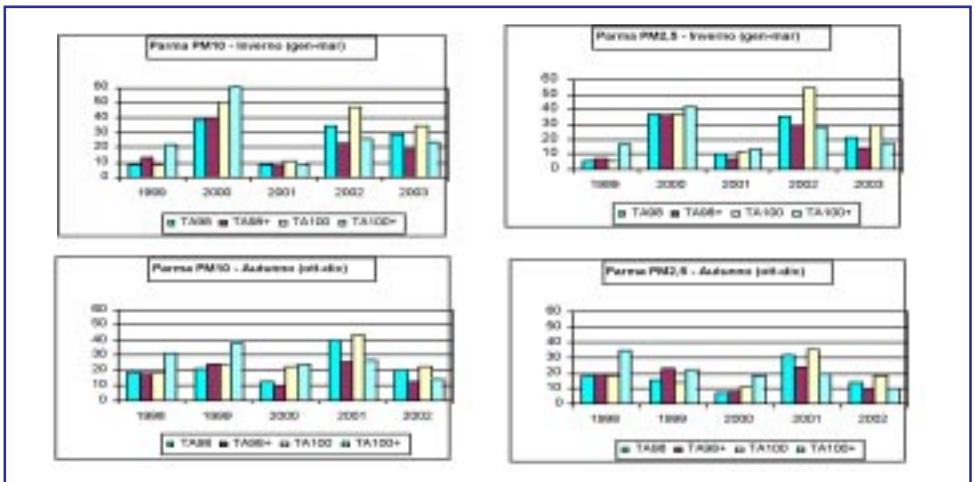


Figura 3 - Mutagenicità delle frazioni PM₁₀ e PM_{2,5} rilevata come media dei revertenti per Nm³, indotti nei ceppi TA98 e TA100 di *Salmonella typhimurium* con (+) e senza attivazione metabolica esogena, da campioni mensili di aria prelevati a Parma nei periodi indicati.

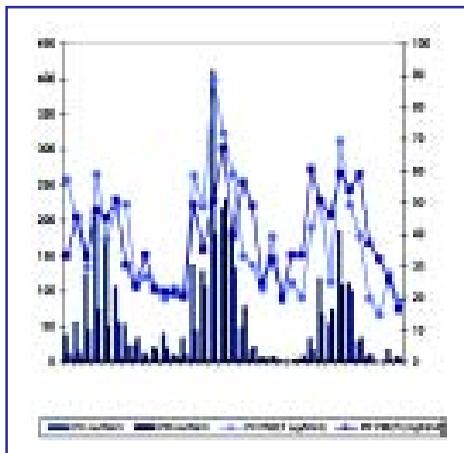


Figura 4 - Confronto fra gli andamenti delle concentrazioni medie mensili di $PM_{2,5}$ ($\mu m^3/Nm^3$) e il numero di revertenti totale per normal metro cubo a Parma e Piacenza da Set. 2000 a lug. 2003.

Nm^3) non ne giustifica completamente la mutagenicità, ma che è soprattutto importante *la qualità* delle stesse e cioè la quantità e il tipo di sostanze ad esse associate (Fig 4.); ciò sottolinea la complessità dei fattori che determinano la genotossicità del particolato atmosferico urbano. Per una migliore caratterizzazione del particolato atmosferico sono state affiancate ai test di mutagenesi l'analisi degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e l'analisi in microscopia elettronica (SEM) delle due frazioni

di PM. L'analisi tramite SEM evidenzia, in entrambe le frazioni, una presenza predominante di particelle con diametro inferiore o uguale a $1 \mu m$ in tutti i campioni analizzati, quindi di particelle più pericolose dal punto di vista sanitario per la loro capacità di penetrare nelle parti profonde dell'apparato respiratorio. E' noto, inoltre, che la maggior parte delle molecole dannose per la salute, associate alle polveri aerodisperse, sono presenti soprattutto nella frazione più fine; questo è confermato anche dalle analisi degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sul PM_{10} e $PM_{2,5}$, campionati in continuo a Parma, che evidenziano una maggiore concentrazione di IPA negli estratti di $PM_{2,5}$ (Fig. 5). L'andamento della mutagenicità segue quello della concentrazione di IPA rilevata negli stessi campioni, anche se gli IPA non

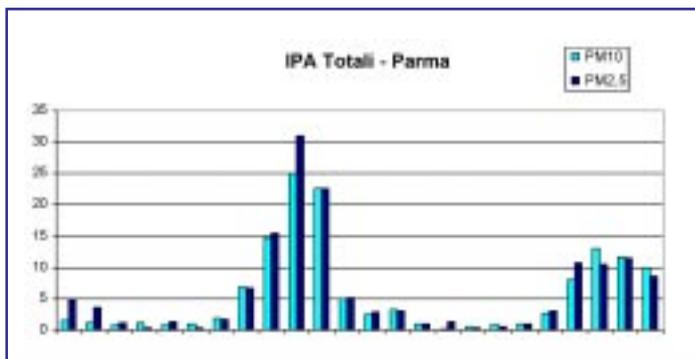


Figura 5 - Concentrazioni mensili di IPA determinate (fluorantene, pirene, benzo(a)antracene, crisene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(e)pirene, benzo(a)pirene, indeno(1,2,3-cd)pirene, dibenzo(a,h)antracene, benzo(ghi)perilene, dibenzo (a,l) pirene, dibenzo (a,e) pirene, dibenzo (a,i) pirene), dibenzo (a,h) pirene) negli stessi estratti di PM_{10} e $PM_{2,5}$ campionati a Parma, sottoposti a test di mutagenesi, da mar. 2001 a feb. 2003.

sembrano essere le uniche molecole responsabili dell'effetto genotossico del PM urbano. A questo proposito si riporta il grafico (Fig. 6) relativo ai confronti tra i livelli medi di IPA e i livelli medi di attività genotossica rilevata con tutti i test impiegati e rilevata con solo i test sensibili alla presenza di IPA (condotti in presenza di attivazione metabolica esogena – TA100 + e TA98 +).

In entrambi i periodi, sia per quanto riguarda il PM₁₀ che il PM_{2,5}, il livello di genotossicità rilevato con tutti i test impiegati è più alto di quello rilevato con i test in presenza di attivazione metabolica esogena (TA100 + e TA98 +) indicando che un forte contributo è dato anche da sostanze ad azione mutagena diretta. Concludendo si può affermare che la presenza di particelle ultrafini e la loro attività biologica rappresenta un importante fattore di rischio per la salute dei cittadini e quindi risulta necessario impegnare risorse nella prevenzione primaria dei rischi sanitari connessi con questi inquinanti ambientali. In ambito analitico / preventivo, i dati derivanti da questo tipo di moni-

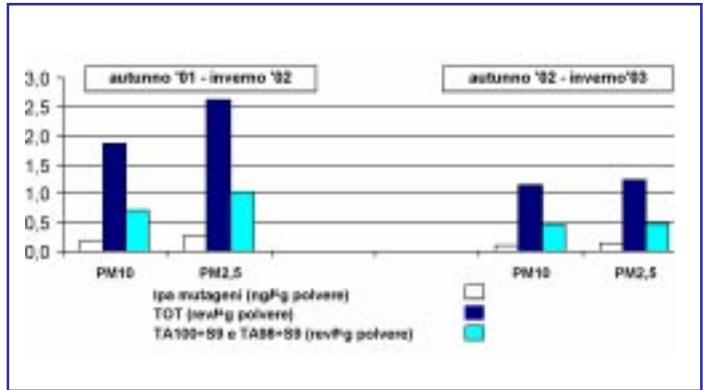


Figura 6 - Comparazione dei livelli di IPA e attività genotossica a Parma determinata con tutti i test di mutagenesi impiegati (TOT) e con i test sui ceppi TA98 e TA100 con attivazione metabolica (+S9).

toraggio sono utili indicatori di inquinamento atmosferico ai fini di una migliore caratterizzazione del rischio cui è sottoposta la popolazione urbana cronicamente esposta e possono essere utilizzati per la valutazione dell'efficacia delle azioni nazionali e locali tese al risanamento dell'aria in ambiente urbano.

Per la diffusione del dato è stato creato un sito accessibile in rete internet: <http://www.arpa.emr.it/parma/spec.htm>

Hanno collaborato:

**Francesca Cassoni, Clara Bocchi,
Giancarlo Pinto, Federica Fontana
e Anna Martino**

*Arpa Emilia-Romagna,
Sezione Provinciale di Parma*

9

IL BAMBINO NELLA CITTA' INQUINATA

Sintesi dell'intervento della Dott.ssa Augusta Battistini del Centro di Fisiopatologia respiratoria infantile di Parma, sul tema "Il bambino nella città inquinata"

Non vi è persona che non abbia sentito parlare dell'inquinamento dell'aria. Chi non sa infatti delle targhe alterne delle automobili nei giorni prestabiliti, del blocco del traffico in certe domeniche, chi non ha mai sentito alla televisione che il PM_{10} ha superato il livello di attenzione oppure che per fortuna si è abbassato, chi non ha visto la pubblicità dell'happy bus per gli scolari o dei parcheggi scambiatori per chi arriva in città con la propria automobile. Nessuno sa però bene perché è costretto o limitato a fare certe cose: probabilmente sa solo che l'inquinamento fa male alla salute e che forse è la causa delle modificazioni climatiche e del fatto che le foreste dell'Amazzonia si vanno trasformando in deserti.

La mancanza di informazione precise sul rapporto inquinamento e salute ha probabilmente a sua volta più cause,

ma forse la più importante è che si tratta di una problematica resa difficile da più motivi:

a) non solo il numero di inquinanti che danneggiano direttamente la salute dell'uomo è estremamente elevato (biossido di azoto, benzene, particolato, diesel, ozono, particolato sospeso), ma uno stesso inquinante può essere più o meno pericoloso. Così ad esempio il danno provocato dal particolato sospeso o polveri sospese o PM_{10} dipende non solo dalla grandezza delle particelle (un μg di $PM_{2.5}$ costituito tutto da particelle piccole penetra tutto profondamente nel polmone e quindi è più pericoloso di un μg di PM_{10} in cui solo una parte è costituita da particelle fini), ma anche dalla loro composizione a seconda cioè che abbiano o meno adese sostanze più o meno tossiche.

b) La variabilità della concentrazione dell'inquinante da zona a zona nell'ambito della stessa città rende difficile stabilire quanto inquinante inala quel bambino. Esso può infatti abitare più o meno lontano dalla

centralina che misura l'inquinante e inoltre si sposta da zona a zona e può stare più o meno in casa dove a sua volta respira altri inquinanti.

c) La reazione dell'organismo umano di fronte agli stimoli esterni e nel caso specifico all'inquinante è assai complessa; così ad esempio è dimostrato che l'inquinante favorisce le infezioni respiratorie (ad esempio la bronchite), ma è anche dimostrato che l'inquinante, quando respirato insieme al polline, aggrava la rinite allergica. Nello stesso soggetto le due malattie, infezione e allergia, non evolvono però in modo indipendente, ma hanno fra loro rapporti assai intricati e complessi con ripercussioni sulla salute anche a distanza di anni.

d) Il sovraccarico di informazioni è tale che, ad esempio, ogni mese due riviste scientifiche affrontano il problema dei danni dell'ozono sulla salute del bambino. Questo se da una lato è positivo dall'altro impone una continua verifica della validità delle ricerche pubblicate ed un costante aggiornamento delle conoscenze acquisite.

Malgrado tutte queste difficoltà si è giunti però a dei punti chiari e incontrovertibili come quando 29 ricerche su 31, eseguite in altrettante città del

mondo (dall'America del nord a quella del sud, dalla Germania occidentale a quella orientale), giungono allo stesso risultato (Fig. 1): in quel giorno in cui il PM_{10} aumenta di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutti gli ospedali la mortalità aumenta dello 0,5 - 1,5% (media 1%).

Nessuno a questo punto può più avere dubbi sul fatto che il PM_{10} danneggia la salute e che ci sia un rapporto quantitativo preciso fra concentrazione dell'inquinante ed entità del

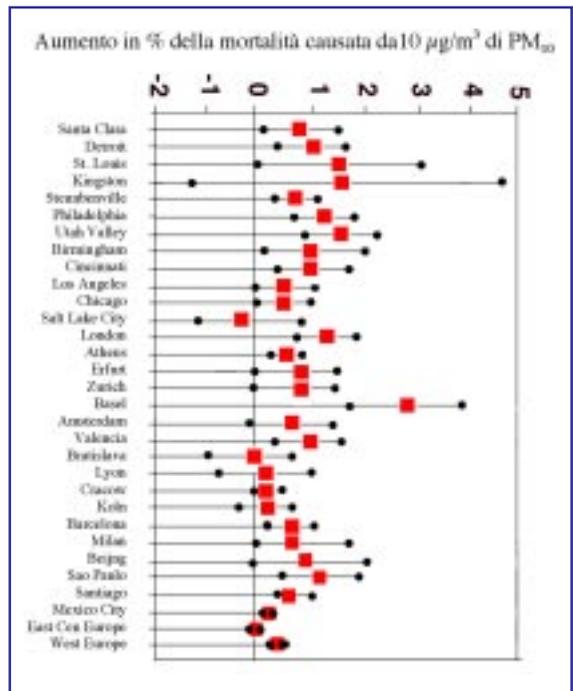


Fig. 1. 29 ricerche su 32 eseguite in altrettante città sparse in tutto il mondo portano allo stesso risultato: ad un aumento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella concentrazione di PM_{10} corrisponde un aumento della mortalità (quadrato rosso) oscillante fra lo 0,5% e l'1,5% (Pope, In: *Air pollution and health*. Ed. Holgate, 1999, pag. 673)

danno: se infatti $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} fanno aumentare la mortalità dell'1% quando si raggiungono i $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la mortalità aumenta del 10%. Questo tradotto in termini più comprensibili vuol dire che su 10 persone che sono morte in quel giorno 1 non sarebbe morta se non vi fosse stato l'inquinamento. Questi dati si riferiscono soprattutto agli anziani in cui l'inquinamento agisce aggravando i loro precedenti problemi cardiaci e respiratori. Nel bambino sano, in particolare senza gravi malattie polmonari croniche, le conseguenze sono per fortuna meno drammatiche, ma non per questo meno importanti soprattutto per quanto riguarda il numero di soggetti interessati.

Le conseguenze dell'inquinamento invernale da PM_{10}

Un primo modo per affrontare il problema è se esiste un rapporto fra concentrazione di PM_{10} registrato in quel giorno in quella città e numero di bambini che sempre in quel giorno vengono visitati in ospedale o dal proprio medico per disturbi respiratori. L'insieme delle ricerche eseguite in tutto il mondo ha permesso di

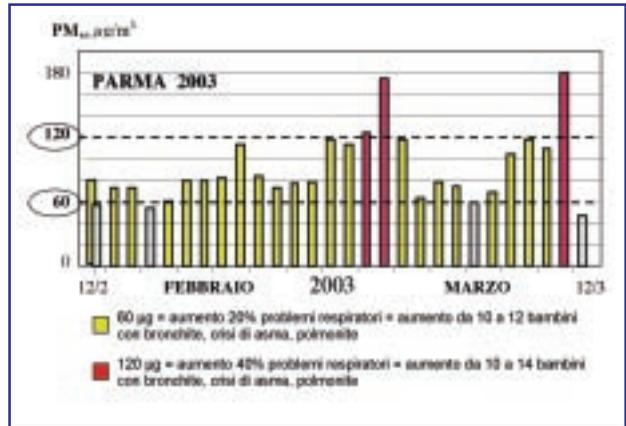


Fig. 2. Valori giornalieri di PM_{10} registrati a Parma nel periodo 12 febbraio-12 marzo 2003. In tutti i giorni tranne quattro si sono registrati valori di PM_{10} superiori a $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il che ha comportato quantomeno un aumento del 20% di bambini con problemi respiratori.

concludere che ad un aumento del PM_{10} di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corrisponde un aumento del 3% di bambini con tosse, bronchite, crisi di asma.

A questo punto conoscendo anche i valori di PM_{10} registrati ogni giorno a Parma possiamo risalire a cosa è successo in passato nella nostra città e quindi prevedere a grandi linee cosa ci possiamo aspettare per il futuro. Per questo abbiamo riportato in figura 2 i valori giornalieri (ogni colonna un giorno) registrati a Parma nel periodo febbraio-marzo 2003: già ad una prima valutazione salta all'occhio che, fatta eccezione per 4 giorni, i valori di PM_{10} hanno sempre superato i $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Poiché questa concentrazione comporta un aumento di almeno il 18% ($3 \times 60 / 100 = 18\%$) di bambini con problemi respiratori, ne dobbiamo

dedurre che durante tutto questo periodo sono quantomeno aumentati del 18% i bambini con bronchite, crisi di asma, polmonite, tosse. Per tradurre questi risultati in termini ancor più tangibili possiamo dire che in quel periodo, a causa dell'inquinamento, praticamente tutti i giorni le consulenze del pediatra per malattie respiratorie o se vogliamo i bambini che si sono presentati con bronchite o asma o polmonite sono stati 12 e non 10.

Analogamente il direttore di una scuola può calcolare che su 12 bambini che mancano da scuola per tosse, asma, polmonite, bronchite, almeno 2 devono il loro assenteismo all'inquinamento. Queste stesse proporzioni ovviamente valgono per i genitori che devono assentarsi dal lavoro perché il bambino

è ammalato. Col crescere della concentrazione di PM_{10} aumentano ovviamente i problemi così che quando si arriva e si superano i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i bambini che vanno dal dottore diventano 14 e su questi ben 4 si sono ammalati per l'inquinamento. Accanto alle conseguenze immediate dell'esposizione al PM_{10} sono state studiate anche quelle di un'esposizione prolungata nel tempo: in pratica si è trattato di stabilire se i bambini che abitano dove il PM_{10} è in genere elevato (media dell'anno alta) hanno avuto più problemi respiratori di bambini che vivono in zone con una media annuale di PM_{10} più bassa.

Ancora una volta mettendo insieme le ricerche fatte in tutto il mondo si è giunti alla conclusione che ad un aumento di

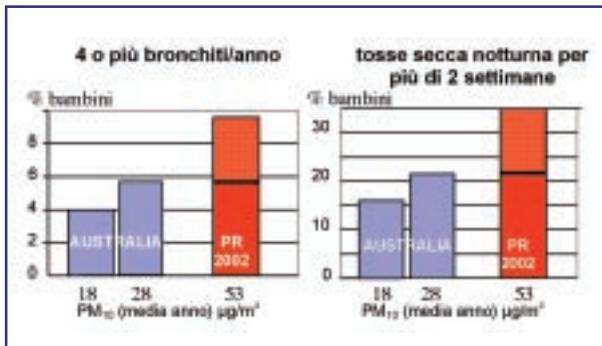


Fig. 3. Conseguenze dell'esposizione a lungo termine al PM_{10} . Nella ricerca australiana la percentuale di bambini con problemi respiratori è maggiore nelle zone dove il valore medio annuale di PM_{10} è più elevato (28 verso $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Lewis PR, Hensley MJ, et al: Outdoor pollution and children's respiratory symptoms the steel cities of New South Wales. MJA 1998;169:459-463). Si può così presumere che a Parma dove la media annuale è ancor più alta l'aumento di bambini con problemi respiratori sia proporzionalmente ancora più elevata (ultima colonna).

$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella media annuale del PM_{10} corrisponde un aumento di bambini con bronchite o tosse persistente compreso fra il 5 e il 25%. Nella figura 3 abbiamo riportato quanto presumibilmente si è verificato a Parma nel 2002 prendendo come punto di riferimento una ricerca fatta in Australia, facilitati nel paragone anche dal fatto che i valori della zona non inquinata australiana ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono del tutto sovrapponibili a quelli delle zone

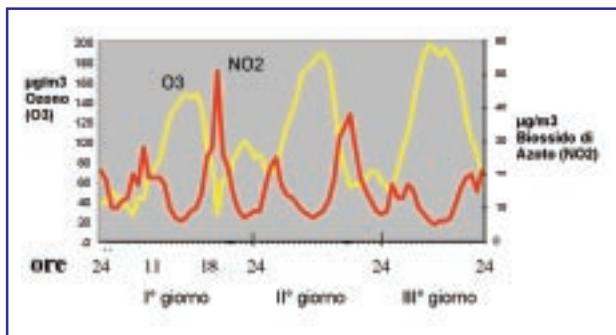


Fig. 4. Andamento speculare della concentrazione di ozono (O₃) rispetto a quella del biossido di azoto (NO₂) a Parma in tre tipiche giornate estive: è durante il giorno e in particolare a partire dalle 10-11 del mattino che l'ozono aumenta per raggiungere i suoi valori massimi nelle ore pomeridiane. Sono queste quindi le ore più a rischio per i bambini che hanno problemi respiratori, in particolare asma.

pulite della nostra regione (vedi 20 µg/m³ di Monte Cuccolino, alle falde dell'Appennino bolognese a sua volta scelto come punto di riferimento non inquinato dalla Agenzia Regionale di Prevenzione Ambiente dell'Emilia-Romagna). Per il 2002 possiamo quindi ritenere che mentre su 100 bambini che abitavano in aperta campagna solo 4 hanno avuto 4 o più bronchiti all'anno, su 100 bambini che abitavano a Parma quelli che hanno avuto 4 o più bronchiti sono più che raddoppiati.

Analogamente sempre nel 2002 su 100 bambini che stanno in zone non inquinate 15 hanno avuto tosse per più di 2 settimane, mentre a Parma i bambini con questo problema sono saliti a 35.

Le conseguenze dell'inquinamento da ozono in estate.

L'ozono (O₃) si forma per azione dei

raggi solari sul biossido di azoto (prodotto soprattutto dal traffico autoveicolare, ma anche dalle centrali termoelettriche) e quindi è non solo tipico del periodo estivo, ma comincia ad aumentare al mattino per raggiungere le sue concentrazioni massime nelle ore centrali della giornata (Fig. 4).

Le ricerche internazionali hanno dimostrato che anche per l'ozono esiste

un rapporto diretto fra la sua concentrazione (espressa come valore massimo orario raggiunto in quel giorno) e problemi respiratori del bambino: in particolare ad un aumento di 100 µg/m³ corrisponde un aumento del 50% di bambini con rinite allergica e di bambini ricoverati per malattie respiratorie, così come aumentano i bambini asmatici che fanno fatica a respirare.

In analogia a quanto fatto per il PM₁₀ invernale abbiamo riportato in figura 5 quanto è successo, a Parma, per l'ozono negli ultimi mesi estivi. Contrariamente al PM₁₀ che non dovrebbe essere mai presente, l'ozono ha già in condizioni normali una concentrazione di 50 µg/m³ e quindi gli aumenti si calcolano a partire da questo valore di base.

La figura 5 oltre a documentare che

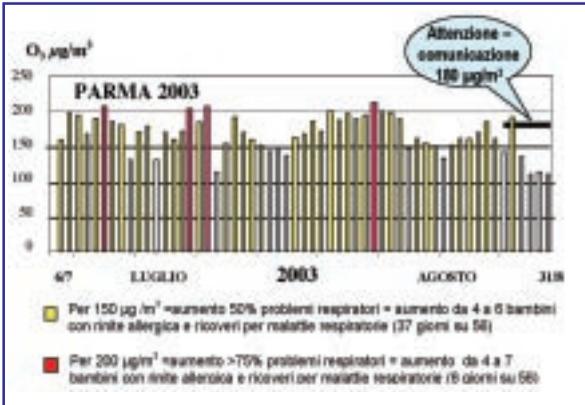


Fig. 5. Valori giornalieri di O₃ registrati a Parma nell'estate 2003. In 43 giorni su 56 (in 1 giorno su 4) si sono superati i 150 µg/m³ con un conseguente aumento di almeno il 50% di bambini con problemi respiratori.

nella maggior parte dei giorni (3 giorni su 4) l'ozono determina un importante aumento di problemi respiratori (del 50-70%) dimostra anche che i problemi respiratori iniziano prima che si raggiunga il livello di attenzione o comunicazione fissato per legge a 180 µg/m³. Il provvedimento quindi di comunicare alla popolazione che si sono superati i 180 µg/m³ di ozono (come quello di annunciare che si è superata la soglia di attenzione dei 50 µg/m³ per il PM₁₀) può, se non bene interpretato, essere fuorviante: si è, infatti,

portati a credere che nei giorni in cui l'inquinamento è, secondo televisioni e giornali, sotto controllo non vi dovrebbero essere problemi per la salute, cosa che come abbiamo visto è ben lontana dal vero.

Un altro esempio di quanto si possa essere disinformati è riportato in figura 6 e si riferisce al grande rilievo che questa estate i mezzi di informazione di tutta Europa hanno dato all'aumento di morti nella

popolazione anziana. Mentre televisioni, giornali, stazioni radio hanno tutti imputato il fenomeno al caldo e quindi alla disidratazione, a nessuno,

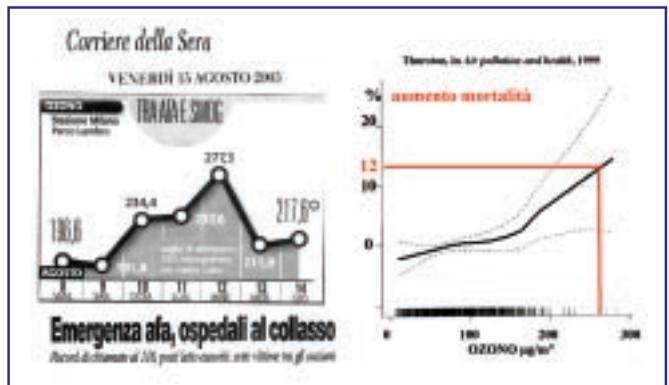


Fig. 6. Il Corriere della Sera del 15 agosto 2003, in linea con tutti gli altri giornali e televisione italiane ed europee, segnala "l'emergenza afa e il collasso degli ospedali". Pur riportando i valori di ozono si dimentica però, come gli altri mezzi di comunicazione, di segnalare che il 12 agosto almeno 1 anziano su 10 è morto non a causa del caldo, ma a causa dell'inquinamento (vedi a destra grafico rapporto ozono/mortalità: Thurston GD, Ito K: Epidemiological studies of ozone exposure effects. In: Air Pollution and Health, Ed. Holgate ST, San Diego 1999:485-510).

nemmeno al Corriere della Sera, che pur riportava in rilievo i valori di ozono registrati in quei giorni drammatici, è passato per la testa di segnalare che la morte di almeno 1 paziente su 10 era dovuta al solo inquinamento e non al fatto che l'anziano, abbandonato a se stesso, non aveva bevuto a sufficienza. Un comportamento peculiare dell'ozono è che esso non resta nella sede di produzione, ma si diffonde tanto che la sua concentrazione in zone molto soleggiate, ad esempio mare e montagna, può essere addirittura più alta che in città. Ci si spiega così non solo perché non si senta parlare in estate di blocco o limitazione del traffico per ridurre l'inquinamento, ma anche perché i provvedimenti per evitare questo inquinante siano validi sia per il bambino che è in città, come per quello che è in campagna o al mare o in montagna.

Questi provvedimenti consistono nell'evitare soprattutto per chi ha problemi respiratori di stare all'aperto nelle ore centrali della giornata quando c'è molto sole e fa molto caldo e cioè quando l'inquinante raggiunge le sue più elevate concentrazioni (Fig. 4). In queste situazioni è a maggior

ragione necessario evitare soprattutto nel bambino con problemi respiratori attività fisica, in quanto questa comporta una maggiore ventilazione e quindi una maggiore inalazione di ozono.

L'inquinamento come causa di malattie croniche.

Mentre è documentato in maniera inequivocabile e precisa che l'inquinamento fa aumentare il numero di bambini con malattie acute (bronchite, crisi di asma o polmonite), resta da verificare invece in maniera definitiva l'ipotesi che l'inquinamento sia causa dell'insorgenza di malattie persistenti e cioè di malattie che

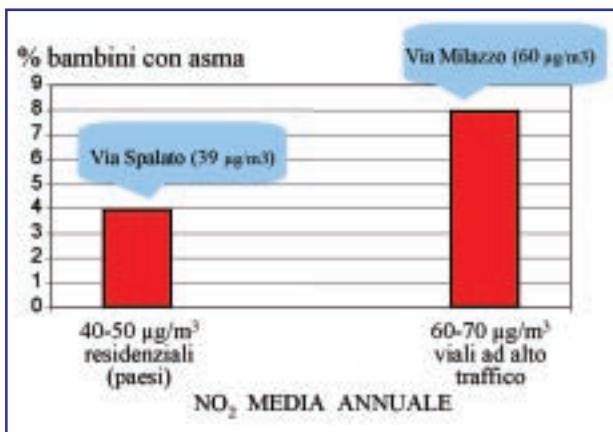


Fig. 7. Rapporto fra biossido di azoto (NO₂-inquinante soprattutto invernale) e insorgenza di asma nel bambino. In Giappone i bambini che vivono in zone molto inquinate hanno il doppio di probabilità di diventare asmatici rispetto a chi vive in zone poco inquinate. Le medie annuali di NO₂ registrate a Parma in due sedi con diverso traffico sono sovrapponibili a quelle osservate in Giappone: si può quindi presumere che anche nella nostra città l'inquinamento di certe zone arrivi a far raddoppiare il numero di bambini asmatici (Shima M, Adachi M: Effect of outdoor and indoor nitrogen dioxide on respiratory symptoms in school children. Int J Epidemiol 2000;29:862-870).

una volta instauratesi continuano poi per anni (vedi asma).

Su questo aspetto ci sono meno ricerche, perché in questo caso non basta vedere cosa cambia da un giorno all'altro e confrontare i bambini che vivono in zone più o meno inquinate, ma è necessario seguire gli stessi bambini (parecchie centinaia) per almeno 3-5 anni.

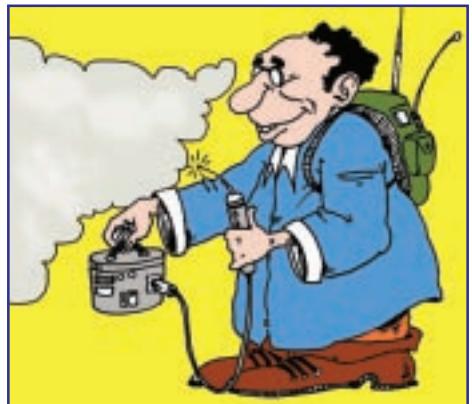
Almeno due importanti ricerche stanno comunque a favore di questa ipotesi. La prima, svolta in Giappone, ha dimostrato che la percentuale di bambini che nel giro di alcuni anni diventano asmatici raddoppia in quelli che abitano in viali ad alto traffico dove in inverno si raggiungono concentrazioni di NO_2 del tutto sovrapponibili a quelle delle zone più inquinate di Parma (Fig. 7).

La seconda ricerca, svolta in California, ha dimostrato che i bambini che praticano moltissima attività fisica (più di 3 sport organizzati) all'aria aperta e in zone con elevatissime concentrazioni di ozono hanno 3 volte tanto più probabilità di diventare asmatici rispetto a chi non pratica attività fisica. Inoltre, le probabilità di diventare asmatici aumentano con l'aumentare degli sport che il soggetto pratica.

L'attività fisica, facendo respirare di più, facilita l'inalazione di ozono, ma è ben lontana dall'essere di per sé la causa della malattia: quando la ricerca viene infatti ripetuta in zone meno inquinate (O_3 medio annuo = $50 \mu\text{g}/$

m^3) non vi è più alcun rapporto fra numero di sport eseguiti e insorgenza di asma. Questa ricerca è estremamente interessante anche perché spiega come mai l'asma sia più frequente fra gli olimpionici nord americani che fra la popolazione normale: i primi, infatti, per poter fare moltissima attività all'aria aperta scelgono zone climaticamente idonee e quindi con alto inquinamento da O_3 . Per fortuna la concentrazione media annuale di ozono a Parma è pari a $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e quindi più bassa non solo delle zone ad altissimo rischio ($77 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ma è anche più bassa delle zone in cui lo sport anche estremo non riesce più a facilitare l'insorgenza di asma ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Insintesi, quindi, vi sono ricerche molto serie e quotate che dimostrano che è più facile per un bambino diventare asmatico se vive in zone inquinate. Il fatto che per raggiungere questa dimostrazione si sia dovuti ricorrere a situazioni di inquinamento estremo da un lato nulla toglie alla validità del



risultato, ma dall'altro tranquillizza sul fatto che lo sport non solo non è controindicato nell'asmatico, ma continua ad essere indispensabile a condizioni che sia eseguito in condizioni idonee (vedi capitolo le conseguenze dell'inquinamento da ozono).

L'inquinamento come causa di ridotta crescita del polmone.

Un esame relativamente semplice, la spirometria, misura sostanzialmente la quantità e la velocità dell'aria durante il respiro profondo: i valori che si ottengono ovviamente aumentano man mano che il bambino cresce. Eseguendo la spirometria in bambini sani che vivono in zone a diversa concentrazione di inquinanti, in particolare di PM_{10} , si è visto che tanto più alta è la concentrazione di inquinante tanto più bassi sono i valori della spirometria. Anche se solo sporadiche queste ricerche fanno quindi ritenere che l'inquinamento possa rallentare la crescita e lo sviluppo del polmone.

Che cosa può e deve fare il pediatra.

Già nel 1993 l'Accademia dei Pediatri degli Stati Uniti invitava i propri associati a:

- 1) *mantenersi aggiornati sull'andamento dell'inquinamento nella propria zona;*
- 2) *tener ben presente che i bambini con malattie respiratorie croniche e in particolare gli asmatici possono*

peggiorare a causa dell'inquinamento;

3) *fornire suggerimenti alle scuole e ad altre organizzazioni pubbliche su come evitare i danni da inquinamento;*

4) *informare i genitori del pericolo dell'ozono in estate, particolarmente elevato nelle ore centrali delle giornate molto soleggiate;*

5) *informare i responsabili delle amministrazioni locali sulle conseguenze dell'inquinamento sulla salute.*

Queste raccomandazioni a distanza di 10 anni non solo sono ancora valide, ma anzi sono rese ancora più stringenti dalle ultime ricerche. L'unico aspetto nuovo consiste nella possibilità tutta da vagliare di controbilanciare i danni dell'inquinamento con diete ricche di sostanze antiossidanti (frutta e verdura) o con la somministrazione di farmaci antiossidanti, in particolare vitamina E e vitamina C.



Cosa possono e devono fare i pazienti con malattie polmonari persistenti, in particolare gli asmatici.

Secondo l'Istituto Nazionale della Salute degli Stati Uniti e l'Organizzazione Mondiale della Sanità è bene che, in caso di elevato inquinamento, gli asmatici:

- 1) evitino attività fisica non necessaria;
- 2) evitino contatti con persone con infezioni virali (influenza, raffreddore);
- 3) evitino di stare all'aria aperta nelle zone inquinate e se è necessario assumere, prima di uscire, un broncodilatatore ad azione rapida
- 4) cerchino di allontanarsi momentaneamente (per almeno 1 settimana) dalla città inquinata se si prevede una persistenza o un peggioramento dell'inquinamento.

A questi suggerimenti per gli asmatici adulti, ma che valgono a maggior ragione per i bambini, va aggiunto quello della vaccinazione antinfluenzale, una volta escluse eventuali controindicazioni.

Conclusioni.

E' oggi documentato in maniera definitiva che nei mesi più a rischio (dicembre, gennaio, febbraio per il PM₁₀, giugno, luglio e agosto per l'O₃) l'inquinamento determina nella maggior parte dei giorni un aumento del 20-30% dei problemi respiratori acuti. Se non vogliamo, quindi, essere responsabili di quasi un terzo delle

malattie respiratorie dei nostri bambini (asma, polmonite, bronchite) dobbiamo non solo attenerci in modo passivo ai regolamenti atti a ridurre l'inquinamento, ma diventare parte attiva per combatterlo in modo intelligente.

Questo vuol dire, ad esempio, ricordarsi che l'inquinante fa ammalare il bambino anche quando non supera i cosiddetti livelli a rischio (50 µg/m³ per il PM₁₀ e 180 µg/m³ per l'ozono) e ricordarsi anche che esistono sorgenti subdole di inquinanti, come le centrali termoelettriche come le centrali termoelettriche che in estate favoriscono la produzione di ozono: di qui l'opportunità di ridurre anche il consumo di energia elettrica limitando ad esempio l'uso dell'ascensore a quando strettamente necessario.

Ha collaborato
la Sig.ra **Roberta Marvasi**

*del Centro di Fisiopatologia
Respiratoria Infantile
dell'Universit di Parma*



I QUADERNI DEL L.E.D.A.

Laboratorio di Educazione e Documentazione Ambientale

promosso da Legambiente



in collaborazione con

Associazione "Medici per l'Ambiente"