

MISSIONE ARIA PULITA

IL FUTURO DIPENDE DA COSA RESPIRIAMO

Serena Giacomini, Direttrice scientifica Italian Climate Network
Giorgio Vacchiano, Professore associato in gestione e pianificazione forestale Università Statale degli studi di Milano

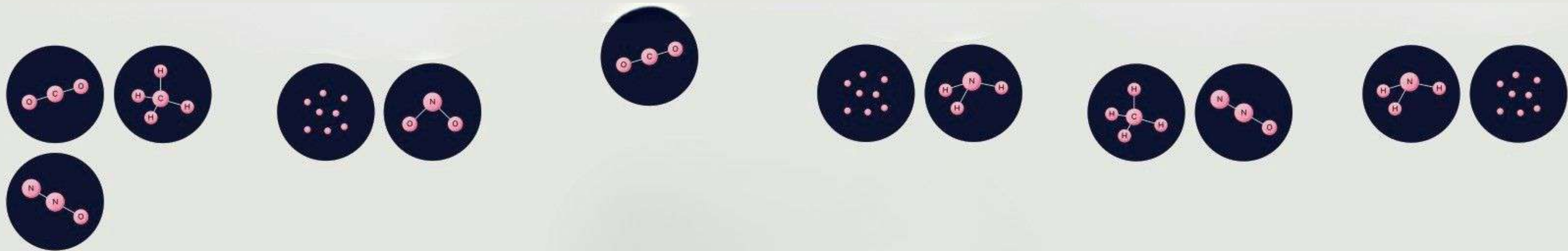


DEASCUOLA



ITALIAN
CLIMATE
NETWORK

Missione Aria Pulita



Missione Aria Pulita

Missione aria pulita affronta il tema della **qualità dell'aria**, per arrivare a parlare delle emissioni di gas climalteranti e del cambiamento climatico.

Gli incontri e i materiali didattici sono pensati per sensibilizzare studenti e studentesse su questi temi e fornire strumenti utili per **comprenderli e affrontarli**.

I contenuti scientifici dei materiali didattici sono a cura di **Serena Giacomini**.

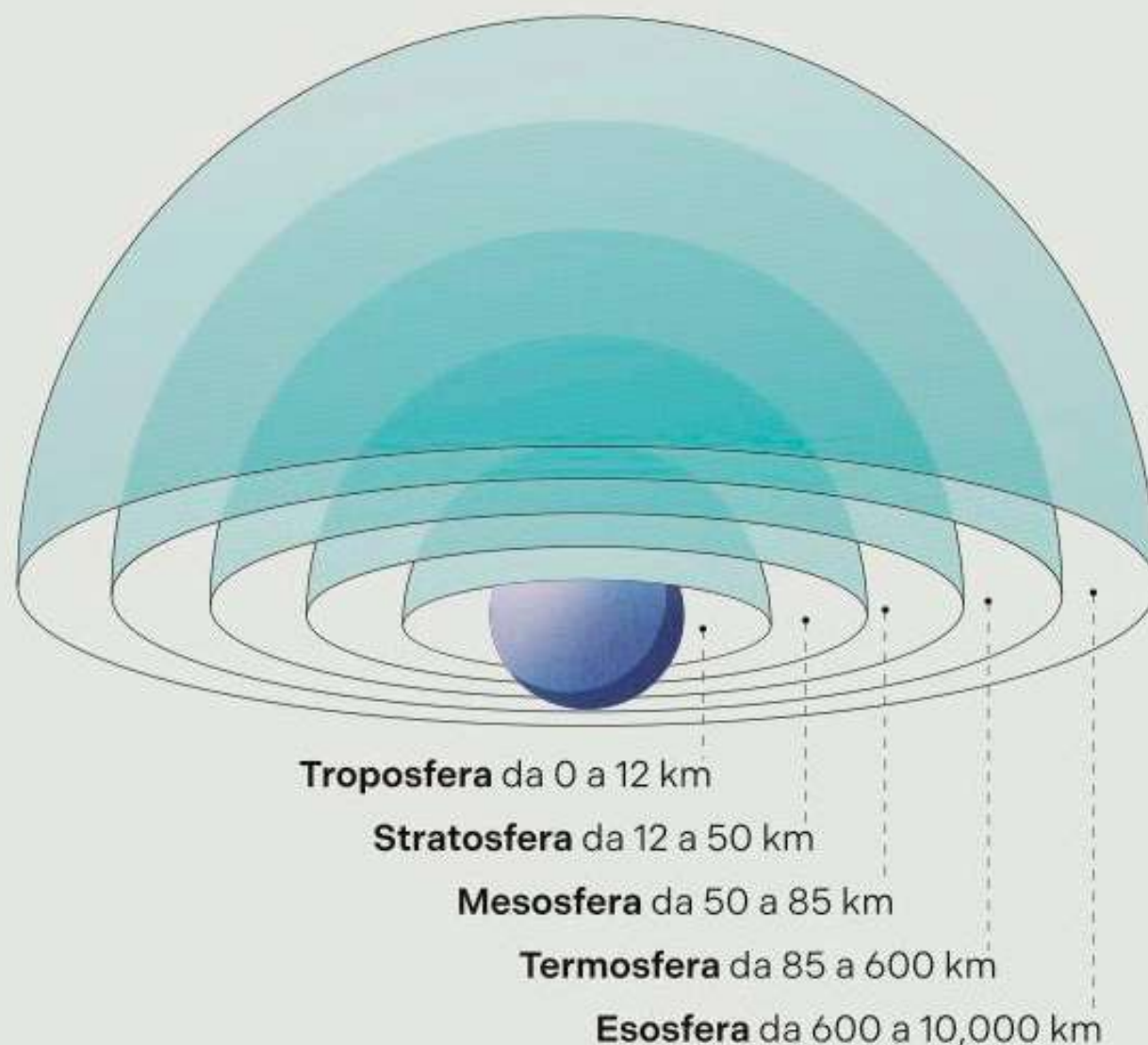
La rappresentazione dei dati e il design grafico sono a cura di **Federica Fragapane**.



Com'è fatta l'atmosfera

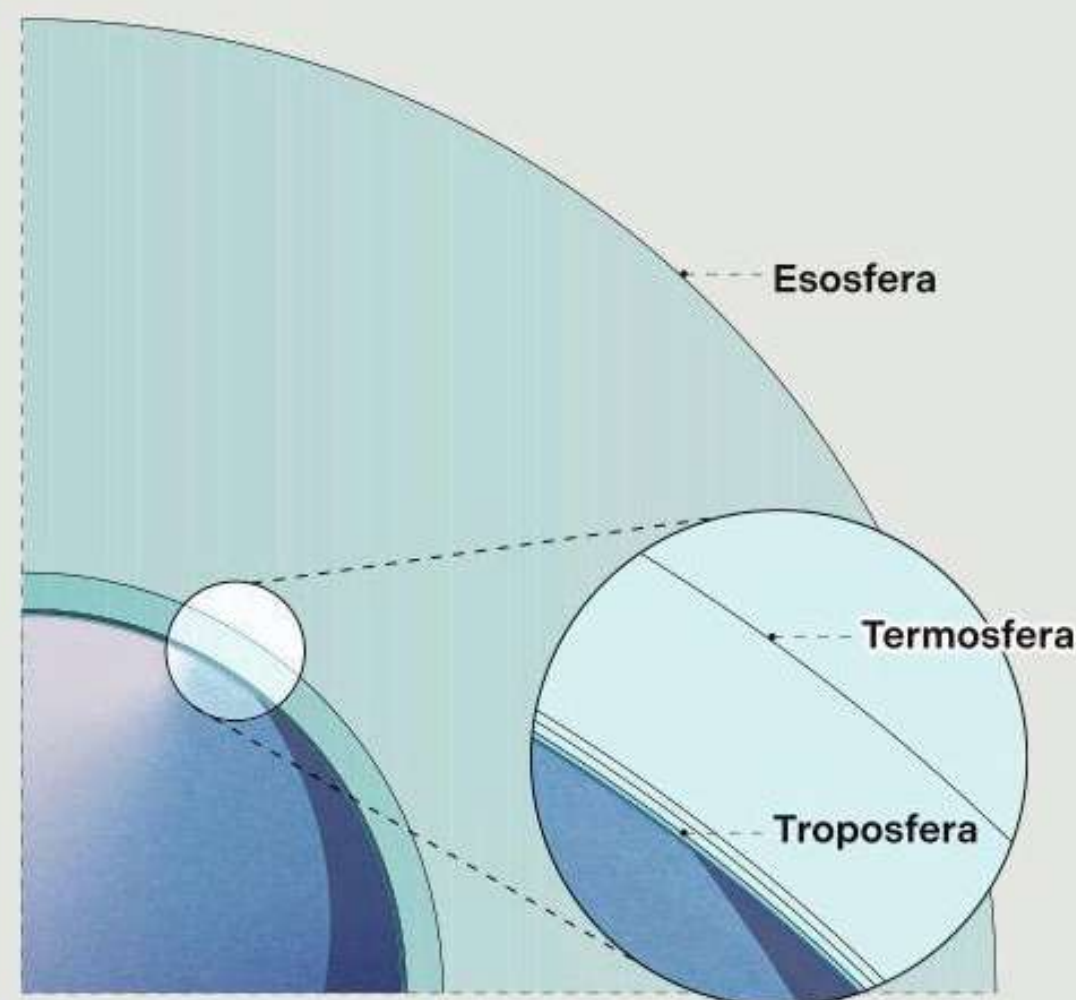
Gli strati

L'atmosfera terrestre è suddivisa in cinque strati, ciascuno con caratteristiche fisiche e chimiche differenti. L'esosfera è lo strato più esterno, un confine che sfuma gradualmente nello spazio. Proseguendo verso il basso si trova la termosfera, dove le temperature aumentano notevolmente. Sotto di essa c'è la mesosfera, la zona più fredda dell'atmosfera, cruciale per disintegrare i meteoriti che si avvicinano alla Terra. La stratosfera appena sotto è caratterizzata dalla presenza dell'ozonofera che protegge il Pianeta dai raggi ultravioletti del Sole. Infine la troposfera è lo strato più vicino alla superficie terrestre, dove si verificano i fenomeni meteorologici e si concentra la maggior parte dell'aria che respiriamo.



Lo spessore

L'atmosfera terrestre, percepita spesso come vasta e infinita, è in realtà un sottile strato di gas che avvolge il nostro Pianeta. Si estende per più di 600 km dalla superficie terrestre fino allo spazio e il suo confine più esterno non è ben definito. Il più spesso di questi strati è la termosfera, che raggiunge fino a 500 km di altezza, mentre lo strato più sottile è la troposfera, che si estende per circa 12 km di altezza. Quest'ultimo strato, quello in cui si è sviluppata la vita, ha uno spessore tutto sommato sottile che mette in luce il concetto di limite e la finitezza dell'atmosfera, evidenziando quanto sia vulnerabile e prezioso questo involucro che protegge la vita sulla Terra.

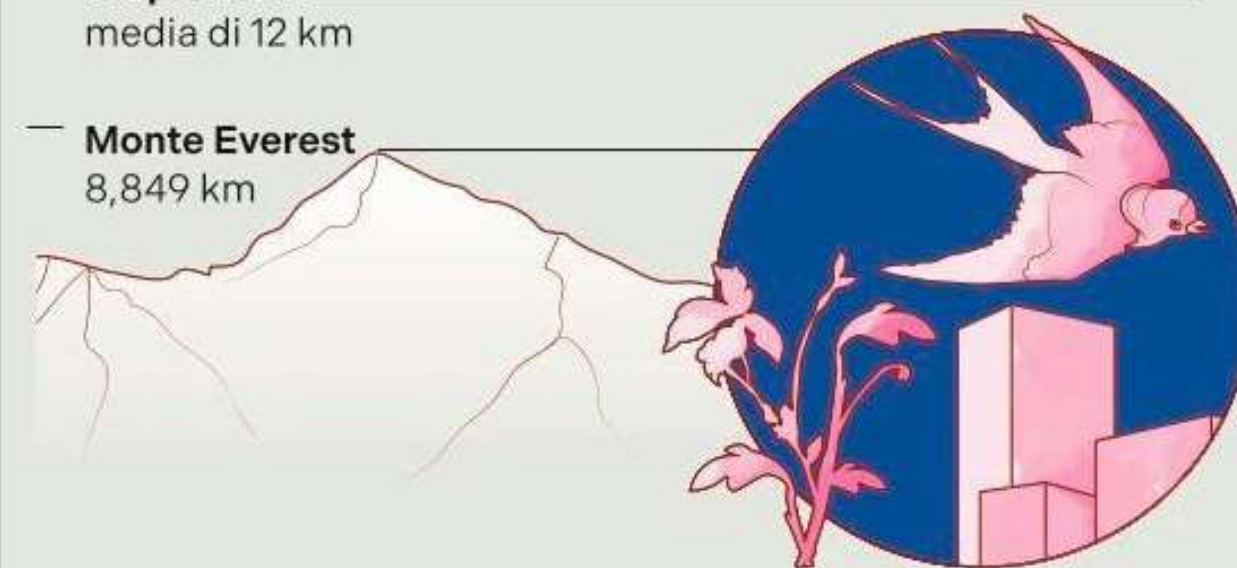


La troposfera

La troposfera, estendendosi fino a circa 12 km di altezza dalla superficie terrestre, è lo strato più basso dell'atmosfera, a contatto con la superficie e contiene circa l'80% della massa totale dell'aria. In questo strato avvengono la maggior parte dei fenomeni meteorologici e vive la quasi totalità della biodiversità, inclusa la specie umana. La nostra esistenza dipende direttamente dalla salute di questo sottile strato. Tuttavia, le emissioni di inquinanti e climalteranti in uno strato così sottile possono avere impatti devastanti. La qualità dell'aria che respiriamo e l'equilibrio climatico del Pianeta sono sempre più minacciati, per cui è necessaria una rapida riduzione delle emissioni. L'obiettivo di tutti deve essere proteggere la nostra atmosfera, garantendo così un futuro sostenibile per tutte le forme di vita sulla Terra.

— **Troposfera** _____
media di 12 km

— **Monte Everest** _____
8,849 km



La biodiversità

La troposfera ospita la biodiversità o diversità biologica, grazie a condizioni meteo-climatiche ottimali per lo sviluppo e la sopravvivenza della vita, sostenendo ecosistemi complessi e interconnessi, ricchi di specie animali e vegetali. La troposfera è caratterizzata anche dai cicli biogeochimici, come il ciclo del carbonio e dell'acqua, che regolano i processi di tutti gli habitat naturali.

La composizione dell'aria in natura

L'aria che respiriamo è una miscela di gas e vapore. Le sue componenti principali sono l'azoto, l'ossigeno, l'argon e l'anidride carbonica.

Le componenti principali

L'azoto, che costituisce circa il 78% dell'aria, ha un ruolo fondamentale nel ciclo dei nutrienti, aiutando a sintetizzare le proteine necessarie per lo sviluppo delle piante. L'ossigeno rappresenta circa il 21% dell'aria ed è essenziale per la respirazione di molti organismi viventi, inclusi gli esseri umani, e per la combustione. Oltre a questi due gas, l'aria contiene anche argon (circa lo 0,93%) e anidride carbonica (circa lo 0,04%), che, pur essendo presente in piccole quantità, è cruciale per il processo di fotosintesi nelle piante e influisce sull'equilibrio del clima terrestre.

Azoto – N₂
78.084%



Ossigeno – O₂
20.947%



Argon – Ar
0.934%



Anidride carbonica – CO₂
0.035%



Percentuale e ppm (parti per milione) sono entrambi modi per esprimere concentrazioni, ma differiscono per la scala:

- **percentuale (%)**: indica quanti parti ci sono in 100 parti totali;
- **parti per milione (ppm)**: indica quanti parti ci sono in un milione di parti totali.

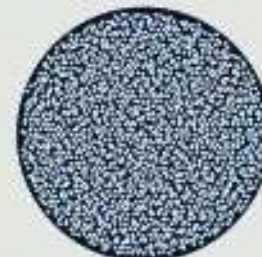
In sintesi, la percentuale è una misura di concentrazione su una scala di 100, mentre ppm è su una scala di un milione.

1% = 10.000 ppm. Questo perché 1% è 1 parte su 100, mentre 10.000 ppm è 10.000 parti su 1.000.000, e $10.000/1.000.000 = 0,01 = 1\%$

Le componenti minori

Altri gas in tracce sono il Neon, l'Elio e il Metano, etc. Ognuno di questi gas svolge specifici ruoli nell'ambiente e nei processi atmosferici.

Neon – Ne
18.182 ppm



Elio – He
5.24 ppm



Metano – CH₄
1.70 ppm



Kripton – Kr
1.14 ppm



Idrogeno – H₂
0.53 ppm



Ossido di diazoto – N₂O
0.31 ppm



Monossido di carbonio – CO
0.10 ppm



Ozono – O₃
0.07 ppm



Diossido di azoto – NO₂
0.02 ppm



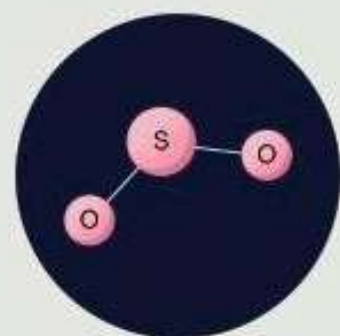
Il vapore acqueo

L'aria include anche quantità variabili di vapore acqueo, elemento protagonista del ciclo dell'acqua. Il vapore influenza il tempo meteorologico con umidità, nubi e precipitazioni, e agisce come un potente gas serra capace di regolare la temperatura terrestre.



Gli inquinanti emessi dall'uomo

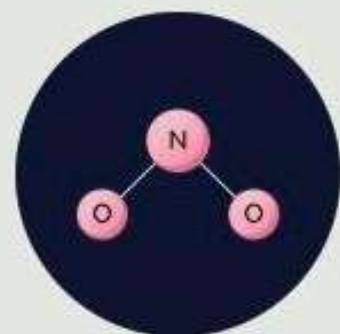
Un gas inquinante è una sostanza gassosa emessa in atmosfera a causa delle attività umane o di processi naturali, che può causare danni all'ambiente o alla salute. Questi gas possono alterare la composizione chimica dell'aria, ridurre la qualità dell'ambiente e rappresentare rischi per la biodiversità e la salute umana.



Biossido di zolfo
SO₂

Le fonti principali

- Produzione energia da combustibili fossili
- Processi industriali (raffinerie, produzione di metalli)
- Impianti di riscaldamento



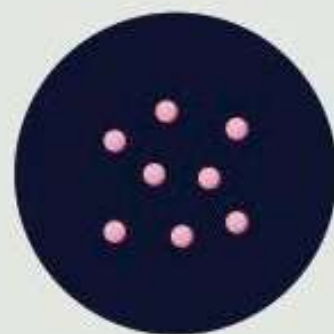
Ossidi di azoto
NO₂

- Traffico veicolare
- Produzione energia da combustibili fossili
- Processi industriali



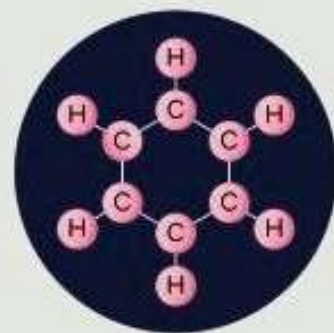
PM10
(Particolato con diametro inferiore a 10 micrometri)

- Impianti di riscaldamento (combustione di legna e altri combustibili)
- Traffico veicolare
- Abrasione pneumatici (incluso l'attrito dei freni)
- Processi industriali



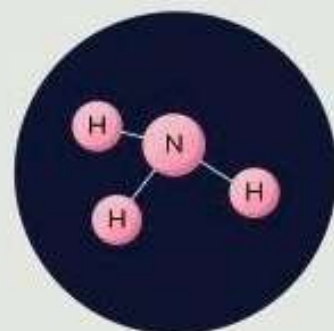
PM2.5
(Particolato con diametro inferiore a 2.5 micrometri)

- Impianti di riscaldamento (combustione di legna e altri combustibili)
- Traffico veicolare
- Abrasione pneumatici (incluso l'attrito dei freni)
- Processi industriali



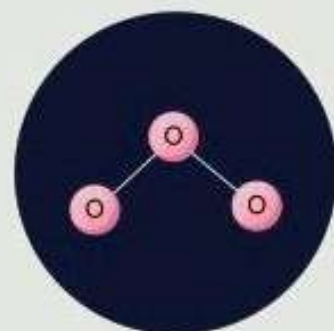
Benzene
C₆H₆

- Traffico veicolare
- Attività industriali
- Produzione di solventi, lubrificanti, collanti



Ammoniaca
NH₃

- Uso di fertilizzanti a base di ammoniaca o urea
- Allevamento intensivo
- Stoccaggio e trattamento dei liquami



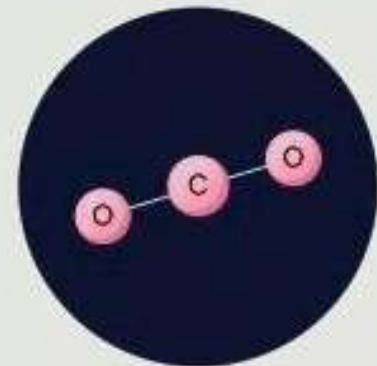
Ozono
O₃

- Non è emesso direttamente, ma si forma in atmosfera per reazioni fotochimiche in presenza di luce solare, influenzato dalle emissioni di NO_x e Ammoniaca



I gas climalteranti

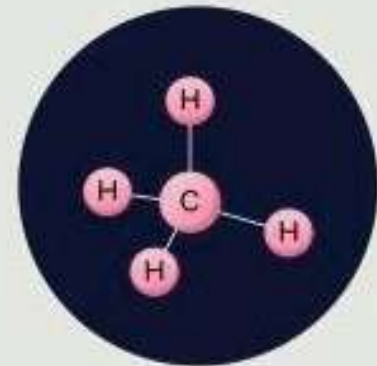
I gas climalteranti, noti anche come gas serra, sono componenti gassosi dell'atmosfera che contribuiscono all'effetto serra, un processo naturale essenziale per mantenere il clima terrestre abitabile. Tuttavia, l'aumento della loro concentrazione sta intensificando pericolosamente questo effetto, causando il riscaldamento globale e la conseguente estremizzazione climatica. Questi gas traggono il loro nome dalla capacità di trattenere il calore nell'atmosfera terrestre. Le attività umane, come la combustione di combustibili fossili, l'agricoltura intensiva e la deforestazione, hanno significativamente aumentato le loro concentrazioni, accelerando i cambiamenti climatici e influenzando gli ecosistemi globali.



Anidride carbonica
 CO_2

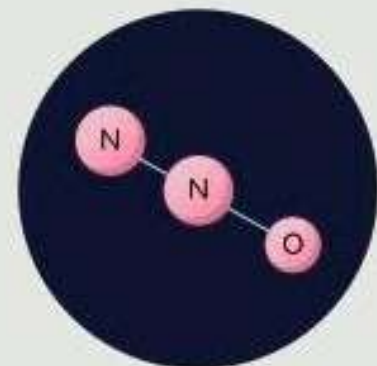
Le fonti principali

- Produzione energia da combustibili fossili
- Agricoltura, deforestazione e uso del suolo
- Processi industriali
- Trasporti



Metano
 CH_4

- Agricoltura
- Produzione e trasporto combustibili fossili
- Gestione dei rifiuti



Protossido di azoto
 N_2O

- Agricoltura
- Combustione di combustibili fossili e biomassa
- Processi industriali

L'anidride carbonica

L'anidride carbonica è importante come gas serra: se non ci fosse, la temperatura media sulla Terra sarebbe di circa -18°C , rendendo il pianeta inabitabile per la maggior parte delle forme di vita attuali. Tuttavia, l'aumento eccessivo della sua concentrazione in atmosfera, la rende la principale causa del riscaldamento globale.

Non essendo però l'unico gas serra, per valutare l'impatto complessivo nel processo di riscaldamento atmosferico, si utilizza spesso il concetto di CO_2 equivalente (CO_2eq), che esprime l'effetto di riscaldamento di altri gas in termini di quantità equivalente di CO_2 .



Cosa altera la nostra atmosfera

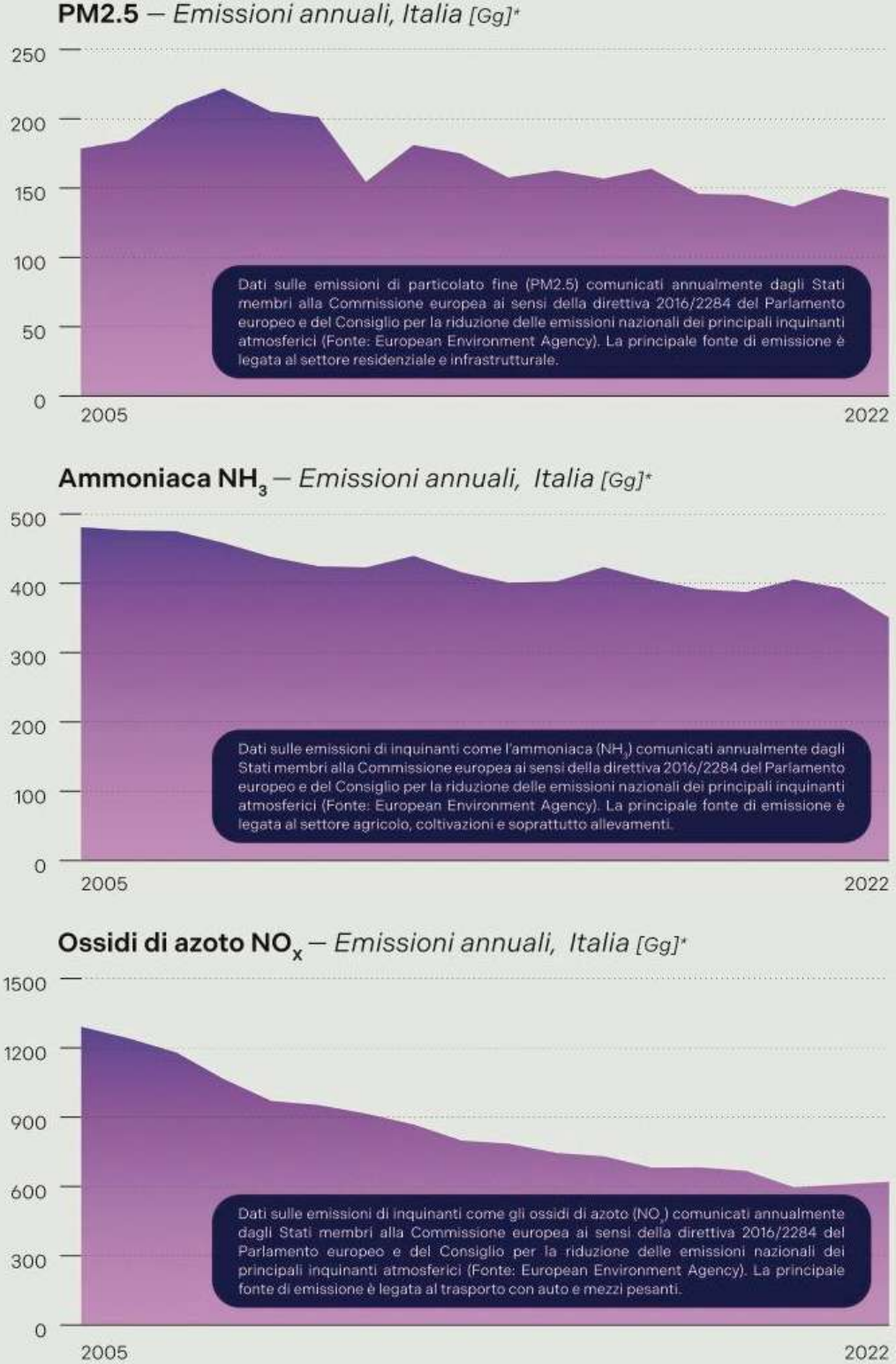
I gas climalteranti

Cosa altera il nostro sistema climatico



Gli inquinanti

Cosa altera la qualità dell'aria che respiriamo



* Il [Gg] rappresenta il "gigagrammo", un'unità di misura della massa equivalente a 1.000 tonnellate.



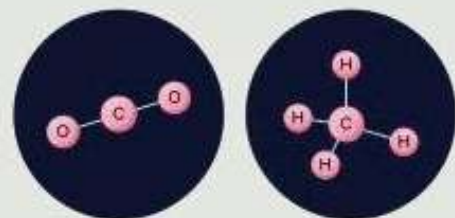
Strategie win-win

Una azione, molteplici vantaggi

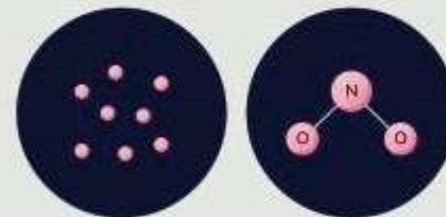


Efficienza energetica nei trasporti

Riduzione gas climalteranti: migliorare l'efficienza dei veicoli (ad esempio tramite l'elettificazione dei trasporti o l'uso di veicoli ibridi) riduce le emissioni di **CO₂**, **CH₄** e **N₂O**.

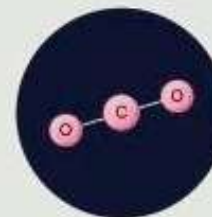


Riduzione inquinanti: l'elettificazione o l'uso di tecnologie avanzate riduce anche le emissioni di **PM2.5**, **NO_x** e altre particelle inquinanti provenienti dalla combustione dei carburanti fossili.

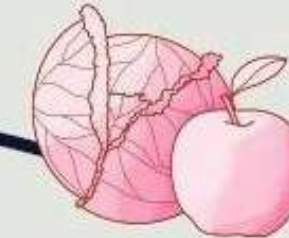
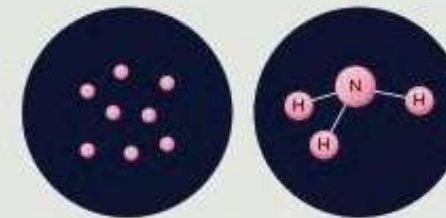


Promozione delle energie rinnovabili

Riduzione gas climalteranti: sostituire le fonti di energia fossile con fonti rinnovabili riduce le emissioni di **CO₂** e altri gas serra.

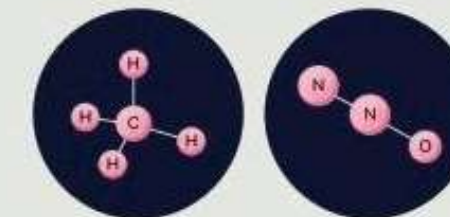


Riduzione inquinanti: le fonti rinnovabili non emettono **PM2.5**, **NO_x** o **NH₃**, migliorando la qualità dell'aria e riducendo i problemi di smog e piogge acide.

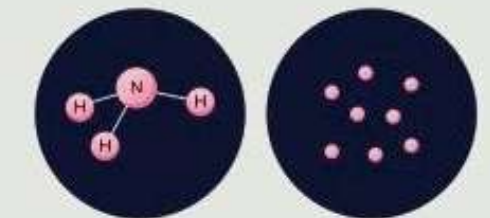


Agricoltura sostenibile e riduzione di fertilizzanti chimici

Riduzione gas climalteranti: l'agricoltura sostenibile riduce le emissioni di **CH₄** (metano) dall'allevamento intensivo e le emissioni di **N₂O** associate all'uso eccessivo di fertilizzanti chimici.



Riduzione inquinanti: diminuzione dell'emissione di **NH₃** (ammoniaca), che contribuisce alla formazione di particolato secondario (**PM2.5**) e alla degradazione dell'aria.

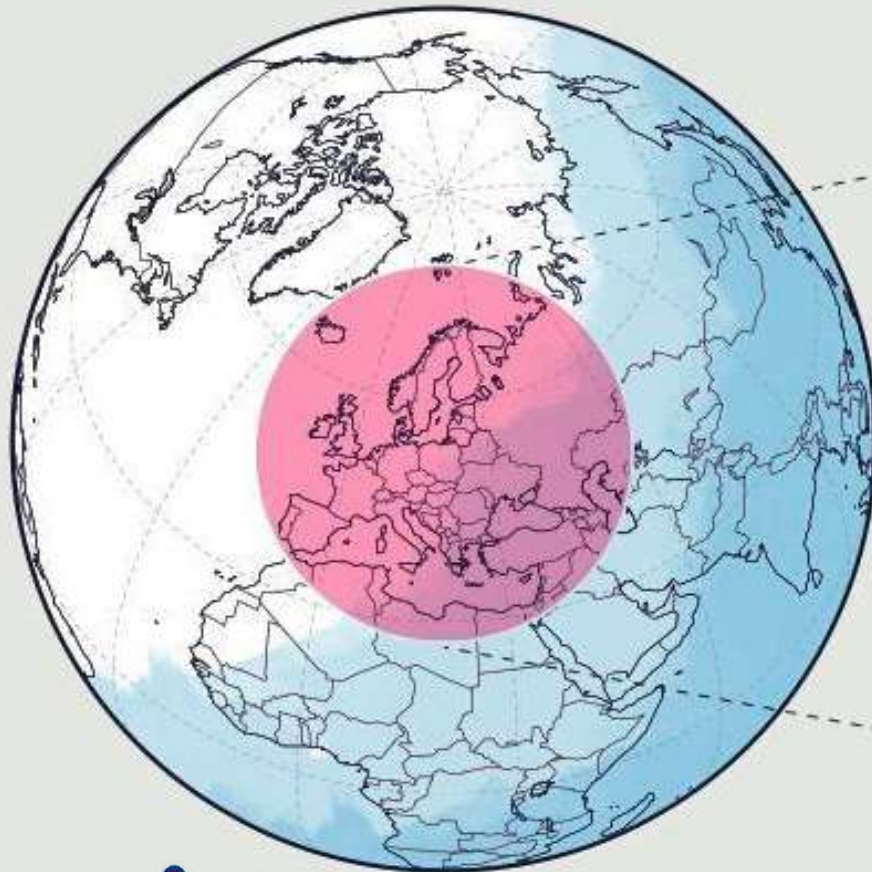


La qualità dell'aria (che respiriamo!)

Un mondo inquinato

Quasi l'intera popolazione mondiale (99%) respira aria che supera i limiti stabiliti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). Un numero record di dati (in oltre 6000 città di 117 paesi) è stato raccolto per monitorare gli inquinanti, evidenziando come le persone continuino a respirare livelli malsani di particolato fine e biossido di azoto, con i paesi a basso e medio reddito che soffrono le esposizioni più elevate. Questi risultati hanno spinto l'Organizzazione Mondiale della Sanità a sottolineare l'importanza di ridurre l'uso dei combustibili fossili e di adottare altre misure concrete per ridurre i livelli di inquinamento atmosferico.

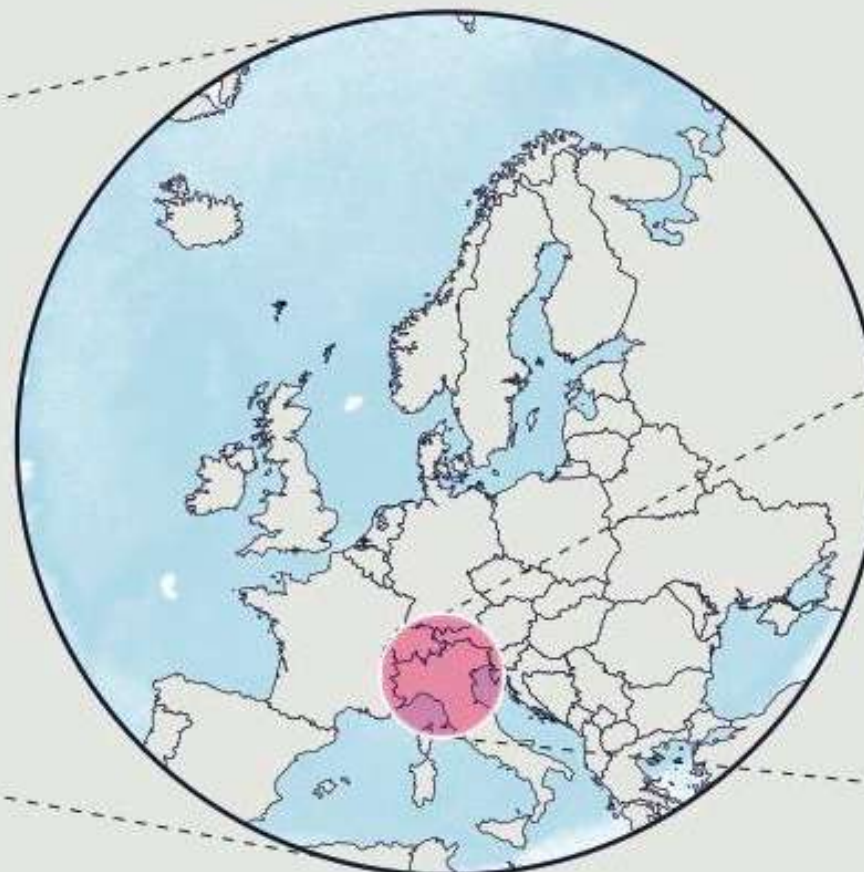
Fonte: OMS



L'Europa non fa abbastanza

Negli ultimi decenni la qualità dell'aria in Europa è migliorata, ma l'aria inquinata è ancora il principale pericolo per la salute ambientale nel continente. Secondo l'analisi dei dati sulla qualità dell'aria dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) in molte aree - soprattutto nelle città - l'inquinamento rimane al di sopra dei livelli di sicurezza raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Il particolato fine (PM2.5) è l'inquinante atmosferico che causa i maggiori impatti negativi sulla salute. Queste particelle provengono principalmente dai combustibili fossili utilizzati per il riscaldamento domestico, le attività industriali e il trasporto stradale.

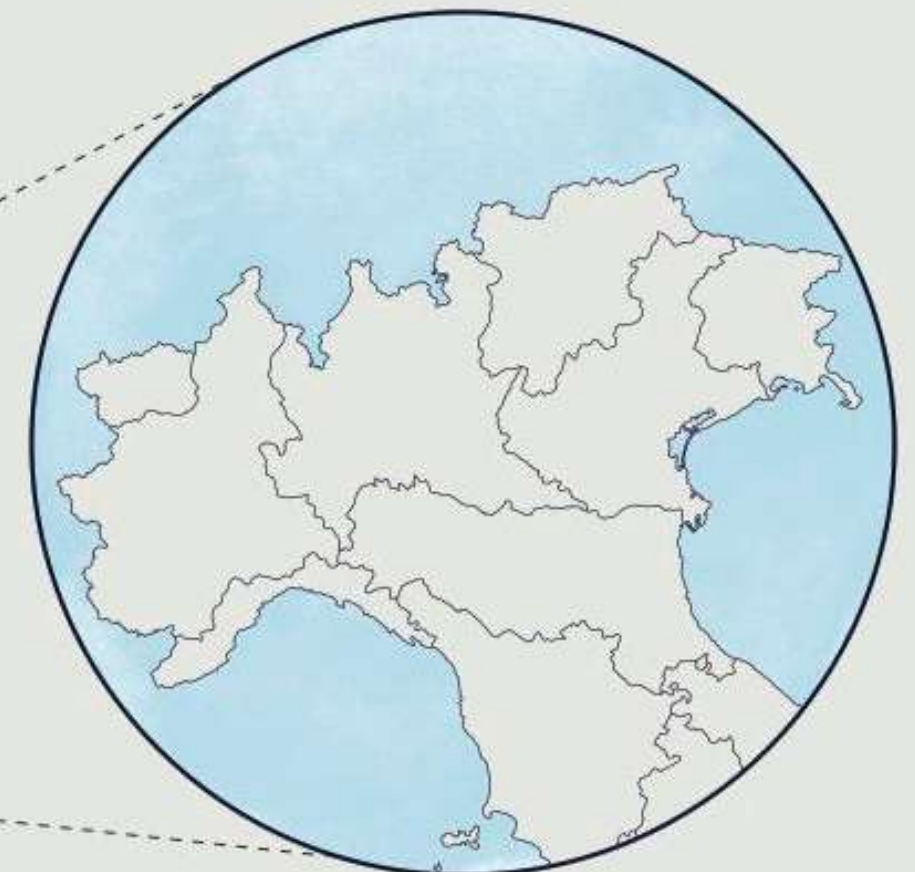
Fonte: EEA



Mal'aria in Pianura Padana

La Pianura Padana è una regione densamente popolata ed è anche altamente industrializzata, con conseguente emissione di grandi quantità di inquinanti in atmosfera. La sua geografia e le sue caratteristiche meteorologiche aggravano il problema, tanto da farla diventare una delle regioni più inquinate d'Europa. Tra i principali inquinanti ci sono gli ossidi di azoto (NO_x), l'ozono (O₃) e il particolato atmosferico (PM2.5 e PM10). Queste sostanze rendono l'aria della Pianura Padana potenzialmente dannosa per l'apparato respiratorio e causano decine di migliaia di morti premature ogni anno in Italia.

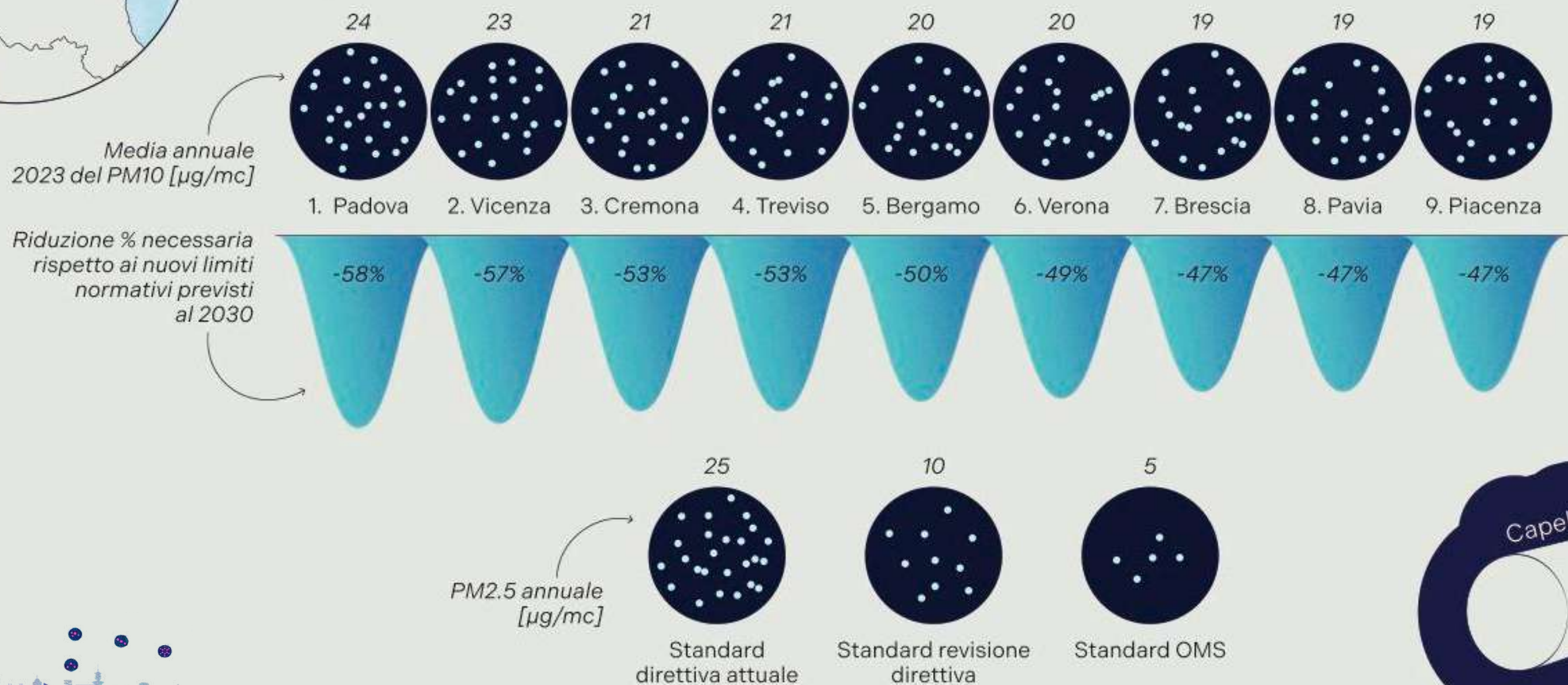
Fonte: ISPRA



L'inquinamento più impattante per la Pianura Padana: le polveri sottili (PM2.5)

Tra i vari inquinanti presenti nell'aria, il particolato PM2.5 è tra i più dannosi per la salute umana: a causa delle sue dimensioni inferiori a 2,5 micrometri è in grado di penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Ci sono alcune città italiane che presentano concentrazioni sul filo del limite normativo europeo ($< 25 \mu\text{g}/\text{mc}$): Padova ($24 \mu\text{g}/\text{mc}$); Vicenza ($23 \mu\text{g}/\text{mc}$); Cremona e Treviso ($21 \mu\text{g}/\text{mc}$); Bergamo e Verona ($20 \mu\text{g}/\text{mc}$); Brescia, Pavia e Piacenza ($19 \mu\text{g}/\text{mc}$). Tuttavia, nel 2023, nessuna città ha mostrato livelli di PM2.5 al di sotto della soglia ben più stringente stabilita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità ($5 \mu\text{g}/\text{mc}$) per la tutela della salute. Tale dato è particolarmente allarmante se si considerano gli effetti negativi che tale inquinante ha sulla salute umana e sull'ambiente. Per questo motivo, è evidente la necessità da parte delle città di intervenire per abbassare il più possibile i livelli di PM2.5.

Fonte: Report Mal'aria 2024 - Legambiente



Quanto sono grandi le polveri sottili?



Inquinamento, città e salute

L'impatto di una bassa qualità dell'aria è elevato soprattutto in città, cosa possiamo fare?



Interventi coordinati per muoversi in sicurezza in città

Ecco cosa serve:

- Investimenti massicci nel Trasporto Pubblico Locale (TPL)
- Diffusione della mobilità elettrica condivisa, anche nelle periferie
- Elettificazione anche dei veicoli per il trasporto merci
- Implementazione di Zone a Traffico Limitato (ZTL)
- Creazione di Zone a Basse Emissioni (LEZ, Low Emission Zones)
- Sviluppo di Zone a Emissioni Zero (ZEZ, Zero Emission Zones)



Ridurre l'impatto ambientale del riscaldamento

Ecco cosa serve:

- Eliminare progressivamente l'uso di caldaie e generatori a biomassa nei territori più inquinati
- Favorire l'integrazione di sistemi di filtrazione
- Sostegni economici per favorire la transizione
- Promuovere l'adozione di comportamenti consapevoli per migliorare l'efficienza energetica



Porre attenzione alle aree rurali (con agricoltura e allevamento) altamente emissive

Ecco cosa serve:

- Vigilare sul rispetto dei regolamenti per lo spandimento e il rapido interrimento dei liquami
- Promuovere investimenti agricoli verso pratiche che riducano le emissioni di ammoniaca
- Sostenere la creazione di sistemi di trattamento dei liquami, in particolare per la produzione di biometano



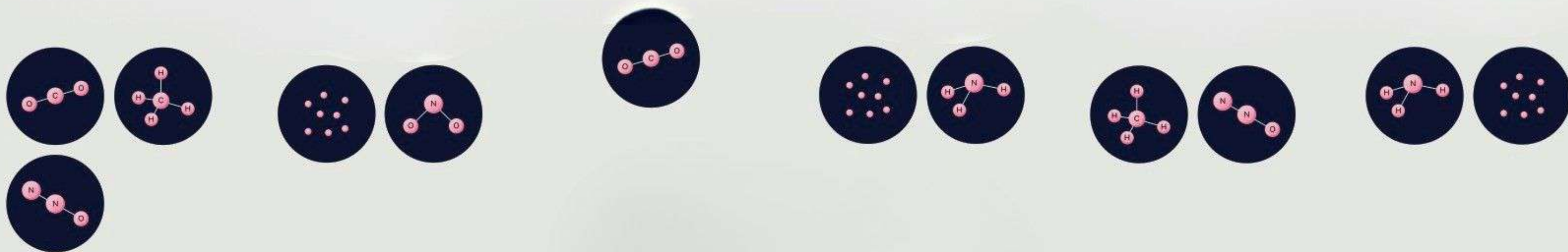
La tutela della salute come priorità

Ecco cosa serve:

- Aumentare il numero di centraline di monitoraggio, laddove necessario, promuovendo la sensibilizzazione della cittadinanza
- Spingere verso l'adozione di nuovi limiti più stringenti, allineati con quelli dell'Organizzazione Mondiale della Sanità
- Adottare un approccio basato sul concetto delle smart cities per un monitoraggio tecnologicamente avanzato



L'ospite di Missione Aria Pulita



PUNTIAMO SUL VERDE URBANO

Prof. Giorgio Vacchiano

Ricercatore in gestione e pianificazione forestale

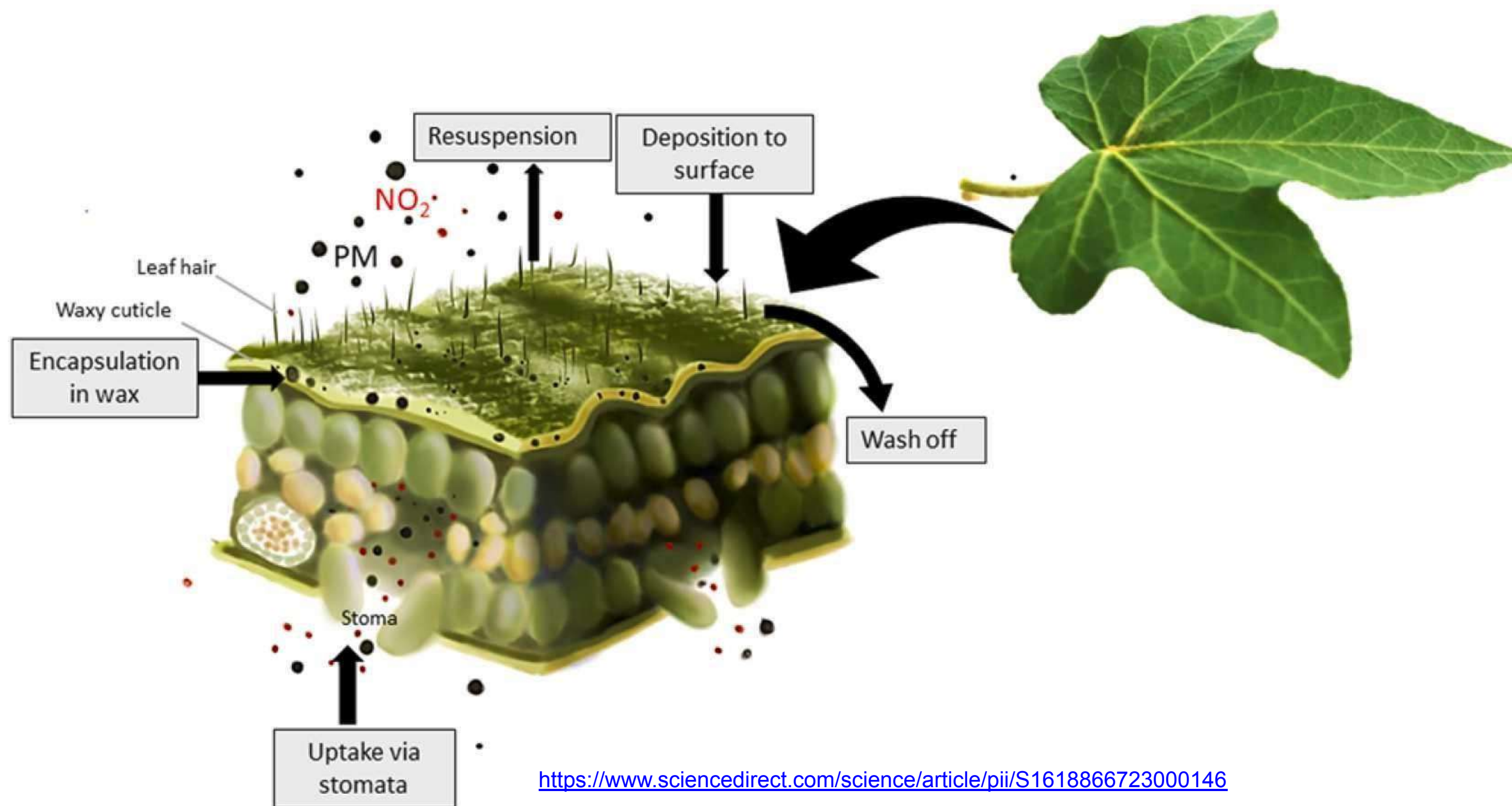


“Fin dalle prime estati che trascorrevo sulle Alpi da bambino, ho imparato a chiamare 'casa' i sentieri, le praterie alpine, i boschi di larice e di faggio. E ho scoperto che siamo intimamente connessi con il mondo naturale, anche se spesso non ce ne rendiamo conto, e che ciò che fa bene al pianeta fa bene, se si guarda bene, anche a noi”

Prof. Giorgio Vacchiano

Ricercatore in gestione e pianificazione forestale



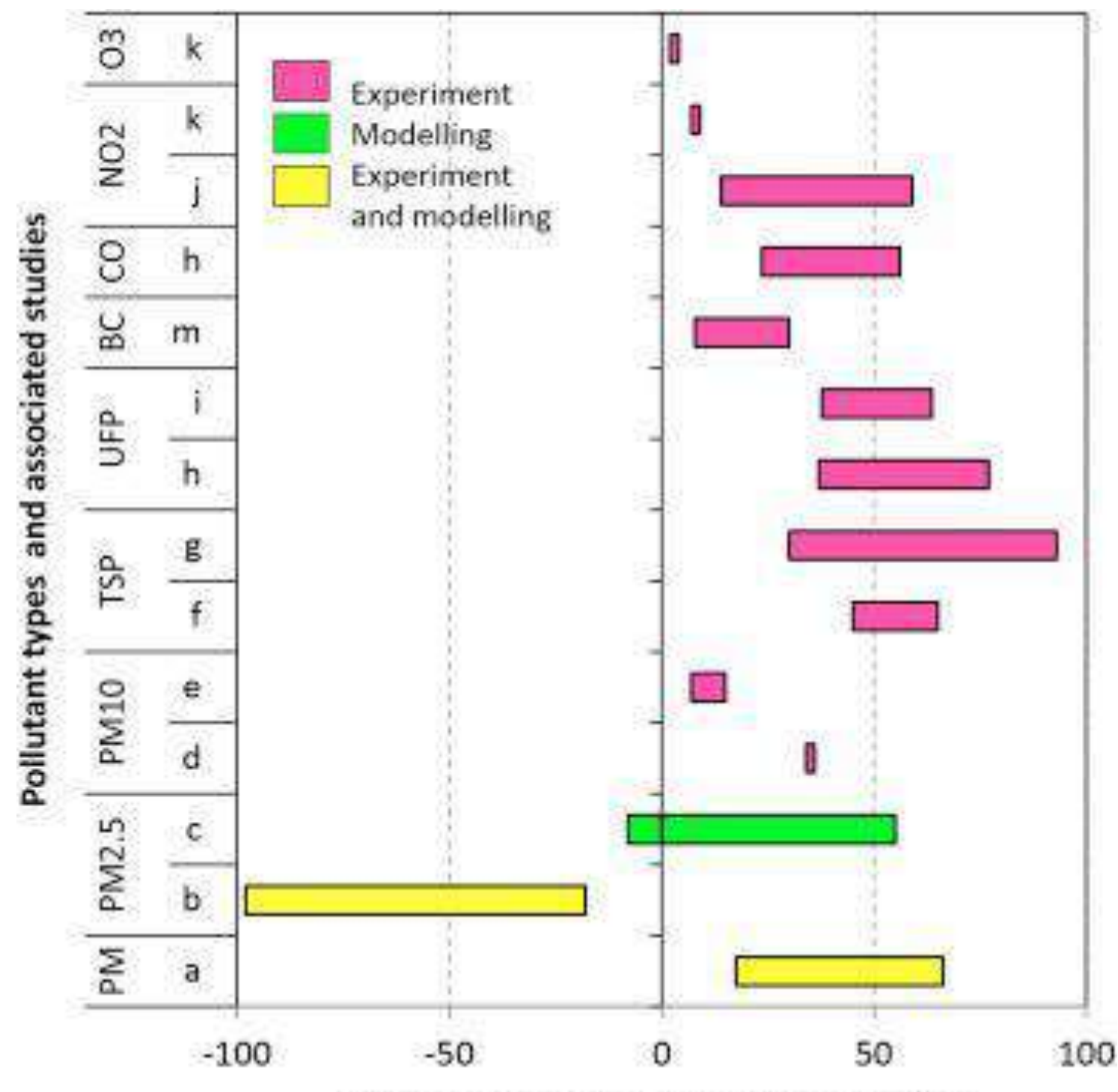


<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866723000146>



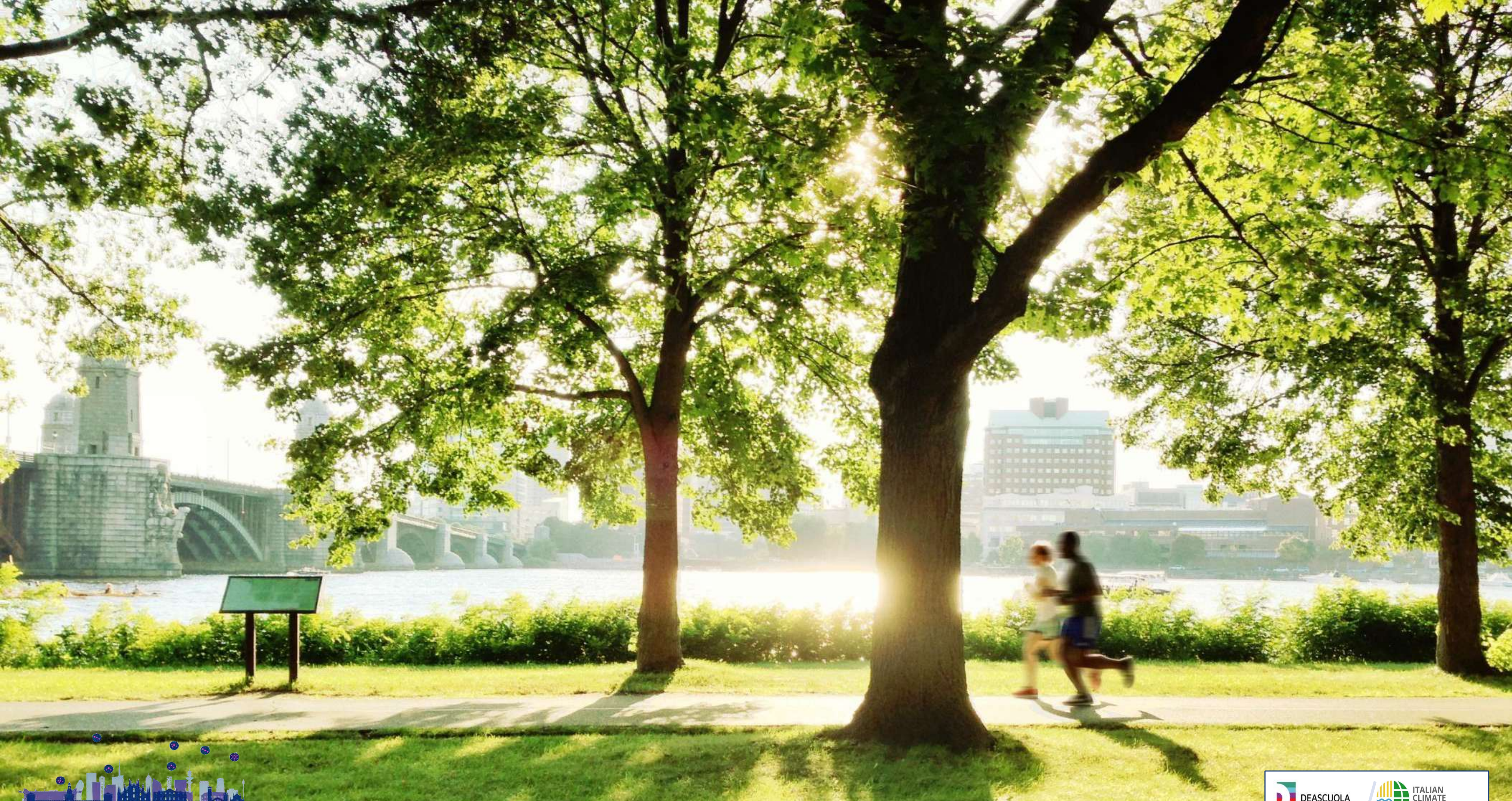
3-7 g di PM₁₀ per albero

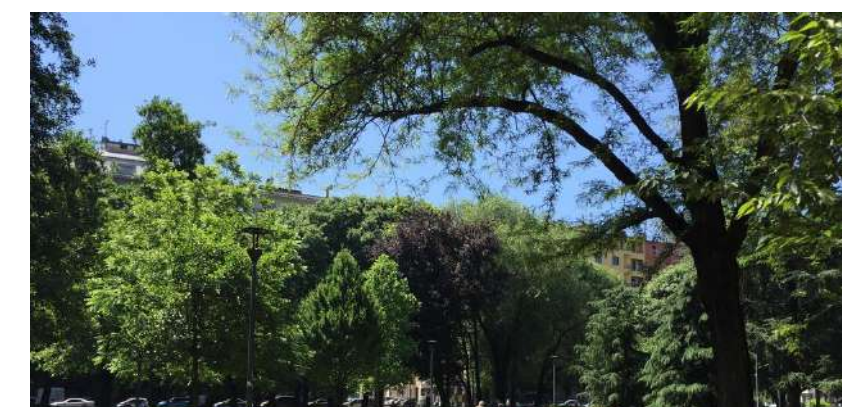
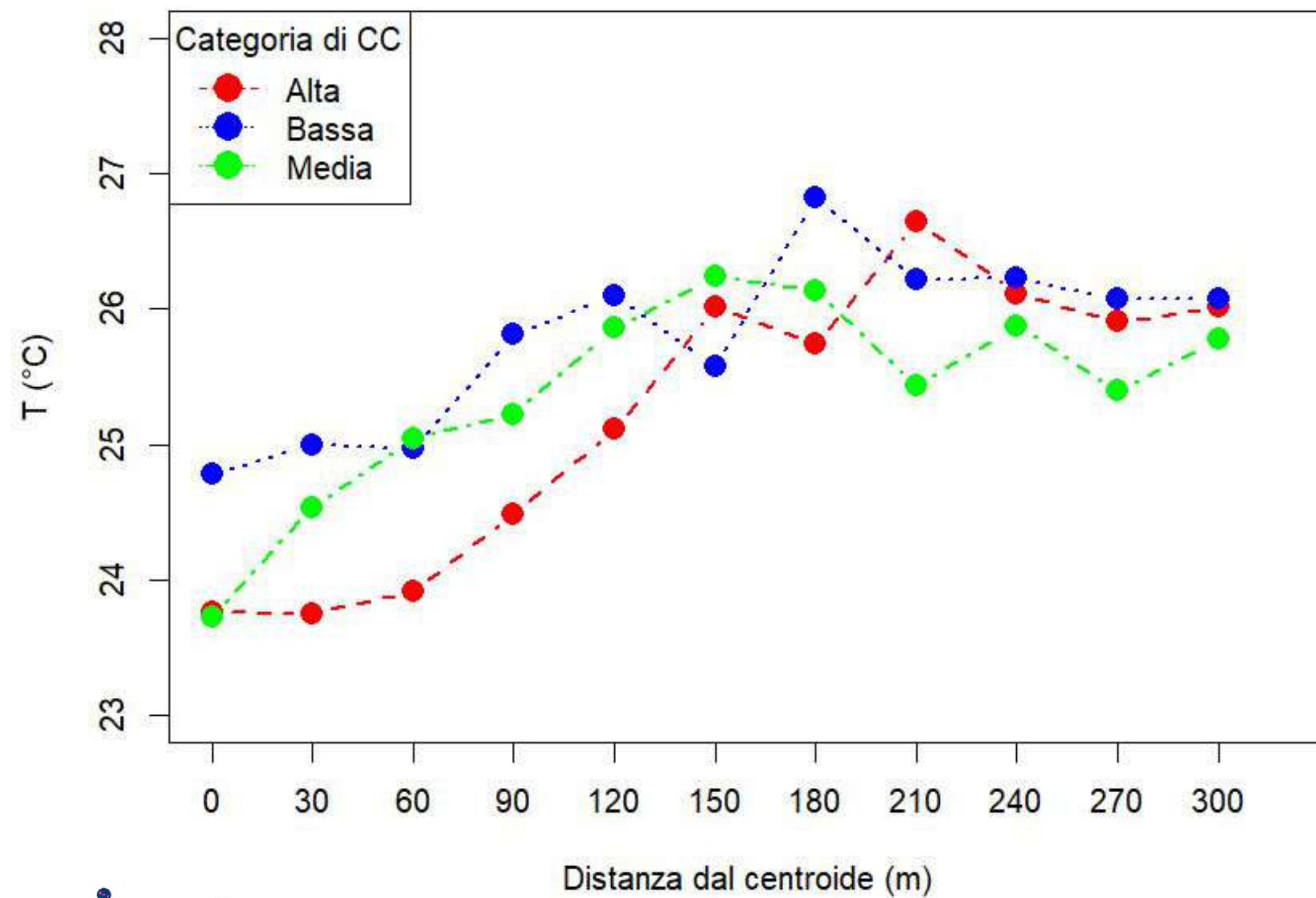
Fino al 20% delle
emissioni dirette
di PM₁₀ della città



www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231017303151

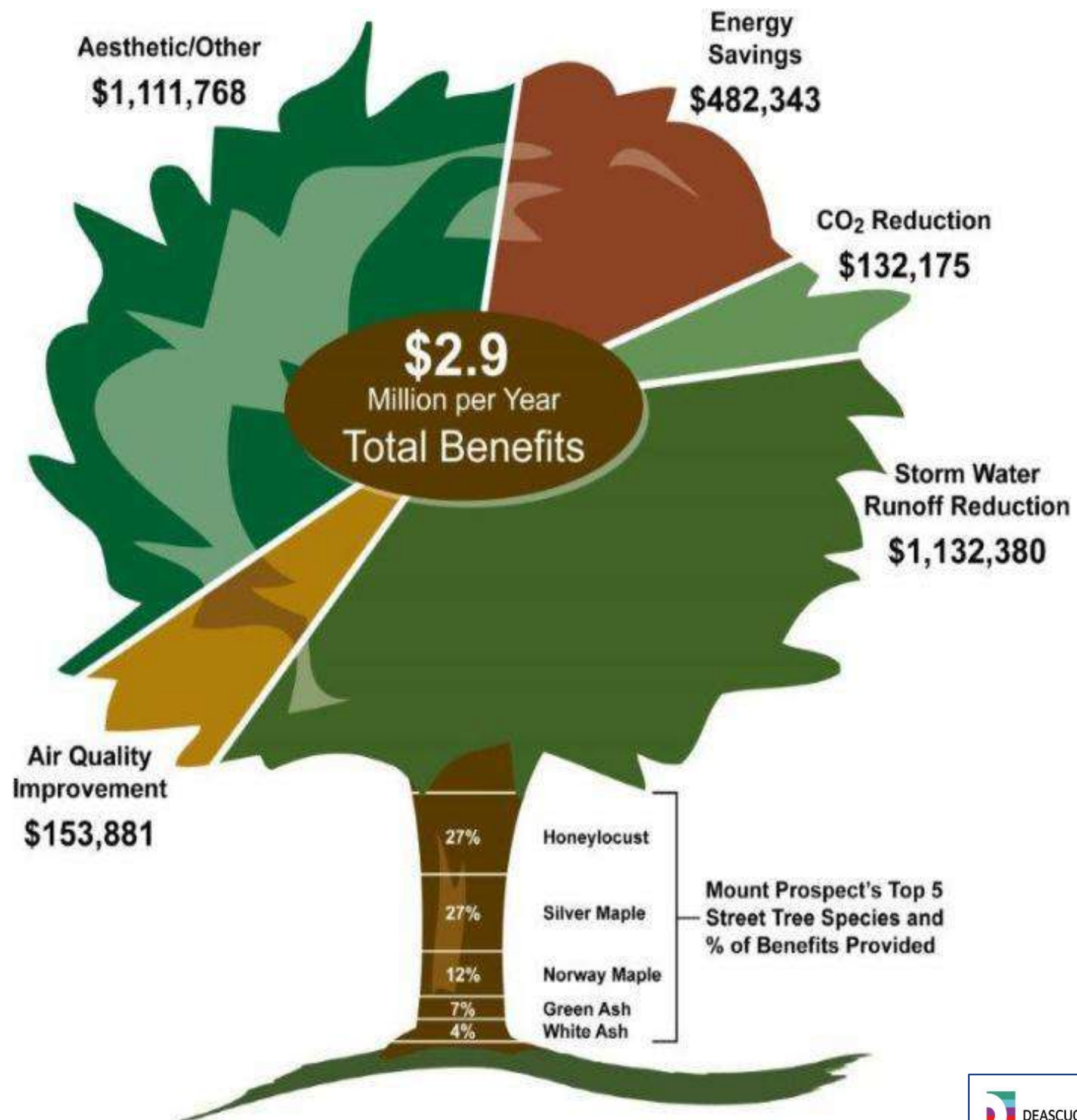








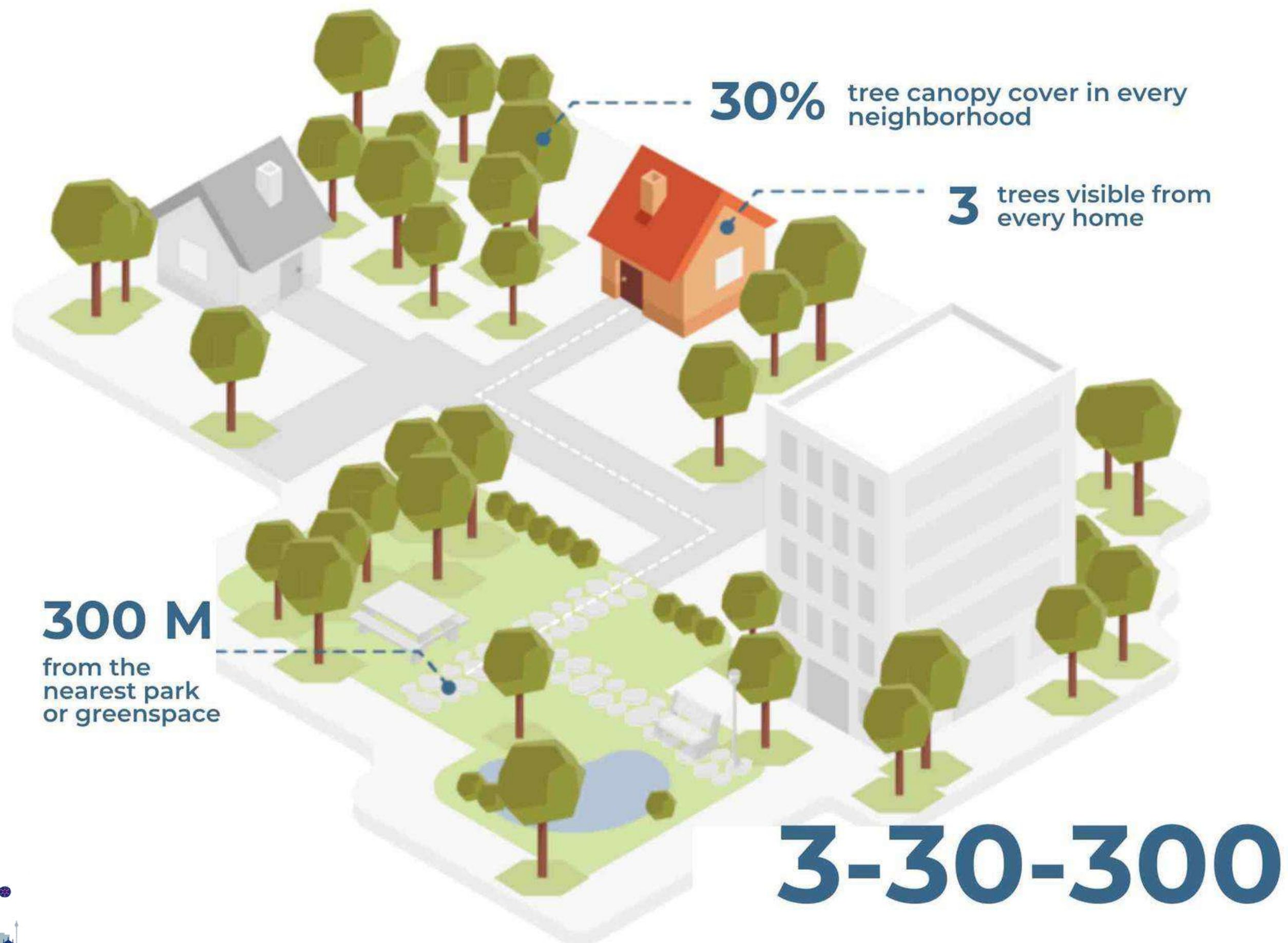
In its lifetime,
this tree has
"paid us back"
an estimated
\$11,747
in savings created by:
- storm water absorption
- cleaner air
- higher property values





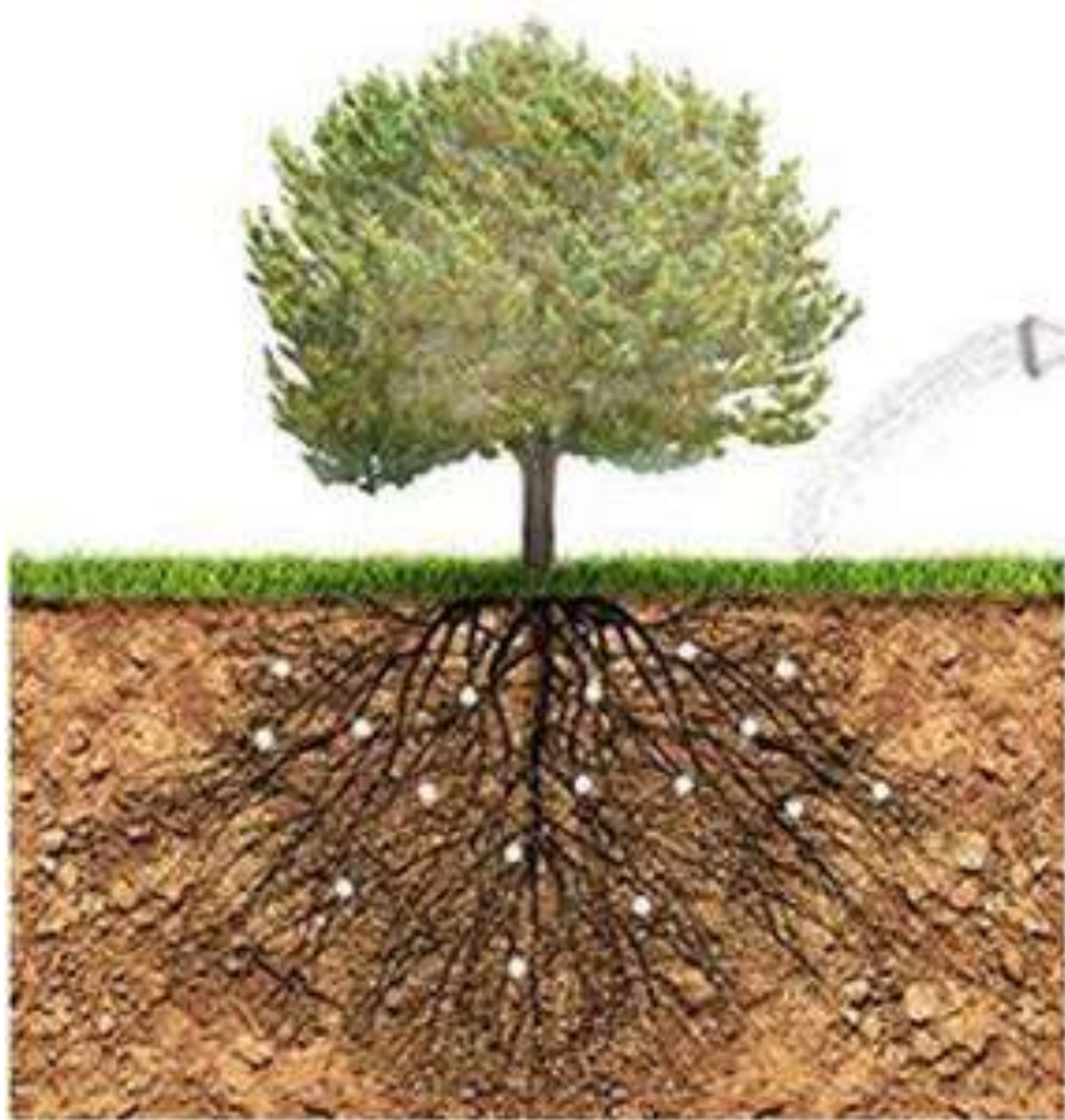










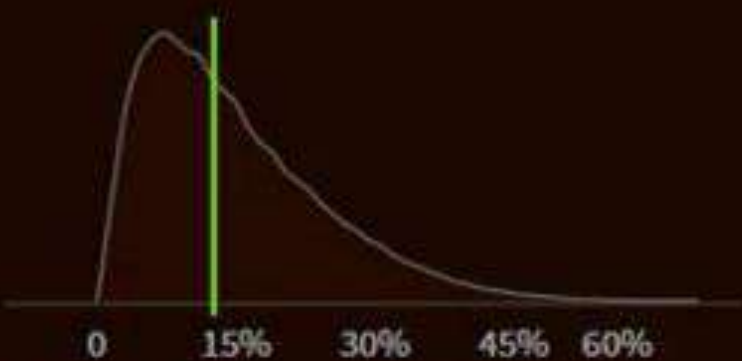


The hydrogels added to the soil absorb huge amount of water to improve the soil properties and regulates irrigation



Soil amendment, water retention, sustained release, delivery systems acheived by hydrogels

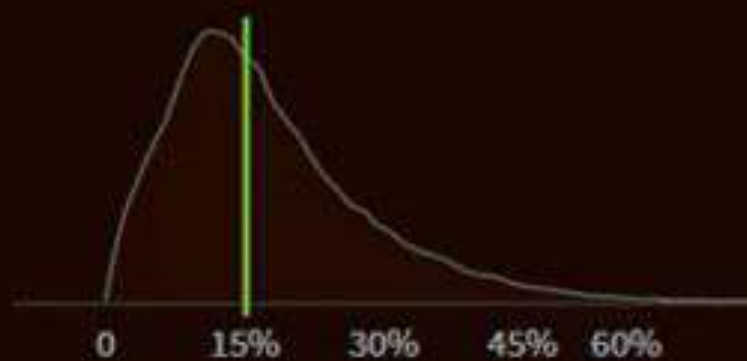




London

Green View Index ● 12.7%

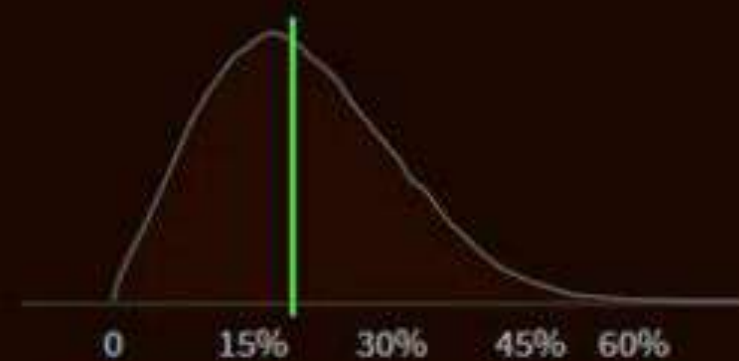
Population Density 5,518/km²



Los Angeles

Green View Index ● 15.2%

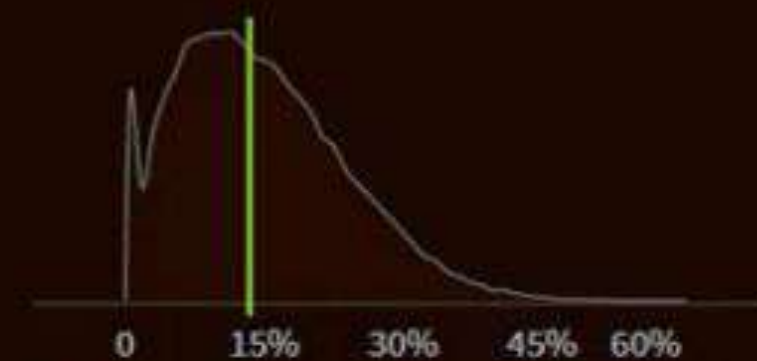
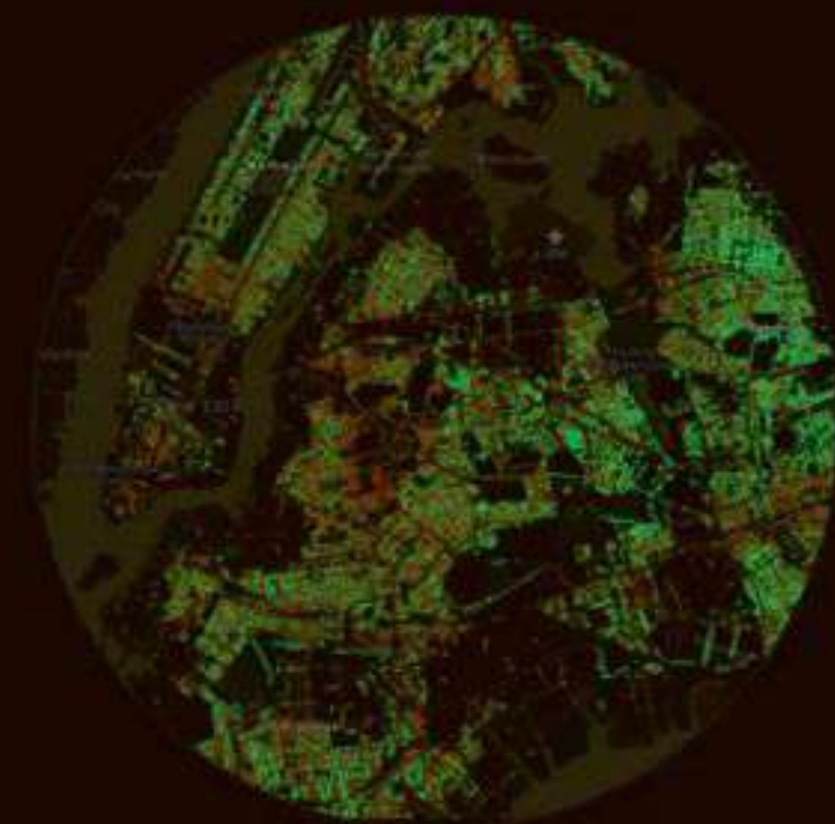
Population Density 3,198/km²



Miami

Green View Index ● 19.4%

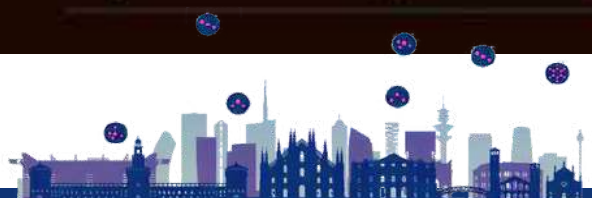
Population Density 4,770/km²

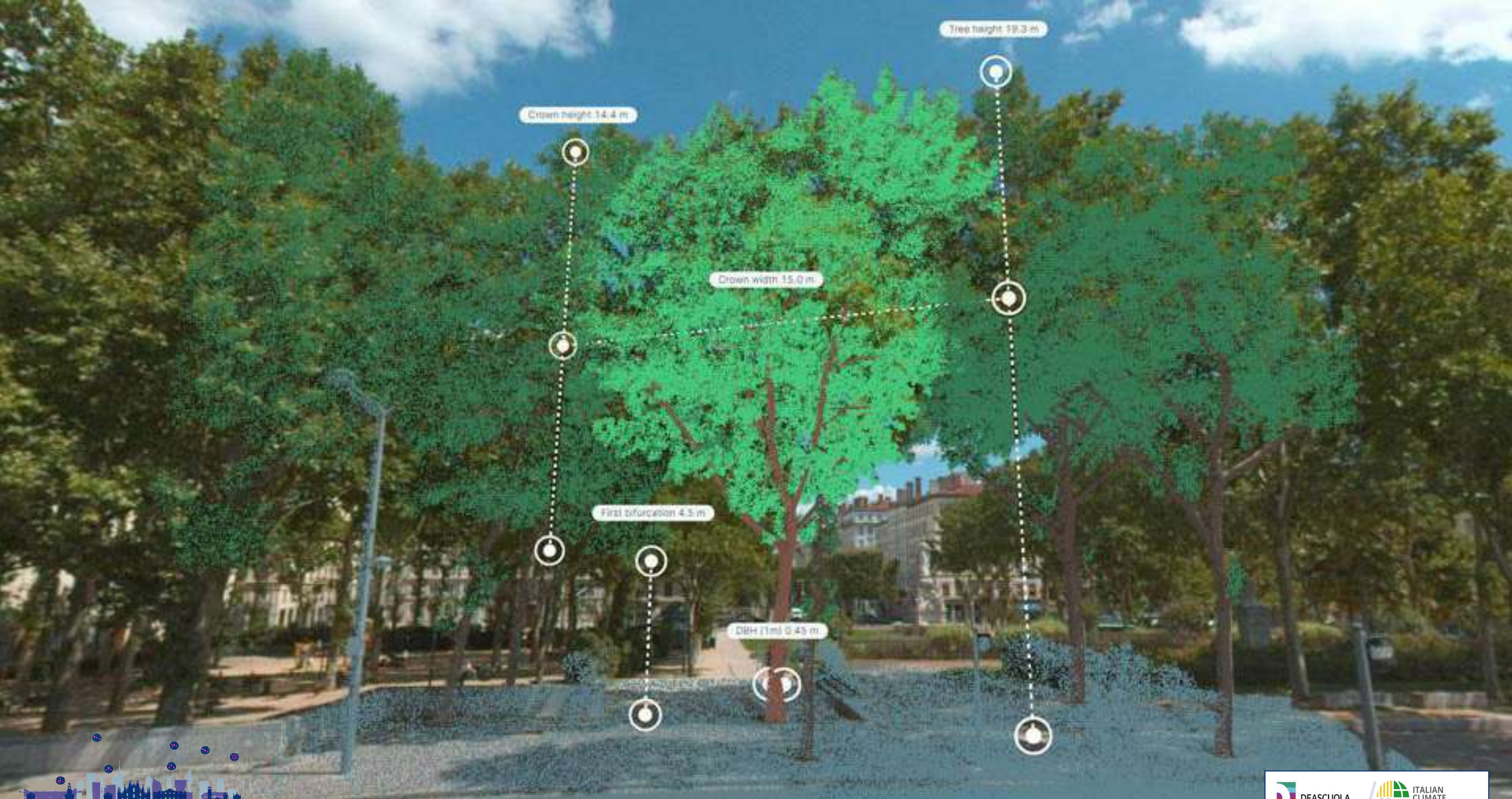


New York

Green View Index ● 13.5%

Population Density 10,831/km²







**Grazie,
spazio alle domande**

