



Politecnico  
di Torino

Dipartimento di Ingegneria  
dell'Ambiente, del Territorio  
e delle Infrastrutture

# Modellazione della qualità dell'aria e delle dinamiche di ventilazione nelle città

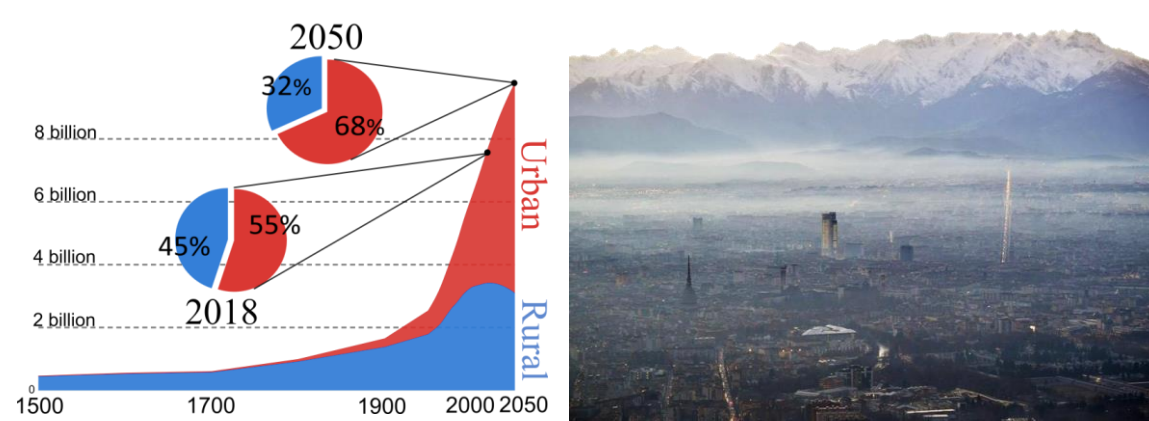
Sofia Fellini<sup>1</sup>, Annika Vittoria Del Ponte<sup>1,2</sup>, Massimo Marro<sup>2</sup>,  
Pietro Salizzoni<sup>1,2</sup>, Lionel Souhac<sup>2</sup>, Luca Ridolfi<sup>1</sup>

Sessione Poster  
Giornata mondiale dell'acqua  
22 Marzo 2024

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria dell'ambiente, del territorio e delle infrastrutture (DIATI), Politecnico di Torino  
<sup>2</sup> Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA), École Centrale de Lyon

## Vulnerabilità delle città e clima urbano

- L'**inquinamento** dell'aria causa **80000 morti in Italia** ogni anno
- **Frequenza crescente** delle **ondate di calore**
- Nel 2050, **70%** della **popolazione mondiale** nelle aree urbane



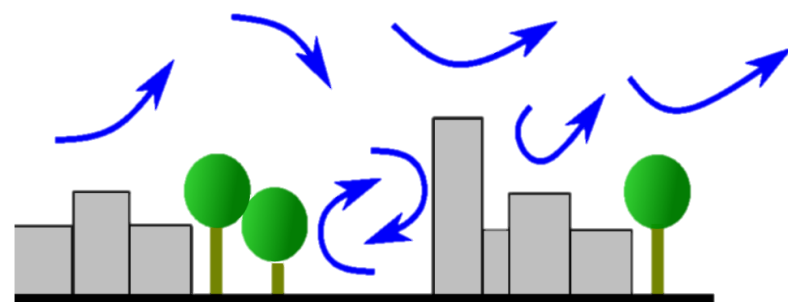
QUALI SONO I LUOGHI PIÙ INQUINANTI DELLE NOSTRE CITTA'?



COME SI DISTRIBUISCONO GLI INQUINANTI E LA TEMPERATURA NELLE STRADE?



QUALE EFFETTO HANNO GLI ALBERI SULLA DISPERSIONE DI INQUINANTI?

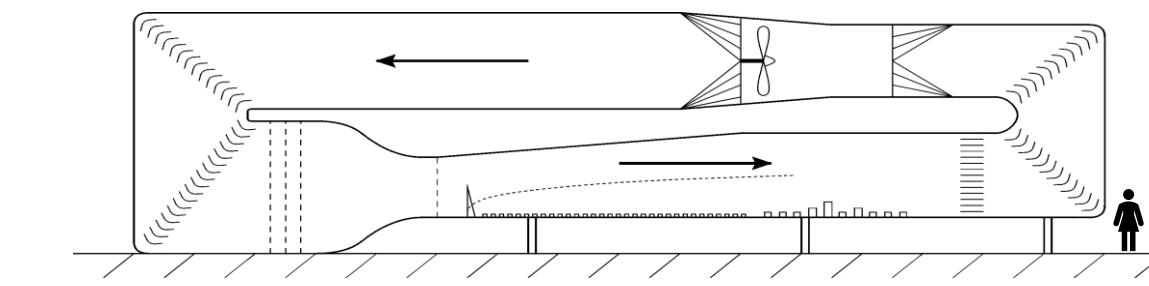


I nostri approcci per modellare il flusso e la dispersione di inquinanti nell'ambiente urbano:

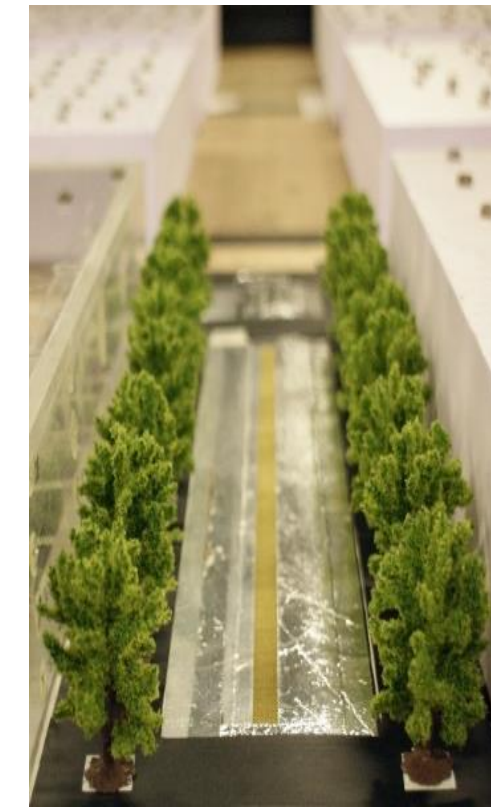
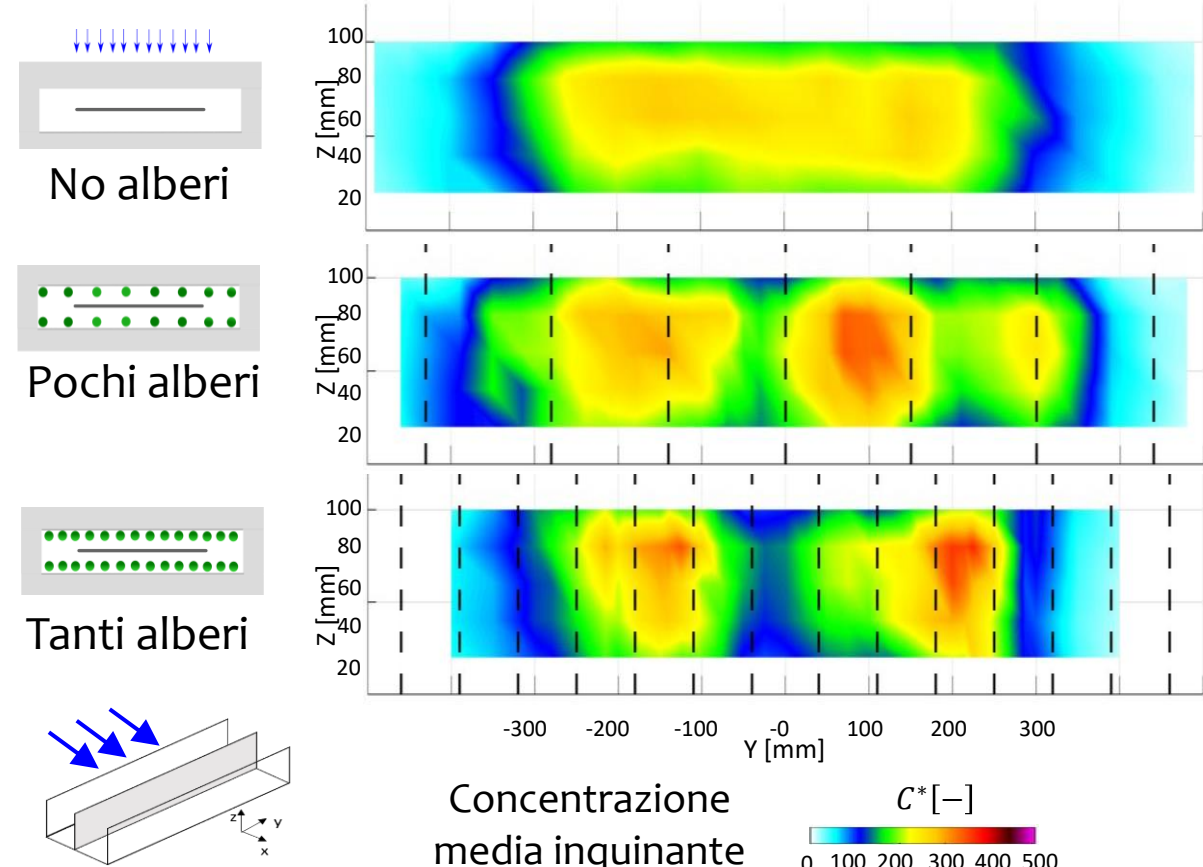
1. **Esperimenti in galleria del vento**
2. **Modelli operazionali a scala di città**
3. **Simulazioni ad alta risoluzione**



## Esperimenti in galleria del vento



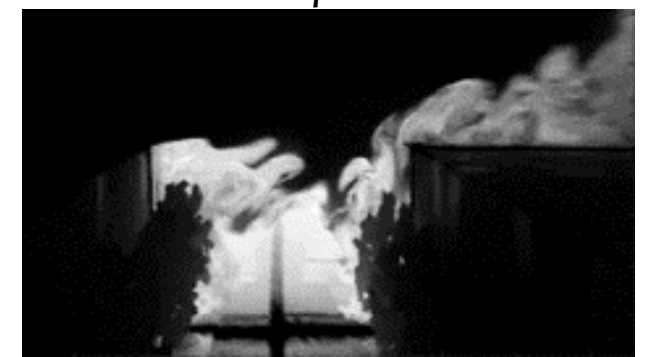
Barcellona e la geometria urbana ricostruita in laboratorio



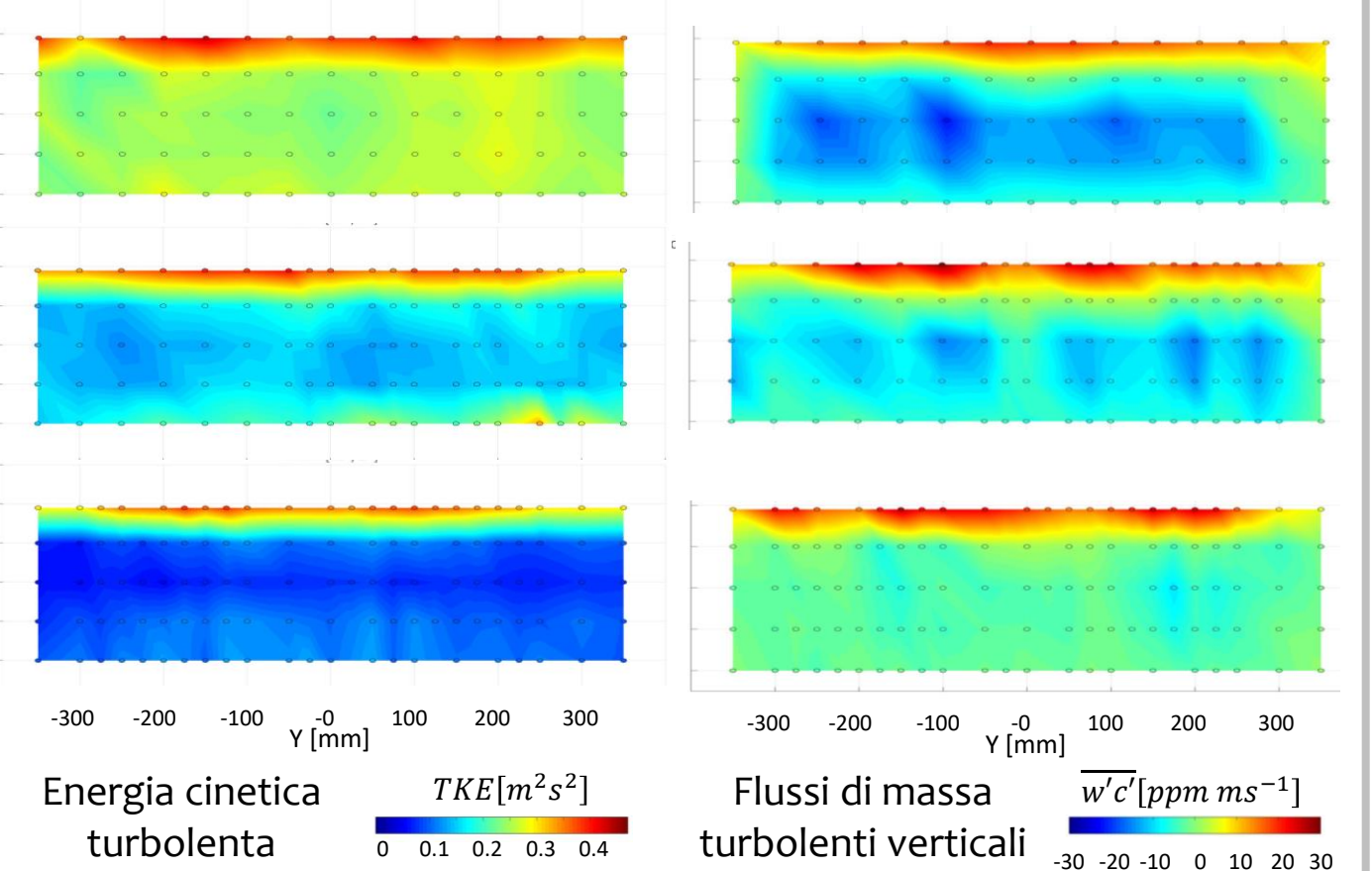
Canyon stradale con alberi



Attività sperimentali



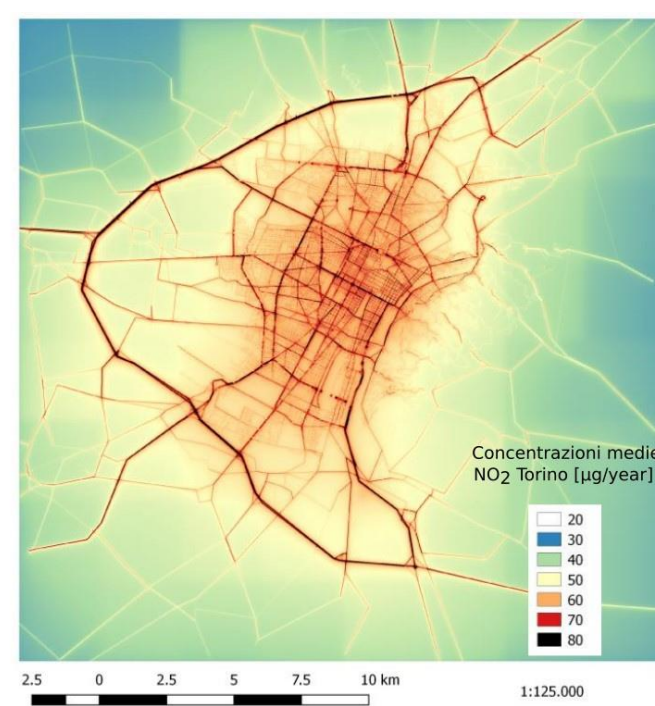
Flusso turbolento nella strada



- Gli alberi modificano la distribuzione di concentrazione (2D → 3D).
- Gli alberi provocano una riduzione dell'energia cinetica turbolenta nel canyon.
- La concentrazione media nel canyon non mostra un trend con il numero di alberi.

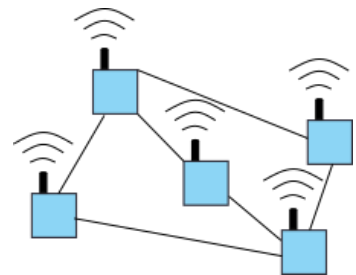
## Modelli di qualità dell'aria a scala di città

**Modello digitale** della città di Torino in grado di prevedere l'**inquinamento a scala di strada**, tenendo conto delle fonti emissive veicolari, industriali e legate al riscaldamento in tutto il territorio comunale. Questo risultato è stato reso possibile grazie alla **collaborazione** con l'**École Centrale de Lyon**, che sviluppa da più di 20 anni il **modello SIRANE** per la previsione dell'inquinamento dell'aria nei centri urbani.

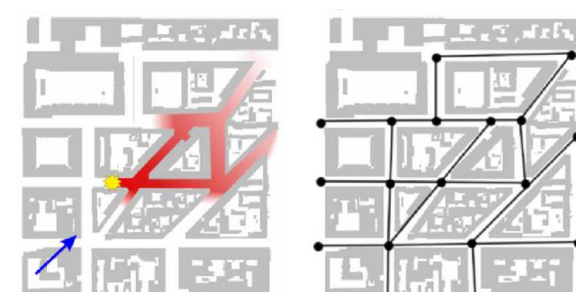


QUAL È IL POSTO MIGLIORE IN CUI POSIZIONARE SENSORI PER LA QUALITÀ DELL'ARIA?

QUALI SONO I PUNTI PIÙ VULNERABILI DI UNA CITTA' PER L'EMISSIONE DI INQUINANTI?

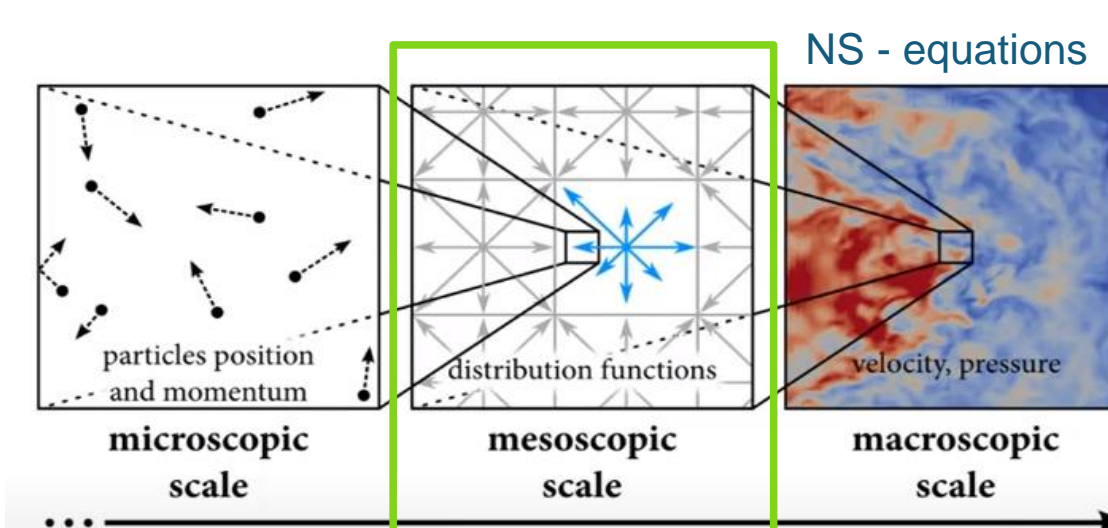


Analisi basate sulla **teoria delle reti complesse**



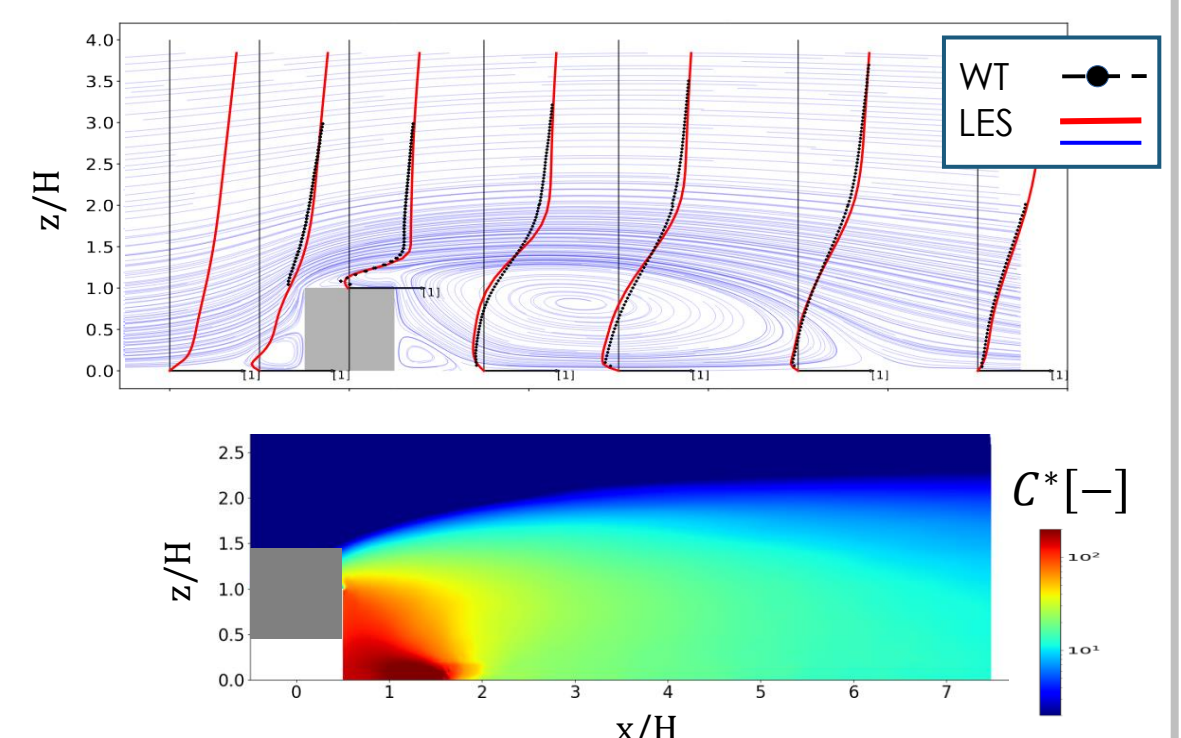
Modelliamo la concentrazione di inquinanti strada per strada nella città di Torino. Analizziamo i risultati con tecniche basate sulla teoria delle reti complesse, identificando i nodi critici della rete (come sorgenti o ricettori) e i pattern di diffusione.

## Simulazioni fluidodinamiche ad alta risoluzione



**Large Eddy Simulations** basate sul metodo **Lattice-Boltzmann** descrivono le dinamiche di flusso attorno a **geometrie complesse** con un **costo computazionale ridotto** rispetto ai classici metodi CFD.

Simuliamo il **flusso** attorno ad un **ostacolo bidimensionale** e la **dispersione** di uno scalare passivo emesso da una **sorgente** a livello del suolo dietro l'ostacolo. I risultati numerici sono **validati** con le misurazioni in galleria del vento.



Le simulazioni LBM-LES sono in grado di riprodurre il flusso turbolento e la dispersione attorno a geometrie simili a edifici. Ciò rende il metodo adatto e promettente per utilizzi in ambito urbano.

## References:

- [1] Fellini, Ridolfi, Salizzoni, 2020. Street canyon ventilation: combined effect of cross-section geometry and wall heating. Q.J. Royal Meteorol. Soc.
- [2] Fellini, Marro, Del Ponte, et al., 2022. High resolution wind-tunnel investigation about the effect of street trees on pollutant concentration and street canyon ventilation. Build. Env.
- [3] Fellini, Salizzoni, Souhac, Ridolfi, 2019. Propagation of toxic substances in the urban atmosphere: A complex network perspective. Atmos. Environ.
- [4] Fellini, Salizzoni, Ridolfi, 2021. Vulnerability of cities to toxic airborne releases is written in their topology. Scientific Reports.



ARIA  
P@LIT@

sofia.fellini@polito.it