

# Inquinamento atmosferico e cambiamento climatico



Immagine da [Foto-Rabe](#) from [Pixabay](#)

L'inquinamento atmosferico e il cambiamento climatico sono strettamente correlati. Molti inquinanti atmosferici contribuiscono al cambiamento climatico influenzando la quantità di luce solare che viene riflessa o assorbita dall'atmosfera, creando il cosiddetto effetto "serra". Il termine "climate-forcers" si riferisce agli inquinanti gassosi e alle sostanze particolari che influenzano l'equilibrio energetico e producono cambiamenti nel clima.

## **Cos'è l'inquinamento atmosferico?**

Per inquinamento atmosferico si intende la presenza di sostanze nell'atmosfera che sono dannose per la salute degli esseri viventi e/o causano danni all'ambiente. Oltre a determinare il cambiamento climatico, la causa principale delle emissioni di CO<sub>2</sub> - l'estrazione e la combustione di combustibili fossili - è anche una fonte importante di inquinamento atmosferico.

Ci sono molti tipi diversi di inquinanti atmosferici, come i gas (ad esempio ammoniaca, monossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto, metano e clorofluorocarburi), particolato (sia organico che inorganico), e molecole biologiche (polline).



Questi inquinanti a vita breve che forzano il clima (SLCP) includono il metano, il carbonio nero, l'ozono a livello del suolo e gli aerosol di solfato. Hanno un impatto significativo sul clima: il carbonio nero e il metano in particolare sono tra i principali responsabili del riscaldamento globale dopo la CO<sub>2</sub>.

### Cosa causa l'inquinamento dell'aria?

Sia l'attività umana che i processi naturali possono generare inquinamento atmosferico.

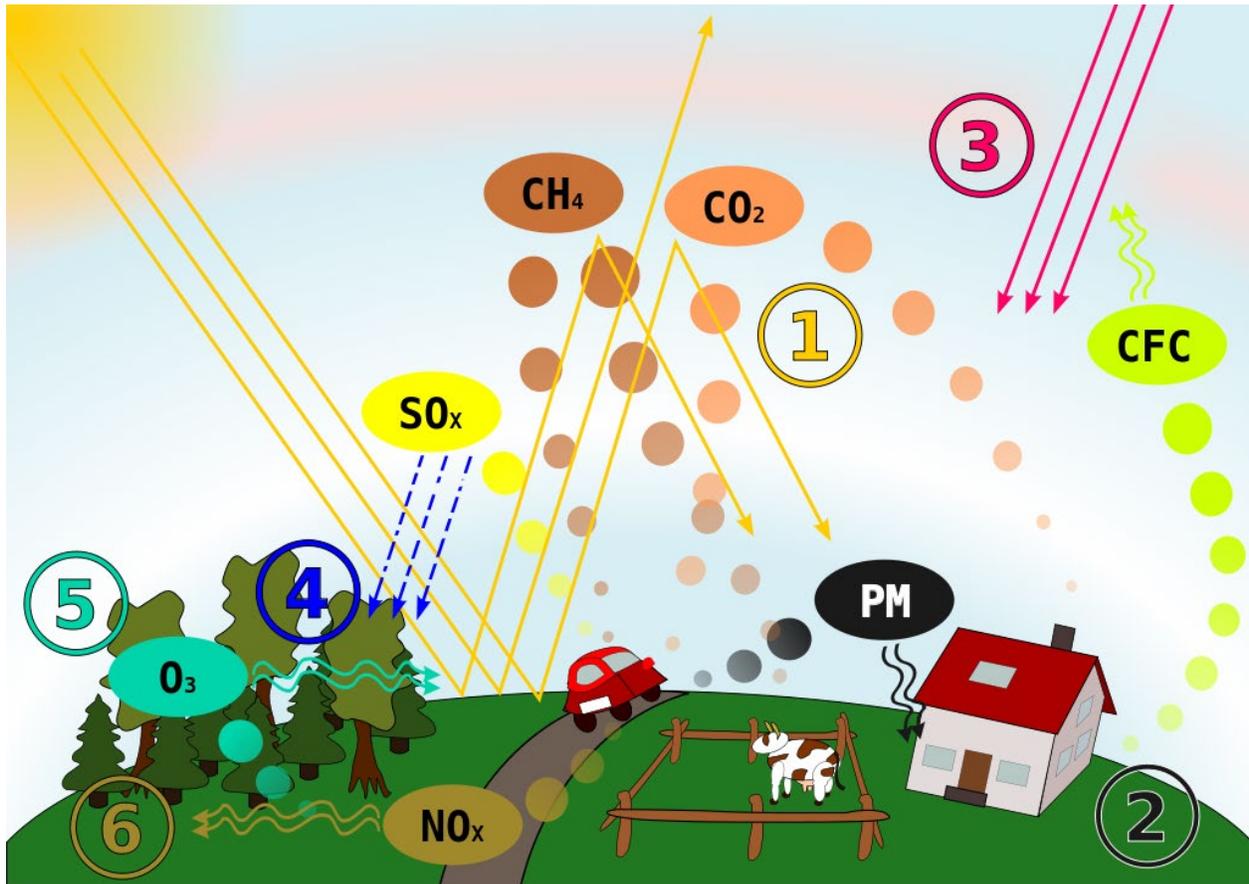
"La maggior parte dell'inquinamento atmosferico proviene dall'uso e dalla produzione di energia", dice John Walke, direttore del Clean Air Project, parte del programma Climate and Clean Energy di NRDC. "Bruciare i combustibili fossili rilascia gas e sostanze chimiche nell'aria". Inoltre, in un ciclo particolarmente distruttivo, l'inquinamento atmosferico non solo contribuisce al cambiamento climatico, ma è anche aggravato da esso. "L'inquinamento atmosferico sotto forma di anidride carbonica e metano aumenta la temperatura della terra", dice Walke. "Un altro tipo di inquinamento atmosferico è poi peggiorato da quell'aumento di calore: Lo smog si forma quando il tempo è più caldo e c'è più radiazione ultravioletta". Il cambiamento climatico aumenta anche la produzione di inquinanti atmosferici allergenici tra cui la muffa (grazie alle condizioni di umidità causate da condizioni meteorologiche estreme e aumento delle inondazioni) e il polline (a causa di una stagione pollinica più lunga e una maggiore produzione di polline).

## Inquinanti

Un inquinante atmosferico è un materiale nell'aria che può avere effetti negativi sugli esseri umani e sull'ecosistema. La sostanza può essere costituita da particelle solide, gocce liquide o gas. Un inquinante può essere di origine naturale o artificiale. Gli inquinanti sono classificati come primari o secondari. Gli inquinanti primari sono solitamente prodotti da processi come la cenere di un'eruzione vulcanica. Altri esempi includono il monossido di carbonio dagli scarichi dei veicoli a motore o l'anidride solforosa rilasciata dalle fabbriche. Gli inquinanti secondari non sono emessi direttamente. Piuttosto, si formano nell'aria quando gli inquinanti primari reagiscono o interagiscono. L'ozono a livello del suolo è un esempio importante di inquinante secondario. Alcuni inquinanti possono essere sia primari che secondari: sono sia emessi direttamente che formati da altri inquinanti primari.

Disegno schematico, cause ed effetti dell'inquinamento atmosferico: (1) effetto serra, (2) contaminazione da particolato, (3) aumento dei raggi UV, (4) piogge acide, (5) aumento della concentrazione di ozono a livello del suolo, (6) aumento dei livelli di ossidi di azoto.

Maggiori informazioni sugli inquinanti nell'ALLEGATO.



## Fonti di inquinamento atmosferico

### Fonti antropogeniche (prodotte dall'uomo)

Questi sono per lo più legati alla combustione del combustibile.

- Le fonti stazionarie includono le ciminiere delle centrali elettriche a combustibili fossili, gli impianti di produzione (fabbriche) e gli inceneritori di rifiuti, così come le fornaci e altri tipi di dispositivi di riscaldamento a combustibile. Nei paesi poveri e in via di sviluppo, la combustione tradizionale di biomassa è la principale fonte di inquinanti atmosferici; la biomassa tradizionale include legno, scarti del raccolto e letame.
- Le fonti mobili includono veicoli a motore, navi e aerei.
- Pratiche di combustione controllata nell'agricoltura e nella gestione delle foreste. La combustione controllata o prescritta è una tecnica talvolta usata nella gestione delle foreste, nell'agricoltura, nel ripristino delle praterie o nella riduzione dei gas serra. Il fuoco è una parte naturale dell'ecologia delle foreste e delle praterie e il fuoco controllato può

essere uno strumento per i forestali. La combustione controllata stimola la germinazione di alcuni alberi forestali desiderabili, rinnovando così la foresta.



*L'aria di Pechino in un giorno del 2005 dopo la pioggia (a sinistra) e un giorno di smog (a destra)*

Ci sono anche fonti da processi diversi dalla combustione:

- Fumi di tinte, spray per capelli, vernici, spray per aerosol e altri solventi. Si stima che le emissioni da queste fonti rappresentino quasi la metà dell'inquinamento da composti organici volatili nel bacino di Los Angeles negli anni 2010.
- Deposito di rifiuti nelle discariche, che generano metano. Il metano è altamente infiammabile e può formare miscele esplosive con l'aria.
- I terreni agricoli fertilizzati possono essere una fonte importante di ossidi di azoto.

### Fonti naturali

- Polvere da fonti naturali, di solito grandi aree di terreno con poca o nessuna vegetazione
- Metano, emesso dalla digestione del cibo da parte degli animali, per esempio il bestiame
- Gas Radon dal decadimento radioattivo all'interno della crosta terrestre. Il radon è un gas nobile incolore e inodore, presente in natura e radioattivo che si forma dal decadimento del radio. È un pericolo per la salute. Il gas radon da fonti naturali può accumularsi negli edifici, specialmente in aree confinate come il seminterrato, ed è causa di cancro ai polmoni.
- Fumo e monossido di carbonio dagli incendi. Durante i periodi di incendi attivi, il fumo della combustione incontrollata della biomassa può costituire quasi il 75% di tutto l'inquinamento atmosferico per concentrazione.
- La vegetazione, in alcune regioni, emette quantità ecologicamente significative di composti organici volatili (COV) nei giorni più caldi. Questi VOC reagiscono con gli inquinanti primari antropogenici - in particolare, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, e composti di carbonio organico antropogenico -



producendo una nebbiolina stagionale di inquinanti secondari. Gomma nera, pioppo, quercia e salice sono alcuni esempi di vegetazione che possono produrre abbondanti VOC. La produzione di VOC da queste specie provoca livelli di ozono fino a otto volte più alti delle specie di alberi a basso impatto.

- L'attività vulcanica, che produce zolfo, cloro e particelle di cenere.

### **Impatti ambientali**

Anche se molti esseri viventi emettono anidride carbonica quando respirano, il gas è ampiamente considerato come un inquinante quando è associato alle auto, agli aerei, alle centrali elettriche e ad altre attività umane che comportano la combustione di combustibili fossili come la benzina e il gas naturale. Questo perché l'anidride carbonica è il più comune dei gas serra, che intrappola il calore nell'atmosfera e contribuisce al cambiamento climatico. Gli esseri umani hanno immesso abbastanza anidride carbonica nell'atmosfera negli ultimi 150 anni da aumentarne i livelli più di quanto siano stati per centinaia di migliaia di anni.

Altri gas a effetto serra includono il metano -che proviene da fonti come le discariche, l'industria del gas naturale e il gas emesso dal bestiame- e i clorofluorocarburi (CFC), che sono stati usati nei refrigeranti e nei propellenti per aerosol fino a quando sono stati vietati alla fine degli anni '80 a causa del loro effetto deteriorante sullo strato di ozono della Terra.

Un altro inquinante associato al cambiamento climatico è l'anidride solforosa, un componente dello smog. L'anidride solforosa e le sostanze chimiche strettamente correlate sono note principalmente come causa delle piogge acide. Ma riflettono anche la luce quando vengono rilasciati nell'atmosfera, il che tiene lontana la luce del sole e crea un effetto di raffreddamento. Le eruzioni vulcaniche possono riversare massicce quantità di anidride solforosa nell'atmosfera, causando talvolta un raffreddamento che dura per anni. Infatti, i vulcani erano la principale fonte di anidride solforosa atmosferica; oggi, invece, sono le persone.

## **Effetti dell'inquinamento atmosferico**

### **Effetti sulla salute**

Rispetto al 2009, il numero di morti premature legate all'inquinamento atmosferico nel 2018 è diminuito del 13% per il PM2,5 e del 54% per l'NO2, ma è aumentato del 24% per l'ozono (per l'UE-27 e il Regno Unito), secondo l'AEA. Secondo l'OMS, le malattie cardiache ischemiche attribuibili all'inquinamento atmosferico hanno causato oltre 112 000 morti nell'UE-27 e nel Regno Unito nel 2016. Altre malattie significative attribuite all'inquinamento atmosferico e che portano a morti,



identificate dall'OMS, includono ictus, malattia polmonare ostruttiva cronica, tumori di trachea, bronchi e polmoni, e infezioni delle vie respiratorie inferiori.

Questi effetti possono provocare un aumento dell'uso di farmaci, un aumento delle visite mediche o del reparto di emergenza, un maggior numero di ricoveri in ospedale e una morte prematura. Gli effetti sulla salute umana della cattiva qualità dell'aria sono di vasta portata, ma colpiscono principalmente il sistema respiratorio e il sistema cardiovascolare. Le reazioni individuali agli inquinanti atmosferici dipendono dal tipo di inquinante a cui una persona è esposta, dal grado di esposizione, dallo stato di salute e dalla genetica dell'individuo. I bambini di età inferiore ai cinque anni che vivono nei paesi in via di sviluppo sono la popolazione più vulnerabile in termini di morti totali attribuibili all'inquinamento atmosferico.

### **Effetti sull'agricoltura**

In India, nel 2014, è stato riportato che l'inquinamento atmosferico da carbonio nero e ozono a livello del suolo ha ridotto i raccolti nelle aree più colpite di quasi la metà nel 2011 rispetto ai livelli del 1980.

### **Effetti economici**

L'inquinamento dell'aria costa all'economia mondiale 5 trilioni di dollari all'anno come risultato della perdita di produttività e del degrado della qualità della vita, secondo uno studio congiunto della Banca Mondiale e dell'Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME) dell'Università di Washington. Queste perdite di produttività per morti sono dovute a malattie causate dall'inquinamento atmosferico. Un decesso su dieci nel 2013 è stato causato da malattie associate all'inquinamento atmosferico e il problema sta peggiorando. "I bambini sotto i 5 anni nei paesi a basso reddito hanno più di 60 volte più probabilità di morire per l'esposizione all'inquinamento atmosferico rispetto ai bambini nei paesi ad alto reddito". Il rapporto afferma che le perdite economiche aggiuntive causate dall'inquinamento atmosferico, compresi i costi sanitari e gli effetti negativi sull'agricoltura e altri settori produttivi non sono stati calcolati nel rapporto, e quindi i costi reali per l'economia mondiale sono molto più alti di 5.000 miliardi di dollari.

### **Disastri storici**

La peggiore crisi di inquinamento civile a breve termine del mondo fu il disastro di Bhopal del 1984 in India. I vapori industriali fuoriusciti dalla fabbrica della Union Carbide, appartenente alla Union Carbide, Inc., U.S.A. (poi acquistata dalla Dow Chemical Company), uccisero almeno 3.787 persone e ne ferirono da 150.000 a 600.000. Il Regno Unito ha subito il suo peggior evento di inquinamento atmosferico quando il 4 dicembre il Grande Smog del 1952 si è formato su Londra. In sei giorni



morirono più di 4.000 persone e stime più recenti indicano una cifra vicina ai 12.000. Una fuga accidentale di spore di antrace da un laboratorio di guerra biologica nell'ex URSS nel 1979 vicino a Sverdlovsk si crede abbia causato almeno 64 morti. Il peggiore incidente singolo di inquinamento atmosferico verificatosi negli Stati Uniti si è verificato a Donora, Pennsylvania, alla fine di ottobre del 1948, quando 20 persone sono morte e oltre 7.000 sono rimaste danneggiate.

EU urban population exposed to harmful levels of air pollution  
in 2010-2012, according to:

	EU Limits/Target Values	WHO guidelines
PM <sub>2.5</sub>	9–14%	87–93%
PM <sub>10</sub>	17–30%	61–83%
O <sub>3</sub>	14–15%	97–98%
NO <sub>2</sub>	8–12%	8–12%
BaP	25–28%	85–91%
SO <sub>2</sub>	< 1%	36–37%

Fino al 30% degli europei che vivono nelle città sono esposti a livelli di inquinanti atmosferici che superano gli standard di qualità dell'aria dell'UE. E circa il 98% degli europei che vivono in città sono esposti a livelli di inquinanti atmosferici considerati dannosi per la salute dalle linee guida più severe dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

## Come contribuire a ridurre l'inquinamento atmosferico

Meno benzina bruciamo, meglio facciamo per ridurre l'inquinamento dell'aria e gli effetti nocivi del cambiamento climatico. Fai delle buone scelte sui trasporti. Quando puoi, cammina, vai in bicicletta o prendi i mezzi pubblici. Per la guida, scegliete auto che fanno più miglia per litro di benzina o scegliete un'auto elettrica. Puoi anche indagare sulle opzioni del tuo fornitore di energia elettrica: potresti essere in grado di richiedere che la tua elettricità sia fornita dal vento o dal sole. Comprare il tuo cibo localmente riduce i combustibili fossili bruciati per trasportare o spedire il cibo dall'altra parte del paese. E forse la cosa più importante: sostieni i leader che spingono per un'aria e un'acqua pulite e per passi responsabili sul cambiamento climatico.

**Abbiamo bisogno di un'azione sull'inquinamento atmosferico e sui gas a effetto serra.**



Per raggiungere l'obiettivo dell'accordo di Parigi di limitare il riscaldamento a 1,5 (o anche 2) gradi Celsius, una rapida riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> è necessaria, ma non sarà di per sé sufficiente. Il rapporto speciale dell'IPCC sugli impatti del riscaldamento globale di 1,5 °C sottolinea che sono cruciali anche profonde riduzioni delle emissioni dei climate forcers non-CO<sub>2</sub>, in particolare gli inquinanti atmosferici metano e black carbon. E mentre la decarbonizzazione dell'economia ridurrà generalmente le emissioni sia di CO<sub>2</sub> che di inquinanti atmosferici, perseguire la graduale eliminazione dei combustibili fossili non è sufficiente - né per la qualità dell'aria né per il clima. In primo luogo, anche le emissioni di altri settori sono importanti: per esempio, le emissioni di metano e di black carbon dall'agricoltura hanno importanti impatti sulla salute e sul clima, e le emissioni di refrigeranti (in particolare idrofluorocarburi, o HFC) dal settore del raffreddamento sono particolarmente potenti per il surriscaldamento del clima. In secondo luogo, è importante considerare sia il CO<sub>2</sub> che gli inquinanti atmosferici quando si progettano e si selezionano le misure per il clima e la qualità dell'aria per assicurare che i benefici desiderati possano essere raggiunti. Alcune tecnologie che sono promosse come amiche del clima - la combustione di biomassa e altri biocarburanti per il riscaldamento domestico o il trasporto, per esempio - possono emettere più particolato, incluso il black carbon, rispetto alla tecnologia che hanno sostituito, e quindi continuare a danneggiare la salute umana e potenzialmente a riscaldare il clima.

Se vogliamo raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, allora le emissioni di altri fattori climatici come il metano, il black carbon e l'ozono a livello del suolo devono essere ridotte insieme al biossido di carbonio. Queste riduzioni andrebbero a beneficio del clima e promuoverebbero lo sviluppo sostenibile offrendo migliori risultati per la salute attraverso una migliore qualità dell'aria, prevenendo le perdite di raccolto e assicurando che si evitino picchi climatici che aggraverebbero gli impatti a lungo termine e impedirebbero gli sforzi per adattarsi al cambiamento climatico.

### ***Molteplici benefici per il clima, la qualità dell'aria, la salute e lo sviluppo sostenibile.***

Oltre a contribuire a limitare il riscaldamento globale, forti riduzioni di metano, carbonio nero e ozono a livello del suolo hanno altri benefici chiave per lo sviluppo sostenibile:

- proteggono la salute ed evitano morti premature migliorando la qualità dell'aria;
- prevengono milioni di tonnellate di perdite di raccolto ogni anno; e
- possono evitare che il clima raggiunga punti critici che possono esacerbare gli impatti climatici a lungo termine e rendere più difficile l'adattamento al cambiamento climatico, specialmente per i poveri e i più vulnerabili.



Agendo insieme sul clima e sull'inquinamento atmosferico, approfittiamo delle sinergie tra gli obiettivi climatici dell'Accordo di Parigi e gli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite per migliorare la vita ora e limitare il futuro riscaldamento del clima.



## ALLEGATO - Elenco degli inquinanti più ricorrenti emessi nell'atmosfera dall'attività umana.

**Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)** - A causa del suo ruolo di gas serra è stato descritto come "il principale inquinante" e "il peggiore inquinante climatico". L'anidride carbonica è un componente naturale dell'atmosfera, essenziale per la vita delle piante e rilasciata dal sistema respiratorio umano. Il CO<sub>2</sub> forma attualmente circa 410 parti per milione (ppm) dell'atmosfera terrestre, rispetto a circa 280 ppm in epoca preindustriale, e miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> vengono emesse ogni anno dalla combustione di combustibili fossili. L'aumento di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera terrestre sta accelerando.

**Ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>)** - in particolare l'anidride solforosa, un composto chimico con la formula SO<sub>2</sub>. La SO<sub>2</sub> è prodotta dai vulcani e in vari processi industriali. Il carbone e il petrolio contengono spesso composti di zolfo, e la loro combustione genera anidride solforosa. Un'ulteriore ossidazione di SO<sub>2</sub>, di solito in presenza di un catalizzatore come NO<sub>2</sub>, forma H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, e così si formano le piogge acide. Questa è una delle cause di preoccupazione per l'impatto ambientale dell'uso di questi combustibili come fonti di energia.

**Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)** - Gli ossidi di azoto, in particolare il diossido di azoto, sono espulsi dalla combustione ad alta temperatura, e sono anche prodotti durante i temporali dalle scariche elettriche. Possono essere visti come una cupola di foschia marrone sopra o un pennacchio sottovento alle città. Il diossido di azoto è un composto chimico con la formula NO<sub>2</sub>. È uno dei diversi ossidi di azoto. Uno dei più importanti inquinanti dell'aria, questo gas tossico di colore rosso-marrone ha un caratteristico odore pungente.

**Monossido di carbonio (CO)** - Il CO è un gas incolore, inodore e tossico. È un prodotto della combustione di combustibili come il gas naturale, il carbone o il legno. Lo scarico dei veicoli contribuisce alla maggior parte del monossido di carbonio immesso nella nostra atmosfera. Crea una formazione di tipo smog nell'aria che è stata collegata a molte malattie polmonari e a disturbi dell'ambiente naturale e degli animali.

**Composti organici volatili (VOC)** - I VOC sono un noto inquinante dell'aria esterna. Sono classificati come metano (CH<sub>4</sub>) o non metano (NMVOCs). Il metano è un gas serra estremamente efficiente che contribuisce ad aumentare il riscaldamento globale. Altri COV idrocarburici sono anch'essi gas serra significativi a causa del loro ruolo nella creazione di ozono e nel prolungare la vita del metano nell'atmosfera. Questo effetto varia a seconda della qualità dell'aria locale. I COVNM aromatici benzene, toluene e xilene sono sospetti cancerogeni e possono portare alla leucemia con un'esposizione prolungata. L'1,3-butadiene è un altro composto pericoloso spesso associato all'uso industriale.



**Il particolato / particelle**, indicato alternativamente come particolato (PM), particolato atmosferico, o particelle fini, sono minuscole particelle di solido o liquido sospese in un gas. Al contrario, l'aerosol si riferisce a particelle e gas combinati. Alcuni particolati si presentano naturalmente, originati da vulcani, tempeste di polvere, incendi di foreste e praterie, vegetazione vivente e spruzzi marini. Anche le attività umane, come la combustione di combustibili fossili in veicoli, centrali elettriche e vari processi industriali, generano quantità significative di aerosol. In media in tutto il mondo, gli aerosol antropogenici - quelli prodotti dalle attività umane - rappresentano attualmente circa il 10% della nostra atmosfera. L'aumento dei livelli di particelle fini nell'aria è collegato a pericoli per la salute come malattie cardiache, alterazione della funzione polmonare e cancro ai polmoni. Il particolato è legato alle infezioni respiratorie e può essere particolarmente dannoso per chi già soffre di condizioni come l'asma.

**Clorofluorocarburi (CFC)** - dannosi per lo strato di ozono; emessi da prodotti sono attualmente vietati dall'uso. Si tratta di gas che vengono rilasciati da condizionatori d'aria, frigoriferi, spray per aerosol, ecc. Una volta rilasciati nell'aria, i CFC salgono nella stratosfera. Qui entrano in contatto con altri gas e danneggiano lo strato di ozono. Questo permette ai dannosi raggi ultravioletti di raggiungere la superficie terrestre. Questo può portare al cancro della pelle, a malattie degli occhi e può anche causare danni alle piante.

**Ammoniaca** - emessa principalmente dal settore agricolo. L'ammoniaca è un composto con la formula  $\text{NH}_3$ . Si incontra normalmente come un gas con un caratteristico odore pungente. L'ammoniaca contribuisce significativamente alle esigenze nutrizionali degli organismi terrestri, servendo come precursore di alimenti e fertilizzanti. L'ammoniaca, direttamente o indirettamente, è anche un elemento costitutivo per la sintesi di molti farmaci. Sebbene sia ampiamente utilizzata, l'ammoniaca è caustica e pericolosa. Nell'atmosfera, l'ammoniaca reagisce con gli ossidi di azoto e di zolfo per formare particelle secondarie.

**Inquinanti radioattivi** - prodotti da esplosioni nucleari, eventi nucleari, esplosivi di guerra e processi naturali come il decadimento radioattivo del radon.

#### Fonti:

<https://www.nrdc.org/stories/air-pollution-everything-you-need-know>

<https://www.iass-potsdam.de/en/output/dossiers/air-pollution-and-climate-change>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Air\\_pollution](https://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution)

<https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/air-pollution-and-climate-change-two-sides-same-coin>

<https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/pollution/>

<https://www.eea.europa.eu/themes/air/health-impacts-of-air-pollution>