

# CONOSCERE INSIEME L'ARIA

UN'INTRODUZIONE AL  
MONDO DELL'ARIA:  
TRA INQUINAMENTO,  
PRATICHE DI COMUNITÀ  
E SCIENZA APERTA





# INDICE

<b>Introduzione ai manuale</b>	<b>4</b>
<b>Parte prima: identikit dell'aria</b>	<b>6</b>
1. Che cos'è l'aria?	6
2. Funzioni	11
3. Fenomeni atmosferici	12
<b>Parte seconda: inquinamento dell'aria, cause ed effetti</b>	<b>15</b>
1. Che cos'è l'inquinamento dell'aria	15
2. Principali cause ed effetti dell'inquinamento dell'aria	20
<b>Parte terza: inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici</b>	<b>32</b>
1. La salute e l'inquinamento dell'aria: una questione di ingiustizia socio-ambientale	35
<b>Parte quarta: pratiche di monitoraggio partecipato dell'aria</b>	<b>37</b>

# INTRODUZIONE AL MANUALE

Ciao! State per iniziare la lettura del manuale sull'"aria" di A Sud.

A Sud è un'organizzazione ecologista indipendente, radicale, orizzontale, femminista, da vent'anni impegnata per la giustizia ambientale e climatica. Indaga le cause delle crisi ambientali, denuncia le persone responsabili, difende i diritti umani, costruisce strumenti per le comunità locali, forma e informa.

Giustizia climatica, educazione ecologista, economia circolare e riconversione energetica: sono i temi comunicati e condivisi con l'obiettivo di ripensare gli attuali modelli produttivi e promuovere piccoli e grandi cambiamenti nell'economia, la società e l'ambiente.

In questo manuale troverete alcune informazioni per comprendere meglio l'aria, una delle tre matrici ambientali (insieme a suolo ed acqua) che compongono il nostro ambiente, e che possono essere monitorate per comprendere il suo stato di salute.

L'aria è l'involucro gassoso che avvolge tutto il pianeta Terra, un sistema dinamico, interconnesso a idrosfera e biosfera e protegge la superficie terrestre dai corpi celesti e filtra le radiazioni solari nocive.

Spesso non ci rendiamo conto della presenza o degli effetti dell'inquinamento; le sue forme più pericolose non possono sempre essere viste o annusate. Anche chi non vive vicino a una raffineria di petrolio o a valle di una fabbrica metallurgica o vicino a un impianto di riciclaggio di batterie, nel corso della giornata entra comunque in contatto con diverse fonti di inquinamento dell'aria, si tratta di un inquinamento transfrontaliero.

La lettura di questo manuale vi permetterà di capire l'importanza e la bellezza dell'aria, mettendovi in grado, con le esperienze pratiche descritte, di conoscere da vicino caratteristiche e stato di salute dell'aria dei vostri territori. Per comprendere quanto dipendiamo da essa e cosa possiamo fare per proteggerla e mantenerla viva!

## NOTA SUL LINGUAGGIO

Abbiamo scelto di adottare un linguaggio inclusivo che mette la persona al centro della comunicazione, ed evita di stereotiparla e discriminarla.

Quando non ci siamo riusciti abbiamo deciso di usare lo schwa al singolare (ə) e al plurale (3).

Il linguaggio è la forma di espressione con cui ci relazioniamo con le altre persone e il linguaggio inclusivo contribuisce a una cultura rispettosa di tutte le diversità.

# PARTE PRIMA

## Identikit dell'aria

### 1. CHE COS'È L'ARIA?

#### COMPOSIZIONE DELL'ARIA

“Una bella boccata di aria fresca” cosa significa? Si tratta di un'aria carica di ossigeno, ma non è tutto ossigeno quello che si trova nell'aria.

L'aria è l'involucro gassoso che avvolge tutto il pianeta Terra e precisamente si tratta di un miscuglio di gas, i cui componenti sono:

- 78% azoto (N), incolore e inodore,
- 21% ossigeno (O);
- 0,02% anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e
- 0,97% di argon e altri gas in minima quantità, detti perciò gas rari.

Le percentuali di questa composizione si riferiscono all'aria secca.

In realtà l'aria contiene quasi sempre una certa percentuale di umidità, rappresentata da vapore acqueo.

Bisogna aggiungere che la composizione gassosa dell'atmosfera non è sempre la stessa, diventa più rarefatta, a mano a mano che ci si allontana dalla superficie terrestre, poiché l'intensità della gravità diminuisce con l'altitudine. Tant'è che la respirazione è possibile fino a intorno ai 10 chilometri di altezza.

Vi è mai capitato di andare in alta montagna? Qui, già dai 1.300 metri, riducendosi la pressione barometrica, diminuisce anche la pressione parziale di ossigeno nell'aria, e i polmoni devono aumentare la ventilazione.



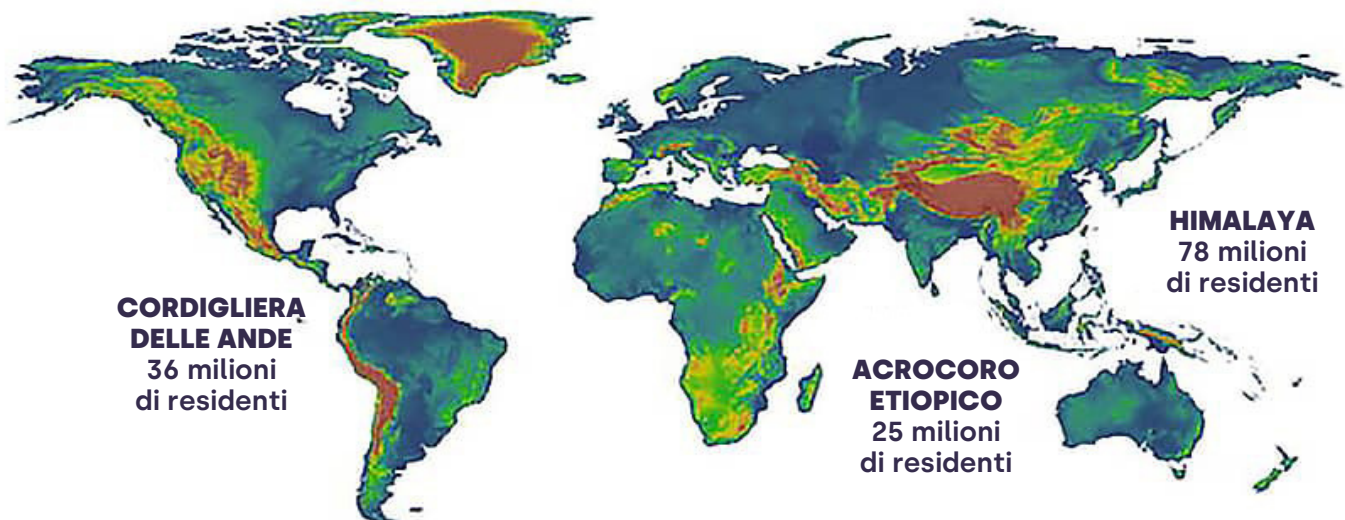
## APPROFONDIMENTO

A quote elevate la bassa concentrazione di ossigeno nell'aria costituisce un fattore estremamente significativo.

Sulla cordigliera delle Ande, sulla catena montuosa dell'Himalaya e sull'Acrocoro Etiopico le popolazioni umane abitanti di questi luoghi da millenni si sono adattate all'alta quota sviluppando specifiche caratteristiche anatomiche e fisiologiche finalizzate a garantire un'efficace capacità respiratoria.

Riportiamo gli adattamenti riguardanti le 3 popolazioni umane tratte dal sito [missionescienza.it](http://missionescienza.it):

- le popolazioni Andine hanno un adattamento che si basa principalmente sul sistema circolatorio: respirano con un ritmo simile al nostro ma trasportando più ossigeno nei globuli rossi e lo distribuiscono più efficacemente;
- le popolazioni Tibetane, pur non trasportando tanto ossigeno quanto gli Andini, hanno incrementato il ritmo della propria respirazione;
- le popolazioni Etiopi sono quelle su cui si hanno meno dati. Non hanno alte concentrazioni di emoglobina e hanno una respirazione paragonabile alla nostra, ci sono altri meccanismi che devono essere ancora messi alla luce.



## STRUTTURA A STRATI DELL'ATMOSFERA

L'atmosfera viene suddivisa in 5 strati concentrici, ciascuno dei quali è definito dalla variazione di temperatura e delimitato da una pausa. Dal livello del mare salendo di quota, incontriamo:

- la troposfera, ha spessore variabile da circa 8 km sopra i Poli a 18 km sopra l'Equatore; la temperatura diminuisce con l'altitudine (fino a raggiungere i  $-70$  °C), perché in questo strato il riscaldamento è dovuto per lo più al calore ceduto dalla superficie terrestre (effetto serra). Qui si verificano la maggior parte dei fenomeni meteorologici.

- la stratosfera si estende dagli 8-18 ai 50 km circa dalla Terra. Si chiama così poiché sono assenti correnti ascensionali quindi i gas si presentano a strati orizzontali. In questo strato il riscaldamento è dovuto all'irraggiamento solare e quindi la temperatura aumenta, man mano che si va verso l'alto, fino a raggiungere i 15 °C.

All'interno della stratosfera si trova l'ozonosfera, ovvero una fascia compresa fra i 20 e i 30 km di altitudine. L'ozono ha una molecola formata da tre atomi di ossigeno ( $O_3$ ), ed è un gas indispensabile alla vita sulla Terra, perché assorbe gran parte delle radiazioni ultraviolette dannose per gli esseri viventi.

- la mesosfera, si estende dai 50 agli 80-90 km di altitudine; la sua temperatura diminuisce più si sale di quota, fino a un centinaio di gradi sotto zero. In questo strato si disintegra la maggior parte delle meteore. Qui i gas sono sempre più rarefatti.

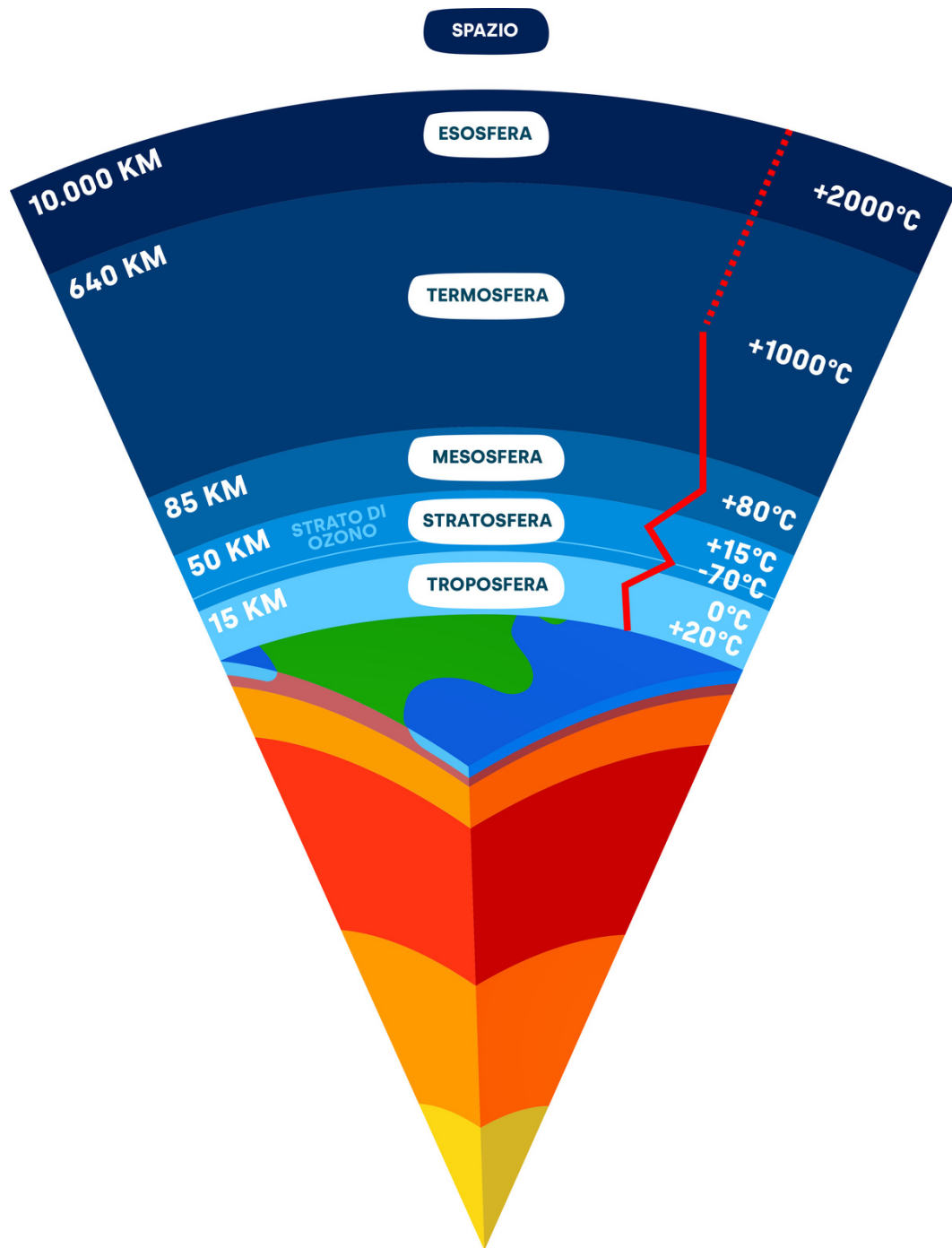
- la termosfera, si estende dai 90 ai 600 km circa dalla Terra e ha una temperatura che salendo può raggiungere i 1000 °C e ciò è dovuta all'assorbimento dei raggi ultravioletti. In questo strato hanno origine le aurore polari.

- l'esosfera, strato più esterno dell'atmosfera si estende oltre i 600 km di altitudine. La temperatura può raggiungere e superare i 2000 °C. I gas sono molto rarefatti.



Foto di Matteo Fusco su Unsplash







## **ESPERIMENTO:** **come si può "vedere" l'aria?**

Scopo dell'esperimento è rendersi conto dell'esistenza dell'aria.

**Quesito:**

Come dimostrare che c'è dell'aria nei nostri sacchi ?

Far riempire d'aria un sacchetto di plastica e fare un nodo per impedire che l'aria esca dal sacchetto e far immaginare un esperimento che potrebbe dimostrare che il sacchetto contiene qualcosa.

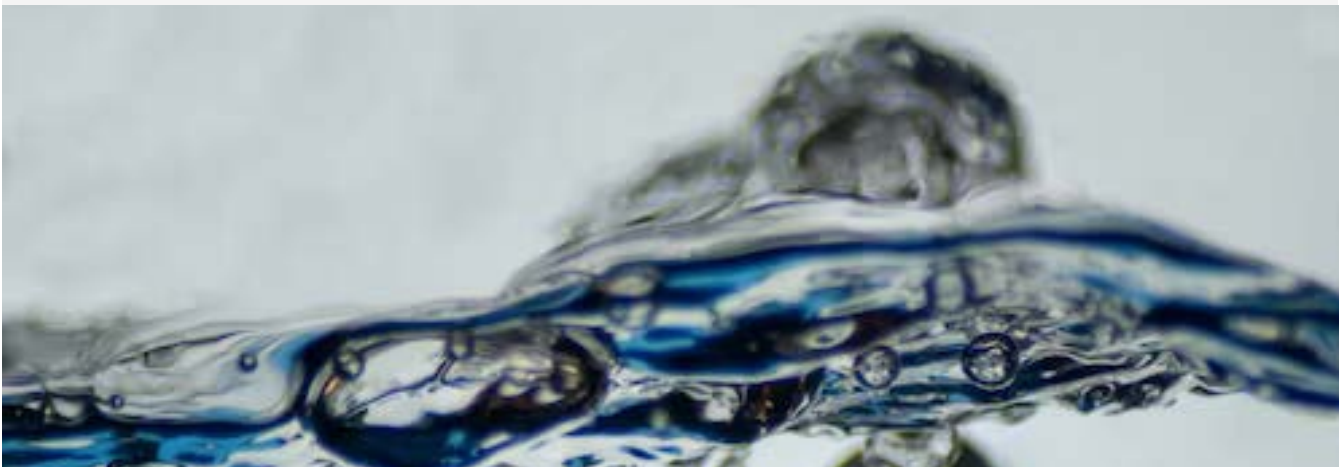
Alcune persone studenti potrebbero parlare di «bolle d'aria», altrimenti potrà essere l'insegnante a parlarne ed a proporre al gruppo l'idea di utilizzare l'acqua per «vedere» l'aria nei sacchetti.

**Materiale necessario:**

- sacchetti di plastica
- ciotole
- acqua
- aghi

Le persone studenti possono prendere in considerazione di immergere il sacchetto nell'acqua e bucarlo per vedere così apparire le bolle d'aria.

Quando si buca un sacchetto pieno d'aria in una bacinella piena d'acqua, appaiono delle bolle. Questa esperienza permette sia di rendere visibile l'aria, che di solito è invisibile, sia di rendersi conto che non appena l'aria fuoriesce dal sacchetto, essa sale in superficie.



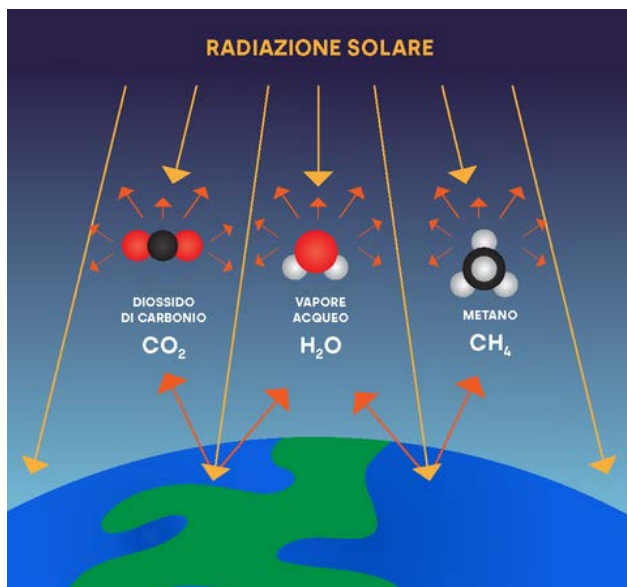
## 2. FUNZIONI

L'atmosfera è un sistema in equilibrio dinamico i cui componenti partecipano ai cicli biogeochimici. Anidride carbonica, azoto, acqua e ossigeno sono molecole in movimento nelle diverse sfere (biosfera, litosfera e idrosfera).

le funzioni che svolge quindi sono:

- permettere la vita grazie all'ossigeno e all'anidride carbonica;
- proteggere la superficie terrestre dai corpi celesti che la Terra incontra;
- filtrare le radiazioni solari nocive;
- regolare la temperatura terrestre,

circa 15 °C (effetto serra); in assenza di atmosfera, infatti, la temperatura media sarebbe di circa - 17 °C.



### APPROFONDIMENTO: Effetto serra naturale

Le radiazioni elettromagnetiche che arrivano sulla superficie terrestre vengono in parte riflesse e in parte rimesse dalla Terra stessa sotto forma di radiazioni infrarosse.

Queste ultime vengono in buona parte assorbite da molecole di CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>O presenti nell'atmosfera. Queste molecole presentano moti vibrazionali con frequenza simile a quella delle radiazioni infrarosse, per questo assorbono maggiormente tali radiazioni.

Nelle molecole di CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O che hanno assorbito le radiazioni infrarosse si amplificano i moti vibrazionali, aumentando la loro energia cinetica che viene trasmessa attraverso gli urti anche alle altre molecole presenti nell'atmosfera.

Il risultato è un aumento dell'energia termica e quindi della temperatura dell'atmosfera.

Come i vetri di una serra che lasciano passare i raggi solari che riscaldano il suolo, ma al tempo stesso trattengono il calore impedendo che si disperda fuori.

Attenzione, poiché bisogna distinguere l'effetto serra naturale da quello di origine antropica.

### 3. FENOMENI ATMOSFERICI

Abbiamo già detto che i fenomeni atmosferici si presentano quasi esclusivamente nella troposfera, ma vediamo cosa si intende con questa espressione.

I fenomeni atmosferici sono relazionati a 3 distinte condizioni:

- temperatura;
- umidità;
- pressione.

#### TEMPERATURA DELL'ARIA

La temperatura dell'aria nella troposfera, come già spiegato, è determinata dal calore ceduto dalla superficie terrestre per l'effetto serra.

I valori della temperatura chiaramente variano in base a:

- altitudine,
- latitudine,
- esposizione dei versanti montuosi,
- distribuzione delle terre e dei mari,
- copertura vegetale.



#### ESPERIMENTO: "vedere l'effetto serra"

##### Materiale necessario

- 2 termometri che si usano per misurare la temperatura in casa;
- un recipiente trasparente sufficientemente grande da poter contenere uno dei termometri.

##### Procedimento

Assicurarsi che i termometri segnino la stessa temperatura posti in uno stesso punto, ciò vuol dire che sono tarati bene.

Disporre i due termometri sul davanzale della finestra in modo che siano colpiti dal sole, assicurandosi di coprirne uno con il contenitore trasparente.

Attendere 30 min per controllare la temperatura di entrambi i termometri.

Coinvolgere la classe nella formulazione di ipotesi per spiegare la differenza di temperatura segnata dai due termometri.

Concludere insieme parlando della funzione analoga di atmosfera e recipiente trasparente e di come la situazione sperimentata sia quello che avviene sulla Terra.

## UMIDITÀ ATMOSFERICA E NUBI, NEBBIE E PRECIPITAZIONI

Per umidità atmosferica si intende la quantità di vapore acqueo (in grammi) che si trova in 1 m<sup>3</sup> d'aria. L'umidità dell'aria aumenta con l'aumentare della temperatura, ma l'aria non può contenere una quantità illimitata di vapore acqueo. Quando viene raggiunta la quantità massima possibile di vapore acqueo, si dice che l'aria è satura.

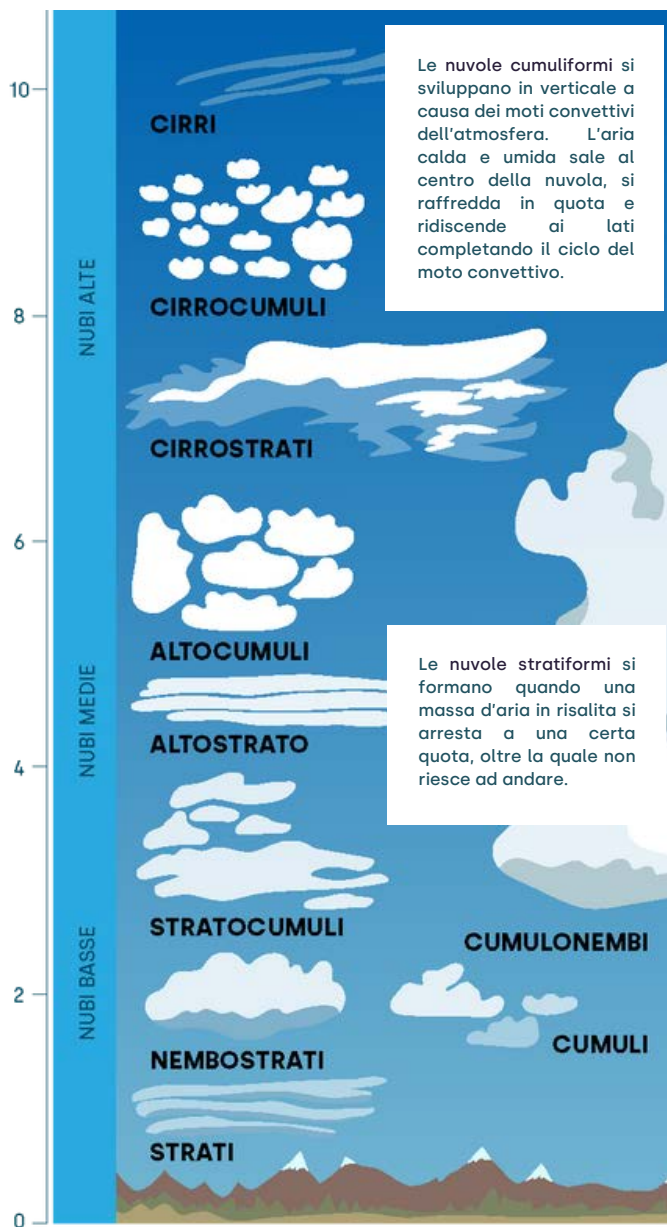
Se la concentrazione di vapore acqueo nell'aria supera il limite di saturazione, si formano le nubi in quota, la nebbia a bassa quota e avvengono le precipitazioni. Queste ultime possono essere in forma liquida, come la pioggia, o in forma solida come la neve e la grandine.

Le nubi possono differire per forma, colore e dimensioni, ma in generale una nube è un insieme di goccioline di acqua condensata o un miscuglio di goccioline e cristalli di ghiaccio.

Riportiamo 4 tipi principali di nubi:

- cirri, dalla forma lunga e sfilacciata e formati da cristalli di ghiaccio;
- cumuli, dalla forma globulare;
- strati, di forma appiattita;
- nubi, responsabili delle precipitazioni.

Queste 4 tipologie di nubi si possono combinare tra loro, come si vede nell'immagine accanto.



## PRESSIONE ATMOSFERICA E VENTI

Anche l'aria ha un peso che grava sulla superficie terrestre, per via della forza di gravità che la «attira» verso il centro della Terra.

Il rapporto tra il peso dell'aria e la superficie su cui essa grava si chiama pressione atmosferica.

La pressione atmosferica non è costante, varia di luogo in luogo e di momento in momento, infatti dipende da:

1. altitudine; la pressione diminuisce al crescere dell'altitudine;
2. temperatura; la pressione diminuisce al crescere della temperatura;
3. umidità; la pressione diminuisce al crescere della concentrazione di vapore acqueo nell'aria.

Le differenze di pressione atmosferica danno origine ai movimenti di masse d'aria che chiamiamo venti. Possono essere costanti (come gli alisei), periodici (come le brezze e i monsoni) o variabili.

Le brezze hanno un ritmo diurno e notturno e spirano alternativamente in direzioni opposte, come conseguenza del verificarsi di inversioni di pressione; i monsoni manifestano un ritmo stagionale.

L'aria si muove sempre da un'area di alta pressione (o anticiclone, dove è più densa e quindi più pesante) a un'area di bassa pressione (o ciclone, dove è meno densa e meno pesante).



Foto di Tony Reid su Unsplash

# PARTE SECONDA

## Inquinamento dell'aria, cause ed effetti

### 1. CHE COS'È L'INQUINAMENTO DELL'ARIA?

Abbiamo esplorato nella prima parte di questo manuale che cos'è l'aria, la sua composizione, struttura e le sue funzioni. Abbiamo anche visto che le varie sostanze aeriformi che la compongono non sono costanti, ma variano a seconda della quota.

Purtroppo, queste variazioni di composizione possono essere dovute alla contaminazione di un agente chimico che modifica la composizione "normale" dell'aria causando danni agli organismi viventi che respirano.

L'inquinamento atmosferico può essere visibile o invisibile. Ma spesso non ci rendiamo conto della presenza o degli effetti dell'inquinamento; le sue forme più pericolose non possono sempre essere viste o annusate.

Anche chi è abbastanza fortunato o ricco da non vivere vicino a una raffineria di petrolio o a valle di una fabbrica metallurgica o vicino a un impianto di riciclaggio di batterie, nel corso della giornata entra comunque in contatto con diverse fonti di inquinamento.



## ESERCIZIO DI RIFLESSIONE

Quale differenza percepisci tra l'aria che respiriamo in un parco con tanti alberi e l'aria che respiriamo in una zona trafficata? Quando si parla di inquinamento atmosferico che esempi ti vengono da raccontare!

Esistono forme di inquinamento di origine "naturale", come per esempio le eruzioni vulcaniche, che rilasciano nell'atmosfera grandi quantità di anidride solforosa, acido solfidrico e anidride carbonica, o incendi di origine naturale che diffondono nell'aria varie sostanze tra cui monossido di carbonio e anidride carbonica.

Comprendere quando un incendio è di origine naturale non è facile, però è importante sapere che gli incendi in alcune zone del mondo sono un elemento caratteristico da milioni di anni e che la vegetazione si è evoluta e adattata a questo fenomeno. Un esempio di vegetazione è proprio la macchia mediterranea,

Il loro ruolo è comunque marginale rispetto alle quantità di inquinanti atmosferici prodotti dall'essere umano: basti pensare all'evento vulcanico più distruttivo nella storia degli Stati Uniti, l'eruzione del monte Saint Helens del 1980,



che causò 57 vittime e distrusse 200 abitazioni e in cui vennero rilasciate nell'atmosfera 10 milioni di tonnellate di anidride carbonica. Sembra una quantità gigantesca, ma confrontandola con l'inquinamento antropico la prospettiva cambia: l'umanità ne emette una mole equivalente in sole 2 ore<sup>1</sup>.

Qui di seguito un elenco con gli inquinanti atmosferici più comuni, la loro formula chimica e stato fisico:

- monossido di carbonio (CO), gas;
- ozono (O<sub>3</sub>), gas;
- biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), gas;
- biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), gas;
- particolato atmosferico (PM10), particelle con un diametro inferiore ai 10 micron;
- particolato atmosferico (PM2,5), particelle con diametro inferiore a 2,5 micron.

Per approfondimenti sugli inquinanti atmosferici si rimanda a pagina 43.

<sup>1</sup> [www.green.it/quanto-inquina-eruzione-di-un-vulcano/](http://www.green.it/quanto-inquina-eruzione-di-un-vulcano/)



Foto di Annie Spratt su Unsplash



## **ESPERIMENTO** **Osserviamo l'inquinamento**

**Materiale necessario:**

- un cartoncino bianco;
- pellicola trasparente da cucina;
- nastro adesivo;
- vaselina;
- una lente d'ingrandimento;
- un microscopio

Ricoprire il cartoncino con la pellicola trasparente, facendola aderire bene. Per tenerla ben tesa si può piegarla dietro al cartoncino e fissarla con un po' di nastro.

Spalmare sul lato teso della pellicola un sottilissimo strato di vaselina.

Lasciare per alcuni giorni il cartoncino esposto all'aria fuori dalla finestra.

Ritirare il cartoncino e osservare a occhio nudo la presenza di polveri. Con l'aiuto di una lente d'ingrandimento si possono osservare particelle più piccole. Infine, staccando la pellicola e mettendola sotto la lente del microscopio, si possono esaminare particelle invisibili ad occhio nudo.



## **APPROFONDIMENTO:** **Hunga Tonga-Hunga Ha'apai**

Riportiamo un passo della prefazione dell'antropologo culturale Adriano Favole al libro "Ecologie native" di Emanuela Borgnino.

"Hunga Tonga-Hunga Ha'apai è il generoso nome di un vulcano sottomarino dell'Oceania esplosa il 15 gennaio 2022. Situata a circa 65 chilometri da Nuku'alofa, capitale del Regno di Tonga, il vulcano ha innalzato una nuvola di polvere e ceneri alta quasi 20 mila metri, che si è poi estesa su un diametro di 400 chilometri.

Lo tsunami marino che ne è seguito e quello provocato, un paio di giorni dopo, da una nuova esplosione, hanno colpito con onde alte più di un metro le isole circostanti e poi via via l'Australia, il Giappone, le Hawaii, il Perù e la California.

Più o meno 21 ore dopo la prima esplosione, gli appassionati di meteorologia in Italia hanno registrato un'improvvisa variazione di pressione atmosferica nei barometri.

La pressione si è alzata, per poi abbassarsi repentinamente e riassetarsi sui livelli precedenti.



Foto di Sagar Kulkarni su Unsplash

L'onda d'urto atmosferica provocata da un'esplosione vulcanica è una sorta di tsunami aereo: si propaga tutt'attorno a un centro, come le onde che increspano uno stagno violato da un sasso.

La cenere e le preziose sostanze minerali fuoriuscite da Hunga Tonga-Hunga Ha'apai viaggeranno per mesi nell'atmosfera, fondendosi nelle gocce di pioggia e fecondando terreni lontani migliaia di chilometri.

Come osservava Jared Diamond in un famoso libro dedicato alle crisi ambientali, più un'isola è lontana da un vulcano attivo più la sua terra manca di sostanze preziose per lo sviluppo della vita vegetale.

«Hunga», così è stato ribattezzato familiarmente il vulcano dai mezzi di informazione, è ben più potente del battito di ali di una farfalla, ma ci ha ricordato, con la sua potenza, la famosa domanda di Edward Lorenz: «Può il batter d'ali di una farfalla in Brasile provocare un tornado in Texas?».

Non saprei rispondere, ma sicuramente il vulcano tongano si è fatto sentire dai barometri italiani. «Hunga», che ha coperto di cenere l'arcipelago di Tonga e ha interrotto per una lunga settimana i collegamenti aerei e telematici tra il Regno e il resto del mondo, ci ha ricordato che tutti gli esseri, viventi e no, che abitano il pianeta sono connessi in una rete dalle maglie molto fitte.

La vita su Gaia, la Terra, è un coro di contrasti e assonanze e i solisti sono solo una finzione. Siamo legati agli altri esseri umani, agli altri esseri viventi, agli altri esseri in generale (non è facile escludere i vulcani dagli esseri viventi, in effetti) da una trama di connessioni e interdipendenze.

Anche se non l'abbiamo percepita con gli occhi e con le orecchie, l'esplosione di Tonga ha increspato l'atmosfera in cui siamo immersi come pesci nelle profondità marine, e nell'aria che respiriamo c'è qualcosa che proviene dagli abissi di un lontano arcipelago polinesiano"



Foto di Sagar Kulkarni su Unsplash

## 2. PRINCIPALI CAUSE ANTROPICHE ED EFFETTI DELL'INQUINAMENTO DELL'ARIA

Quando si tratta di pensare all'origine storica dell'inquinamento dell'aria, si è soliti giustamente pensare alla rivoluzione industriale. Infatti, sebbene i contaminanti dell'aria siano una costante di tutte le attività produttive, a partire dal riscaldamento degli alimenti tramite la combustione di legna, la loro portata, le loro dimensioni e la loro gravità hanno raggiunto livelli senza precedenti con l'avvento dell'era industriale. Dalla fine del '700 la rivoluzione industriale, nata in Europa all'interno del sistema di produzione capitalistico, ha comportato la creazione di nuove forme di inquinanti che si sono estese sia a livello qualitativo (con la produzione di una sempre nuova gamma di inquinanti e metodi per la produzione di energia tramite processi estrattivi) sia a livello quantitativo (con l'aumento costante della produzione di merci nonché con l'estensione ed imposizione del modello industriale a tutti i paesi del globo), un incremento che è diventato esponenziale dopo la seconda guerra mondiale con lo sviluppo dell'industria manifatturiera e dell'automazione.

Per questi motivi in questa sezione ci occuperemo di approfondire le principali cause ed effetti dell'inquinamento dell'aria a partire dall'epoca della rivoluzione industriale, mostrando il loro intreccio con le disuguaglianze sociali che caratterizzano il mondo contemporaneo.

### **COMBUSTIBILI FOSSILI ED INQUINAMENTO DELL'ARIA**

La rivoluzione industriale, come il modello di produzione e di vita ad essa connesso, si è fin dalle sue origini basata sulla produzione di energia tramite i combustibili fossili (più comunemente petrolio, carbone, gas naturale). I combustibili fossili contengono alte percentuali di carbonio, infatti derivano dalla decomposizione di organismi viventi (avvenuta milioni di anni fa).

Dalla fine del '700 mettere in moto qualsiasi tipo di macchinario (ad esempio di una fabbrica o di un'azienda agricola), viaggiare in automobile, così come riscaldare una casa e cucinare al suo interno, è dipeso sempre di più dalla combustione di queste fonti di energia. Con la diffusione mondiale di tale modello di produzione energetica e l'aumento della popolazione e delle merci prodotte, l'estrazione e l'utilizzo dei combustibili fossili sono aumentati esponenzialmente.

Tale aumento ha provocato immediatamente un altrettanto grave incremento dell'inquinamento atmosferico.

Foto di Colton Sturgeon su Unsplash



Foto di Albert Hyseni su Unsplash



La combustione dei combustibili fossili comporta infatti, oltre al rilascio di gas serra (in particolare anidride carbonica, metano e ozono), la diffusione nell'aria di numerosi agenti tossici, tra i quali biossido di azoto, zolfo, ozono, metalli pesanti e particolato atmosferico.

Non stupisce quindi che nei pressi delle centrali elettriche la qualità dell'aria peggiora notevolmente. È questa la ragione che ha portato le persone abitanti di Ostiglia (provincia di Mantova) a mobilitarsi contro il progetto di raddoppiamento della centrale elettrica a gas presente nel territorio (un territorio già fortemente caratterizzato da un alto livello di inquinanti dell'aria e malattie cardiorespiratorie ed esso connesse dovute proprio alla presenza della centrale)<sup>2</sup>.

Legata ai processi di produzione di energia vi è sicuramente il tema dei trasporti motorizzati, quali automobili<sup>3</sup>, camion, aerei e navi. La maggior parte di essi utilizza ancora combustibili fossili per produrre l'energia necessaria al loro movimento, generando inevitabilmente una grande quantità di gas nocivi. Inoltre, il danno generato dai trasporti si amplifica a causa delle infrastrutture (quali strade, porti ed aeroporti) necessarie alla loro circolazione, le quali comportano inevitabilmente vasti processi di disboscamento che peggiorano la qualità dell'aria.

È importante sottolineare che l'inquinamento legato ai combustibili fossili non si limita solo al processo di produzione dell'energia!

Le stesse attività di estrazione e di raffinazione dei combustibili fossili hanno un enorme impatto.

L'estrazione è infatti responsabile di continue fuoriuscite di gas e particelle inquinanti. Ad esempio le miniere di carbone a cielo aperto comportano forti processi di deforestazione, che come abbiamo visto peggiorano sensibilmente la qualità dell'aria, fuoriuscite di gas metano, nonché la dispersione di polveri sottili di carbone che hanno un grave impatto sulla salute delle persone lavoratrici e abitanti delle aree limitrofe, provocando in particolare l'aumento di casi di antracosi, detta anche malattia del polmone nero. Solo negli Stati Uniti, si stima che tutt'oggi oltre 1.200 persone all'anno muoia di antracosi<sup>4</sup>.

Per quanto riguarda la raffinazione, ovvero quella serie di processi che trasformano il petrolio in combustibile utilizzabile per la produzione di energia e carburante, è riscontrabile un notevole peggioramento della qualità dell'aria delle zone limitrofe agli impianti a causa del rilascio di composti organici volatili.

L'esempio della Val d'Agri, in Basilicata, è esplicativo: in prossimità dell'impianto di trattamento del petrolio gestito da Eni, i composti organici volatili totali presenti nell'aria superano i 250 microgrammi per metro cubo come media giornalieri, valori paragonabili a quelli di Pechino e Nuova Delhi, tra le città più inquinate del Pianeta<sup>5</sup>.

<sup>2</sup> per approfondire: <https://altreconomia.it/la-lotta-dei-cittadini-di-ostiglia-contro-la-nuova-centrale-a-gas/>

<sup>3</sup> verrà approfondito il tema nella sezione dedicata alle città

<sup>4</sup> [www.rinnovabili.it/ambiente/carbone-impatti-estrazione333/](http://www.rinnovabili.it/ambiente/carbone-impatti-estrazione333/)

<sup>5</sup> [www.recommon.org/tira-una-brutta-aria-in-val-dagri/](http://www.recommon.org/tira-una-brutta-aria-in-val-dagri/)



## APPROFONDIMENTO:

### Inquinamento atmosferico e melanismo industriale

Nella seconda metà del Settecento in Inghilterra l'energia impiegata per le fabbriche veniva fornita dal carbone, i composti derivati dalla combustione del carbone (come ad esempio l'anidride solforosa) rilasciati nell'ambiente portarono all'annerimento delle cortecce degli alberi. Noi vi parleremo in particolare delle betulle, alberi dalla corteccia tipicamente bianca.

La farfalla *Biston betularia typica* (con le ali di colore chiaro) non era più in grado di mimetizzarsi sulla corteccia delle betulle e anzi il suo colore chiaro era in contrasto con la corteccia scura, rendendola una preda facilmente visibile agli uccelli.

Al contrario, gli esemplari di farfalla melanici, ovvero scuri, acquistarono un vantaggio mimetico e divennero così la forma più abbondante. Questo fenomeno è detto melanismo industriale.

Negli anni successivi, la parziale riduzione dell'inquinamento dell'aria fece sì che la corteccia delle betulle tornasse chiara. Ciò comportò anche l'aumento della forma chiara di *Biston betularia*.



Foto di Begrenset gjenbruk

## INQUINAMENTO ATMOSFERICO E CITTÀ

L'avvento della rivoluzione industriale porta con sé anche la nascita di grandi agglomerati urbani il cui modello di sviluppo e consumo ha generato sempre più grandi problemi di inquinamento atmosferico.

I primi agglomerati industriali quali Manchester, Essen e Pittsburgh si ergono a dimostrazione delle conseguenze che tale modello urbano porta con sé. Le grandi fabbriche costruite in prossimità delle città avvelenarono l'aria urbana a causa dei grandi fumi di carbone che uscivano dalle ciminiere. La giustificazione a questo sistematico inquinamento era basata sull'errata convinzione che l'atmosfera terrestre fosse un pozzo senza fondo, in grado di diluire e neutralizzare tutte le sostanze emesse dai complessi industriali.

I fumi industriali, uniti all'inquinamento dei sistemi di riscaldamento domestico a legna e carbone, ridussero sensibilmente la qualità dell'aria, ormai completamente insalubre, provocando numerosi problemi di salute. Il fumo era talmente intenso da ridurre significativamente la luce solare, generando problemi di rachitismo e l'aumento di malattie respiratorie.

La situazione rimase pressoché inalterata fino all'introduzione delle prime legislazioni che a partire dalla metà del '900 introdussero limitazioni sulle emissioni di fumo domestico ed industriale in area urbana.

Tali legislazioni furono il frutto delle proteste di comitati contro l'insalubrità dell'aria, nonché la risposta a gravi episodi di disastri ambientali come quello verificatosi a Londra nel 1952, quando una coltre di smog densa e maleodorante avvolse la capitale inglese per alcuni giorni, provocando oltre 12000 morti e 100000 malati in condizioni gravi.



Foto di Angela Baker su Unsplash





Inoltre, dopo la seconda guerra mondiale, si assiste al fenomeno della motorizzazione di massa: le città vengono sempre più dominate dall'utilizzo dell'automobile a combustione, i cui gas di scarico emettono gas tossici per la salute umana (in particolare monossido di carbonio, idrocarburi incombusti, ossidi di azoto e zolfo e particolato). Il traffico di mezzi di trasporto privato rappresenta uno dei fattori principali di inquinamento dell'aria delle città, continuando a generare livelli di grande insalubrità dell'aria ed esponendo in questo modo gran parte della popolazione ad agenti nocivi. Solo in Unione europea si stima che oltre il 90 % della popolazione urbana è stata esposta a livelli nocivi di biossido di azoto, ozono e particolato fine.

Il modello di urbanizzazione europeo e statunitense si diffuse anche nel resto del mondo. In particolare a partire dagli anni Sessanta e Settanta del XX secolo si assiste ad una forte crescita degli agglomerati urbani in America Latina, Asia, Unione Sovietica ed Africa, crescita che continua tutt'oggi: dal 1990 la popolazione urbana nei paesi del Sud del mondo è cresciuta di oltre 3 milioni di abitanti a settimana<sup>6</sup>.

Nonostante gli evidenti miglioramenti dovuti alla progressiva diminuzione dell'utilizzo di carbone come combustibile, il livello di inquinamento atmosferico urbano continua a livello globale ad essere elevatissimo. Questo è dovuto a diversi fattori.

Per approfondire [www.openpolis.it/e-importante-tutelare-la-qualita-dellaria-specialmente-in-alcune-aree-ditalia/](http://www.openpolis.it/e-importante-tutelare-la-qualita-dellaria-specialmente-in-alcune-aree-ditalia/)

<sup>6</sup> Storia globale dell'ambiente, Stephen Mosley, 2013

## AGROZOOTECNIA E INQUINAMENTO DELL'ARIA

Quando si immagina di andare a fare una gita in campagna, molto spesso si associa quest'ultima ad un ambiente salubre, in cui l'ottima qualità dell'aria si contrappone all'aria insalubre che si respira all'interno delle città. Purtroppo questo immaginario è ormai falso per buona parte dei terreni e zone agricole presenti nel mondo, dominato da tecniche di agricoltura industriale. Nel manuale del suolo e dell'acqua abbiamo infatti approfondito le specificità delle pratiche dell'agro-zootecnica industriale e il loro impatto sugli ecosistemi. Vediamo ora brevemente come nello specifico incidono sull'inquinamento atmosferico.

In primo luogo è importante ricordare come le monoculture e gli allevamenti intensivi siano i primi responsabili degli enormi processi di disboscamento ancora in atto nel mondo: se infatti secondo le ultime valutazioni globali della FAO sono stati distrutti 420 milioni di ettari di foresta dal 1990, quasi il 90% di tale della deforestazione globale è causata dall'agricoltura e dall'allevamento<sup>8</sup>.

L'avvento della rivoluzione industriale porta anche nei campi l'utilizzo sempre più massiccio di macchinari motorizzati (trattori, motozappe, motoseghe), comportando un consumo notevole di combustibili fossili e l'emissione conseguente di gas serra e particolato atmosferico.

Abbiamo poi l'utilizzo massiccio di prodotti quali pesticidi e fertilizzanti che vengono spesso aerodispersi durante i trattamenti alle coltivazioni, peggiorando inevitabilmente la qualità dell'aria delle zone agricole e limitrofe. Uno studio dell'Earth Institute presso la Columbia University ha scoperto come i fertilizzanti azotati, tra i più utilizzati in agricoltura, sono tra i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico a causa del loro rilascio in ambiente di ammoniaca. Quando l'ammoniaca nell'atmosfera migra verso le aree industriali, si combina con l'inquinamento generato dalle sostanze derivanti dalla combustione creando particolato, in particolare PM 2.5.

Le emissioni da particolato sono particolarmente intense anche per colpa degli allevamenti intensivi: il settore zootecnico è infatti quello che in assoluto emette la maggiore quantità di ammoniaca, circa  $\frac{2}{3}$  delle emissioni nazionali<sup>9</sup>. Oltre all'ammoniaca anche il rilascio di gas serra è altrettanto problematico: solo in Unione europea le emissioni di gas serra degli allevamenti intensivi rappresentano il 17% delle emissioni totali, più di quelle di tutte le automobili e i furgoni in circolazione messi insieme<sup>10</sup>!

<sup>8</sup> [www.fao.org/3/cb7449en/cb7449en.pdf](http://www.fao.org/3/cb7449en/cb7449en.pdf)

<sup>9</sup> [www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2022/11/ca1cf40a-allevamenti\\_ammoniaca.pdf](http://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2022/11/ca1cf40a-allevamenti_ammoniaca.pdf)

<sup>10</sup> [www.greenpeace.org/italy/storia/12423/gli-allevamenti-intensivi-in-ue-inquinano-piu-delle-automobili-la-nostra-analisi/](http://www.greenpeace.org/italy/storia/12423/gli-allevamenti-intensivi-in-ue-inquinano-piu-delle-automobili-la-nostra-analisi/)

## PRODUZIONE DI BENI INDUSTRIALI E INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Sarebbe difficile elencare tutti gli inquinanti atmosferici che sono stati e vengono tutt'oggi emessi dalle industrie produttrici dei beni che utilizziamo nella nostra quotidianità. Il modello di produzione nato dalla rivoluzione industriale infatti ha accentuato la creazione di nuove sostanze inquinanti che si sono riversate nell'aria e ne hanno peggiorato notevolmente la qualità attraverso effetti diretti e indiretti.

Ancora prima di produrre, infatti, la costruzione di fabbriche e industrie comporta inevitabilmente la modifica dell'ambiente circostante attraverso azioni di disboscamento e cementificazione. Lo stesso avviene con l'estrazione intensiva dei materiali necessari ad una produzione di larga scala. Abbiamo poi la questione dell'energia: abbiamo visto precedentemente come la sua produzione sia profondamente legata all'utilizzo dei combustibili fossili.

Infine molti dei processi industriali rilasciano quotidianamente una serie notevole di composti tossici, tra cui ossidi di azoto, diossido di zolfo, polvere, composti organici volatili (COV). Ma l'elenco non finisce di certo qui! Consci<sup>3</sup> che un elenco completo comporterebbe la scrittura di un manuale a parte, abbiamo deciso di mostrare attraverso alcune storie ed esempi concreti in Italia, quali effetti può avere lo sviluppo e l'inquinamento industriale sulla qualità dell'aria e la salute delle comunità.

Come ci ricorda Marina Forti nel suo libro-inchiesta *Mala Terra*, le industrie sono sempre state il simbolo del miracolo economico italiano negli anni Sessanta del secolo scorso. Un miracolo elogiato in maniera costante all'interno dei libri di storia e della maggior parte degli economisti che riguardano a quegli anni in maniera nostalgica. L'Italia entra infatti dopo la seconda guerra mondiale ufficialmente nell'era del petrolio e della motorizzazione di massa con le raffinerie, l'industria petrolchimica e le plastiche. Queste industrie trasformarono l'Italia da paese considerato arretrato in una vera e propria nazione industrializzata, "creando" molti posti di lavoro in un periodo di forte disoccupazione e miseria generalizzata causata dalla guerra. Eppure, in questa storia si omette sempre un dettaglio importante: la creazione del lavoro è passata infatti attraverso la distruzione e inquinamento sistematico di interi ecosistemi. La qualità dell'aria rientra naturalmente in questo processo che vide periodi contrassegnati da disastri ambientali e dalla creazione di plessi industriali che inquinando l'atmosfera avvelenarono la salute di chi abitava i territori limitrofi.



Foto di chris robert su Unsplash



## APPROFONDIMENTO

### Disastro di Seveso

Quando si tratta di disastri ambientali avvenuti nella penisola italiana legati all'inquinamento dell'aria non si può fare a meno di ricordare la città di Seveso. Il 10 Luglio del 1976 una densa nuvola di fumo, causata da un'esplosione proveniente dallo stabilimento chimico di Meda (a venti chilometri a nord di Milano), avvolge la città e i territori limitrofi generando quello che è stato riconosciuto successivamente come il più grande disastro industriale civile in Europa. Quella nuvola infatti si scopre contenere triclorofenolo, una sostanza usata per i diserbanti e soprattutto tetracloro-dibenzo-p-diossina (chiamato Tcdd), la più pericolosa famiglia di diossine. Ma nonostante questo i responsabili dell'azienda ci metteranno più di una settimana ad ammettere la gravità del danno, e le autorità pubbliche più di due settimane per adottare misure di allontanamento della popolazione da un'area riconosciuta ormai come invivibile e tossica.

Nell'aria si scopriranno essersi liberati infatti 400 chili di prodotti chimici, di cui almeno 14 di diossina. I casi di intossicazione saranno centinaia, più di 200 famiglie saranno costrette ad abbandonare le aree più inquinate (contrassegnate come Zona A), lasciando in alcuni casi per sempre le loro abitazioni. Inoltre venne contrassegnata anche un'altra area, meno contaminata ma dall'estensione più elevata, dove venne vietato consumare prodotti dell'orto. Nonostante le bonifiche effettuate (con notevole ritardo) i danni generati dal disastro di Seveso agli animali umani e non umani, nonché all'intero territorio, sono innumerevoli, e difficili da calcolare. Si tratta di un grande aumento di malattie cardiovascolari, respiratorie nonché del numero di tumori registrati che fanno pensare ad un vero e proprio attentato alla salute delle comunità causato dalla negligenza di un'azienda che desiderava fare profitto con sostanze che continuano ad avvelenare anche nella contemporaneità i corpi e l'aria atmosferica.





## APPROFONDIMENTO

### Porto Marghera<sup>11</sup>

Nel 1917 Venezia si trovò nel bel mezzo di quello che venne definito il suo "Risveglio Industriale". Proprio in quegli anni infatti nacque Porto Marghera, che diventò nel giro di pochi decenni il più importante porto di tutta la penisola. Nel secondo dopoguerra la zona industriale arrivò a diventare il più grande centro petrolchimico per la produzione di materiali plastici, combustibili e fertilizzanti di tutta l'Europa, affiancato sempre dal porto ma anche da centrali elettriche e innumerevoli cantieri. Tali processi trasformarono radicalmente il territorio e vennero accompagnati dalla promessa di sviluppo economico, posti di lavoro e benessere. Ma se è vero che le grandi aziende proprietarie degli stabilimenti (quali Montedison ed Eni) riuscirono ad ottenere grandi profitti e offrirono posti di lavoro per alcuni decenni, è altrettanto vero che la promessa del benessere poteva essere inquadrata unicamente in una cornice economica.

Nonostante adesso il reparto dove veniva prodotto cloruro di vinile sia stato chiuso, nel corso della sua decennale attività ha causato la morte per tumore di 157 operai che lavoravano in quell'area, nonché l'innalzamento dei tassi di mortalità della popolazione residente nella zona adiacente all'impianto industriale.

Poesia di una operaia che lavorava a Marghera negli anni '60 nel reparto di lavorazione del cloruro di vinile.

#### **IL CLORURO DI VINILE**

*Nel nostro reparto si lavora  
il cloruro.*

*Abbiamo saputo di recente  
che è una sostanza  
cancerogena.*

*Abbiamo parlato a lungo oggi  
di questo  
abbiamo discusso, dibattuto.*

*Siamo stravolti. Duri brividi corrono ora  
sui finestrini  
del reparto.*

*Il cloruro di vinile  
non risparmia nessuno.*

*La morte non è  
mai stata  
così presente.*

*Non si sente oggi che la morte.*

Inoltre è stato riconosciuto un disastro socio-ambientale della laguna di Venezia, che per questo motivo è diventata una zona di interesse nazionale soggetta a bonifica (per approfondire, vedi la parte dedicata ai SIN nel manuale del suolo).

<sup>11</sup> [www.journals.openedition.org/diacronie/1707](http://www.journals.openedition.org/diacronie/1707)

## PIOGGE ACIDE E BUCO DELL'OZONO

Sono tanti gli effetti globali sul sistema terrestre dovuti all'inquinamento dell'aria. Qui di seguito descriviamo due fenomeni dovuti a tale inquinamento: le piogge acide e il buco dell'ozono. Nella terza parte ci soffermeremo sulla questione dei cambiamenti climatici.

Le piogge acide consistono in processi di acidificazione delle piogge dovute alla presenza in atmosfera di ossidi di zolfo e ossidi di azoto, che reagendo con l'umidità dell'aria formano delle sostanze acide. Quest'ultime, una volta immesse in atmosfera, vengono movimentate dai venti raggiungendo molto spesso luoghi lontani dall'origine. Attraverso il ciclo dell'acqua (la cui spiegazione si può trovare nel relativo manuale) tali particelle possono ricadere nella superficie sotto forma di piogge (nonché di neve, rugiada e nebbia).

Gli effetti sono davvero deleteri per gli ecosistemi. Le piogge acide possono abbassare il pH del suolo, rendendolo più acido. Questo può influire negativamente sulla crescita delle piante, in quanto alcuni nutrienti diventano meno disponibili alle radici delle piante a pH basso. Inoltre le piogge acide possono danneggiare direttamente la vegetazione, specialmente le foglie delle piante. Le foglie possono essere danneggiate o uccise dalle sostanze acide, riducendo la capacità delle piante di fotosintetizzare e crescere in modo sano.

Questo può indebolire gli alberi e renderli più suscettibili a malattie e insetti nocivi. Quindi le piogge acide possono influire sulla salute complessiva degli ecosistemi forestali. Le foreste di conifere sono particolarmente sensibili alle piogge acide.

Le piogge acide possono anche danneggiare corpi d'acqua, come fiumi, laghi e lagune. Quando l'acqua piovana acida si riversa nei corpi d'acqua, può avere un impatto negativo sulla vita acquatica. Può danneggiare pesci, anfibi e altri organismi acquatici, poiché altera l'equilibrio chimico dell'acqua.

Foto di Kiwihug su Unsplash

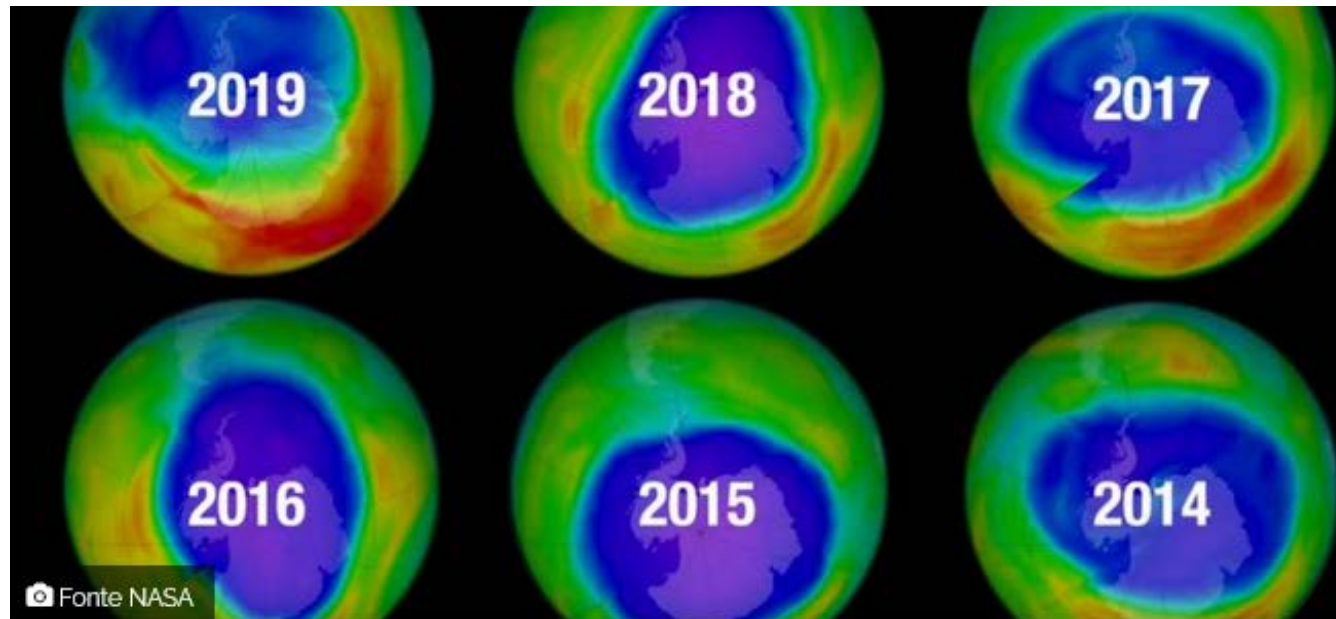


Nella prima parte di questo manuale abbiamo parlato di ozonofera, ovvero strato di ozono nella stratosfera situato tra i 15 e 35 km circa di quota.

Principalmente tra gli anni '70 e '90 a causa dell'utilizzo massiccio di sostanze ricche in cloro, bromo e fluoro, ovvero i clorofluorocarburi (CFC) e bromofluorocarburi (BFC), lo strato di ozono si è notevolmente assottigliato, soprattutto sopra l'Antartide. Precisamente queste sostanze reagiscono con le molecole di ozono creando un'apertura, chiamata "buco dell'ozono".

Gli effetti del buco dell'ozono impattano sia sugli esseri umani, infatti le radiazioni ultraviolette in eccesso possono causare danni alla salute umana, come il cancro della pelle e problemi agli occhi, ma potenzialmente possono danneggiare il DNA di tutti quegli organismi viventi che vengono a contatto diretto con gli UV, senza questo "scudo" naturale.

Dati recenti della NASA confermano che lo strato di ozono sopra l'Antartide si sta progressivamente inspessendo, grazie agli accordi internazionali sanciti nel 1987 con il Protocollo di Montreal, che hanno promosso la messa al bando di CFC e BFC.



# PARTE TERZA

## Inquinamento dell'aria e cambiamenti climatici

Aumento delle temperature e delle ondate di calore che rendono l'aria irrespirabile, intensificazione dei fenomeni estremi che distruggono in poche ore città e campagne, rapido innalzamento del livello del mare: è chiaro che nell'analizzare le condizioni contemporanee della nostra atmosfera non possiamo eludere tutta questa serie di fenomeni che possono essere considerati come effetti diretti di quelli che vengono chiamati Cambiamenti Climatici. La connessione tra questi ultimi e l'inquinamento dell'aria è davvero inscindibile.

Ci sembra fondamentale, per proseguire, riportare la definizione di Cambiamenti Climatici dell'Organizzazione delle Nazioni Unite :

«I Cambiamenti Climatici si riferiscono ad un mutamento dello stato del clima, indotto sia da fenomeni naturali sia per mano dell'uomo. Quando parliamo di Cambiamenti Climatici ci riferiamo ad un'alterazione della composizione dell'atmosfera che genera, od accentua, una serie di fenomeni climatici come la crescita della

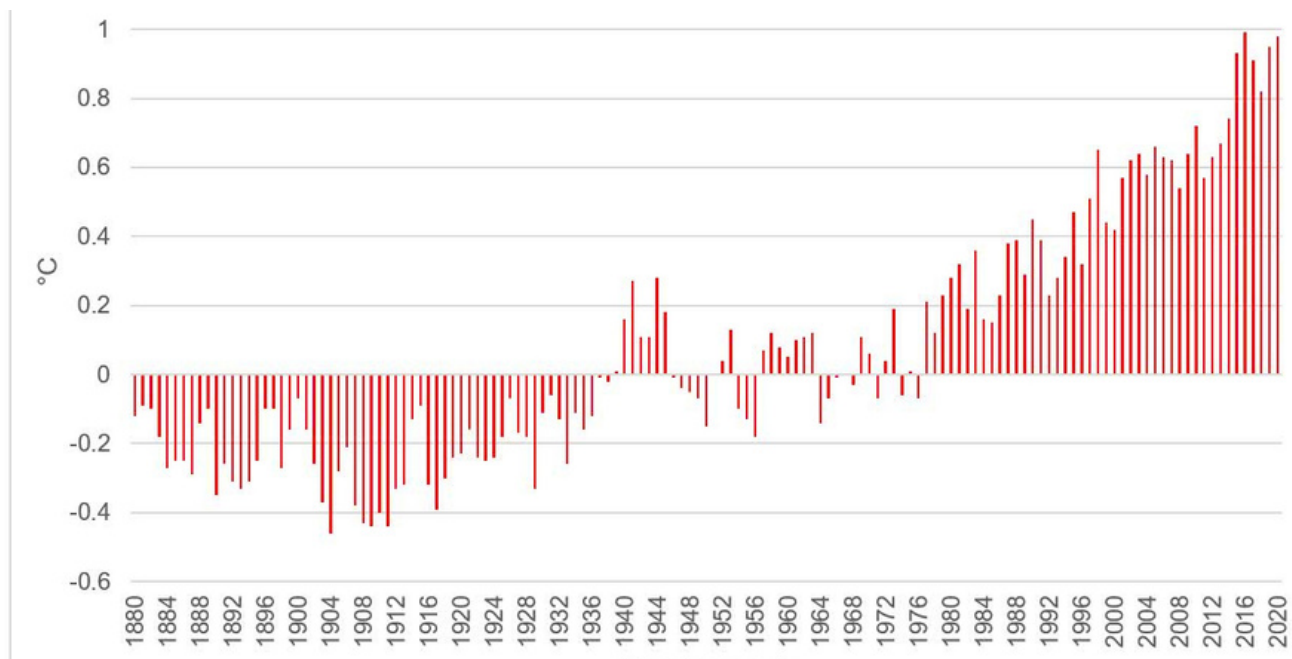
temperatura media atmosferica e marina, la diminuzione del manto nevoso, l'aumento di eventi climatici».

Nonostante il cambiamento climatico non si riferisca quindi esclusivamente alle attività umane, è sicuramente la componente antropica ad aver generato nell'ultimo secolo una serie di dinamiche ambientali che hanno portato allo sconvolgimento del sistema-clima.

Il clima infatti è storicamente sempre stato soggetto a cambiamenti ciclici che hanno portato la superficie terrestre a subire innumerevoli trasformazioni. Basti prendere come riferimento gli ultimi 650 mila anni della storia terrestre per vedere come si sono alternati almeno sette periodi glaciali che hanno visto il pianeta terra ricoprirsi e spogliarsi di neve e ghiacciai, sommergendo e facendo riemergere interi continenti.

Eppure, nonostante questi cambiamenti l'epoca attuale contiene una specificità: le modifiche al clima non sono mai state così rapide ed improvvise.





**Grafico – Variazione della temperature medie globali annue, 1880-2020**

Nello specifico, secondo il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico, nel corso degli ultimi 60 anni la temperatura media della superficie terrestre è cresciuta ad una velocità che non ha eguali negli ultimi 2000 anni.

Nell'ultimo secolo la temperatura media globale è stata infatti alzata di 1 grado centigrado, aumentando esponenzialmente quei fenomeni che il cambiamento climatico comporta, citati all'inizio del paragrafo e riportati dettagliatamente anche nei manuali del suolo e dell'acqua<sup>12</sup>.

Tornando alle cause antropiche dei CC, possiamo sicuramente affermare che risiedono nell'immissione massiccia in atmosfera di determinati gas serra che abbiamo analizzato nella prima sezione: anidride carbonica, metano, protossido di azoto e fluorurati. Con o senza le azioni dell'essere umano questi gas si troverebbero comunque in atmosfera garantendo che l'effetto serra, come visto nella prima sessione, possa stabilizzare la temperatura atmosferica rendendola vivibile per tutte le forme di vita. Possiamo vedere l'effetto serra proprio come una coperta che tiene al caldo il pianeta.

<sup>12</sup> [www.youtube.com/watch?v=LwRTw\\_7NNJs](https://www.youtube.com/watch?v=LwRTw_7NNJs) → Questo si può consigliare come video che mostra le temperature da mostrare in classe (Fonte: NASA)

Il problema si riscontra nel momento in cui questa coperta aumenta di peso e consistenza, passando dall'essere necessaria ad essere soffocante, aumentando in questo modo in maniera eccessiva la temperatura corporea (della Terra!) come visto in precedenza. Gli aumenti sono davvero impressionanti: dall'inizio dell'industrializzazione la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è aumentata di oltre il 50% e quella di metano di oltre il 500%!

È chiaro come la responsabilità principale risieda proprio nella combustione dei combustibili fossili ed in generale del modello di produzione capitalista ed industriale ad esso associato, che comporta oltre alla rilascio diretto di gas serra anche il loro aumento indiretto attraverso l'eliminazione di quelle forme di vita, come gli alberi e gli ecosistemi marini, che hanno la capacità di ridurre la percentuale di CO<sub>2</sub> nell'aria.



Foto di William Bossen su Unsplash

# 1. LA SALUTE E L'INQUINAMENTO DELL'ARIA: UNA QUESTIONE DI INGIUSTIZIA SOCIO-AMBIENTALE

In Italia, 60mila persone l'anno muoiono prematuramente a causa dell'inquinamento atmosferico. Queste morti sono 400mila in Europa e circa sette milioni nel mondo<sup>13</sup>. Ma l'esposizione ad emissioni inquinanti, dovute principalmente a industrie, trasporto leggero e pesante, edilizia, e agricoltura, non è uguale per tutta la popolazione. Numerosi studi<sup>14</sup> hanno mostrato come, nelle città (da Parigi a Londra, da Hong Kong a New York), fattori quali la povertà e l'etnia siano positivamente correlati ad una maggiore esposizione all'inquinamento atmosferico. Si parla di razzismo o di classismo ambientale, intersezione per cui le discriminazioni sociali si ripercuotono anche sulla salute delle classi più svantaggiate. E' il concetto di (in)giustizia ambientale: termine coniato negli anni '70 dal sociologo americano Robert Bullard, che mostrò come l'80% delle discariche a Houston, Texas si trovassero nei pressi di quartieri afroamericani (nonostante solo il 25% della popolazione della città fosse afroamericana). I quartieri abitati dalla popolazione più povera, infatti, sono spesso confinanti con impianti industriali, grosse arterie del trasporto stradale, aeroporti e altre infrastrutture che rendono la qualità dell'aria peggiore. Le emissioni automobilistiche sono una delle fonti principali di contaminazione, nonostante vi sia il minor tasso di possesso di

automobili in questi quartieri: le persone abitanti sono vittime di un inquinamento che non producono.

Inoltre i fenomeni di gentrificazione delle città tendono a emarginare sempre di più queste minoranze con la retorica del decoro urbano e a costringerle in questi "ghetti" inquinati. E anche quando sono le zone ricche del centro ad essere le più trafficate, la popolazione più povera subisce maggiormente le conseguenze dell'inquinamento perché ha un minor accesso alle cure, o a cure di qualità. Infine, anche l'accesso a "infrastrutture verdi", come ad esempio parchi pubblici, è più difficile per chi abita in queste zone, in quanto tali infrastrutture vengono di solito concentrate nelle zone più centrali della città (e la loro costruzione fa immediatamente salire il prezzo degli affitti).

Le politiche messe in campo per diminuire l'inquinamento, quindi, spesso non considerano questi quartieri marginali, né riconoscono le problematiche sociali come parte del problema. Ad esempio, focalizzandosi sul diminuire il traffico nel centro, possono inasprirlo nelle zone periferiche.

Quello che succede nelle città (concentrare l'inquinamento in zone povere a favore di zone ricche) è una riproposizione a piccola scala di ciò

<sup>13</sup> [www.altreconomia.it/in-italia-si-continua-a-morire-di-inquinamento-un-problema-sanitario-ma-anche-sociale/](http://www.altreconomia.it/in-italia-si-continua-a-morire-di-inquinamento-un-problema-sanitario-ma-anche-sociale/)

<sup>14</sup> <https://unbiasthenews.org/is-clean-air-a-privilege-environmental-injustice-europe/>

che avviene fra Stati economicamente potenti e deboli: ad esempio le industrie inquinanti che non possono essere più costruite nei paesi occidentali industrializzati vengono spostate in paesi economicamente deboli, con manodopera a basso costo e minor regolamentazione. Questo avvelena lentamente la popolazione, ma la scarsa attenzione alla salute e alla sicurezza ha causato anche eventi catastrofici, come il disastro avvenuto a Bhopal, in India, il 3 dicembre 1984.

Qui, in uno stabilimento chimico della multinazionale Union Carbide (USA), produttore di isocianato di metile (MIC, un insetticida altamente tossico), un'infiltrazione d'acqua in cisterne piene oltre il limite di sicurezza causò una potente reazione, e il rilascio in atmosfera di 40 tonnellate di vapori tossici di MIC.

Una nube coprì la città per vari chilometri, causando la morte di 8mila persone nelle 72 ore successive all'esplosione, e circa 20mila negli anni successivi. Senza contare il mezzo milione di persone che sopravvivono con svariati disturbi cronici all'apparato respiratorio, neurologico, immunitario, riproduttivo e intestinale, e le nuove generazioni che nascono con malformazioni. L'inquinante percola ancora nella falda acquifera, dato che il sito non è mai stato bonificato<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> [www.altreconomia.it/ritorno-a-bhopal-36-anni-dopo-il-piu-grave-disastro-della-storia-industriale/](http://www.altreconomia.it/ritorno-a-bhopal-36-anni-dopo-il-piu-grave-disastro-della-storia-industriale/)



# PARTE QUARTA

## Pratiche di monitoraggio partecipato dell'aria

In questa ultima parte ci occuperemo di restituire all'interno di una cornice pratica i saperi che abbiamo cercato di articolare nelle parti precedenti.

Crediamo, infatti, che la conoscenza dell'aria e dell'inquinamento atmosferico vada accompagnata da esempi di processi trasformativi che hanno tentato di rendere le comunità libere da una tossicità atmosferica che ormai avvolge ogni ambiente del nostro pianeta, in particolare quelli urbani.

Nel manuale del suolo e dell'acqua abbiamo avuto già modo di spiegare cosa sono i monitoraggi partecipati attraverso il nostro approccio.

Successivamente illustreremo alcuni esempi fruttuosi di monitoraggio dell'aria prodotti dalla nostra associazione, con la speranza che possano essere riprodotti anche nelle classi attraverso il materiale che verrà fornito insieme a questo manuale.

### VALLE GALERIA

Valle Galeria è una grande zona periferica ad ovest di Roma. Come spesso avviene nelle aree non interessate da flussi turistici, ospita una serie di impianti industriali e di trattamento di rifiuti urbani. Per la precisione fino al 2013 in quest'area sorgeva una delle più grandi discariche d'Europa, la discarica di Malagrotta.

Si tratta di un'area di oltre 200 ettari che ha raccolto dagli inizi degli anni '70 fino al 2013 quasi 5mila tonnellate di rifiuti al giorno, oltre a 330 tonnellate di fanghi e scarti di discarica prodotti ogni anno (in pratica tutta l'immondizia della Capitale e province incluse). Ma non solo, l'area è interessata anche dalla presenza di due impianti di trattamento meccanico-biologico (TMB), un gassificatore (attivo dall'Aprile 2010 fino ad Ottobre 2011 e successivamente chiuso a causa di produzione insufficiente), una raffineria, diverse cave e un inceneritore di rifiuti ospedalieri<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> [www.it.ejatlas.org/conflict/la-discardia-di-malagrotta-e-la-speculazione-a-valle-galeria](http://www.it.ejatlas.org/conflict/la-discardia-di-malagrotta-e-la-speculazione-a-valle-galeria)

Non è quindi azzardato considerare l'area come una "zona di sacrificio"<sup>17</sup> nella quale i tassi di mortalità sono nettamente superiori a causa di molteplici forme di inquinamento ambientale derivanti dagli impianti citati: in uno studio del 2012 nota<sup>18</sup> vennero identificati su di un totale di più di 85mila cittadini, varie malattie derivate dal contatto con gli inquinanti della discarica di Malagrotta e degli altri stabilimenti.

Infatti l'esposizione a sostanze più dannose favoriscono le malattie respiratorie, ma anche danni al fegato, pancreas, vescica e cancro ai polmoni.

Inoltre, nonostante la chiusura avvenuta nel 2013 nel corso degli ultimi anni si sono registrati una serie di disastri ambientali che hanno rilasciato nell'aria periodicamente sostanze tossiche e cancerogene che comprometteranno nel lungo periodo la salute di tutte le forme di vita presenti nel territorio.

Basti ricordare sia nel 2022 nota<sup>19</sup> sia nel 2023 nota<sup>20</sup> tre grossi incendi hanno interessato la discarica e gli impianti di trattamento di rifiuti rilasciando nell'aria giganteschi valori di diossina, altamente tossici per la salute.

Proprio per queste ragioni, persone cittadine hanno promosso manifestazioni, azioni, petizioni e tentativi costanti di dialogo istituzionale. Lo scorso inverno i comitati di Valle Galeria Libera hanno deciso di avviare una una campagna di monitoraggio partecipato attraverso la rilevazione della concentrazione di PM 2.5 e PM 10 con una centralina prodotta da "Che aria Tira", gruppo di makers nato da un'idea del Comitato Mamme No Inceneritore di Firenze.

Nello spirito comunitario del monitoraggio partecipato, "Che Aria che Tira" è un progetto di Cittadinanza Attiva e di Citizen Science che ha come obiettivo quello di costruire una rete di automonitoraggio della qualità dell'aria, dove i cittadini, le associazioni/organizzazioni o altre istituzioni possono costruirsi una propria centralina di monitoraggio ambientale e condividere i dati online sulla nostra piattaforma. Il progetto ha un'anima completamente open source e sposa a pieno la filosofia dell'Open Data, della Trasparenza e della Partecipazione".

I dati aggiornati in tempo reale sul sito di Che aria Tira mostrano costanti sforamenti. Solo nei mesi di Settembre e ottobre del 2023 le medie giornaliere della concentrazione di PM 2.5 hanno raggiunto livelli critici 49 giorni e di PM 10 44 giorni.

<sup>17</sup> "Con la nozione di zona di sacrificio si intende comunemente definire quei territori su cui vengono sistematicamente scaricate le esternalità negative della produzione capitalistica poiché ritenuti sacrificabili in nome del profitto

[www.intersezionale.com/2021/08/03/come-ripensare-il-concetto-di-zona-di-sacrificio-in-un-pianeta-in-fiamme/](http://www.intersezionale.com/2021/08/03/come-ripensare-il-concetto-di-zona-di-sacrificio-in-un-pianeta-in-fiamme/)

<sup>18</sup> [www.fao.org/3/cb7449en/cb7449en.pdf](http://www.fao.org/3/cb7449en/cb7449en.pdf)


<sup>19</sup> [www.ilmanifesto.it/malagrotta-brucia-rischio-diossina-sulla-capitale](http://www.ilmanifesto.it/malagrotta-brucia-rischio-diossina-sulla-capitale)

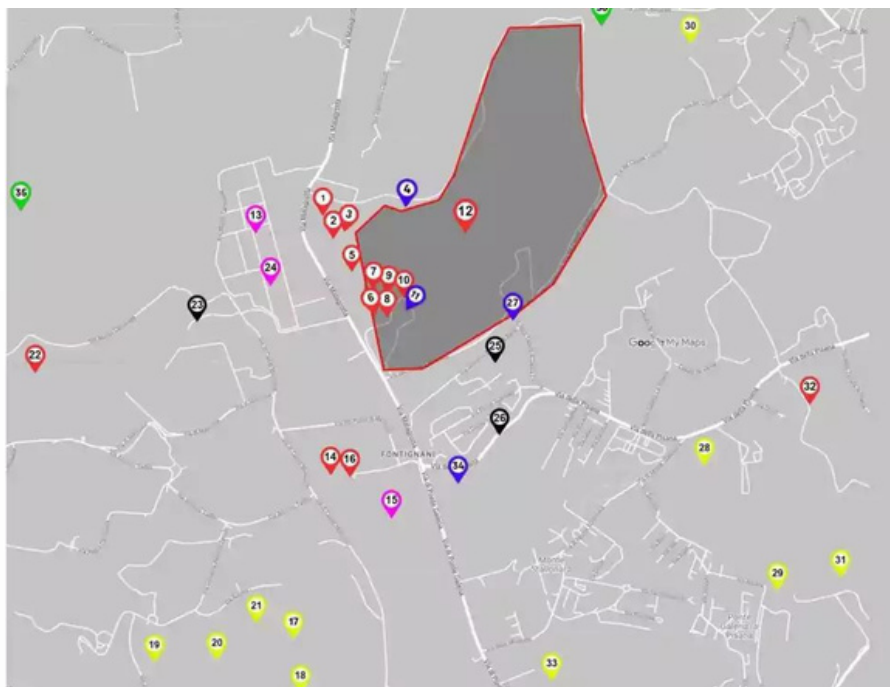
<sup>20</sup> [www.rainews.it/video/2023/12/incendio-malagrotta-miani-sima-da-diossina-nellaria-rischio-effetti-cancerogeni--1d5ccdba-c980-4d97-b4bc-106eef03c40c.html](http://www.rainews.it/video/2023/12/incendio-malagrotta-miani-sima-da-diossina-nellaria-rischio-effetti-cancerogeni--1d5ccdba-c980-4d97-b4bc-106eef03c40c.html)

## Criticità Valle Galeria

- 1 Gassificatore
- 2 TMB - Impianto di trattamento meccanico biologico
- 3 Biofilter TMB
- 4 Pozzetto di ispezione
- 5 CDR CSS Storage area
- 6 TMB - Impianto di trattamento meccanico biologico
- 7 Biofilter TMB
- 8 Produzione elettrica da biogas della discarica
- 9 Torcia del biogas
- 10 Impianto di trattamento del percolato
- 11 Gas Sylos
- 12 Discarica di Malagrotta
- 13 Ex Raffineria di Roma
- 14 Inceneritore rifiuti ospedalieri
- 15 Ex area agip biogas
- 16 impianto plastiche AMA
- 17 Monti dell'ortaccio (ex cava)
- 18 Ex cava
- 19 Cava
- 20 Ex cave
- 21 Ex cave
- 22 Discarica amianto
- 23 Cementificio
- 24 Depositi carburante
- 25 Bitumificio
- 26 Cementificio
- 27 Depuratore
- 28 Cave
- 29 Cave
- 30 Cave
- 31 Cave
- 32 Discarica di inerti
- 33 Cava denominata inertras
- 34 Pisana Parking
- 35 Sito SIC di Ponte Galeria
- 36 Bosco della Massimina

-  Rifiuti
-  Cave
-  Industrie
-  Fossile
-  Aree protette

 Area Ex Discarica Malagrotta



PER APPROFONDIMENTI

[www.asud.net/ultima/valle-galeria-terra-ai-margini-della-citta/](http://www.asud.net/ultima/valle-galeria-terra-ai-margini-della-citta/)

## COMUNITARIA

Qui di seguito riportiamo alcune parti del Report sulla qualità dell'aria e sul progetto di monitoraggio partecipato realizzato a Colleferro e prodotto dal Centro di Documentazione Conflitti Ambientali .

A cinquanta chilometri a Sud di Roma, situata nella Valle del fiume Sacco, nel 1935 nasce la cittadina di Colleferro. Nata attorno al polo industriale della fabbrica di esplosivi della Bomprini Parodi Delfino (B.P.D.), la storia di Colleferro è dunque legata all'estensione della fabbrica di armi e agli scenari bellici del Novecento.

Sul finire degli anni '30 l'ingegnere Morandi pensa e realizza la base della città operaia, un disegno urbanistico in cui ogni aspetto della vita si intreccia alle esigenze produttive.

Alla fine del secondo conflitto mondiale viene messa in moto un' opera di riconversione produttiva, con gli stabilimenti Bpd che potenziano il comparto chimico in due precise direzioni, quella industriale (intensificando le produzioni di anidride ftalica, maleica, resine di poliestere) e quella agricola con antiparassitari e insetticidi. Quest'ultima viene ufficializzata con la nascita della "Divisione prodotti chimici", interamente dedicata a prodotti destinati all'industria agro-alimentare: l'aldirin, il DDT e il lindano.

Raccontare Colleferro non significa soltanto resocontare l'espansione del comparto industriale, ma vuol dire anche conoscere un conflitto sociale nato con le rivendicazioni operaie negli anni settanta e proseguito con le mobilitazioni studentesche ed ecologiste dagli anni novanta a oggi.



# ComunitAria

Qualità dell'aria e scienza  
partecipata a Colleferro



La valle infatti, oltre agli stabilimenti della Bdt è stata teatro di numerose altre costruzioni ed impianti industriali con un grande impatto sull'inquinamento del territorio e dell'aria, tra cui il cementificio di Italcementi, la discarica di Colle Fagiolaro, l'impianto di trattamento dei rifiuti ed un inceneritore (attivo fino al 2018).

Per questo motivo il territorio è stato teatro di numerosi studi epistemologici e battaglie sociali per difendere la salute delle persone che lavorano e vivono lì. Fra i primi studi sulle ripercussioni sanitarie delle attività industriali troviamo i dati elaborati dal CNR di Roma con la federazione unitaria lavoratori chimici pubblicati nel libro bianco dei FULC, tra il 1976 ed il 1978. La ricerca mostra la consapevolezza operaia riguardo i rischi dell'esposizione alle nocività nei reparti della BPD.

Le persone che ci lavorano raccontano di fumi tossici, di assenza di dispositivi di protezione e di infortuni sul lavoro, politicizzano e condividono l'insorgenza di patologie strettamente connesse alle attività in fabbrica, come per esempio la silicosi e altre malattie polmonari.

Con la crisi industriale iniziata alla fine degli anni novanta, gli stabilimenti di Colleferro vivono una stagione di delocalizzazione e cambi di società, di fallimenti e chiusure. Oltre alla questione occupazionale, l'arretramento della città fabbrica mostra gli effetti nocivi di un paradigma di sviluppo lineare e predatorio.

Gli scarti di produzione del Lindano, per decenni interrato e smaltito in modo illecito nei terreni vicino la fabbrica, diventano un'eredità tossica per tutta la Valle del Sacco.

Per questi motivi il monitoraggio dal basso delle tossicità si è da sempre configurato come uno strumento utilizzato dalla comunità per capire lo stato di salute del proprio territorio e difenderlo dalle politiche industriali e urbane completamente disinteressate alla qualità della vita e dell'aria della Valle del Sacco.

In linea con tali pratiche tra il 2021 e il 2023 si è svolto il progetto ComunitAria nato dalla collaborazione tra il Centro di Documentazione sui Conflitti Ambientali, l'Unione Giovani Indipendenti e la Rete per la Tutela della Valle del Sacco. Ispirato ai principi della citizen science si inserisce ComuniAria consiste in un percorso di ricerca collettivo volto alla migliore comprensione dei fattori e delle dinamiche che contribuiscono all'inquinamento dell'aria nel comune di Colleferro.

I dati scientifici esistenti riportano la permanenza di una criticità sostanziale della qualità dell'aria nell'area, nonostante la chiusura nel 2018 degli impianti di incenerimento.

La ricerca si presta ad ampliare il bacino di dati a disposizione sull'area d'interesse e a fornire elementi per comprendere meglio quale sia l'incidenza delle diverse fonti inquinanti presenti sul territorio,

grazie alla caratterizzazione chimica completa del particolato atmosferico e l'identificazione del contributo delle principali sorgenti emissive.

Per identificare le diverse fonti di particolato atmosferico è stata analizzata la composizione chimica delle polveri, in particolare modo ci si è concentrati sui PM10 e la raccolta dei dati è stata realizzata attraverso 6 campagne di misura della qualità dell'aria, di circa 2 mesi ciascuna, tra luglio 2021 e giugno 2022, su 4 diversi punti di campionamento.

Dalle analisi emerge con evidenza come la combustione di biomasse (come legna o pellet) per il riscaldamento domestico, è la sorgente emissiva che contribuisce maggiormente alla concentrazione di massa del PM10 a Collesalerno nel periodo invernale, e rappresenta circa la metà del PM rilasciato nei mesi freddi. Le particelle rilasciate da questa sorgente emissiva possiedono una maggiore capacità di indurre stress ossidativo ed effetti dannosi per la salute. Infatti la combustione di biomasse rilascia prevalentemente particelle fini che hanno maggiore capacità di penetrare nell'apparato respiratorio.

L'esposizione prolungata ai microinquinanti organici e inorganici prodotti dalla combustione di biomasse può portare a un loro bioaccumulo nel tessuto adiposo all'interno dell'organismo, aumentando la probabilità di insorgenza di patologie come tumori cutanei per contatto e tumori polmonari per via respiratoria.

Per questo motivo, dallo studio realizzato i dati legati alla combustione di biomasse sono da considerare critici, non solo in termini di concentrazione di massa del PM ma anche per la specifica incidenza sulla salute umana.

Anche il traffico veicolare rilevato nell'area di studio, che comprende emissioni combustive e il risollevarlo dal manto stradale di polveri di suolo e di polveri rilasciate dall'abrasione meccanica degli impianti frenanti dei veicoli, risulta una sorgente emissiva piuttosto rilevante. L'esposizione prolungata e l'inalazione delle polveri citate, sono frequentemente associate all'incremento della frequenza con la quale si presentano malattie cardiovascolari in una determinata popolazione, tumore ai polmoni e malattie respiratorie.

La ricerca, per quanto limitata a determinati inquinanti, è quindi riuscita attraverso un pratiche collettive di monitoraggio ad identificare specifici contributi all'inquinamento atmosferico, permettendo una maggiore consapevolezza delle persone abitanti del territorio sui molteplici fattori di inquinamento che non riguardano quindi solo fabbriche ed impianti industriali. La speranza è che questi dati vengano utilizzati per la creazione di pratiche e politiche in grado di creare collettivamente un ambiente dove tutte le persone abitate, umani e non umani, possano vivere in maniera libera dalla tossicità.

## TABELLA DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

INQUINANTI	COSA SONO	PRINCIPALI FONTI DI EMISSIONE	EFFETTI SULLA SALUTE UMANA E NON-UMANA
Ossidi d'azoto (NOx)	Composti di ossigeno e azoto e le loro miscele	Combustione di combustibili fossili (centrali elettriche, motorizzazione, fornelli, caldaie)	Malattie cardiorespiratorie; irritazione apparato sensoriale; piogge acide (danno ecosistemi acquatici e vegetazione)
Ossidi di zolfo (SOx)	Composti di ossigeno e zolfo	Combustione di combustibili fossili (centrali elettriche, motorizzazione); eruzioni vulcaniche	Malattie cardiorespiratorie; irritazione apparato sensoriale; piogge acide (danno ecosistemi acquatici e vegetazione)
Ozono	Forma allotropica dell'ossigeno (O <sub>3</sub> )	Combustione di combustibili fossili (centrali elettriche, motorizzazione)	Malattie cardiorespiratorie; effetti sul sistema nervoso, sull'apparato riproduttivo e sullo sviluppo
Metalli pesanti (presenti anche nel particolato)	Metalli che hanno un numero atomico maggiore di 20 e densità superiore a 5 g · cm <sup>-3</sup> che sono tossici o velenosi a basse concentrazioni	Combustione di combustibili fossili (centrali elettriche, motorizzazione); estrazione, fusione, produzione e uso industriale, domestico e agricolo di metalli e composti; smaltimento improprio rifiuti	Dipende dal tipo di metallo. Malattie cardiorespiratorie; cancro e mutazioni geniche; allergie; alterazioni neurologiche; danni al sistema nervoso, alle ossa, al fegato, ai reni, al sistema immunitario; bioaccumulo negli organismi

<p>Gas serra (anidride carbonica, metano, alocarburi...)</p>	<p>Gas presenti nell'atmosfera che riescono a trattenere una parte della radiazione solare che colpisce la Terra ed è emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole</p>	<p>Di origine naturale o antropogenica. Fonti antropogeniche: estrazione e combustione di combustibili fossili (agricoltura industriale, motorizzazione, centrali elettriche)</p>	<p>Cambiamenti climatici e riscaldamento globale</p>
<p>Particolato atmosferico / polveri sottili</p> <p>- PM10 con diametro &lt; 10 µm, in grado di penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio;</p> <p>- PM2.5 con diametro &lt; 2.5 µm, in grado di raggiungere i polmoni ed i bronchi secondari</p>	<p>Miscela di particelle solide e liquide di sostanze organiche ed inorganiche sospese in aria con dimensioni da pochi nanometri a 100 µm. Componenti: solfati, nitrati, ione di ammonio, cloruro di sodio, particelle carboniose, polvere minerale ed acqua</p>	<p>Di origine naturale o antropogenica. Fonti antropogeniche: combustione di combustibili fossili (centrali elettriche, motorizzazione); riscaldamento domestico; usura pneumatici e asfalto; agricoltura industriale; inceneritori; fumo di tabacco</p>	<p>Malattie cardiorespiratorie; cancro; diffusione e persistenza virus; morte prematura; irritazioni e allergie; danni alla vegetazione; diminuzione visibilità; modifiche clima; piogge acide; corrosione edifici e monumenti</p>
<p>Pesticidi e fertilizzanti aerodispersi</p>	<p>Composti chimici di sintesi usati in agricoltura, rispettivamente per tenere sotto controllo organismi "nocivi" e per aumentare la fertilità del terreno. I fertilizzanti azotati sono fonte di ammoniaca che va a comporre il particolato</p>	<p>Agricoltura industriale</p>	<p>Dipende dal tipo di pesticida o fertilizzante. Effetti sul sistema nervoso centrale, sul fegato, sulla fertilità. Diminuzione biodiversità; danni agli organismi viventi es. in fasi di sviluppo; impatti del particolato</p>

Composti organici volatili (COV) (es. benzene)	Composti chimici organici caratterizzati da un'elevata volatilità (tendenza a passare dallo stato liquido a quello aeriforme)	Di origine naturale o antropogenica. Fonti antropogeniche: combustione biomassa e combustibili fossili, processi industriali chimici, agrari, petrolchimici... (vernici, colle, combustibili, pesticidi, disinfettanti... )	Aumentano permanenza metano in atmosfera (ed effetto serra); cancro; bioaccumulo; sintomi respiratori; effetti sul sistema nervoso centrale; contaminazione acqua e cibo
Monossido di carbonio	Gas prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio	Scarichi delle automobili, combustione di biomassa, dal trattamento e smaltimento dei rifiuti, industrie petrolchimiche, fonderie	Ipossia del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	Idrocarburi costituiti da due o più anelli aromatici condensati derivanti dalla combustione incompleta di materiale organico	Combustione della biomassa per il riscaldamento domestico; centrali termoelettriche; inceneritori	Irritazione naso, occhi e gola; cancro e mutazioni geniche

PER APPROFONDIMENTI

[www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/inquinanti-atmosferici/](http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/aria/qualita-dellaria/approfondimenti/inquinanti-atmosferici/)



# CREDITI

Realizzato da ASUD con il contributo di:

Jessica Ferretti  
Nicole Marcellini  
Daniele Mingardi  
Chiara Segalla  
Alessandra Parfumi

Progettazione grafica:

[www.wmelon.co.uk](http://www.wmelon.co.uk)

Design e illustrazioni:

Chiara Arnone

Scarica la versione  
digitale qui:





Via Macerata 22A, 00176 Roma  
+39 06 96030260 [segreteria@asud.net](mailto:segreteria@asud.net)  
[www.asud.net](http://www.asud.net)



Il portale di e-earning di Asud  
[www.trainingforchange.it](http://www.trainingforchange.it)