



**POLITECNICO
DI MILANO**

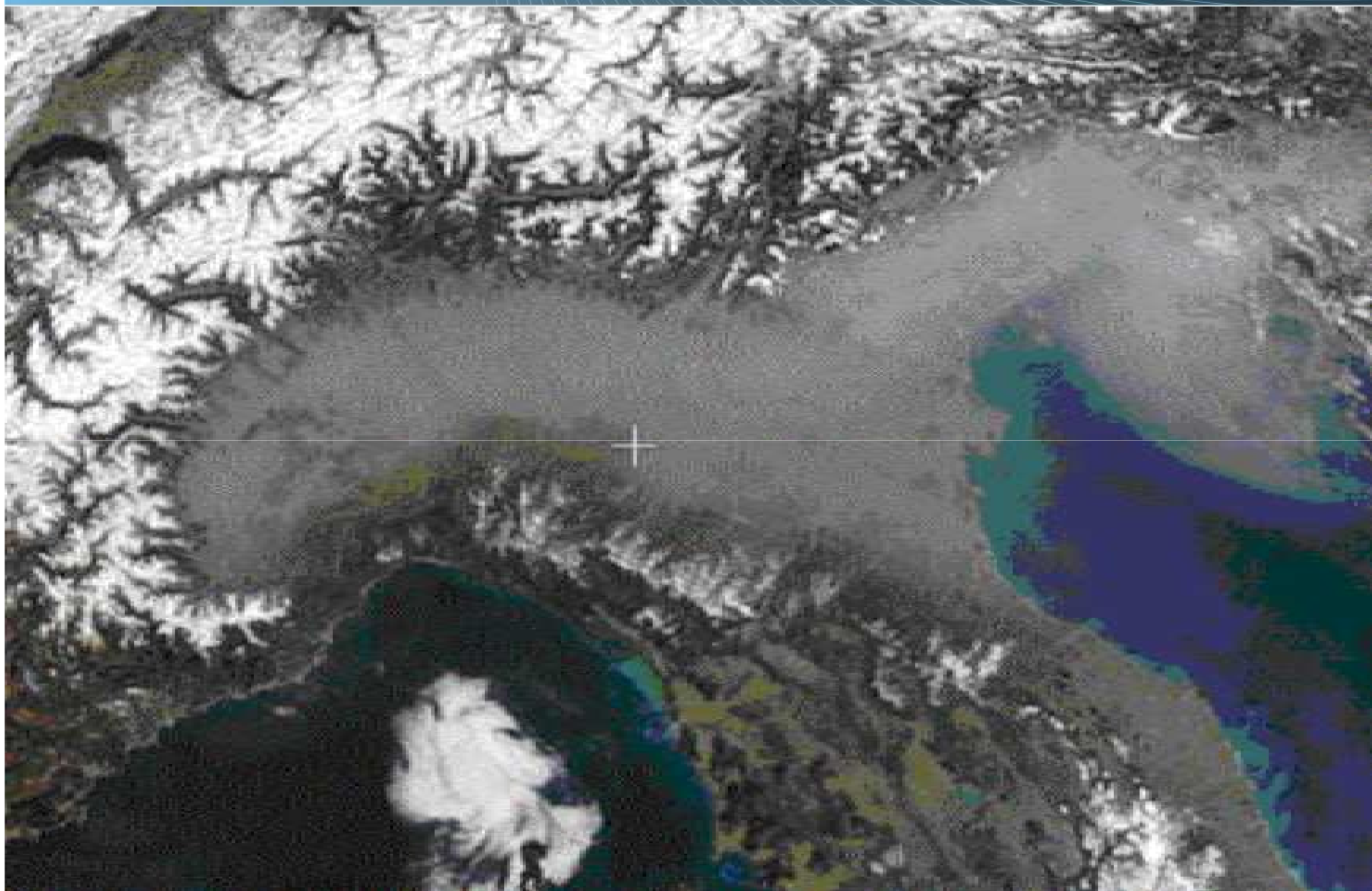


Piacenza , 2 maggio 2012

Il Progetto UPUPA

Il particolato atmosferico fine ed ultrafine

Michele Giugliano
DIIAR Sez. Ambientale - Politecnico di Milano



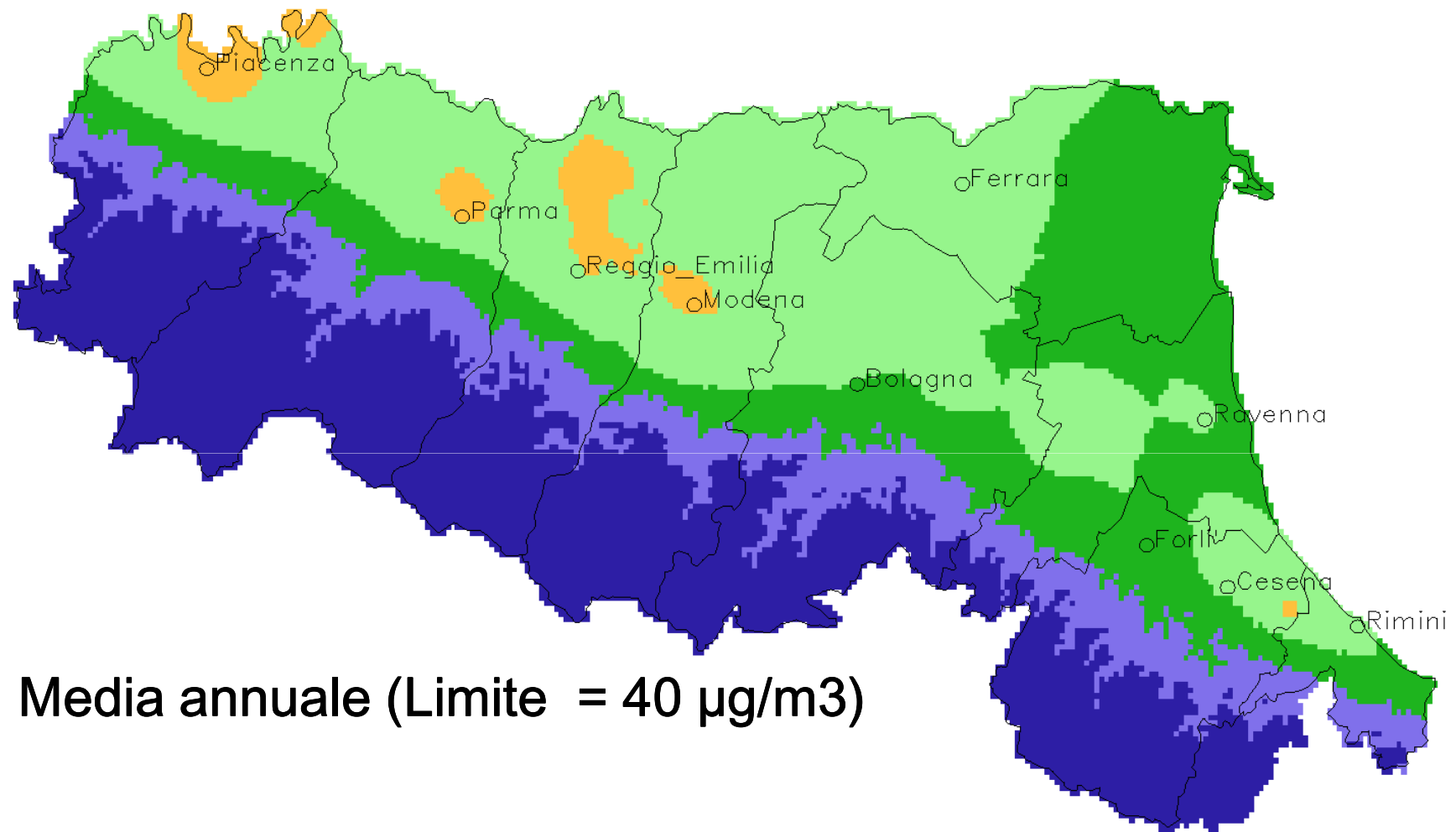
Emissioni (t/a)	SO₂	NO_x	COV	CO	PM10
Provincia di Piacenza ⁽¹⁾	2.240	14.670	10.504	15.867	1.319
Comune di Piacenza ⁽¹⁾	792	5.267	1.309	2.431	151
Emissione da 4 km di autostrada (% delle emissioni totali del Comune) ⁽²⁾	0,2	6,5	1,4	4,6	12

(1) Dati ARPA – ER

(2)Stima indicativa con ipotesi di traffico e composizione del parco circolante

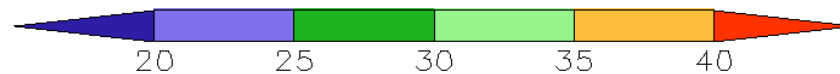


PM10 di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
nel periodo 01JAN2011–31DEC2011 (dati validi 336)
lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)

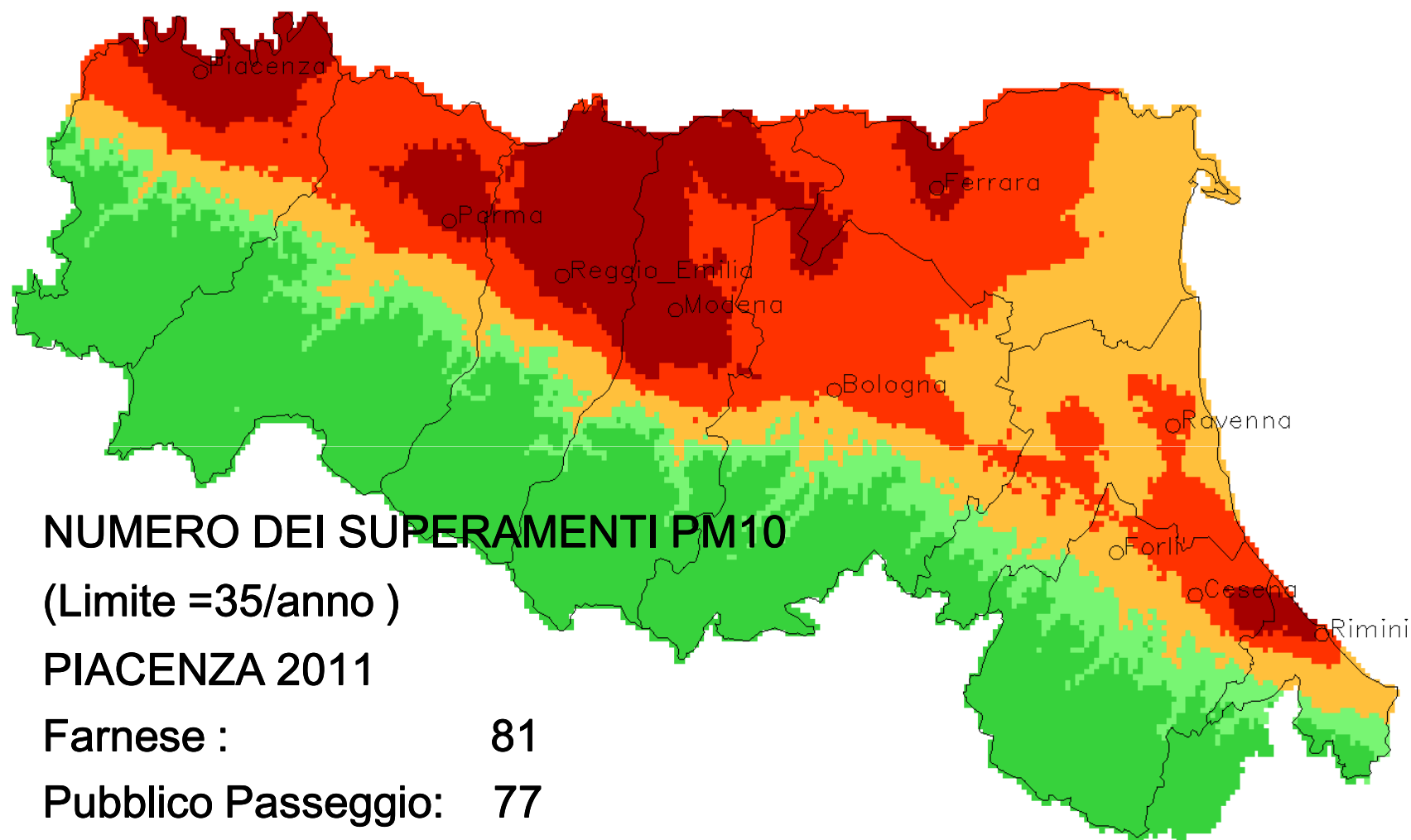


Media annuale (Limite = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Dati insufficienti



PM10 di fondo: stima del numero di superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
nel periodo 01JAN2011–31DEC2011 (dati validi 336)
lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)



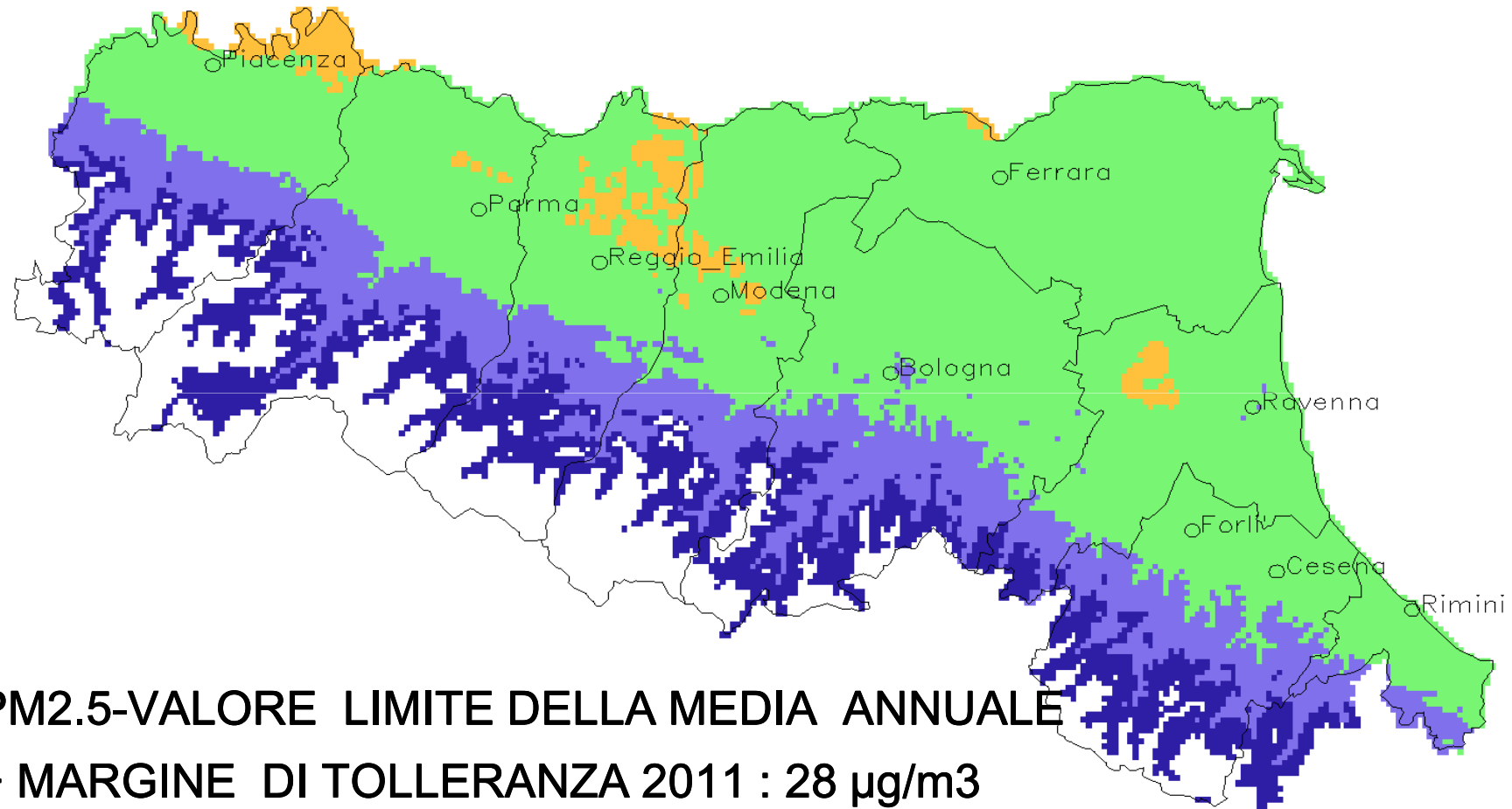
Farnese : 81

Pubblico Passeggio: 77

Parco Montecucco: 62 Dati insufficienti



PM2.5 di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 nel periodo 01JAN2011–31DEC2011 (dati validi 325)
 lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)

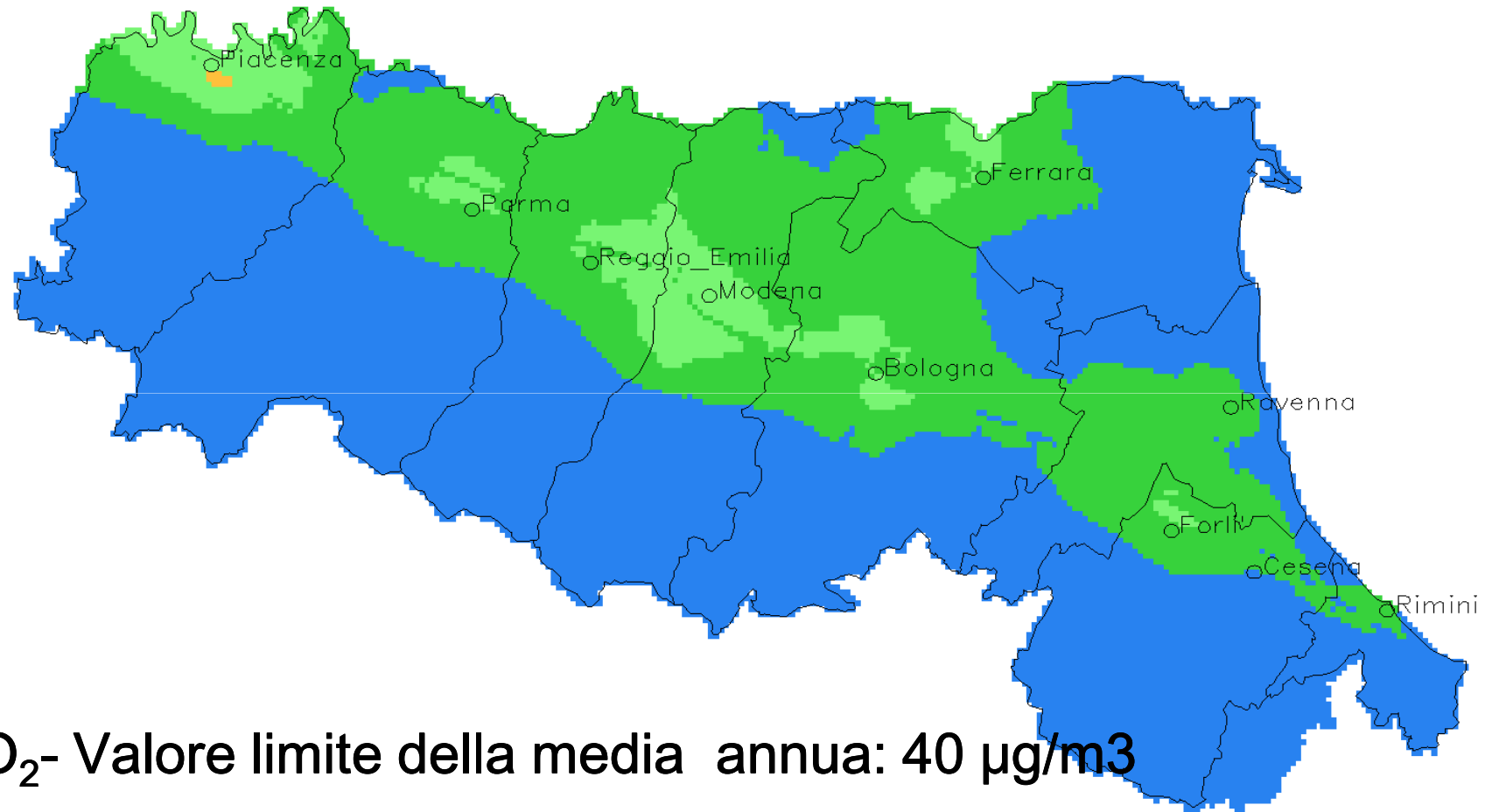


**PM2.5-VALORE LIMITE DELLA MEDIA ANNUALE
 + MARGINE DI TOLLERANZA 2011 : 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

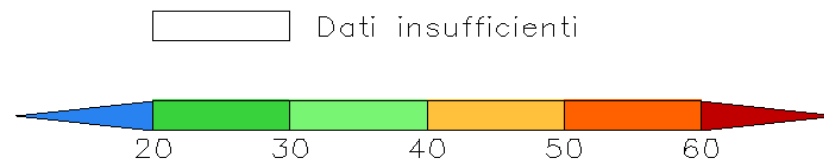
Dati insufficienti



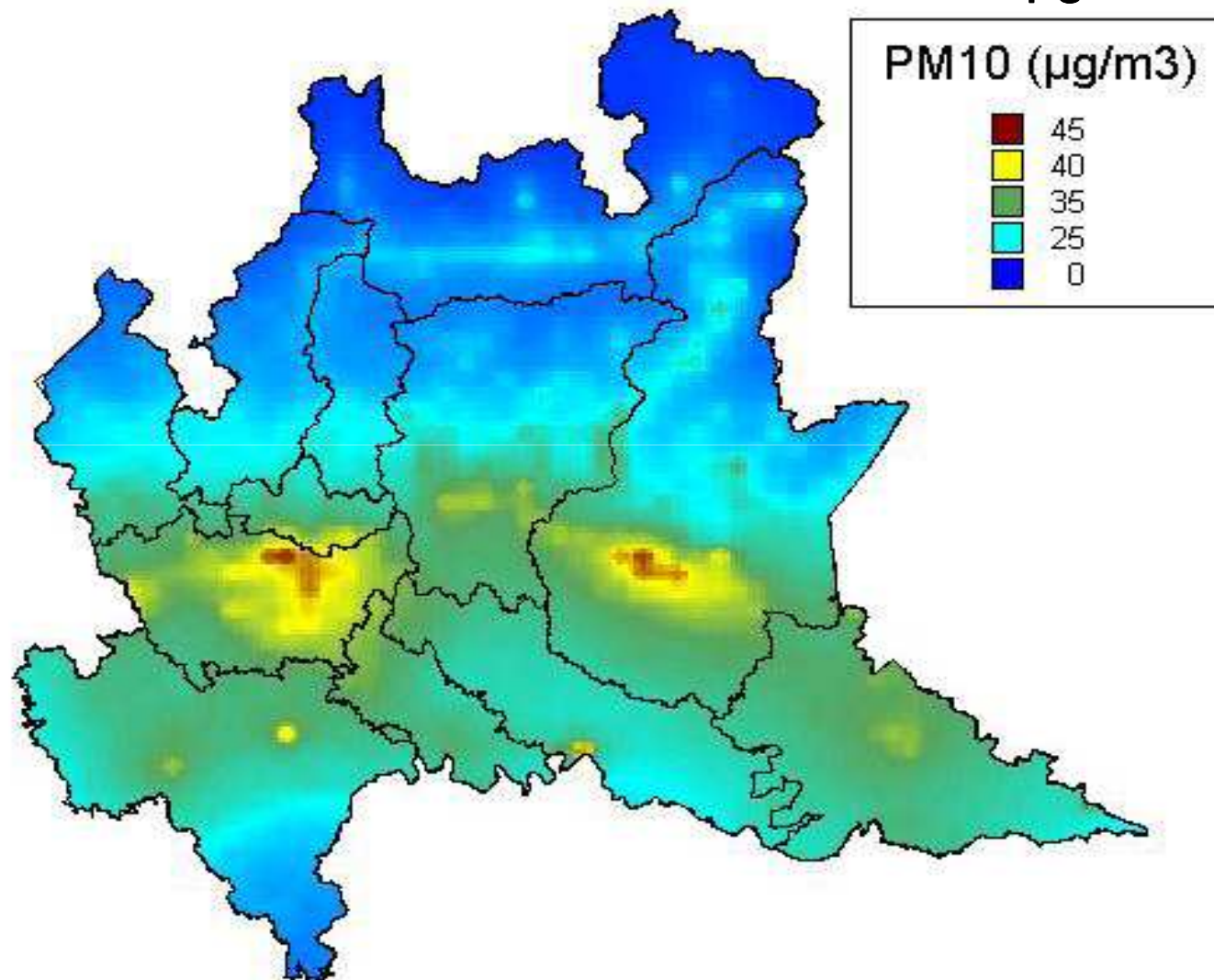
NO₂ di fondo: stima della concentrazione media [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 nel periodo 01JAN2011–31DEC2011 (dati validi 8056)
 lontano da emissioni dirette (parchi, zone pedonali, aree rurali)



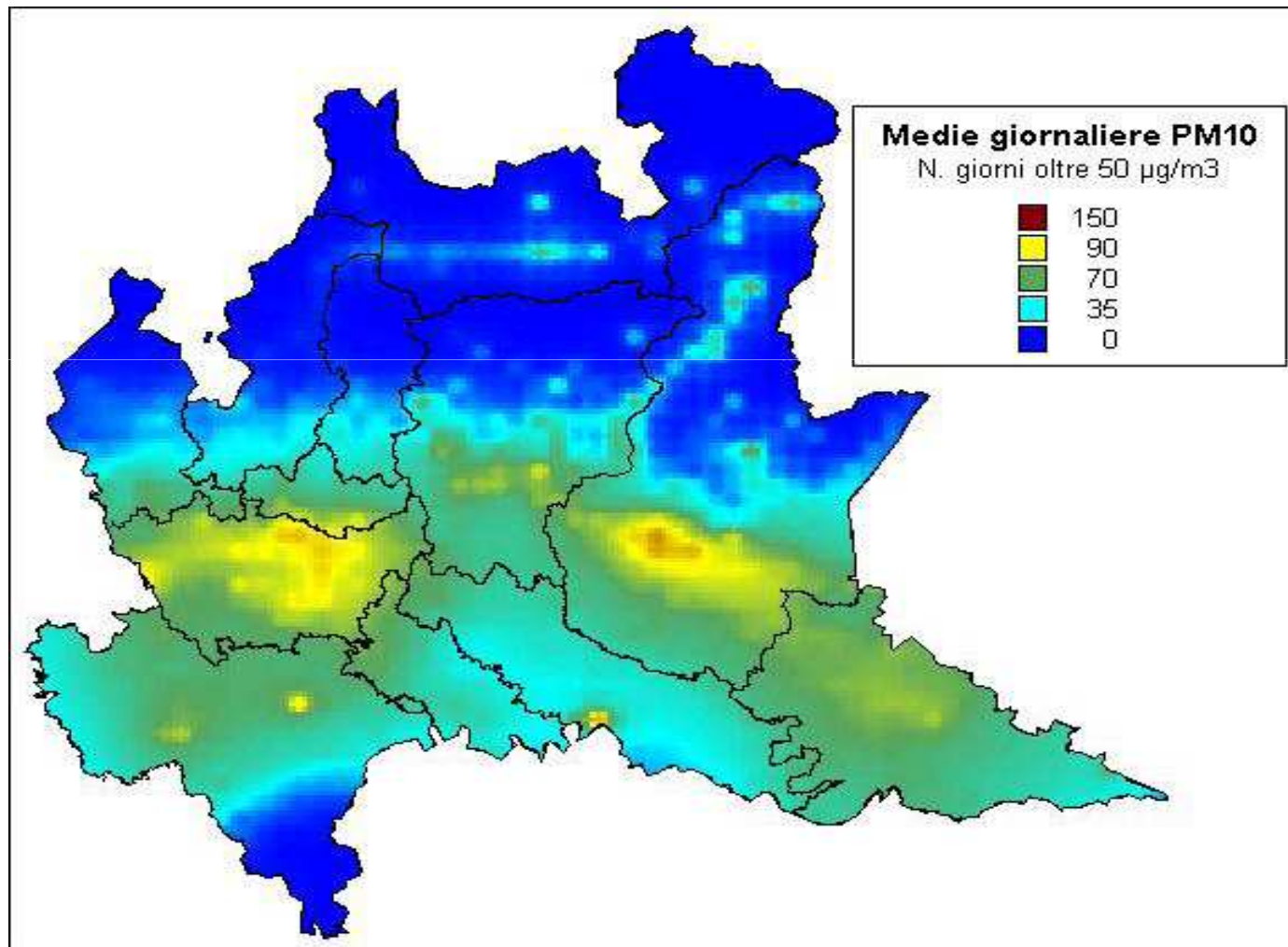
NO₂- Valore limite della media annua: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



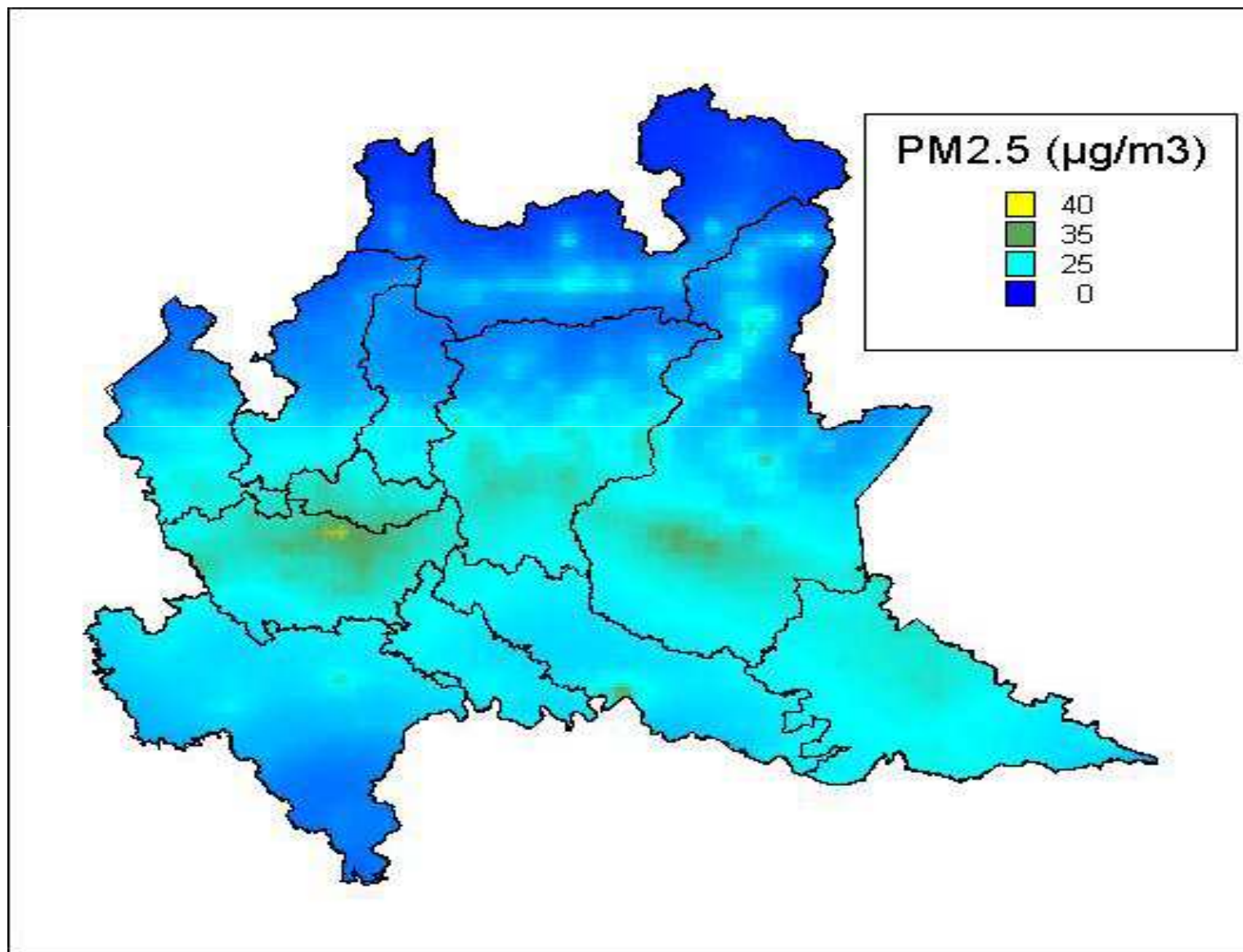
PM10 2010 - MEDIA ANNUALE - LIMITE 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



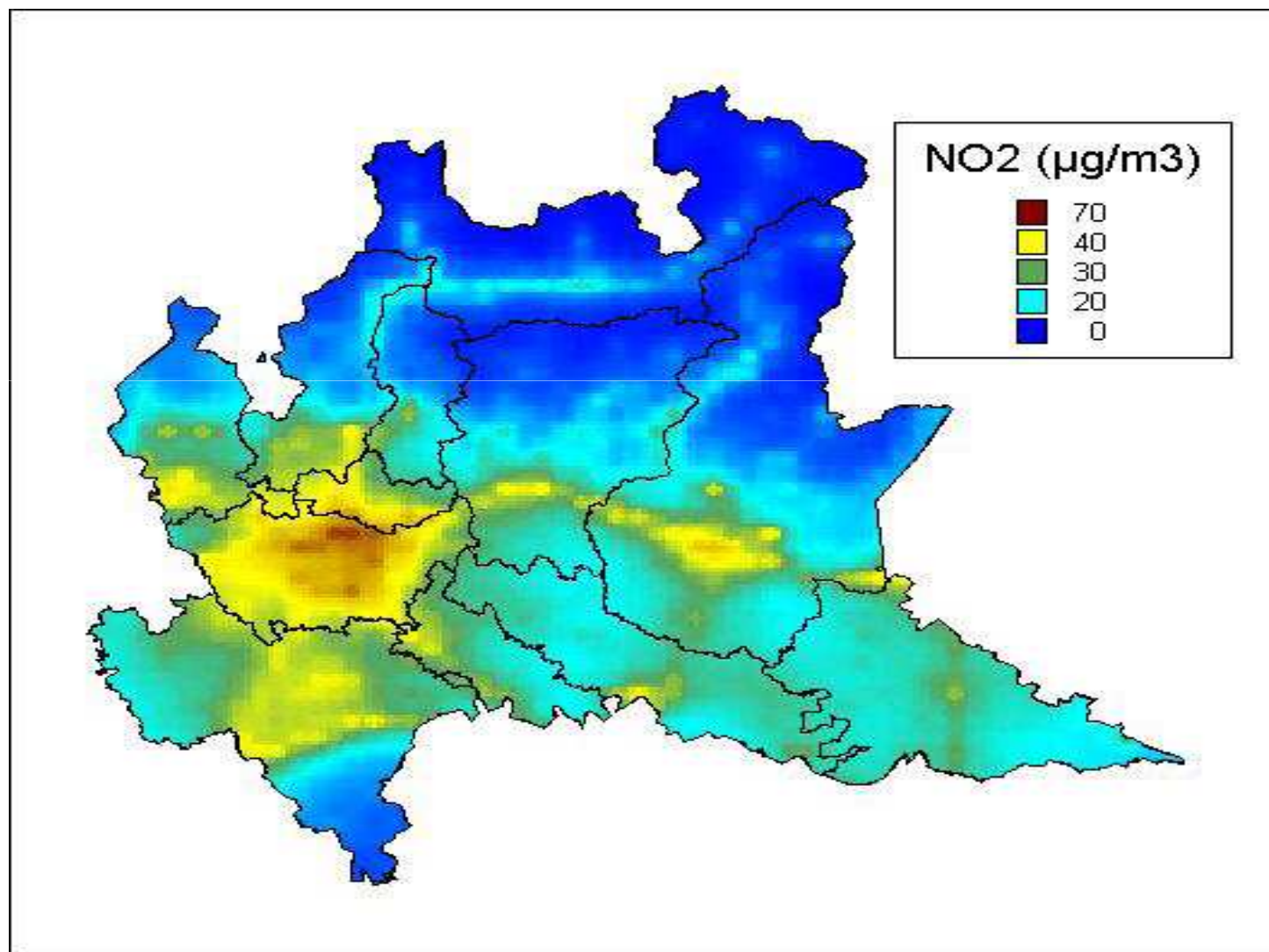
PM10 2010 - NUMERO DEI GIORNI DI SUPERAMENTI DEL LIMITE DI 35 GIORNI /ANNO



LIMITE MEDIA ANNUALE + MARGINE TOLLERANZA 2011 : 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Valore limite della media annua: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$





PM₁₀ = parte grossolana del particolato, costituito da particelle solide o liquide con dimensione inferiori a 10 μm ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$)

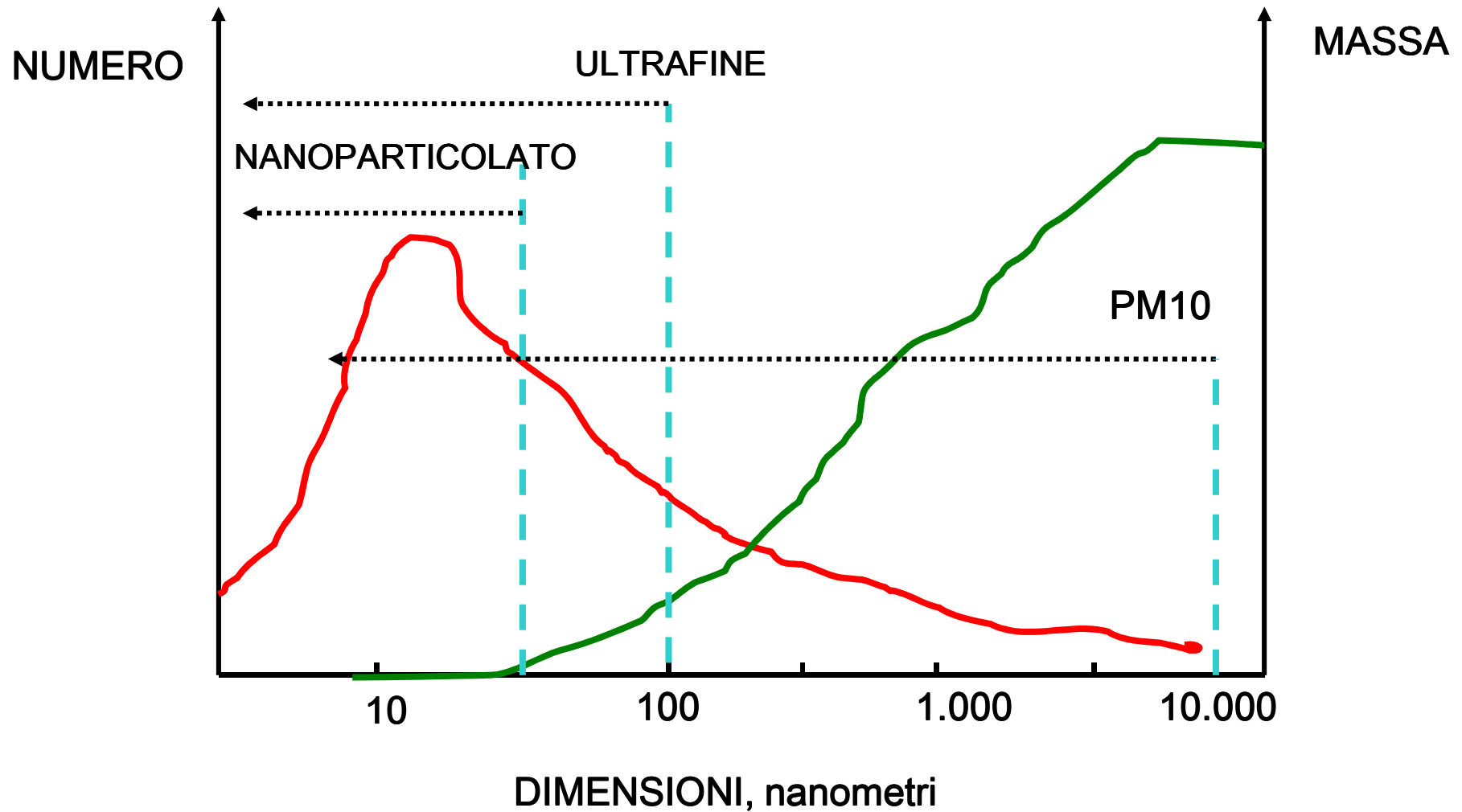
Coarse = agglomerati solidi o liquidi di dimensione tra 10 e 2,5 μm

Particelle Fini (PF) = agglomerati solidi o liquidi di dimensione inferiore a 2,5 μm (PM_{2,5})

Particelle Ultrafini (PU) = agglomerati solidi o liquidi di dimensione inferiore a 100 nanometri ($1 \text{ nanometro} = 10^{-9} \text{ m}$)

Nano-Particelle (NP) = agglomerati di dimensione inferiore a 50 nanometri (Lighty et al., 2000)

DISTRIBUZIONE DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO





Particolato atmosferico - definizioni ¹⁴

PARTICOLATO : materiale che, alle condizioni standard, esiste allo stato solido o liquido in forma finemente suddivisa



PARTICOLATO PRIMARIO

emesso direttamente dalla sorgente naturale o antropica

PARTICOLATO SECONDARIO

prodotto in atmosfera da precursori gassosi naturali o antropici:

- solfato e nitrato d'ammonio (da NO_x , SO_2 e NH_3)
- SOA (secondary organic aerosol)

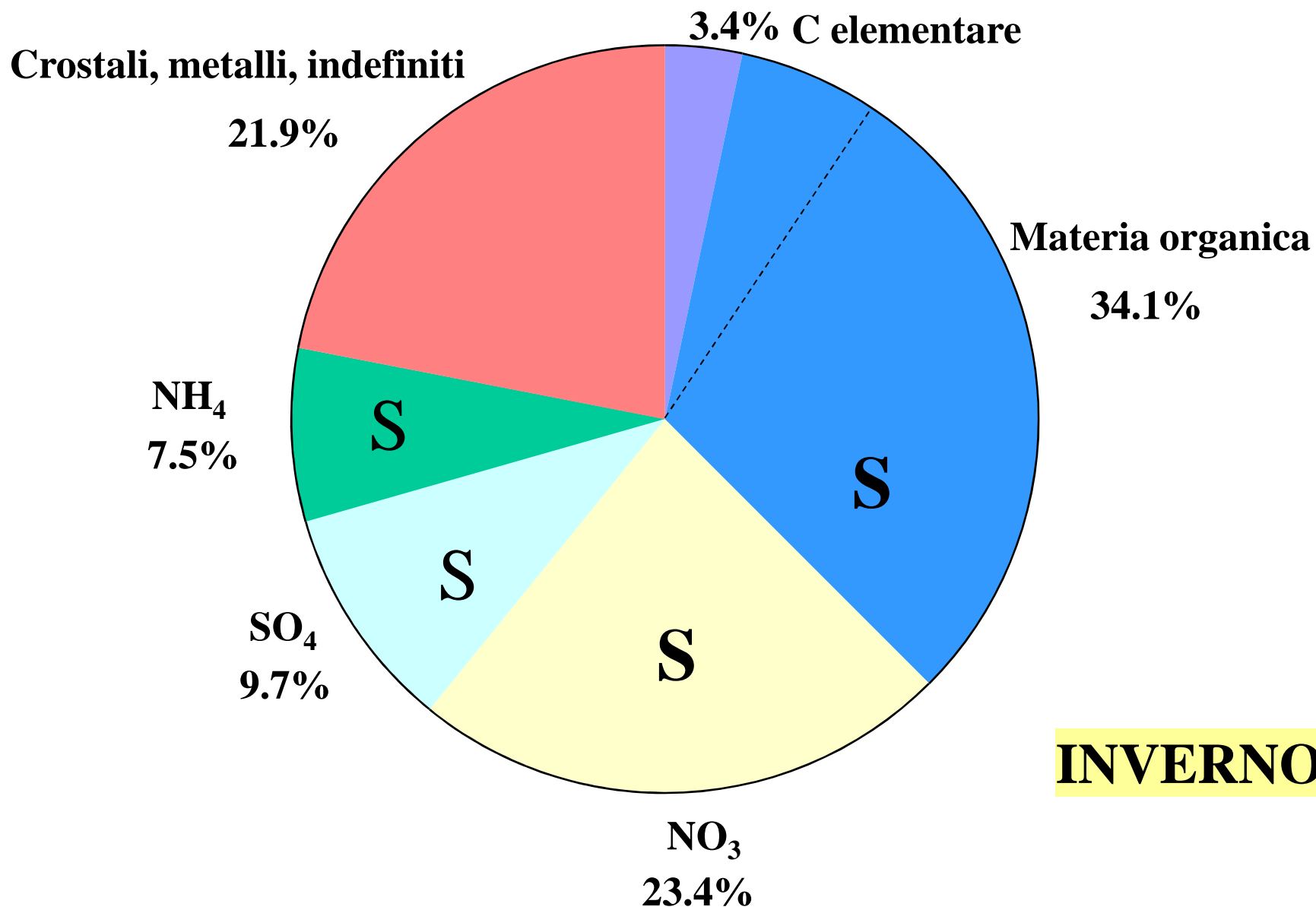


Particolato atmosferico - fonti

Modi	Fonti	Caratteristiche
0.001-0.1 μm Modo nuclei	Nucleazione da precursori gassosi (NO_x , SO_2 , COV), combustione	Elevate concentrazioni in numero, rapida coagulazione, vita breve.
0.1-2.5 μm Modo accumulo	Combustione, prodotti della coagulazione di nuclei	Lenta coagulazione; vita lunga, effetti sulla visibilità.
2.5-10 μm Modo coarse	Erosione e risospensione dalla crosta terrestre, spray marino, vulcani, agricoltura, cantieri.	Effetto di sedimentazione, vita breve.

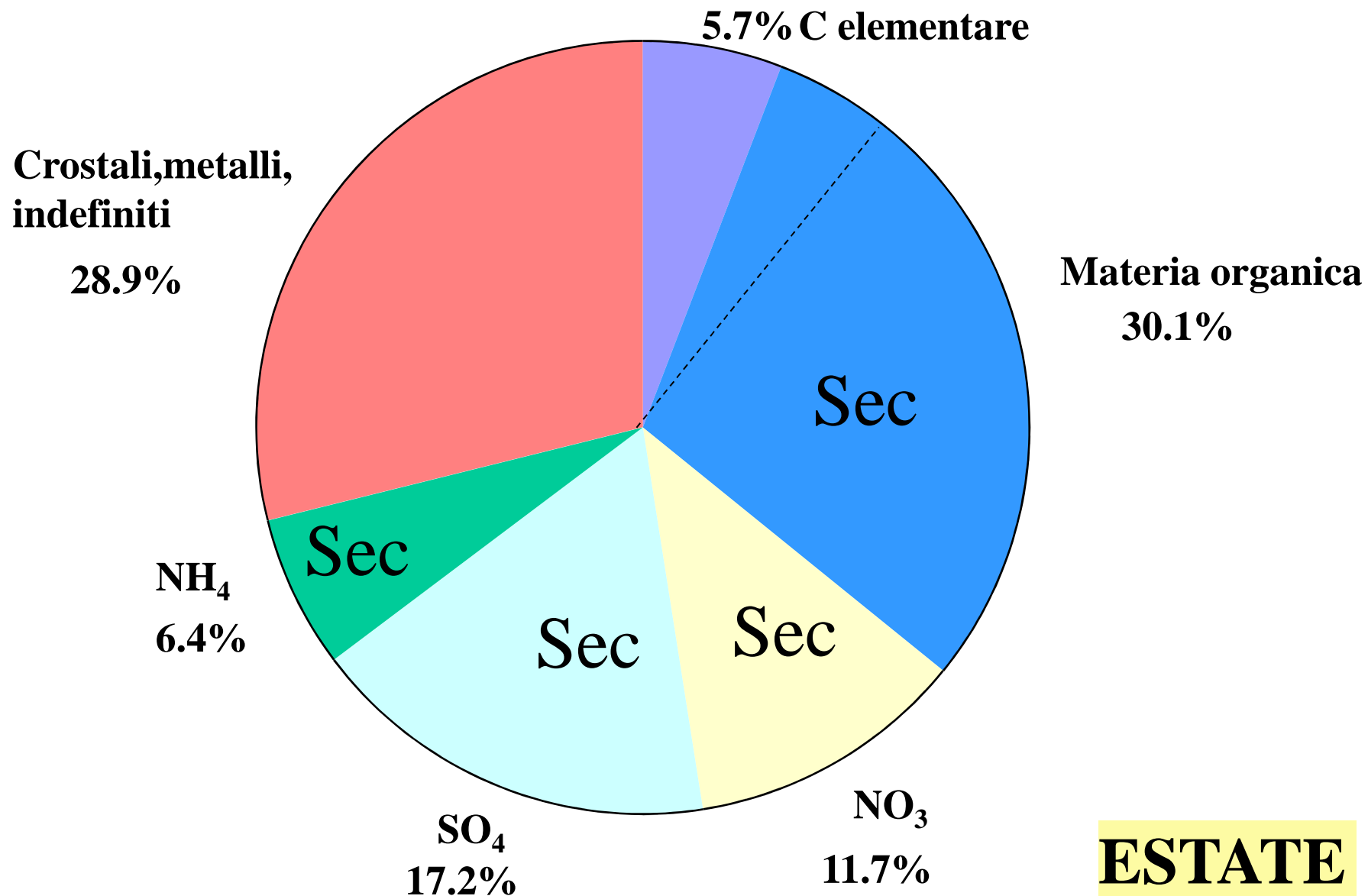


COMPOSIZIONE DEL PM2.5 – FONDO URBANO DI MILANO¹⁶





COMPOSIZIONE DEL PM2.5 – FONDO URBANO DI MILANO¹⁷

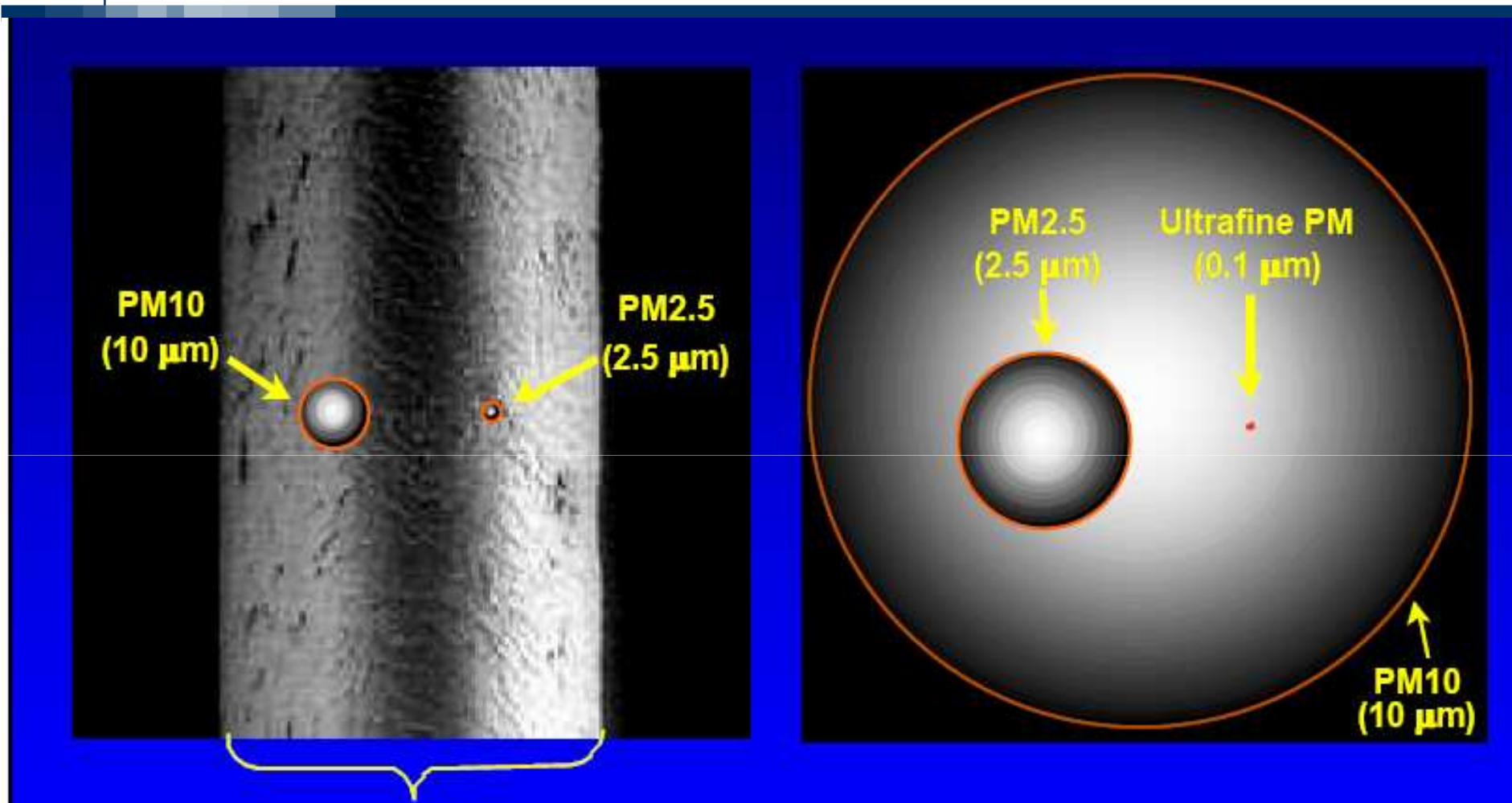


ESTATE



Confronto fra le dimensioni

18

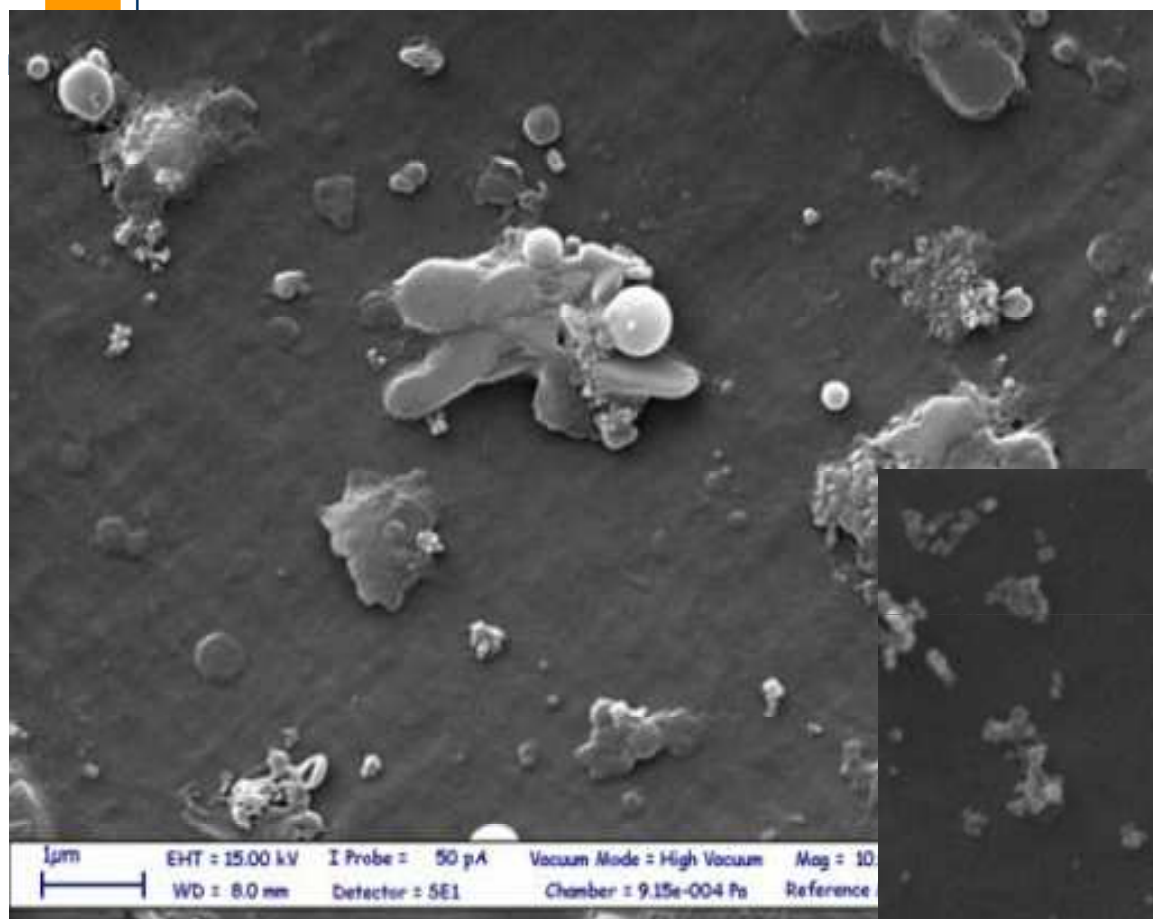


Capello umano

Dimensioni relative

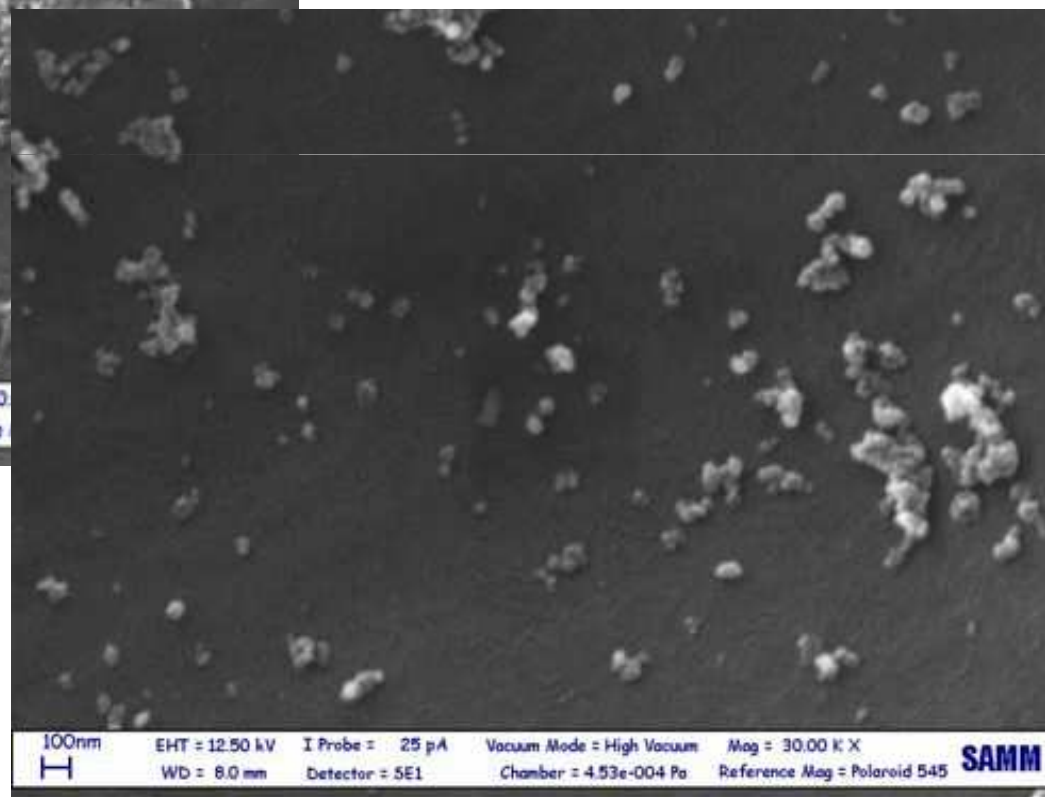
↖ ↔ < 1 μm submicroniche

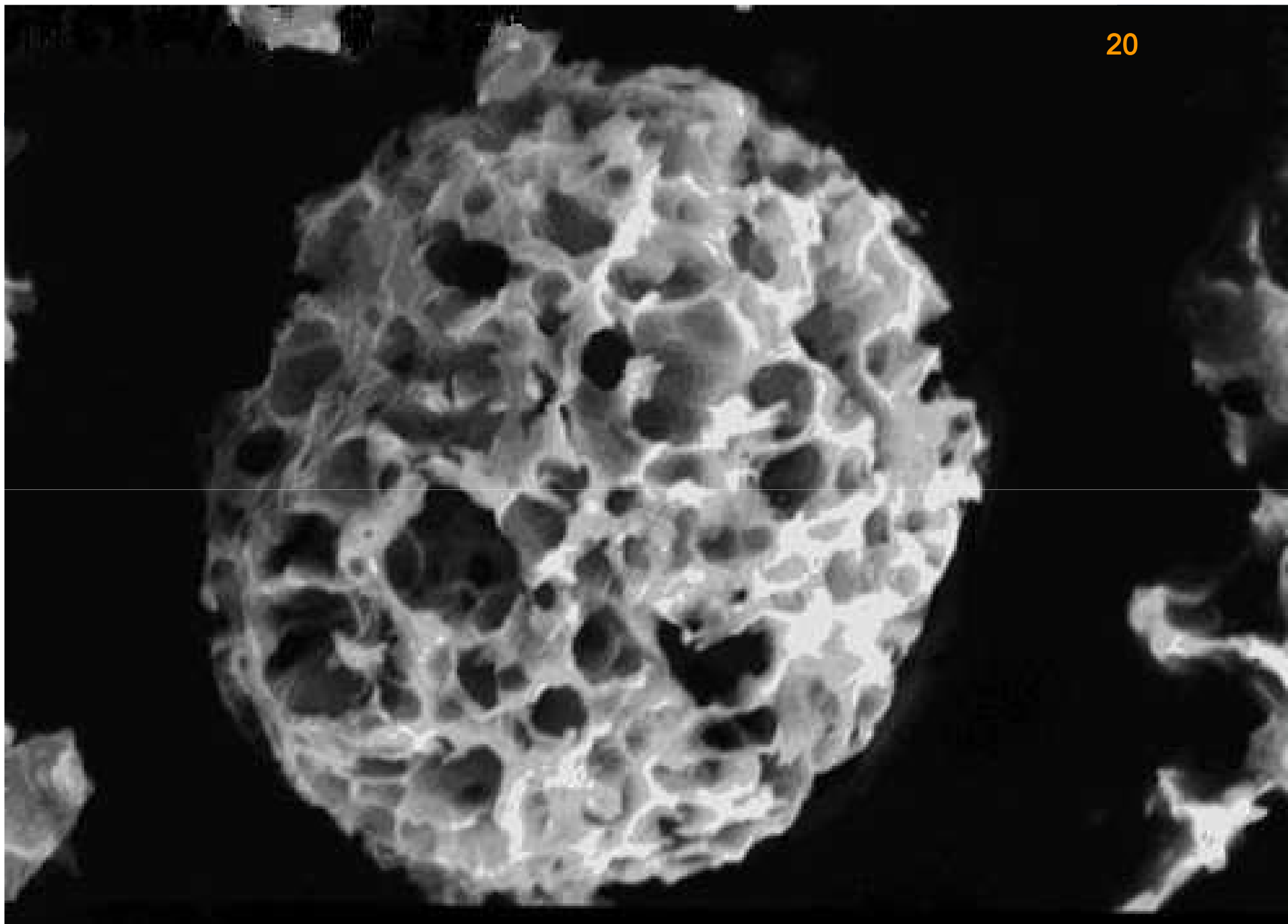
19



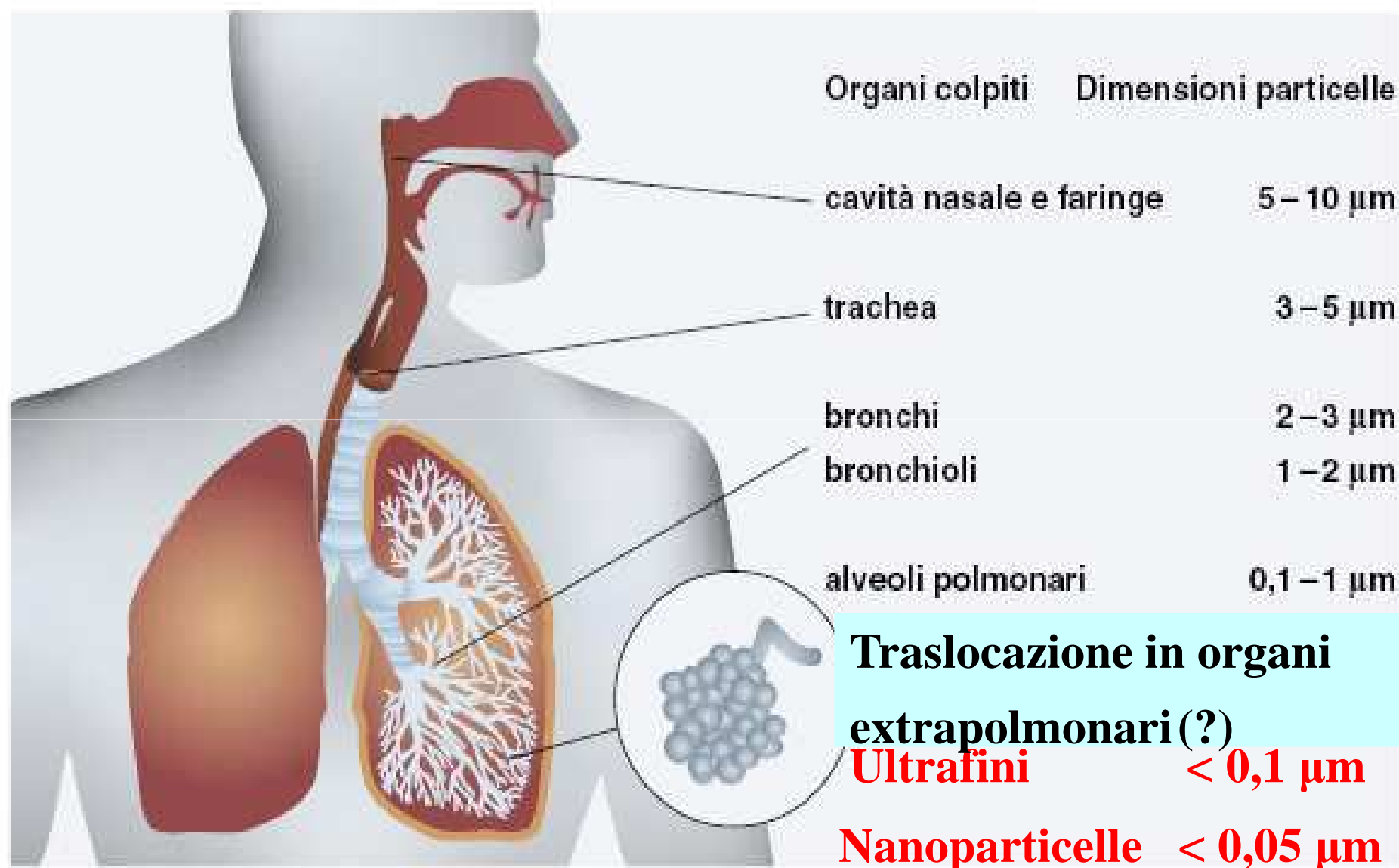
↔ < 0,1 μm

Ultrafini e
nanoparticelle



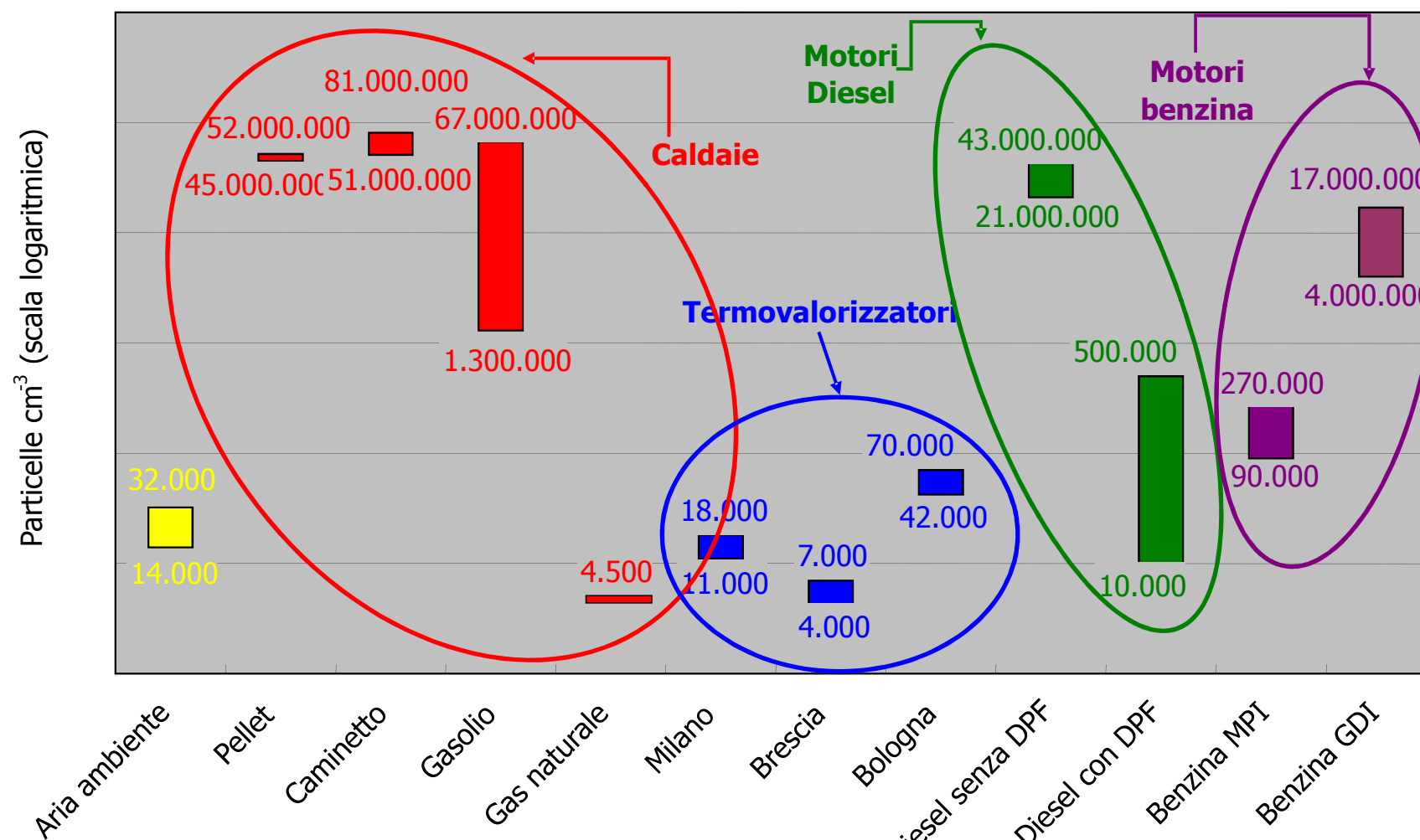


- **Particelle di dimensioni nanometriche (1-100 nm) sono prodotte da una serie di processi naturali**
- **Al fondo naturale si è aggiunto il contributo delle attività antropiche, in seguito principalmente a:**
 - **processi industriali che impiegano elevate energie**
 - **processi di combustione fissi e mobili**
 - **nanotecnologie**
- **In particolare lo sviluppo delle nanotecnologie e l'attesa immissione di nanomateriali in ambiente hanno riproposto l'attenzione per questo tipo di inquinanti**



Organi interessati dal PM fine e ultrafine

FONTI NATURALI		FONTI ANTROPICHE	
<i>Produzione non intenzionale</i>	<i>Produzione non intenzionale</i>	<i>Produzione intenzionale (NP di nuova sintesi)</i>	
Prodotti delle reazioni naturali di conversione gas-particelle	Motori a combustione interna, inclusi quelli a metano	Nanotubi di carbonio, fullereni, carbon black	
Composti a base carboniosa derivanti da incendi boschivi o di materiali vegetali	Impianti produzione energia	Metalli, ossidi di elementi metallici, carbonio,	
Emissioni vulcaniche (particelle primarie e secondarie - fullereni e nanotubi di carbonio)	Combustione di biomasse, incenerimento rifiuti	Nano-sfere, -cavi, -aghi, -tubi, -anelli, -piastre	
Materiali biogenici (particelle primarie secondarie) e bioaerosol, specie in vicinanza di allevamenti estensivi	Fumi di polimeri plastici (PTFE; PET); superfici riscaldate, frittura, grigliatura cibi	Native o rivestite : cosmetici, applicazioni medico-diagnostiche, elettronica, ottica	
Magnetite da fonti biogeniche (batteri, molluschi, artropodi, pesci, uccelli...); ferritina (12,5 nm) Polveri minerali prodotte dai venti per erosione (Ag, Au, ossidi ferrosi), tempeste di sabbia	Fumi di elementi metallici (saldatura, fusione, ...) ed elementi metallici derivanti da processi di combustione (Pt, Pa, Rd, Ir); Fuochi d'artificio (Al)	TiO ₂ , SiO ₂	
Spore fungine, batteri, lieviti, pollini e virus, organocolloidi			



S. Cernuschi, M. Giugliano, S. Ozgen, S. Consonni "Number concentration and chemical composition of ultrafine and nanoparticles from WTE plants" *Science of the Total Environment* (2012)

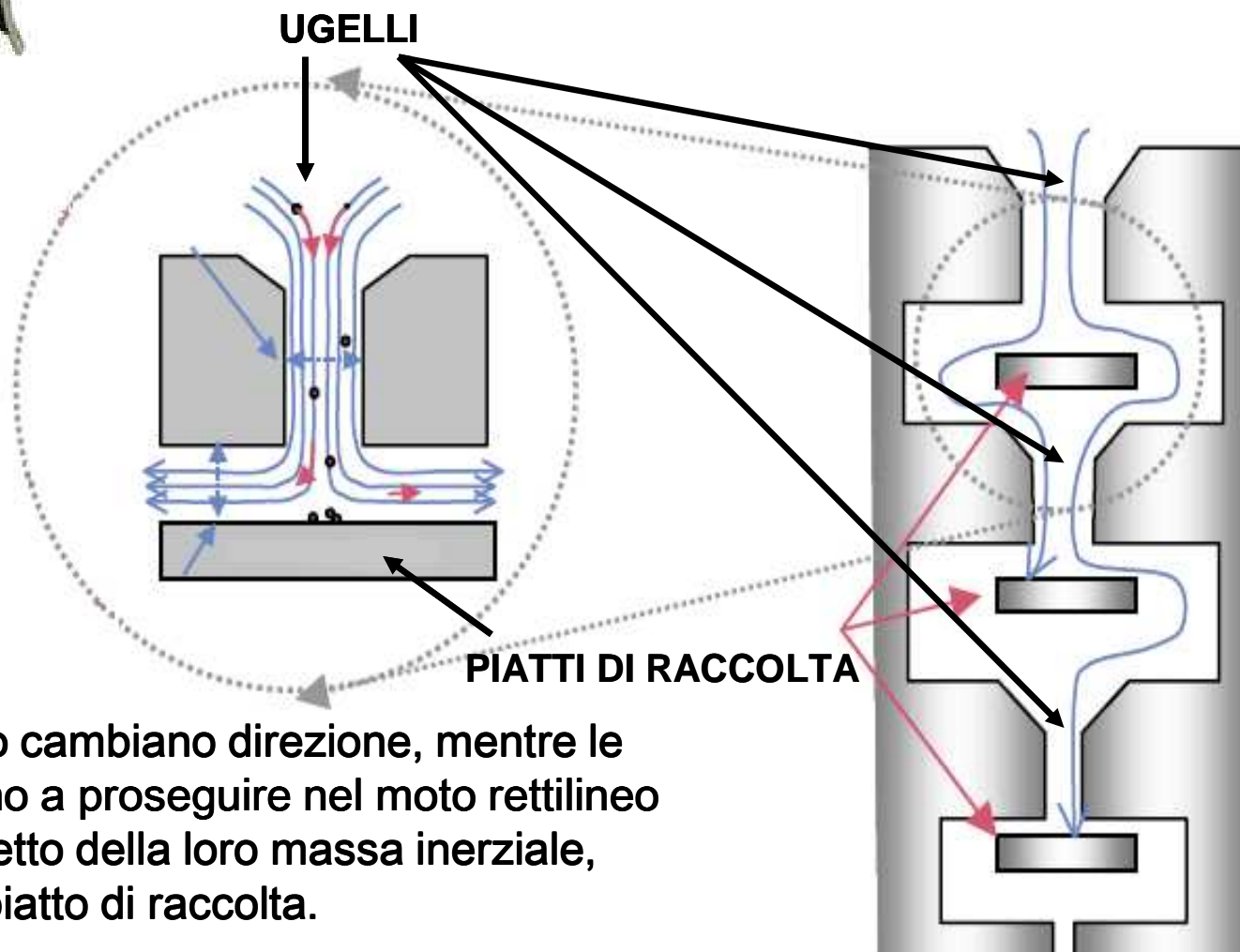


Ultrafine Particles in Urban Piacenza Area (UPUPA)

- ▶ **Rinnovata attenzione per queste componenti delle polveri fini normalmente non rappresentate dalla misura della massa (PM2.5 e PM10), che potrebbero subire modifiche importanti in futuro (nanomateriali nei rifiuti e di qui nell'ambiente)**
- ▶ **Attenzione per la superficie totale del particolato meglio rappresentata dal numero piuttosto che dalla massa**
- ▶ **La riduzione di particolato fine potrebbe lasciare immutato la concentrazione in numero se non addirittura aumentarlo per la mancanza di nuclei grossolani di aggregazione**
- ▶ **Necessità di caratterizzazione chimica per ricavare indicazioni sulle sorgenti e per valutazioni tossicologiche**
- ▶ **Necessità di integrare la valutazione dell'esposizione con monitor personali e nell'*indoor* , data l'estrema eterogeneità con cui è distribuita la componente ultrafine nell'ambiente urbano.**

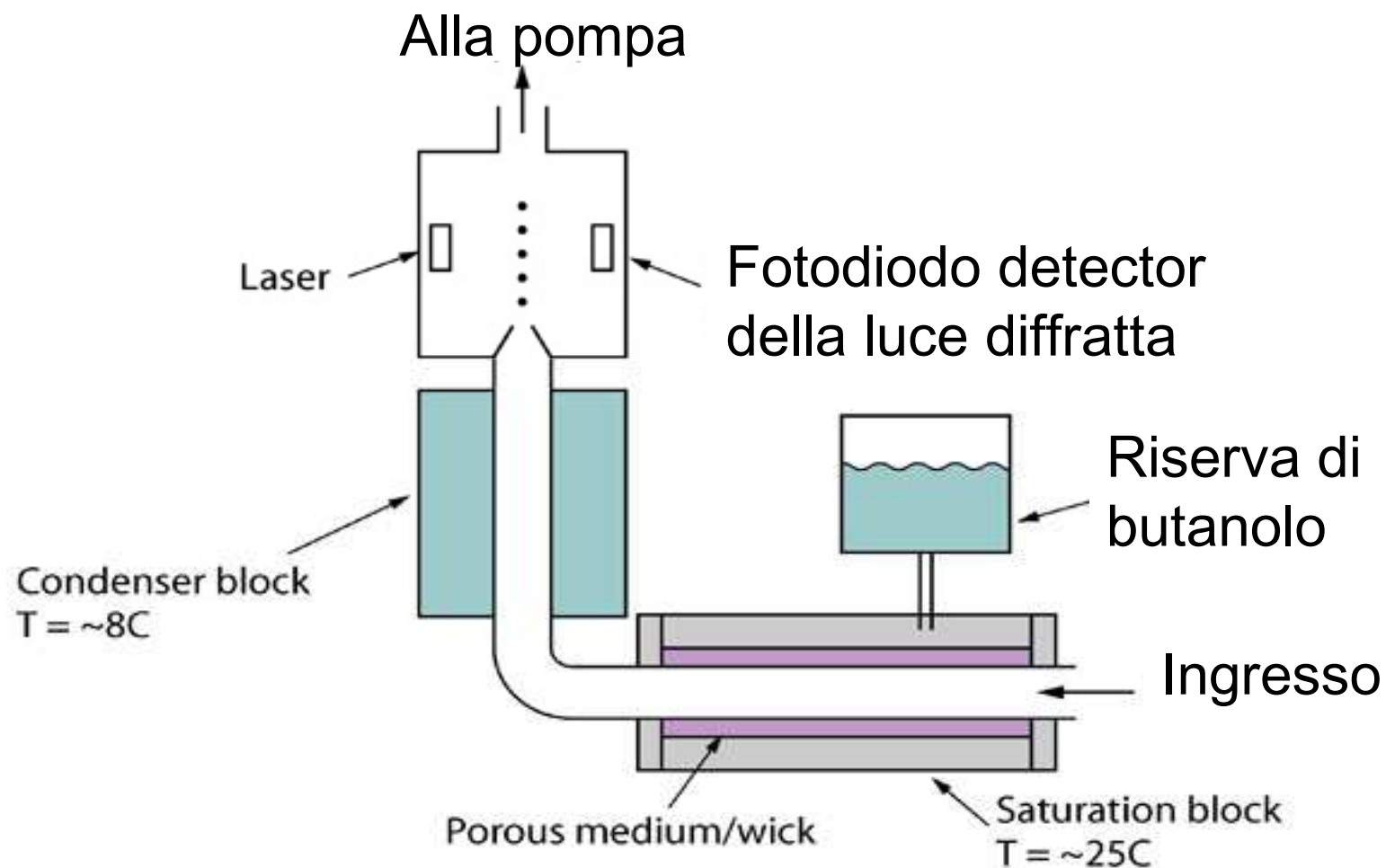


Separazione granulometrica e raccolta del campione per impatto inerziale



Le linee di flusso cambiano direzione, mentre le particelle tendono a proseguire nel moto rettilineo uniforme per effetto della loro massa inerziale, impattando sul piatto di raccolta.

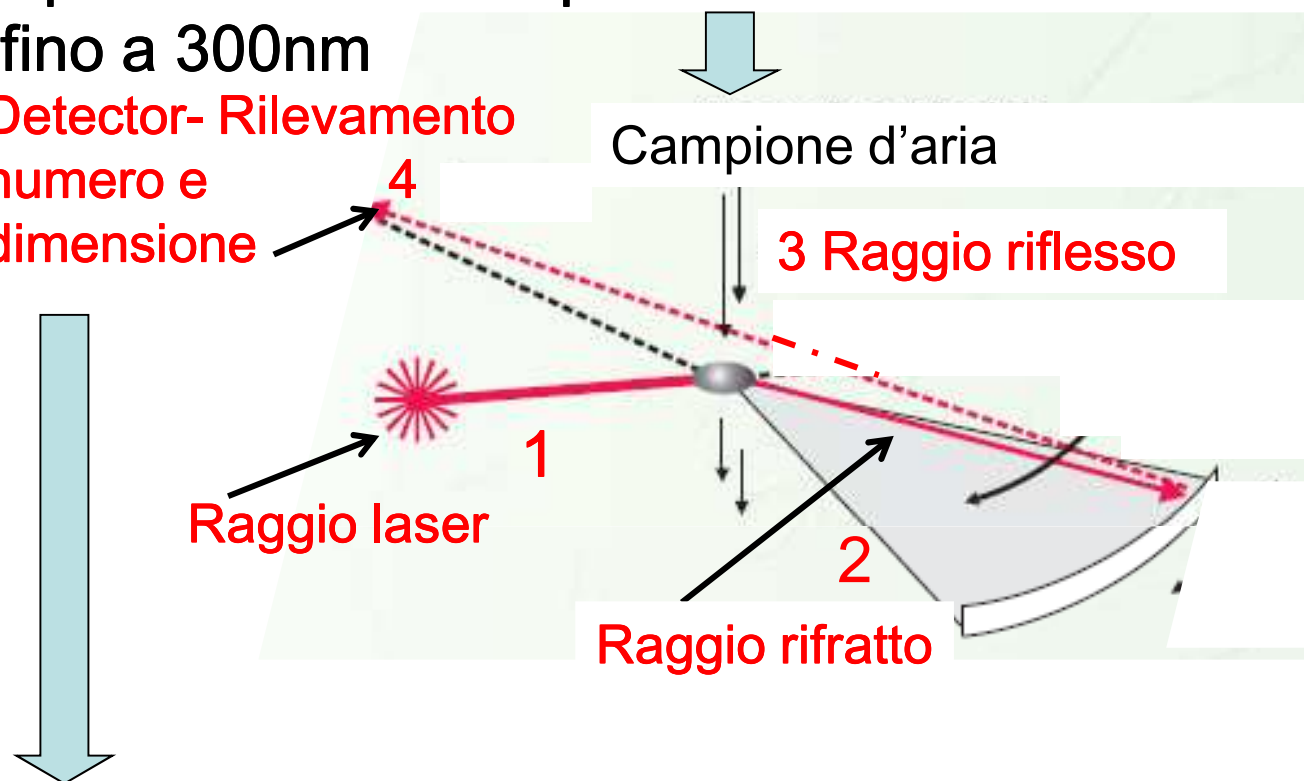
Contatore di particelle totali a condensazione



TECNICHE DI MISURA

Spettrometria laser per la misura del numero e della dimensione fino a 300nm

Detector- Rilevamento
numero e
dimensione



0,3

0,5

0,8

1,6

3

5

10

20

0,4

0,65

1

2

4

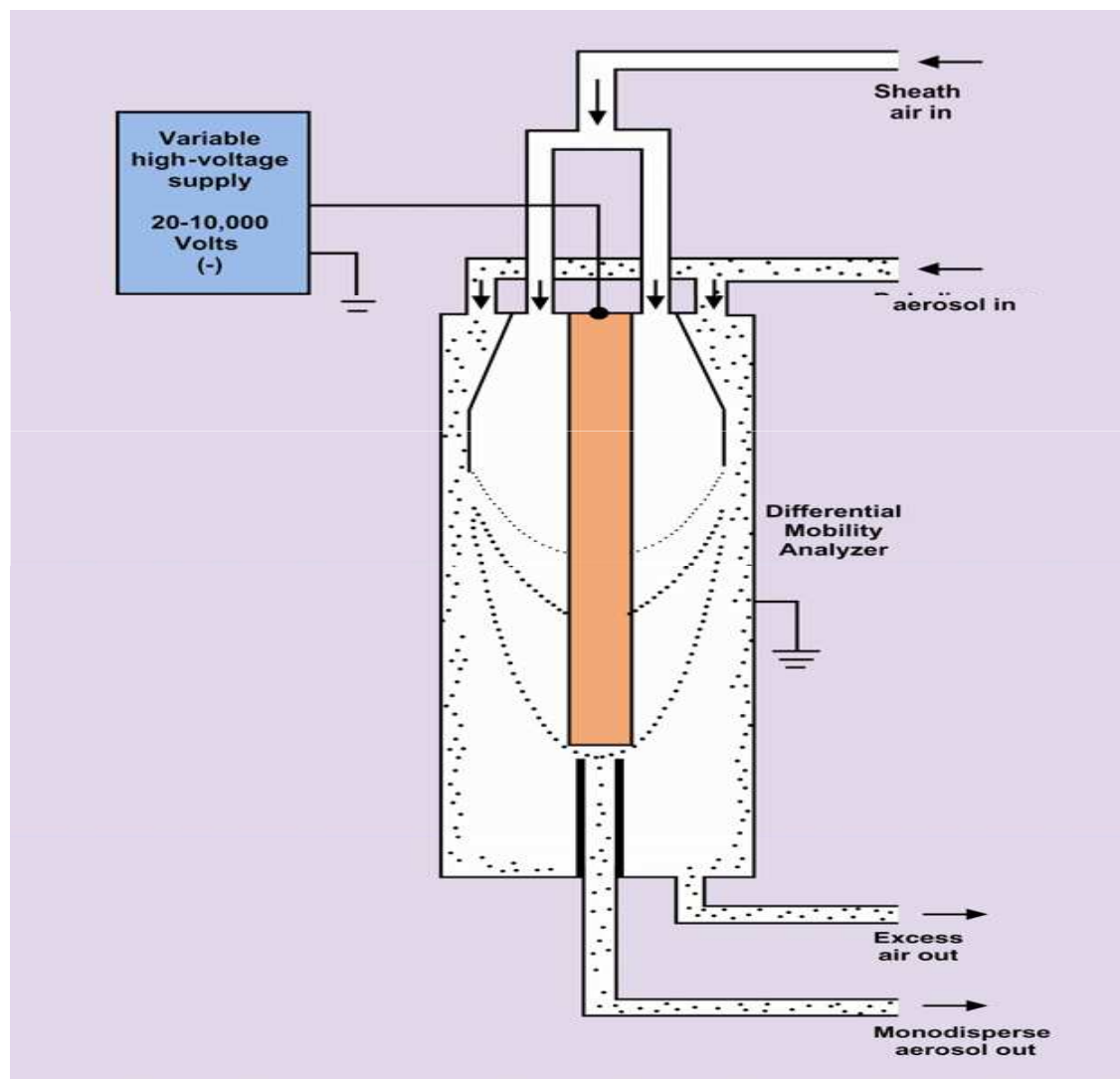
7,5

15

Classi granulometriche

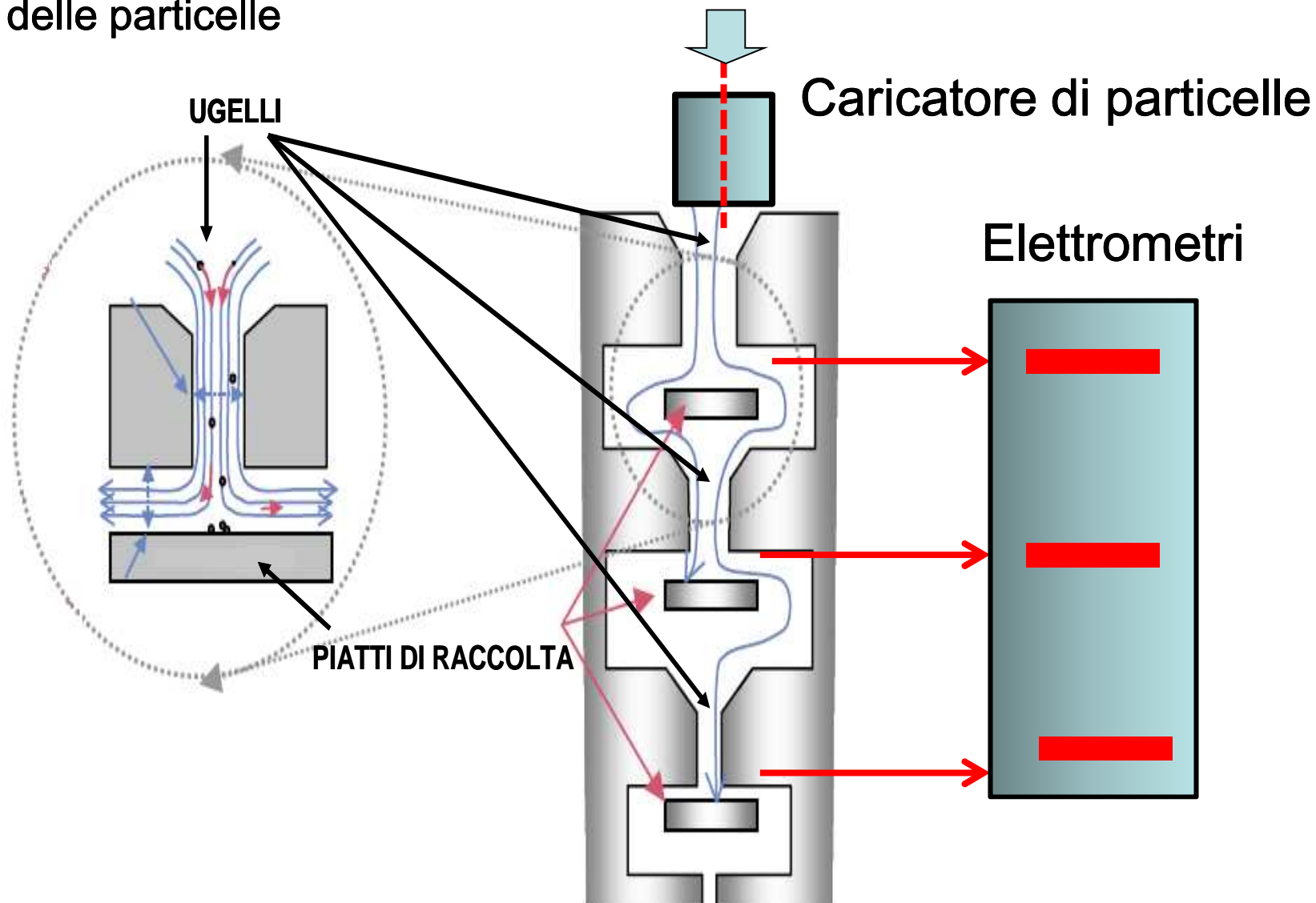


Tecnica della *Differential Mobility Analyzer (DMA)* per la classificazione dell'ultrafine



Si basa sul principio
che la mobilità
di particelle cariche
in un campo elettrico
dipende dalla
loro dimensione

Separazione per impatto inerziale in classi dimensionali e conteggio elettrico delle particelle



Rilevamenti in supersiti fissi (fondo urbano e traffico)



- Qualità ambiente urbano
- Serie temporali e cicli
- Ruolo del traffico
- Ruolo della meteorologia
- Campionamenti per speciazione
- Correlazioni con altri inquinanti
- Focus su *black carbon*
- Comparazioni strumentali

Rilevamenti in campagne mobili (percorsi pedonali , ciclabili, mezzi pubblici e privati, indoor)



- Esposizione personale
- Indoor/outdoor
- Confronto con rilevamenti fissi
- Comparazione di strumenti portatili

Contatore di particelle TSI



Contatori e classificatore di particelle

Impattore (ELPI) Dekati



Ultrafine particle monitor TSI



GRIMM monitor



Campionatore per impatto a cascata



MOUDI

Campionatore PM1



Cabina condizionata



Strumentazione mobile

33

Contatore laser Contec
Personal DustMonit



Contatore
P-Trak TSI



PERCORSO AUTOBUS

Contatore a
diffusione di carica
Philips_Aerasense
Nanotracer



LEAP - Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza

Il progetto

012