

# Inquinamento Atmosferico

*Dicembre 2024*

*Documento di riferimento ISDE Italia*



## **Inquinamento atmosferico**

Quest'opera è un documento di riferimento ed è stata realizzata dall'Associazione Medici per l'Ambiente, ISDE Italia, a cura di Paolo Bortolotti, Membro Giunta Esecutiva ISDE Italia

© 2024 ISDE ITALIA NEWS

*Supplemento Editoriale. Prima edizione (Dicembre 2024)*

*ISDE Italia detiene ogni diritto dell'opera in maniera esclusiva. Nessuna parte di questo testo può essere riprodotta senza il preventivo assenso di ISDE Italia.*

### **Associazione Medici per l'Ambiente - ISDE Italia**

Via XXV Aprile n.34 - 52100 Arezzo - tel 0575 23612

Web [www.isde.it](http://www.isde.it), [www.isdenews.it](http://www.isdenews.it) E-mail [isde@isde.it](mailto:isde@isde.it)

Facebook <https://www.facebook.com/isdeitalia>

Youtube [https://www.youtube.com/channel/UC6Z3AP1OB7NmQQ\\_-xMBQnoQ](https://www.youtube.com/channel/UC6Z3AP1OB7NmQQ_-xMBQnoQ)

Twitter @ISDEItalia - Instagram [https://www.instagram.com/isde\\_italia/](https://www.instagram.com/isde_italia/)

## Prefazione

L' inquinamento atmosferico rappresenta il maggiore rischio per la salute per i cittadini europei. Si conoscono con sempre maggior precisione i danni diretti ed indiretti dovuti all'esposizione agli inquinanti dovuti, nella maggior parte all'attività umana. Per poterli ridurre è necessario un attento controllo della situazione per far sì che vengano rispettati i limiti normativi ed aumentare l'informazione dei medici e dei cittadini: infatti solo una corretta conoscenza può indurre a modificare le abitudini ed i consumi. I limiti di legge attuali (che non corrispondono ai limiti biologici) sono stati ridotti da una recente direttiva UE (ottobre 2024), ma rimangono comunque più elevati rispetto massimi definiti dall' OMS nel 2021, ed entreranno in vigore solo dal 2030.(!!)

Questa raccolta di articoli, che segue il "Webinar di aggiornamento sui principali problemi connessi all'inquinamento dell'aria per una strategia comune" tenutosi nel settembre 2023, costituisce un documento di riferimento ISDE Italia sull'inquinamento atmosferico. E ad esso farà seguito un agile toolkit "cassetta degli attrezzi" per poter intervenire nelle situazioni locali secondo il principio di advocacy.

Oltre a coloro che hanno fornito gli articoli, voglio ringraziare anche chi ha collaborato a vario titolo con consigli, revisione dei materiali e coloro che hanno partecipato al webinar con contributi presenti sul sito di ISDE Italia. F. Bergesio, L. Bertolucci, F. Bianchi, A. Borgini, M. Calgaro, M. Canciani, E. Chellini, N. Comper, P. Crosignani, A. Di Ciaula, V. Dini, F. Forastiere, C. Gianotti, F. Laghi, P. Lauriola, A. Litta, A. Lupo, T. Maurello, C. Panizza, M.G. Petronio, E. Rigonat, G. Porcile, R. Romizi, L. Saltalamacchia, D. Scarciglia, M. Talluri, G. Viegi

*Paolo Bortolotti*



## Indice

Introduzione – Scenari emergenti e emergenza ambientale	<i>R. Romizi</i>	7
Effetti sulla salute umana	<i>G. Viegi</i>	9
Stime di impatto - Effetti a breve e a lungo termine	<i>P. Crosignani</i>	15
Costi economici	<i>C. Panizza</i>	25
Fonti di inquinamento:		
-Incenerimento industriale di rifiuti	<i>A. Di Ciaula</i>	31
-Combustione legna e biomasse	<i>F. Laghi</i>	41
-Allevamenti intensivi	<i>E. Rigonat, D. Scarciglia</i>	45
-Navi, con particolare riferimento allo stazionamento in porto	<i>G. Porcile</i>	47
-Trasporto aereo civile e militare	<i>A. Litta</i>	51
-Traffico civile e trasporti su gomma: il contributo delle emissioni non da scarico (NEE) (Non Exhaust Emission)	<i>A. Lupo</i>	57
-Impianti per la cremazione in aree urbane, Possibili effetti ambientali e sanitari	<i>Position Paper ISDE Italia</i>	59
La rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Europa ed in Italia	<i>M. Talluri</i>	61
I Piani di Azione Comunale (PAC) della Regione Toscana	<i>E. Chellini, M.G. Petronio</i>	65
Principali problemi connessi all'inquinamento dell'aria per una strategia comune d'azione	<i>V. Dini</i>	71
Il contenzioso climatico	<i>L. Saltalamacchia</i>	73
Ruolo della Rete Italiana Medici Sentinella per l'Ambiente (RIMSA) per l'inquinamento dell'aria. Proposte per la formazione dei giovani MMG	<i>C. Gianotti - P. Lauriola</i>	75
ADDENDUM - L'inquinamento uccide. Il problema è come spiegarlo	<i>F. Bianchi</i>	79



## Introduzione

### Scenari emergenti e emergenza ambientale

*Roberto Romizi, Presidente ISDE Italia*

Negli ultimi anni il mondo ha visto emergere nuovi scenari che hanno radicalmente cambiato il nostro modo di vivere. Tra questi, risaltano la rapidissima globalizzazione, una nuova fase di industrializzazione, l'urbanizzazione massiva, nonché consumi sempre più non sostenibili. A questi si aggiunge un aumento esponenziale della popolazione, che mette ulteriormente alla prova le risorse del pianeta, e una riduzione delle normative che proteggono la salute pubblica. Questi elementi hanno contribuito a una crisi ecologica di vaste proporzioni, rivelando un'urgente emergenza ambientale.

I cambiamenti climatici che provocano desertificazione, siccità, deforestazione, uragani, incendi e alluvioni, insieme all'aumento delle sostanze chimiche tossiche che inquinano l'aria, l'acqua e il suolo, hanno un impatto grave sulla vita e sulla salute del pianeta. Inoltre, non possiamo ignorare l'emergenza sociale correlata, caratterizzata da un incremento della povertà e della disuguaglianza. In questo contesto, i danni alla salute pubblica sono gravi e multidimensionali, con un aumento delle malattie cronico-degenerative, neoplastiche, infiammatorie, mentali, nonché disfunzioni riproduttive e malattie infettive.

L'ambiente in cui viviamo gioca un ruolo cruciale nel determinare la nostra salute e quella delle nostre comunità. Secondo un'analisi condotta dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), il 23% delle morti nel mondo — e ben il 26% tra i bambini sotto i cinque anni — può essere ricondotto a fattori ambientali modificabili. Il Rapporto State of Global Air (SoGA) ha evidenziato, ad esempio, che nel 2021 l'inquinamento atmosferico ha causato circa 8,1 milioni di decessi a livello globale. Oltre a queste tragiche statistiche, milioni di persone vivono ogni giorno con malattie croniche debilitanti, un peso significativo per i sistemi sanitari e le economie di tutti i Paesi.

La salute delle persone non può quindi essere separata dalla sua interazione con l'ambiente fisico e sociale. Vari fattori, come l'esposizione a sostanze chimiche pericolose, la qualità degli alloggi, i mezzi di trasporto utilizzati, il grado di urbanizzazione, le attività industriali e i metodi agricoli e zootecnici, influiscono in modo determinante sulla nostra salute. È imperativo notare che le crisi globali — dal cambiamento climatico alle difficoltà energetiche, dalla scarsità di risorse alimentari ai diversi problemi economici — sono tutte interconnesse e colpiscono in modo ineguale le componenti più vulnerabili della società.

Proteggere l'ambiente non è solo un atto di responsabilità; significa creare un mondo in cui l'aria che respiriamo sia pura, l'acqua potabile sia sicura e il suolo produttivo sia privo di sostanze tossiche. La transizione verso un'economia circolare, caratterizzata da consumi sostenibili e gestione efficace dei rifiuti, è fondamentale non solo per la salute pubblica, ma anche per la prosperità economica. Tuttavia, tale transizione richiede una trasformazione profonda in tutte le fasi della nostra vita, comprese le istituzioni, le tecnologie, le politiche, gli stili di vita e persino i paradigmi culturali.

L'interconnessione tra inquinamento atmosferico e cambiamenti climatici richiede l'adozione di politiche integrate e coese volte a proteggere i gruppi più vulnerabili. Politiche efficaci non solo possono ridurre i costi sanitari a lungo termine, ma possono anche portare a interventi più mirati e tempestivi per migliorare la salute pubblica.

La pianificazione strategica deve seguire un approccio integrato. È fondamentale creare un sistema di conoscenze che unisca le informazioni sull'ambiente, l'ecosistema e la salute umana, e facilitare la ricerca e sviluppo affinché le istanze ambientali e sanitarie siano incluse in tutte le politiche. È cruciale stimolare la prevenzione primaria e secondaria rispettivamente per ridurre o eliminare gli inquinanti e per garantire una cura tempestiva delle malattie.

Inoltre, l'impegno deve comprendere una collaborazione tra vari attori, dalle amministrazioni pubbliche all'industria, fino alle organizzazioni non governative e al pubblico. L'importanza di un approccio olistico e intersettoriale si fa evidente, coinvolgendo strategicamente settori come il clima, l'ambiente, l'energia, i trasporti e l'agricoltura.

La Prima Conferenza Mondiale OMS sull'inquinamento atmosferico e la salute, tenutasi a Ginevra nel 2018, ha messo in luce la necessità di una risposta globale integrata. La Seconda Conferenza Globale si terrà a Cartagena nel marzo 2025 e si concentrerà su soluzioni multisettoriali per prevenire malattie, tutelare la salute dei bambini e affrontare i cambiamenti climatici. Mobilitare i professionisti sanitari affinché "prescrivano aria pulita" diventa un obiettivo cruciale.

Un altro aspetto fondamentale riguarda la protezione delle fasce più vulnerabili della popolazione, in particolare i bambini, ai quali è necessario prestare un'attenzione particolare nella valutazione e nella gestione dei rischi. Inoltre, è essenziale sottolineare come la dipendenza dai combustibili fossili costituisca una delle principali fonti di inquinamento atmosferico e di cambiamento climatico, con conseguenze dirette sulla salute globale.

La Commissione Europea ha proposto una serie di iniziative con l'obiettivo di trasformare le politiche dell'UE in materia di clima, energia, trasporti e fiscalità, puntando a ridurre le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Il Green Deal europeo rappresenta un pacchetto chiave strategico volto a guidare l'UE verso una transizione verde, con l'obiettivo finale di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.

Riteniamo fondamentale identificare un piano d'azione comune, coordinato e sincrono su diverse realtà territoriali. Non basta agire soltanto su base legale per tutelare i diritti alla salute; è necessaria una prevenzione primaria efficace, centrata sulla riduzione dei rischi ambientali. Solo in questo modo potremo garantire un ambiente sano per tutti.

Il Position Paper ha lo scopo di evidenziare alcuni aspetti importanti relativi all'inquinamento dell'aria e fornire una bibliografia aggiornata sul tema affinché i medici possano approfondirne i vari aspetti da utilizzare sia per informare correttamente i cittadini che per avere un ruolo efficace di advocacy.

Ricordiamo che tutti i cittadini hanno una responsabilità di preservare l'ambiente, i medici, per la loro particolare posizione e responsabilità, ne hanno una doppia. La loro voce è cruciale per promuovere un cambiamento significativo a favore della salute pubblica e della sostenibilità ambientale.

## Effetti sulla salute umana

Giovanni Viegi, MD, FERS, ATSF

Associato di Ricerca Senior, Istituto Fisiologia Clinica Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Pisa e Istituto di Farmacologia Traslazionale (CNR), Palermo; ISDE Italia

### Premessa

Nel settembre 2021, sulla base dei risultati di studi epidemiologici pubblicati dopo il 2005, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha emanato le nuove Linee Guida sulla Qualità dell'Aria (AQG): esse hanno abbassato notevolmente, per molti inquinanti atmosferici, i precedenti limiti del 2005, con l'intento di proteggere la salute della stragrande maggioranza della popolazione mondiale.

Gli effetti sanitari degli inquinanti atmosferici, ad es. particolato con diametro aerodinamico inferiore a 2.5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), vanno ben oltre quelli (es. mortalità, anni di vita persa, ospedalizzazioni) citati nei rapporti delle organizzazioni internazionali, quali l'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA). In effetti, il documento "Europe's air quality status 2023", pubblicato da EEA (<https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2023>), evidenzia che 97, 94 e 90% della popolazione europea è esposta a livelli superiori alle AQG-OMS rispettivamente per PM<sub>2,5</sub>, ozono (O<sub>3</sub>) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), mentre il documento EEA "Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease 2023" (<https://www.eea.europa.eu/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution/harm-to-human-health-from>) riporta i seguenti numeri di decessi anticipati per l'Italia dovuti all'esposizione cronica ai tre inquinanti: 46800, 5100 e 11300. Inoltre, l'Italia è al quinto posto (dopo Serbia, Lituania, Croazia e Ungheria) per anni di vita vissuti con disabilità attribuibili a PM<sub>2,5</sub> ed al terzo posto (dopo Austria e Spagna) per ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie attribuibili ad O<sub>3</sub>.

### Effetti avversi per la salute internazionalmente riconosciuti

Il più importante documento finora pubblicato dalle due principali società scientifiche pneumologiche (Società Americana del Torace – *American Thoracic Society*; Società Europea Respiratoria – *European Respiratory Society*) nel 2017 (1) fornisce esempi delle varie condizioni clinico-patologiche associate all'inquinamento atmosferico, indicando non solo le malattie dell'apparato respiratorio, ma anche molte altre, tra cui quelle cardio-vascolari, cerebro-vascolari, neurodegenerative, il diabete, l'ipertensione arteriosa, le nascite premature, il basso peso alla nascita. In Tabella 1, si riporta la traduzione e l'adattamento delle tabelle riassuntive presenti nella pubblicazione succitata.

Dopo il 2017, sono stati pubblicati nuovi articoli scientifici e revisioni di letteratura, tra cui quella di Maio et al. (2), che, oltre a confermare gli effetti avversi indicati nella tabella tratta dal documento ATS/ERS, hanno segnalato anche nuove condizioni associate all'esposizione ad inquinanti atmosferici, tra cui le fibrosi polmonari.

La Tabella 2, tradotta dalla revisione narrativa di De Matteis e collaboratori (3), riassume i risultati delle revisioni sistematiche che hanno valutato l'esposizione a vari inquinanti e la mortalità (tutte le cause di mortalità così come la mortalità per malattie respiratorie, BPCO, infezioni respiratorie acute (ALRI) e cancro polmonare).

### Selezione di studi italiani pubblicati dopo il 2017

Grazie ai finanziamenti del Bando BRIC dell'INAIL, gli Istituti IBIM-CNR di Palermo e IFC-CNR di Pisa hanno coordinato due progetti multicentrici italiani che hanno fornito nuove rilevanti informazioni.

Il Progetto BEEP ("Uso di Big data in Epidemiologia ambientale ed occupazionale" (iniziato il 29 giugno 2017 e terminato il 28 dicembre 2019) aveva l'obiettivo generale di stimare, attraverso metodologie che utilizzano i BIGDATA, gli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico ed acustico e delle variabili meteo-climatiche sulla salute della popolazione italiana. Un focus speciale è stato dedicato all'analisi dei rischi di ospedalizzazione e mortalità nel contesto nazionale e nelle principali aree metropolitane italiane, ai rischi di

infortuni in popolazioni di lavoratori in relazione a fattori ambientali, ed ai rischi di incidente in itinere in relazione alla mobilità della popolazione ed agli eventi climatici estremi.

Il successivo progetto BIGEPI (“Uso di BIG data per la valutazione degli Effetti sanitari acuti e cronici dell’inquinamento atmosferico nella Popolazione Italiana”) (iniziato il 1° ottobre 2020 e terminato il 31 marzo 2023) (<https://bigepi.it/index.php/it/>) aveva l’obiettivo generale di identificare i rischi collegati all’esposizione di breve e lungo periodo all’inquinamento atmosferico, alle temperature estreme ed all’esposizione occupazionale, in termini di mortalità, ricoveri ospedalieri, morbosità e parametri fisiologici. BIGEPI ha analizzato dati ambientali e sanitari a diverso livello di dettaglio: dall’intero territorio nazionale, all’insieme delle popolazioni residenti in aree contaminate da inquinanti di origine industriale, alle intere coorti longitudinali di Bologna, Brindisi, Roma, Siracusa, Taranto e Torino, a campioni di popolazione partecipanti alle indagini epidemiologiche analitiche di Ancona, Palermo, Pavia, Pisa, Sassari, Terni, Torino e Verona. I risultati di BIGEPI sono stati recentemente pubblicati in italiano sul Supplemento 3, Anno 47, N. 6, Novembre-Dicembre 2023, di *Epidemiologia & Prevenzione - Rivista dell’Associazione Italiana di Epidemiologia*.

Di seguito si riassumono alcuni importanti risultati dei due progetti, pubblicati in lingua inglese su riviste internazionali.

Stafoggia M et al. (4) hanno stimato le particelle giornaliere di PM<sub>10</sub> (particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm), fini (PM<sub>2,5</sub>) su una griglia di 1 km<sup>2</sup> per il periodo 2013-2015, utilizzando l’approccio di *machine learning* denominato *Random Forest* (RF) ed hanno confrontato le previsioni coi valori osservati misurati dalle stazioni fisse di monitoraggio. I modelli sono stati in grado di catturare la maggior parte della variabilità del PM, con un elevato R<sup>2</sup> medio di validazione (CV) per PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>. Infine, le previsioni si sono rivelate altrettanto valide nello stimare la variabilità annuale e giornaliera del PM: pertanto, possono essere utilizzate come stime affidabili dell’esposizione per studiare gli effetti sulla salute a lungo e a breve termine.

Shtein A e collaboratori (5) hanno prodotto stime migliorative delle concentrazioni di PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> in Italia per il 2013-2015, utilizzando dati di telerilevamento satellitari e un approccio di modellazione d’insieme (*ensemble model*). Il modello d’insieme GAM (Modello Additivo Generalizzato) ha mostrato una performance migliore rispetto a quattro modelli separati, diminuendo l’errore quadratico medio dell’1-42%, a seconda del modello. Le stime spaziotemporali di PM prodotte dal modello suggerito possono essere applicate in futuri studi epidemiologici in tutta Italia.

Gariazzo C et al. (6) hanno confrontato le stime degli effetti a lungo termine degli inquinanti atmosferici (PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub>) sulla mortalità causa-specifica nello studio longitudinale di Roma, utilizzando stime di esposizione ottenute con diversi modelli e risoluzioni spaziali. Le mortalità per cause naturali, cardiovascolari e respiratorie erano tutte positivamente associate a NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> indipendentemente dal modello e dalla risoluzione spaziale, con una tendenza ad un effetto maggiore per esposizioni a risoluzione inferiore.

Fasola S e collaboratori (7) hanno valutato gli effetti dell’esposizione al particolato (PM) sull’incidenza delle malattie respiratorie in un sotto-campione di partecipanti allo studio epidemiologico analitico longitudinale di Pisa. Sono stati inclusi 305 soggetti residenti allo stesso indirizzo dal 1991 al 2011. Sono stati considerati i fattori di rischio individuali rilevati durante l’indagine del 1991 e sono stati accertati nuovi casi di malattie respiratorie fino al 2011. Le esposizioni medie a PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> (µg/m<sup>3</sup>, anno 2011) sono state stimate all’indirizzo di residenza (risoluzione 1 km<sup>2</sup>) attraverso un approccio *random forest machine learning*, utilizzando una combinazione di dati satellitari e variabili di utilizzo del territorio. L’incidenza di rinite e catarro cronico erano associate ad un aumento del PM<sub>2,5</sub>: OR = 2,25 (IC 95%: 1,07, 4,98) per unità di aumento (p.u.i.) e OR = 4,17 (1,12, 18,71) p.u.i., rispettivamente. L’incidenza della broncopneumopatia cronica ostruttiva era associata a PM<sub>10</sub>: OR = 2,96 (1,50, 7,15) p.u.i. Questi risultati hanno fornito nuove informazioni sugli effetti a lungo termine sulla salute respiratoria dell’inquinamento atmosferico da particolato.

Stafoggia e collaboratori (8) hanno mirato a indagare la relazione tra il particolato (PM) e i ricoveri giornalieri per malattie cardiovascolari (CVD) a livello nazionale in Italia nel periodo 2013-2015 (n=2.154.810). Gli aumenti relativi dei ricoveri cardiovascolari totali, per variazione di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> nell’intervallo 0-5 (media degli ultimi 6 giorni dal ricovero), sono stati dello 0,55% (intervalli di

confidenza al 95%: 0,32%, 0,77%) e 0,97% (0,67%, 1,27%), rispettivamente. Le stime corrispondenti per l'insufficienza cardiaca erano 1,70% (1,28%, 2,13%) e 2,66% (2,09%, 3,23%). Effetti significativi di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> esistevano anche per: cardiopatie ischemiche, infarto miocardico, fibrillazione atriale e ictus ischemico. Le associazioni erano simili tra aree meno e più urbanizzate e persistevano anche a basse concentrazioni, ad es. sotto le precedenti linee guida dell'OMS pubblicate nel 2005. In conclusione, PM era fortemente associato ai picchi di ricoveri cardiovascolari giornalieri, soprattutto per insufficienza cardiaca, sia nelle grandi città sia nelle aree meno urbanizzate d'Italia.

Renzi et al. (9) hanno avuto l'obiettivo di valutare gli effetti a breve termine di PM<sub>10</sub> (periodo 2006-2015) e PM<sub>2,5</sub> (periodo 2013-2015) sui ricoveri respiratori in tutto il Paese (n=4.154.887). Per ogni aumento di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> nell'intervallo 0-5 giorni, c'era un eccesso di rischio di malattie respiratorie totali pari a 1,20% (intervalli di confidenza al 95%, 0,92, 1,49) e 1,22% (0,76, 1,68), rispettivamente. Gli effetti per le malattie specifiche erano simili, ma più forti per asma e BPCO. Effetti maggiori sono stati riscontrati negli anziani e nelle aree meno urbanizzate. In conclusione, l'esposizione a breve termine al PM è dannosa per il sistema respiratorio di un intero Paese, soprattutto nei pazienti anziani. Forti effetti si riscontrano anche nelle aree meno urbanizzate.

Maio S e collaboratori (10) hanno valutato la relazione tra l'esposizione a lungo termine all'inquinamento atmosferico e la prevalenza di sintomi e malattie respiratorie/allergiche in uno studio multicentrico italiano, utilizzando approcci singoli e multi-inquinanti, su 14420 adulti residenti in 6 città italiane (Ancona, Pavia, Pisa, Sassari, Torino, Verona) studiati nel periodo 2005-2011 in 11 diverse coorti di studio. Sono state raccolte informazioni tramite questionario sui fattori di rischio e sugli esiti sanitari. Per il periodo 2013-2015 sono state utilizzate le concentrazioni medie annuali di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> derivate da un modello di *machine learning* e le concentrazioni medie estive di O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) a livello residenziale (risoluzione di 1 km). Attraverso i modelli multi-inquinanti sono emerse le seguenti associazioni: PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> erano correlati ad un aumento delle probabilità di rinite del 14-25%, di asma del 23-34% e di risvegli notturni del 30-33%; NO<sub>2</sub> era correlato ad un aumento del rischio di rinite del 6-9%, di asma del 7-8% e di risvegli notturni del 12%; O<sub>3</sub> è stato associato con un aumento del 37% delle probabilità di attacchi d'asma. Nel complesso, gli Odds Ratio stimati attraverso i modelli multi-inquinante sono risultati attenuati rispetto a quelli dei modelli a singolo inquinante. In conclusione, questo studio ha permesso di ottenere nuove informazioni sugli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico sugli esiti respiratori/allergici negli adulti, applicando metodi innovativi per la valutazione dell'esposizione e analisi multi-inquinanti.

## Conclusione

Gli studi esaminati dal panel ATS/ERS e dai successivi Autori sono di varia tipologia, dimensione, forza di evidenza. In ogni caso, utilizzando il principio di precauzione, uno dei cardini del diritto ambientale contemporaneo, si dovrebbe optare per imporre l'adozione di misure cautelative anche in presenza di situazioni di incertezza scientifica, nell'ottica di una completa prevenzione.

La necessità di affrontare l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute è rafforzata dalle recenti prove scientifiche e dalle Linee guida sulla qualità dell'aria dell'OMS del 2021 (AQG). **L'inquinamento atmosferico è un fattore di rischio evitabile che causa un onere elevato per la società con un elevato numero di decessi, disturbi sanitari, disabilità ed enormi costi socioeconomici, soprattutto nei paesi a basso e medio reddito.** Prove crescenti mostrano una relazione causale tra l'esposizione all'inquinamento atmosferico e le infezioni acute delle basse vie respiratorie, la malattia polmonare ostruttiva cronica, l'asma e il cancro ai polmoni. **L'esposizione all'inquinamento atmosferico sia a breve sia a lungo termine ha un grave impatto sulla salute respiratoria. Effetti dannosi si verificano anche a livelli di concentrazione di inquinanti molto bassi e non esistono soglie rilevabili al di sotto delle quali l'esposizione può essere considerata sicura per la totalità della popolazione.** Le società respiratorie scientifiche e le associazioni di pazienti, insieme ad altre componenti del settore sanitario, dovrebbero aumentare il loro impegno e sostenere le azioni volte ad incrementare la consapevolezza sulle politiche sull'aria pulita e sulle ultime AQG dell'OMS.

Infatti, come è stato affermato nei documenti recentemente inviati dall'ERS alle istituzioni europee per rappresentare le istanze dei pazienti nel processo legislativo di revisione dell'attuale Direttiva europea

sull'inquinamento atmosferico, ogni rinvio dell'adozione di valori stringenti, in linea con le AQG dell'OMS, è responsabile del perpetuarsi di sofferenze per milioni di cittadini europei.

### **Bibliografia**

- 1) Thurston GD, Kipen H, Annesi-Maesano I, Balmes J, Brook RD, Cromar K, De Matteis S, Forastiere F, Forsberg B, Frampton MW, Grigg J, Heederik D, Kelly FJ, Kuenzli N, Laumbach R, Peters A, Rajagopalan ST, Rich D, Ritz B, Samet JM, Sandstrom T, Sigsgaard T, Sunyer J, Brunekreef B. A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *Eur Respir J* 2017; 49: 1600419. Doi: 10.1183/13993003.00419-2016.
- 2) Maio S, Sarno G, Tagliaferro S, Pirona F, Stanisci I, Baldacci S, Viegi G. Outdoor air pollution and respiratory health. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2023 Jan 1;27(1):7-12. doi: 10.5588/ijtld.22.0249.
- 3) De Matteis S, Forastiere F, Baldacci S, Maio S, Tagliaferro S, Fasola S, Cilluffo G, La Grutta S, Viegi G. Issue 1 - "Update on adverse respiratory effects of outdoor air pollution". Part 1): Outdoor air pollution and respiratory diseases: A general update and an Italian perspective. *Pulmonology*. 2022 Jul-Aug;28(4):284-296. doi: 10.1016/j.pulmoe.2021.12.008.
- 4) Stafoggia M, Bellander T, Bucci S, Davoli M, de Hoogh K, De' Donato F, Gariazzo C, Lyapustin A, Michelozzi P, Renzi M, Scortichini M, Shtein A, Viegi G, Kloog I, Schwartz J. Estimation of daily PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> concentrations in Italy, 2013-2015, using a spatiotemporal land-use random-forest model. *Environ Int*. 2019 Mar;124:170-179. doi: 10.1016/j.envint.2019.01.016.
- 5) Shtein A, Kloog I, Schwartz J, Silibello C, Michelozzi P, Gariazzo C, Viegi G, Forastiere F, Karnieli A, Just AC, Stafoggia M. Estimating Daily PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> over Italy Using an Ensemble Model. *Environ Sci Technol*. 2020 Jan 7;54(1):120-128. doi: 10.1021/acs.est.9b04279.
- 6) Gariazzo C, Carlino G, Silibello C, Tinarelli G, Renzi M, Finardi S, Pepe N, Barbero D, Radice P, Marinaccio A, Forastiere F, Michelozzi P, Viegi G, Stafoggia M; BEEP Collaborative Group. Impact of different exposure models and spatial resolution on the long-term effects of air pollution. *Environ Res*. 2021 Jan;192:110351. doi: 10.1016/j.envres.2020.110351.
- 7) Fasola S, Maio S, Baldacci S, La Grutta S, Ferrante G, Forastiere F, Stafoggia M, Gariazzo C, Viegi G, on Behalf of the BEEP Collaborative Group. Effects of Particulate Matter on the Incidence of Respiratory Diseases in the Pisan Longitudinal Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 8;17(7):2540. doi: 10.3390/ijerph17072540.
- 8) Stafoggia M, Renzi M, Forastiere F, Ljungman P, Davoli M, De' Donato F, Gariazzo C, Michelozzi P, Scortichini M, Solimini A, Viegi G, Bellander T; BEEP Collaborative Group. Short-term effects of particulate matter on cardiovascular morbidity in Italy: a national analysis. *Eur J Prev Cardiol*. 2022 May 27;29(8):1202-1211. doi: 10.1093/eurjpc/zwaa084.
- 9) Renzi M, Scortichini M, Forastiere F, De' Donato F, Michelozzi P, Davoli M, Gariazzo C, Viegi G, Stafoggia M; BEEP collaborative Group. A nationwide study of air pollution from particulate matter and daily hospitalizations for respiratory diseases in Italy. *Sci Total Environ*. 2022 Feb 10;807(Pt 3):151034. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.151034.
- 10) Maio S, Fasola S, Marcon A, Angino A, Baldacci S, Bilò MB, Bono R, La Grutta S, Marchetti P, Sarno G, Squillacioti G, Stanisci I, Pirina P, Tagliaferro S, Verlatto G, Villani S, Gariazzo C, Stafoggia M, Viegi G; BIGEPI group. Relationship of long-term air pollution exposure with asthma and rhinitis in Italy: an innovative multipollutant approach. *Environ Res*. 2023 May 1;224:115455. doi: 10.1016/j.envres.2023.115455.

**Tabella 1 – Esempi di Effetti clinici associati all'inquinamento atmosferico**

<p><b>1A. Respiratori</b></p> <p>Aumento della mortalità respiratoria</p> <p>Aumento dell'incidenza di tumori maligni delle vie respiratorie</p> <p>Aumento dell'incidenza, prevalenza o frequenza delle riacutizzazioni nelle malattie polmonari croniche: asma, BPCO e fibrosi cistica</p> <p>Aumento dell'incidenza o della gravità delle infezioni del tratto respiratorio superiore e inferiore</p> <p>Aumento dei sintomi respiratori che influiscono sulla qualità della vita: tosse, catarro, respiro sibilante, dispnea e drenaggio nasale</p> <p>Aumento dell'incidenza di nascite premature, basso peso alla nascita o limitazione della crescita che portano a esiti respiratori avversi</p> <p>Ridotta crescita della funzione polmonare nei bambini</p> <p>Riduzioni transitorie (ore) della funzione polmonare associate a sintomi in individui sani</p> <p>Riduzioni transitorie (ore) della funzione polmonare senza sintomi in individui particolarmente sensibili (ad esempio bambini con asma grave)</p> <p>Riduzioni persistenti o croniche (settimane, mesi o anni) della funzione polmonare</p>	<p><b>1B. Cardiovascolari</b></p> <p>Mortalità per malattie cardiovascolari</p> <p>Infarto miocardico</p> <p>Ictus</p> <p>Aumento della pressione sanguigna</p> <p>Aritmie</p> <p>Ricoveri ospedalieri per insufficienza cardiaca congestizia</p>
<p><b>1C. Condizioni neurologiche e psichiatriche</b></p> <p>Morbo di Alzheimer e altre demenze</p> <p>Morbo di Parkinson</p> <p>Funzione cognitiva ridotta negli adulti</p> <p>Ritardo dello sviluppo neurologico nei bambini</p> <p>Depressione</p> <p>Disturbi d'ansia</p>	

**Tabella 2 - Associazione tra esposizione a lungo e breve termine a specifici inquinanti e mortalità. Revisioni sistematiche per l'aggiornamento dell'OMS AQG. I rischi relativi (RR) si riferiscono a un'esposizione di 10 microgrammi/m<sup>3</sup>**

Mortalità/inquinante	Lungo termine			Breve termine		
	Numero di studi	RR	95% IC	Numero di studi	RR	95% IC
<b>Mortalità per tutte le cause (mortalità per cause naturali)</b>						
PM <sub>10</sub>	17	1.04	1.03-1.06	66	1.0041	1.0034-1.0049
PM <sub>2.5</sub>	25	1.08	1.06-1.09	29	1.0065	1.0044-1.0086
NO <sub>2</sub>	24	1.02	1.01-1.04	54	1.0072	1.0059-1.0085
O <sub>3</sub> (esposizione annuale)	9	0.97	0.93-1.02			
O <sub>3</sub> (picco di esposizione)	7	1.01	1.00-1.02			
SO <sub>2</sub>		ND		36	1.0059	1.0046-1.0071
<b>Mortalità respiratoria</b>						
PM <sub>10</sub>	13	1.12	1.06-1.19	41	1.0091	1.0063-1.0119
PM <sub>2.5</sub>	17	1.1	1.03-1.18	20	1.0073	1.0029-1.0116
NO <sub>2</sub>	15	1.03	1.01-1.05		ND	
O <sub>3</sub> (esposizione annuale)	4	0.99	0.89-1.11		ND	
O <sub>3</sub> (picco di esposizione)	4	1.02	0.99-1.05			
SO <sub>2</sub>				23	1.0067	1.0025-1.0109
<b>Mortalità per BPCO</b>						
PM <sub>10</sub>	5	1.19	0.95-1.49		ND	
PM <sub>2.5</sub>	11	1.11	1.05-1.17		ND	
NO <sub>2</sub>	9	1.03	1.01-1.04		ND	
<b>Mortalità per ALRI</b>						
PM <sub>10</sub>	2	ND			ND	
PM <sub>2.5</sub>	4	1.16	1.01-1.34		ND	
NO <sub>2</sub>	5	1.06	1.02-1.10		ND	
<b>Mortalità per cancro al polmone</b>						
PM <sub>10</sub>	13	1.08	1.04-1.13		NA	
PM <sub>2.5</sub>	15	1.12	1.07-1.16		NA	

ALRI: Infezioni acute delle vie respiratorie inferiori

ND: non disponibile

## Stime di impatto - Effetti a breve e a lungo termine

Paolo Crosignani, Già direttore Unità di Epidemiologia Ambientale e Registro Tumori; Istituto Nazionale per lo studio e la cura dei Tumori, Milano; Comitato Scientifico ISDE Italia

### 1) Effetti a breve termine

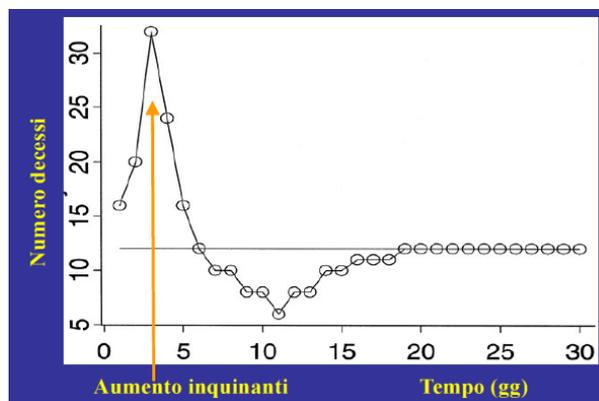
Intorno agli anni '70 vengono condotti i primi studi sul legame tra eventi acuti e inquinamento atmosferico, misurato come particolato totale. Si osserva nei giorni con maggiore inquinamento un aumento sia dei morti che dei ricoveri. In particolare sono considerate la mortalità totale per cause "naturali" (escludendo quindi la mortalità per cause violente), la mortalità per cause respiratorie, la mortalità per cause cardiache e i ricoveri ospedalieri sia per cause respiratorie che per cause cardiache.

In anni più recenti, come indicatore di esposizione, è stata utilizzata la concentrazione della frazione più fine del particolato, in grado di raggiungere le parti più profonde del polmone. In particolare si misura la concentrazione della frazione di particolato di diametro inferiore a 10 micron, detta PM10, e di quella con diametro inferiore a 2.5 micron, detta anche PM2.5 o particolato fine.

La stima italiana dell'incremento a breve termine, relativa ai decessi occorsi nel giorno stesso dell'aumento del particolato, della mortalità "naturale" per ogni 10 ug/m3 di particolato PM10 è dello 0.3% (Biggeri et al. 2004).

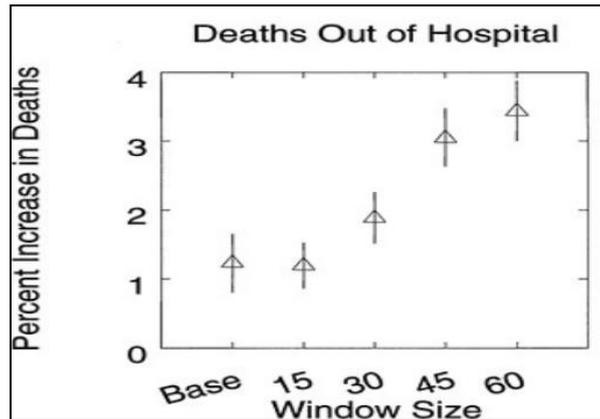
La prima interpretazione di questo è che il picco di inquinamento si limiti ad accelerare il decesso od il ricovero in persone già compromesse nel loro stato di salute. Se così fosse, ad ogni aumento dell'inquinamento atmosferico, anche se questo dura per molto tempo, dovrebbe poi seguire una diminuzione perché il "pool" dei suscettibili si è esaurito (Fig.1).

**Figura 1 - Andamento della mortalità se vi fosse solo un gruppo fragile della popolazione suscettibile all'inquinamento**



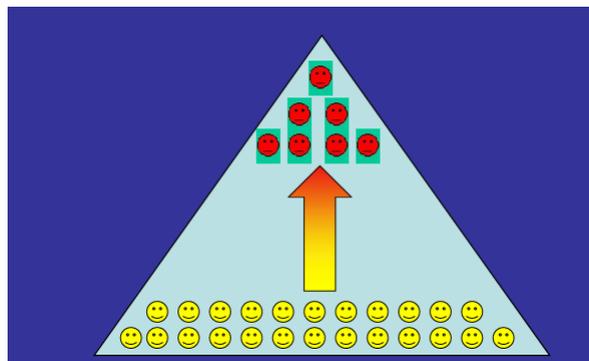
Così non è. Se l'inquinamento rimane elevato anche le mortalità rimane più alta (vd ad es. Schwartz, 2001, Fig. 2).

**Figura 2 - Andamento della mortalità a breve termine. Si nota che la mortalità non diminuisce mai dopo l'inizio della osservazione ma aumenta nel corso del tempo (da Schwartz, 2001)**



Vi è una sola spiegazione per questo fenomeno ed è rappresentata in Fig. 3.

**Figura 3 - L'inquinamento dell'aria peggiora lo stato di salute di tutta la popolazione. Il "pool" dei fragili non si esaurisce mai**



L'inquinamento dell'aria da un lato precipita eventi di salute nelle persone più fragili, e questo lo misuriamo direttamente con l'aumento della mortalità e dei ricoveri, ma dall'altro peggiora le condizioni di salute di chi lo è meno, "rifornendo" il "pool" delle persone suscettibili che si ammaleranno o moriranno nei giorni successivi se il livello di inquinamento rimane elevato. Gli eventi in più che si verificano a causa dell'inquinamento non sono una semplice anticipazione di eventi che comunque si sarebbero verificati in breve tempo. Senza l'esposizione si sarebbero verificati molto più tardi: mesi od anche anni rispetto a quando sono arespireatoriccaduti a causa dell'inquinamento. Questo peggioramento delle condizioni di salute è generalizzabile a tutta la popolazione esposta, come vedremo meglio a proposito degli effetti a lungo termine.

**MESSAGGIO: Gli effetti a breve termine sono importanti come danno alla salute per tutta la popolazione. Gli eventi, morti e ricoveri in eccesso, non si sarebbero verificati senza l'esposizione: essi non sono una semplice anticipazione di eventi che sarebbero comunque accaduti in breve tempo ma un danno netto per la salute della popolazione esposta.**

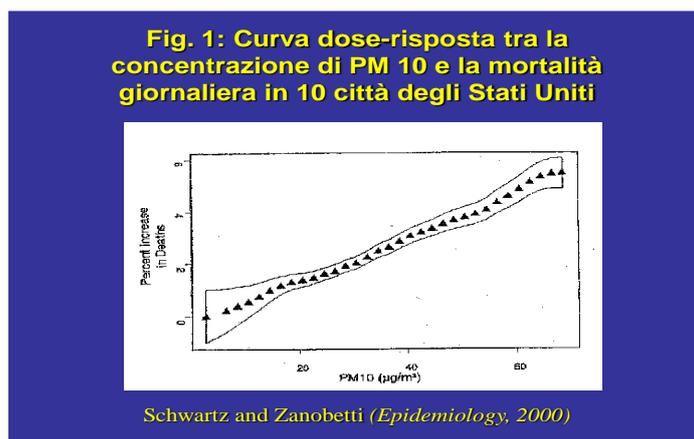
## 2) Significato dei valori soglia

La concentrazione degli inquinanti in aria viene spesso confrontata con valori stabiliti dallo Stato o da Organizzazioni Internazionali. Recentemente l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha rivisto le proprie linee guida indicando i valori per alcuni inquinanti da non superare, sia giornalmente sia come media annuale (Tabella 1, WHO 2021).

Da un punto di vista biologico le soglie non hanno nessun senso, anche perché ciascun individuo ha una propria soglia determinata dal suo stato generale di salute, ed una soglia che tutela una persona può essere invece insufficiente per un'altra.

A riprova che il concetto di soglia non ha alcun senso biologico, la fig. 4 mostra la relazione tra la concentrazione di PM<sub>10</sub> e l'entità degli effetti a breve termine sulla mortalità generale. Si può notare come la relazione sia quasi lineare, e che vi siano effetti anche a concentrazioni molto basse, sui 10-20 µg/m<sup>3</sup>. Se volessimo però leggere la situazione da un'altra prospettiva, questo grafico ci mostra che anche lievi miglioramenti nella concentrazione media del particolato, si rifletterebbero in un beneficio immediato in termini di decessi "risparmiati".

**Figura 4 - Relazione tra le concentrazioni di P10 e la mortalità giornaliera in 10 città degli Stati Uniti**



Il concetto di soglia è invece utile per indurre interventi quando la situazione sia critica. Sarebbe infatti inutile affermare che la media annuale debba essere di 20 µg/m<sup>3</sup> per il PM10 come indicata dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, 2021) (vd. anche tabella 1), senza prendere provvedimenti opportuni nei momenti in cui vi è il maggior contributo al carico complessivo dell'inquinante.

**Tabella 1 - Valori di qualità dell'aria secondo le più recenti linee guida della OMS**

Recommended 2021 AQG levels compared to 2005 air quality guidelines.

Pollutant	Averaging time	2005 AQGs	2021 AQG level
PM <sub>2.5</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Annual	10	5
	24-hour <sup>a</sup>	25	15
PM <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Annual	20	15
	24-hour <sup>a</sup>	50	45
O <sub>3</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Peak season <sup>b</sup>	–	60
	8-hour <sup>a</sup>	100	100
NO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Annual	40	10
	24-hour <sup>a</sup>	–	25
SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	24-hour <sup>a</sup>	20	40
CO, mg/m <sup>3</sup>	24-hour <sup>a</sup>	–	4

**MESSAGGIO:** Le soglie ed il numero dei superamenti di queste hanno solo il significato di fornire una immagine complessiva di quanto sia inquinata l'aria che respiriamo. Non hanno alcun significato biologico e vi sono effetti importanti sulla salute anche sotto tali concentrazioni. Il numero dei superamenti, invece, fornisce in modo tempestivo un indicatore della qualità dell'aria.

### 3) Effetti a lungo termine

Abbiamo visto al punto 1 come l'inquinamento agisca su tutta la popolazione esposta. Per valutare gli effetti a lungo termine è necessario condurre studi di lunga durata su popolazioni di ampie dimensioni. Nel 1993 fu pubblicato uno studio sugli abitanti di 6 città americane che dimostrò effetti importanti del particolato 2.5, anche tenendo conto del fumo di sigaretta, delle esposizioni lavorative e delle abitudini alimentari (Dockery et al, 1993). Nel 2002 fu pubblicato un grande studio basato sulla coorte della American Cancer Society che confermò i risultati dello studio sulle 6 città, dimostrando in particolare rischi aumentati in modo importante per la mortalità per cause "naturali", per cause cardiorespiratorie e per tumore del polmone (Figura 5). Anche in questo studio è stato tenuto conto per ciascuno dei 500.000 soggetti considerati, del fumo delle esposizioni lavorative e delle abitudini alimentari. Il rischio, cioè l'aumento di mortalità, sono espressi per ogni 10 ug/m<sup>3</sup> di PM<sub>2.5</sub> per esposizione a lungo termine (16 anni considerati). Per attribuire l'esposizione all'inquinamento è stata considerata la centrale di rilevamento più vicina a ciascun soggetto. Come atteso, l'esposizione a lungo termine ha effetti molto superiori agli effetti a breve termine. Se per un aumento di 10 ug/m<sup>3</sup> di PM<sub>2.5</sub> l'effetto a breve termine era dello 0.6 % per la mortalità "naturale", l'effetto a lungo termine è 10 volte tanto ed è stimato nello studio ACS nel 6% per ogni ug/m<sup>3</sup> di PM<sub>2.5</sub>.

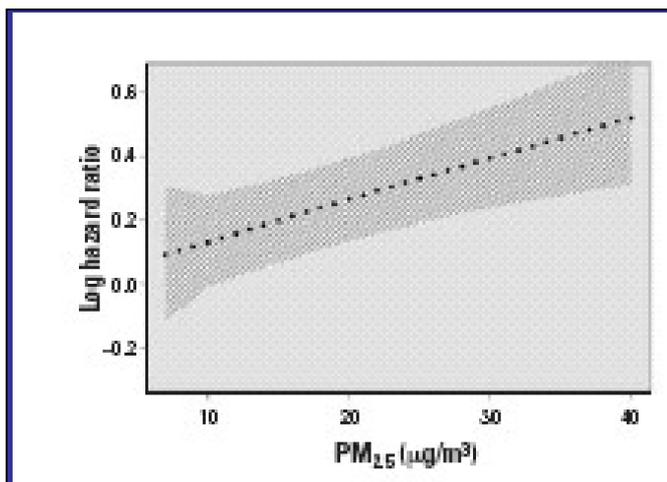
**Figura 5 - Effetti a lungo termine per 10 ug/m<sup>2</sup> di particolato 2.5 nella coorte della American Cancer Society**

Cause of Mortality	Adjusted RR (95% CI)*		
	1979-1983	1999-2000	Average
All-cause	1.04 (1.01-1.08)	1.06 (1.02-1.10)	1.06 (1.02-1.11)
Cardiopulmonary	1.06 (1.02-1.10)	1.08 (1.02-1.14)	1.09 (1.03-1.16)
Lung cancer	1.08 (1.01-1.16)	1.13 (1.04-1.22)	1.14 (1.04-1.23)
All other cause	1.01 (0.97-1.05)	1.01 (0.97-1.06)	1.01 (0.95-1.06)

\*Estimated and adjusted based on the baseline random-effects Cox proportional hazards model, controlling for age, sex, race, smoking, education, marital status, body mass, alcohol consumption, occupational exposure, and diet. CI indicates confidence interval.  
**C. Arden Pope III (JAMA, 2002 – Vol. 287, No. 9)**

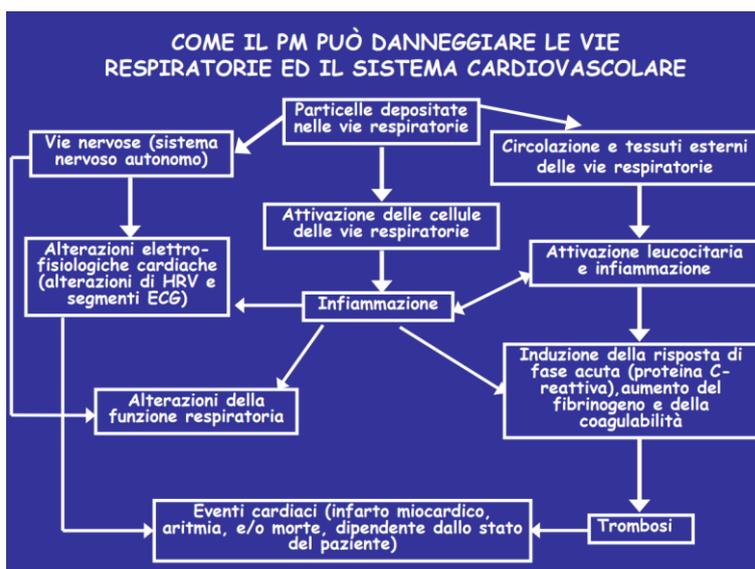
Anche per le esposizioni a lungo termine non vi è un livello di non effetto (soglia) come per gli effetti a breve termine (Fig. 6, relativa allo studio delle 6 città americane, Dockery et al, 1993).

Figura 6 - Relazione tra concentrazione di particolato e mortalità “naturale” a lungo termine



La plausibilità biologica degli effetti del particolato sull’apparato cardiovascolare e respiratorio è forte. La Fig. 7 rappresenta uno schema non esaustivo dei meccanismi con i quali il particolato può danneggiare la salute.

Figura 7 - Meccanismi alla base dell’azione del particolato sulla salute umana. Questo schema non esaurisce i possibili meccanismi d’azione.



**MESSAGGIO:** Gli effetti a lungo termine sono nettamente superiori agli effetti a breve termine, esiste una relazione di proporzionalità diretta tra livelli di inquinamento ed effetti sulla salute. Tutto questo deriva da studi a lungo termine su popolazioni di grandi dimensioni. I risultati hanno tenuto conto del fumo, delle esposizioni professionali e delle abitudini alimentari.

#### 4) Stime di impatto per la mortalità a lungo termine

L'Agenzia per l'Ambiente Europea (EEA, 2023) stima siano avvenute nel 2020 238.000 morti premature nell'Europa di 27 stati.

Una valutazione successiva agli studi che abbiamo citato, ha stimato che ogni 10 ug/m<sup>3</sup> in più di esposizione a lungo termine al PM<sub>2.5</sub> produce un aumento del rischio cioè della probabilità di decesso per cause "naturali", cioè per cause non violente, del 8% (EEA, 2023). Ricordiamo come il legame tra la concentrazione di particolato fine e la mortalità "naturale" sia lineare, cioè esiste una proporzionalità diretta tra i due, e che per il PM<sub>2.5</sub> non esista una soglia di non effetto.

Per valutare la mortalità dovuta all'inquinamento dell'aria espressa come PM<sub>2.5</sub>, ad esempio in una città come Milano, è necessario calcolare prima di tutto la differenza tra la media annuale dell'inquinante ed un valore "target", definito anche "controfattuale" per lo stesso inquinante. La media annuale di PM<sub>2.5</sub> per Milano è di 23 ug/m<sup>3</sup> (Legambiente 2023). Un appropriato valore "target" e quello delle Linee Guida della Organizzazione Mondiale della Sanità, riportato nella Tabella 1 e ricavato dallo stesso rapporto EEA (EEA, 2023) è di 5 ug/m<sup>3</sup> ed è quello che è stato anche utilizzato da EEA per stimare il numero di morti premature a livello europeo. Il calcolo dell'eccesso di rischio è allora:

$23$  (media annuale PM<sub>2.5</sub>) -  $5$  (valore target) =  $18$  ug/m<sup>3</sup> di eccesso cui corrisponde un eccesso di rischio di:  $18$  (eccesso di concentrazione) x  $8$  (eccesso di rischio per 10 ug/m<sup>3</sup>)/ $10$  =  $14.4$  (eccesso di rischio).

In termini di rischio relativo  $RR = 1.144$

La frazione attribuibile (RA, rischio attribuibile) del totale dei decessi sarà allora  $(RR-1)/RR$

Questa formula per il calcolo della frazione attribuibile è reperibile su tutti i testi di epidemiologia e vale =  $(1.144-1) / 1.144 = 12.6 \%$ .

Nel 2021 a Milano sono decedute 14.578 persone (URBISTAT).

Le morti premature stimate a Milano rispetto ad una media annuale di PM<sub>2.5</sub> di 5 ug/m<sup>3</sup> sono quindi  $14.578 \times 12.6 \% = 1837$ .

Il fatto che il legame tra il rischio ed i livelli di particolato sia lineare, ci consente di valutare altre ipotesi di riduzione di inquinamento. Ad esempio, se Milano raggiungesse i 10 ug/m<sup>3</sup> di media annuale per il PM<sub>2.5</sub> porterebbe ad un numero di morti premature pari a:

Eccesso di rischio:  $(23-10) \times 8\% / 10 = 10.4$   $RR = 1.104$   $RA = 9.4\%$  corrispondente a 1370 "morti premature".

Se con lo stesso metodo si vogliono stimare gli effetti di altri inquinanti oppure su altre patologie, la Tabella 2 (Tunesi et al. 2024) fornisce i valori delle funzioni concentrazione-risposta (FCR) ed anche i valori "controfattuali" rispetto ai quali fare il calcolo dei casi in eccesso.

**Tabella 2 - Valori di RR per alcuni inquinanti e di valori di riferimento rispetto ai quali stimare gli impatti sulla salute**

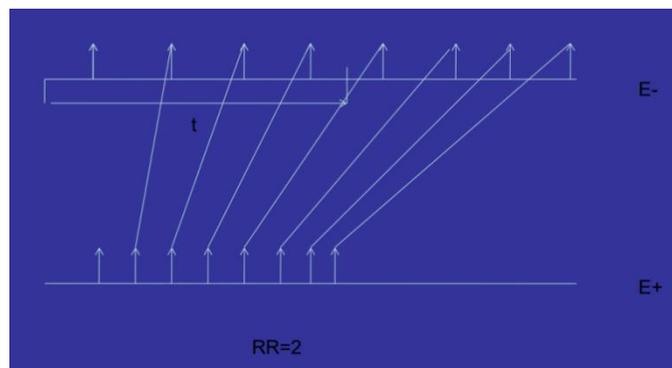
Pollutant	WHO Threshold (µg/m <sup>3</sup> )*	EU Threshold (µg/m <sup>3</sup> )	Event (ICD-10)	RR (95%CI) with 10 µg/m <sup>3</sup> increment
<b>WHO estimates</b>				
NO <sub>2</sub>	10	40	natural causes (A00-R99)	1.04 (1.01-1.06)
			cardiovascular causes (I00-I99)	1.04 (1.00-1.09)
			respiratory causes (J00-J99)	1.05 (1.00-1.09)
			lung cancer (C30-C39)	1.04 (1.01-1.07)
PM <sub>10</sub>	15	40	natural causes (A00-R99)	1.04 (1.03-1.06)
			cardiovascular causes (I00-I99)	1.06 (1.01-1.10)
			respiratory causes (J00-J99)	1.12 (1.06-1.19)
			lung cancer (C30-C39)	1.08 (1.04-1.13)
PM <sub>2.5</sub>	5	25	natural causes (A00-R99)	1.08 (1.06-1.09)
			cardiovascular causes (I00-I99)	1.11 (1.09-1.14)
			respiratory causes (J00-J99)	1.10 (1.03-1.18)
			lung cancer (C30-C39)	1.12 (1.07-1.16)

E' importante rilevare che a qualsiasi riduzione dell'inquinamento, inteso come media annuale, corrisponde una riduzione proporzionale degli effetti.

I superamenti dei limiti giornalieri (picchi) sono solo segnali che la situazione è critica e ciò si rifletterà sia nell'aumento della media annuale e quindi degli effetti. Infatti è l'azione a lungo termine dell'inquinamento atmosferico, espressa come media annuale, la responsabile dei maggiori danni. Per un approfondimento e per una ulteriore letteratura pertinente si veda (Crosignani, 2010).

Ma cosa significa "morti premature"? I 1837 decessi in più che avvengono nella città di Milano, che presenta un livello di PM2.5 di 23 ug/m3, rispetto ad un inquinamento dell'aria in accordo con le linee guida OMS (5 ug/m3), non hanno un nome e cognome, non sono identificabili. 1837 decessi in più rappresenta solo un diverso modo di rappresentare un rischio aumentato di decesso pari a 1.144. Il concetto di Frazione Attribuibile è un concetto del tutto fuorviante (Greenland, et al. 1988). Quello che accade è che ad un aumentato rischio (probabilità) di decesso corrisponde un aumento della frequenza di decessi, e questo avviene perchè diminuisce la lunghezza di vita. In altri termini, ed in maniera diversa da individuo a individuo, vi è una anticipazione del decesso ed un accorciamento della vita di ciascuno (Crosignani e Bai, 2018). **E' ragionevole supporre che ogni 10 ug/m3 in più di esposizione a lungo termine a PM2.5 accorcino la vita di almeno 8 mesi.** Lo schema di Fig. 8 è una rappresentazione grafica del concetto di anticipazione dell'evento.

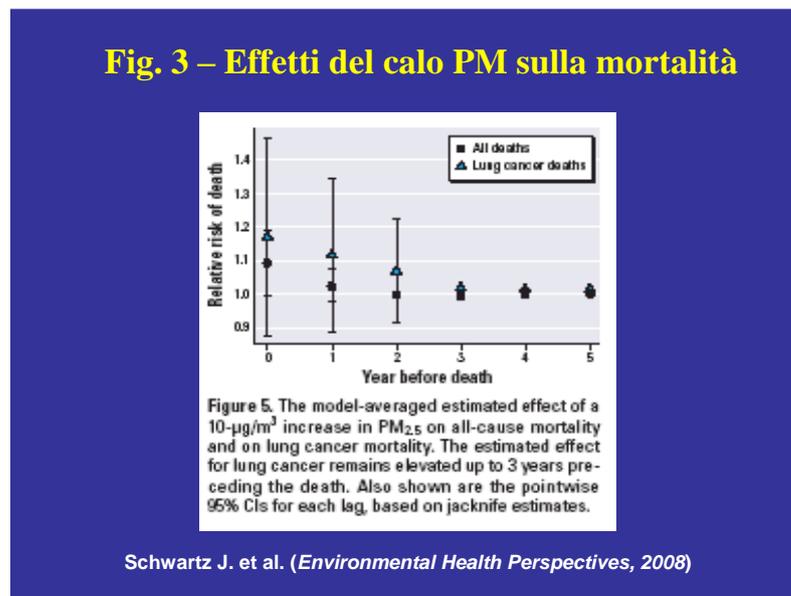
**Figura 8 - Rappresentazione grafica del fenomeno della anticipazione dell'evento**



**MESSAGGIO: L'azione a lungo termine dell'inquinamento comporta una diminuzione della speranza di vita per tutta la popolazione esposta.**

### 5) Cosa possiamo fare

Alcuni studi hanno indagato in modo approfondito, con l'ausilio di modelli matematici, il legame causale tra una riduzione nei livelli di esposizione e gli effetti sanitari osservati (Schwartz et al. 2008), evidenziando come i decessi attribuibili al particolato si riducano entro pochi anni dalla diminuzione dell'esposizione; ciò vale anche per patologie quali il tumore al polmone: **la diminuzione delle concentrazioni di PM2.5 comporta una diminuzione del rischio di mortalità per neoplasia polmonare già 3 anni dopo il momento in cui l'inquinamento è calato**; per la mortalità totale il calo è ancora più repentino. Tutto ciò fornisce importanti considerazioni anche dal punto di vista delle politiche ambientali: significa infatti che provvedimenti per la riduzione dei livelli di inquinamento possono riflettersi in benefici quasi immediati sulla salute della popolazione, anche sugli effetti a lungo termine che sono i più importanti. E' come se il fenomeno del peggioramento della salute dovuto all'inquinamento, che abbiamo rappresentato in Fig. 3 venisse rallentato.



**MESSAGGIO:** La riduzione dell'inquinamento comporta in tempi brevi un miglioramento della salute della popolazione ed una riduzione della mortalità e dei ricoveri per malattie cardiorespiratorie e per tumore del polmone. Tale vantaggio è proporzionale alla riduzione dei valori di inquinamento dell'aria.

### Bibliografia

- 1) Biggeri A, Bellini P, Terracini B. Meta-analysis of the Italian studies on short term effects of air pollution – MISA 1996-2002. *Epidemiol Prev* 2004;28(4-5) Suppl:4-100.
- 2) Crosignani P. Stima degli effetti della riduzione dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana. *Epidemiologia e Prevenzione* anno 34 (1-2) gennaio-aprile 2010
- 3) Crosignani P, Bai E. Valutare l'anticipazione dell'evento: un caso di studio. *Epidemiol Prev* 2018; 42 (5-6):344-350. doi: 10.19191/EP18.5-6.P344.103
- 4) Dockery DW, Arden Pope C, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, Ferris BG Jr, E. Speizer FE. An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities. *N Engl J Med* 1993;329:1753-1759 DOI: 10.1056/NEJM199312093292401
- 5) EEA. European Environment Agency. Health impacts of air pollution in Europe, 2021. Available from: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/air-pollution/eow-it-affects-our-health> (accesso 1 maggio 2024).
- 6) Greenland S. Relation of probability of causation to relative risk and doubling dose: a methodological error that has become a social problem. *Am J Public Health* 1999;89(8):1166-69
- 7) Pope A III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, Cardiopulmonary Mortality, and Long-term Exposure to Fine Particulate Air Pollution *JAMA*. 2002;287:1132-1141
- 8) Schwartz, J. Is There Harvesting in the Association of Airborne Particles with Daily Deaths and Hospital Admissions? *Epidemiology* 12(1):p 55-61, January 2001.
- 9) Schwartz J, Couli B, Laden F, Ryan L. The effect of dose and the association between airborne particles and survival. *Environ Health Perspect* 2008;116(1):64-69.

- 10) Tunesi S. Bergamaschi W. Russo AG. Estimated number of deaths attributable to NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, and PM<sub>2.5</sub> pollution in the Municipality of Milan in 2019 *Epidemiol Prev* 2024; 48 (1):In press. doi: 10.19191/EP24.1.A660.001
- 11) WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021. Table 3.26, Recommended 2021 AQG levels and 2005 air quality guidelines. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK574591/table/ch3.tab26/>



## Costi economici

*Celestino Panizza, Presidente ISDE Lombardia*

L'inquinamento atmosferico impone costi economici significativi alle società di tutto il mondo. Questi costi possono essere classificati in diverse dimensioni:

- **Costi sanitari:** l'inquinamento atmosferico è causa di varie malattie respiratorie e cardiovascolari, come asma, cancro ai polmoni e malattie cardiache e neurodegenerative. Il trattamento di queste condizioni comporta spese sanitarie sostanziali, comprese visite ospedaliere, farmaci e cure a lungo termine.

- **Mortalità prematura:** l'inquinamento atmosferico contribuisce a morti premature, riducendo l'aspettativa di vita e causando profondi impatti emotivi ed economici su famiglie e comunità. La perdita di individui produttivi influisce anche sulla produzione economica e sui guadagni potenziali.

- **Danno ambientale:** l'inquinamento atmosferico danneggia gli ecosistemi, portando a una riduzione dei rendimenti agricoli, alla perdita di biodiversità e a danni alle risorse naturali. Questi effetti hanno implicazioni economiche, tra cui una diminuzione della produttività delle colture, un aumento dei costi di trattamento delle acque e la perdita di servizi ecosistemici.

- **Perdita di produttività del lavoro:** le malattie causate o esacerbate dall'inquinamento atmosferico possono portare all'assenteismo e alla riduzione della produttività tra i lavoratori. Ciò si traduce in perdite economiche sia per il privato cittadino che per le imprese a causa della diminuzione della produzione e dell'efficienza.

- **Danni alla proprietà e costi di pulizia:** gli inquinanti atmosferici come il biossido di zolfo e gli ossidi di azoto possono corrodere edifici, monumenti e infrastrutture, rendendo necessarie costose riparazioni e manutenzioni. Inoltre, gli inquinanti come il particolato spesso si depositano sulle superfici, richiedendo frequenti interventi di pulizia, che comportano spese sia dirette che indirette.

- **Impatto sul turismo e sulle attività ricreative:** la scarsa qualità dell'aria può dissuadere i turisti dal visitare le aree colpite, con conseguenti perdite di entrate per le imprese che dipendono dal turismo e dalle attività ricreative. Le ridotte opportunità ricreative all'aperto influiscono anche sulle economie locali, in particolare nelle regioni fortemente dipendenti dal turismo all'aria aperta.

- **Costi di conformità normativa:** i governi implementano normative e standard per mitigare l'inquinamento atmosferico, che spesso comportano costi di conformità per industrie e imprese. Queste spese includono investimenti in tecnologie di controllo dell'inquinamento, apparecchiature di monitoraggio e procedure amministrative per soddisfare i requisiti normativi.

- **Costi di mitigazione del cambiamento climatico:** alcuni inquinanti atmosferici, come i gas serra, contribuiscono al cambiamento climatico, portando a costi economici aggiuntivi associati agli sforzi di adattamento e mitigazione. Questi costi includono investimenti in energie rinnovabili, aggiornamenti delle infrastrutture e misure di resilienza climatica.

La stima dei costi economici dell'inquinamento atmosferico in Europa può essere complessa e sfaccettata, poiché comporta la considerazione di vari fattori sopra elencati. Diversi studi hanno tentato di quantificare questi costi.

Lo studio "Costo economico dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico in Europa" dell'Alleanza europea per la sanità pubblica (EPHA) e dell'Alleanza per la salute e l'ambiente (HEAL) (Ottobre 2020),(1) ha stimato il costo economico (Box 1) degli impatti sulla salute derivanti dall'inquinamento atmosferico in Europa.

Secondo questo rapporto, il costo totale in Europa ammontava a circa 1.400 miliardi di euro all'anno, compresi i costi sanitari e le perdite di produttività.

**Box 1**

Il valore degli impatti dell'inquinamento atmosferico potrebbe essere descritto come "costi sociali". In termini economici, i costi sociali sono i costi privati sostenuti dagli individui direttamente coinvolti in una transazione insieme ai costi esterni sostenuti da terzi non direttamente coinvolti nella transazione. I costi sociali implicano che il benessere totale è inferiore in un'economia di mercato perché esistono vari fallimenti del mercato. L'inquinamento atmosferico è un esempio tradizionale di tale fallimento del mercato quando chi inquina non tiene conto dei costi che il suo inquinamento causa alla società. Un'altra causa tipica di fallimento del mercato è che alcuni beni, come la salute o la libertà, non possono essere acquistati sul mercato e che i diritti di proprietà non sono ben definiti.

I costi sociali sono costituiti da costi di mercato e da costi non di mercato. I costi di mercato equivalgono alle spese, i costi non di mercato sono impatti sul welfare che non comportano spese. Mentre alcuni impatti dell'inquinamento atmosferico comportano spese, come i ricoveri ospedalieri, la maggior parte degli impatti non comportano spese ma hanno comunque un profondo impatto sul benessere.

Le tabelle seguenti forniscono i risultati per alcune città italiane,

Italy (1)										
City	Total annual damage	Per capita damage	Damage as % of GDP	PM2.5 2018 (µg/m3/year)	PM10 2018 (µg/m3/year)	NO2 2018 (µg/m3/year)	O3 2018 (µg/m3/year)	Population (in year)	GDP per capita (PPP)	Foot-notes
Ancona	€ 117.2 mln	€ 1,161	4.1%	13.51	26.12	17.57	14.38	100926 (2011)	€ 28,000	
Asti	€ 101 mln	€ 1,367	4.9%	16.52	26.54	20.62	20.10	73885 (2011)	€ 28,000	abc
Avellino	€ 77.4 mln	€ 1,423	5.1%	16.54	34.64	22.73	23.49	54347 (2011)	€ 28,000	
Bari	€ 319.8 mln	€ 1,011	4.8%	15.48	24.06	25.53	13.26	316483 (2011)	€ 21,000	ac
Barletta	€ 99.1 mln	€ 1,055	3.8%	13.69	22.31	18.78	19.39	93921 (2011)	€ 28,000	
Bergamo	€ 217.8 mln	€ 1,891	5.9%	21.33	26.49	31.45	25.72	115213 (2011)	€ 32,000	ac
Bologna	€ 658.2 mln	€ 1,781	4.5%	16.32	20.62	22.29	15.93	369653 (2011)	€ 40,000	ac
Bolzano	€ 108 mln	€ 1,059	3.8%	11.12	17.86	35.87	13.37	101941 (2011)	€ 28,000	b
Brescia	€ 399.2 mln	€ 2,106	6.4%	22.90	33.98	30.49	29.30	189576 (2011)	€ 33,000	ac
Busto Arsizio	€ 106.6 mln	€ 1,342	4.8%	15.03	24.14	32.43	23.95	79463 (2011)	€ 28,000	b
Cagliari	€ 216.9 mln	€ 1,441	5.8%	18.82	30.14	28.41	2.11	150531 (2011)	€ 25,000	
Campobasso	€ 47.1 mln	€ 963	3.4%	10.40	16.70	30.06	11.50	48921 (2011)	€ 28,000	b
Catanzaro	€ 82.2 mln	€ 916	3.3%	10.48	21.35	16.06	21.55	89727 (2011)	€ 28,000	
Cosenza	€ 79.1 mln	€ 1,136	4.1%	12.75	22.79	24.92	16.26	69627 (2011)	€ 28,000	
Cremona	€ 132.3 mln	€ 1,890	6.8%	23.39	33.70	29.20	22.28	70003 (2011)	€ 28,000	ac
Ferrara	€ 191.9 mln	€ 1,444	5.2%	16.66	26.61	23.07	15.84	132880 (2011)	€ 28,000	ac
Forlì	€ 148.3 mln	€ 1,277	4.6%	15.84	22.16	19.03	18.66	116121 (2011)	€ 28,000	ac
Genova	€ 687.6 mln	€ 1,170	3.3%	10.35	16.03	23.01	23.65	587680 (2011)	€ 35,000	ac
La Spezia	€ 97.7 mln	€ 1,052	3.8%	12.12	18.57	19.89	13.33	92790 (2011)	€ 28,000	ac

Italy (2)										
City	Total annual damage	Per capita damage	Damage as % of GDP	PM2.5 2018 (µg/m3/year)	PM10 2018 (µg/m3/year)	NO2 2018 (µg/m3/year)	O3 2018 (µg/m3/year)	Population (in year)	GDP per capita (PPP)	Foot-notes
Latina	€ 117.6 mln	€ 999	3.6%	12.19	21.15	19.85	5.79	117731 (2011)	€ 28,000	ac
Lecce	€ 102.7 mln	€ 1,150	4.1%	12.72	23.54	23.05	24.46	89368 (2011)	€ 28,000	
Lecco	€ 59.1 mln	€ 1,268	4.5%	15.48	21.18	21.20	25.58	46583 (2011)	€ 28,000	ac
Messina	€ 202.7 mln	€ 831	4.6%	13.96	22.42	30.15	11.24	243846 (2011)	€ 18,000	b
Milano	€ 3498.9 mln	€ 2,843	6.0%	22.12	33.21	38.82	24.08	1230912 (2011)	€ 47,000	ac
Modena	€ 265.8 mln	€ 1,487	5.3%	17.78	28.58	26.38	22.24	178828 (2011)	€ 28,000	ac
Napoli	€ 812.7 mln	€ 844	4.4%	13.85	28.66	20.50	19.71	962661 (2011)	€ 19,000	ac
Novara	€ 145.6 mln	€ 1,426	5.1%	17.73	23.66	26.89	16.00	102105 (2011)	€ 28,000	ac
Padova	€ 508.1 mln	€ 2,455	7.2%	27.10	35.80	31.57	20.71	206936 (2011)	€ 34,000	ac
Palermo	€ 493.4 mln	€ 748	4.2%	10.60	28.19	34.51	11.28	659326 (2011)	€ 18,000	
Parma	€ 335.6 mln	€ 1,915	5.2%	18.80	28.15	23.48	21.52	175229 (2011)	€ 37,000	ac
Pavia	€ 128.1 mln	€ 1,868	6.7%	23.32	31.03	28.66	20.70	68546 (2011)	€ 28,000	ac
Perugia	€ 171.2 mln	€ 1,059	3.8%	14.10	21.18	9.16	9.17	161722 (2011)	€ 28,000	ac
Pesaro	€ 121.6 mln	€ 1,287	4.6%	15.82	26.08	18.67	10.60	94534 (2011)	€ 28,000	
Pescara	€ 141.5 mln	€ 1,203	4.3%	15.73	24.85	13.70	0.13	117631 (2011)	€ 28,000	
Piacenza	€ 162.2 mln	€ 1,622	5.8%	20.55	27.77	22.72	24.67	100023 (2011)	€ 28,000	ac
Pisa	€ 104.4 mln	€ 1,210	4.3%	14.67	22.11	17.38	14.20	86285 (2011)	€ 28,000	ac
Ravenna	€ 235.3 mln	€ 1,541	5.5%	19.49	26.39	20.39	20.66	152734 (2011)	€ 28,000	ac
Reggio di Calabria	€ 160.7 mln	€ 887	3.2%	10.63	21.14	18.34	3.55	181178 (2011)	€ 28,000	

Italy (3)										
City	Total annual damage	Per capita damage	Damage as % of GDP	PM2.5 2018 (µg/m3/year)	PM10 2018 (µg/m3/year)	NO2 2018 (µg/m3/year)	O3 2018 (µg/m3/year)	Population (in year)	GDP per capita (PPP)	Foot- notes
Reggio nell'Emilia	€ 288.6 mln	€ 1,786	5.1%	19.59	27.33	22.43	18.76	161615 (2011)	€ 35,000	ac
Rimini	€ 185.2 mln	€ 1,333	4.8%	16.59	23.81	19.97	21.16	138993 (2011)	€ 28,000	ac
Roma	€ 4144.3 mln	€ 1,589	4.3%	14.39	24.17	31.63	11.80	2608530 (2011)	€ 37,000	ac
Salerno	€ 131.8 mln	€ 992	3.5%	10.03	20.43	31.24	13.27	132847 (2011)	€ 28,000	
Sassari	€ 75.2 mln	€ 607	2.2%	5.45	20.89	12.21	8.05	123729 (2011)	€ 28,000	ac
Savona	€ 72.5 mln	€ 1,191	4.3%	14.50	18.28	15.48	23.46	60933 (2011)	€ 28,000	ac
Siracusa	€ 148 mln	€ 1,241	4.4%	16.56	26.59	16.91	1.89	119333 (2011)	€ 28,000	b
Taranto	€ 122 mln	€ 608	3.4%	10.68	19.71	8.79	20.52	200573 (2011)	€ 18,000	ac
Terni	€ 182.7 mln	€ 1,668	6.0%	21.82	30.61	15.64	20.99	109480 (2011)	€ 28,000	
Torino	€ 1815.4 mln	€ 2,076	6.5%	23.05	31.33	35.04	18.20	874320 (2011)	€ 32,000	ac
Trento	€ 137.7 mln	€ 1,211	4.3%	14.00	19.61	33.82	16.43	113736 (2011)	€ 28,000	ac
Treviso	€ 139.5 mln	€ 1,731	6.2%	21.20	31.83	29.10	20.46	80617 (2011)	€ 28,000	ac
Trieste	€ 232.9 mln	€ 1,148	4.1%	12.59	19.63	25.18	18.86	202878 (2011)	€ 28,000	
Udine	€ 127.1 mln	€ 1,292	4.6%	16.09	19.57	20.35	20.44	98318 (2011)	€ 28,000	ac
Varese	€ 124.2 mln	€ 1,555	5.6%	19.19	24.46	29.18	24.06	79902 (2011)	€ 28,000	
Venezia	€ 552.3 mln	€ 2,106	6.6%	23.89	31.42	27.73	20.36	262254 (2011)	€ 32,000	ac
Verona	€ 482.5 mln	€ 1,902	5.6%	20.55	28.97	24.27	23.01	253597 (2011)	€ 34,000	ac
Vicenza	€ 203.8 mln	€ 1,815	6.5%	23.66	32.17	27.59	18.00	112288 (2011)	€ 28,000	ac

Un altro studio dell'Agenzia europea per l'ambiente (AEA) intitolato [“Qualità dell'aria in Europa – rapporto 2019” \(2\)](#) fornisce approfondimenti sugli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla salute e sull'ambiente, sebbene non quantifichi direttamente i costi economici. Tuttavia, evidenzia il significativo onere sanitario associato all'inquinamento atmosferico, tra cui morti premature, malattie respiratorie e ridotta aspettativa di vita.

Secondo questo rapporto gli impatti economici dell'inquinamento atmosferico sulla salute, sui raccolti e sui rendimenti forestali, sugli ecosistemi, sul clima e sull'ambiente edificato comportano notevoli costi di mercato e non di mercato. I costi di mercato dell'inquinamento atmosferico comprendono una ridotta produttività del lavoro, spese sanitarie aggiuntive e perdite di rendimento delle colture e delle foreste.

I costi non di mercato sono quelli associati all'aumento della mortalità e della morbilità (malattie che causano dolore e sofferenza, per esempio), al degrado della qualità dell'aria e dell'acqua e di conseguenza alla salute degli ecosistemi, e al cambiamento climatico.

L'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) (2016) ha stimato che i costi totali dell'inquinamento atmosferico per la regione OCSE ammontavano a 1.280 dollari (circa 1.100 euro) pro capite per il 2015, corrispondenti a circa il 5% del reddito nel 2015. I costi non di mercato dell'inquinamento atmosferico ambientale ammontavano al 94 % dei costi totali nel 2015. (Box 2)

Uno studio (CE Delft, 2018a) ha stimato che i costi sociali totali dell'inquinamento atmosferico correlato al traffico stradale nell'UE28 nel 2016 erano equivalenti a 67-80 miliardi di euro a seconda dei fattori di emissione utilizzati. La quota dei veicoli diesel in questi costi ammonta all'83% (CE Delft, 2018a). Le missioni NOx rappresentavano la quota maggiore dei costi totali degli inquinanti atmosferici (65 %), seguite da quelle PM 2,5 (32%). Si stima che questi costi saranno ridotti in uno scenario di riduzione delle emissioni invariato a 19,5-25,6 miliardi di euro nel 2030, di cui 8,3-23,4 miliardi di euro dovrebbero essere legati alla salute.

## Box 2

### Le conseguenze economiche dei risultati sull'inquinamento dell'aria ambiente (esterna)

- Il previsto aumento delle concentrazioni di PM 2,5 e ozono avrà a sua volta effetti sostanziali sull'economia. Secondo i calcoli contenuti in questo rapporto, si prevede che i costi sanitari globali legati all'inquinamento atmosferico aumenteranno da 21 miliardi di dollari (utilizzando tassi di cambio costanti del 2010 e PPP) nel 2015 a 176 miliardi di dollari nel 2060. Si prevede che entro il 2060, il numero annuo di giorni lavorativi persi, che influiscono sulla produttività del lavoro, raggiungeranno i 3,7 miliardi (attualmente circa 1,2 miliardi) a livello globale.
- Si prevede che gli impatti sul mercato dell'inquinamento atmosferico ambientale, che includono impatti sulla produttività del lavoro, sulle spese sanitarie e sui raccolti agricoli, porteranno a costi economici globali che aumenteranno gradualmente fino all'1% del PIL globale entro il 2060.
- Le conseguenze più pericolose dell'inquinamento dell'aria esterna sono legate al numero di morti premature. Questo rapporto prevede un aumento del numero di morti premature dovute all'inquinamento dell'aria esterna da circa 3 milioni di persone nel 2010, in linea con le ultime stime sul carico globale delle malattie, a 6-9 milioni all'anno nel 2060. In regioni densamente popolate con alte concentrazioni di PM2,5 e ozono, in particolare Cina e India, e in regioni con popolazione che invecchia, come Cina ed Europa orientale.
- Si prevede che i costi annuali del welfare globale associati alle morti premature dovute all'inquinamento dell'aria esterna, calcolati utilizzando le stime della disponibilità individuale a pagare per ridurre il rischio di morte prematura, aumenteranno da 3 trilioni di dollari nel 2015 a 18-25 trilioni di dollari nel 2060. Inoltre, si prevede che i costi annuali del welfare globale associati al dolore e alla sofferenza dovuti alle malattie saranno di circa 2,2 trilioni di dollari entro il 2060, rispetto a circa 300 miliardi di dollari nel 2015, sulla base dei risultati di studi che valutano la disponibilità a pagare per ridurre i rischi per la salute.
- Le politiche per limitare le emissioni di inquinamento atmosferico porterebbero a un miglioramento della qualità dell'aria, ridurrebbero i rischi di impatti molto gravi sulla salute e, se adeguatamente attuate, genererebbero considerevoli co-benefici climatici.
- Le potenziali conseguenze economiche sia degli impatti di mercato che di quelli non di mercato dell'inquinamento dell'aria esterna sono molto significative e sottolineano la necessità di un'azione politica forte.
- Non esiste una ricetta valida per tutti per ridurre l'impatto dell'inquinamento atmosferico. Poiché sia le fonti delle emissioni di inquinanti atmosferici che le conseguenze economiche dell'inquinamento atmosferico sono distribuite in modo molto diseguale tra le diverse regioni, le politiche devono essere adattate alle specifiche circostanze locali. Tuttavia, l'attuazione di politiche, come l'incentivazione dell'adozione di tecnologie end-of-pipe, l'implementazione di standard di qualità dell'aria e la tariffazione delle emissioni, aiuterà sicuramente a evitare gli impatti peggiori dell'inquinamento dell'aria esterna.

<https://www.oecd.org/env/the-economic-consequences-of-outdoor-air-pollution-9789264257474-en.htm>

I benefici per la società derivanti da una riduzione costante e migliore dell'inquinamento atmosferico superano di gran lunga i relativi costi. Secondo le stime della Commissione Europea ([European Green Deal: Commission proposes rules for cleaner air and water](#))(3), i costi diretti annuali per conformarsi ai vari scenari strategici analizzati nell'ambito della valutazione d'impatto che accompagna la direttiva europea sul miglioramento della qualità dell'aria si collocano tra 3,3 e 7 miliardi di EUR, mentre il valore monetario dei benefici per la salute e l'ambiente si attesta tra 36 e 130 miliardi di EUR nel 2030, il che dimostra che i benefici della politica in materia di qualità dell'aria superano di gran lunga i costi della sua attuazione.

La proposta odierna contribuirà a ottenere un notevole miglioramento della qualità dell'aria in tutta Europa entro il 2030, portando a benefici annuali lordi stimati tra 42 miliardi di euro e fino a 121 miliardi di euro nel 2030, per meno di 6 miliardi di euro di costi all'anno.

Questi studi dimostrano il sostanziale onere economico che l'inquinamento atmosferico impone alle società europee. I politici spesso utilizzano tale ricerca per informare i processi decisionali volti a ridurre i livelli di inquinamento e mitigarne gli effetti negativi.

## I costi per la salute e l'ambiente derivanti dall'inquinamento atmosferico industriale in Europa.

L'aggiornamento del 2024 del briefing dell'EEA "I costi per la salute e l'ambiente derivanti dall'inquinamento atmosferico industriale in Europa" (4) presenta l'ultima valutazione delle tendenze delle esternalità dell'inquinamento atmosferico industriale di circa 10.000 grandi impianti in Europa, dal 2012 al 2021. Questi impianti comunicano i dati sulle emissioni e sui trasferimenti di sostanze inquinanti al [portale europeo delle emissioni industriali](#). Il portale contiene i dati relativi a circa 30.000 impianti industriali, di cui circa 10.000 riportano ogni anno le emissioni atmosferiche dagli inquinanti valutati in questo studio, mentre il resto riporta solo emissioni idriche e/o trasferimenti di rifiuti e inquinanti. (5)

I costi dell'inquinamento atmosferico causato dai più grandi impianti industriali d'Europa sono considerevoli, con una media compresa tra 268 e 428 miliardi di euro all'anno, secondo l'analisi dell'EEA. Nel 2021 tali costi corrispondevano a circa il 2% del PIL dell'UE. Solo l'uno per cento (107) degli impianti industriali più inquinanti – molti dei quali centrali elettriche a carbone – ha causato la metà dei danni totali. Nel 2021, i primi cinque Stati membri con strutture che hanno contribuito ai maggiori costi esterni sono stati Germania, Polonia, Italia, Francia e Spagna. Quando i costi sono confrontati con il PIL come indicatore della performance relativa per unità di produzione economica nazionale, i primi cinque paesi sono stati Bulgaria, Polonia, Estonia, Grecia e Cipro.

	Aziende	City	Country	VOLY_MEUR ▼
18	STABILIMENTO DI TARANTO	TARANTO	Italy	393
29	Sarlux srl	SARROCH	Italy	267
30	Sonatrach Raffineria Italiana-Raffineria di Augusta	AUGUSTA	Italy	264
48	Raffineria ISAB Impianti SUD	PRIOLO GARGALLO	Italy	164
56	RAFFINERIA DI SANNAZZARO DE' BURGONDI	SANNAZZARO DE' BURGONDI	Italy	148
62	Raffineria di Milazzo S.C.p.A.	MILAZZO	Italy	139
71	CABOT ITALIANA S.P.A.	RAVENNA	Italy	120
82	CENTRALE TERMOELETTRICA DI TARANTO	TARANTO	Italy	106
90	Centrale Fiume Santo	PORTO TORRES	Italy	102
104	RAFFINERIA SARPOM DI TRECATE	TRECATE	Italy	93
107	Centrale Termoelettrica "Federico II"	BRINDISI	Italy	87

(elaborazione Ambiente e non solo)

### Sitografia

- 1) Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport – October 2020  
<https://epha.org/wp-content/uploads/2020/10/final-health-costs-of-air-pollution-in-european-citiesand-the-linkage-with-transport.pdf>
- 2) Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport – October 2020, C City results per country - Italy  
<https://epha.org/wp-content/uploads/2020/10/final-health-costs-of-air-pollution-in-european-citiesand-the-linkage-with-transport.pdf>
- 3) European Green Deal: Commission proposes rules for cleaner air and water  
<https://epha.org/wp-content/uploads/2020/10/final-health-costs-of-air-pollution-in-european-cities-and-the-linkage-with-transport.pdf>
- 4) The costs to health and the environment from industrial air pollution in Europe – 2024 update  
<https://www.eea.europa.eu/publications/the-cost-to-health-and-the>
- 5) European Industrial Emissions Portal (accesso Marzo 2024) <https://industry.eea.europa.eu/>
- 6) <https://ambientenonsolo.com/i-costi-per-la-salute-e-lambiente-derivanti-dallinquinamento-atmosferico-industriale-in-europa>



# Fonti di inquinamento - Incenerimento industriale di rifiuti

Agostino Di Ciaula, Presidente Comitato Scientifico ISDE

## Indice

1. Emissioni in atmosfera da impianti di incenerimento di rifiuti
2. Emissioni da impianti di gassificazione e pirolisi
3. Possibili conseguenze sanitarie dell'inquinamento atmosferico da impianti di incenerimento di rifiuti
4. Bibliografia

### 1. Emissioni in atmosfera da impianti di incenerimento di rifiuti

L'incenerimento di rifiuti genera inquinanti gassosi (principalmente CO, CO<sub>2</sub>, acido cloridrico, ossidi di zolfo e d'azoto), particolato di diverse frazioni granulometriche (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub>, PM<sub>0,1</sub>), microinquinanti (principalmente PCB, diossine, furani, metalli pesanti, IPA).

Alle emissioni dirette vanno aggiunte le quote inquinanti derivate dalla formazione di particolato secondario (a valle dei camini) e quelle derivanti dal traffico veicolare in ingresso/uscita dall'impianto.

Il **particolato** è classificato dalla IARC come cancerogeno certo (classe 1A), oltre ad essere causa ben nota di numerose patologie acute e croniche non oncologiche. Gli impianti di incenerimento di rifiuti, anche se di nuova generazione, producono particolato con ridotta frazione granulometrica (inferiore a 2.5 µm) e nel range delle nanoparticelle (tra 1 e 999 nm) (1), che sono le più pericolose per la salute umana.

Nell'ambito dello studio "Monitor" le indagini condotte sulle emissioni dell'inceneritore di Bologna, uno degli impianti tecnologicamente più avanzati della regione Emilia-Romagna al momento dell'indagine, hanno dimostrato la presenza di "picchi emissivi", che: "paiono essere legati all'emissione di particelle di dimensioni, con diametro aerodinamico inferiore a 100 nm" -cioè 0,1 micron (PM<sub>0,1</sub>). Tale evidenza è stata successivamente confermata da studi che hanno dimostrato come la particelle ultrafini (granulometria inferiore a 100nm) rappresentino circa il 97% della concentrazione totale di particelle nelle linee di emissione degli inceneritori di rifiuti (2) e che un contributo importante sia legato alla formazione di **inquinanti secondari** a partire da precursori gassosi, ammonio e acqua(2). Un altro studio ha dimostrato che entro un km da un inceneritore di rifiuti la percentuale di massa di particelle ultrafini (PM<sub>0.2-2.5</sub>) ammonta al 72.9% della massa totale di particolato presente nell'area e che il tipo di metalli pesanti veicolati dalle particelle era più citotossico nel caso delle particelle ultrafini (che veicolavano soprattutto cadmio, piombo, nichel, sostanze cancerogene) rispetto alle particelle di granulometria maggiore. Nello stesso studio si valutava la citotossicità delle diverse frazioni granulometriche, dimostrando la maggiore pericolosità biologica per le particelle ultrafini (3). Il particolato ultrafine (nanometrico) ha una massa ridotta rispetto a quello micrometrico ma presenta un numero di molto superiore di particelle e, di conseguenza, una più elevata area reattiva complessiva (1). Le frazioni nanometriche di particolato sono quelle che comportano maggiori rischi per la salute umana (1), in quanto non sono trattate in maniera adeguata dai sistemi di filtraggio degli impianti né dai principali filtri dell'organismo (ad es. barriera polmonare, vascolare, intestinale, emato-encefalica, placentare) e, di conseguenza, possono spostarsi con la circolazione ematica raggiungendo qualunque distretto corporeo.

Le particelle di diametro inferiore a 100nm - 0.1 micron (PM<sub>0,1</sub>) causano effetti sulla salute umana indipendentemente dalle concentrazioni atmosferiche di PM<sub>10</sub> (4) e, pertanto, meritano di essere valutate in maniera specifica. Nonostante queste evidenze, la concentrazione delle polveri ultrafini non è regolamentata da alcuna normativa, pur rappresentando un grave e comprovato rischio per la salute umana (5-9). Il **particolato ultrafine** (UFP), per effetto degli agenti atmosferici, esercita inoltre effetti sanitari negativi in un raggio geografico notevolmente più ampio rispetto alle forme di particolato di granulometria maggiore (es. le PM<sub>10</sub> e le PM<sub>2.5</sub>).

È inoltre opportuno ricordare che non esiste una soglia minima sotto la quale il particolato sia innocuo per la salute umana (10) e, dunque, qualunque concentrazione atmosferica addizionale di particolato generato dagli impianti di combustione dei rifiuti, per quanto bassa possa essere, avrà effetti misurabili sulla

popolazione esposta, sia nel breve che nel lungo termine. È stato ampiamente documentato come gli effetti sanitari del particolato aumentino in misura proporzionale alla sua concentrazione atmosferica.

Tra i principali inquinanti gassosi prodotti dagli impianti di incenerimento di rifiuti, gli **NOx (ossidi di azoto)** rivestono particolare rilevanza in termini di rischio sanitario. Come per il particolato, non esiste un limite al di sotto del quale le concentrazioni atmosferiche di NOx siano ritenute innocue per la salute umana (11). Il rischio sanitario negli esposti è proporzionale alle concentrazioni atmosferiche (12,13) e le emissioni di questi inquinanti generano, nel breve termine, aumento di mortalità per tutte le cause e per cause cardio-respiratorie (14) e, nel lungo termine, tumore maligno del polmone (12,13). Il rischio di cancro del polmone è proporzionale alle concentrazioni atmosferiche di NOx (incremento del rischio del 3% per ogni incremento di 10 µg/m<sup>3</sup> delle concentrazioni atmosferiche di NOx) e di NO<sub>2</sub> (incremento del rischio del 4% per ogni incremento di 10 µg/m<sup>3</sup> delle concentrazioni atmosferiche di NO<sub>2</sub>) (12). È stato inoltre suggerito un possibile rapporto di causalità tra gli effetti a lungo termine delle emissioni di NOx e il cancro della mammella nelle donne esposte (15). Le emissioni di NOx degli impianti di incenerimento di rifiuti si sommano a quelle degli stessi inquinanti prodotte dal traffico veicolare, dal riscaldamento domestico e da altre fonti industriali inquinanti e contribuisce ad incrementare la formazione di ozono e altri inquinanti secondari. (16-20)

Oltre al particolato secondario, tra gli inquinanti secondari generati in seguito alle emissioni degli impianti industriali di incenerimento dei rifiuti (ma non direttamente emessi da essi) deve essere ricordato **l'ozono (O<sub>3</sub>)**, uno dei principali componenti dello smog fotochimico. Si forma per processi fotochimici dalla reazione della luce solare con inquinanti quali NOx, SO<sub>2</sub>, ossidi di carbonio (21) e composti organici volatili (22,23). L'ozono può causare problemi respiratori, scatena crisi asmatiche, riduce la funzione polmonare e causa patologie polmonari (24), compromette lo sviluppo dell'apparato respiratorio in età pediatrica (25). La concentrazione atmosferica di questo inquinante è persino stata messa recentemente in relazione all'insorgenza e alla frequenza degli attacchi di panico negli esposti (26). Alcuni studi condotti in Paesi europei hanno dimostrato che per ogni incremento di 10µg/m<sup>3</sup> nella concentrazione atmosferica di ozono si hanno incrementi significativi della mortalità giornaliera per tutte le cause, per cause respiratorie e cardiovascolari (studio APHEA 2) (27,28). L'esposizione a lungo termine di ozono può contribuire alla patogenesi del tumore maligno del polmone (29), induce una serie di alterazioni neurologiche (30) e aumenta il rischio di M. di Parkinson negli esposti (31). Infine, sia le concentrazioni di particolato che quelle di ozono sono in relazione con l'insorgenza di aborti spontanei, anche nel caso di concentrazioni atmosferiche al di sotto dei limiti di legge e particolarmente in aree urbane con insediamenti industriali (32).

Tra le emissioni in atmosfera degli impianti industriali di incenerimento di rifiuti particolare rilievo meritano i **composti organici clorurati (PCDD/F, PCB)**. Considerate le particolari caratteristiche tossicologiche di tali composti (persistenza nell'ambiente che, per alcuni congeneri può arrivare addirittura al secolo; accumulo nel suolo, trasferimento con la catena alimentare e con il latte materno, bioaccumulo), il rischio sanitario va considerato non in termini di emissioni normalizzate al m<sup>3</sup> ma in termini assoluti. È rilevante notare come il rischio di assunzione di diossine sia prevalentemente legato alla sua ingestione e che questa è resa possibile non solo in seguito a contaminazione di suoli e falde acquifere (con contaminazione secondaria della catena alimentare), ma anche a causa della contaminazione della polvere domestica. Evidenze pubblicate in letteratura internazionale e basate su una ampia coorte di soggetti hanno infatti dimostrato un incremento del rischio sanitario legato a concentrazioni critiche di PCDD/F nella polvere domestica di abitazioni localizzate entro 3-5 Km da impianti industriali che emettevano questi composti tossici (33).

Uno studio recente condotto nelle aree limitrofe all'inceneritore di Sant Adrià de Besòs (Catalogna, Spagna) ha dimostrato, esaminando un ampio intervallo temporale (20 anni) accumuli critici di PCDD/Fs nell'aria e in campioni di suolo, con rischio oncologico significativamente elevato per i residenti (34). Altri recenti studi condotti in Cina hanno dimostrato elevato bioaccumulo di PCDD/Fs nei residenti maggiormente esposti alle emissioni degli inceneritori di rifiuti, con possibili rischi sanitari (35-37).

Valutazioni simili riguardano i **metalli pesanti** e, in particolare, il cadmio, il nichel (cancerogeni) e il mercurio, potente neurotossico, pericoloso soprattutto durante il neuro-sviluppo infantile. Un recente studio nella città di Hangzhou (Cina) ha dimostrato che gli inceneritori di rifiuti sono tra i principali impianti industriali responsabili delle emissioni atmosferiche di piombo e Nichel (38). Per il piombo, come per gli altri

metalli pesanti, il rispetto dei limiti di legge non è in grado di tutelare adeguatamente l'età pediatrica. L'esposizione a piombo, infatti, come quella da mercurio, inizia durante la vita fetale (in utero) e comporta un accumulo progressivo e irreversibile nell'organismo.

Uno studio di biomonitoraggio eseguito su una coorte di bambini residenti in prossimità dei due inceneritori di Forlì ha dimostrato un maggiore accumulo di alcuni metalli (Ba, Mn, Cu, V) nelle unghie di soggetti esposti, confrontati con una popolazione controllo (39). Risultati simili sono stati raggiunti da uno studio condotto in residenti in prossimità di impianti di incenerimento in Cina, che ha dimostrato maggiori concentrazioni ematiche di Cr, Cd e Pb in bambini esposti e relazioni tra queste concentrazioni e alterazioni di tipo genotossico ed epigenetico (40).

Infine, l'incenerimento industriale di plastica sta emergendo come una delle principali sorgenti di rilascio di microplastiche nelle matrici ambientali (41-44). Microplastiche presenti nelle emissioni in atmosfera possono veicolare sostanze tossiche (es. metalli)(43). Le evidenze sulla produzione di microplastiche da parte degli impianti di incenerimento assumono particolare rilevanza alla luce delle numerose pubblicazioni scientifiche sui rischi ambientali e sanitari di questa ubiquitaria e crescente forma di inquinamento.

## 2. Emissioni da impianti di gassificazione e pirolisi

Gli impianti di pirolisi e gassificazione producono emissioni tossiche in atmosfera di gas acidi, diossine e furani, NO<sub>x</sub>, VOCs, metalli(45-49). In questi impianti, la presenza di insufficiente ossigeno causa la formazione di **idrocarburi policiclici aromatici** (IPA) (50-51), note sostanze cancerogene, in particolare durante le fasi di devolatilizzazione.

Uno studio recente su impianti di pirolisi dimostra che le concentrazioni di emissioni di IPA e **PCDD/F** sono proporzionali alle emissioni dell'impianto (rispettivamente: IPA 0,22-421 µgNm<sup>-3</sup>; PCDD/F ≤2,7 pgTEQ Nm<sup>-3</sup>), sono principalmente associate alle emissioni di particolato e, seppur inferiori alle soglie di incenerimento dei rifiuti dell'Unione Europea, i fattori di emissione variavano da 0,0002 a 78 mg/tonnellata di biochar per gli IPA e da 0,002 a 0,45 µgTEQ/tonnellata di biochar per PCDD/F(52). Le emissioni di PCDD/F dunque, seppur contenute, sono proporzionali al quantitativo di materiale trattato nell'impianto e continuano a generare timori per le caratteristiche di persistenza nell'ambiente e potenzialità di bioaccumulo e biomagnificazione.

Gli impianti di pirolisi e gassificazione di rifiuti producono **particolato fine**, con granulometria compresa tra 0.25-1.0 µm e 1.0-2.5 µm, in grado dunque raggiungere le basse vie respiratorie, dove possono depositarsi (53).

Dati disponibili in letteratura e derivanti dall'analisi delle emissioni di 15 impianti di pirolisi e gassificazione operativi in California, indicano emissioni variabili di particolato da parte di questi impianti, sino a concentrazioni di 18.2 mg/dscm@7%O<sub>2</sub> (49).

Questa osservazione è confermata da altre rilevazioni presenti in letteratura, che confermano l'emissione di quantità variabili di particolato in seguito a trattamento di rifiuti in impianti di pirolisi/gassificazione (45,47,54).

Riguardo alle emissioni di **CO<sub>2</sub>**, è stato descritto in base a precedenti esperienze che per ogni tonnellata di rifiuti, "il riciclaggio consenta un risparmio di CO<sub>2</sub> circa 7 volte maggiore rispetto al conferimento in discarica e circa 18 volte superiore rispetto agli impianti di gassificazione/pirolisi" (48).

### **3. Possibili conseguenze sanitarie dell'inquinamento atmosferico da impianti di incenerimento di rifiuti**

Sono disponibili in letteratura numerose pubblicazioni che hanno preso in esame le conseguenze ambientali e sanitarie di impianti di incenerimento di rifiuti operanti nel rispetto dei limiti emissivi e degli standard previsti dalle migliori tecnologie disponibili. Un'ampia revisione della letteratura scientifica sui rapporti tra emissioni degli inceneritori e insorgenza di malattie neoplastiche (55) è disponibile nella monografia "Progetto Ambiente Tumori" pubblicata dall'Associazione Italiana di Oncologia Medica nel 2011, alla quale si rimanda (56).

Una più recente revisione della letteratura su studi pubblicati tra il 2005 e il 2020 ha segnalato evidenze di rischio tra residenza in prossimità di inceneritori di rifiuti, alterazioni della gravidanza e rischio di mortalità (57).

Le emissioni degli impianti di incenerimento di rifiuti sono state messe in relazione, pur nel rispetto dei limiti emissivi, oltre che a tumori maligni (in prevalenza linfomi non-Hodgkin, sarcomi, tumori polmonari, neoplasie in età pediatrica (55) e ad aumentato rischio di tumori maligni (dello stomaco, colon, fegato e mammella nel sesso femminile (58), ad una serie di condizioni patologiche non neoplastiche, come le malattie respiratorie e cardiovascolari (59).

Uno studio retrospettivo condotto nel Lazio ha dimostrato una associazione significativa tra un'aumentata frequenza di malattie respiratorie nel sesso maschile e le emissioni di particolato degli inceneritori (60).

Uno studio condotto su adolescenti residenti in prossimità di due inceneritori ha mostrato elevate concentrazioni sieriche di piombo, cadmio, PCB e composti diossino-simili, che erano associate ad un ritardo nella maturazione sessuale e una disfunzione glomerulare e tubulare, proporzionale alle concentrazioni sieriche di piombo (61).

Uno studio condotto in Giappone su un ampio gruppo di bambini che frequentavano scuole situate a distanze diverse da impianti di incenerimento di rifiuti, ha mostrato un'aumentata frequenza di vertigini, cefalea, epigastralgia e astenia in quelli che frequentavano le scuole più vicine agli inceneritori (62).

Studi francesi hanno dimostrato un'aumentata frequenza di malformazioni dell'apparato urinario in nati da donne gravide esposte alle emissioni di diossine da inceneritori (63,64).

A livello nazionale lo studio Monitor ha dimostrato, tra le residenti in prossimità degli inceneritori, un'aumentata frequenza di nati pre-termine (dato coerente con precedenti studi in vitro sull'esposizione a diossine (65) e di aborti spontanei (66). L'associazione tra residenza in prossimità di un inceneritore di rifiuti e alterazioni della gravidanza (in particolare basso peso alla nascita) è stato più recentemente confermato da un ampio studio di coorte retrospettivo condotto a Shanghai (Cina) (67).

Uno studio effettuato sull'inceneritore di Vercelli (68) ha documentato incrementi di rischio per mortalità totale, escluse le cause accidentali, nella popolazione esposta (+20%). Anche per tutti i tumori maligni si evidenziano rischi più alti tra gli esposti rispetto ai non esposti (+60%), in particolare per il tumore del colon-retto (+400%) e del polmone (+180%). Altre cause di mortalità in eccesso riscontrate riguardano la depressione (+80%), l'ipertensione (+190%), le malattie ischemiche del cuore (+90%) e le bronco-pneumopatie cronico-ostruttive negli uomini (+50%). Dall'analisi dei ricoveri ospedalieri si confermano molti dei rischi emersi dall'analisi dei dati di mortalità: aumento dei ricoveri per il tumore del colon-retto (+35%), depressione (+10%), ipertensione arteriosa (+20%). Anche per le bronco-pneumopatie cronico-ostruttive i rischi crescono analogamente (+12%). Alcuni risultati sono significativamente aumentati solo nelle analisi di morbilità: rischio più alto di ricovero per diabete (+10%), per le malattie degenerative del sistema nervoso centrale (con il 10-20% di aumento del rischio). Rischi aumentati sono stati trovati anche per le patologie epatiche croniche e cirrosi (+30%).

Uno studio spagnolo ha mostrato un aumentato rischio di mortalità per cancro in residenti in prossimità di inceneritori di nuova generazione che rispettavano le direttive internazionali IPPC (69).

Uno studio condotto a Taiwan su residenti entro 3 Km da inceneritori costruiti in prossimità delle città da tecnici occidentali (inglesi e americani) rispettando i più recenti standard tecnologici e di controllo dei Paesi di provenienza dei tecnici, ha dimostrato un aumentato rischio di ritardo psicomotorio nei bambini entro i primi 3 anni di età (70).

È stato documentato un incremento significativo delle concentrazioni sieriche di PCB dopo due anni di esposizione alle emissioni di inceneritori di recente costruzione che utilizzavano le BAT (*Best Available Techniques*) (71).

È stato calcolato che, nella città di Seoul (anno 2007), quattro soli inquinanti (PM10, NO2, SO2, CO) emessi rispettando gli standard causavano lo 0.1% e 0.2% dell'intero ammontare delle malattie cardiovascolari e respiratorie, rispettivamente, per un totale di 297 persone/anno (72). Un altro recente studio condotto nella stessa area geografica ha dimostrato un aumentato rischio di ospedalizzazioni per asma nei residenti entro 2 Km da impianti di incenerimento (44).

Uno studio ha dimostrato la presenza di rischi sanitari in consumatori locali di prodotti vegetali coltivati nelle aree limitrofe ad un inceneritore di rifiuti (73).

Uno studio condotto in Italia su un'ampia coorte (85.559 soggetti) ha dimostrato un'associazione significativa tra le emissioni di particolato prodotte da un impianto di incenerimento di rifiuti, la mortalità per cancro del pancreas in entrambi i sessi e la mortalità per cancro mammario nel sesso femminile (74).

Uno studio prospettico condotto negli USA nell'ambito del Nurses' Health Study II (NHSII) ha dimostrato una relazione diretta tra l'esposizione a diossine emesse da impianti di incenerimento di rifiuti urbani e cancro della mammella in donne che risiedevano entro 5-10 Km dagli impianti (75).

Uno studio francese ha confrontato l'incidenza di tumori maligni nei residenti in prossimità dell'inceneritore di Nizza prima e dopo l'adozione della direttiva EU 2000/76/EC, con la quale si riducono i limiti di emissione delle diossine a 0.1 ng TEQ/m<sup>3</sup>. I risultati hanno mostrato che, nonostante una riduzione di incidenza rispetto al passato, l'incidenza di mieloma e di cancro del polmone restava comunque più alta nei soggetti esposti anche successivamente all'adozione della direttiva citata (76).

Osservazioni condotte su inceneritori di rifiuti urbani in Cina hanno anche suggerito la possibilità di un aumentato rischio microbiologico legato alle emissioni di questi impianti, anche in termini di diffusione di geni microbici di antibiotico-resistenza (77).

Uno studio di tipo ecologico condotto in Korea ha dimostrato, in residenti nelle aree esposte alla ricaduta di inquinanti prodotti da tre inceneritori di rifiuti, un incremento del rischio di cancro (in particolare della colecisti nel sesso maschile e del rene nel sesso femminile) rispetto ai non esposti (78).

Il recente studio di coorte residenziale ERAS2, condotto in Lazio, ha rivelato un aumento dei rischi di ospedalizzazione per malattie respiratorie (in particolare BPCO) tra i residenti nelle aree esposte in seguito all'attivazione di impianti di incenerimento di rifiuti, con un rischio più elevato nelle aree ad alta concentrazione stimata di PM10.

## Bibliografia

- 1) Johnson DR. Nanometer-sized emissions from municipal waste incinerators: A qualitative risk assessment. *J Hazard Mater.* 2016;320:67-79.
- 2) Ozgen S, Cernuschi S, Giugliano M. Factors governing particle number emissions in a waste-to-energy plant. *Waste management.* 2015;39:158-165.
- 3) Cao L, Zeng J, Liu K, Bao L, Li Y. Characterization and Cytotoxicity of PM<0.2, PM0.2-2.5 and PM2.5-10 around MSWI in Shanghai, China. *International journal of environmental research and public health.* 2015;12(5):5076-5089.
- 4) Ibaldo-Mullis A, Wichmann HE, Kreyling W, Peters A. Epidemiological evidence on health effects of ultrafine particles. *JAerosol Med.* 2002;15(2):189-201.
- 5) Donaldson K, Brown D, Clouter A, et al. The pulmonary toxicology of ultrafine particles. *JAerosol Med.* 2002;15(2):213-220.
- 6) Donaldson K, Seaton A. The Janus faces of nanoparticles. *JNanosciNanotechnol.* 2007;7(12):4607-4611.
- 7) Donaldson K, Tran L, Jimenez LA, et al. Combustion-derived nanoparticles: a review of their toxicology following inhalation exposure. *Part FibreToxicol.* 2005;2:10.
- 8) Duffin R, Mills NL, Donaldson K. Nanoparticles-a thoracic toxicology perspective. *Yonsei MedJ.* 2007;48(4):561-572.
- 9) Seaton A, MacNee W, Donaldson K, Godden D. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet.* 1995;345(8943):176-178.

- 10) Ware JH. Particulate air pollution and mortality--clearing the air. *N Engl J Med*. 2000;343(24):1798-1799.
- 11) Kraft M, Eikmann T, Kappos A, et al. The German view: effects of nitrogen dioxide on human health--derivation of health-related short-term and long-term values. *Int J Hyg Environ Health*. 2005;208(4):305-318.
- 12) Hamra GB, Laden F, Cohen AJ, Raaschou-Nielsen O, Brauer M, Loomis D. Lung Cancer and Exposure to Nitrogen Dioxide and Traffic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environ Health Perspect*. 2015.
- 13) Yang WS, Zhao H, Wang X, Deng Q, Fan WY, Wang L. An evidence-based assessment for the association between long-term exposure to outdoor air pollution and the risk of lung cancer. *European journal of cancer prevention : the official journal of the European Cancer Prevention Organisation*. 2015.
- 14) Heinrich J, Thiering E, Rzehak P, et al. Long-term exposure to NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> and all-cause and cause-specific mortality in a prospective cohort of women. *Occupational and environmental medicine*. 2013;70(3):179-186.
- 15) Chen F, Bina WF. Correlation of white female breast cancer incidence trends with nitrogen dioxide emission levels and motor vehicle density patterns. *Breast cancer research and treatment*. 2012;132(1):327-333.
- 16) Cassee FR, Boere AJ, Bos J, Fokkens PH, Dormans JA, van LH. Effects of diesel exhaust enriched concentrated PM<sub>2.5</sub> in ozone preexposed or monocrotaline-treated rats. *Inhal Toxicol*. 2002;14(7):721-743.
- 17) European Commission D-GfSr, Development. ExternE - Externalities of energy. Vol. 4, Oil & gas. 1995; <http://www.externe.info/oldvolumes/vol4.pdf>.
- 18) Grosjean D, Seinfeld JH. Parameterization of the formation potential of secondary organic aerosols. *Atmospheric Environment*. 1989;23:1733-1747.
- 19) Janssen NA, Schwartz J, Zanobetti A, Suh HH. Air conditioning and source-specific particles as modifiers of the effect of PM(10) on hospital admissions for heart and lung disease. *Environ Health Perspect*. 2002;110(1):43-49.
- 20) Laden F, Neas LM, Dockery DW, Schwartz J. Association of fine particulate matter from different sources with daily mortality in six U.S. cities. *Environ Health Perspect*. 2000;108(10):941-947.
- 21) Susaya J, Kim KH, Shon ZH, Brown RJ. Demonstration of long-term increases in tropospheric O<sub>3</sub> levels: causes and potential impacts. *Chemosphere*. 2013;92(11):1520-1528.
- 22) Zheng J, Shao M, Che W, et al. Speciated VOC emission inventory and spatial patterns of ozone formation potential in the Pearl River Delta, China. *Environmental science & technology*. 2009;43(22):8580-8586.
- 23) Bureau EC-EI. Best Available Techniques (BAT) Reference Document in the Large Volume Organic Chemical Industry. Seville, Spain: Institute for Prospective Technological Studies, Sustainable Production and Consumption Unit, European IPPC Bureau;2014.
- 24) Uysal N, Schapira RM. Effects of ozone on lung function and lung diseases. *Curr Opin Pulm Med*. 2003;9(2):144-150.
- 25) Hwang BF, Chen YH, Lin YT, Wu XT, Leo Lee Y. Relationship between exposure to fine particulates and ozone and reduced lung function in children. *Environmental research*. 2015;137:382-390.
- 26) Cho J, Choi YJ, Sohn J, et al. Ambient ozone concentration and emergency department visits for panic attacks. *J Psychiatr Res*. 2015;62:130-135.
- 27) Samoli E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. The temporal pattern of mortality responses to ambient ozone in the APHEA project. *Journal of epidemiology and community health*. 2009;63(12):960-966.
- 28) Gryparis A, Forsberg B, Katsouyanni K, et al. Acute effects of ozone on mortality from the "air pollution and health: a European approach" project. *Am J Respir Crit Care Med*. 2004;170(10):1080-1087.
- 29) Valavanidis A, Vlachogianni T, Fiotakis K, Loidas S. Pulmonary oxidative stress, inflammation and cancer: respirable particulate matter, fibrous dusts and ozone as major causes of lung carcinogenesis through reactive oxygen species mechanisms. *International journal of environmental research and public health*. 2013;10(9):3886-3907.
- 30) Martinez-Lazcano JC, Gonzalez-Guevara E, del Carmen Rubio M, et al. The effects of ozone exposure and associated injury mechanisms on the central nervous system. *Rev Neurosci*. 2013;24(3):337-352.

- 31) Kirrane EF, Bowman C, Davis JA, et al. Associations of Ozone and PM2.5 Concentrations With Parkinson's Disease Among Participants in the Agricultural Health Study. *Journal of occupational and environmental medicine*. 2015;57(5):509-517.
- 32) Di Ciaula A, Bilancia M. Relationships between mild PM10 and ozone urban air levels and spontaneous abortion: clues for primary prevention. *International journal of environmental health research*. 2015:1-16.
- 33) Deziel NC, Nuckols JR, Colt JS, et al. Determinants of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans in house dust samples from four areas of the United States. *Sci Total Environ*. 2012;433:516-522.
- 34) Domingo JL, Nadal M, Rovira J. Regulatory compliance of PCDD/F emissions by a municipal solid waste incinerator. A case study in Sant Adria de Besos, Catalonia, Spain. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*. 2024:1-7.
- 35) Liang M, Gao Y, Shen Y, Zhang X, Gu J, Ji G. Serum metabolism distribution in individuals exposed to dioxins: A case study of residents near the municipal solid waste incinerators in China. *Sci Total Environ*. 2024;947:174431.
- 36) Yu J, Chen C, Wang C, et al. Serum PCDD/F levels in metropolitan populations living near a municipal solid waste incinerator in Eastern China. *Chemosphere*. 2024;346:140549.
- 37) Zhang B, Guo M, Liang M, et al. PCDD/F and DL-PCB exposure among residents upwind and downwind of municipal solid waste incinerators and source identification. *Environ Pollut*. 2023;331(Pt 1):121840.
- 38) Li F, Zhang G, Jinxu Y, et al. Comprehensive source identification of heavy metals in atmospheric particulate matter in a megacity: A case study of Hangzhou. *J Environ Manage*. 2024;366:121747.
- 39) Di Ciaula A, Gentilini P, Diella G, Lopuzzo M, Ridolfi R. Biomonitoring of Metals in Children Living in an Urban Area and Close to Waste Incinerators. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(6).
- 40) Xu P, Chen Z, Chen Y, et al. Body burdens of heavy metals associated with epigenetic damage in children living in the vicinity of a municipal waste incinerator. *Chemosphere*. 2019;229:160-168.
- 41) Jin M, Sun M, Liu J, Dong C, Xue J. Influence of operating parameters on the yield of micro-plastics from plastics incineration. *Sci Total Environ*. 2024;912:169347.
- 42) Zhang L, Zhao W, Yan R, Yu X, Barcelo D, Sui Q. Microplastics in different municipal solid waste treatment and disposal systems: Do they pose environmental risks? *Water Res*. 2024;255:121443.
- 43) Shen M, Hu T, Huang W, et al. Can incineration completely eliminate plastic wastes? An investigation of microplastics and heavy metals in the bottom ash and fly ash from an incineration plant. *Sci Total Environ*. 2021;779:146528.
- 44) Bae HJ, Kang JE, Lim YR. Assessment of Relative Asthma Risk in Populations Living Near Incineration Facilities in Seoul, Korea. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(20).
- 45) Calaminus B, Stahlberg R. Continuous in-line gasification/vitrification process for thermal waste treatment: process technology and current status of projects. *Waste Manag*. 1998;18:547-556.
- 46) Giugliano M, Grosso M, Rigamonti L. Energy recovery from municipal waste: a case study for a middle-sized Italian district. *Waste Manag*. 2008;28(1):39-50.
- 47) Granatstein DL. Case study on waste-fuelled gasification project Greve in Chianti Italy. *Natural Resources Canada, CANMET energy Technology Centre (CETC)*. 2003.
- 48) The Tellus Institute in partnership with Cascadia Consulting G, Sound Resource M. Assessment of Materials Management Options for the Massachusetts Solid Waste Master Plan Review - Commissioned by the Massachusetts Department of Environmental Protection. 2008.
- 49) University of California R. Evaluation of emission from thermal conversion technologies processing municipal solid waste and biomass. 2009.
- 50) Nkansah MA, Christy AA, Barth T. The use of anthracene as a model compound in a comparative study of hydrous pyrolysis methods for industrial waste remediation. *Chemosphere*. 2011;84(4):403-408.
- 51) Shen M, Liu G, Yin H, Zhou L. Distribution, sources and health risk of PAHs in urban air-conditioning dust from Hefei, East China. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2020;194:110442.

- 52) Sormo E, Krahn KM, Flatabo GO, Hartnik T, Arp HPH, Cornelissen G. Distribution of PAHs, PCBs, and PCDD/Fs in products from full-scale relevant pyrolysis of diverse contaminated organic waste. *J Hazard Mater.* 2024;461:132546.
- 53) Yao Z, You S, Dai Y, Wang CH. Particulate emission from the gasification and pyrolysis of biomass: Concentration, size distributions, respiratory deposition-based control measure evaluation. *Environ Pollut.* 2018;242(Pt B):1108-1118.
- 54) Khoo HH. Life cycle impact assessment of various waste conversion technologies. *Waste Manag.* 2009;29(6):1892-1900.
- 55) Gentilini P, Gennaro V. Inceneritori. In: AIOM, ed. *Ambiente e Tumori.* Milano 2011:150-159.
- 56) (AIOM) AldOM. *Progetto Ambiente e Tumori.* AIOM; 2011.
- 57) Vinti G, Bauza V, Clasen T, et al. Municipal Solid Waste Management and Adverse Health Outcomes: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health.* 2021;18(8).
- 58) Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA, Forastiere F. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. *EnvironHealth.* 2011;10:22.
- 59) Kim YM, Kim JW, Lee HJ. Burden of disease attributable to air pollutants from municipal solid waste incinerators in Seoul, Korea: a source-specific approach for environmental burden of disease. *SciTotal Environ.* 2011;409(11):2019-2028.
- 60) Golini MN, Ancona C, Badaloni C, et al. [Morbidity in a population living close to urban waste incinerator plants in Lazio Region (Central Italy): a retrospective cohort study using a before-after design]. *Epidemiol Prev.* 2014;38(5):323-334.
- 61) Staessen JA, Nawrot T, Hond ED, et al. Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. *Lancet.* 2001;357(9269):1660-1669.
- 62) Miyake Y, Yura A, Misaki H, et al. Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan. *EurJEpidemiol.* 2005;20(12):1023-1029.
- 63) Cordier S, Chevrier C, Robert-Gnansia E, Lorente C, Brula P, Hours M. Risk of congenital anomalies in the vicinity of municipal solid waste incinerators. *OccupEnvironMed.* 2004;61(1):8-15.
- 64) Cordier S, Lehebel A, Amar E, et al. Maternal residence near municipal waste incinerators and the risk of urinary tract birth defects. *OccupEnvironMed.* 2010;67(7):493-499.
- 65) Ding T, McConaha M, Boyd KL, Osteen KG, Bruner-Tran KL. Developmental dioxin exposure of either parent is associated with an increased risk of preterm birth in adult mice. *Reproductive toxicology.* 2011;31(3):351-358.
- 66) Candela S, Bonvicini L, Ranzi A, et al. Exposure to emissions from municipal solid waste incinerators and miscarriages: a multisite study of the MONITER Project. *Environment international.* 2015;78:51-60.
- 67) Hao Y, Wu W, Fraser WD, Huang H. Association between residential proximity to municipal solid waste incinerator sites and birth outcomes in Shanghai: a retrospective cohort study of births during 2014-2018. *Int J Environ Health Res.* 2022;32(11):2460-2470.
- 68) Salerno C, Marciani P, Barasolo E, Fossale PG, Panella M, Palin LA. Exploration study on mortality trends in the territory surrounding an incineration plant of urban solid waste in the municipality of Vercelli (Piedmont, Italy) 1988-2009. *Ann Ig.* 2015;27(4):633-645.
- 69) Garcia-Perez J, Fernandez-Navarro P, Castello A, et al. Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste. *Environment international.* 2013;51:31-44.
- 70) Lung FW, Chiang TL, Lin SJ, Shu BC. Incinerator pollution and child development in the taiwan birth cohort study. *International journal of environmental research and public health.* 2013;10(6):2241-2257.
- 71) Zubero MB, Aurrekoetxea JJ, Ibarluzea JM, et al. Evolution of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in the general adult population living close to a MSW incinerator. *SciTotal Environ.* 2011;410-411:241-247.
- 72) Kim YM, Kim JW, Lee HJ. Burden of disease attributable to air pollutants from municipal solid waste incinerators in Seoul, Korea: a source-specific approach for environmental burden of disease. *The Science of the total environment.* 2011;409(11):2019-2028.

- 73) Pan W, Kang Y, Li N, et al. Bioaccessibility of heavy metals in vegetables and its association with the physicochemical characteristics. *Environmental science and pollution research international*. 2015.
- 74) Ancona C, Badaloni C, Mataloni F, et al. Mortality and morbidity in a population exposed to multiple sources of air pollution: A retrospective cohort study using air dispersion models. *Environmental research*. 2015;137:467-474.
- 75) VoPham T, Bertrand KA, Jones RR, et al. Dioxin exposure and breast cancer risk in a prospective cohort study. *Environmental research*. 2020;186:109516.
- 76) Marine Barjoan E, Doulet N, Chaarana A, et al. Cancer incidence in the vicinity of a waste incineration plant in the Nice area between 2005 and 2014. *Environ Res*. 2020;188:109681.
- 77) Li L, Wang Q, Bi W, et al. Municipal Solid Waste Treatment System Increases Ambient Airborne Bacteria and Antibiotic Resistance Genes. *Environmental science & technology*. 2020;54(7):3900-3908.
- 78) Choi KH, Lim H, Bae S, et al. Cancer risk in the residents of a town near three industrial waste incinerators in Korea: a retrospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2022;95(9):1829-1843.



## Fonti di inquinamento - Combustione legna e biomasse

Ferdinando Laghi, Vice Presidente ISDE Italia

### Premessa

I processi di combustione di origine antropica sono alla base dei cambiamenti climatici, per come ormai da anni indicato dalle più autorevoli Agenzie internazionali, prima tra tutte l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), organismo facente capo alle Nazioni Unite (ONU). È per questo motivo che l'obiettivo di contenere il rialzo della temperatura media sulla Terra deve tendere alla massima riduzione possibile di tutti i processi di combustione, quale che sia il combustibile adoperato, sia esso di derivazione da fonti fossili oppure di altra natura, come rifiuti o biomasse. Le combustioni, tuttavia, non determinano immissione in ambiente soltanto di gas climalteranti – l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è il più rappresentato, anche se non certo il più potente-, poiché, unitamente ad essi vengono rilasciati anche tutta una serie di inquinanti che variano in ragione della composizione dei materiali che vengono bruciati.

Focalizzando l'attenzione sulle biomasse, bisogna anzitutto sottolineare che con il termine biomassa si indicano prodotti di derivazione diversa: animale-la zoomassa, vegetale - la fitomassa - e microbica; ma sono tutte comunque variamente utilizzabili, e utilizzate, per la produzione di energia - elettrica o termica- mediante processi di combustione. Dal punto di vista fisico le biomasse possono essere liquide e solide e vi è, inoltre, la possibilità di ottenere anche combustibili allo stato gassoso (syngas), attraverso processi di digestione microbica di rifiuti.

L'utilizzo di biomasse nella produzione di energia può poi essere effettuato in ambito casalingo – stufe, caldaie, camini o termocamini, a legna, a pellet, a nocciolino- ovvero in impianti industriali, come le centrali a biomasse o i grossi impianti a biogas prodotto attraverso la tecnica della Digestione Anaerobica (DA) dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU).

Nel 2022 il consumo **nazionale lordo** di energia elettrica è stato pari a 325.046 GWh, di cui il 56,9% da fonti tradizionali, il 30,9% da fonti rinnovabili e il 13,2% da saldo estero. Il 5,4% tra le fonti rinnovabili è derivato dalle bioenergie (fonte: Terna).

In questo scritto si tratterà delle biomasse solide legnose e di quelle derivanti dalla frazione umida dei rifiuti solidi urbani.

### Biomasse legnose ad uso energetico

La maggior quota percentuale di biomasse origina dall'utilizzo di prodotti vegetali di diversa derivazione – sfalci di potatura, residui di falegnameria o di altre lavorazioni, come noccioli, paglia - ma soprattutto da tagli boschivo-forestali.

Secondo l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC, 2022), la superficie forestale nazionale totale ammonta a 11.054.458 ettari. Di questi, 8.956.787 ettari sono costituiti da boschi (cioè popolamenti forestali con alberi alti più di 5m) mentre gli altri 2.097.671 ettari costituiscono le cosiddette "Altre terre boscate", ossia popolamenti di altezza inferiore a 5 m, date prevalentemente da macchia mediterranea, arbusteti e boschi di neoformazione.

Nel periodo 2016-2018, rispetto al 2011-2015, la superficie forestale utilizzata è cresciuta, nel nostro Paese, mediamente del 49%, con un incremento della perdita di biomassa del 69%. **La situazione dell'Italia è una delle peggiori in Europa, perché le utilizzazioni forestali dal 2004 al 2018 sono aumentate del 70% circa.** Inoltre, è estremamente preoccupante il dato relativo alla superficie media delle aree utilizzate che in Europa aumenta del 34% nel periodo 2016-2018, rispetto al 2004-2015, mentre **nel nostro Paese l'incremento è stato del 125%**, secondo solo a quello del Portogallo (214%). Le tagliate (termine tecnico) di dimensioni medie, inferiori a mezzo ettaro, scompaiono, quelle comprese tra mezzo ettaro e due ettari, una volta pari a circa il 50% del totale, si dimezzano e quelle superiori a 10 ettari raggiungono il 25% del totale.

Che vi sia una correlazione tra aumento dei prelievi legnosi (di origine agricola e forestale) e utilizzo delle biomasse legnose a scopo energetico appare evidente: in quindici anni la produzione di biomasse per la produzione di energia è passata da 5 a 40 milioni di tonnellate/anno. Quelle forestali, più in particolare, da 2 a oltre 6 milioni di tonnellate/anno.

Il Testo Unico in materia di Foreste e Filiere forestali (TUFF, D.LGS.34/2018), di fatto favorisce soprattutto il governo a ceduo dei boschi (a discapito dei boschi d'alto fusto o fustaie) e, quindi, le utilizzazioni forestali a scopo energetico. Questo è una delle ragioni del continuo aumento di prelievi di biomasse da ardere dal nostro patrimonio boschivo.

**Il 27 febbraio 2024 il Parlamento Europeo ha finalmente approvato la “Nature Restoration Law”, la legge che prevede il ripristino del 20% degli ecosistemi terrestri e marini degradati, entro il 2030, nonché il 100 % di tutti gli ecosistemi che necessitano di essere ripristinati entro il 2050, ponendo così il problema della necessità di restaurare gli ambienti terrestri e marini progressivamente degradati, compresi i danneggiamenti provocati dai prelievi di biomasse per produzione energetica.**

Come già detto in precedenza, tutte le combustioni determinano immissione in ambiente di gas climalteranti, in particolare CO<sub>2</sub>, ma anche di agenti inquinanti, dannosi per la salute. Si tratta di sostanze che, per le loro dimensioni non possono essere “intercettate” dagli odierni sistemi di filtrazione/depurazione. La componente più pericolosa è rappresentata dal particolato (PM) di minori dimensioni, cioè le cosiddette micro e nano-polveri, la cui nocività è direttamente proporzionale al loro numero e inversamente proporzionale alla grandezza delle singole particelle. In base alle sue dimensioni, il particolato può essere classificato in grossolano – diametro compreso tra i 2,5 e i 10 µm-, fine – diametro compreso tra i 2,5 e 0,1 µm - e ultrafine – diametro inferiore a 0,1 µm. La quota di maggiore diametro viene intercettata a livello delle alte vie respiratorie dal muco ivi presente e poi ricondotta all'esterno dall'attività delle cellule ciliate. Il particolato di minori dimensioni invece riesce a giungere fino agli alveoli polmonari e da qui attraversando la barriera alveolo-capillare -in quanto tale o veicolato dai macrofagi alveolari- entra così nel torrente circolatorio dove svolge attività pro-trombotica, cui segue un'azione pro-infiammatoria negli organi dove va a depositarsi. È importante sottolineare come l'azione flogistica del particolato sia propria delle particelle derivanti dai processi di combustione che, oltre ad essere direttamente patogene, fungono normalmente anche da “carrier”, trasportando altri agenti dannosi per la salute umana, come ad esempio metalli pesanti o composti organici solubili, che ne potenziano la pericolosità. Ciò diversamente dal particolato “naturale”, come quello ad esempio che si forma per la polverizzazione della crosta terrestre, che è assai meno o per nulla pericoloso per la salute.

I rischi per la salute costituiti dalle “polveri sottili” sono da tempo ben noti ed hanno portato ad un progressivo adeguamento della normativa europea al riguardo, secondo quanto suggerito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), anche se il completo allineamento ai valori suggeriti dall'OMS (i nuovi limiti fissati nel settembre 2021 per i PM2.5 prevedono una soglia annuale dimezzata a 5 µg/m<sup>3</sup> mentre il limite sulle 24 ore scende da 25 a 15 µg/m<sup>3</sup> e per i PM10 il limite annuale passa da 20 a 15 µg/m<sup>3</sup>) è stato previsto solo per il 2035.

Ma se il particolato è l'elemento di maggior rischio derivante dai processi di combustione, esso non è certamente l'unico. Nel caso della combustione delle biomasse, infatti, vengono ad essere immessi in atmosfera idrocarburi policiclici aromatici (IPA), metalli pesanti (cadmio, cromo, mercurio, piombo, rame), Composti Organici Volatili (VOC). Ugualmente tossiche sono le ceneri che residuano dal processo di incenerimento.

Il sostegno economico, attraverso incentivi pubblici, all'uso delle biomasse legnose, in quanto considerate fonti energetiche rinnovabili, alternative a quelle fossili, rappresenta un ossimoro concettuale oltre che una evidente fonte di speculazione che va a depauperare un Bene Comune rappresentato da boschi e foreste, nonché a contribuire al peggioramento di quei processi – cambiamenti climatici e inquinamento atmosferico- che si vorrebbero antagonizzare. Infatti è **il processo di combustione in sé a incidere negativamente sulla produzione di gas climalteranti, prescindendo dalla natura del combustibile, sia esso fonte fossile o biomassa di vario tipo.** Il concetto stesso di fonte rinnovabile, inoltre, non è applicabile alle biomasse legnose di derivazione boschivo-forestale. Infatti, rinnovabili possono essere definite quelle fonti che si reintegrano nello stesso momento in cui vengono utilizzate: l'energia solare, quella eolica, quella delle maree o quella derivante dalla geotermia. La ricrescita di un albero d'alto fusto bruciato richiede dei tempi che non permettono di inserirlo tra le fonti rinnovabili, né la sua sostituzione con essenze giovani determina gli stessi benefici persi con la combustione dell'albero adulto, quali l'assorbimento della CO<sub>2</sub> e di altri inquinanti, la produzione di ossigeno e altri numerosi vantaggi per la salute umana e del pianeta che ci

ospita. Ugualmente priva di fondamento è la presunta *carbon neutrality* delle biomasse legnose, l'idea cioè che l'anidride carbonica liberata dalla combustione di un albero sarebbe "compensata" dalla medesima quantità assorbita dallo stesso durante il suo ciclo di vita. A prescindere dai tempi di assorbimento e di immissione, completamente diversi -lentissimi i primi, immediati i secondi- nel bilancio complessivo della CO<sub>2</sub> bisogna tener conto – e dunque aggiungere- quella prodotta durante le fasi di estrazione – taglio degli alberi- e di trasporto, spesso da luoghi remoti del pianeta, fino al punto di utilizzo. Infine, ma non certo da ultimo, la intrinseca "povertà" del legno come fonte energetica (con un rendimento attorno al 25%), consente al segmento produttivo delle centrali a biomasse di poter operare soltanto in virtù degli incentivi pubblici, senza i quali verrebbe meno la motivazione economica della loro esistenza. Ed è paradossale che si investano ingenti risorse economiche comuni, ben diversamente utilizzabili, per ottenere – di fatto - un aumento dei fattori di rischio per la salute umana. Per dare un'idea del livello di incentivazione economica, con denaro pubblico, a sostegno delle centrali a biomasse, basti pensare, a mo' di esempio, ai dati forniti da ENEL circa la centrale a biomasse del Mercure (attualmente di proprietà Sorgenia). Una centrale con una potenza di 41 MW elettrici lordi -36 MWe netti-, che sorge nel cuore del Parco Nazionale del Pollino, tra Calabria e Basilicata, e che nel suo primo anno di attività (gennaio-dicembre 2016), bruciando 340.000 tonnellate di cippato di legno vergine, ha generato utili per 49 milioni di euro, di cui solo 10 milioni da produzione energetica e ben 39 milioni da incentivi pubblici.

Ancora un aspetto che riguarda le centrali a biomasse e, concomitantemente, i rischi per la salute delle popolazioni, riguarda l'ormai generalizzata aggressione al verde urbano su tutto il territorio italiano. Si passa infatti dalla capitozzatura, pratica aggressiva e demolitiva, non ascrivibile in alcun caso a tecnica di potatura degli alberi -che vengono in pratica totalmente privati della chioma, con danni gravi, culminanti talvolta con la morte della pianta-, al taglio vero e proprio di alberi, con giustificazioni le più diverse. Uno dei motivi di queste attività, che priva i cittadini di un presidio di salute fondamentale all'interno delle città, è rappresentato proprio dalla fornitura di legname alle centrali a biomasse.

Esula, infine, dal trattamento in questa sede, ma richiede comunque di essere ricordato, il fatto che la filiera internazionale e nazionale delle biomasse forestali è oggetto di preoccupanti e ben comprovate infiltrazioni da parte della criminalità organizzata, i cui interessi sono, tra le altre cose, alla base di parte degli incendi boschivi dolosi che puntualmente si verificano, soprattutto nella stagione estiva, in tutta Italia.

I processi descritti per le combustioni nelle grandi centrali termoelettriche, si ritrovano, seppur in scala assai più ridotta, anche per quelle domestiche – camini aperti, bracieri, caldaie a pellet, o fiamme libere in genere – che presentano analoghi rischi di salute per chi vi si espone.

La diffusione di stufe a pellet impone di sottolineare come questo particolare tipo di combustibile legnoso possa anche comportare eventuali rischi di salute aggiuntivi, in relazione alle zone di provenienza del legname e, in aggiunta, ad eventuali prodotti chimici – collanti- in esso contenuti.

### **Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano (FORSU)**

Circa il 35% dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU), oltre 28 milioni di tonnellate l'anno, è rappresentato da resti organici, il cosiddetto umido o scarti di cucina. Il loro smaltimento dovrebbe essere effettuato secondo le priorità indicate dall'Unione Europea (UE) - che promuove fortemente il concetto di "economia circolare" - le quali prevedono che il recupero di materia sia prioritario rispetto a quello di altro tipo, compreso quello di energia.

Il compostaggio aerobico tradizionale, domestico e/o per piccoli o piccolissimi ambiti è dunque la scelta più opportuna e consigliata per lo smaltimento di questa frazione dei RSU.

Con questa metodica è possibile eliminare una quota importante dei RSU e nello stesso tempo ottenere ammendante agricolo di qualità che può essere utilizzato per restituire ai suoli il carbonio necessario ad antagonizzare i processi di desertificazione che i cambiamenti climatici hanno di molto accelerato.

Tuttavia, anche in questo caso, gli incentivi economici, legati alle produzioni energetiche alternative alle fonti fossili, hanno orientato in misura progressivamente maggiore lo smaltimento della FORSU verso una differente tecnologia, quella della Digestione Anaerobica (DA), finalizzata prioritariamente alla produzione di energia attraverso la combustione e solo secondariamente alla produzione di compost, cosa, quest'ultima, di assai difficile realizzazione con questa metodica. Quello che, infatti, normalmente esita da

questo sistema di smaltimento, non è ammendante agricolo, bensì una sostanza denominata FOS, cioè Frazione Organica Stabilizzata, utilizzabile solo per la copertura delle discariche o essa stessa destinata alla discarica. Questo perché, per alimentare i digestori, le quantità in gioco sono normalmente assai rilevanti e non consentono quella selezione a monte e quei controlli che garantiscano una qualità del materiale esente da “impurità” tali da comprometterne l’utilizzo su terreni agricoli.

Lo scopo praticamente unico della DA è invece quello di produrre syngas che viene successivamente depurato e trasformato in biogas-biometano e utilizzato per la produzione di energia attraverso combustione che avviene o sul luogo di produzione oppure a distanza, attraverso l’immissione nella rete metanifera. In entrambi i casi, si ritorna alla produzione di energia attraverso un processo di combustione – nel caso specifico di un gas analogo a quello derivante dai giacimenti fossili- con tutte le controindicazioni per la salute, dirette ed indirette, già viste nel caso delle combustioni delle biomasse legnose

### Qualche consiglio

1. Cercare di isolare la casa per evitare eccessivo riscaldamento/raffreddamento degli ambienti, programmando il termostato, d’inverno, alla temperatura più bassa possibile.
2. Per la climatizzazione domestica preferire, ove possibile, fonti energetiche realmente rinnovabili (solare, mini/micro eolico) in sostituzione, oppure a integrazione delle fonti che utilizzano processi di combustione.
3. Sconsigliato l’uso domestico di fiamme libere o combustioni non confinate (fornelli, camini, bracieri, caldaie interne alle abitazioni). Da preferire, ove possibile, piastre elettriche a induzione per cucinare, termocamini, caldaie a gas/pellet esterne.
4. In caso di utilizzo di pellet, evitare quello contenente collanti o di incerta provenienza.
5. In caso di utilizzo di legna da ardere, evitare legno trattato con sostanze chimiche o proveniente da aree sottoposte a trattamenti con fitofarmaci.
6. In ambito urbano, sostenere/promuovere iniziative di contrasto alle capitozzature e al taglio non motivato di alberi, facenti parte del patrimonio verde della città.
7. Sostenere/promuovere iniziative, anche legislative, per potenziare e ampliare le aree di verde urbano.
8. Sostenere/promuovere iniziative di contrasto alle centrali a biomasse e allo smaltimento della Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU) tramite la Digestione Anaerobica (DA).
9. Attuare il compostaggio domestico dell’umido e promuovere/sostenere analoghe iniziative per piccoli o piccolissimi ambiti (condomini, piccole comunità), anche attraverso richiesta di incentivazioni economiche che i Comuni dovrebbero riconoscere a chi adotta questa pratica.

### Bibliografia

- 1) <https://www.raiplay.it/video/2022/07/Spotlight-Laffare-dei-tagli-boschivi-Il-prezzo-dellenergia-da-biomasse-legnose-d21d553b-0e4a-4716-93c7-d932798d8226.html>
- 2) <https://www.rainews.it/video/2022/10/spotlive-biomasse-a7079015-148e-4d7c-aeb4-87dcfb3d5308.html>
- 3) Bartolomeo Schirone: “L’impatto sulle foreste”, in: “La Strategia di bioeconomia è sostenibile? Territori, impatti, scenari”. Margherita Ciervo (a cura di). Società dei Territorialisti Edizioni. ISBN: 978-88-945059-4-8 Nov 2022
- 4) ISDE-Italia <https://www.isde.it/wp-content/uploads/2014/02/2015-02-Position-Paper-FORSU-finale.pdf>
- 5) Air Pollution and Covid-19: The Role of Particulate Matter in the Spread and Increase of Covid-19's Morbidity and Mortality. Comunian S. et al. Int J Environ Res Public Health. 2020 Jun 22;17(12):4487. doi: 10.3390/ijerph17124487

## Fonti di inquinamento - Allevamenti intensivi

*Eva Rigonat, già veterinario pubblico, Comitato Scientifico ISDE e ReCaER (Rete emergenza climatica e ambientale Emilia-Romagna)*

*Daria Scarciglia, avvocato del Foro di Modena, esperta in legislazione veterinaria, diritto sanitario e ambientale, ISDE Modena*

### **Gli allevamenti inquinano aria, suolo e terra**

Ad affermarlo sono ormai molte Agenzie specializzate delle Nazioni Unite (ONU), come, tra le altre, l'Organizzazione mondiale della Sanità (WHO), e l'Organizzazione mondiale per l'Alimentazione e l'Agricoltura (FAO), la Corte dei conti europea, l'Agenzia dell'Unione Europea per la sicurezza alimentare (EFSA), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale nazionale (ISPRA) e molta ricerca scientifica indipendente. Gli allevamenti intensivi non servono a sfamare il mondo. Lo affermano molti ricercatori e studi indipendenti oltre alla FAO. Il problema non è l'insufficienza della produzione di proteine di origine animale (latte, uova, carne, pesce) ma il loro eccessivo consumo nelle diete dei paesi ricchi, che tra l'altro genera moltissime patologie. Riequilibrare le diete ci affrancherebbe dal bisogno di allevamenti in cui gli animali sono tenuti al chiuso separati dall'ambiente naturale. Negli allevamenti intensivi, come previsto dalla Direttiva 98/58/CE, sono garantite solo le condizioni definite 'minime' di benessere. Condizioni che non corrispondono più alla sensibilità della società civile, che riconosce appieno questi luoghi come luoghi di maltrattamento legalizzati. Le politiche dell'Unione Europea (UE) di fatto non disincentivano il sorgere di allevamenti intensivi devolvendo loro gran parte dei finanziamenti previsti per la zootecnia.

Come possono dunque i cittadini singoli e associati, contrastare l'insediamento di nuovi allevamenti sul proprio territorio?

Due sono le condizioni maggiormente utili, anche se non uniche, per un'azione di opposizione: partecipazione allargata e conoscenza della legge. La partecipazione attiene al più largo coinvolgimento possibile. Il tema degli allevamenti intensivi, per i molteplici aspetti presenti, consente di raggruppare, sotto uno stesso intento, diversi interessi. Campagne di informazione e formazione possono essere presentate con la collaborazione di esperti e associazioni di cui è utile fare il censimento anche in relazione alla loro presenza territoriale. Queste collaborazioni possono consistere nella richiesta di rilascio di pareri o di interventi formativi o divulgativi. Altrettanto utile è la valutazione della fondazione di eventuali comitati. In queste azioni i cittadini devono conoscere gli strumenti di opposizione già presenti nella legge e appropriarsene, non solo in termini di conoscenza ma anche di esercizio, in prima persona. Il pacchetto normativo ambientale, sommato a quello sulla trasparenza delle pubbliche amministrazioni, investe oggi cittadini e associazione di numerosi diritti di informazione e di partecipazione spesso non esercitati.

Brevemente si fornisce un elenco non esaustivo delle leggi che potrebbero essere di interesse ma che è alla base dell'esercizio della partecipazione per l'argomento in esame.

➤ Decreto Legislativo (D.lgs) n.155 del 2010 relativo alla qualità dell'aria- obbliga gli enti preposti a pubblicare i dati sulla qualità dell'aria.

➤ D.lgs n. 152 del 2006 Codice dell'ambiente – regola tutte le fasi di possibile partecipazione e intervento dei cittadini sia alla programmazione territoriale che alle singole fasi autorizzative.

➤ D.lgs n.195 del 2005 sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale- allarga il diritto dei cittadini anche se non portatori di interessi diretti, ad essere informati

➤ LEGGE n. 241 del 1990 sul procedimento amministrativo e diritto di accesso ai documenti amministrativi

➤ Regolamento CE 166/2006 sull'istituzione di un registro europeo delle emissioni e dei trasferimenti di sostanza inquinanti – registro al quale controllare che gli allevamenti siano iscritti

Dove reperire le leggi:

Quelle nazionali <https://www.normattiva.it/>

Quelle europee: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=it>

Quelle regionali: <https://www.normattiva.it/legislazioneRegionale>

Di immediato interesse in tema di allevamenti è il Codice dell'ambiente (D.lgs. 152/2006). In questo decreto i cittadini troveranno indicati diritti e modalità di intervento in tre fasi: preventiva, ossia nella programmazione territoriale di Regioni e Comuni relativa alle aree in cui si prevede di autorizzare gli insediamenti di allevamenti, autorizzativa per i singoli impianti e repressiva ad insediamento avvenuto. È di tutta evidenza che più l'intervento sarà precoce maggiori saranno le possibilità di successo. Trascorse le prime due fasi, le azioni rimanenti rischiano di doversi confinare a quelle delle varie pratiche legali percorribili da valutare di volta in volta con un legale di fiducia. Lo strumento principe per l'intervento precoce è la consultazione regolare (ogni 15 giorni) dell'Albo pretorio on line dei Comuni. I Comuni infatti devono pubblicare l'accoglimento della richiesta di progetti di insediamento, o di particolari ampliamenti, di allevamenti prima di avviare qualsiasi iter autorizzativo. Tale pubblicazione deve permanere sul sito dell'Albo pretorio 15 giorni. A quanto esposto sopra va detto che l'industria dell'allevamento è legata a quella della domanda e dell'offerta. Più le nostre diete saranno spinte ad un consumo indotto con eccessiva presenza di proteine di origine animale, più questa industria sarà fiorente. Tutte le iniziative di contrasto all'insediamento di nuovi allevamenti dovrebbero considerare sempre anche un adeguato impegno di informazione e formazione su corrette scelte alimentari, oltre a pretendere l'intervento della politica in tutti i luoghi di ristorazione pubblica (mense scolastiche e non solo, ospedali, luoghi di cura e accoglienza ecc.) per una sana alimentazione.

Gli allevamenti intensivi ci danneggiano ben oltre l'inquinamento che producono. Oltre ad inquinare necessitano di lobbying che promuova diete dannose per la salute, offendono le nostre sensibilità in tema di benessere animale, depauperano, per soddisfare le esigenze alimentari degli animali allevati, i paesi più poveri del mondo accrescendo l'emigrazione per povertà, distruggono l'habitat naturale di molte specie selvatiche distruggendo la biodiversità e concorrono al fenomeno dell'antimicrobica resistenza e aumentano il rischio di zoonosi.

#### **Addendum (da Altraeconomia, N. 271 / giugno 2024)**

In riferimento all'inquinamento dell'aria un recente articolo pubblicato su Altraeconomia riporta alcuni numeri del problema in Lombardia. Qui sono allevati più di un quarto dei bovini e la metà dei suini d'Italia, rispettivamente 1,5 e 4,5 milioni. Questi producono una quantità enorme di liquami, circa 50 milioni di tonnellate/anno (oltre 10 volte la quantità di rifiuti solidi urbani prodotti annualmente nella stessa Regione dai cittadini). Le deiezioni animali comportano emissione di ammoniaca in atmosfera, gas tossico, che legandosi agli ossidi di azoto da vita al particolato. Qui le emissioni annue di ammoniaca sono 93.000 tonnellate e dipendono quasi totalmente dagli allevamenti suini e bovini intensivi. Il problema dell'inquinamento aereo collegato riguarda milioni di persone, dal momento che il particolato viene trasportato per decine di km rispetto al punto di origine. Le buone pratiche di smaltimento dei liquami nel terreno, possono ridurre le emissioni gassose ma le molecole azotate che arrivano nei terreni in tale quantità vanno inevitabilmente ad inquinare le falde di nitrati.

## Fonti di inquinamento - Navi, con particolare riferimento allo stazionamento in porto

Gianfranco Porcile, Presidente ISDE Liguria

Già Direttore di S.C. di Oncologia Ospedali di Alba e Bra (CN)

### Premessa

- a) gli agenti più frequenti ed importanti responsabili dell'inquinamento atmosferico da porti sono: ossidi di azoto, anidride solforosa e polveri;
- b) le navi ormeggiate in porto devono mantenere accesi i loro motori 24 ore su 24 per produrre l'energia necessaria per le diverse funzioni: illuminazione, riscaldamento o condizionamento dell'aria, utilizzo della energia elettrica per usi diversi;
- c) la direzione anemometrica è, in queste situazioni, di notevole importanza, in quanto i fumi delle ciminiere vengono trasportati verso le abitazioni quando il vento spira da mare verso terra;
- d) le città portuali italiane hanno troppo a lungo ignorato l'impatto sull'ambiente e sulla salute dei cittadini esposti alle emissioni portuali;
- e) le attuali navi da crociera necessitano di potenze elettriche molto elevate (oltre 10 megawatt); inoltre le ciminiere, tranne rare eccezioni, non sono dotate di sistemi di abbattimento degli inquinanti.
- f) Il problema è comune a tutti i porti, in particolare nel Mediterraneo. Nelle città portuali del Nord Europa e degli USA invece la situazione è migliore anche per la dotazione di banchine elettrificate.

Gli inquinanti da fumi nei porti sono gli stessi di quelli di altre fonti, ad esempio traffico autoveicolare. Per questo è difficile attribuire con sicurezza a ciascuno il rispettivo contributo. Ciò viene strumentalizzato per non prendere decisioni chiare nella riduzione delle fonti inquinanti.

### Dati di letteratura

Esistono molti dati scientifici (1).

Studio dei dati di monitoraggio di qualità dell'aria: un apposito progetto, denominato "APICE" (Action for the mitigation of Port Industries and Cities Emissions), tra il 2010 e il 2013, ha messo sotto osservazione le emissioni in atmosfera di cinque porti del Mediterraneo: Barcellona, Genova, Marsiglia, Tessalonica, Venezia (2). I risultati del progetto hanno indicato un contributo delle emissioni navali alla concentrazione di PM<sub>2,5</sub> in città intorno al 10% del totale: quindi una fetta significativa ma non prevalente. Talvolta i risultati relativi alla concentrazione di polveri PM<sub>2,5</sub> sono stati più preoccupanti. Ad esempio, analizzando alcuni aspetti particolari dello studio, si è visto che, calcolando la ripartizione percentuale delle emissioni annuali di PM<sub>2,5</sub> nel comune di Venezia negli anni 2010-2011, la maggior parte è ascrivibile al traffico portuale (31%), seguita dagli impianti per la produzione di energia (20%), dal traffico stradale (15%), e da quello acqueo locale (14%).

I dati epidemiologici correlati all'inquinamento atmosferico in Italia, sono riportati negli studi MISA ed EPIAIR, riferiti agli effetti a breve termine (3) completati con lo studio EPIAIR2 in cui sono state incluse altre città capoluogo di provincia italiane (4). Sono stati analizzati i dati epidemiologici a breve termine (patologie acute) relativi alle città portuali italiane incluse nel progetto EPIAIR2. Sono stati evidenziati effetti statisticamente significativi nelle suddette città portuali dell'NO<sub>2</sub> per le patologie dell'apparato respiratorio, maggiori nella fascia di età pediatrica (0-14 anni), in particolare con esacerbazione delle patologie infettive a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti e polmoniti acute). Per le patologie respiratorie si è notato anche un effetto del PM<sub>10</sub>, ma di entità minore rispetto agli ossidi di azoto e non sempre statisticamente significativo. L'effetto è risultato massimo quando si considerano gli effetti cumulativi perduranti nei 5 giorni successivi agli aumenti di concentrazione dell'NO<sub>2</sub>. Si sono osservati effetti positivi, di entità minore e non statisticamente significativi dell'NO<sub>2</sub> nelle città portuali anche per le patologie cardiovascolari, le malattie cerebrovascolari (ictus) e lo scompenso cardiaco. (5,6)

Uno studio ISPRA, pubblicato sull'Inventario Nazionale delle Emissioni in atmosfera e relativo ai principali inquinanti nelle aree portuali, condotto dal 2000 al 2019, dimostra che le città portuali in Italia più

inquinata sono nell'ordine: Napoli, Genova, Livorno e Venezia. Gli inquinanti emessi sono principalmente ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub> +SO<sub>3</sub>), ossidi di Azoto (NO + NO<sub>2</sub>) e polveri (PM<sub>10</sub>). Mentre per gli ossidi di zolfo e le polveri dal 2000 al 2019 si assiste ad una diminuzione significativa, ciò non è così evidente per gli ossidi di azoto (7).

Per quanto riguarda le conseguenze sulla salute stimate in dati di mortalità evitabile si considera, a titolo esemplificativo, la città di Genova: si stima che siano 100 le morti premature/anno (34° tra le città europee) a causa dell'NO<sub>2</sub>. La mortalità globale per anno nel Comune di Genova è di circa 8000 decessi. Secondo l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Liguria (ARPAL), come risulta dall'Inventario delle Emissioni nel 2015, le emissioni di NO<sub>x</sub> in atmosfera dovute alle attività marittime, in particolare allo stazionamento delle navi, erano il 62% delle emissioni totali, seguite da quelle emesse dal trasporto su strada (26%). Nel 2011 si è stimato che il traffico autoveicolare ha prodotto a Genova 633 tonnellate di NO<sub>x</sub>, mentre le attività portuali ne hanno prodotte 7940. Da questi dati si evince che la stragrande maggioranza di emissioni di NO<sub>x</sub> è correlata alle attività portuali (8,9).

Un recente studio epidemiologico relativo alla città portuale di Ancona ha confermato gli effetti sanitari a lungo termine del PM e dell'NO<sub>2</sub> sulla mortalità, rivelando un carico di mortalità più elevato nelle aree vicine alle spedizioni marittime e alle emissioni legate al porto (10).

### Proposte tecnico-operative

Le proposte tecnico-operative per contrastare l'inquinamento da navi in porto sono le seguenti:

a) **elettrificazione delle banchine (cold ironing)**: una simile soluzione è stata adottata in Europa dalle città di Amburgo, Rostock-Warnemünde ed altre città tedesche. Progetti sono avviati in molte città italiane. Questa soluzione risolverebbe il problema della accensione dei motori per le navi ormeggiate, permettendo lo spegnimento dei generatori diesel, ma non influirebbe sull'inquinamento dovuto alle manovre eseguite in entrata ed uscita dal porto, fasi che, anche per la presenza di natanti di sempre più grosse dimensioni, sono caratterizzate da emissioni inquinanti molto cospicue. Si tratta comunque di una soluzione dagli alti costi economici e non semplici problemi tecnici da superare, prima fra tutti la indispensabile modifica strutturale delle imbarcazioni. Alcuni progetti prevedono la produzione di elettricità tramite pannelli fotovoltaici, anche nella modalità off-shore: questa sarebbe una ottima soluzione in quanto l'energia verrebbe prodotta da fonti rinnovabili, ma tuttora poco utilizzabile e quindi in nessun modo può essere un motivo per dilazionare la elettrificazione dei porti.

b) **impiego di un carburante a basso tenore di zolfo (<0,1)** a partire da una distanza di 12 miglia dalla costa

c) **uso di LNG (Liquid Natural Gas)**, ottenuto raffreddando il gas metano a -161°, già utilizzato nel Nord Europa e nei mari del Nord, al posto dell'olio pesante, il combustibile navale più usato ed inquinante. Il LNG è recentemente stato imposto anche dal porto di Barcellona. Due Compagnie di navigazione italiane hanno già navi predisposte per questo carburante, ma mancano punti di rifornimento in Italia. Si tratta comunque di un combustibile fossile che, se da un lato diminuisce la quantità di SO<sub>x</sub> prodotta, dall'altro produce metano, che è un agente climalterante ancor peggiore della CO<sub>2</sub>.

d) **rottamazione** Le imbarcazioni adibite al traffico passeggeri spesso sono obsolete. Ad esempio nel porto di Genova operano imbarcazioni vecchie: la Moby Otta e la Moby Drea sono state costruite nel 1975. Navi per le quali, tra l'altro, e paradossalmente, non si applica il limite di NO<sub>x</sub> previsto dal Regolamento 14 della Convenzione Marpol 73-38 (*Maritime Pollution*), perché costruite prima dell'anno 2000. Lo standard di vita in sicurezza per questo tipo di traghetti è di norma considerato di 25 anni come massimo.

e) **delocalizzazione** In tutto il mondo i vecchi porti interni si spostano verso il mare, o comunque lontano dal centro. **Londra** e **New York** hanno spostato il porto verso la foce dei loro rispettivi fiumi. **Marsiglia** da tempo si è spostata verso ovest lasciando il vecchio porto a funzioni turistiche locali. **Montecarlo** ha oggi un avamposto galleggiante che dalla Spagna, dove è stato costruito, è stato trainato e poi ancorato davanti al suo porto vecchio. **Amsterdam** e **Rotterdam** si sono spostate con il loro porto verso il largo del mare. **Genova** si è spostata all'inizio verso il mare, e poi verso ovest fino a Pegli-Multedo, dove esiste il Porto Petroli, e fino a Prà-Voltri dove insiste il Porto Commerciale: zone che, pur lontane dal centro storico della città, sono intensamente abitate.

f) **scrubber**: sono un'innovazione simile ad un filtro installabile sulle imbarcazioni che permette di depurare le correnti gassose abbattendone la concentrazione di sostanze inquinanti e polveri. Molte navi, non volendo convertirsi al LNG o investire in installazioni a bordo per l'allacciamento elettrico alle banchine, se ne stanno dotando.

g) **impiego di droni**. I dati relativi alle emissioni sono sporadici e per lo più eseguiti dagli stessi armatori. Per consentire un monitoraggio più frequente e meno difficile al camino, si potrebbe implementare l'impiego di droni guidati alla uscita dalla ciminiera della nave.

### Cosa fare?

L'azione di **Advocacy** deve essere condotta a diversi livelli:

**a) Istituzionale.** 1) Il Comune è il primo interlocutore, per gli aspetti di scelte politiche e strategiche di ordine economico, industriale, turistico, ecc. 2) Anche la Regione ha un ruolo molto importante, specie per gli aspetti relativi al monitoraggio ambientale (ARPA) e sanitario (studi di ordine epidemiologico). 3) Il terzo referente, molto importante, è l'Autorità di Sistema Portuale (AdSP). In Italia ne sono state istituite 16 (decreto legislativo n.169 del 2016 (GU 31 agosto 2016), cui viene affidato un **ruolo strategico di indirizzo, programmazione e coordinamento** del sistema dei porti della propria area. Spesso esiste una grande AdSP che comprende più di una realtà portuale. Si tratta di autorità molto importanti, dotate di notevole autonomia: è in questo ambito che avvengono i contatti con gli armatori che, in quanto privati proprietari, sono chiamati a sostenere le spese relative alle modifiche da apportare alle loro flotte per una navigazione eco-sostenibile. 4) In talune situazioni può essere utile tenere presente il ruolo di facilitatore che potrebbe essere svolto dal "Difensore Civico": talvolta è di pertinenza comunale, tal'altra regionale. Si tratta di un servizio completamente gratuito che può essere vantaggioso per sensibilizzare amministratori pubblici, spesso poco collaborativi nei riguardi del cittadino che rivendica il suo diritto alla salute.

La maggior parte delle proposte che abbiamo illustrato sopra sono di ordine tecnico, oltre che politico locale. Ma è indubbio che sono necessarie anche scelte a livello internazionale come ad esempio l'istituzione delle aree SECA (messa al bando degli ossidi di zolfo: il Mediterraneo diventerà area SECA nel maggio 2025) e NECA (relative anche agli ossidi di Azoto, che non sono ancora state approvate per tutto il Mediterraneo). Ma è anche necessario un cambiamento di costume: una profonda operazione di tipo culturale dovrebbe far capire che non è più possibile continuare a costruire navi da crociera sempre più grandi (già oggi alcune navi che attraccano nei porti italiani arrivano a trasportare, tra passeggeri ed equipaggio, una popolazione vicina a 8000-9000 persone, una vera propria città galleggiante) che comportano danni all'ecosistema e problemi di inquinamento acustico ed atmosferico.

**b) Società civile.** La massiccia propaganda a favore del turismo di massa sta causando un vero e proprio assalto ai traghetti e specialmente alle crociere. L'azione culturale di cui sopra rischia di creare uno scontro tra cittadini alla ricerca di una "vacanza da sogno" e cittadini abitanti nelle zone limitrofe al porto preoccupati per la propria salute. È importante lo stretto contatto con i Comitati di cittadini e alcune Associazioni attivamente impegnate in questo campo. A titolo esemplificativo ricorderemo l'Associazione Cittadini per l'Aria (<https://www.cittadiniperlaria.org/>), mentre in ogni città portuale esiste un Comitato di cittadini e talvolta anche più di uno.

**c) Mondo medico.** È importante il coinvolgimento attivo degli Ordini Professionali, in particolare gli Ordini dei Medici. In molte sedi esiste una Commissione salute/ambiente istituita dall'Ordine stesso. Buona parte della classe medica, sottoposta ad un bombardamento di informazioni e promozioni per quanto riguarda la diagnosi e la terapia, è spesso poco informata del ruolo dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana e spesso sottovaluta l'importanza che riveste l'attività portuale in questo ambito.

**d) Azioni legali.** Come abbiamo detto, gli inquinanti collegati all'attività portuale (NOx, Polveri, SOx, ecc.) sono gli stessi che vengono prodotti dal traffico autoveicolare, dal riscaldamento domestico, dalle lavorazioni industriali. Questo rappresenta un problema in vista di future azioni legali di tipo civile (risarcimento economico) o di Class Action ai sensi della legge 12 aprile 2019, n.31.

Considerando che gli armatori, proprietari delle flotte, sono spesso impegnati su diverse rotte nazionali e internazionali, un'azione unitaria che veda la partecipazione di diverse associazioni e comitati potrebbe avere maggiori possibilità di andare a buon fine.

Per chi fosse interessato ad approfondire, si consiglia di consultare due pubblicazioni a firma del sottoscritto ed altri esperti del settore, in cui viene trattato il problema dell'inquinamento dell'aria, ma anche, almeno in parte, il problema dell'inquinamento acustico in ambito portuale [1,11).

### **Bibliografia**

- 1) Porcile G, Litta A, Inquinamento atmosferico ed acustico da attività portuale: l'esperienza di una città italiana, *Il Cesalpino* marzo 2018, anno 17, N.45, pag. 41-44, 2018
- 2) <http://www.apice-project.eu/>
- 3) Biggeri A, Bellini P., Terracini B. Meta-analysis of the italian studies on short-term effects of air pollution. *MISA 1996-2002 Epidemiol&Prev.* 2014; 28 (4-5) Suppl: 4-100
- 4) Berti G., Galassi C., Faustini A., Forastiere F. Gruppo Collaborativo EPIAIR: Inquinamento atmosferico e salute *Epidemiol&Prev* 2009; 33 (6) suppl1 novembre-dicembre 2009
- 5) Sarno G., Maio S., Simoni M., Baldacci S., Cerrai S. Viegi G. Gruppo Collaborativo EPIAIR Inquinamento atmosferico e salute umana Seconda edizione *Epidemiol& Prev* 2013;37(4 -5):209-26 luglio-ottobre 2013
- 6) Cadum Ennio: dati non pubblicati: Comunicazione personale
- 7) Emissioni inquinanti nei principali porti italiani - Ambiente e non solo... (ambientenonsolo.com)
- 8) <https://isglobalranking.org/ranking/#air>
- 9) Pereira Barboza E, Cirach M, Khomenko S, Lungman S, Mueller N, Barrera-Gómez J, Rojas-Rueda, Kondo M, Nieuwenhuijsen M, Green space and mortality in European cities: a health impact assessment study *The Lancet Planetary Health* 2021; 5: e718–30. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00229-1](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00229-1)
- 10) Mei F., et al. "Long-Term Effects of Air Pollutants on Respiratory and Cardiovascular Mortality in a Port City along the Adriatic Sea." *BMC Pulmonary Medicine*, vol. 23, no. 1, 18 Oct. 2023, <https://doi.org/10.1186/s12890-023-02629-8>
- 11) Porcile G., Ghirga G., Orbello G., Litta A., Inquinamento acustico ed atmosferico correlati al traffico portuale marittimo. *Il Cesalpino*. Giugno 2020, n.50, pag 26-31, 2020

## Fonti di Inquinamento - Trasporto aereo civile e militare

*Antonella Litta, medico di Medicina Generale, specialista in Reumatologia; Coordinatrice per l'Associazione Medici per l'Ambiente – ISDE Italia (International Society of Doctors for the Environment) del gruppo di studio: “Il traffico aereo come fattore d'inquinamento ambientale e danno alla salute”*

### Introduzione

L'aria è uno dei quattro elementi fondamentali per la vita. Un soggetto adulto può rimanere qualche settimana senza mangiare, qualche giorno senza bere ma solo qualche minuto senza respirare.

È del tutto evidente che se l'aria è inquinata ovvero se porta con sé polveri-PM (Particulate Matter), gas nocivi e altri e nuovi microinquinanti come ad esempio pesticidi, diossine, metalli pesanti, micro e nanoplastiche e le famigerate sostanze perfluoroalchiliche-PFAS – definite inquinanti immortali- essa ha un inevitabile impatto negativo sulla salute.

Il trasporto aereo, un settore in costante espansione, già a partire dagli anni novanta del secolo scorso, ha una responsabilità rilevante nell'inquinamento atmosferico e per quanto riguarda il cambiamento climatico.

Questo perché i prodotti della combustione del cherosene e della benzina avio che alimentano i motori aeronautici alterano e inquinano l'atmosfera.

Gli aerei poi che volano ad una altitudine al di sopra degli 8mila/10mila metri di altezza, alterano e inquinano anche la stratosfera, contribuendo in modo specifico al fenomeno del surriscaldamento del pianeta. Questo contributo è così rilevante che se le emissioni climalteranti del settore aereo venissero considerate come quelle di una nazione questa si collocherebbe tra i primi dieci paesi emettitori di gas serra in Europa ([https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation_en)).

È necessario e doveroso quindi conoscere gli effetti anche di questa forma di trasporto per accrescere consapevolezza e responsabilità nel tentativo di ridurre e contrastare l'inquinamento atmosferico, il cambiamento climatico e la devastazione ambientale che ne è costante conseguenza; ogni giorno scompaiono circa 100 diverse specie del mondo vegetale e animale, un impoverimento irreversibile che sta riducendo la biodiversità e ci sta portando verso un mondo sempre più uniforme ed incolore e a cieli sempre più grigi, in tutti i sensi.

### **Inquinamento atmosferico e cambiamento climatico due facce della stessa medaglia coniata anche dal trasporto aereo**

Negli ultimi decenni, il traffico aereo ha registrato una fase di crescita pressoché costante - fatta eccezione per i periodi di lockdown dovuti alla pandemia da SarsCov2-Covid19 - soprattutto per quanto riguarda il settore del trasporto merci e quello dei voli *low cost*, solitamente legato al turismo europeo definito anche “mordi e fuggi”, determinando così un incremento importante del suo impatto negativo sull'ambiente, soprattutto in termini di inquinamento atmosferico, acustico e importante contributo ai cambiamenti climatici.

Il report *Aviation and shipping — impacts on Europe's environment* dell'EEA 2017 (<https://www.eea.europa.eu/publications/term-report>) che ha preso in considerazione anche le emissioni del trasporto marittimo, afferma che il trasporto aereo e il trasporto marittimo internazionale contribuiscono in modo significativo alle emissioni di gas serra nell'Unione europea con un apporto rispettivamente del 13,3% e 12,8%.

Secondo il rapporto ambientale sull'aviazione europea del 2019 dell'European Aviation Environmental-EAE (<https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/2019-aviation-environmental-report.pdf>) il numero di voli è aumentato dell'8% tra il 2014 e il 2017 ed è prevista una ulteriore crescita del 42% tra il 2017 e il 2040.

Sempre secondo questo report entro il 2040 per le emissioni di Anidride Carbonica-CO<sub>2</sub> e Ossidi di Azoto - NO<sub>x</sub> sono previsti aumenti rispettivamente e almeno del 21% e del 16%. L'ultimo rapporto dell'European Aviation Environmental - EAE 2022 (<https://www.easa.europa.eu/eco/sites/default/files/2023->

[02/EnvironmentalReport EASA summary IT 11-online.pdf](#)) evidenzia che le emissioni di CO<sub>2</sub> di tutti i voli in partenza dagli aeroporti EU27+EFTA hanno raggiunto i 147 milioni di tonnellate nel 2019, con un aumento del 34% rispetto al 2005 e che le emissioni di inquinanti atmosferici prodotte dal settore dell'aviazione sono aumentate nell'Unione Europea.

Il protocollo di Kyoto nel 1997 e anche le successive conferenze internazionali sul clima - Conferenza delle Parti dell'United Nations Climate Change Conference-UNFCCC -, come quella di Parigi-Cop21 del 2015 ([http://www.who.int/globalchange/mediacentre/events/COP21\\_climateagreement\\_\\_health/en/](http://www.who.int/globalchange/mediacentre/events/COP21_climateagreement__health/en/)), quella di Marrakech-Cop22 del 2016 (<http://www.who.int/globalchange/mediacentre/events/sign-form/en/>), di Katowice-Cop24 in Polonia del 2018 (<https://unfccc.int/katowice>), di Madrid-Cop25 del 2019 (<https://unfccc.int/cop25>), di Glasgow-Cop26 del 2021 (<https://ukcop26.org/it/iniziale/>), quella di Sharm El Sheikh – Cop 27 (<https://unric.org/it/cop27-a-sharm-el-sheikh-per-la-conferenza-onu-sul-clima/>) e l'ultima quella di Dubai-Cop 28 (<https://www.unep.org/events/conference/un-climate-change-conference-unfccc-cop-28>) ancora e colpevolmente non impongono alcuna limitazione obbligatoria alle emissioni nocive del trasporto -alla stesura di questo testo- aereo e mercantile che pure contribuiscono in modo rilevante al cambiamento climatico.

In questa maniera gli obiettivi fissati per limitare l'aumento della temperatura media globale a 2°C rispetto ai livelli preindustriali, e se possibile a 1,5 °C, non saranno di certo realizzabili senza il pieno coinvolgimento dei settori del trasporto internazionale aereo e marittimo.

Nel 2022, il sesto rapporto di valutazione dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change- Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico) ha rilevato che sono necessarie riduzioni immediate, rapide e su larga scala delle emissioni di gas serra per limitare il riscaldamento a 1,5 °C e che il settore dell'aviazione è ancora, e purtroppo, nelle prime fasi di adattamento all'aumento dei rischi climatici.

Da segnalare inoltre che i piani di miglioramento della qualità dell'aria predisposti nelle principali città in Europa, USA e Asia, non inseriscono ancora la riduzione e la razionalizzazione del traffico aereo tra le misure per contrastare l'inquinamento dell'aria e i cambiamenti climatici.

Eppure, già nel 1999 sempre gli scienziati dell'IPCC raccomandavano: *“Disincentivare l'uso disinvolto del trasporto aereo con tasse o prelievi ambientali e con il commercio dei diritti di emissione”* (<https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/av-en.pdf>).

### **Gli studi**

La letteratura scientifica e gli studi sul rilevante impatto ambientale, sanitario e sul clima del trasporto aereo sono disponibili ormai da decenni e sempre più numerosi.

Questi studi e ricerche evidenziano la sinergia tra gli effetti generati dall'inquinamento dell'aria e quello acustico sulla salute umana, con un incremento delle malattie cardiovascolari, respiratorie, neoplastiche, disturbi dell'apparato endocrino, disturbi della sfera neurocomportamentale, disturbi dell'apprendimento e dell'attenzione nei bambini. Viene inoltre segnalata una netta riduzione della qualità della vita per compromissione del riposo notturno a causa delle operazioni aeroportuali svolte anche durante la notte, sia per i lavoratori del settore che per le persone che vivono in prossimità di scali aeroportuali, costretti a subire, oltre agli effetti dell'inquinamento dell'aria, anche quelli dell'inquinamento acustico con conseguenze importanti sulla salute e lo stato psicofisico.

Il traffico aereo risulta quindi ascrivibile tra le più importanti fonti di inquinamento atmosferico e ambientale, danno al clima, alla salute e pertanto devono essere predisposti interventi, azioni e politiche nazionali e internazionali che ne prevedano una rapida quanto concreta razionalizzazione e riduzione ([https://www.isde.it/wp-content/uploads/2022/02/relazione\\_litta\\_trafficoaereo.pdf](https://www.isde.it/wp-content/uploads/2022/02/relazione_litta_trafficoaereo.pdf))

### **Inquinamento atmosferico da attività belliche, in particolare del settore aeronautico**

Il complesso militare-industriale, che solo raramente viene menzionato, è una delle principali cause del cambiamento climatico e dell'inquinamento dell'aria.

L'articolo *“Decarbonize the military - mandate emissions reporting* pubblicato sulla rivista “Nature” (<https://www.nature.com/articles/d41586-022-03444-7>) mostra come le forze armate mondiali abbiano

un'enorme *Carbon footprint* -impronta di carbonio- ovvero di livello di emissioni di gas serra. Le stime, per approssimazione, variano tra l'1% e il 5% delle emissioni globali.

L'esercito americano è il più grande al mondo in termini di spesa. Se paragonato ad una nazione le forze militari statunitensi avrebbero le emissioni pro capite più alte del pianeta, eppure le forze armate sono in gran parte risparmiate dalla rendicontazione delle emissioni di gas serra.

Le Convenzioni quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), siglate nelle conferenze sul clima, l'ultima delle quali la COP 28 si è riunita a Dubai dal 30 novembre al 12 dicembre 2023, fin dagli accordi di Parigi del 2015, obbligano gli Stati a comunicare ogni anno -al momento della stesura di questo- le proprie emissioni di gas serra. L'obbligo della comunicazione non si estende però alle emissioni militari, che è solo su base volontaria, e la maggior parte dei governi non fornisce alcun dato in merito.

È evidente che la mancanza di una rendicontazione e di trasparenza in un settore così inquinante gioca un ruolo essenziale nel raggiungimento degli obiettivi indicati dall'IPCC - The Intergovernmental Panel on Climate Change - per evitare il collasso climatico planetario.

Per cercare di comprendere al meglio quanto sia rilevante l'apporto del settore bellico alle emissioni di gas serra, in collaborazione con i ricercatori del progetto "Concrete Impacts" delle Università britanniche di Lancaster e Durham, è stato costituito il sito <https://militaryemissions.org/>

Questo sito web è dedicato a rendere più trasparenti e accessibili i dati comunicati dagli Stati alle varie UNFCCC ed è parte delle attività del *Conflict and Environment Observatory* - CEOBS che si occupa di studiare come militarismo e conflitti influenzino le emissioni di gas serra.

Secondo le stime dei ricercatori del CEOBS a livello globale le emissioni totali del settore militare si posizionano, ogni anno, al quarto posto dopo Cina, USA e India e subito prima di quelle del Giappone (fig.1).

La qualità dell'aria viene compromessa poi anche dagli incendi boschivi conseguenza di bombardamenti e del lancio di missili e anche del fatto che i caccia militari e gli aerei da bombardamento, ma in generale ogni tipo di aereo, possono incendiare suoli e foreste anche solo sorvolandoli a bassa quota e/o sganciando bombe.

Le conseguenze degli incendi di boschi e foreste si riverberano poi anche sulla fauna selvatica, in termini di morte e fuga degli animali e quindi in alterazioni degli ecosistemi a causa della distruzione di habitat e nicchie ecologiche.

Altro elemento di inquinamento dell'aria sono le polveri sottili - PM, gas nocivi, metalli pesanti-in particolare piombo e uranio impoverito-virus, batteri ed elementi radioattivi che possono essere rilasciati nell'ambiente a seguito anche di combattimenti, distruzione di edifici civili, fabbriche, laboratori, aree militari e centrali nucleari.

Sempre in relazione all'inquinamento da attività militari da considerare anche quello rappresentato dalle attività militari spaziali e dai detriti di satelliti e navette che orbitano intorno alla Terra. Si tratterebbe di circa 8 mila tonnellate in peso costituito da 29 mila oggetti di oltre 10 centimetri e più di un milione di frammenti troppo piccoli per essere tracciati.

Studi recenti mostrano in Europa un importante e diretto peggioramento della qualità dell'aria a seguito del conflitto tra Russia e Ucraina, in una situazione in cui in Europa, secondo il report dell'Agenzia Europea all'Ambiente – EEA 2022 (dati 2020) le vittime a causa dell'inquinamento atmosferico sono state oltre 300mila, tra queste circa settantamila quelle italiane.

In particolare le bombe al fosforo bianco, classificate come armi chimiche, prendono fuoco a contatto con l'aria che se respirata provoca lesioni devastanti a livello polmonare prima di tutto ma anche a livello degli occhi e della pelle, con il risultato, in caso di sopravvivenza, di gravissimi danni permanenti.

Le bombe al fosforo bianco- il cui uso sui civili è vietato dalla Certain Conventional Weapons – CCW, adottata nel 1980 ed entrata in vigore nel 1983- sono state sganciate in moltissimi teatri di guerra ad esempio in Vietnam tra il 1963 e il 1973, dove gli Stati Uniti hanno utilizzato il fosforo bianco come componente aggiuntivo del Napalm.

Stime internazionali riportano il lancio di più di 380.000 tonnellate di bombe al Napalm in Vietnam e, considerando che ciascuna bomba in media può carbonizzare superfici di circa 2.000 metri quadrati si può immaginare quale sia stato il loro potenziale distruttivo umano ed ambientale.

Bombe al fosforo sono state utilizzate anche durante la guerra del Golfo, in Libano, a Falluja in Iraq, in Siria e ci sono segnalazioni del loro uso anche nello scontro tra Russia e Ucraina e da parte dell'esercito israeliano nella Striscia di Gaza in Palestina dove si sta consumando oltre che un disastro umanitario anche un disastro ambientale dalle conseguenze, anche in questo caso, imprevedibili. (<https://www.euronews.com/green/2024/03/06/the-un-is-investigating-the-environmental-impact-of-the-war-in-gaza-heres-what-it-says-so>)

### **Conclusioni e proposte**

Il trasporto aereo civile e militare, gli aeroporti civili e militari e tutte le strutture ed attività di supporto è ormai dimostrato in modo inoppugnabile che sono una fonte rilevante di inquinamento atmosferico, acustico ed elettromagnetico e un fattore di danno inconfutabile per la salute e l'ambiente e pertanto un settore della mobilità che deve essere assolutamente ridotto e razionalizzato anche nell'ottica di un impegno globale per la pace.

Come è da ripensare anche il concetto stesso del viaggiare, in questo periodo storico in cui è sempre più evidente la necessità di una vera e rapida transizione ecologica.

Sono quindi da privilegiare e ricercare modalità di viaggio e di turismo più lente, più esperienziali, più rispettose dell'ambiente e che non siano solo un mero e veloce trasferimento da un posto all'altro.

Sempre nel settore del trasporto civile poi una buona notizia sembra venire dalla Danimarca, che come già la Svezia, ha deciso che entro il 2030 il trasporto aereo nazionale non utilizzerà più combustibili fossili per i voli nazionali e che sarà introdotto un aumento delle tasse aeroportuali per i tipi di aerei più inquinanti (Denmark to make domestic flights fossil fuel free by 2030 - BBC News).

Il documento della Commissione europea *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ensuring a level playing field for sustainable air transport* del luglio 2021, sottolinea come le misure per una netta riduzione dell'utilizzo di combustibili fossili nel settore aereo debbano coinvolgere tutti i paesi europei per il carattere transfrontaliero di questo settore e per un reale contrasto ai cambiamenti climatici e all'inquinamento più in generale anche secondo quanto previsto dal piano Green Deal europeo ([https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)).

Ovviamente al momento e di sicuro per i prossimi 15/20 anni, in attesa di nuove tecnologie la riduzione dei combustibili fossili nel settore aeronautico potrà avvenire solo con la riduzione e razionalizzazioni dei voli.

### **BOX: cosa occorre per l'Italia**

In Italia a causa dello sviluppo ridotto delle metropolitane urbane, il ritardo nell'ammodernamento dei sistemi ferroviari metropolitani, l'abbandono dei sistemi tranviari elettrici, la vetustà del parco veicolare e l'eterogeneità delle misure adottate per contrastare l'inquinamento atmosferico, tra le quali mai viene inserita la riduzione del trasporto aereo, scarsi sono i risultati dei vari piani regionali per il miglioramento della qualità dell'aria e di conseguenza cresce il rischio sanitario correlato, soprattutto nelle grandi città.

Anche in Italia è quindi necessario che il trasporto aereo sia ridotto e razionalizzato, che non si consenta la realizzazione di nuovi aeroporti e che si respingano i progetti di ampliamento di quelli già esistenti- oltre 100 su tutto il territorio nazionale-.

Altrettanto necessario è la definizione di un piano nazionale della mobilità che riduca il traffico su gomma che incentivi l'elettromobilità, il telelavoro, il trasporto su rotaia, sempre nel rispetto delle peculiarità dei territori e dei diritti delle popolazioni interessate, e il trasporto via mare delle merci attraverso le cosiddette autostrade del mare, con utilizzo per le navi di carburanti sempre meno inquinanti e a ridottissimo contenuto di zolfo, insieme a disincentivi per tutte le forme di turismo su meganavi da crociera.

Un piano nazionale della mobilità in definitiva che abbia la tutela dell'ambiente e della salute come elementi cardine.

Devono valere per il trasporto aereo gli stessi criteri che valgono per ogni umana attività.

Anche l'ambito del trasporto aereo è sussunto ai valori morali, ai civili principi e alle norme giuridiche della Dichiarazione universale dei diritti umani, e in Italia, della Costituzione della Repubblica italiana.

## Bibliografia

- 1) Autori vari, *Inquinamento ambientale e salute per una medicina responsabile*, Aboca, San Sepolcro, Arezzo, 2019
- 2) Autori vari, *Pulire l'aria. La vergogna di volare*, Libreria Editrice Fiorentina, Firenze 2020.
- 3) Fritjof Capra, Pier Luigi Lusi, *Vita e natura una visione sistemica*, Aboca, Sansepolcro (Ar) 2014.
- 4) Gisela Stief, *Pianeta azzurro o pianeta grigio? Sine sole silet*, Min. Agricoltura e Foreste, collana verde n.90/1992
- 5) Hryhorczuk D, Levy B.S., Prodanchuk M., Kravchuk O., Bubalo N., Hryhorczuk A., Erickson T.B., *Environmental damages due to war in Ukraine: J Occup Med Toxicol*. 2024 Jan 5;19(1):1. doi: 10.1186/s12995-023-00398-y.
- 6) Literathy P., *Considerations for the assesement of environmental consequences of the 1991 Gulf War*. Marine Pollution Bulletin Volume 27, 1993, Pag. 349-356
- 7) Meng X., Lu B., Liu C., Zhang Z., Chen J., Herrmann H., Li X., *Abrupt exacerbation in air quality over Europe after the outbreak of Russia-Ukraine war*. Panel Environment International Volume 178, August 2023, 108120
- 8) Rawtani D., Gupta G., Khatri N., Rao P. K., Hussain C.M., *Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective*. Science of The Total Environment Volume 850, December 2022, 157932
- 9) Turos O.I., Petrosian A.A., Maremukha T.P., Morhulova V.V., Brezitska N.V., Kobzarenko I.V., Tsarenok T.V., *Assessment of ambient air pollution by particulate matter (pm10, pm2.5) and risk for human health caused by war actions* Wiad Lek 2023;76(4):738-744.
- 10) Quadros F. D.A. et al., *Regional sensitivities of air quality and human health impacts to aviation emissions*. 2020 Environ. Res. Lett. 15 105013

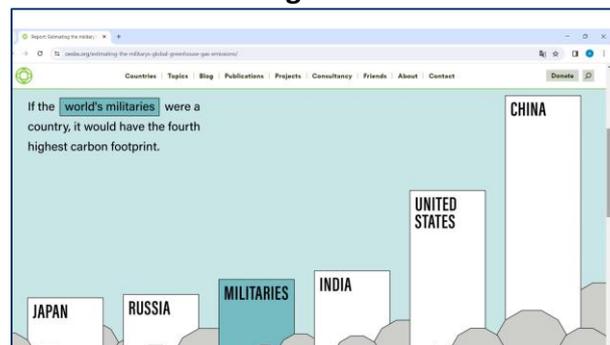
## Sitografia

<https://almanacco.cnr.it/articolo/463/vietnam-la-guerra-e-anche-chimica>

<https://ceobs.org/how-does-war-damage-the-environment/>

<https://stay-grounded.org/>

Figura 1



“Report: Estimating the Military’s Global Greenhouse Gas Emissions.” *CEOBS*, 10 Nov. 2022, [ceobs.org/estimating-the-militarys-global-greenhouse-gas-emissions/](https://ceobs.org/estimating-the-militarys-global-greenhouse-gas-emissions/)



## Fonti di inquinamento – Traffico civile e trasporti su gomma: il contributo delle emissioni non da scarico (NEE) (Non Exhaust Emission)

Antonio Lupo, ISDE Liguria

In due sessioni dell'ultimo Congresso Nazionale ISDE, ottobre 2023 si è parlato molto e in modo approfondito di inquinamento atmosferico, delle sue cause e impatto sulla salute. Ancora poco considerata è l'importanza delle emissioni di polveri sottili non da scarico (NEE), cioè non da combustione, provocate dal traffico civile e dai trasporti su gomma di merci e persone, emissioni molto significative nelle aree urbane. I fattori che le provocano comprendono l'usura dei pneumatici, l'usura dei freni, l'usura del manto stradale e la sospensione delle polveri presenti sulla strada. Una revisione del 2013 da parte di Denier van der Gon e Colleghi ha rilevato che negli ultimi due decenni il rapporto tra le particelle non da scarico e quelle da scarico è in forte aumento, a causa della riduzione delle emissioni di scarico.

In Italia le emissioni NEE sono di grande rilevanza. L'Italia ha il primato in Europa sia per il numero che per l'anzianità delle auto circolanti. Oggi circolano quasi 40 milioni di auto (erano 340 mila nel 1950, circa 2 milioni nel 1960, 9 milioni nel 1970, 27 milioni nel 1990, 33 milioni nel 2010). In Italia si registra il maggior numero di auto pro capite, 681 unità/1000 ab. I veicoli circolanti nel nostro Paese hanno un'età media di 12 anni e 2 mesi, le vetture ante Euro 5 rappresentano il 53 %. L'età media alla rottamazione è di ben 17 anni e 5 mesi. Gli autobus hanno un'età media di 12 anni, i veicoli industriali destinati alla logistica arrivano in media ad oltre 13 anni d'età. Con oltre 39,8 milioni di auto in circolazione, in Europa, il nostro Paese è secondo solo alla Germania, dove ne circolano oltre 48 milioni, mentre la Francia è appena sotto con 38 milioni. L'Italia con 23,48 milioni di unità è al primo posto della classifica per numero di auto con oltre 10 anni (in Germania sono 21,03 milioni, in Polonia 20,83 milioni). L'età media delle auto circolanti nei cinque mercati principali UE sono: Regno Unito 10 anni, Germania 10,1 anni, Francia 10,5 anni, Italia 12,2 anni, Spagna 13,5. L'Italia è al terzo posto per numero di veicoli commerciali leggeri, con un totale di 4,3 milioni, con un'età media di 14 anni, un dato superiore alla media UE che è di 12 anni. (Germania 8,5 anni, Regno Unito 9,3 anni, Francia 10,3 anni, Spagna 13,6 anni). Riguardo ai veicoli commerciali pesanti: in Italia l'età media del parco circolante è di 19 anni contro una media UE di 14,2 anni. Per gli autobus: l'età media del parco circolante italiano è di 14,3 anni con una media UE di 12,7 anni. Per quanto riguarda motocicli e ciclomotori, in base ai dati ACI, nel 2022 circolavano in Italia 7.302.597 motocicli (oltre 10 milioni contando anche i ciclomotori) di cui solo il 27,44% ha meno di 10 anni. Negli ultimi 20 anni è scoppiata una "motomania" (nel 2000 i motocicli immatricolati erano appena 3.375.782). Al 31/12/2021 il Parco circolante di autovetture ibride ed elettriche era ancora inferiore al 3%.

Al 30 luglio 2022 l'estensione della rete autostradale in Italia era di 7016 km. L'Italia è il Paese con la maggiore densità di veicoli per abitanti e in rapporto ai Km di autostrade abbiamo solo 1,78 km per 10.000 mila auto circolanti contro i 6,47 della Spagna, i 3,64 della Francia, i 2,79 della Germania, e dei 5,8 del Portogallo. In Italia si ha la più alta densità di camion per Km di strada, dove circolano 14 veicoli industriali (camion, tir, ecc.) per ogni Km. Vi sono 102 km di strade per ogni 100 km quadrati (184 in Francia, 179 in Germania, 153 nel Regno Unito e 134 in Spagna). In Italia abbiamo dunque meno strade e parecchie in cattive condizioni di manutenzione, con trasporti ferroviari insufficienti e una quota molto rilevante del trasporto di merci (oltre che di persone) su gomma; la nostra quota di mercato del cargo ferroviario è dell'11-12% contro una media UE del 19-20%.

In base a queste considerazioni il medico, nel suo rapporto coi cittadini dovrebbe sottolineare anche la gravità del problema delle NEE ed il loro impatto sulla salute, soprattutto per chi vive nelle nostre città, dove generalmente le strade sono strette e oltremodo occupate da veicoli posteggiati, dove code, traffico, frenate ed usura dei pneumatici e del manto stradale producono ogni giorno un enorme inquinamento da particolato ultrafine, anche NEE.

### **ALCUNE SOLUZIONI e AZIONI NECESSARIE**

1. Diminuzione drastica del numero dei veicoli civili circolanti in Italia, del tutto anomala rispetto alla UE, con una riduzione totale di almeno 5 milioni di auto circolanti, non solo sostituzione con veicoli nuovi, anche elettrici: i veicoli elettrici a batteria hanno zero emissioni da combustione, ma non diminuiscono le emissioni di NEE, anche per l'attrito dovuto al peso molto maggiore della loro batteria che è di circa 250-300 Kg nelle auto di media cilindrata elettriche rispetto ai 10-30 Kg di quella di un'auto non elettrica.

2. Aumento del traffico di merci su rotaia, ma soprattutto diminuzione del volume di merci trasportate, con aumento del consumo di prodotti locali e stagionali.

3. Divieto di circolazione per i SUV (auto fuoristrada, responsabili anche di molti incidenti) nelle città, con limite obbligatori per tutte le auto di velocità massima di 30 Km, norma ora in vigore in poche città italiane.

4. Ridefinire e imporre la distanza di sicurezza (chi sa guidare frena poco), con sanzioni pesanti per chi oltrepassa i limiti di velocità su strade e autostrade, frequentemente in cattivo stato di manutenzione e con tratti a corsia unica, determinando successive, continue e brusche frenate a catena e forti emissioni di NEE.

### **Sitografia**

- 1) <https://www.gruppoacquistoauto.it/approfondimenti/emissioni-non-di-scarico/>
- 2) <https://www.sifa.it/blog/det/il-parco-auto-italiano-e-sempre-piu-vecchio-427>
- 3) <https://www.isprambiente.gov.it/files2022/eventi/mobilita-sostenibile/grande.pdf>
- 4) <https://www.euromobility.org/parco-circolante-italiano%EF%BF%BC>
- 5) <https://www.truenumbers.it/autostrade-italia-europa/>
- 6) <https://www.acea.auto/publication/report-vehicles-in-use-europe-2023/>
- 7) [https://www.repubblica.it/dossier/economia/topstory/2023/03/28/news/trasporto\\_merci\\_su\\_rotaia\\_il\\_futuro\\_passa\\_da\\_recoveryplan\\_e\\_intermodalita-394048956/](https://www.repubblica.it/dossier/economia/topstory/2023/03/28/news/trasporto_merci_su_rotaia_il_futuro_passa_da_recoveryplan_e_intermodalita-394048956/)
- 8) <https://www.truenumbers.it/autostrade-italia-europa/>

## Fonti di inquinamento - Possibili effetti ambientali e sanitari della realizzazione di impianti per la cremazione in aree urbane

*Position Paper ISDE Italia*

[https://www.isdenews.it/wp-content/uploads/2024/01/PP\\_ForniCrematori\\_DEF.pdf](https://www.isdenews.it/wp-content/uploads/2024/01/PP_ForniCrematori_DEF.pdf)



### **Position Paper**

### **Possibili effetti ambientali e sanitari della realizzazione di forni crematori in aree urbane.**

*Autori:*

**Agostino Di Ciaula, Maria Grazia Petronio, Giovanni Ghirga, Ferdinando Laghi, Roberto Romizi**

*Affiliazione:*

Associazione Italiana Medici per l'Ambiente - International Society of Doctors for Environment (ISDE)

14 gennaio 2024



## La rete di monitoraggio della qualità dell'aria in Europa e in Italia

Marco Talluri, Giornalista, Ufficio Comunicazione ISDE Italia, Direttore "ambientenonsolo.it"

Il monitoraggio della qualità dell'aria in Italia è regolato sulla base della Direttiva 2008/50/CE e del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. (D.Lgs. n. 250/2012).

Il numero e il posizionamento delle stazioni di monitoraggio nelle singole zone dipende dalla popolazione residente e dallo storico delle misure effettuate nella zona, nonché dai criteri di classificazione previsti dal D.Lgs 155/2010 con riferimento al tipo di area (urbana, periferica, rurale) e all'emissione dominante (traffico, fondo, industria).

In tutte le regioni e nelle province autonome di Trento e Bolzano, le Arpa e le Appa, che fanno parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), gestiscono le reti di monitoraggio della qualità dell'aria, che forniscono i dati ufficiali sulla cui base vengono assunti da parte degli enti locali i provvedimenti previsti dalle normative europee, nazionali e regionali per contrastare le situazioni di inquinamento atmosferico.

### La rete di monitoraggio

Complessivamente le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in Europa sono più di 3.500, circa 600 delle quali in Italia. Vengono classificate a seconda della tipologia della stazione e dell'area e delle caratteristiche della zona:

**FONDO:** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, etc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito;

**TRAFFICO:** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta;

**INDUSTRIALE:** stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe;

**URBANA:** stazione fissa inserita in area edificata in continuo o almeno in modo predominante;

**SUBURBANA:** stazione fissa inserita in area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate che zone non urbanizzate;

**RURALE:** stazione inserita in contesti non urbani e non suburbani.

### La revisione della Direttiva Europea

Nella revisione della Direttiva europea sulla qualità dell'aria approvata definitivamente dal Consiglio Europeo del 14/10/2024 è previsto che per garantire che le informazioni raccolte sull'inquinamento atmosferico siano sufficientemente rappresentative e comparabili in tutta l'Unione, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente è importante utilizzare tecniche di misurazione standard e criteri comuni per quanto riguarda il numero e l'ubicazione delle stazioni di misurazione. Per la valutazione della qualità dell'aria ambiente possono essere utilizzate tecniche diverse dalle misurazioni ed è pertanto necessario definire i criteri per l'utilizzo delle suddette tecniche e per la necessaria accuratezza delle stesse.

La materia è regolata dall'art.9 e dagli allegati III e IV.

### Ubicazione su macroscale dei punti di campionamento

I punti di campionamento predisposti ai fini della protezione della salute umana sono situati in modo da fornire dati su tutti i seguenti elementi:

- livelli delle concentrazioni nelle aree all'interno delle zone con le concentrazioni più elevate alle quali è probabile che la popolazione sia esposta, direttamente o indirettamente, per un periodo significativo in relazione al periodo di mediazione del valore/dei valori limite

- livelli di concentrazione nelle altre aree all'interno delle zone rappresentative dell'esposizione della popolazione in generale;

In generale, i punti di campionamento sono situati in modo da evitare misurazioni di micro-ambienti nelle loro immediate vicinanze; in altri termini ciò significa che il punto di campionamento è ubicato in modo tale che, se possibile, l'aria campionata sia rappresentativa della qualità dell'aria di un tratto di strada lungo almeno 100 m per i siti che misurano il contributo del traffico stradale e di una superficie pari ad almeno 250 m × 250 m per i siti che misurano il contributo di siti industriali o di altre fonti quali porti o aeroporti.

I siti di fondo urbano sono ubicati in modo tale che il loro livello di inquinamento sia influenzato dal contributo integrato di tutte le fonti sopravvento rispetto alla stazione. In relazione al livello di inquinamento non deve prevalere un'unica fonte, a meno che tale situazione non sia caratteristica di un'area urbana più vasta. Questi punti di campionamento sono, in linea generale, rappresentativi di vari chilometri quadrati.

### **Scelte documentate e accessibili**

Le autorità competenti incaricate di valutare la qualità dell'aria documentano in maniera esauriente, per tutte le zone, le procedure di selezione dei siti e registrano tutte le informazioni a sostegno della progettazione della rete e della scelta dell'ubicazione di tutti i siti di monitoraggio. La progettazione della rete di monitoraggio è supportata almeno da modellizzazioni o misurazioni indicative.

La documentazione è aggiornata a seguito di ogni riesame e di altre modifiche pertinenti della rete di monitoraggio ed è resa pubblica attraverso adeguati canali di comunicazione.

### **Citizen science**

La Citizen Science è la partecipazione di cittadini in rete o in gruppi organizzati nelle attività di raccolta di dati e produzione di informazioni, attraverso misurazioni, stime, modelli, osservazioni, valutazioni, interpretazioni o elaborazioni, con l'obiettivo di ampliare la consapevolezza personale e la conoscenza scientifica delle dinamiche di cui si è partecipi e dei fenomeni ad esse connessi.

*<https://www.scienzainrete.it/articolo/citizen-science-scienza-di-tutti>*

### **Qualità dell'aria e partecipazione dei cittadini**

Il rapporto dell'Agenzia europea per l'ambiente (Assessing air quality through citizen science) fornisce una panoramica dei dispositivi a basso costo per la misurazione della qualità dell'aria a disposizione di cittadini ed associazioni, ne spiega brevemente il funzionamento, l'affidabilità ed il potenziale per rispondere a domande sulla qualità dell'aria.

I vari tipi di strumenti presentano infatti vantaggi e svantaggi diversi e gli utenti dovrebbero essere consapevoli dei vari limiti: sebbene alcuni dispositivi siano relativamente affidabili, i sensori a basso costo possono ad esempio essere sensibili alle condizioni meteorologiche o mancare della capacità di misurare concentrazioni di inquinanti molto alte o molto basse.

Il rapporto sostiene come, nel prossimo futuro, il crescente numero di iniziative scientifiche dei cittadini incentrate sull'inquinamento atmosferico, unito a nuovi approcci alla digitalizzazione dei dati, potrebbe rappresentare un cambiamento di paradigma nel modo in cui viene monitorata la qualità dell'aria: una vasta rete di sensori a basso costo potrebbe infatti integrare i dati ufficiali e fornire nuovi percorsi per ottenere informazioni accurate ed in tempo reale.

### **Citizen science SNPA**

Per il SNPA la CS è una potente opportunità di partenariato tra istituzioni e cittadini, basato sulla fiducia e la definizione chiara di ruoli, compiti e confini, che ha come terreno di azione la scienza legata alla ricerca sui temi ambientali e la protezione dell'ambiente e della salute.

E' la chiave di un cambiamento che va accolto e gestito: da una parte il mondo istituzionale potrà aprirsi a nuovi approcci con i cittadini risultando più credibile, dall'altra i cittadini potranno accrescere e scambiare le proprie conoscenze, agendo concretamente al fianco di esperti, tecnici, ricercatori e scienziati. Il Consiglio SNPA ha approvato il "Decalogo SNPA per la Citizen science".

## **SNPA e dati sulla qualità dell'aria**

Per il monitoraggio della qualità dell'aria in Italia non esiste ancora un sito unico.

Tutte le Agenzie che compongono il SNPA pubblicano i dati rilevati, sia pure con modalità molte diverse. Un esempio positivo di modalità di presentazione dei dati è costituito da Arpa Toscana <http://www.arpat.toscana.it/temi-ambientali/aria/qualita-aria/>

Sono i dati orari in real time degli inquinanti gassosi (fra cui il biossido di azoto), nonché l'andamento giornaliero per gli altri inquinanti, per zona, per stazione di monitoraggio per un periodo scelto (disponibili i dati dell'ultimo anno); e poi l'andamento annuo per singolo inquinante, per zona, per stazione di monitoraggio per un periodo scelto. I dati sono disponibili anche attraverso una APP e nell'Annuario dei dati ambientali. Sul sito ARPAT c'è una specifica sezione «Open data» che mette a disposizione tutti i dati.

I dati vengono rilasciati con licenza Italian Open Data License V.2.0' che consente di:

- riprodurre, distribuire al pubblico, concedere in locazione, presentare e dimostrare in pubblico, comunicare al pubblico, messa a disposizione del pubblico inclusa, trasmettere e ritrasmettere in qualunque modo, eseguire, recitare, rappresentare, includere in opere collettive e/o composte pubblicare, estrarre e reimpiegare le Informazioni;
- creare un lavoro derivato ed esercitare sul lavoro derivato i diritti di cui al punto precedente, per esempio attraverso la combinazione con altre informazioni (mashup).

Per il momento l'unico servizio unificato SNPA riguarda le previsioni della qualità dell'aria che produce quotidianamente previsioni sulla qualità dell'aria a scala nazionale. Il sistema fornisce mappe orarie di concentrazioni di PM10, PM2.5, ozono (O3), biossido di azoto (NO2) e dust. Tuttavia, da alcuni anni SNPA pubblica un rapporto annuale sull'andamento della qualità dell'aria e mette a disposizione i dati aperti relativi ai risultati nelle stazioni di monitoraggio di tutta Italia. <https://www.snambiente.it/snpa/la-qualita-dellaria-in-italia-edizione-2023/>

## **I dati italiani attraverso l'Agenzia Europea per l'Ambiente**

L'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) mette a disposizione di tutti la banca dati dei risultati che ogni nazione trasmette relativamente ai risultati del monitoraggio della qualità dell'aria.

I dati sono relativi alle stazioni di monitoraggio presenti nei paesi dell'Unione Europea ed anche a numero paesi extra UE che comunque fanno parte dell'Agenzia o con essa cooperano.

Nella banca dati sono disponibili dati fino dalla fine degli anni novanta (relativamente ad un numero ridotto di stazioni, via via crescente fino ad arrivare alle oltre 3.000 stazioni di monitoraggio degli ultimi anni.

## **L'indice europeo della qualità dell'aria**

L'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) pubblica l'Indice Europeo della Qualità dell'Aria, che consente agli utenti di comprendere meglio la qualità dell'aria in cui vivono, lavorano o viaggiano. Visualizzando informazioni aggiornate per l'Europa, gli utenti possono acquisire informazioni sulla qualità dell'aria in singoli paesi, regioni e città.

L'indice si basa sui valori di concentrazione per un massimo di cinque inquinanti chiave, tra cui: particolato (PM10); particolato fine (PM2.5); ozono (O3); biossido di azoto (NO2); anidride solforosa (SO2). Esso riflette il potenziale impatto della qualità dell'aria sulla salute, determinato dall'inquinante per il quale le concentrazioni sono peggiori per i relativi impatti sulla salute. L'indice è calcolato ogni ora per più di 3.500 stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in tutta Europa, utilizzando una combinazione di dati aggiornati segnalati dai paesi membri dell'EEA (non verificati formalmente dai Paesi) e la previsione del livello di qualità dell'aria fornito dal servizio di monitoraggio atmosferico Copernicus (CAMS).

Per impostazione predefinita, l'indice di qualità dell'aria raffigura la situazione 3 ore fa. Gli utenti possono quindi selezionare qualsiasi ora nelle 48 ore precedenti e visualizzare i valori di previsione per le 24 ore successive.

L'utente può filtrare la selezione per paese e per tipo di stazione. Le stazioni sono classificate in relazione alle principali fonti di emissione: traffico, industriale e fondo (dove il livello di inquinamento non è dominato né dal traffico né dall'industria). L'utente può visualizzare tutte le stazioni, solo le stazioni di

traffico o solo le stazioni non traffico (stazioni industriali e di fondo). Può accadere che i risultati in tempo reale non siano visibili (pallini indicanti le stazioni di monitoraggio “grigi”) per un ritardo nella trasmissione dei dati, se si consulta i risultati dei giorni precedenti però si possono di norma vedere.

<https://ambientenonsolo.com/lindice-europeo-della-qualita-dellaria/>

L’Agenzia Europea per l’Ambiente mette a disposizione anche la App “European Air Quality Index”, nelle 24 lingue ufficiali dell’UE, con la quale gli utenti possono consultare i livelli di inquinamento atmosferico e le tendenze provenienti da oltre 3500 stazioni di monitoraggio in tutta Europa. E’ possibile scaricare l’APP su Android PlayStore e Apple iOS.

<https://ambientenonsolo.com/una-app-dellagenzia-europea-per-lambiente-con-i-dati-della-qualita-dellaria-anche-vicino-a-te/>

## I Piani di Azione Comunale (PAC) della Regione Toscana

Elisabetta Chellini, già Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologia ISPRO e Maria Grazia Petronio, Vice Presidente ISDE Italia

Le riflessioni che seguono derivano dalla nostra esperienza maturata come operatori del Sistema Sanitario Regionale della Toscana, che condividiamo nella speranza che possano essere di ausilio per altri. Faremo riferimento essenzialmente ai Piani di Azione Comunale (PAC) deliberati e approvati in Toscana nel decennio precedente alla data di stesura di queste riflessioni. Da notare che la nuova DGRT n.228 del 6 marzo 2023 per la stesura dei PAC ha introdotto alcune modifiche e 31 nuovi PAC sono stati predisposti nelle aree di superamento seguendo le indicazioni di quella delibera, PAC che non sono stati esaminati in questo contributo di riflessione

### Direttiva UE relativa alla qualità dell'aria ambiente

È ben noto che la Direttiva UE relativa alla qualità dell'aria ambiente per un'aria più pulita, la n.5/2008, è quella di riferimento. Indica espressamente l'importanza dell'impatto sulla salute umana delle misure che vengono proposte in questo ambito. Come primo obiettivo infatti all'art.1 della suddetta Direttiva viene indicato che le misure sono volte a *“evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana”*.

### Recepimento in Italia della Direttiva UE

In Italia questa Direttiva è stata recepita nel 2010 con D.Lgs. n.155 che individua le Regioni e le Province Autonome quali Enti preposti all'adozione di *“Piani e misure per il raggiungimento dei valori limite e dei livelli critici, per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento del relativo rispetto”* (art.9) nonché *“Piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme”* (art.10). Il D.Lgs. n.155/2010 definisce altresì quali sono gli inquinanti, i loro valori limite e le soglie di allarme, ed in particolare indica i seguenti inquinanti per i quali non devono essere superati i rispettivi valori obiettivo o valori limite fissati dalla direttiva europea: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, e PM10, PM2,5, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

### Legislazione Regione Toscana

In quello stesso anno, il 2010, la Regione Toscana ha emanato due leggi:

- la legge n.9/2010 *«Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente»*, nella quale ha indicato:
  - (i) all'art.9 che dovesse essere predisposto uno specifico Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA);
  - (ii) e all'art.12 che dovessero essere predisposti ed attuati specifici PAC in quei comuni identificati sulla base della valutazione della qualità dell'aria ambiente e della classificazione delle zone e agglomerati, elencati successivamente in una Delibera di Giunta Regionale Toscana (DGRT) di quello stesso anno, la DGRT n.1025/2010;
- la legge n.10/2010 *“Norme in materia di valutazione ambientale strategica (VAS), di valutazione di impatto ambientale (VIA) e di valutazione di incidenza”* che ha indicato che i piani e programmi strategici regionali dovessero essere sottoposti a VAS, senza fornire alcuna indicazione sui piani attuativi, ovvero i PAC.

Le aree e i comuni soggetti a PAC ovvero quelle aree/insieme di comuni dove vi era stato nel quinquennio precedente almeno un superamento del valore limite per le sostanze inquinanti rilevate dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria furono elencate nella DGRT 1025/2019. Dopo cinque anni dalla promulgazione L.10/2010 come specificato nel D.Lgs. n.155/2010 (art.4 comma 2), è stata riesaminata la classificazione delle zone e degli agglomerati e definita una nuova zonizzazione (DGRT n.1182/2015), utilizzando caratteristiche rilevanti ai fini della valutazione dell'inquinamento atmosferico quali i bacini aerologici, l'orografia, le condizioni meteo, oltre alle emissioni di inquinanti primari [Pb, CO, SOx, Benzene, benzo(a)pirene, metalli] e secondari [particolato fine e ultrafine, NOx], mentre l'O3 è stato considerato a sé stante.

In Toscana il primo Piano Regionale di Qualità dell’Aria sottoposto a VAS appare nella Proposta della Giunta Regionale (GRT) n.14/2017 al Consiglio Regionale che poi lo ha approvato con Delibera del Consiglio Regionale n.72/2018. Se IL PRQA rappresenta il piano strategico di riferimento, i PAC sono di fatto i piani attuativi e questi sono estremamente importanti per raggiungere gli obiettivi del PRQA.

Nel 2016 sono state deliberate le prime Linee Guida (LG) regionali per la predisposizione dei PAC (DGRT n.814/2016). In queste LG vengono individuate le seguenti tipologie di interventi:

a) STRUTTURALI nel SETTORE DELLA MOBILITÀ:

- Misure di limitazione del traffico
- Promozione trasporto pubblico
- Razionalizzazione logistica urbana e flussi di traffico
- Promozione mobilità pedonale e ciclabile
- Promozione all’uso di carburanti a basso impatto ambientale
- Promozione mobilità elettrica sostenibile

b) STRUTTURALI nel SETTORE DEL CONDIZIONAMENTO DEGLI EDIFICI e del RISPARMIO ENERGETICO:

- Interventi per l’impiego di fonti rinnovabili a basso impatto ambientale e sul risparmio energetico
- Interventi sugli impianti termici
- Interventi su sfalci e potature

c) per l’EDUCAZIONE AMBIENTALE e IL MIGLIORAMENTO DELL’INFORMAZIONE AL PUBBLICO

d) CONTINGIBILI

Viene anche precisato che *“i Comuni potranno scegliere tra gli interventi individuati nelle linee guida quelli che ritengono essere maggiormente efficaci per ridurre l’inquinamento atmosferico”*, e che *“l’elenco degli interventi indicati non è da considerarsi esaustivo”*. Viene cioè introdotto il concetto dell’efficacia degli interventi che saranno attuati. Tuttavia, successivamente nello stesso documento viene precisato che ai Comuni è richiesto di fornire una descrizione delle misure che intendono adottare, i costi previsti, e che *“non è necessario invece indicare gli effetti della misura in termini di riduzione delle emissioni”*, dando per scontato che gli interventi proposti siano efficaci.

Viene pure indicato che i PAC dovranno essere coerenti con le disposizioni del D.Lgs. n.152/2006 sulla prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera prodotte da impianti ed attività, su autorizzazioni e controlli, e con gli strumenti di programmazione regionale (PRQA). Inoltre, i Comuni toscani, tenuti all’approvazione dei PAC, dovranno adeguare agli interventi previsti nei PAC i regolamenti edilizi, i Piani Urbani della Mobilità (PUM), i Piani Urbani del Traffico (PUT) e i piani degli orari ove previsti.

La redazione dei PAC ha comportato un grande lavoro - soprattutto per i comuni più piccoli - e una ridondanza di atti amministrativi. Infatti ciascun comune, benché appartenente ad una stessa area di superamento con caratteristiche di omogeneità riguardo alla tipologia e alle fonti di inquinamento atmosferico osservate, ha dovuto comunque redigere un proprio PAC. Questo ha giustamente indotto l’amministrazione regionale a indicare esplicitamente nella nuova DGRT n.228 del 6 marzo 2023 per l’attivazione delle nuove misure di riduzione dell’inquinamento atmosferico quanto segue: *«Nel caso delle aree di superamento che ricomprendono una pluralità di territori comunali si sottolinea l’opportunità, in ragione della maggiore efficacia delle azioni di contenimento delle emissioni, di predisporre un PAC unico a livello di area di superamento, con le necessarie “personalizzazioni” a livello di ciascun Comune»*. Quest’ultima delibera, ha individuato le aree di superamento ed i Comuni soggetti all’adozione dei PAC, le situazioni a rischio di inquinamento atmosferico, i criteri per l’attivazione dei provvedimenti, le modalità di gestione e aggiornato le linee guida per la predisposizione dei PAC stessi.

### **Esame PAC della Regione Toscana**

Nel sito della Regione Toscana erano reperibili al settembre 2023 i PAC approvati dalla Regione stessa, redatti tra il 2011 e il 2016 [<https://www.regione.toscana.it/-/elenco-pac-approvati> - consultazione del 30-9-2023-], alcuni quindi anche in anni precedenti alle indicazioni formulate nelle LG del 2016.

Nuovi PAC risultano adesso redatti dai Comuni ed approvati dalla Regione, ma non sono stati esaminati e quindi non sono oggetto di queste riflessioni. Sono stati analizzati, in un’ottica di sanità pubblica,

i 30 PAC sopra citati, redatti nel periodo 2011-2016, e con valenza massima indicata fino al 2020. Di seguito si riportano alcune considerazioni in merito.

I PAC approvati hanno dimensioni quanto mai variabili (range n. pagine: 35-187), indipendenti dalla numerosità degli interventi proposti e correlate prevalentemente allo spazio dedicato alla parte introduttiva (spesso superflua e ridondante), concernente il richiamo alla normativa e il quadro conoscitivo delle fonti e dei livelli di inquinamento atmosferico nelle specifiche aree, o alla presenza di allegati. Risultano per lo più curati da operatori interni dei comuni e appaiono spesso come un copia-incolla l'uno dell'altro, specialmente in quei comuni che fanno parte di una stessa area di superamento. Laddove ci sono fonti puntuali di inquinamento (aree industriali o singoli impianti, ad es. inceneritori) viene fatto riferimento anche a questi, e nei PAC più recenti viene anche fatto riferimento al PAES (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile). Talora sono stati pure inseriti interventi reputati avere un impatto sull'infortunistica stradale ma il cui impatto sull'inquinamento atmosferico non è chiaro. In qualche PAC è stato anche affrontato il tema dell'efficacia degli interventi previsti (in termini di priorità, tempistica di attuazione, e costi) utilizzando una scala nominale, senza però riferire chi abbia fatto e come sia stata fatta tale valutazione.

Interessanti spunti di riflessione, anche in merito alle problematiche sanitarie sottese, emergono dai due PAC la cui predisposizione è stata curata da Agenzie o Enti esterni ai Comuni. Si tratta del PAC del Comune di Arezzo, predisposto dalla Ditta AzzeroCO2 di Roma, e del PAC dei Comuni della Piana Lucchese (Altopascio, Capannori, Lucca, Montecarlo e Porcari) predisposto dall'Istituto di Management della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa.

In entrambi i due documenti:

- nel quadro conoscitivo vengono incluse importanti informazioni di contesto (demografiche e sul tessuto economico del territorio) che permettono di avere indicazioni sulla dimensione della popolazione esposta all'inquinamento e che potrebbe beneficiare degli interventi previsti;
- vengono inserite informazioni sugli effetti noti sulla salute umana degli inquinanti considerati, con la bibliografia di riferimento.

Nel PAC di Arezzo vengono:

- inseriti aspetti sulla metodologia di calcolo utilizzata per la valutazione dell'impatto degli interventi;
- effettuata una comparazione con ambiti territoriali italiani considerati analoghi.

Nel PAC della Piana Lucchese vengono:

- presentati i risultati di un'indagine preliminare che aveva coinvolto politici, tecnici e operatori di associazioni del territorio, indagine che si era posta l'obiettivo di avere informazioni sulla loro percezione dell'utilità ed efficacia degli interventi proposti;
- ipotizzato un monitoraggio degli impatti, oltre che con i dati di inquinamento ambientale, anche mediante un Tavolo di confronto tra gli assessori all'ambiente e i tecnici dei comuni coinvolti;
- ipotizzate misure di autofinanziamento degli interventi con le sanzioni (50% per gli interventi in edilizia, 30% per gli interventi sulla mobilità e 20% per interventi di educazione ambientale).

Solo da questi due PAC predisposti da «esterni si evince quindi che le amministrazioni comunali che li hanno approvati sono ben consapevoli:

- di stare affrontando un aspetto non solo ambientale ma anche di sanità pubblica, e che pertanto gli interventi devono essere condivisi anche con chi ha competenze di sanità pubblica,
- dell'utilità di un confronto con territori simili che potrebbero aver già identificato e attuato interventi e alternative risultate efficaci,
- della necessità di comunicare anche gli aspetti più difficili (ad es. quelli metodologici) anche perché il livello di conoscenza delle comunità è tale che possono essere compresi;
- e della necessità di un confronto partecipato in modo da giungere ad una reale condivisione di intenti.

In tema di sanità pubblica, ci preme anche fare alcune considerazioni sugli interventi di educazione e informazione previsti nei PAC. Si parla generalmente di interventi di educazione nelle scuole, domeniche ecologiche (e talora settimane), pagine web comunali (talora sui rischi sanitari) e iniziative di *smart city*, interventi di formazione e informazione rivolti al personale degli uffici comunali, produzione di opuscoli e

brevi video, e/o iniziative con le associazioni del territorio. Per lo più trattasi di elenchi di iniziative senza alcuna indicazione sulla valutazione della loro efficacia. Eppure la valutazione di efficacia (oltre che di efficienza) è un aspetto sostanziale degli interventi che vengono previsti!

A riguardo occorre osservare che per il precedente PRQA la Regione Toscana non aveva accolto in pieno le richieste formulate dalla ASL Toscana Centro in corso di VAS, ovvero di “*individuare indicatori adeguati a misurare i miglioramenti attribuibili a ciascun specifico intervento*”, di riportare “*per ogni obiettivo specifico una sintesi delle evidenze sugli esiti di buone pratiche alternative a quelle proposte e sperimentate in altri contesti nazionali e internazionali*”, e di indicare “*per ogni obiettivo specifico i risultati attesi nella finestra temporale di attuazione*” oltre a predisporre “*indicatori di monitoraggio intermedio*”. Purtroppo anche nell’ultima Delibera del 2023 (DGRT 228/2023) si parla solo di valutazione dell’attuazione degli interventi proposti e non della loro efficacia, che pare configurarsi solo nel monitoraggio annuale delle concentrazioni degli inquinanti considerati da parte degli Enti competenti in materia ambientale.

### **Suggerimenti che emergono dall’analisi dei PAC toscani (2011-2016)**

1. I Piani redatti dalle Regioni indicano la strategia da perseguire per la riduzione dell’inquinamento atmosferico ma è a livello territoriale che vengono attuati gli interventi atti a ridurre le fonti di tale inquinamento. Tali interventi devono essere commisurati sia al livello di inquinamento ambientale sia alla popolazione esposta, ma di quest’ultima non si parla mai sebbene sia quella interessata dagli interventi previsti e dal loro impatto. Oltre al monitoraggio degli inquinanti occorrerebbe quindi prevedere una valutazione della popolazione esposta nelle singole aree, con necessario coinvolgimento dei servizi epidemiologici e dei Dipartimenti di Prevenzione regionali e locali.

2. Al punto precedente si lega anche la necessità di aumentare la consapevolezza individuale e collettiva (empowerment) della popolazione sui temi ambientali proprio nelle aree oggetto di PAC, ma affinché cresca la partecipazione consapevole della popolazione occorrono interventi di informazione ed educazione sui temi ambientali, la cui efficacia deve essere monitorata.

3. È necessario costruire obiettivi chiari e misurabili, di provata efficacia, individuando le singole azioni previste per raggiungerli, i tempi, i costi e i risultati attesi (per es. quanta mobilità si intende spostare dall’auto privata al trasporto pubblico/bicicletta con gli interventi previsti?) con verifiche periodiche e rettifiche in caso di fallimento. Le azioni devono essere corredate di dati tecnici specifici (es. km di piste ciclabili, ubicazione, misure urbanistiche necessarie etc.).

4. La valutazione di efficacia è di fatto l’aspetto di maggiore criticità, ed è verosimile che a livello comunale non vi sia attualmente un patrimonio di cognizioni specifiche necessarie (*know-how*) per questi aspetti valutativi. Conoscere le evidenze disponibili sull’efficacia degli interventi proposti, individuare indicatori adeguati per monitorare nel tempo la loro attuazione e per misurarne l’impatto ovvero i risultati attesi, rappresentano aspetti fondamentali sia per non sprecare risorse sia per ottenere una partecipazione della popolazione interessata.

5. Un aspetto sostanziale è la discussione partecipata, da parte degli Enti sanitari territoriali competenti in materia di sanità pubblica e delle associazioni attive sul territorio, quali ISDE, sia alla stesura dei PAC, in modo da prevedere interventi realmente condivisi, sia al monitoraggio degli interventi attuati per poter acquisire informazioni sul loro reale impatto sulla salute.

6. È da ribadire il ruolo che può svolgere chi ha conoscenze aggiornate sui determinanti di salute, inclusi quelli ambientali, nelle strategie e nell’attuazione di interventi che hanno un impatto sulla salute pubblica. Purtroppo anche la nuova proposta di Direttiva Europea non considera per gli inquinanti ambientali i valori limite per la tutela della salute umana indicati dalla massima autorità sanitaria internazionale, l’Organizzazione Mondiale della Sanità. Sta dunque agli operatori sanitari portare all’interno delle commissioni o nell’espressione dei pareri valutazioni coerenti con le indicazioni dell’OMS oltre che con la normativa (al rispetto della quale sono preposte le Agenzie di protezione ambientale) e questo potrebbe creare sicuramente delle difficoltà nell’espressione dei pareri o delle autorizzazioni finali. Ma non dobbiamo per questo desistere dal riportare le indicazioni più corrette per la tutela della salute. I servizi sanitari in collaborazione con le Società Scientifiche/Associazioni mediche dovrebbero altresì fornire dati sulle criticità sanitarie del territorio (es. analisi di mortalità per quartiere).

7. L'ultima riflessione riguarda i Piani regionali per la qualità dell'aria (PRQA) per i quali necessita un intervento competente e decisivo da parte degli organismi sanitari i quali devono, nell'ambito della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) -ma anche nella VIA-, far coincidere la tutela della salute con il rispetto degli obiettivi di sostenibilità, spostando a monte, ovvero all'allontanamento dei fattori di rischio l'asticella degli interventi. Le VAS devono, infatti, per definizione, aiutare a conseguire gli obiettivi di sostenibilità stabiliti a livello nazionale ed europeo e, di conseguenza, portare ad una riduzione degli inquinamenti.

Pertanto la VAS deve esplicitare in termini quantitativi, in riferimento agli obiettivi di protezione della salute stabiliti dall'OMS, i miglioramenti che il PRQA può contribuire a far perseguire (per es. riduzione della percentuale di popolazione esposta a inquinamento atmosferico, rumore, campi magnetici o aumento della percentuale di verde disponibile etc.). In tale direzione è altresì necessario, come stabilito per altro dal D.Lgs. 152/2006, che nell'ambito della scelta comparativa tra interessi pubblici e privati, connotata da discrezionalità, gli interessi della tutela dell'ambiente e del patrimonio culturale siano prioritari.



## Principali problemi connessi all'inquinamento dell'aria per una strategia comune d'azione

Veronica Dini, Avvocato, Rete Legalità per il Clima (Relazione presentata al Webinar di aggiornamento ISDE 26/9/2023)

### Attivazione di una procedura per la segnalazione di rischio per la salute pubblica

La comunità scientifica e medico-legale è unanimemente concorde nell'affermare che elevati livelli di inquinamento atmosferico possono determinare, oltre che la compromissione dell'ambiente e l'incremento degli impatti del cambiamento climatico, anche significativi danni alla salute di chi vi è esposto. Per tale ragione, del resto, la normativa comunitaria e nazionale qualifica come illegittimo o addirittura illecito, sotto il profilo penale, il superamento dei limiti di emissione/immissione, a prescindere dalla effettiva dimostrazione della determinazione di un danno alla salute (e/o all'ambiente). Sotto il profilo legale la mera violazione delle prescrizioni della normativa di settore, e a maggior ragione il rischio o la causazione di danni alla salute umana, costituiscono violazione di diritti umani fondamentali, diversamente definiti e disciplinati dalle diverse fonti legislative. Al di là della normativa specialistica, occorre considerare che il codice civile e quello penale sanzionano, ciascuno nel proprio campo di applicazione e con differenti modalità, anche condotte che comportino emissioni comunque intollerabili, da cui possano scaturire rischi o danni alla salute e/o all'ambiente anche a prescindere dal superamento dei valori normativamente imposti. Questo legittima anche singoli cittadini o associazioni di settore ad attivarsi per denunciare eventuali responsabilità, chiedere l'intervento delle Istituzioni competenti, anche per l'attuazione di provvedimenti interdittivi e d'urgenza a tutela dell'ambiente e della salute, oltre che, naturalmente, agire per il risarcimento dei danni subiti. Tale diritto, si configura come obbligo per coloro che, tra l'altro, svolgono funzioni di pubblico ufficiale.

In concreto, a fronte del superamento dei limiti di emissione previsti per sostanze inquinanti ovvero in presenza di condotte idonee a mettere a rischio la salute collettiva o di singoli o di gruppi di cittadini, è possibile (e doveroso in alcuni casi) intervenire in modi differenti, a seconda del soggetto che agisce, del contesto, dell'entità e dell'urgenza del rischio/danno, della sua attualità, della sua fonte, della presenza di atti amministrativi autorizzativi, delle disponibilità economiche dell'interessato, ecc.

In particolare, è possibile:

1. fare istanza di accesso agli atti e di partecipazione nei procedimenti amministrativi con risvolti ambientali e contestare, in sede gerarchica e giudiziaria, eventuali dinieghi non correttamente giustificati;
2. partecipare attivamente e sollecitare l'attivazione di procedimenti amministrativi volti all'approvazione di atti/progetti/piani con valenza ambientale: si fa riferimento, in particolare, ai procedimenti di VIA, VAS, VINCA, IPPC ecc;
3. partecipare attivamente ai procedimenti amministrativi volti all'approvazione degli strumenti urbanistici e regolamentari di settore;
4. fare una segnalazione/esposto agli Enti di controllo (ARPA, ATS), anche sollecitando azioni sanzionatorie e di monitoraggio;
5. fare una segnalazione/esposto agli E.L. con competenze specifiche, anche chiedendo l'emanazione di provvedimenti e/o di piani specifici;
6. fare una denuncia penale, con eventuale richiesta di sequestro di impianti nocivi;
7. dichiararsi persone offese nei procedimenti ambientali tematici e attivare la costituzione di parte civile, anche per ottenere il risarcimento dei danni subiti e delle spese sostenute;
8. impugnare, innanzi ai Tribunali amministrativi atti autorizzativi e/o pareri forieri di impatti ambientali e/o sulla salute;
9. inviare diffide ad adempiere e messe in mora a soggetti pubblici e privati responsabili di condotte lesive del diritto alla salute e all'ambiente salubre;
10. attivare cause civili, non solo risarcitorie, ma anche preventive e inibitorie: di grande rilevanza,

sono oggi i contenziosi strategici in materia ambientale e climatica;

11. sollecitare il controllo di legittimità costituzionale della normativa di settore;

12. sollecitare la verifica di compatibilità delle norme di settore rispetto alla normativa comunitaria, presso la Corte di Giustizia UE;

13. promuovere ricorsi alla Corte Europea dei Diritti dell'Uomo;

14. promuovere petizioni al Parlamento UE, in caso di violazione della normativa europea;

15. sollecitare interrogazioni nei consigli comunali e in sede parlamentare, anche in Europa, per avere chiarimenti in ordine a procedure e/o normative di interesse.

Qualunque sia la strada scelta, peraltro, è fondamentale affiancare l'azione legale con azioni civiche e di mobilitazione delle comunità interessate e, soprattutto, fare rete con altri soggetti, singoli e/o associati, che si occupano di tematiche affini e portano avanti azioni analoghe.

## Il contenzioso climatico

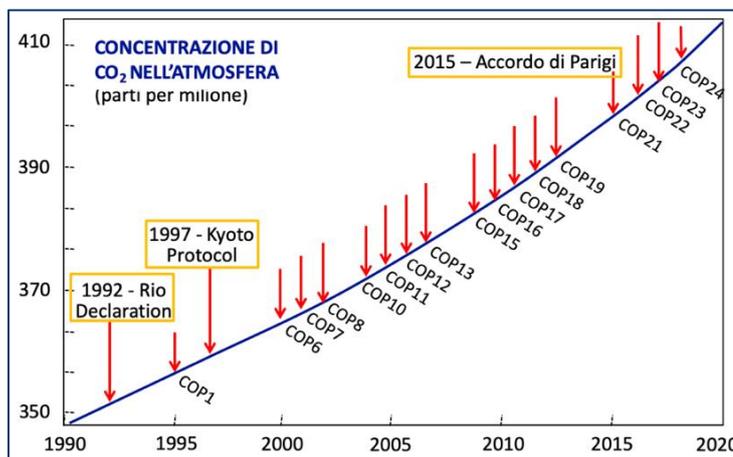
Luca Saltalamacchia, Avvocato, Rete Legalità per il Clima

La comunità degli Stati concorda in maniera unanime sin dagli anni '90 che il cambiamento climatico è un fenomeno potenzialmente in grado di compromettere i diritti fondamentali e la sopravvivenza dell'intera umanità alle condizioni di vita attuale. La Convenzione Quadro dell'ONU sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) è stata ratificata dalla quasi totalità degli stati, così come i successivi Protocollo di Kyoto ed Accordo di Parigi.

Adirittura, in occasione della COP di Parigi, la comunità degli Stati ha adottato la Decisione n. 1/CP.21, con cui il cambiamento climatico è stato ufficialmente riconosciuto come *“minaccia urgente e potenzialmente irreversibile”*.

Il Panel di scienziati che si riunisce sotto la sigla di IPCC periodicamente pubblica dei report che mettono insieme gli studi che l'intera comunità scientifica ha prodotto sui vari aspetti del cambiamento climatico. Non tutti sanno che i suoi report vengono approvati dai delegati degli stati, per cui essi non costituiscono una mera *“opinione”* di un gruppo di scienziati allarmisti, ma una raccolta di tutto quanto è stato prodotto sul tema, avallato dalla comunità degli stati.

Sia i report dell'IPCC che gli accordi internazionali sul clima contengono un'unica ricetta per contrastare efficacemente il riscaldamento globale: ridurre la concentrazione di gas serra, soprattutto di anidride carbonica (CO<sup>2</sup>) in atmosfera. La concentrazione di gas serra in atmosfera – in particolare, di CO<sup>2</sup> – è costantemente aumentata, come risulta dalla seguente grafico:



Come si può vedere, a dispetto dei diversi accordi internazionali sul clima, la concentrazione di anidride carbonica in atmosfera è aumentata ogni anno, con una intensità via via sempre maggiore, fino a raggiungere nel 2022 il livello medio di 417 ppm. Nel 2023, a lungo, tale media è stata superiore a 420 ppm.

Le acquisizioni scientifiche oramai diffuse (ed accettate) avrebbero dovuto indurre gli Stati ad adottare politiche climatiche più ambiziose ed efficaci, in modo da centrare l'obiettivo indicato nell'Accordo di Parigi di limitare il riscaldamento globale a ben al di sotto di 2°C, preferibilmente entro 1,5°C.

Avrebbero dovuto inoltre spingere le imprese le cui attività sono maggiormente climalteranti a rivedere i propri piani industriali per contenere le emissioni prodotte.

Invece, come accertato dall'IPCC nel suo ultimo rapporto (l'Assessment Report n. 6) (1), sarà difficile che l'aumento della temperatura globale venga contenuta entro i 2°C entro fine secolo, visto che **le politiche climatiche attualmente implementate dagli stati porteranno la temperatura media della Terra ad aumentare di 3,2 gradi entro 2100.**

Proprio perché esiste questa contraddizione fra la certezza che si debba agire per limitare il riscaldamento globale e l'inefficacia delle misure sinora poste in essere, da diversi anni la società civile ha iniziato a ricorrere al contenzioso per provare ad ottenere in via giudiziaria o quasi-giudiziaria ciò che gli Stati e le imprese climalteranti non riescono a fare spontaneamente. Il contenzioso climatico, infatti, è proposto

sia contro stati (o agenzie pubbliche), sia contro soggetti privati (imprese che operano in settori che producono impatti climalteranti), ed ha ad oggetto richieste molto variegata: taglio delle emissioni, annullamento di concessioni per progetti climalteranti, annullamento di leggi climatiche ritenute non efficaci, trasparenza informativa, sanzionamento del greenwashing, etc.

Secondo l'UNEP (2), rientrano nel **contenzioso climatico**: *“le cause che sollevano questioni rilevanti di diritto o di fatto relative alla mitigazione, all'adattamento o alla scienza dei cambiamenti climatici. Tali cause sono lanciate dinanzi a una serie di organi amministrativi, giudiziari e di altro tipo”*.

Secondo i dati forniti dal **Sabin Center for Climate Change Law**, che raccoglie e censisce tutti i contenziosi climatici, pendono nel mondo poco meno di 3000 contenziosi climatici, di cui più della metà negli USA.

Alcuni di questi, si stanno celebrando in Italia o comunque contro imprese italiane, tra cui si segnalano:

- **il Giudizio Universale**, primo contenzioso climatico lanciato contro lo stato italiano avente ad oggetto il taglio delle emissioni complessive lanciato nel giugno 2021 (3);

- **Rete Legalità per il Clima ed altri vs Veronesi e Cremonini**, aventi ad oggetto gli impatti climatici prodotti dagli allevamenti intensivi lanciati a dicembre 2021 e marzo 2022 (4);

- **Rete Legalità per il Clima ed altri vs ENI**, avente ad oggetto gli impatti climatici del piano industriale di ENI lanciato nel febbraio 2022 (5);

- **FOCSIV ed altri vs Stellantis**, avente ad oggetto l'acquisto di cobalto da miniere illegali del Congo lanciato nel luglio 2022 (6);

- **Survival International vs Concerie Pasubio**, avente ad oggetto l'acquisto di pellame proveniente da bovini allevati in aree illegalmente deforestate del Gran Chaco in Paraguay lanciato nel dicembre 2022 (7);

- **Greenpeace Italia, Re: Common ed altri vs ENI**, anch'esso avente ad oggetto gli impatti climatici del piano industriale di ENI lanciato nel maggio 2023 (8).

Sappiamo bene che l'emergenza climatica è un problema globale che andrebbe affrontato mediante l'adozione di politiche climatiche (da parte degli Stati) e di piani industriali (da parte delle imprese) ambiziosi; sappiamo anche che purtroppo, nonostante le dichiarazioni di intenti, sia gli Stati che le imprese non vogliono effettuare scelte coerenti con gli impegni necessari per contenere il riscaldamento globale al di sotto della soglia di 1,5°C, individuata dalla comunità scientifica come quella oltre la quale si potrebbero provocare sconvolgimenti catastrofici ed irreversibili.

Il contenzioso climatico non fornisce una soluzione al problema; costituisce, però, un'arma che la società civile ha per costringere Stati ed imprese a fare i conti con le proprie responsabilità. Quanto questa arma possa rivelarsi efficace, sarà il tempo a stabilirlo.

## Bibliografia

- 1) [https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf)
- 2) <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34818/GCLR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 3) <https://giudiziouniversale.eu/press-kit/?lang=en>
- 4) <http://climatecasechart.com/non-us-case/rete-legalita-per-il-clima-legality-for-climate-network-and-others-v-intensive-livestock-farming-multinational-companies-operating-in-italy/>
- 5) <http://climatecasechart.com/non-us-case/rete-legalita-per-il-clima-legality-for-climate-network-and-others-v-eni/>
- 6) <https://www.oecdguidelines.nl/documents/publication/2023/02/13/initial-assessment-italian-associations-and-ngos-vs-stellantis-n.v.-and-fca-italy-s.p.a>
- 7) <https://www.survivalinternational.org/news/13579>
- 8) <https://www.greenpeace.org/static/planet4-international-stateless/2023/05/e9577c6f-media-briefing-en-the-just-cause-may-2023.pdf>

# Ruolo della Rete Italiana Medici Sentinella per l'Ambiente (RIMSA) per l'inquinamento dell'aria. Proposte per la formazione dei giovani MMG

Claudio Gianotti, Coordinatore ISDE Giovani, Medico di Medicina Generale

Paolo Lauriola, Presidente EPHA, Membro Giunta Esecutiva ISDE

## Le cure primarie

L'importanza delle cure primarie è riconosciuta come essenziale anche nel PNRR che dedica molta parte della Missione 6 (salute) a questo tema.

L'Assistenza Sanitaria Primaria (in inglese PHC) è l'assistenza sanitaria essenziale basata su metodi e tecnologie pratiche, scientificamente valide e socialmente accettabili. Essa è il primo livello di contatto degli individui, delle famiglie e della comunità col sistema sanitario del Paese, portando l'assistenza sanitaria quanto più vicino è possibile a dove la popolazione vive e lavora.

Essa si occupa di:

- persone sane (o apparentemente sane), con i quali operare con un'azione proattiva di prevenzione personalizzata, finalizzata a promuovere stili di vita sani e l'adesione alla profilassi vaccinale e agli screening oncologici;
- persone con problemi di salute di nuova insorgenza, a cui nella maggior parte dei casi viene offerta diagnosi o primo inquadramento diagnostico con successivo eventuale approfondimento specialistico, garantendo appropriatezza prescrittiva, rapidità di primo contatto e risoluzione di molti dei casi
- persone con problematiche croniche ad elevata prevalenza (sovrappeso, ipertensione, dislipidemie, diabete, BPCO, ...) con necessità di una presa in carico continuativa nel tempo e nei passaggi tra i diversi livelli di cura;
- persone in condizioni di fragilità (fisica, mentale, sociale, economica) e/o con compromissione dell'autonomia personale e/o con bisogni assistenziali complessi, con necessità di essere prese in carico globalmente e in modo coordinato da tutti i diversi attori indicati alla specifica situazione.(1)

I medici delle cure primarie hanno in effetti le potenzialità per integrarsi sia nei percorsi assistenziali orientati "verticalmente", cioè quelli che riguardano la gestione di malattie che richiedono un collegamento stretto tra i vari livelli assistenziali, sia, e soprattutto, in quelli orientati "orizzontalmente" in cui assumono valore l'integrazione dell'assistenza a livello territoriale per rispondere ai bisogni degli individui e la progettazione di sistemi di cura incentrati sulle esigenze generali della popolazione.

E' quindi essenziale puntare ad una forte integrazione tra Cure primarie, Ospedali e dipartimenti di Prevenzione.(2)

I medici delle cure primarie si trovano in una posizione eccellente per:

- educare i pazienti sulla pertinenza e l'efficacia delle misure igieniche, anche con l'applicazione personale delle misure di contenimento del contagio;
- osservare i pazienti in un contesto "real life" cioè nel luogo in cui vivono, venendo esposti alle loro condizioni lavorative, ambientali, sociali reali.
- rilevare e segnalare epidemie e mini-epidemie di malattie, virali e non, o altri aspetti connessi (applicabilità concreta delle linee-guida, criticità assistenziali, ecc.) come dimostrato anche da esperienze italiane (quali InluNet, SPES e Pedianet).(3)

Il termine molto evocativo di "medico sentinella" o meglio di "rete di medici sentinella" (MS) non è affatto recente. A partire dal 1955, a seguito del *Weekly Return Service* a Birmingham, nel Regno Unito, a cura del *Royal College of General Practitioners*, si sono succedute in tutto il mondo un elevato numero di esperienze. È stata condotta una ricerca bibliografica, in collaborazione con la banca dati EBSCO, per verificare la diffusione di esperienze e indagini che hanno coinvolto i MS. In totale, sono stati recuperati tra il 1984 e il 2017, 6691 articoli che rispondevano ai criteri di ricerca prestabiliti. (4)

Vale la pena ribadire che se è infatti ormai chiaro per quanto riguarda l'assistenza (*response*), emerge che è altrettanto importante promuovere il loro coinvolgimento nell'ambito della prevenzione. Questa necessità, resa bene evidente dall'epidemia corrente, potrebbe essere altrettanto importante nel caso delle malattie trasmesse da vettori (VBD), la cui rilevanza è altamente variabile a livello geografico, tanto da essere note come "malattie focali". In pratica, tutte le strategie globali (adattamento e mitigazione) come ad esempio nel caso dei Cambiamenti Climatici devono considerare con molta attenzione il contesto locale.(5)

Inoltre, il mmg già oggi vede modificare la propria attività clinica e organizzativa in base alle modificazioni ambientali, ad esempio in corrispondenza di picchi di inquinamento avrà maggiori accessi di pazienti affetti da cardiopatia, BPCO, asma e altro oppure in corrispondenza delle ondate di calore vedrà aumentare cadute, malori, e dovrà modificare maggiormente terapie diuretiche e antipertensive. La coordinazione tra Dipartimenti di Prevenzione, ARPA, e mmg potrebbe portare a modelli di medicina di iniziativa virtuosi. Dobbiamo poi ricordare come, fenomeni come il riscaldamento globale o l'inquinamento dell'aria colpiscono tutti ma danneggiano maggiormente le persone più fragili: pensare a una stratificazione del rischio in base a criteri anagrafici (bambini e donne in gravidanza, anziani) in base a comorbilità (cardiopatici, diabetici ecc) ma anche di fragilità sociale (ceti meno abbienti, quartieri meno verdi ecc) è un compito CLINICO e spetta sicuramente ai medici di famiglia. Inoltre, sempre sul piano squisitamente clinico nel campo dell'interazione medicina e ambiente: esistono farmaci che inquinano moltissimo e possono essere facilmente sostituiti: è il caso degli inalatori spray che hanno un'impronta carbonica 34 volte superiore agli inalatori in polvere e un'efficacia inferiore. Oppure pensiamo a tutte le classi farmacologiche che interagiscono con i meccanismi fisiologici di risposta al caldo e che devono essere prescritti dal mmg: tutti i diuretici favoriscono cadute e disidratazione, tutti gli antipertensivi d'estate possono richiedere una correzione nella posologia, i farmaci antiparkinsoniani, gli antistaminici, gli eutiroidi o altri farmaci ad attività sul SNC possono modificare la naturale termoregolazione e devono essere prescritti con cautela.

Infine, il mmg si pone come anello di congiunzione tra prevenzione e clinica e dovrebbe andare a effettuare un piano di prevenzione primaria integrato sul paziente che tenga conto dei rischi ambientali, sociali e lavorativi, che hanno un effetto negativo sulla sua salute e spesso sull'ambiente stesso.

In sintesi, i medici di famiglia (MMG e PLS), se adeguatamente sensibilizzati, formati ed organizzati, possono rappresentare un "anello di congiunzione" tra problemi globali, possibili soluzioni e azioni locali, in aderenza alle più rigorose evidenze scientifiche. Pertanto, un loro maggiore coinvolgimento consentirebbe non solo di raccogliere informazioni in modo tempestivo e preciso sullo stato di salute della popolazione e dell'ambiente, ma anche e soprattutto nel trasmettere al cittadino un immediato senso di protezione da parte del Servizio Sanitario che, come già detto, nel 95% dei casi viene rappresentato dal Medici di Famiglia (MF).(6)

E' così nata una proposta della rete italiana Medici Sentinella per l'Ambiente (RIMSA) che si basa su tre elementi principali,

1. il ricco patrimonio scientifico e informativo in possesso dei Medici di Famiglia (MMG e PLS) e le grandi potenzialità epidemiologiche dei dati in loro possesso
2. l'importanza del loro ruolo informativo, educativo ed anche etico
3. la possibilità di integrare RIMSA con le reti cliniche e della prevenzione.

In particolare è stata raccolta l'opportunità offerta dal progetto "Progetto Strategico Cambiamenti climatici e salute nella vision Planetary Health", in preparazione dell'incontro internazionale G7 sul tema degli adattamenti ai cambiamenti climatici. (7)

Tale progetto finanziato dal Ministero della Salute, e supervisionato dall'Istituto Superiore di Sanità, ha consentito di sviluppare una proposta concreta, definita e coordinata da ISDE e FNOMCeO sia sul piano scientifico che amministrativo.

A seguito di questa fase di avvio sono state fatte numerose iniziative divulgative a livello nazionale ed internazionale (ad es. COP25 e COP27, 7° Conf, Interministeriale AS), articoli scientifici, predisposizione e gestione di mezzi di coinvolgimento di collaboratori (moodle, Whatsapp). (8)

Parte integrante di questa visione è la formazione che dovrebbe considerare questi punti:

- La salute del Pianeta è la salute dell’Uomo;
- Passaggio dalla logica delle “prestazioni sanitarie” al “servizio per la salute” e al “prendersi cura”;
- Valorizzare non la categoria, ma il ruolo delle cure primarie favorendo un approccio comunitario;
- Fare riferimento al Servizio Sanitario Nazionale, indicando criteri uniformi a tutte le regioni;
- Orientare verso un approccio sistemico, collaborativo e partecipativo, di promozione comunitaria della salute e di welfare “secondo un approccio *One-Planetary Health*”.

### **Conclusioni**

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), insieme ad altri importanti obiettivi (economia, giustizia, transizione ecologica, digitalizzazione etc) ha focalizzato l’attenzione sulla PHC, da non intendersi semplicemente come “un” “Medico di Famiglia” che opera isolatamente sul territorio ed è coinvolto prevalentemente su aspetti ancillari e burocratici della sanità. La PHC è una organizzazione che mira principalmente a mettere al centro delle valutazioni e delle azioni il cittadino-paziente e non le strutture sanitarie, che invece devono integrarsi tra loro per dare le risposte più appropriate in termini di tutela della salute.

Questa integrazione operativa deve realizzarsi anche e soprattutto con la formulazione di misure utili alla prevenzione primaria.

In particolare, nell’ambito del Servizio Sanitario sul Territorio, quanto descritto in precedenza potrebbe portare ad un nuovo paradigma che ponga l’individuo, nella sua complessità fisica, psicologica, sociale e ambientale, al centro di un’organizzazione che consenta al medico di famiglia di svolgere un ruolo assistenziale completo e più efficace, che valorizzi sia il ruolo dei comportamenti virtuosi a livello individuale e collettivo, che la rilevanza dei rapporti tra ambiente e salute;

La PHC potrebbe contribuire ad affrontare concretamente la complessità delle sfide ambientali, sociali, economiche e sanitarie imposte dallo scenario attuale (severa compromissione delle matrici ambientali, incremento epidemiologico di malattie cronico-degenerative, assenza di efficaci misure di prevenzione primaria) e delle modificazioni climatiche in corso. Tale obiettivo, tuttavia, potrà essere raggiunto solo con il superamento di frammentazioni e ritardi culturali e, soprattutto, se ci si metterà in gioco per un obiettivo che non può che essere condiviso: il “bene comune” Salute (1).

### **Bibliografia**

- 1) Bonaldi A, Celotto S, Lauriola P, Mereu A, Salute Per Tutti: Miti, Speranze e Certezze della Primary Health Care, Cultura E Salute Editore Perugia, 2021
- 2) Lauriola P, Martín-Olmedo P, Leonardi GS, et al On the importance of primary and community healthcare in relation to global health and environmental threats: lessons from the COVID-19 crisis *BMJ Global Health* 2021;6:e004111. doi:10.1136/bmjgh-2020-004111
- 3) Leonardi SG, Lauriola P, Martorelli S, Semenza JC, ...e dopo il covid? Proteggere la salute e l’ambiente per prevenire le pandemie e altri disastri. Edizioni Intra S.r.l.s., Collana Politicamente, 2022
- 4) Lauriola P, Pegoraro S, Serafini A, Murgia V, Di Ciaula A, et al. (2018) The Role of General Practices for Monitoring and Protecting the Environment and Health. Results and Proposals of the Italian Project Aimed at Creating an “Italian Network of Sentinel Physicians for the Environment” (Rimsa) within an International Perspective. *J Family Med Community Health* 5(5): 1160.
- 5) Murgia V, Romizi F, Romizi R, de Waal P, Bianchi F, De Tommasi F, Calgaro M, Pegoraro S., Santamaria MG, Serafini A, Vinci E, Leonardi G. Lauriola, Family Doctors, Environment and COVID-19 in Italy: experiences, suggestions and proposals *BMJ* 2020;368:m627 (<https://www.bmj.com/content/368/bmj.m627/rr-37>)
- 6) Lauriola P, Serafini A, Santamaria MG, Pegoraro S, Romizi F, Di Ciaula A, Terzano B, De Tommasi F, Cordiano V, Guicciardi S, Bernardi M, Leonardi G, Romizi R, Vinci E, Bianchi F. Sentinel practitioners for the environment and their role in connecting up global concerns due to climate change with local actions:

thoughts and proposals, *Epidemiologia e Prevenzione*, 2019; 43 (2-3):129-130. doi: 10.19191/EP19.2-3.P129.05

7) Lauriola P, Serafini A, Santamaria MG, et al. Sentinel practitioners for the environment and their role in connecting up global concerns due to climate change with local actions: thoughts and proposals, *Epidemiologia e Prevenzione*, 2019; 43 (2-3):129-130. doi: 10.19191/EP19.2-3.P129.05

8) [https://www.isde.it/rimsa-](https://www.isde.it/rimsa-2/#:~:text=Il%20termine%20%E2%80%9Cmedico%20sentinella%E2%80%9D%2C,per%20le%20istituzioni%20sanitarie%20pubbliche.)

[2/#:~:text=Il%20termine%20%E2%80%9Cmedico%20sentinella%E2%80%9D%2C,per%20le%20istituzioni%20sanitarie%20pubbliche.](https://www.isde.it/rimsa-2/#:~:text=Il%20termine%20%E2%80%9Cmedico%20sentinella%E2%80%9D%2C,per%20le%20istituzioni%20sanitarie%20pubbliche.)

## ADDENDUM

### L'inquinamento uccide. Il problema è come spiegarlo

*Fabrizio Bianchi, Epidemiologo ambientale dell'Istituto di Fisiologia Clinica del CNR di Pisa, svolge dal 1979 attività di ricerca in epidemiologia occupazionale e ambientale, neuroepidemiologia, epidemiologia genetica e riproduttiva, statistica medica e per la sanità pubblica. E' docente a corsi e master presso varie università italiane. È autore di oltre 400 lavori scientifici, altrettante comunicazioni a congressi e numerosi interventi divulgativi su libri, riviste, radio e TV.*

03 marzo 2024 "DOMANI"

Scrivendo Gianni Rodari in Lettera ai bambini: "È difficile fare le cose difficili: parlare al sordo, mostrare la rosa al cieco. Bambini, imparate a fare le cose difficili: dare la mano al cieco, cantare per il sordo, liberare gli schiavi che si credono liberi". Sui danni alla salute dell'inquinamento atmosferico da anni si cerca di parlare al sordo e di cantare per il cieco, contribuendo – forse – alla crescita di un pensiero libero e informato, ma – come spesso accade – quanto resta da fare è di più di quanto fatto, cosa che è difficile ma sfidante.

La pubblicazione della graduatoria delle città più inquinate del mondo da parte della Società elvetica IQAir, con Milano ai primi posti, ha suscitato scalpore e polemiche. È già stato spiegato, anche su Domani, che le graduatorie andrebbero fatte sulla base delle medie annuali e non dei valori giornalieri in quanto affetti da larga variabilità, ma – al netto delle esagerazioni e delle minimizzazioni – si conferma il forte impatto sull'ambiente e della salute delle persone e delle comunità.

#### **La comunicazione del rischio è sempre delicata**

Nei congressi e nelle riunioni di molte società mediche, e in particolare dell'associazione italiana di epidemiologia (Aie), da tempo si ragiona su come comunicare i dati di inquinamento e del loro impatto sulla salute, dati che a noi sembrano drammatici, ma che ci pare non raccolgano la necessaria attenzione da parte dei decisori politici.

Oltre all'attenzione sulle concentrazioni di inquinanti dannosi per la salute, come le polveri fini e ultrafini (PM10 e PM2,5), il biossido di azoto e l'ozono, in combinazione con la temperatura ambiente e possibilmente anche con il rumore, l'informazione è stata di volta in volta arricchita con l'aggiunta di indicatori di mortalità prematura, di malattie e di anni di vita persi attribuibili all'esposizione a inquinanti.

L'insieme dei risultati forniti da centinaia di studi e fatti propri dalle maggiori agenzie sanitarie e ambientali internazionali, dall'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) all'Agenzia europea dell'ambiente (Eea), e da quelle nazionali, conferma due facce dello stesso fenomeno:

-da una parte andamenti in riduzione delle concentrazioni medie annuali degli inquinanti principali e delle conseguenti morti premature, spesso usati per sostenere che siamo sulla strada giusta e che la situazione volge al meglio;

-dall'altra la permanenza delle concentrazioni ben al di sopra dei limiti stabiliti nel 2021 dall'Oms per proteggere la salute, spesso usata per sostenere che siamo lontani da prevenire e proteggere.

Ambedue le opzioni sono basate su dati empirici che consigliano non la scelta di una faccia ma l'assunzione di ambedue: ci sono miglioramenti ma sono troppo lenti per tutelare ambiente e salute, come del resto evidente per la crisi climatica. Questi elementi si verificano con maggiore forza in Italia che resta ai vertici delle maglie nere in Europa, soprattutto per il ruolo negativo delle caratteristiche della pianura Padana (orografiche, meteorologiche, densità di popolazione, attività industriali).

#### **Tanti dati da maneggiare con cura**

L'Eea stima nel 2021 in l'Italia 46.790 decessi prematuri attribuiti al PM2,5 con una incoraggiante diminuzione del 20 per cento rispetto al 2016, a fronte di una diminuzione di oltre il 50 per cento osservata

in Germania che, con una popolazione di oltre 83 milioni di abitanti, conta circa la metà di morti in più rispetto all'Italia.

Anche in termini di anni di vita persi a causa dell'esposizione a polveri PM2,5 i dati sono gravi: oltre mezzo milione di anni su base annuale nel solo nostro paese. (Gard Italia 2023)

Per non dimenticare le persone più fragili basta osservare i ricoveri per patologie polmonari negli anziani associate ai livelli di Ozono sopra la soglia di sicurezza sanitaria, con l'Italia al primo posto con 3.000 ricoveri evitabili, un quarto di quelli riportati nell'UE (Fonte EEA-2023).

### **Enormi danni economici dell'impatto sulla salute**

In un sistema basato sul primato dell'economia rimangono invece in ombra i costi economici dei danni. Solo considerando il valore statistico della vita umana, stimato in media per l'Italia in 5 milioni di euro, il costo complessivo delle morti non evitate assomma a centinaia di miliardi/anno, senza contare gli enormi costi per i ricoveri e le cure delle malattie in eccesso, il cui risparmio sarebbe cruciale nella fase di crisi del sistema sanitario.

D'altra parte la stessa Onu quando ha definito come zone di sacrificio "aree estremamente contaminate dove i gruppi vulnerabili ed emarginati sopportano un peso sproporzionato delle conseguenze sulla salute, e l'intossicazione cronica impatta sui diritti umani" ha anche concluso dando raccomandazioni sulle azioni da intraprendere evidenziando che si tratta di un gigantesco programma umanitario dal costo di miliardi di dollari ma con benefici di trilioni di dollari.

### **Nessuno ha la bacchetta magica, ma non è necessaria**

Tutto porterebbe a prendere seriamente il toro per le corna, invece si indugia e si rinviando decisioni all'altezza della posta in gioco, adducendo sempre le solite motivazioni: le compatibilità economiche non permettono una transizione rapida, gli obiettivi Oms non sono raggiungibili in tempi brevi e via di questo passo. Come accaduto nei giorni passati per lo spostamento al 2040 dei limiti europei più restrittivi per la qualità dell'aria, i tempi si dilatano non su anni ma su decenni ma tutto ciò viene detto inevitabile o talora accettabile, senza mai dire accettabile per chi e chi se ne assume la responsabilità.

Come e quanto diminuire l'inquinamento non è sicuramente facile perché bisogna incidere su tutte le fonti principali, traffico, industrie, riscaldamento, agricoltura, ma la soluzione sta nell'intraprendere una strada graduale ma spedita. L'antidoto alle difficoltà di raggiungere traguardi ambiziosi sta tutto nella consapevolezza che ogni microgrammo di abbassamento di polveri fa evitare tra 4 e 5 mila morti premature ogni anno, e risparmiare decine di miliardi di euro. In aree del nord Europa fortemente inquinate fino ad un decennio fa, sono stati fatti passi da gigante, a dimostrazione che nella pratica politiche graduali ma sostenute sono fattibili e danno i loro frutti.

Molte misure sono state sperimentate, soprattutto in altre nazioni, basti citare quelle sulle aree a traffico inibito o limitato e a 30 km/ora, altre saranno conseguenza della sostituzione dell'uso di combustibili fossili con energie rinnovabili, al rinnovo del parco veicolare, altre ancora hanno bisogno di un sovrappiù di considerazione, penso alle molteplici richieste di nuovi impianti industriali emittenti, anche in zone già di sacrificio, palesemente incompatibili a meno di misure di mitigazione che abbassino le concentrazioni già esistenti.

Il freno principale all'imboccare la strada virtuosa non è certo quello tecnologico ma risiede nell'anteporre sempre e comunque gli interessi economici a quelli della vita, asserendo in modo ideologico che non ci sono alternative e bollando di ideologismo chi è portatore di valori alternativi.

Non resta che fidarsi in quanto sosteneva Omero, o così si è tramandato:  
"Le cattive azioni non prosperano; l'uomo lento raggiunge quello svelto".