



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

## GIORNATA DELLA TERRA

Liceo Laura Bassi - Bologna  
18 Aprile 2018



# Qualità dell'aria nelle nostre città:

## *Cosa fare se il clima cambia*

**Silvana Di Sabatino**

*Dipartimento di Fisica e Astronomia - ALMA MATER STUDIORUM, Università di Bologna*  
*silvana.disabatino@unibo.it*



## DEFINIZIONI

### Cos'è l'atmosfera?

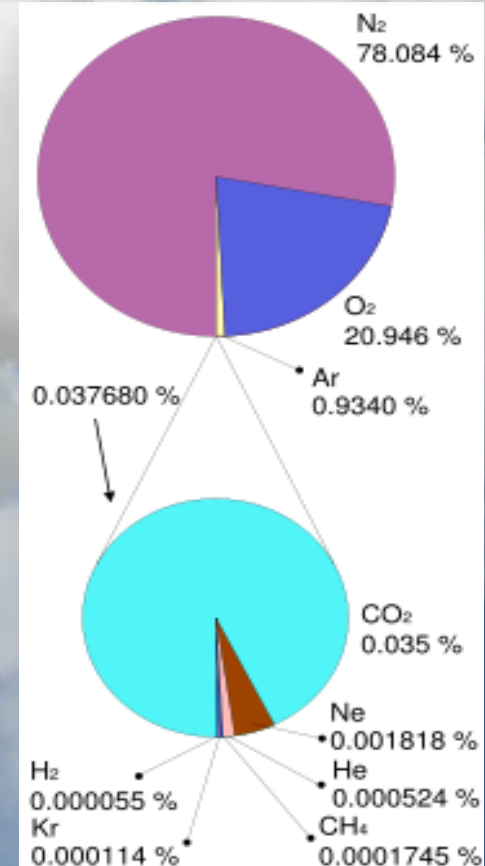
E' una miscela gassosa, composta da 78% di azoto, 20.9% di ossigeno, 0.9% di argon, 0.03 % di anidride carbonica e in minima parte da neon, elio, idrogeno

### A cosa serve?

Le principali funzioni sono di proteggere dai raggi uv e inoltre contiene l'ossigeno necessario per la vita degli esseri viventi.

### Cos'è l'inquinamento atmosferico?

Qualsiasi particella o gas visibile o invisibile presente nell'aria che non fa parte della composizione originale e normale.



# L'ATMOSFERA

## Scale spaziali:

Diametro terrestre D =	<b>13480 km</b>
Troposfera, Z =	<b>12-18 km</b>
Strato di Ozono, Z =	<b>20-50 km</b>
Satelliti polari, Z =	<b>750 km</b>
Satelliti geostazionari, Z=	<b>35000 km</b>

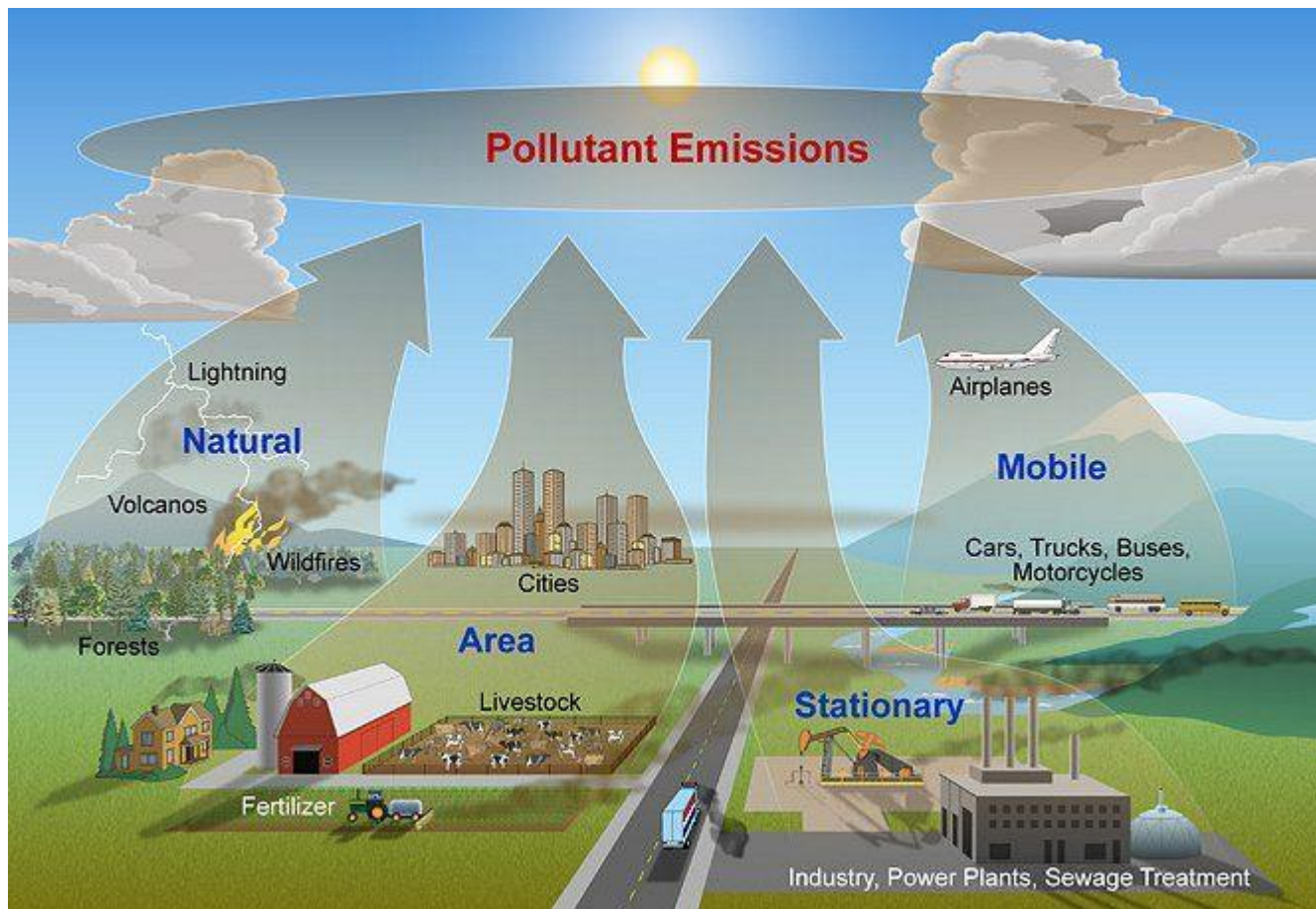
In una scala in cui la terra ha il diametro di 1 m  
la Troposfera sarebbe poco più spessa di 1 mm e  
l'intera atmosfera circa 1 cm



## SORGENTI DI INQUINAMENTO

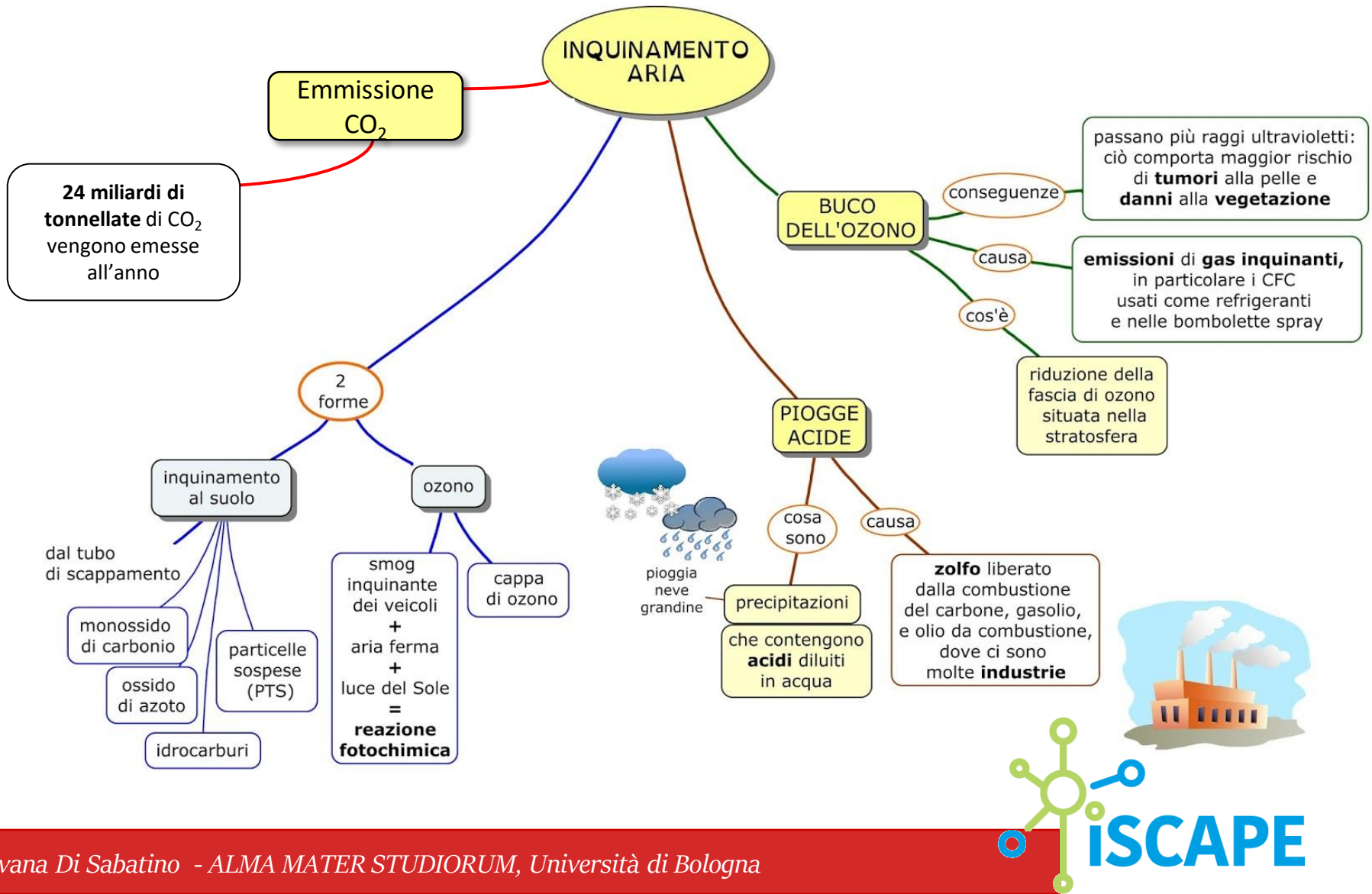
**Naturale:** incendi boschivi, pollini, tempesta di polvere

**Antropico:** carbone, legno e altri combustibili utilizzati in auto, case e fabbriche per l'energia





# CONSEGUENZE DELL'INQUINAMENTO



## L'INQUINAMENTO E IL CLIMA

Tra il clima e la concentrazione degli inquinanti al suolo esiste un legame molto stretto. Se è vero che le condizioni climatiche possono influenzare la persistenza degli inquinanti, è anche vero che molte sostanze inquinanti svolgono un ruolo importante nella determinazione del clima.

Su grande scala sono molto importanti i venti di alta quota e le turbolenze derivanti dagli spostamenti di grandi masse d'aria da aree anticicloniche (alta pressione) ad aree cicloniche (bassa pressione).

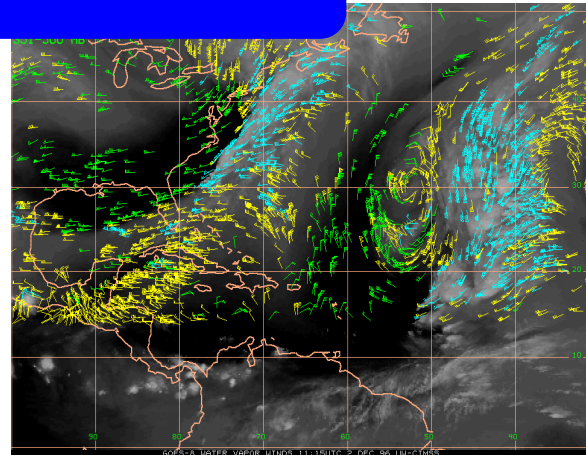
A livello locale l'intensità del vento a bassa quota, le condizioni di alta pressione invernale con conseguenti possibili **inversioni termiche**, sono determinanti per il livello degli inquinanti.



# L'INQUINAMENTO E IL CLIMA



Cos'è il clima?



# L'INQUINAMENTO E IL CLIMA

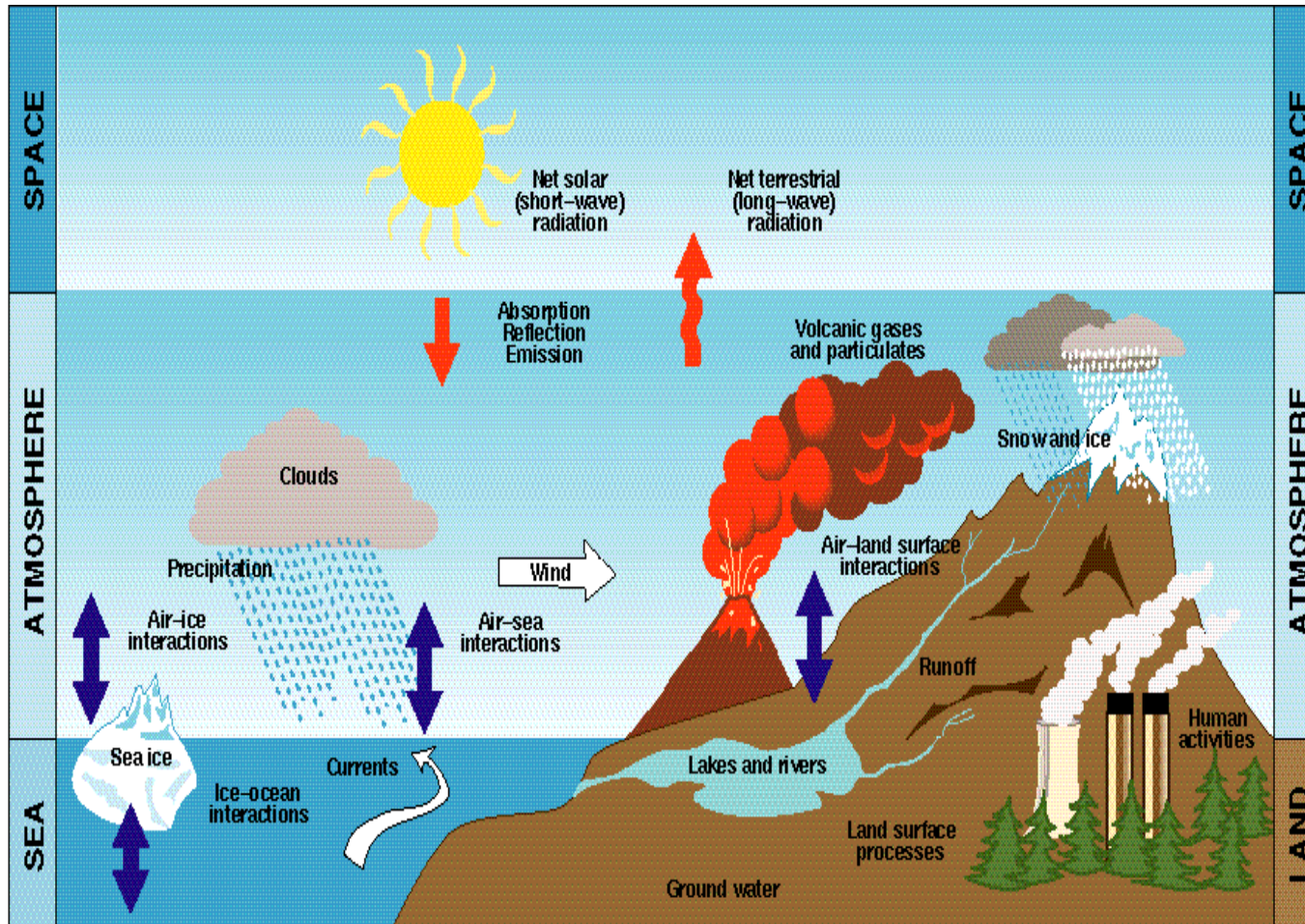
## Cos'è il clima?

- Il **Clima** non va confuso con un evento meteorologico, né con le previsioni del tempo...
- Il **Clima** in una regione o in un luogo è il risultato di tutti gli eventi meteorologici che si sono susseguiti nel tempo (... tempi lunghi, lunghissimi come la storia della Terra). Occorre avere informazioni ovvero «osservazioni» di almeno **20-30 anni** per poterlo definire.
- La parola **Clima** deriva dal greco klima che vuol dire "inclinato": il clima infatti è in massima parte **una funzione dell'inclinazione dei raggi solari sulla superficie della Terra al variare della latitudine.**





# L'INQUINAMENTO E IL CLIMA



Il sistema climatico è composto da:

- Atmosfera
- Idrosfera
- Litosfera
- Criosfera
- Biosfera

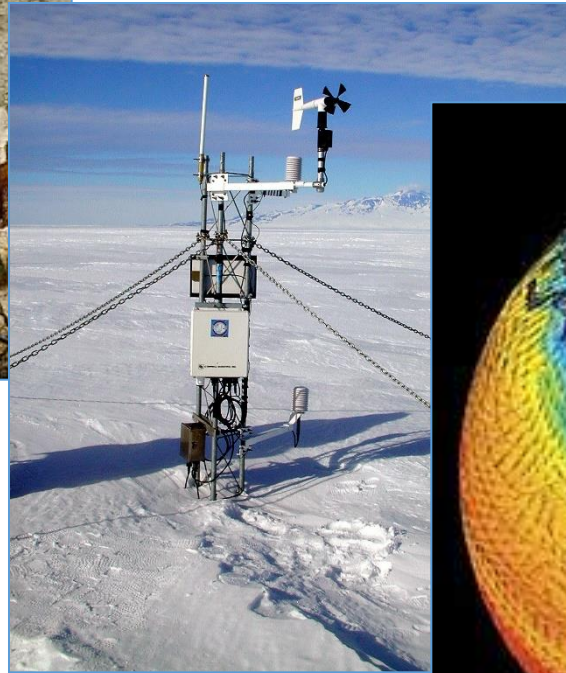


# COME STUDIAMO IL CLIMA?

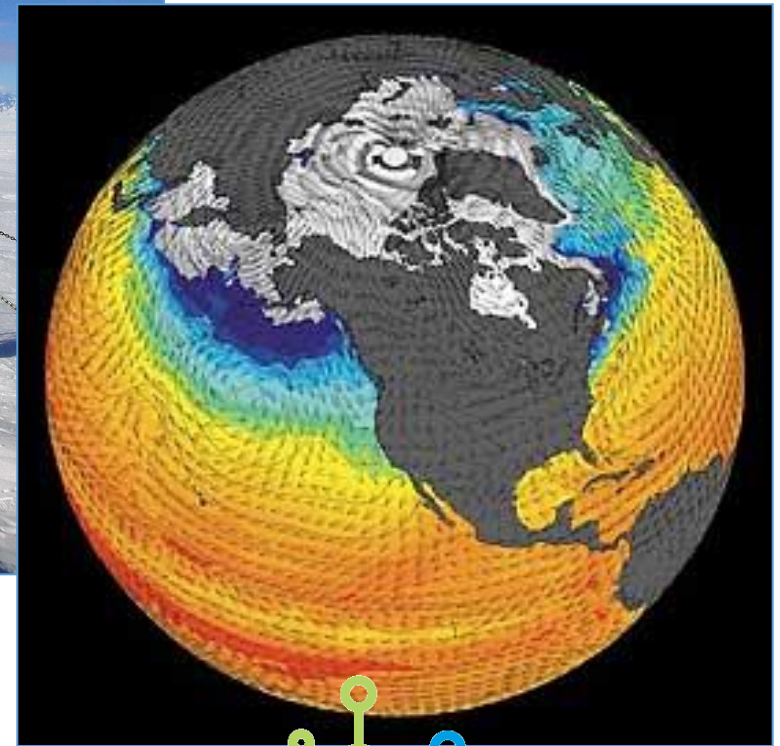
## Testimonianze



## Strumenti

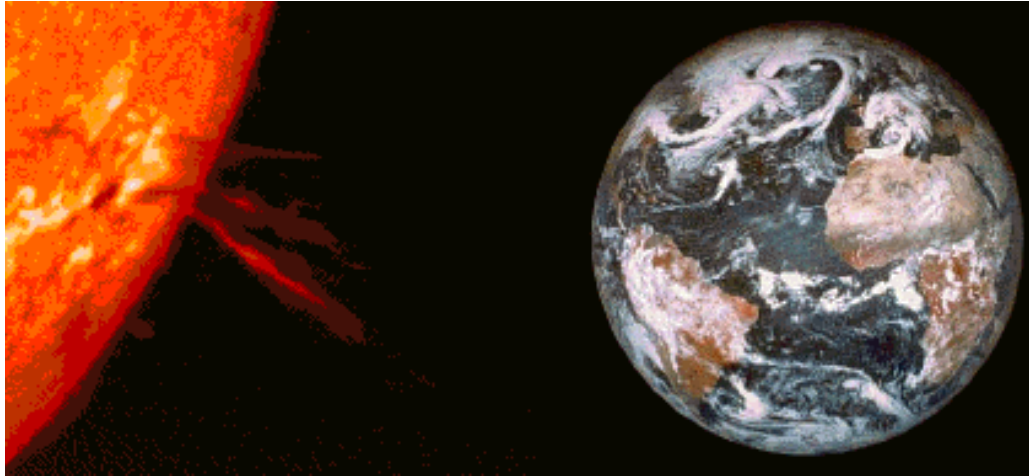


## Modelli



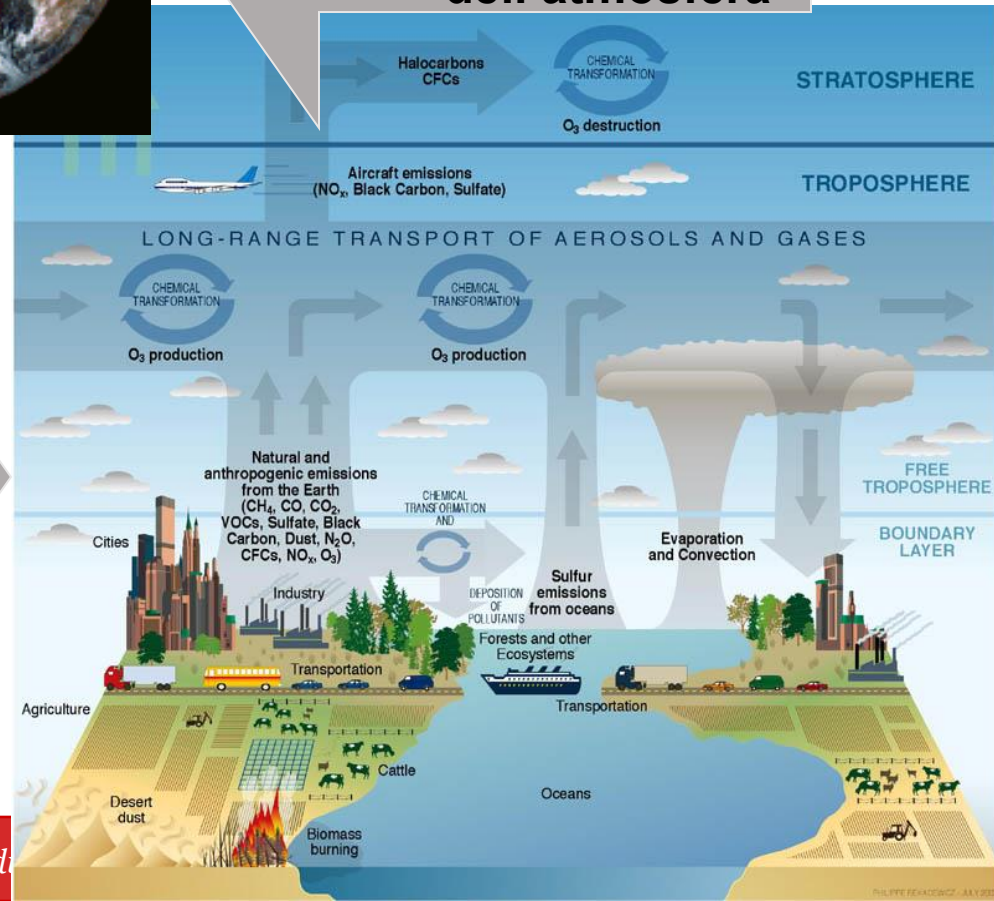


# Perche il clima varia?



**Perché varia la quantità di radiazione che giunge al top dell'atmosfera**

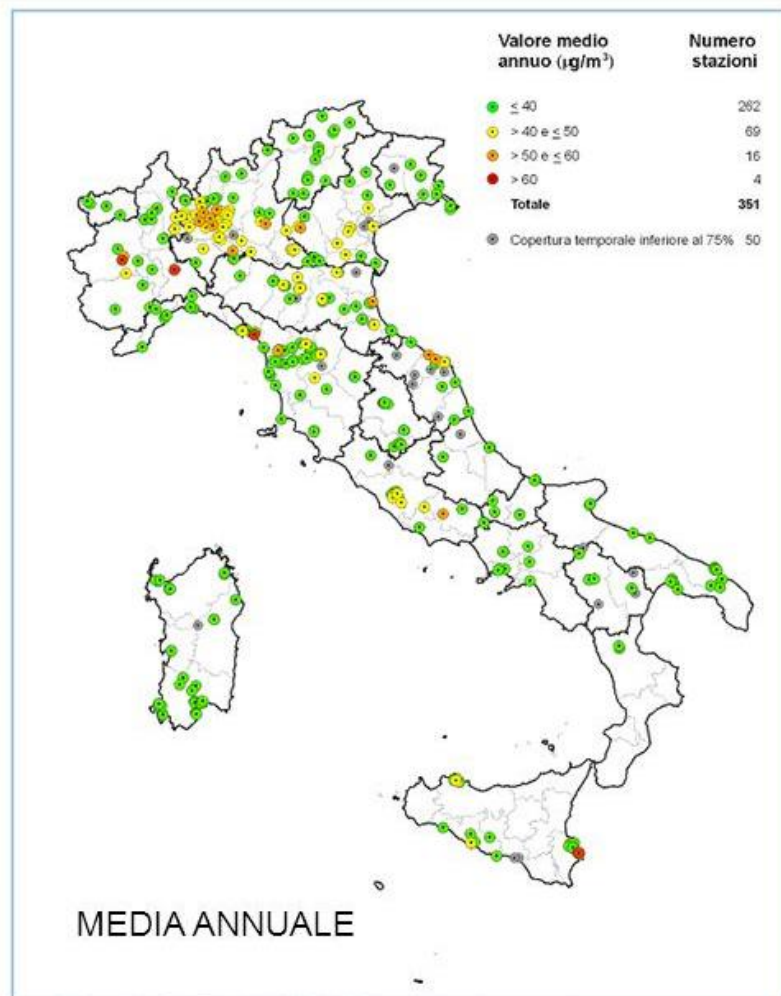
**Perché varia la composizione dell'atmosfera**



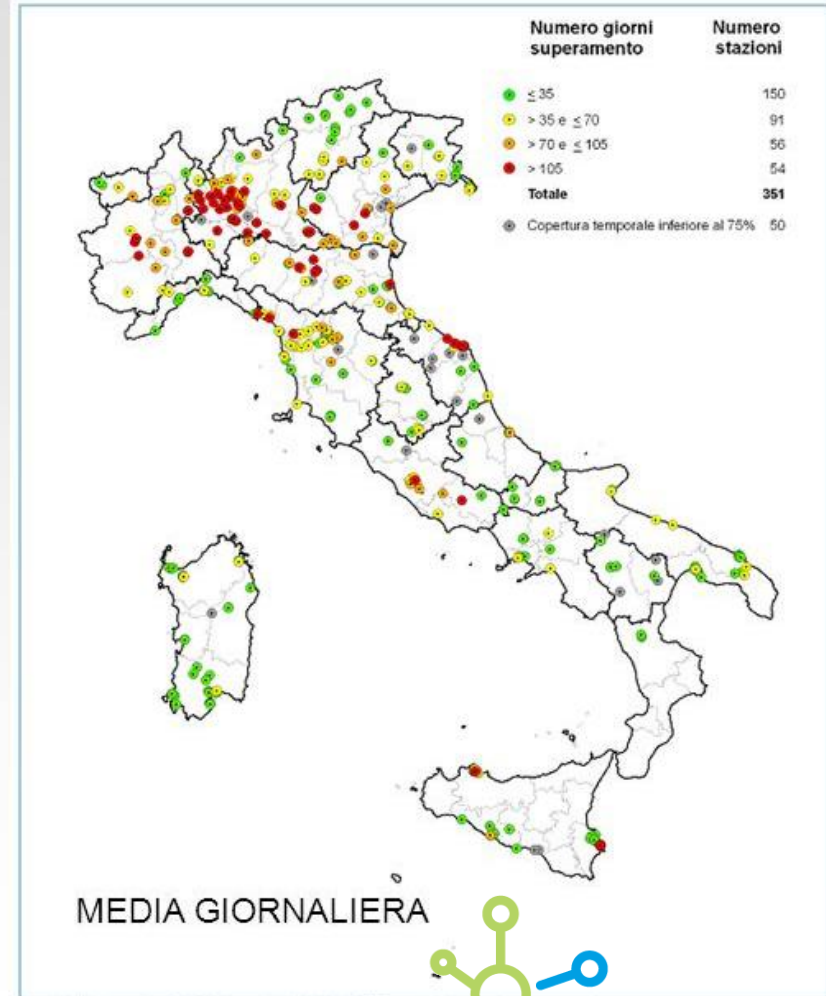
## Particolato

### Concentrazioni in atmosfera di PM10

### Italia Anno 2007



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA, regioni, province, comuni

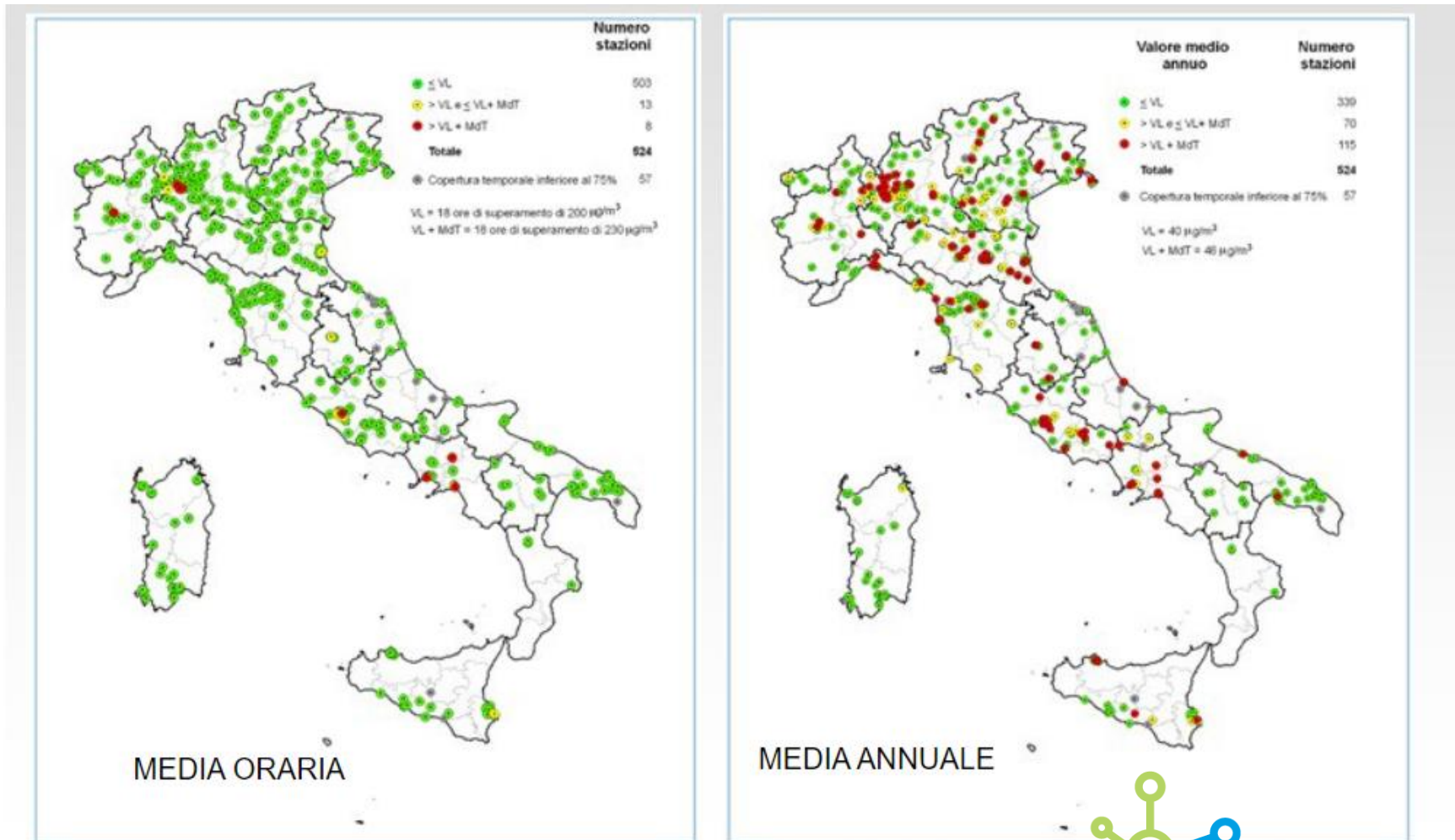


Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ARPA/APPA, regioni, province, comuni

## Ossidi di azoto

### Concentrazioni in atmosfera di NO<sub>2</sub>

### Italia Anno 2007







# Riduzione delle emissioni di inquinanti

## Veicoli

- Motore
- Marmitta catalitica
- Sistemi diagnostici
- Nuove tecnologie

## Altre misure

- Manutenzione
- Pianificazione e gestione del traffico e del trasporto

## Combustibili

- Riformulazione
- Recupero vapori
- Combustibili alternativi

Quali potranno essere nuove soluzioni vincenti (*'smart'*) in questo contesto?

## AMBIENTE URBANO

- L'ambiente urbano – un approccio micro-meteo
- Il verde urbano nelle città italiane
- L'impatto degli alberi sul microclima e sulla qualità dell'aria
- Tecniche numerico-modellistiche
- Osservazioni conclusive sulla pianificazione verde in città



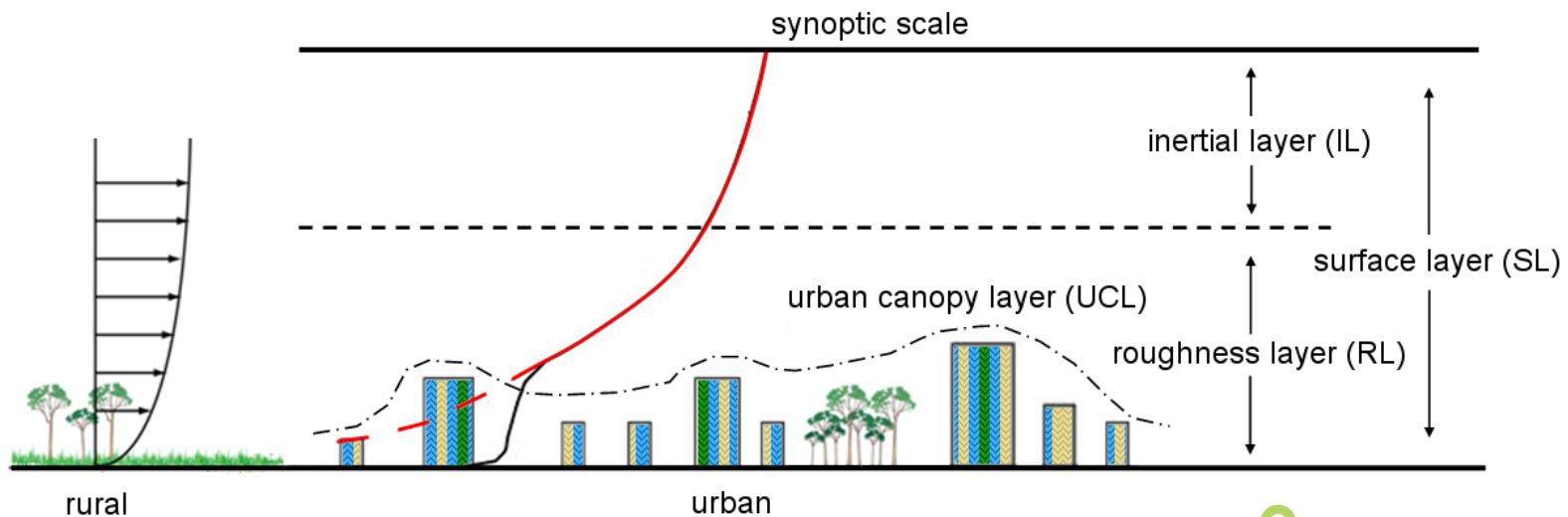
# AMBIENTE URBANO

Perchè?

- Comfort
- Utilizzo dell'energia
- Qualità dell'aria
- Sicurezza/salute

Fattori governanti:

- Meteorologia della città
- Emissioni di inquinanti (riscaldamento domestico, trasporti, industrializzazione)
- Geometria delle città
- Uso del suolo



# MORFOLOGIA DELLA CITTÀ

Low



Medium



High



High-rise



Grimmond & Oke 1999 JAM 38, 1262-92

## Implicazioni su:

- Ventilazione / Qualità dell'aria
- Riscaldamento locale (Isola di calore)
- Disponibilità aree verdi
- Dilavamento acque meteoriche

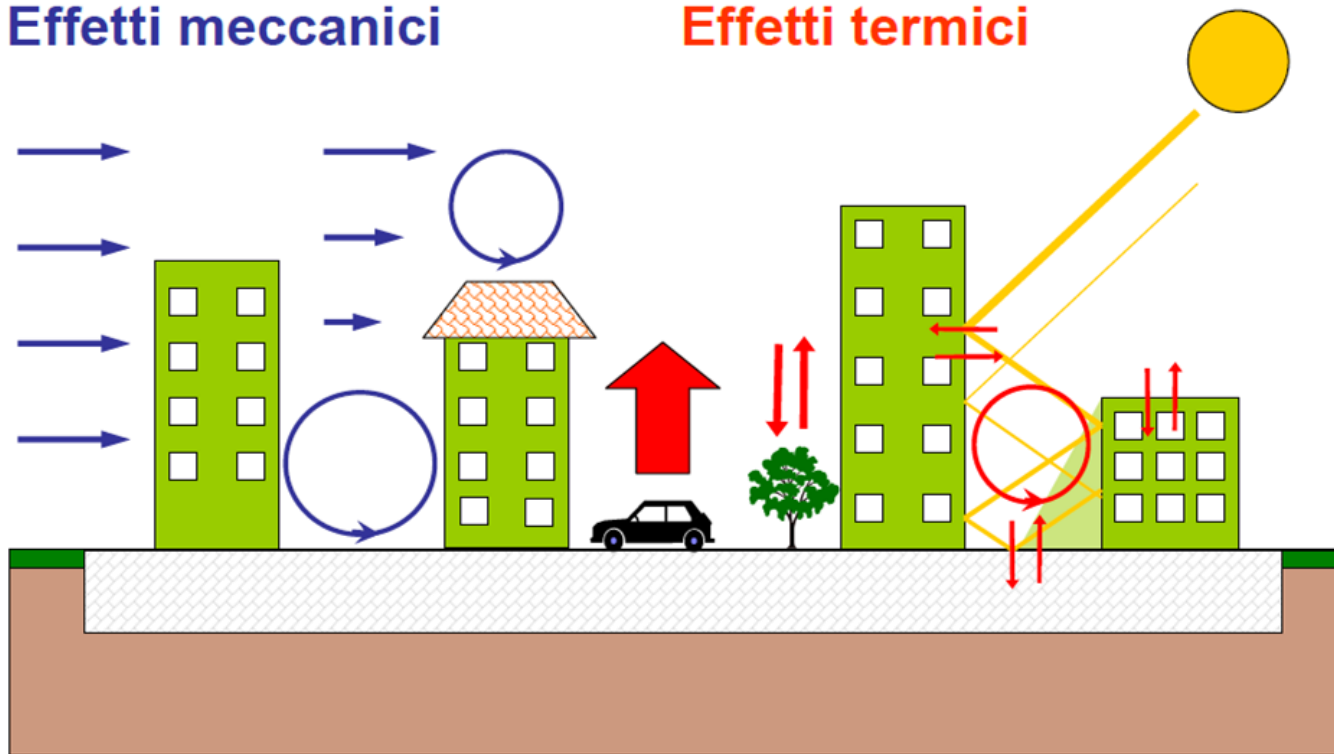


## AMBIENTE URBANO

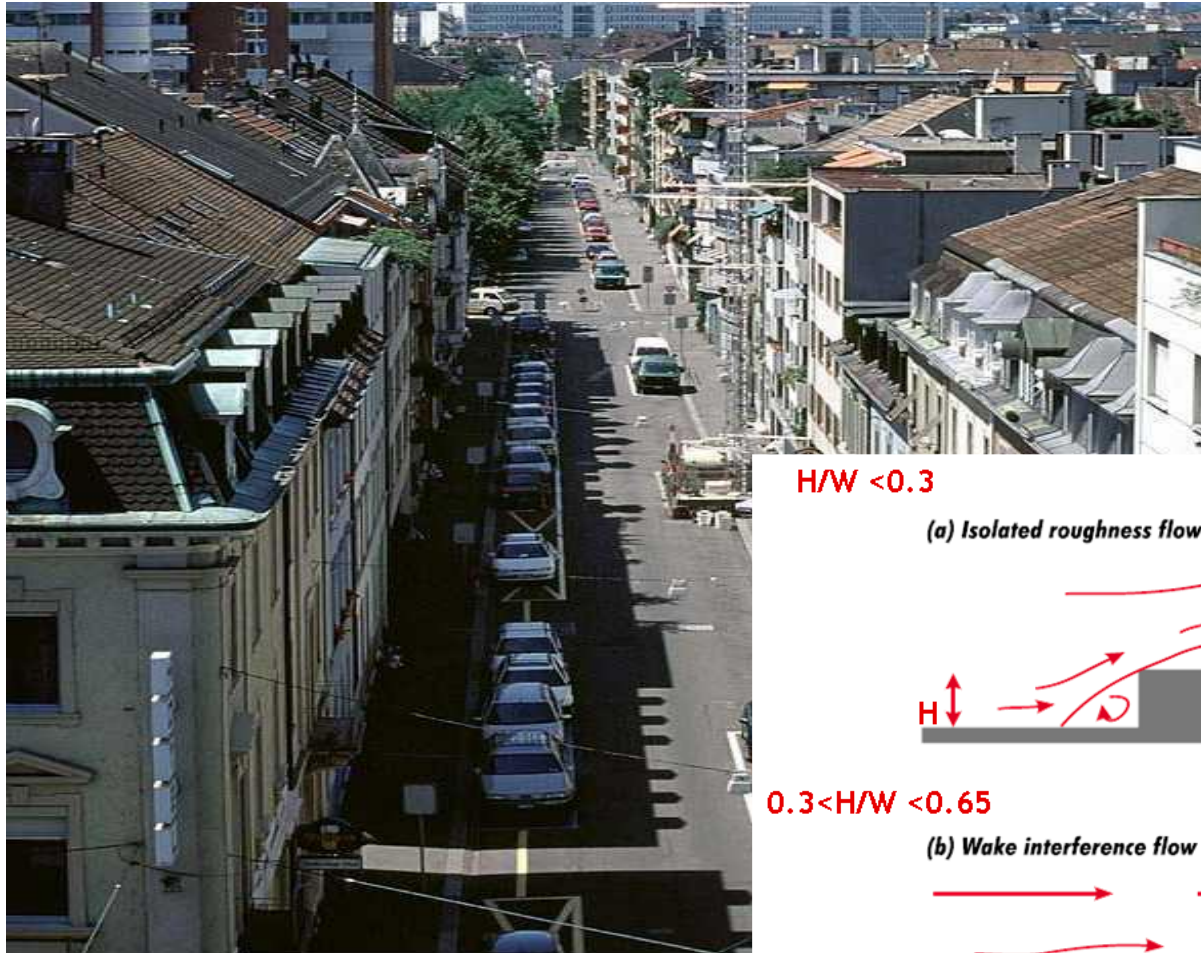
### Effetti principali degli edifici

Effetti meccanici

Effetti termici

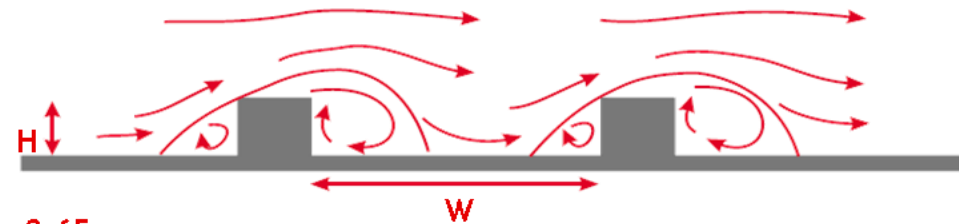


# EFFETTO STREET CANYON



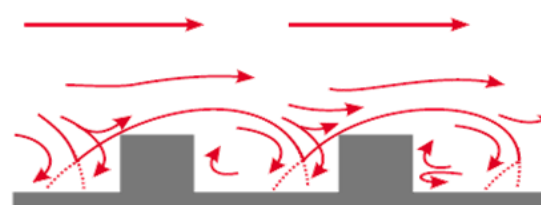
$H/W < 0.3$

(a) *Isolated roughness flow*



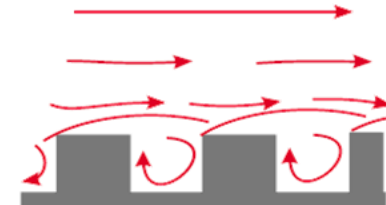
$0.3 < H/W < 0.65$

(b) *Wake interference flow*

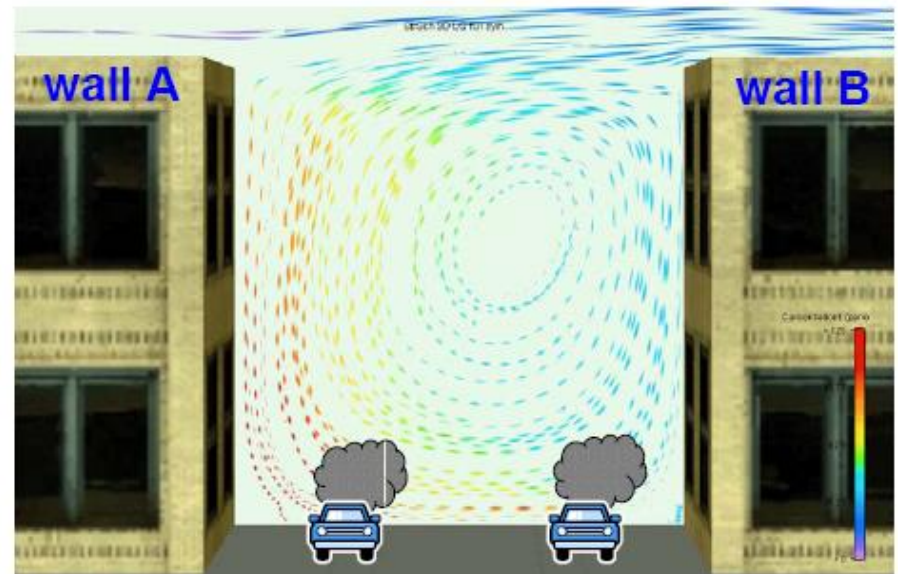
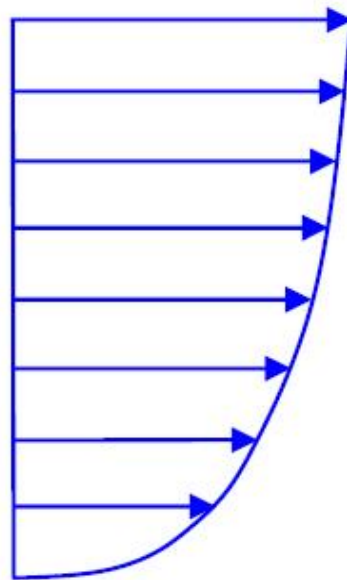
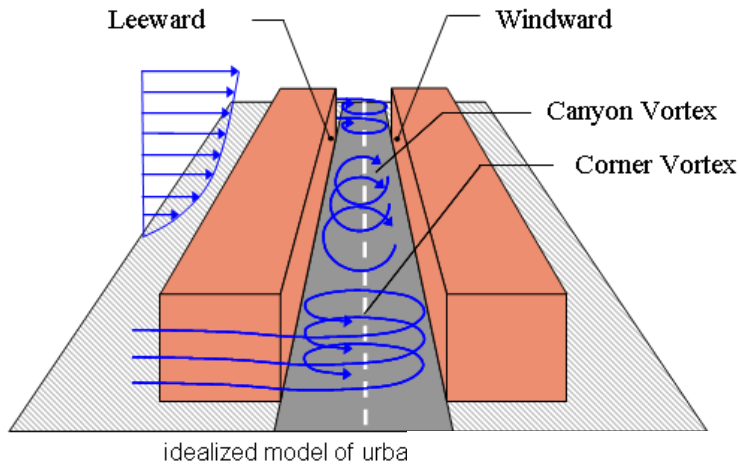


$H/W > 0.65$

(c) *Skimming flow*



# EFFETTO STREET CANYON



## I BENEFICI DEGLI ALBERI IN CITTÀ

✓ Oggi il verde urbano può contribuire in modo determinante al miglioramento del microclima e della qualità dell'aria

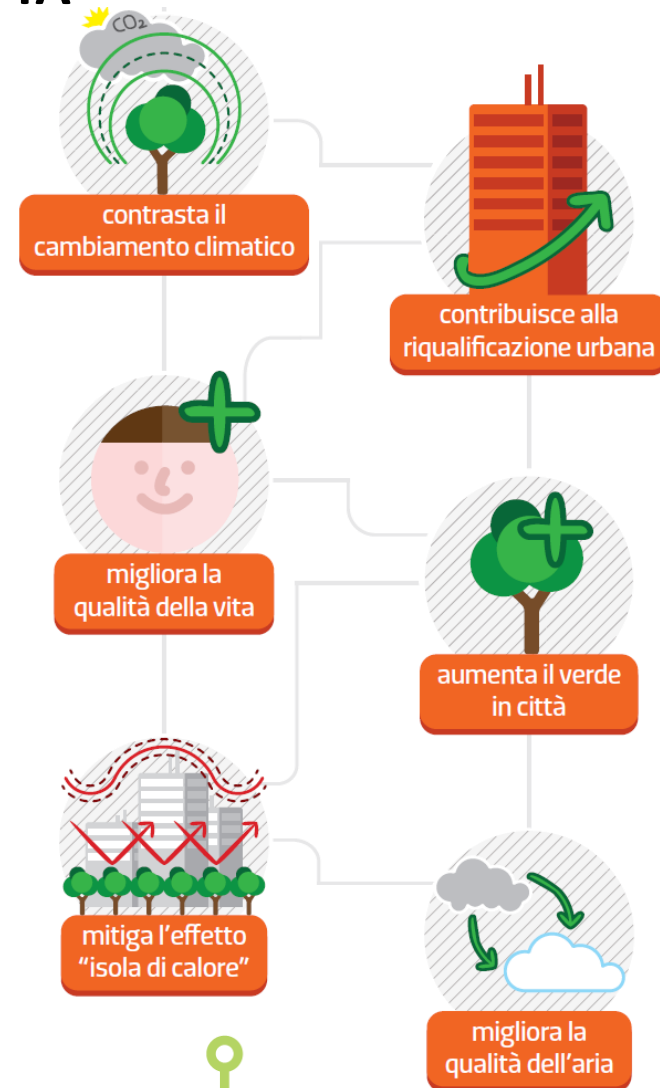
✓ E' necessaria una **pianificazione oculata** della piantumazione di alberi nelle strade cittadine attraverso un'attenta **valutazione delle caratteristiche degli alberi stessi**





# I VANTAGGI PER LA CITTÀ

- 1) Protezione da: sole, pioggia, calore** (assorbimento da parte delle foglie, ombreggiamento)
- 2) Abbassamento della temperatura dell'aria** (evapotraspirazione, ombreggiamento)
- 3) Minori danni alla salute dalle emissioni di gas di scarico** (filtraggio attraverso gli stomi, deposizione sulle foglie)
- 4) Abbattimento dei livelli di ozono nell'atmosfera** (riduzione della temperatura, assorbimento di inquinanti precursori, riduzione delle emissioni evaporative per ombreggiamento)





## IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

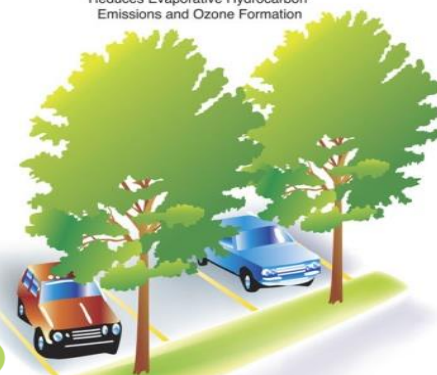
### ➤ Rimozione per filtraggio e deposizione secca

- ✓ I gas inquinanti vengono immagazzinati attraverso gli stomi (che poi reagiscono con l'acqua per formare sostanze chimiche): più sono numerosi maggiore è la capacità di purificare l'aria
- ✓ Il particolato viene intercettato dalle superfici fogliari rugose: una volta trattenuto il particolato viene poi dilavato dalle piogge

### ➤ Riduzione delle emissioni evaporative

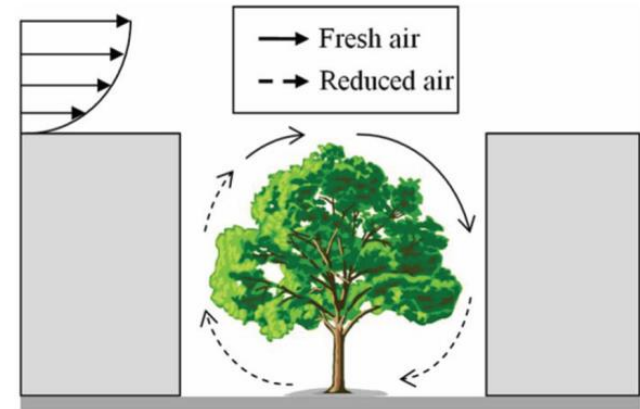
- ✓ L'ombreggiamento contribuisce a mantenere più freddi i serbatoi delle macchine parcheggiate, ciò **abbassa le emissioni evaporative di composti organici volatili (VOC)**, precursori nella formazione di ozono troposferico

Shade on Paved  
Surfaces and Parked Cars  
Reduces Evaporative Hydrocarbon  
Emissions and Ozone Formation



## IMPATTO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

- Gli alberi fungono da **ostacolo** al flusso d'aria:
  - ✓ riduzione dello scambio d'aria (**ridotta ventilazione**)
  - ✓ **accumulo di inquinanti** rilasciati dal traffico



*Yazid A.W.M., Sidik N.A.C., Salim S.M., Saqr K.M., 2014. A review on the flow structure and pollutant dispersion in urban street canyons for urban planning strategies. Simulation 90, 892–916*

- Per il miglioramento della qualità dell'aria in street canyon **si possono utilizzare barriere solide (es. muri, auto parcheggiate e barriere anti-rumore) e barriere porose come la vegetazione**
- **Gli alberi, dal punto di vista aerodinamico, pur essendo un mezzo poroso, presentano caratteristiche simili alle barriere solide**



[www.iscapeproject.eu](http://www.iscapeproject.eu)

## Improving the Smart Control of Air Pollution in Europe iSCAPE





[www.iscapeproject.eu](http://www.iscapeproject.eu)

Il progetto iSCAPE lavora per integrare e far progredire il controllo della **qualità dell'aria** e delle **emissioni di carbonio** nelle città europee nel contesto del **cambiamento climatico** attraverso lo sviluppo di strategie sostenibili e passive con il fine di ridurre l'inquinamento atmosferico:

1. **"Sistemi di controllo passivo"** negli spazi urbani,
2. **intervento politico**
3. **cambiamenti comportamentali** dello stile di vita dei cittadini.

Proiezioni e interventi fisici nel mondo reale saranno applicati sul tessuto urbano nelle città selezionate a rappresentare futuri scenari di cambiamento climatico rappresentativi di diversi stili di vita e culturali in Europa.





iSCAPE







IMPROVING THE SMART CONTROL OF AIR POLLUTION IN EUROPE

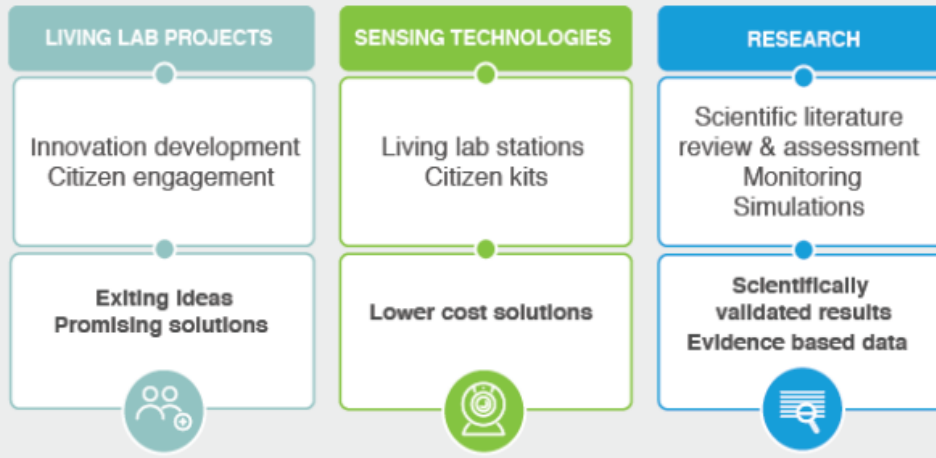
PASSIVE CONTROL SYSTEMS

BEHAVIOURAL CHANGE

LIVING LAB APPROACH

- Active user involvement
- Real-life setting
- Multi-stakeholder participation
- Multi-method approach
- Co-creation

iSCAPE CITIES



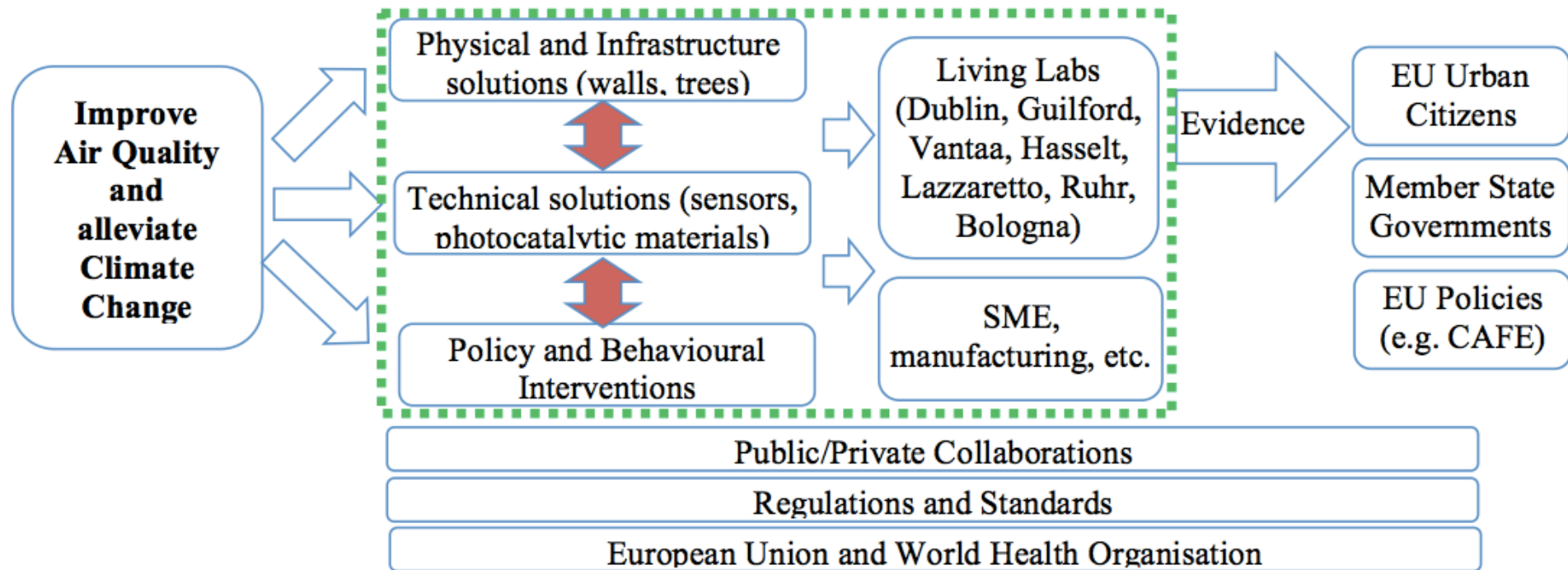
COMMUNICATION & DISSEMINATION, EXPLOITATION

iSCAPE IMPACT



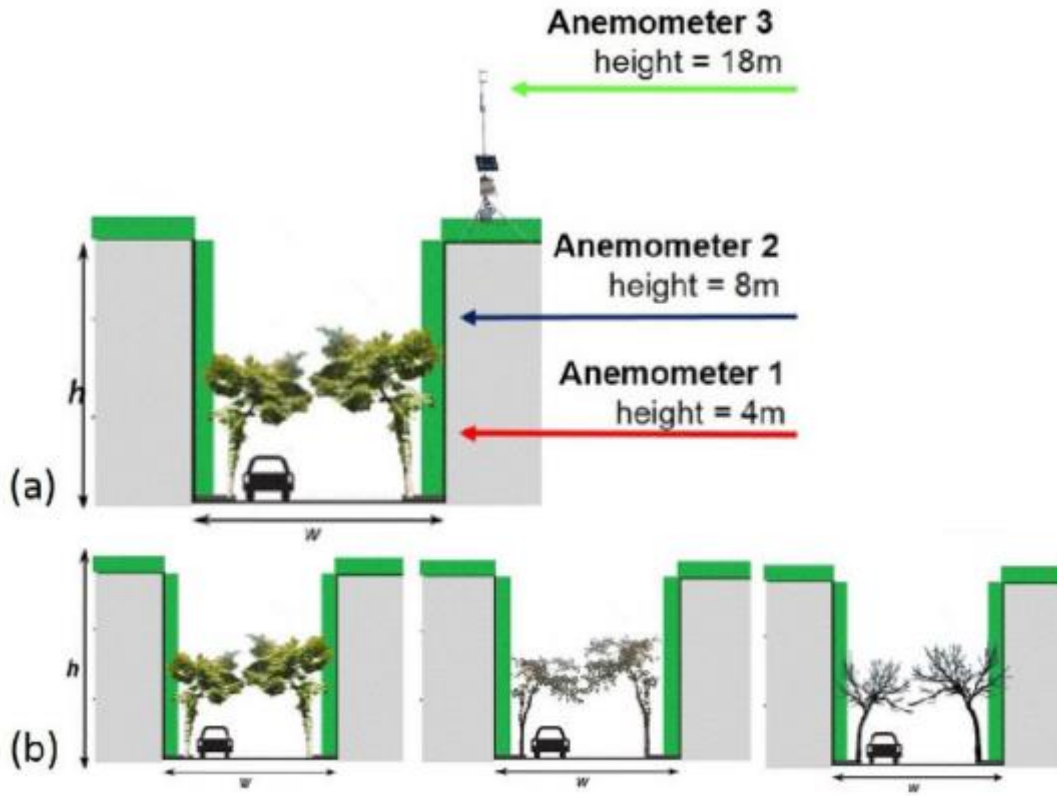


[www.iscapeproject.eu](http://www.iscapeproject.eu)

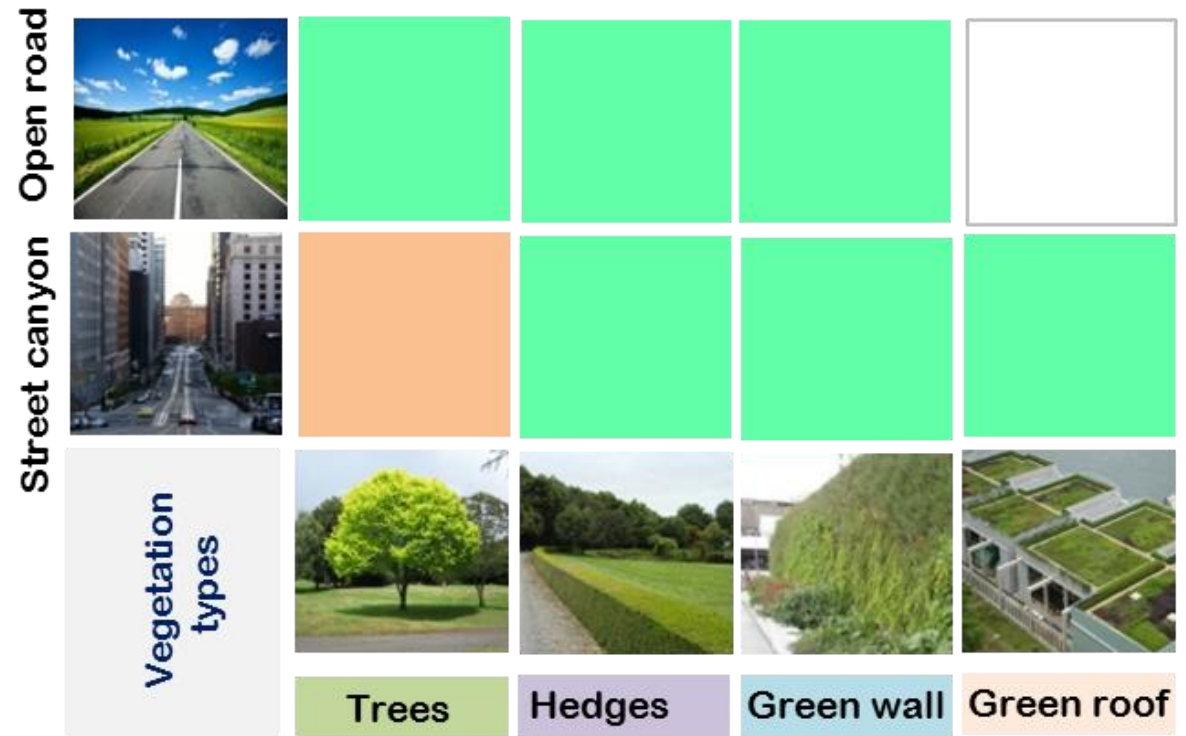


Via Marconi

Via Laura Bassi



Work led by Prof. P. KUMAR, University of Surrey



 Deterioration
  Improvement
  NA in Air Quality



## Risultati chiave

La maggior parte degli studi sugli **alberi** nei canyon di strade ha segnalato un **aumento del 27-96% della concentrazione di inquinanti!**

Le **siepi** hanno **migliorato la qualità dell'aria** nel canyon stradale **del 24-61%!**

**Siepi e alberi** nelle strade aperte hanno **ridotto le concentrazioni** di inquinanti **del 15-60%!**

Riduzione significativa degli inquinanti atmosferici grazie a:

- Pareti verdi:> 20%
- Tetti verdi:> 9%

### ***Raccomandazioni chiave***

Le siepi sono raccomandate sugli alberi negli ambienti di canyon di strada.

Progettazione corretta di siepi e alberi su strade aperte - per il 50% o più riduzioni.







[www.iscapeproject.eu](http://www.iscapeproject.eu)

# Quiz

<http://quiz.iscape.smartcitizen.me/>







[www.iscapeproject.eu](http://www.iscapeproject.eu)

*Grazie per l'attenzione!*

