



# *Inquinamento dell'aria e Citizen Science*



**PILLOLE ECOLOGICHE  
PER UN FUTURO SOSTENIBILE**

Mearelli Mario  
Legambiente Trieste  
mearelli@gmail.com

# PARLIAMO DI ....



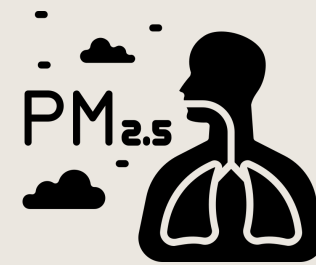
**Inquinato: significato**  
**Inquinamento dell'aria**



**Citize Scince**



Bioossido di azoto



Polveri sottili

## 1. Supporto alla Vita

Fornisce **ossigeno per la respirazione** (uomini, animali, piante)

Essenziale per la fotosintesi (CO<sub>2</sub> assorbita dalle piante)

## 2. Regolazione del Clima

Distribuisce il calore solare e **modera le temperature**

Trasporta l'umidità, influenzando il ciclo dell'acqua

## 3. Depurazione Naturale

**Diluisce e disperde gas e particelle inquinanti**

Piogge e venti aiutano a rimuovere contaminanti atmosferici

## 4. Cicli Biogeochimici

**Coinvolta nel ciclo del carbonio, azoto e ossigeno**

Favorisce lo scambio di gas tra organismi viventi e ambiente

## 5. Trasporto e Dispersione

**Diffonde semi, pollini e spore, favorendo la biodiversità**

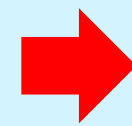
Permette la **migrazione degli uccelli** e la circolazione delle masse d'aria

# inquinamento

Dal latino tardo **in** e **quinare** (volg.: **cunire**) che significa “**evacuare**”

Dal riciclo  
di materiale organico

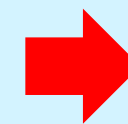
**Età antica e preindustriale**



**Rivoluzione industriale**

Sostanze sintetiche

Tossiche



Cambiamenti  
agricoltura



Industrializzazione



**Tipi di inquinamento**

- atmosferico;
- del suolo;
- radioattivo;
- acustico;
- termico;
- luminoso;
- elettromagnetic

**CIVILTÀ DELLA MUCCA**



# *noi e l'inquinamento*



Alcuna o **scarsa percezione del problema**

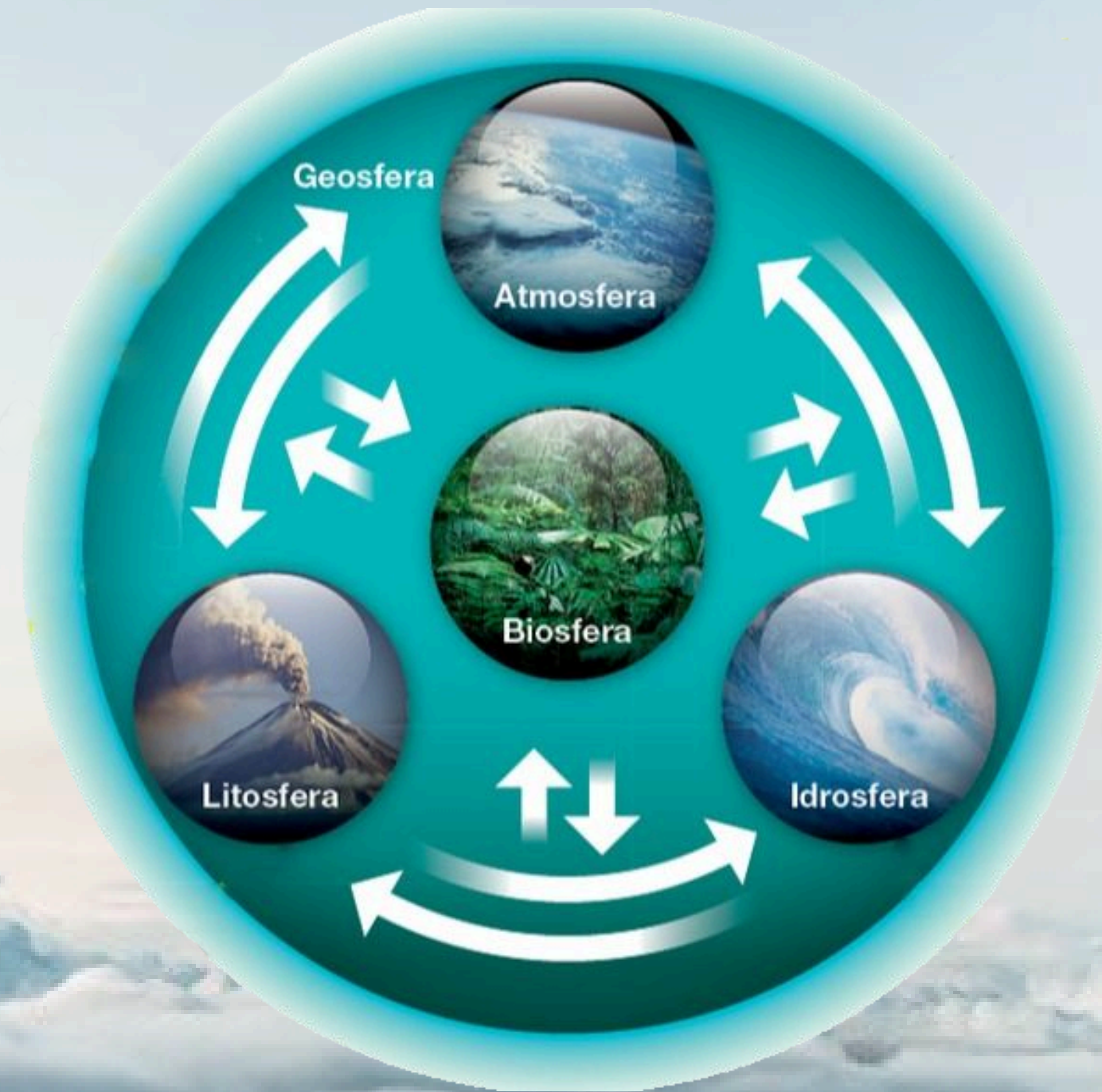
Atteggiamento **fatalistico**

Assenza di **reazioni**

L'**inquinamento è comune** e diffuso

Non posso **farci niente**

# 4 comparti interagenti in unico sistema



Interazioni sistemiche  
fra i 4 comparti

# Inquinamento: per mettere tutti d'accordo



*Trasformazioni di una risorsa*

*che dopo il suo uso*

*subisce modificazioni*

*tali da renderne impossibile il riuso*

**E' importante la salute, ma c'è altro**





# Effetti dell'inquinamento dell'aria

## 1. Effetti sulla salute umana

- Problemi **respiratori** (asma, bronchiti, enfisema) a causa di polveri sottili (PM10, PM2.5) e gas tossici (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>).
- Malattie **cardiovascolari** dovute all'esposizione prolungata agli inquinanti atmosferici.
- Disturbi **neurologici** legati alla contaminazione da metalli pesanti (piombo, mercurio).
- **Cancro** provocato da sostanze tossiche come il benzene e le diossine.

## 2. Effetti sull'ambiente

- **Cambiamenti climatici** dovuti all'aumento dei gas serra (CO<sub>2</sub>, metano).
- **Piogge acide**, che danneggiano suolo, foreste e monumenti.
- Perdita di **biodiversità** causata dalla distruzione degli habitat naturali.
- **Contaminazione dell'acqua** per sversamenti industriali e agricoli (nitrati, pesticidi).
- **Degrado del suolo**, che compromette l'agricoltura e la sicurezza alimentare.

## 3. Effetti economici e sociali

- **Costi sanitari** elevati per il trattamento delle malattie legate all'inquinamento.
- **Danni all'agricoltura** per contaminazione del suolo e acidificazione dell'acqua.
- Perdite nel **turismo** per il degrado ambientale e l'inquinamento visivo.
- **Impatto sulle infrastrutture** (corrosione di edifici e monumenti storici).

# Inquinato - naturale a confronto non e' solo un fatto estetico (difesa del bello)



# Inquinamento e risorse

## Principali cause di inquinamento dell'aria legate alle risorse naturali:

**1. Combustibili fossili:** L'estrazione e la combustione di petrolio, carbone e gas naturale sono le principali fonti di emissioni di gas serra e inquinanti atmosferici

**2. Deforestazione:** La distruzione delle foreste riduce la capacità della natura di assorbire CO<sub>2</sub>, aumentando la concentrazione di gas serra nell'aria

**3. Industria e produzione:** Processi industriali, come la produzione di cemento e acciaio, emettono grandi quantità di inquinanti

**4. Agricoltura intensiva:** L'uso di fertilizzanti e pesticidi libera nell'aria ammoniacca (NH<sub>3</sub>) e altri composti dannosi

**5. Trasporti:** Automobili, aerei e navi bruciano carburanti fossili, rilasciando gas nocivi e particolato.

**6. Riscaldamento**

## Effetti dell'inquinamento atmosferico:

- **Salute umana:** Problemi respiratori, malattie cardiovascolari e aumento del rischio di tumori.
- **Cambiamento climatico:** Il riscaldamento globale è accelerato dalle emissioni di gas serra.
- **Acidificazione del suolo e delle acque:** La pioggia acida danneggia ecosistemi e colture.
- **Perdita di biodiversità:** L'inquinamento atmosferico danneggia piante e animali

# di che cosa dobbiamo preoccuparci oltre che della salute



- **che cosa accade se si inquina una risorsa naturale**
- **la risorsa inquinata è sempre disponibile ?**
- **la risorsa inquinata si rinnova ?**

---

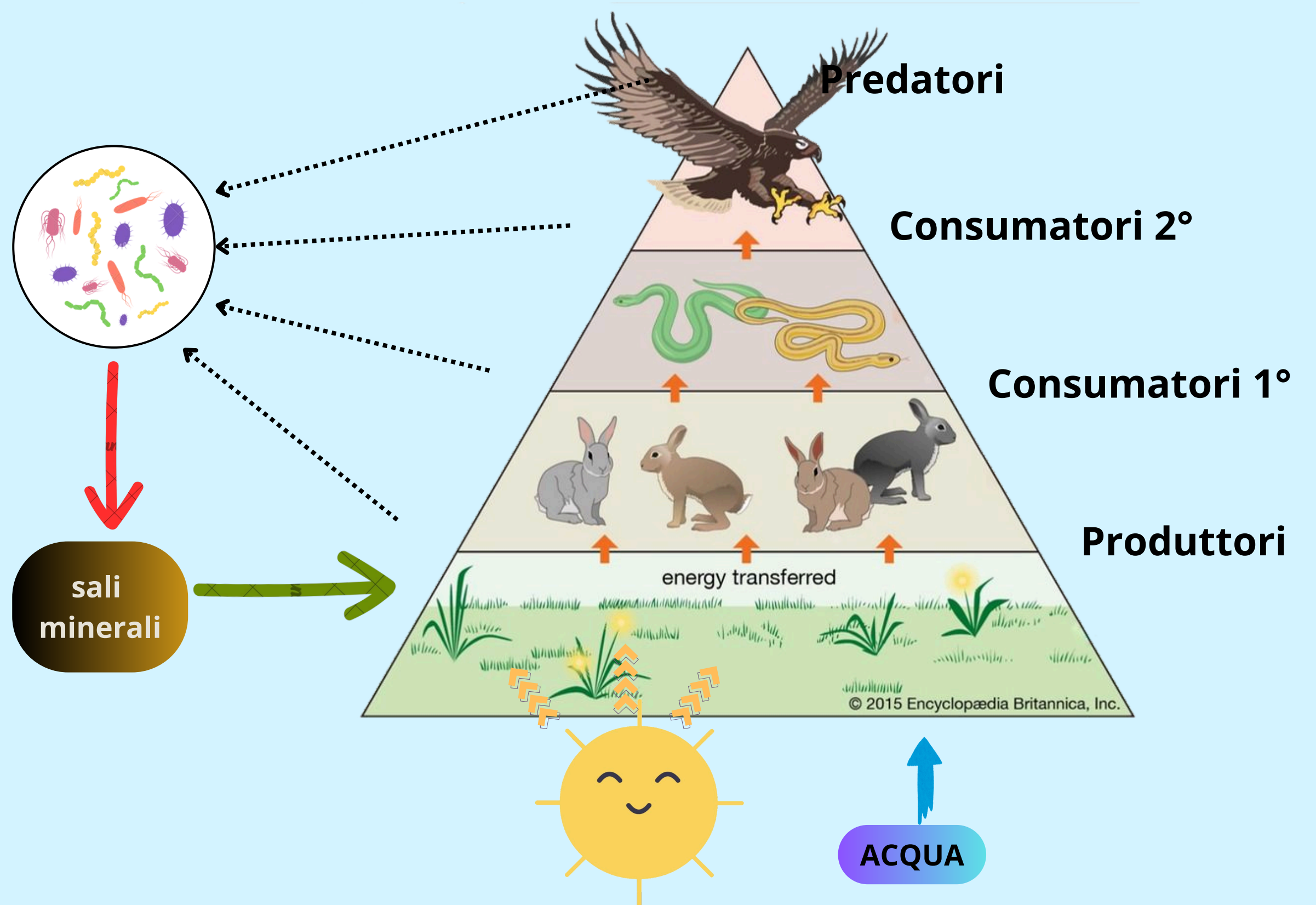
**Conservare, conservare e conservare**

# Funzionamento naturale



**remember**

Aria, acqua, suolo e biosfera sono interconnessi fra loro. Qualunque alterazione, che colpisce uno dei comparti, può avere ripercussioni profonde sugli altri



# Esempi di trasferimento di inquinanti dall'aria



**Trieste: Ferriera di Servola (inquinamento giardini pubblici)**



**Chernobyl: fusione del nocciolo di uno dei reattori**

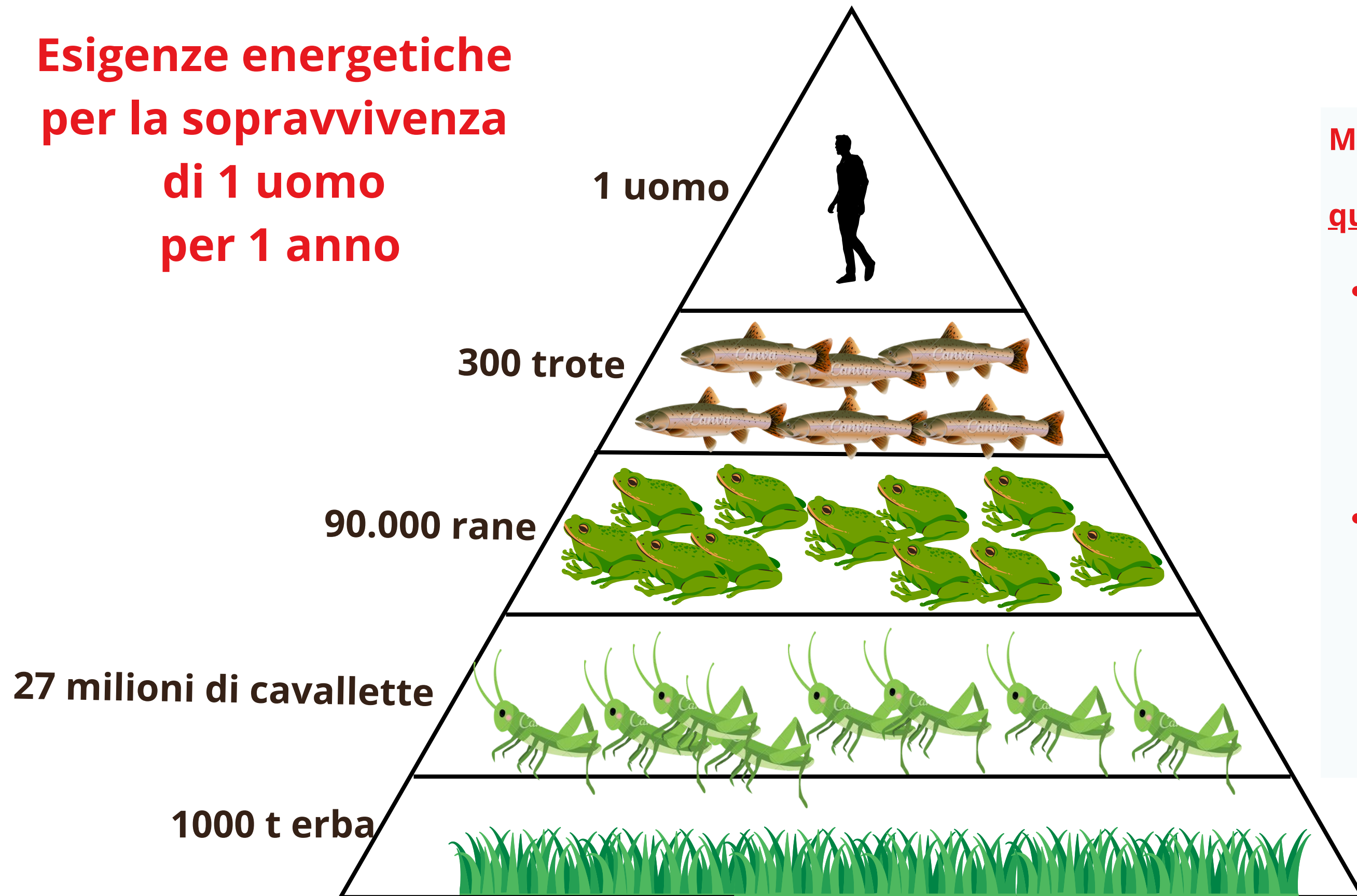


**Acqua all'Atrazina: inquinamento dei pozzi per effetto dei trattamenti per il controllo delle erbe infestanti nelle risaie**

-----

# Importanza della conservazione dell'energia

**Esigenze energetiche  
per la sopravvivenza  
di 1 uomo  
per 1 anno**



**Miller:**

quando la preda viene divorata

- circa 80-90% dell'energia consumata viene dissipata sotto varie forme
- solo il 10-20% di quella ottenuta dall'animale divorato rimane nel tessuto del predatore per essere trasferita allo stadio successivo

# Principi ecologici applicata all'inquinamento dell'aria

Analizziamo un caso semplice:

Conseguenze derivanti dal combustione di legna

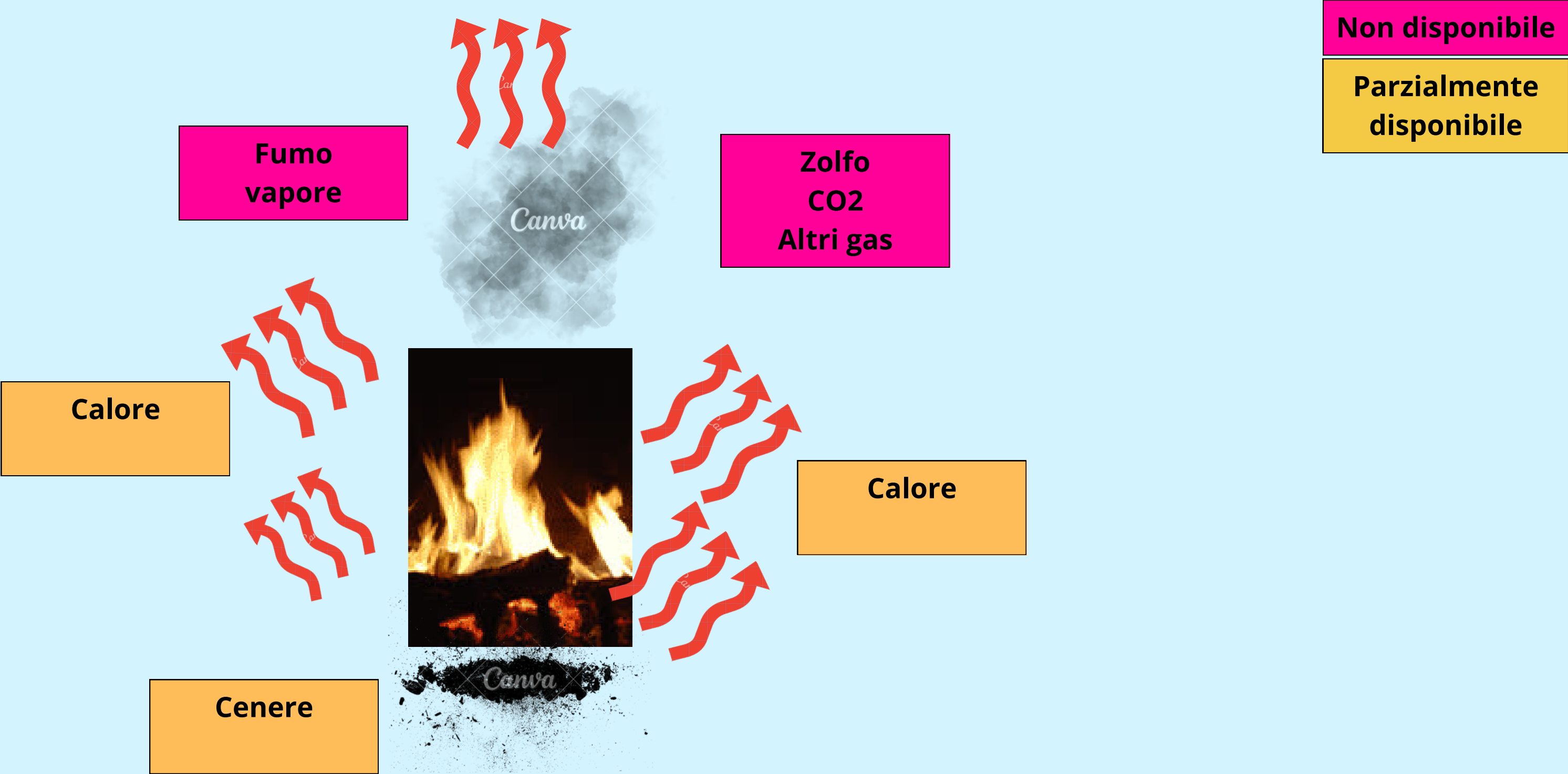


NB

- 1 - I pezzi di legno **contengono materia ed energia**
- 2 - Materia ed energia **sono disponibili** per l'uso
- 3 - Nella **combustione** materia ed energia **subiscono trasformazioni**
- 4 - Le **trasformazioni comportano perdita di materia ed energia** (non saranno più disponibili)



# Trasformazioni fondamentali



# Conseguenze della indisponibilità di materia ed energia

Tutti i residui della combustione  
Finiscono nell'ambiente e non saranno più disponibili



**indisponibilità**  
=  
**inquinamento**



per capire cosa accade

**ci aiuta la termodinamica**



# Attenzione alla termodinamica

## 1° principio

- Il contenuto totale di energia dell'universo è **costante**
- L'energia totale, fissata fin dall'inizio, **rimarrà la stessa** fino alla fine
- Tutto ciò che viene costruito o sintetizzato, dall'uomo o da altri, nel corso del tempo, costituisce solo una **trasformazione**



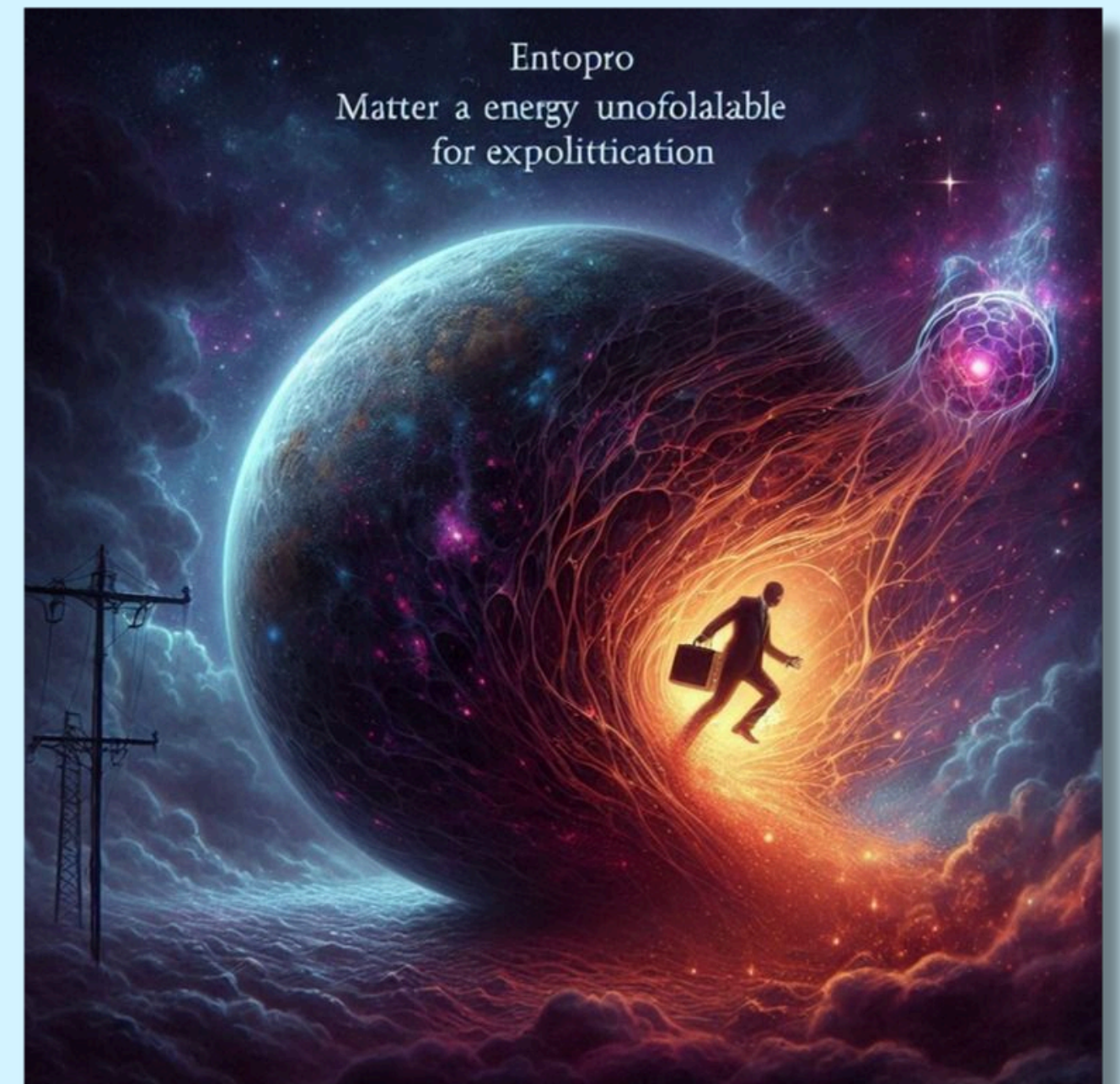
# Attenzione alla termodinamica

## 2° principio

**PERDITA**

=

**ENTROPIA**



# ENTROPIA

**ENTROPIA** --- è una funzione di stato di un sistema in equilibrio termodinamico

che quantificando l'indisponibilità di un sistema a produrre lavoro

**ENTROPIA** --- aumenta quando un sistema passa da uno stato di equilibrio

ordinato ad uno disordinato

**ENTROPIA** --- misura dell'energia decaduta

## Termodinamica

studia gli scambi di energia, tra il **sistema** e l'**ambiente**, che si verificano durante una trasformazione (fisica o chimica), allo scopo di individuare le **condizioni di equilibrio** o di spontanea evoluzione del sistema stesso

# ENTROPIA

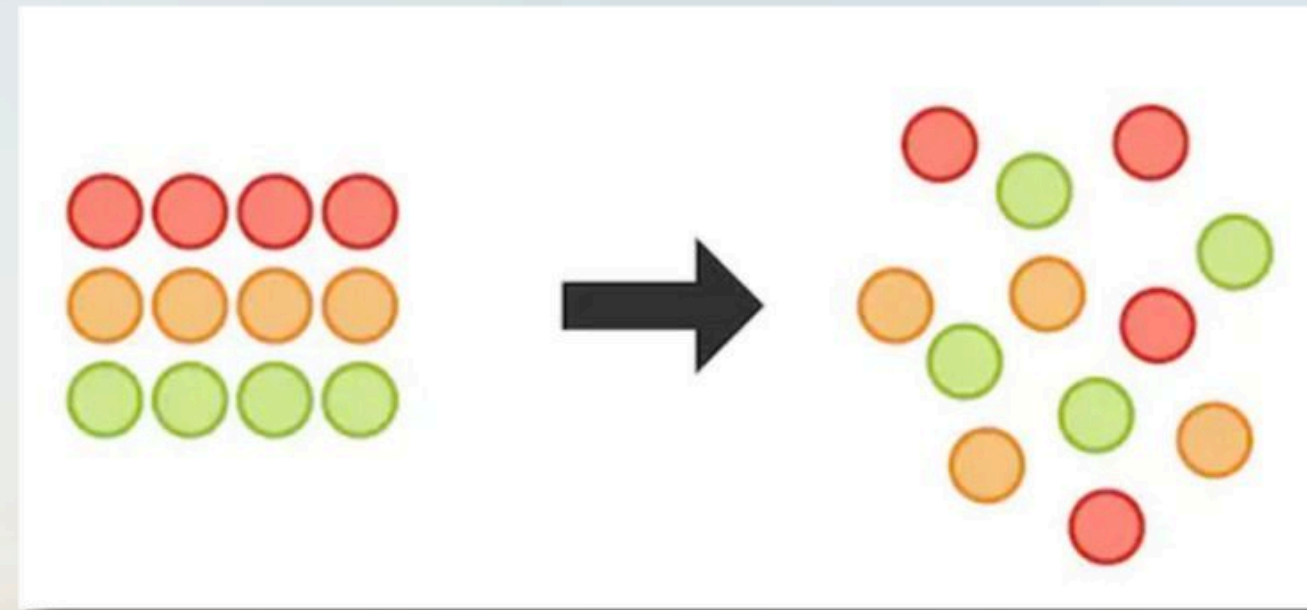
Bassa entropia  
**Ordine**



Amb. Naturale



**Stabilità**



Alta entropia  
**Disordine**



Inquinamento



**Instabilità**

# Inquinamento dell'aria



# INQUINANTI

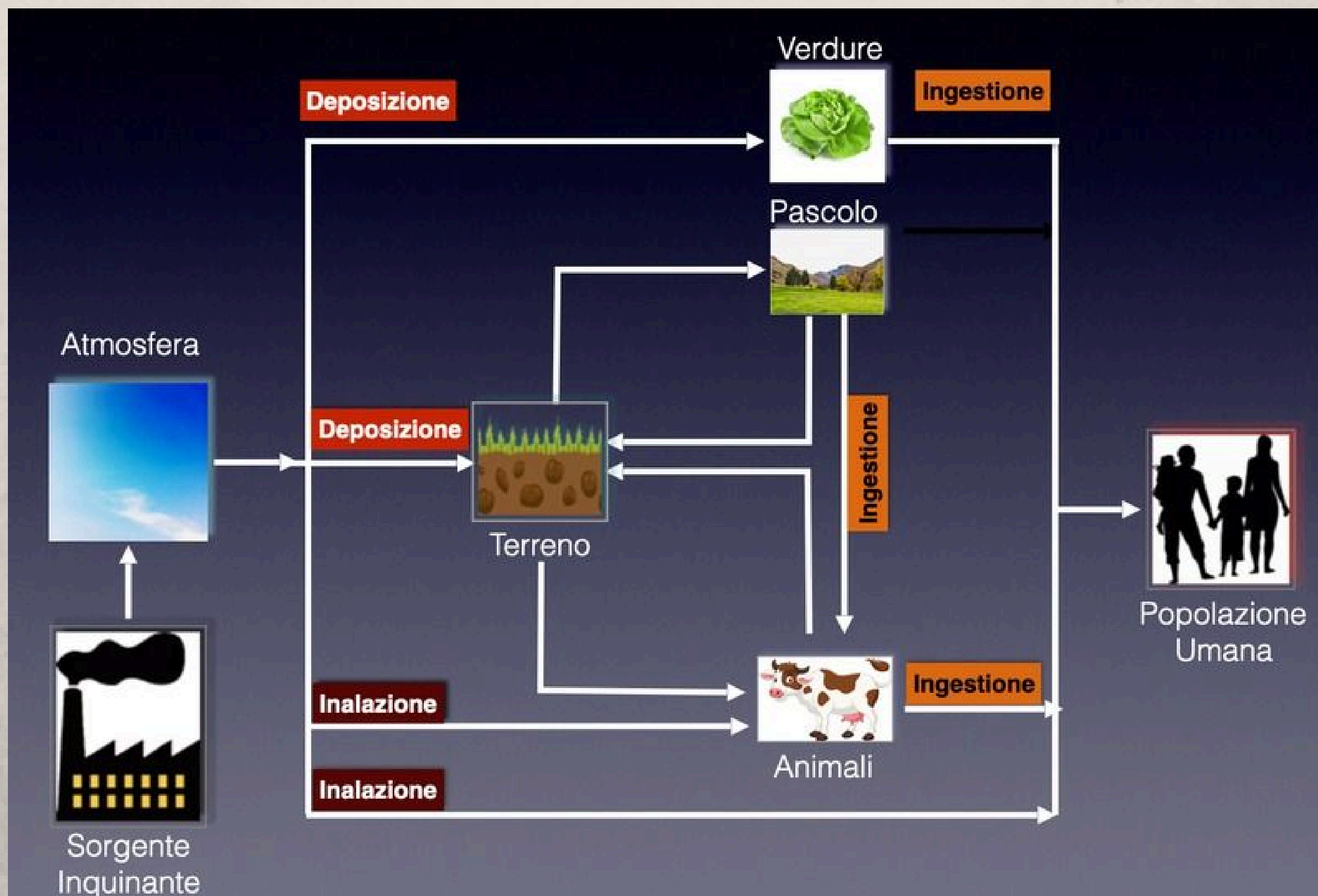
- **Primari:** emessi direttamente in atmosfera tali e quali senza subire modificazioni dopo il loro rilascio  
deriva dal rilascio di sostanze o particelle prodotte dal comparto
- **Secondari:** si formano in atmosfera tramite reazioni chimiche tra varie sostanze presenti (inquinanti primari oppure no); la formazione di ozono nello smog è un esempio di inquinante secondario. altro esempio l'NO<sub>2</sub> che si forma dalla reazione di azoto e ossigeni che avviene ad alte temperature



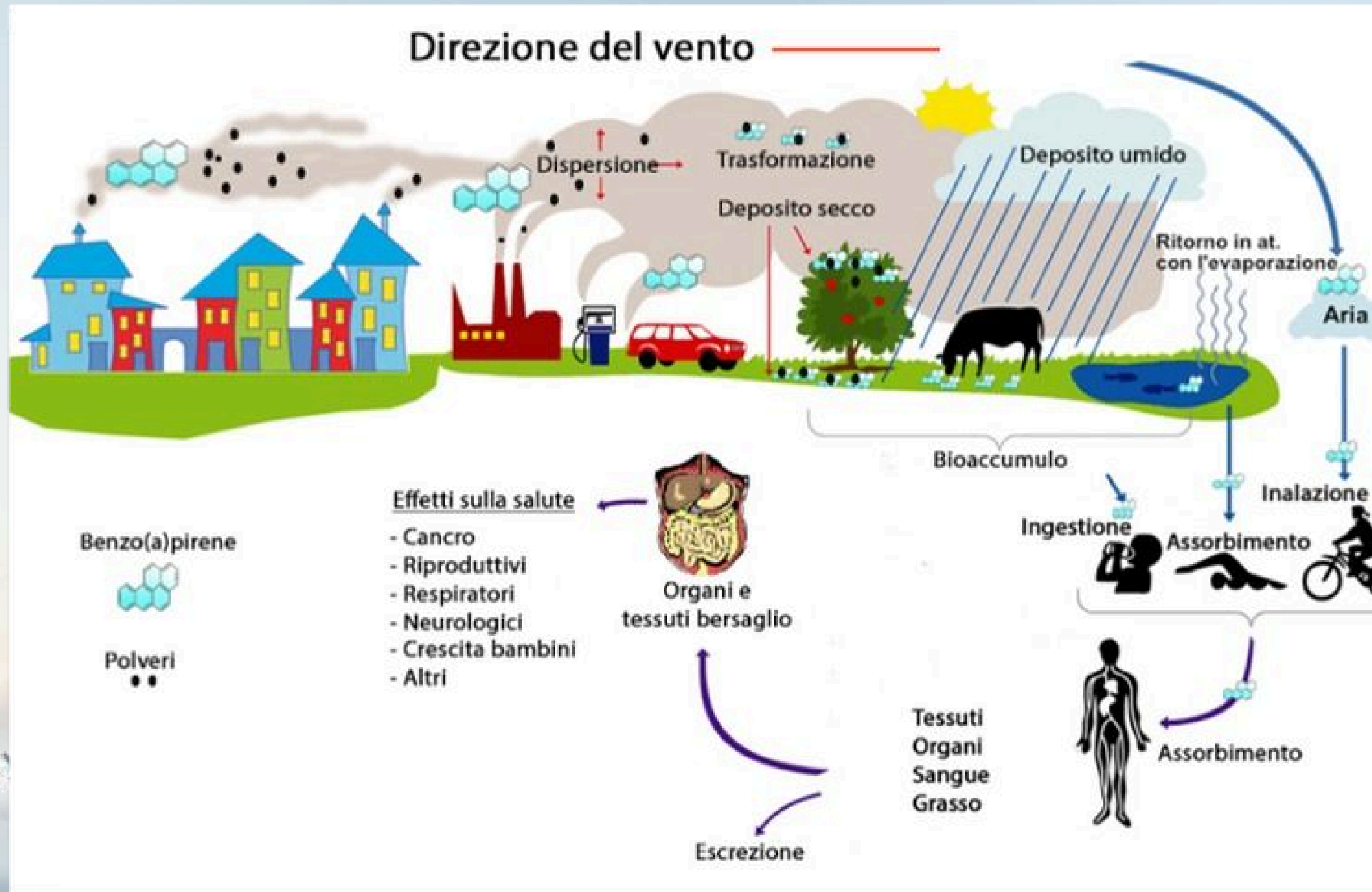
# Diffusione degli inquinanti



# INQUINANTI DELL'ARIA: EMISSIONE E BERSAGLI



# TRASFERIMENTO DEGLI INQUINANTI NELL'AMBIENTE IL CASO BENZO(A)PIRENE



# IL Benzo(a)pirene nei giardini pubblici di Trieste



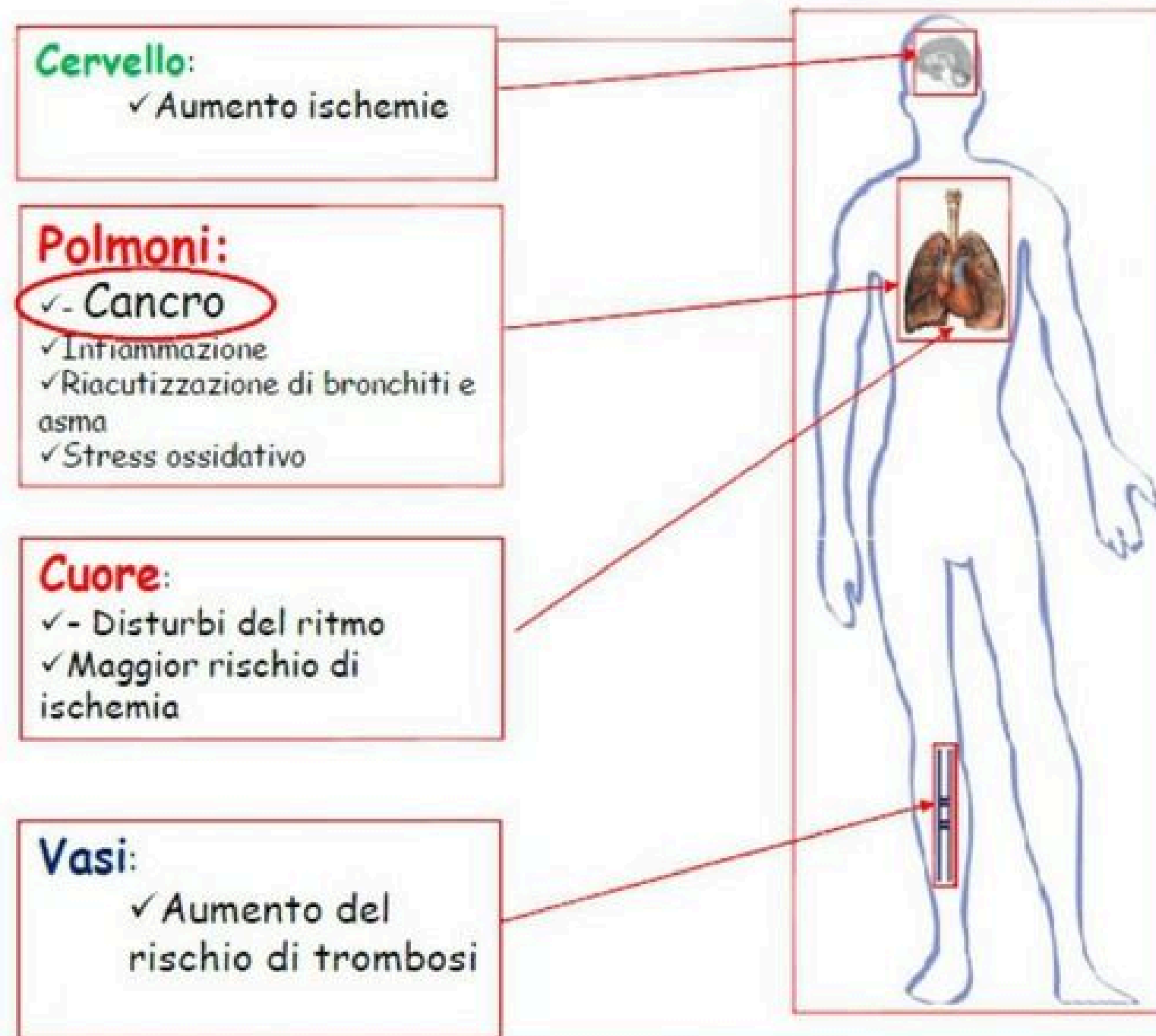
# Concludendo

## Inquinare l'aria non è sostenibile:

- Per la **stabilità degli ecosistemi**
- Per la **stabilità del sistema climatico**
- Per la **salute umana**
- Per la **conservazione delle risorse naturali**
- Per la **conservazione delle risorse alimentari**
- .....

# Polveri sottili

Un ottimo tracciante dell'inquinamento dell'aria



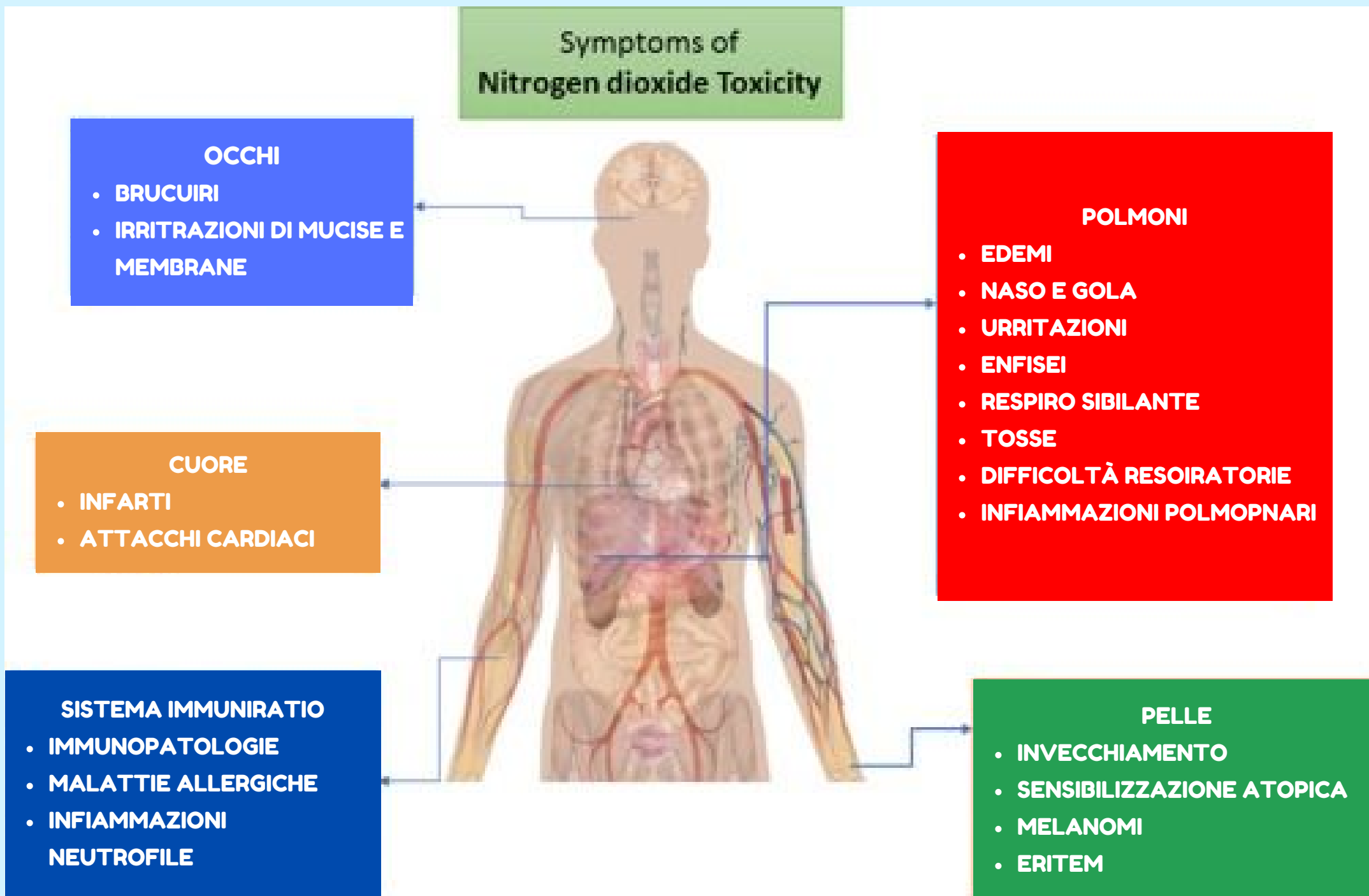
**MORTALITÀ  
UE/ANNO  
= 330.000**

**MORTALITÀ  
ITA/ANNI  
= 53.000**

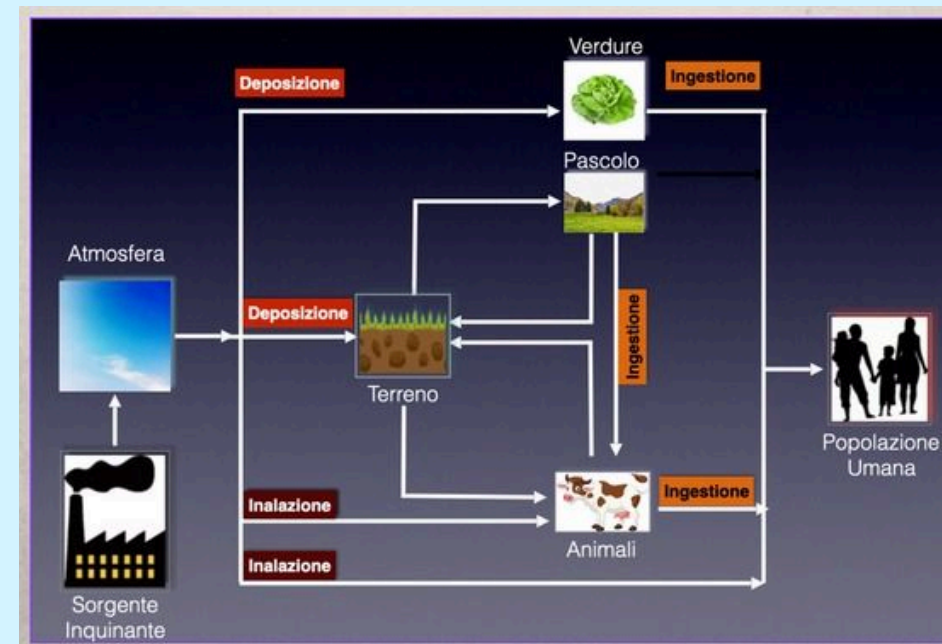
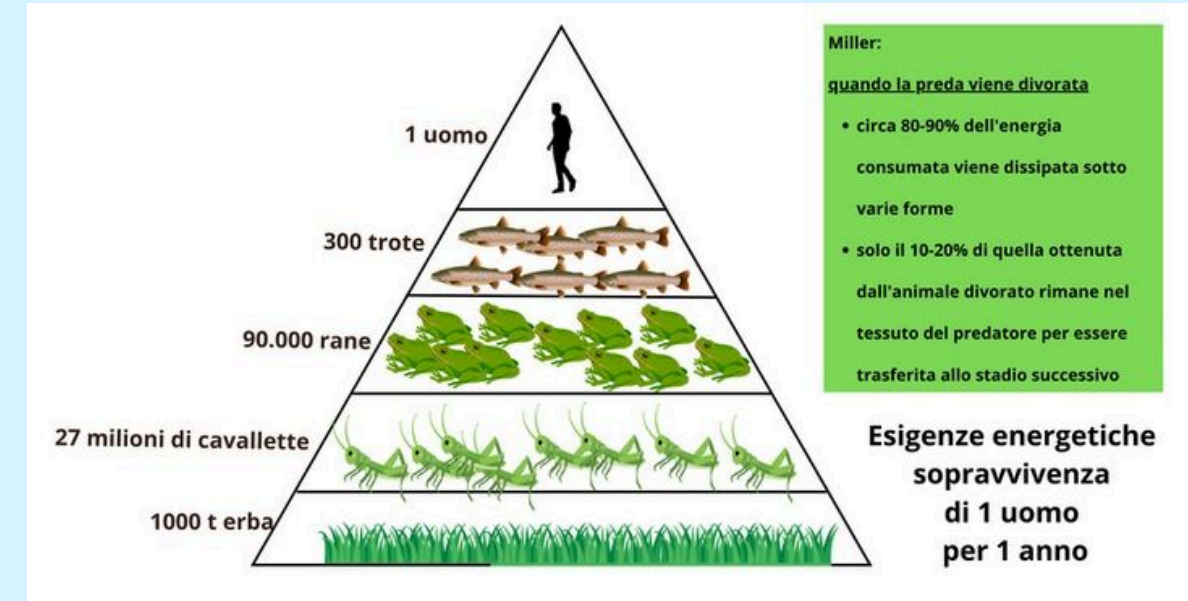
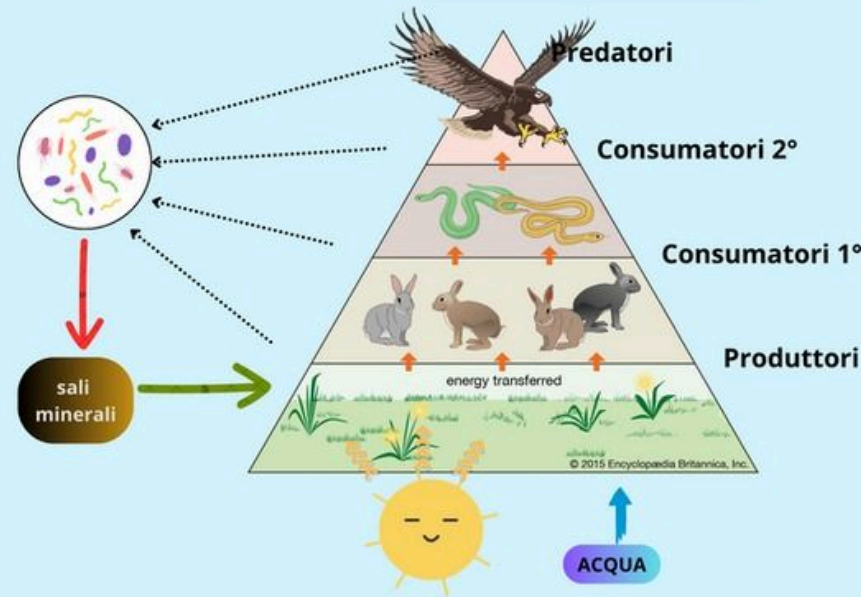
**Cittadini europei esposti al PM-2,5 perdono in media circa 9 mesi di vita (EEA, 2011)**



# Biossidi di azoto



# Attenzione a .....



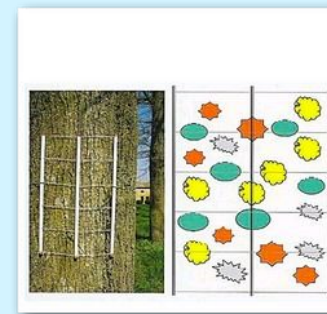
Il quadro di insieme per definire l'inquinamento è completo



# Sistemi di analisi e controllo

Laboratori di analisi istituzionale (ARPA)  
(analisi fisiche, fisico-chimiche e chimiche)

Indicatori biologici e mappaggio  
Biodiversità lichenica



IBL

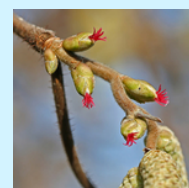
Citize Science



polveri sottili



Monitoraggio NO2 con espositori passivi



Monitoraggio cambiamenti  
climatici  
mediante controlli fenologici

# **Curare l'ambiente per il benessere e la salute per la stabilità dell'ambiente**





# Citizen Science

## La scienza dei cittadini

**COMPLESSO DI ATTIVITÀ COLLEGATE  
AD UNA RICERCA SCIENTIFICA A CUI  
PARTECIPANO SEMPLICI CITTADINI  
DILETTANTI (CITIZEN SCIENTIST)**



**PIATTAFORME ES**

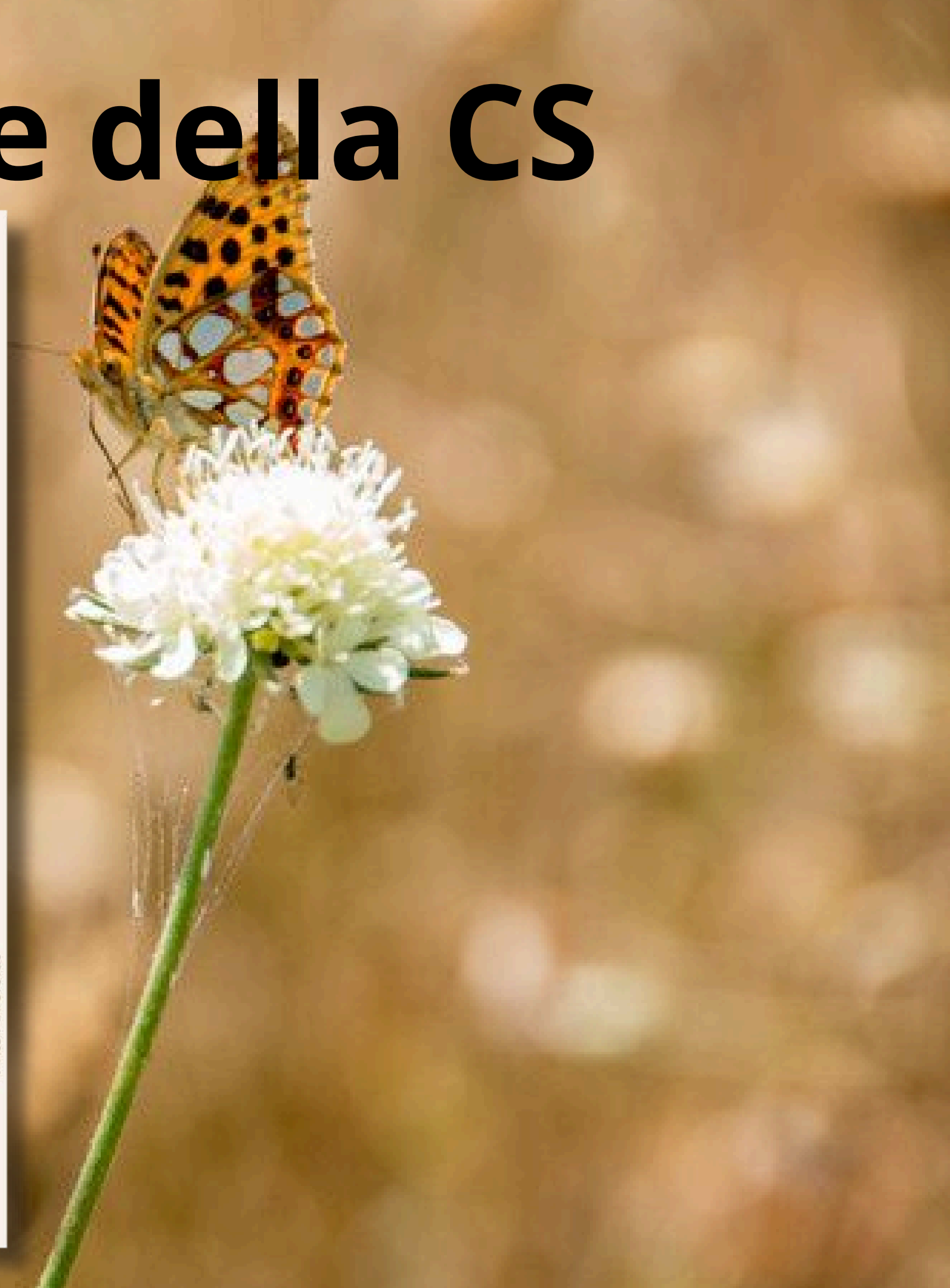
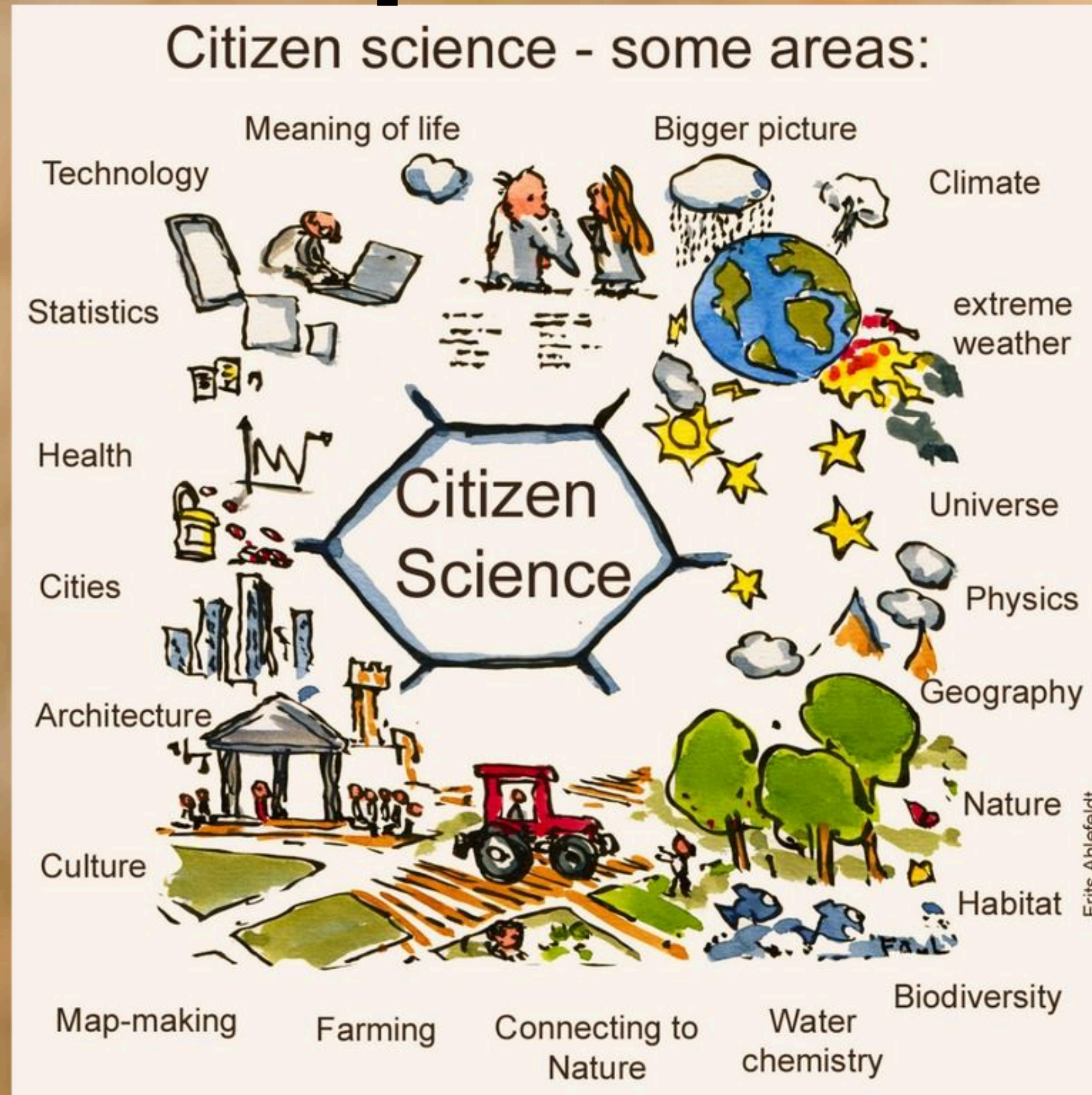
[EU-CITIZEN.SCIENCE](https://eu-citizen.science)

[ADVENTURE SCIENTISTS](https://adventure-scientists.com)

[SCISTARTER](https://scistarter.com)

[CSI: CITIZEN SCIENCE ITALIA](https://citizen-science-italia.org)

# Campi di azione della CS



# La CS promossa da



## Inquinamento dell'aria



### Polveri sottili



### Biossido di azoto



# Polveri sottili

## Limiti di accettabilità

	Norme <b>Italia ed Europa</b>	Raccomandazioni <b>OMS</b>
<b>PM2.5</b> limite annuale	25 µg/mc	10 µg/mc
<b>PM2.5</b> limite giornaliero	—	25 µg/mc
<b>PM10</b> limite annuale	40 µg/mc	20 µg/mc
<b>PM10</b> limite giornaliero	50 µg/mc (massimo 35 giorni all'anno)	50 µg/mc (massimo 3 giorni all'anno)



# Polveri sottili

## Costruzione di una centralina



Luftdaten Lab  
Sensor Community  
Stoccarda

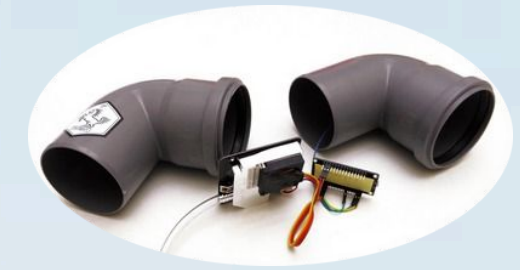
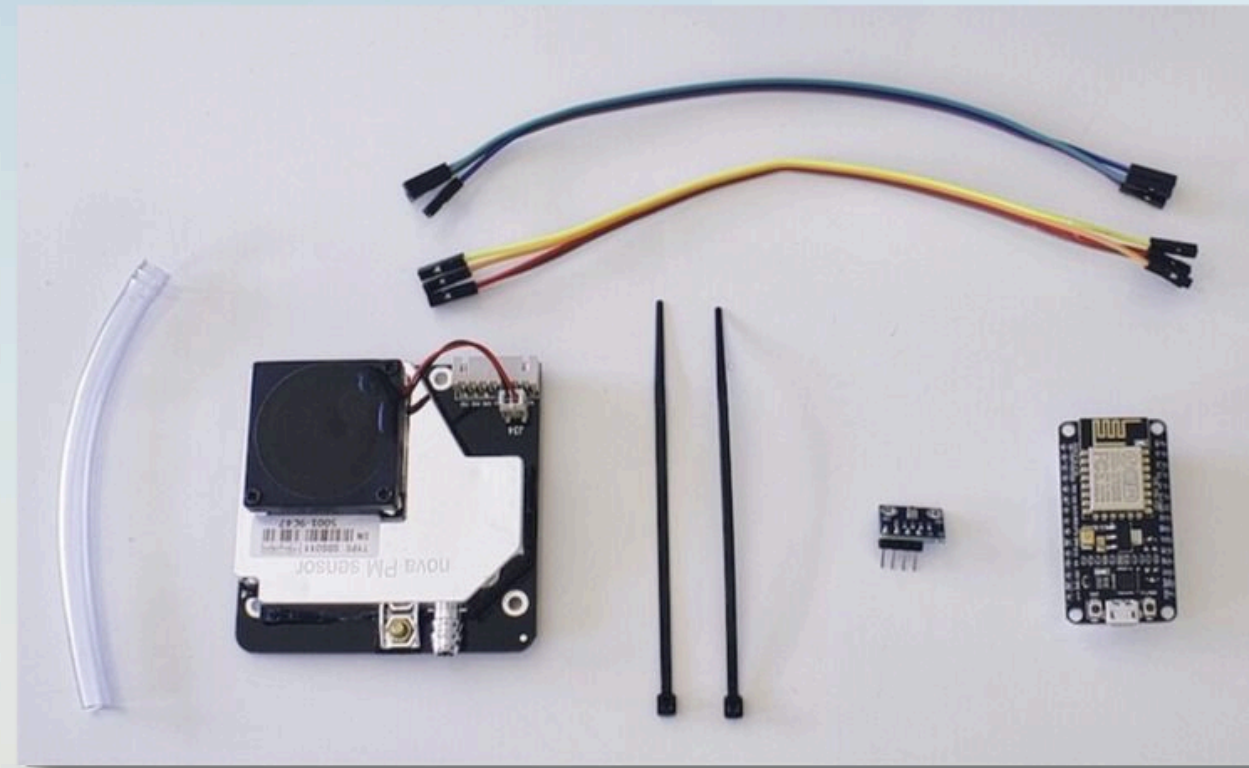
STOCCARDA

LUFTDATEN

Sensore polveri sottili

Microprocessore

Sensore s temperatura dell'aria e dell'umidità relativa



Spesa per la realizzazione  
circa 40 €

**SENSORI ATTIVI NEL MONDO (76 NAZIONI) 13476**

**PARAMETRI RILEVATI**

TEMPERATURA ARIA, UMIDITÀ RELATIVA, PM10, PM2.5 PM1

**FREQUENZA**

OGNI 2-5 MINUTI (576 DATI AL GIORNO)

**GESTIONE DATI**

SERVER DEDICATO A STOCCARDA

# Il funzionamento della centralina





# Polveri sottili

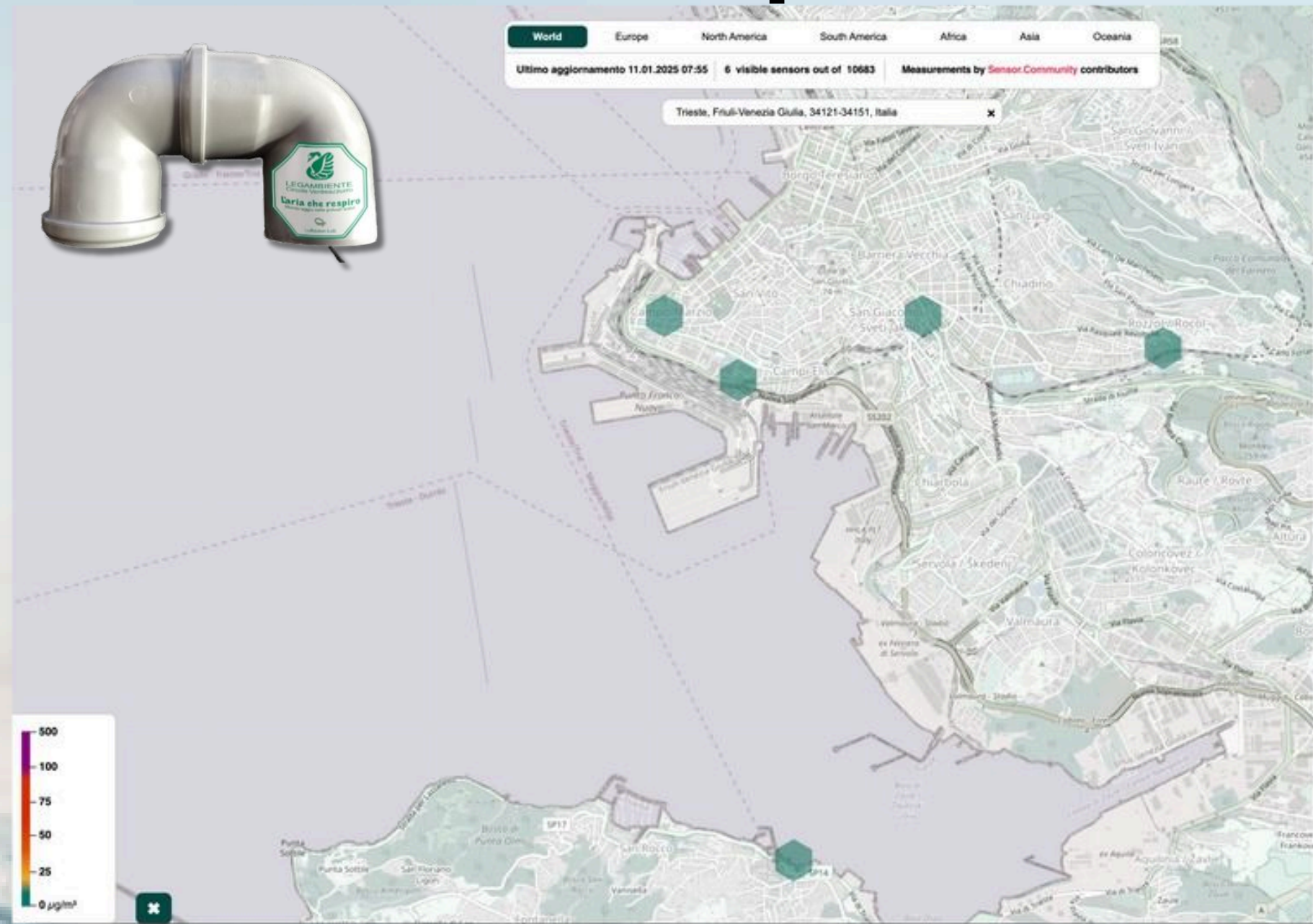
## Dati in tempo reale



QUESTA SCUOLA FA PARTE DELLA RETE DEI LABORATORI LUFTDATEN CHE PROMUOVE LA REALIZZAZIONE DI CENTRALINE PER IL MONITORAGGIO DELLE POLVERI SOTTILI. SI TRATTA DI UN PROGETTO LOW COST PREDISPOSTO DA OK LAB STUTTART, GRUPPO CHE LAVORA SU TRASPARENZA, DATI APERTI, TECNOLOGIA CIVICA, CONDIVISIONE DATI E PROGETTI DI CITIZEN SCIENCE.

L'ATTIVITA' DEL LABORATORIO E' BASATA SULLO SCAMBIO DI CONOSCENZE TRA STUDENTI DELLA STESSA ETÀ (PEER TUTORING).

Trieste, giugno 2024



Attività promossa nelle scuole

Il Luftaden Lab della scuola  
Stock di Trieste

# Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)

previsti dal D.Lgs.155/2010

- media oraria di 200 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
- media annua di 40 µg/m<sup>3</sup>

Valori di riferimento OMS

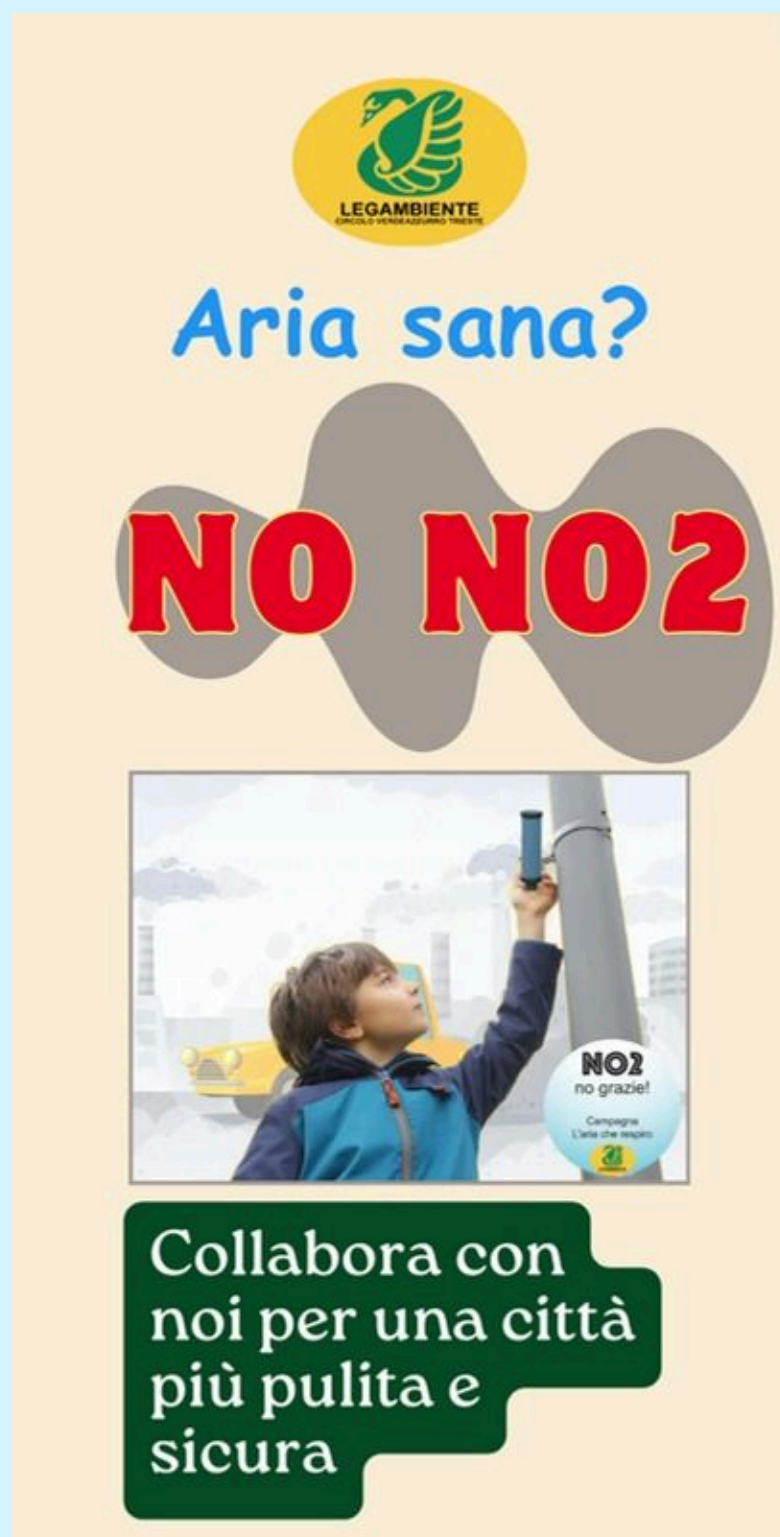
- media giornaliera di 25 µg/m<sup>3</sup>
- media oraria di 10 µg/m<sup>3</sup>

EU 2030


- media annuale 20 µg/m<sup>3</sup>
- media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 18 volte in un anno



# Monitoraggio del Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



LEGAMBIENTE  
Aria sana?  
**NO NO<sub>2</sub>**



NO<sub>2</sub>  
no grazie!  
Campagna  
L'aria che respiri

Collabora con  
noi per una città  
più pulita e  
sicura



Radielli



Tubi passivi di  
Palmes



- Campagna basata sull'uso di espositori passivi (Radielli, tubi di Palmes).
- Gestiti direttamente da soci e simpatizzanti
- Esposizione nei luoghi di vita vissuta
- Esposizione da 2 a 4 settimane
- Analisi da parte di laboratori certificati

# Risultati nov-dic 2024

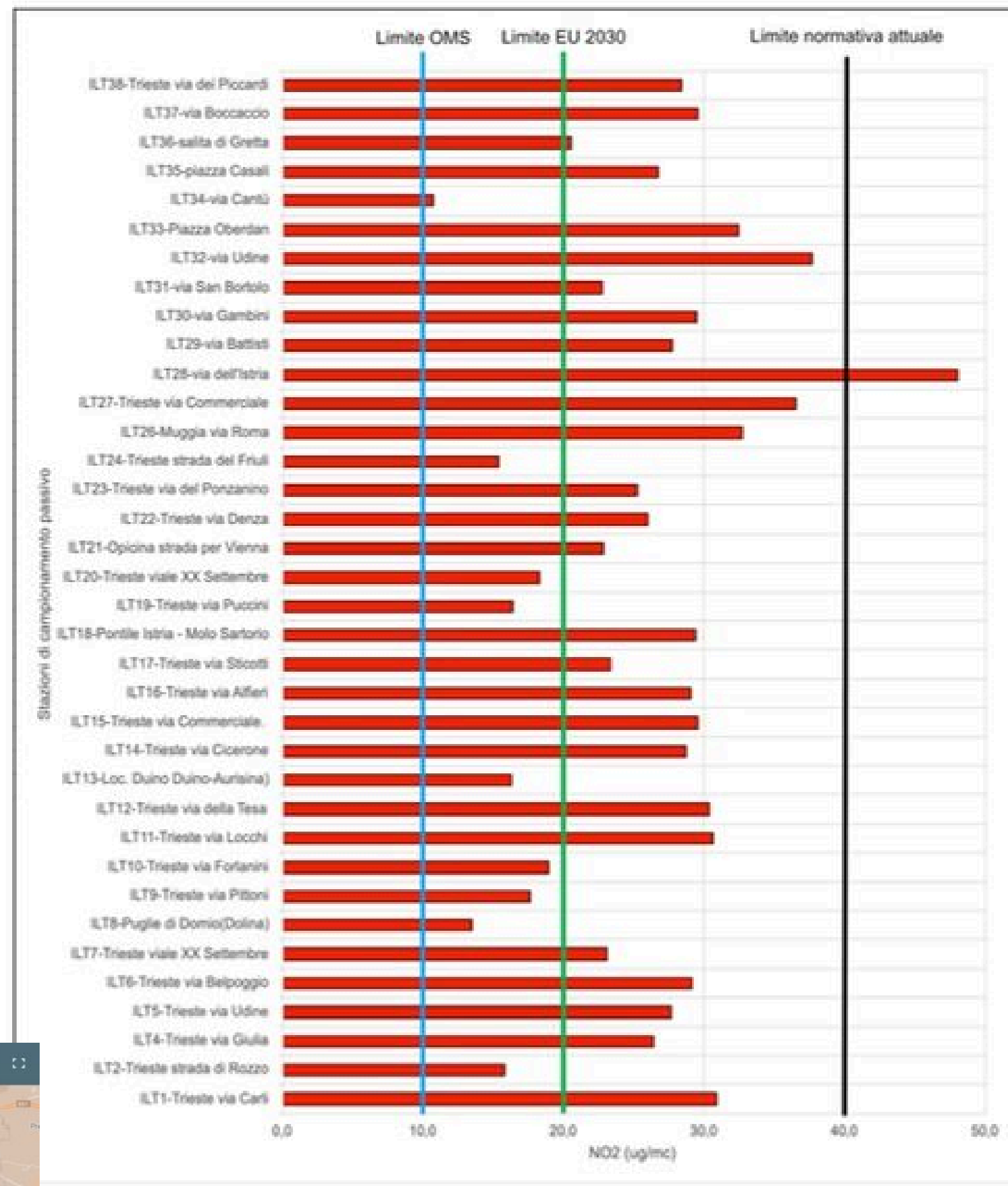
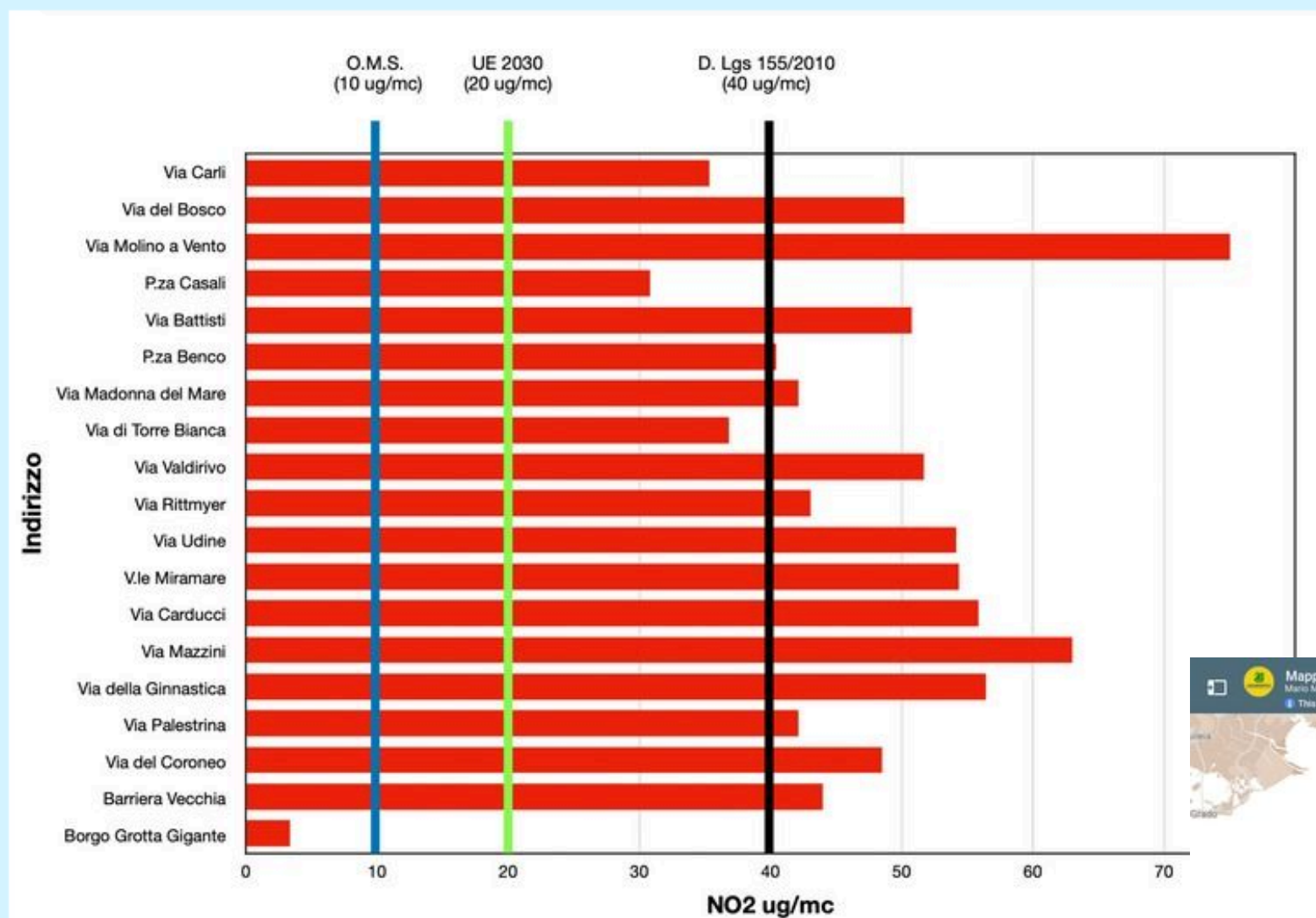


## CAMPAGNE MONITORAGGIO NO2

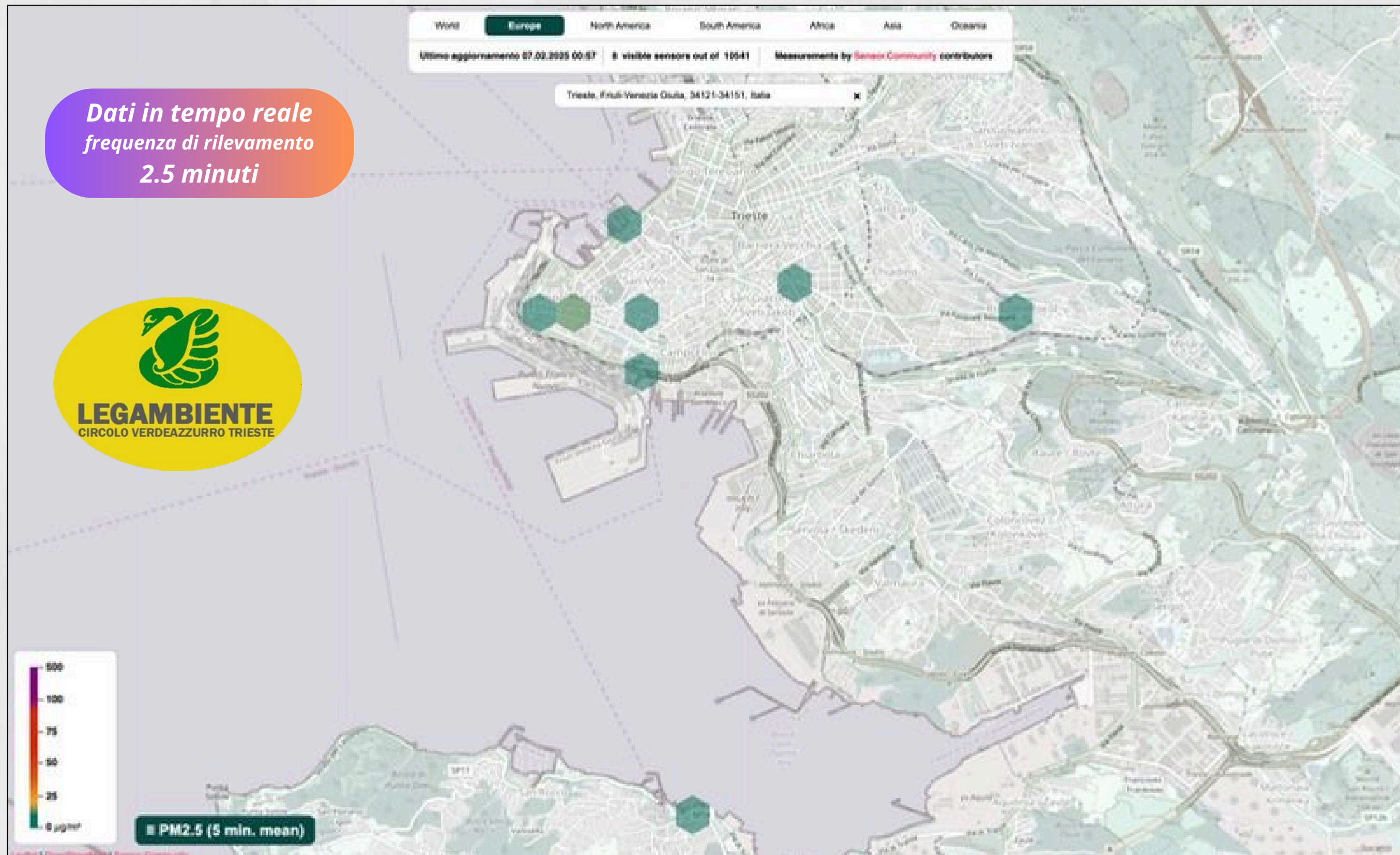


55 punti analisi  
espositori passivi

# Risultati marzo 2024



# Polveri sottili: Centraline Luftdaten



# E infine .....

Un piccolo test per stabilire a che tipo di società apparteniamo

*Sprecone!*



*Tradizionalista!*

*Buddista!*

*Efficiente!*

# LO "SVILUPPOMETRO"

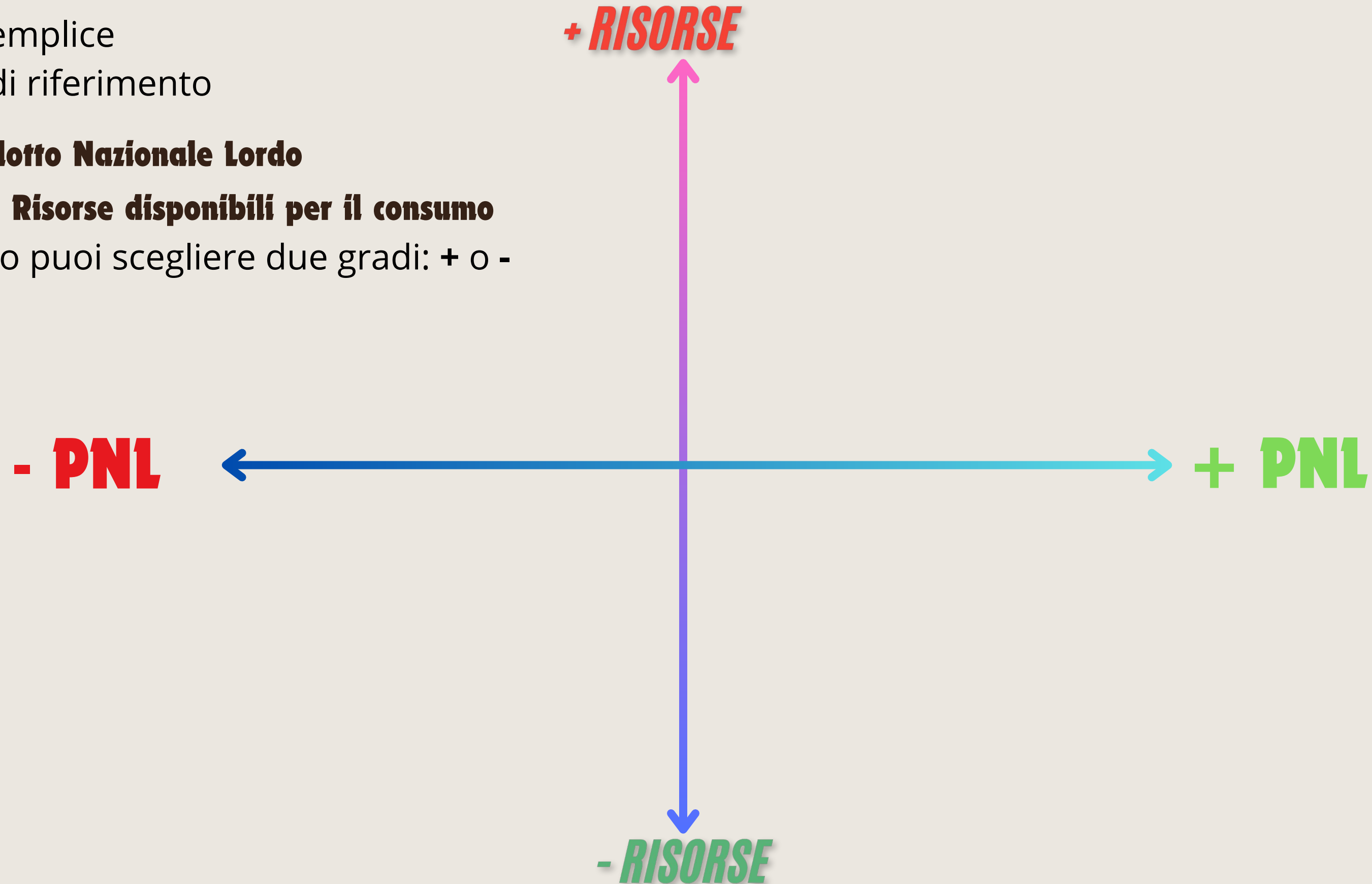
per chiarire chi vuoi essere

E' molto semplice  
2 termini di riferimento

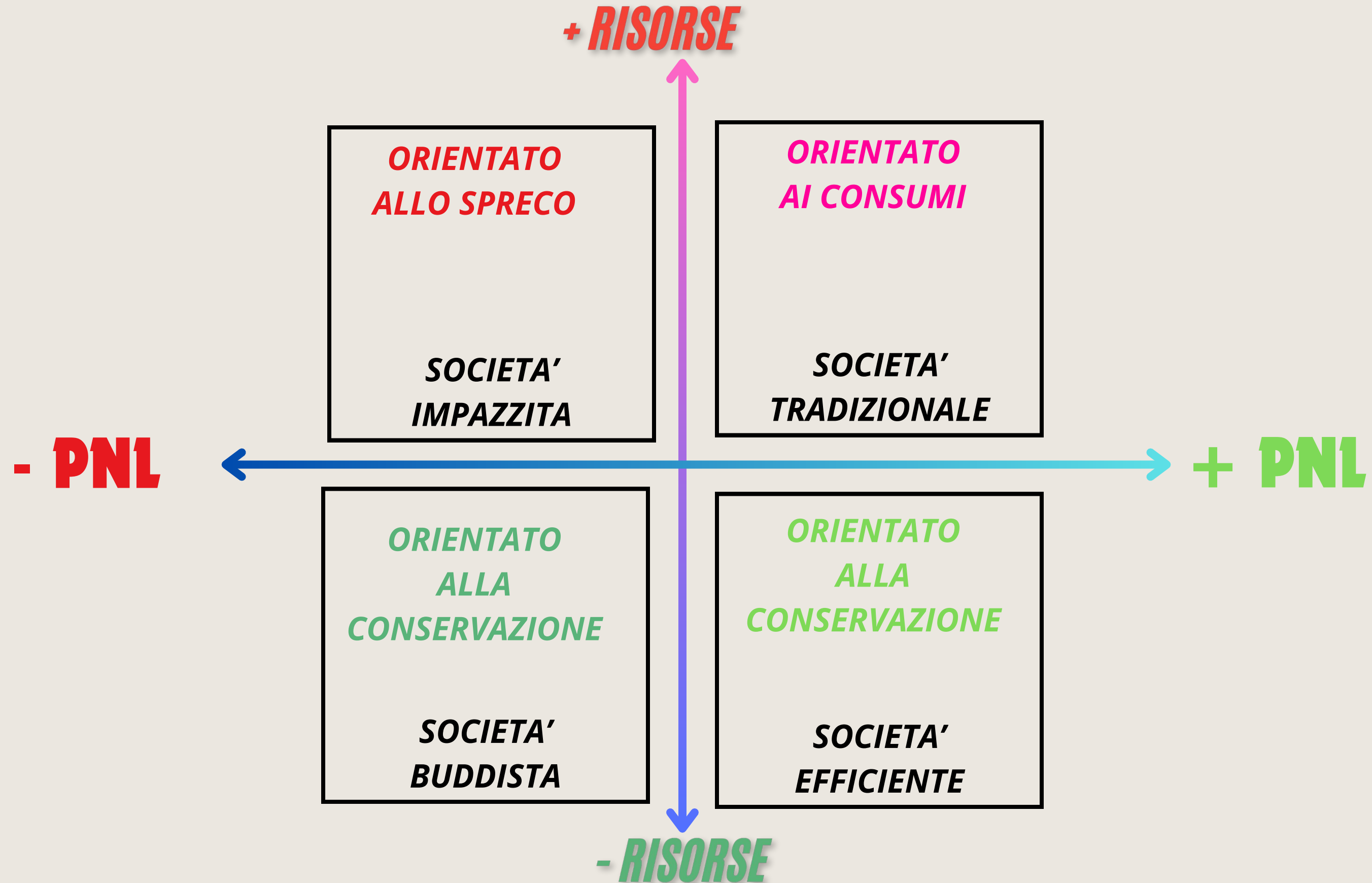
**PNL = Prodotto Nazionale Lordo**

**RISORSE = Risorse disponibili per il consumo**

Per ognuno puoi scegliere due gradi: + o -



# LO "SVILUPPOMETRO"





# A voi la scelta





RINGRAZIA  
PER L'ATTENZIONE



**Legambiente Trieste**  
**Circolo Verdeazzurro**

*tel. 366-3430369*

*info@legambientetrieste.it*

*<https://www.legambientetrieste.it/>*

*<https://verdeazzurro.altervista.org/>*

*<https://www.facebook.com/legambiente.trieste/>*

**Mario Mearelli**  
**Legambiente Trieste**  
**mearelli@gmail.com**