



INAR

INSTITUTE FOR ATMOSPHERIC AND
EARTH SYSTEM RESEARCH

Nucleazione atmosferica in ambiente urbano: il caso di Milano

M. Agro', S. Melina, J. Sulo, C. Colombi, B. Biffi, A. Marinoni, I. Grigioni,
A. Bigi, C. Oliewo, K. Lehtipalo, T. Petäjä, M. Kulmala and F. Bianchi

Formazione di nuovo particolato (NPF)

→ formazione di piccoli cluster di molecole ($\sim 1\text{nm}$) e particelle ($> 2\text{nm}$) e il loro accrescimento fino alle dimensioni dei nuclei di condensazione delle nubi ($\sim 50\text{-}100\text{ nm}$)

- *Condensazione di gas precursori (ad esempio acido solforico e HOMs – highly oxygenated organic molecules)*
- *Coagulazione*

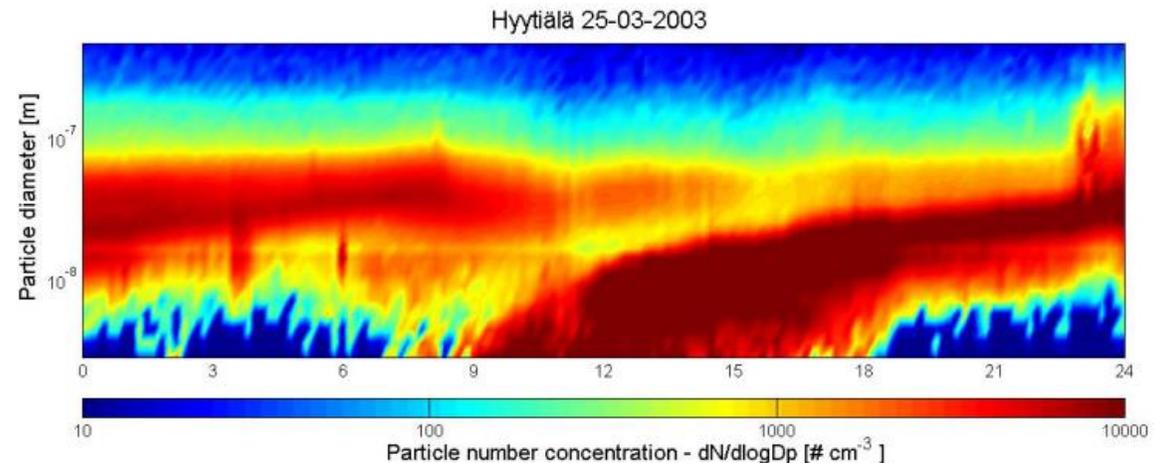
Perchè studiamo la NPF?

- Proteggere la salute umana → particelle nanometriche possono raggiungere le parti più profonde dei polmoni e il sistema circolatorio
- Comprendere meglio il cambiamento climatico → particelle nanometriche possono crescere fino alle dimensioni dei nuclei di condensazioni delle nubi (CCN) → cambiare le caratteristiche delle nubi e la loro interazione con la radiazione

Come la studiamo?

Grafici superficiali delle distribuzioni dimensionali in numero → grafici a banana

- Quando avviene NPF
- Quanto velocemente si formano le particelle
- Quanto velocemente crescono le particelle



INAR

INSTITUTE FOR ATMOSPHERIC AND
EARTH SYSTEM RESEARCH

Il progetto



Pianura Padana → una delle zone più inquinate d'Europa

- intense emissioni di inquinanti
- caratteristiche meteorologiche e orografiche → tra le Alpi e gli Appennini è caratterizzata da forte stabilità atmosferica e accumulo di inquinanti.

Milano → città più industrializzata e popolosa del nord Italia

- hotspot per il clima e la qualità dell'aria in Europa.

**È QUINDI ESSENZIALE COMPRENDERE NEL DETTAGLIO LE
CARATTERISTICHE DELL'INQUINAMENTO E DEI PROCESSI
ATMOSFERICI IN QUESTA CITTÀ**



2023 → progetto RiUrbans a Milano (progetto Europeo per la misura di inquinanti in varie città)

- Le misure del progetto RiUrbans sono state estese per ottenere una visione più completa dei processi atmosferici
- Vari Istituti e Università sono stati coinvolti per misurare diverse variabili



Obiettivi: Caratterizzare la concentrazione in numero delle particelle ultrafini

Studiare la formazione di nuovo particolato → distribuzioni dimensionali

- Relazione tra la NPF e le condizioni meteorologiche, il mixing atmosferico, le concentrazioni di inquinanti e i gas traccianti
- Relazione tra la NPF e i precursori gassosi (proxy per l'acido solforico) e il condensation sink

Dati: Campagna di misura in una zona di background urbano tra Maggio 2023 e Aprile 2024

- Distribuzioni dimensionali di particelle

PSM	NAIS	SMPS
1.2 – 3 nm	2 – 38 nm	20 – 500 nm

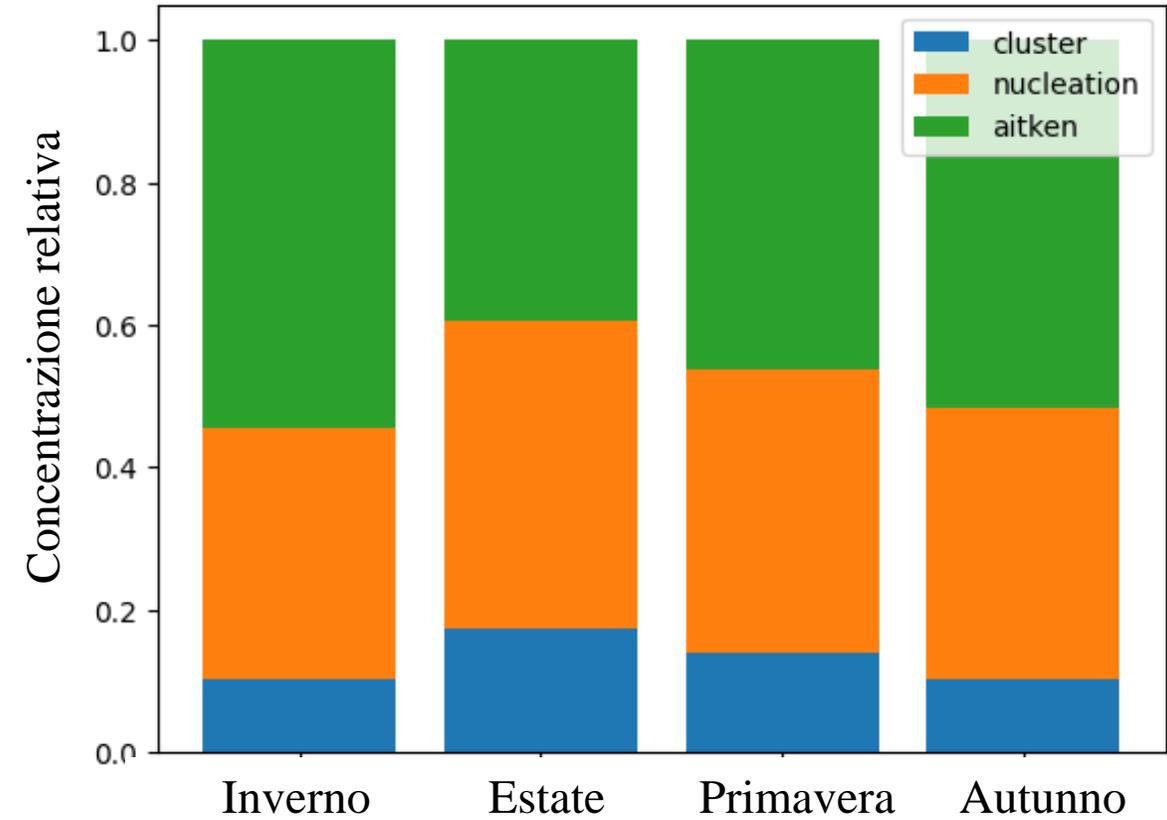
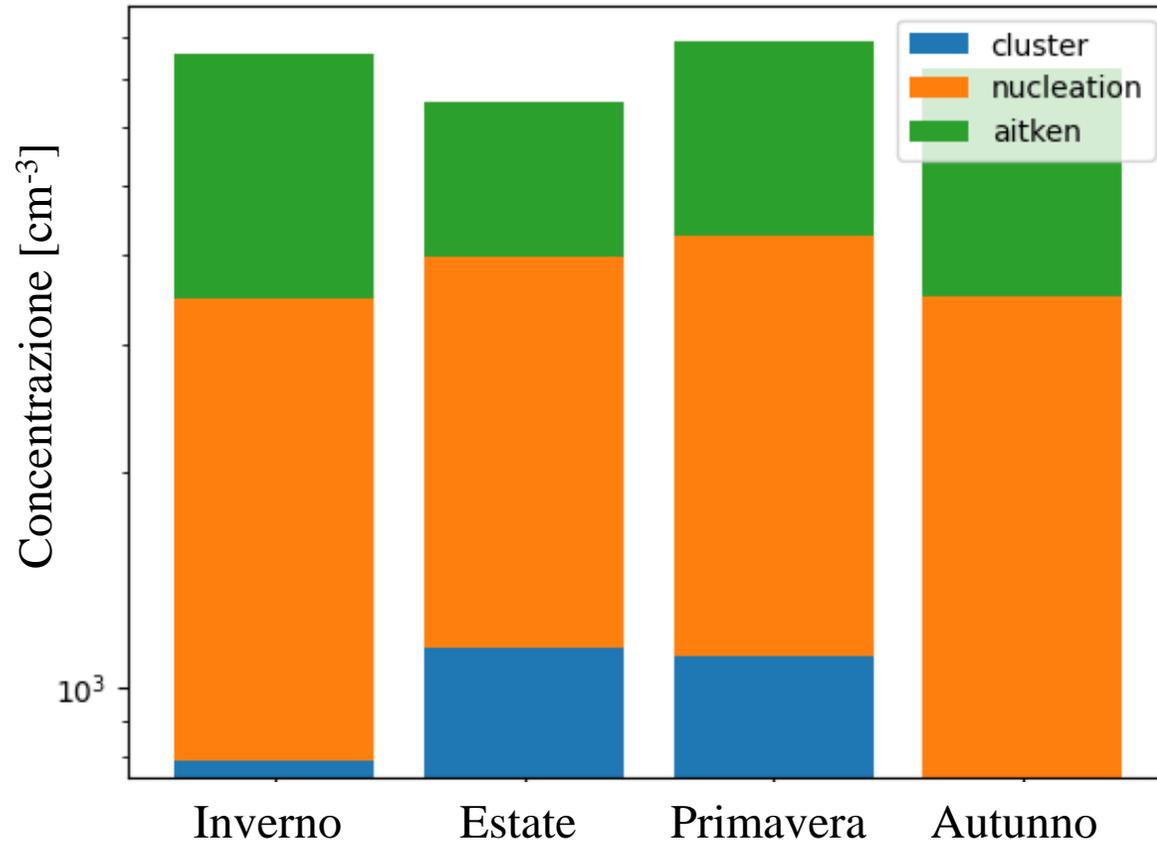
- Distribuzioni dimensionali di ioni (0.8 – 38 nm, NAIS)

Altre variabili rese disponibili da ARPA

Lombardia:

- Direzione e velocità del vento, temperatura, umidità relativa, radiazione
- SO₂, NO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}
- BLH, velocità di frizione, flusso turbolento di calore

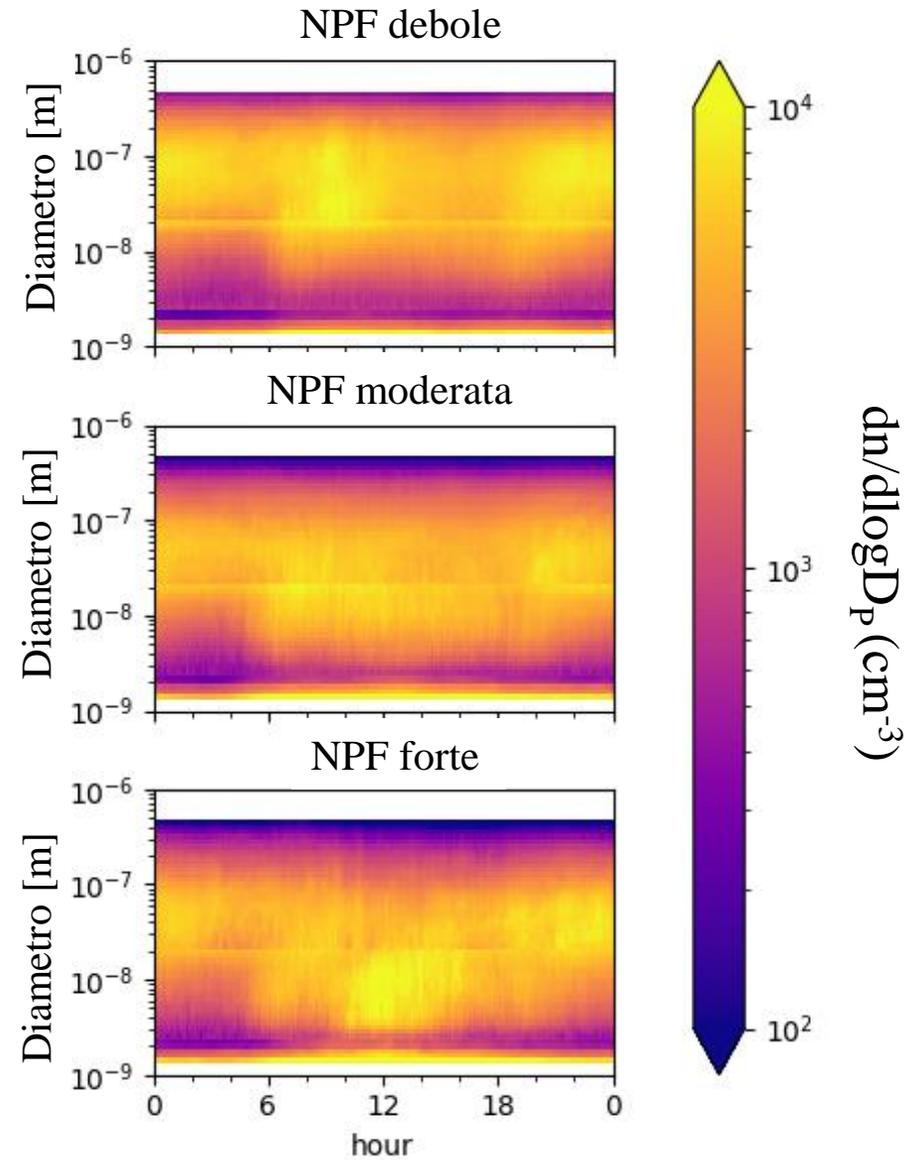
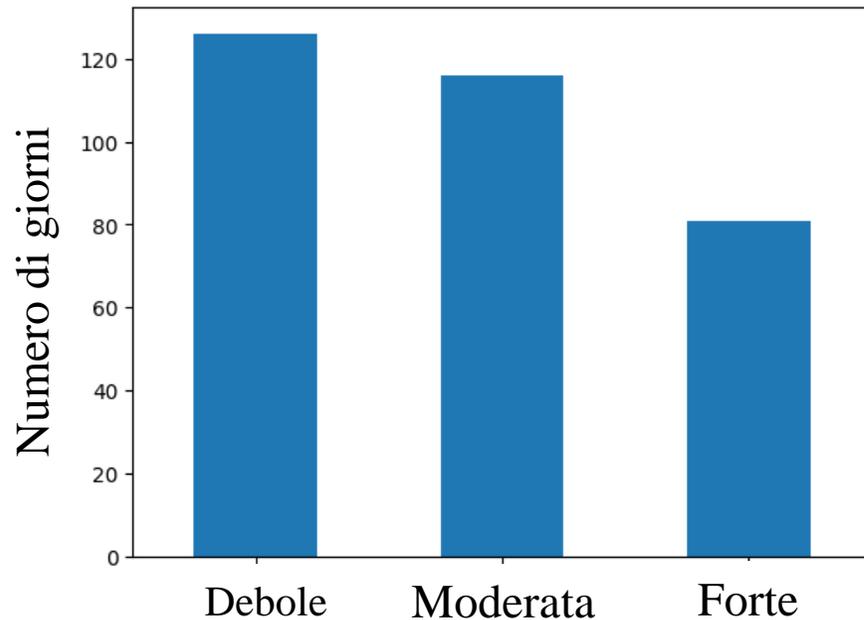
Caratterizzazione delle particelle ultrafini



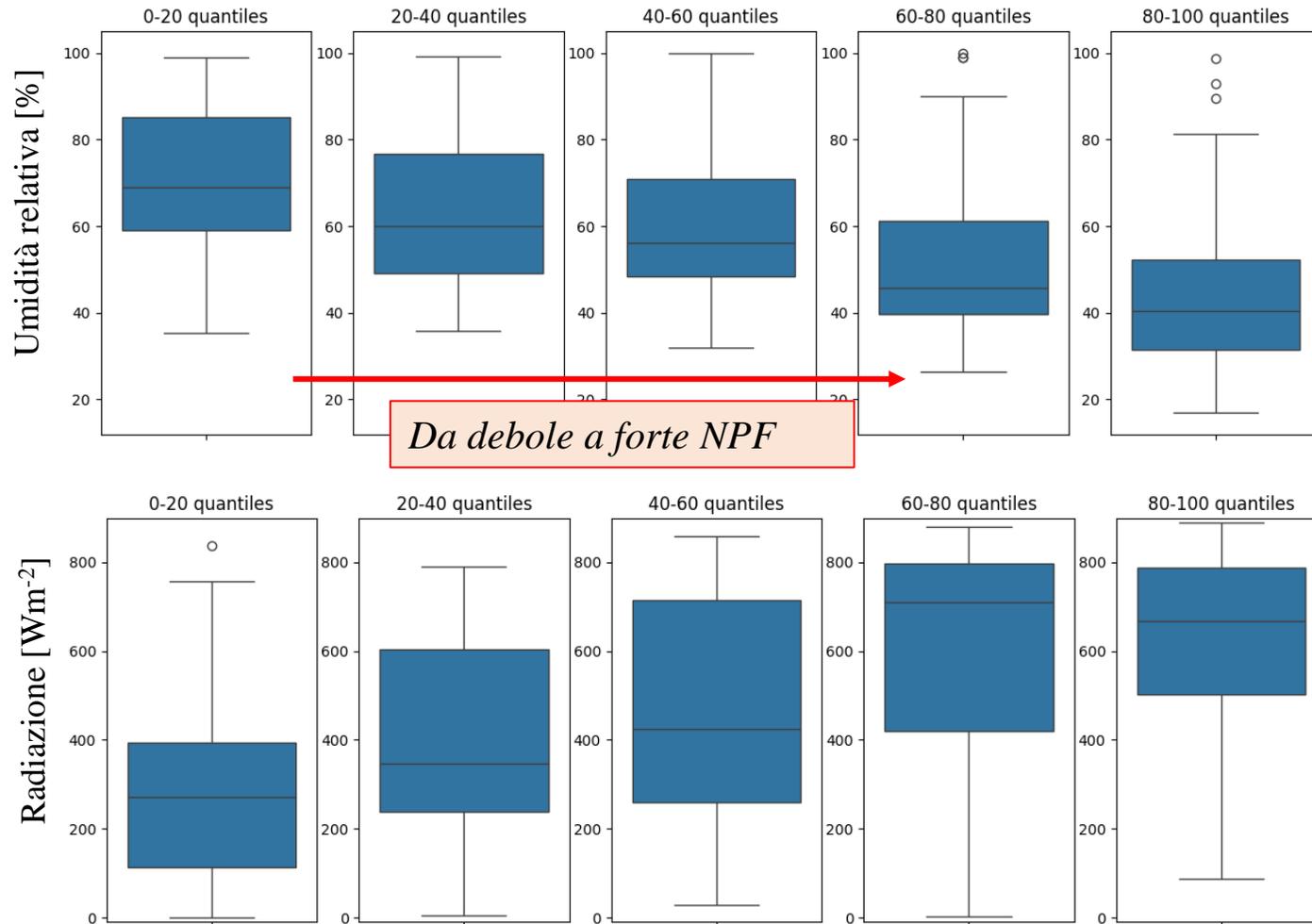
Nanoparticle ranking analysis: determining new particle formation (NPF) event occurrence and intensity based on the concentration spectrum of formed (sub-5 nm) particles

Diego Aliaga, Santeri Tuovinen, Tinghan Zhang, Janne Lampilahti, Xinyang Li, Lauri Ahonen, Tom Kokkonen, Tuomo Nieminen, Simo Hakala, Pauli Paasonen, Federico Bianchi, Doug Worsnop, Veli-Matti Kerminen, and Markku Kulmala ✉

<https://ar.copernicus.org/articles/1/81/2023/>

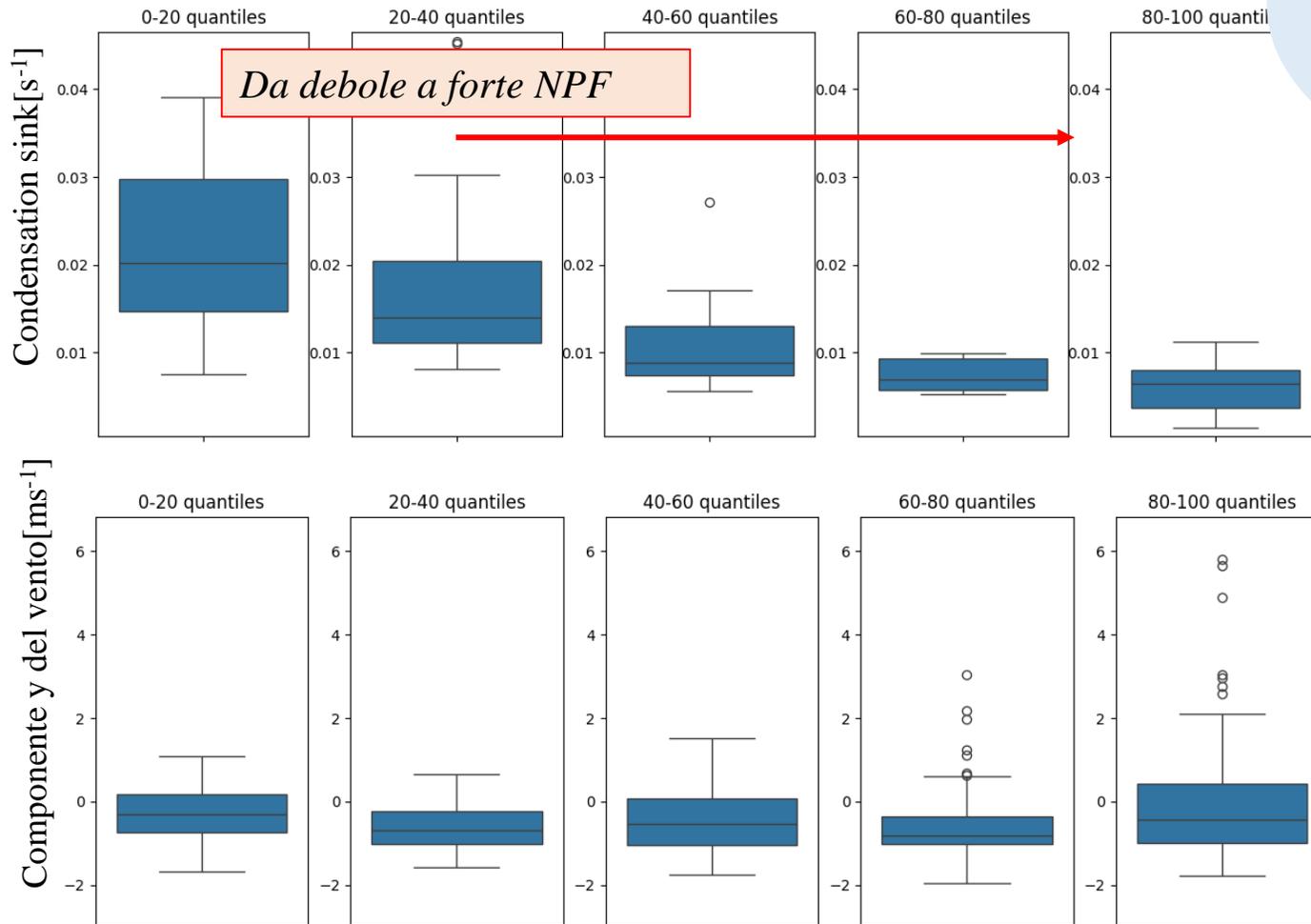


Dividendo i giorni in 5 classi di intensità di NPF:

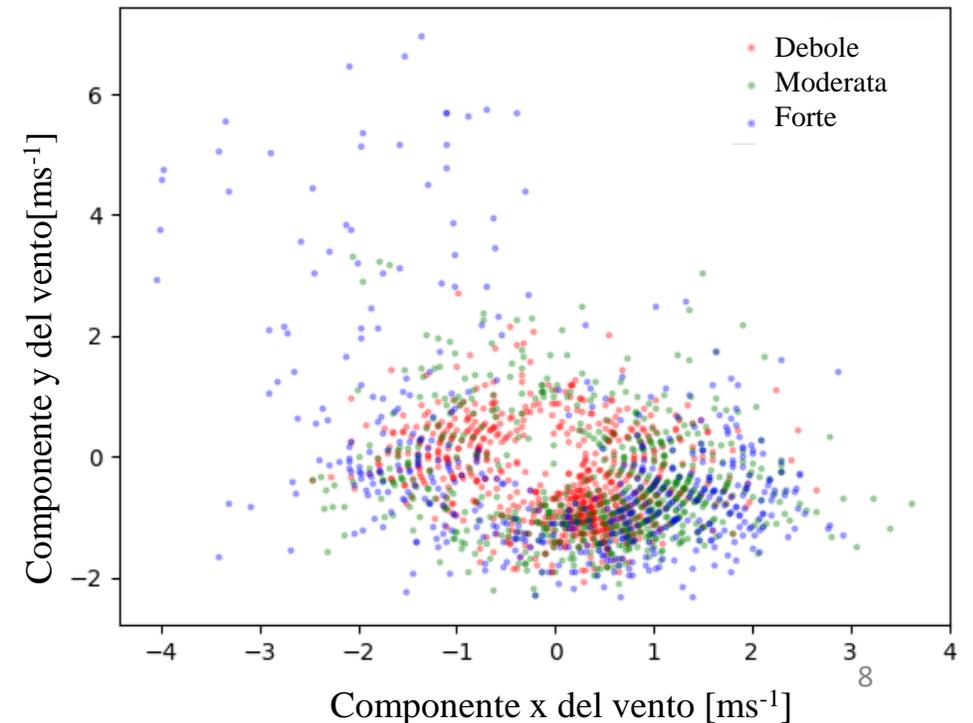


- La NPF è più intensa a umidità relativa più bassa
- La NPF è più intensa a radiazione (e temperatura) intermedia
 - Probabilmente perchè di solito la primavera è la stagione caratterizzata da NPF più frequente e intensa
 - *Ulteriori studi riguardo alla stagionalità della NPF sono necessari per questo sito*

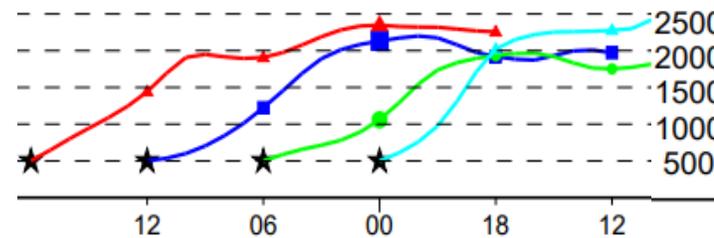
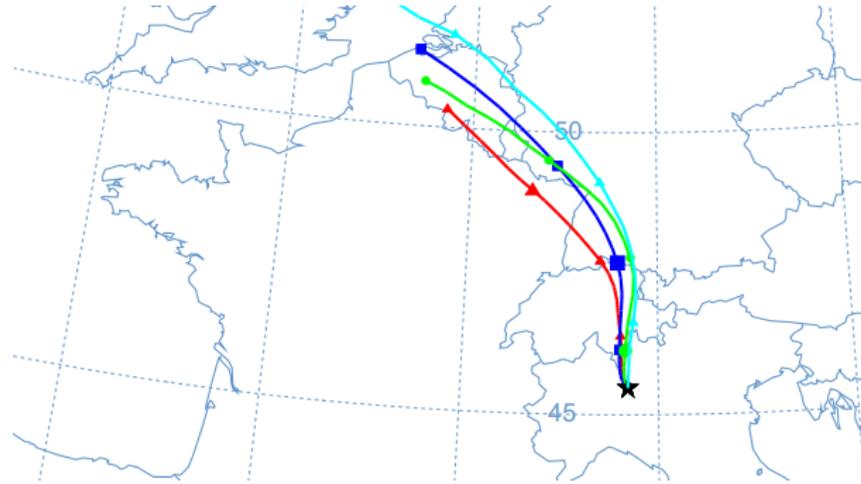
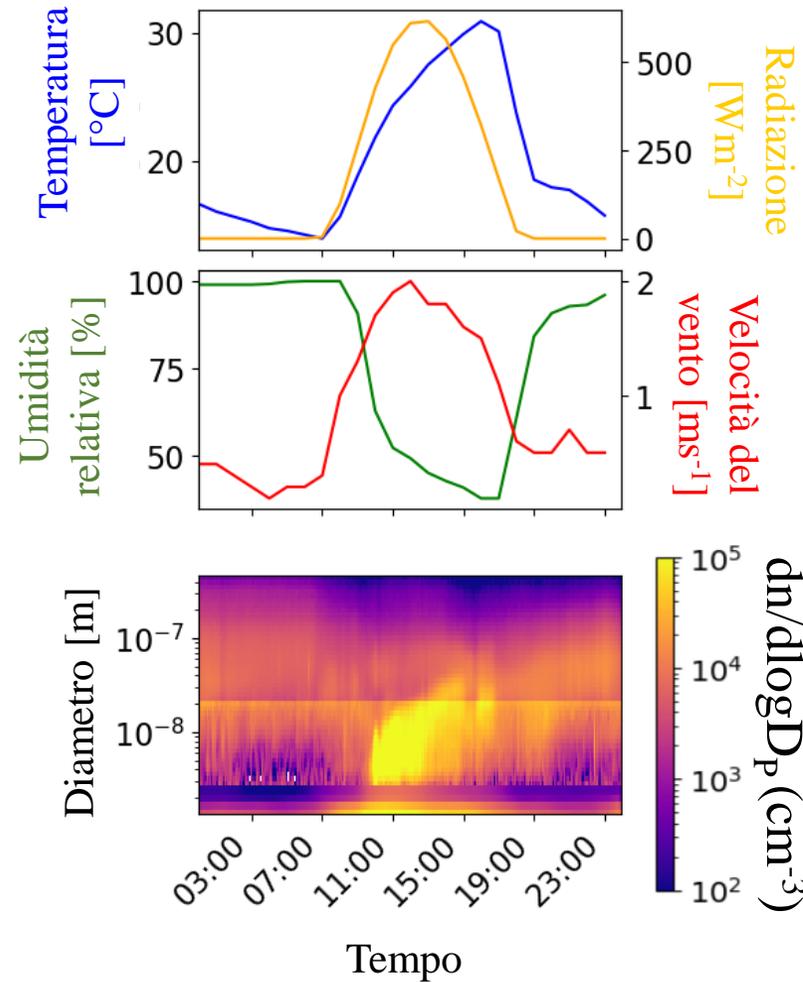
Dividendo i giorni in 5 classi di intensità di NPF:



- Osserviamo NPF più intensa quando l'atmosfera è più "pulita", ovvero quando il condensation sink e le concentrazioni di PM_{10} , $PM_{2.5}$, black carbon, SO_2 e NO_2 sono più basse
- NPF intensa avviene in presenza di forte vento da nord ovest (probabilmente foehn)



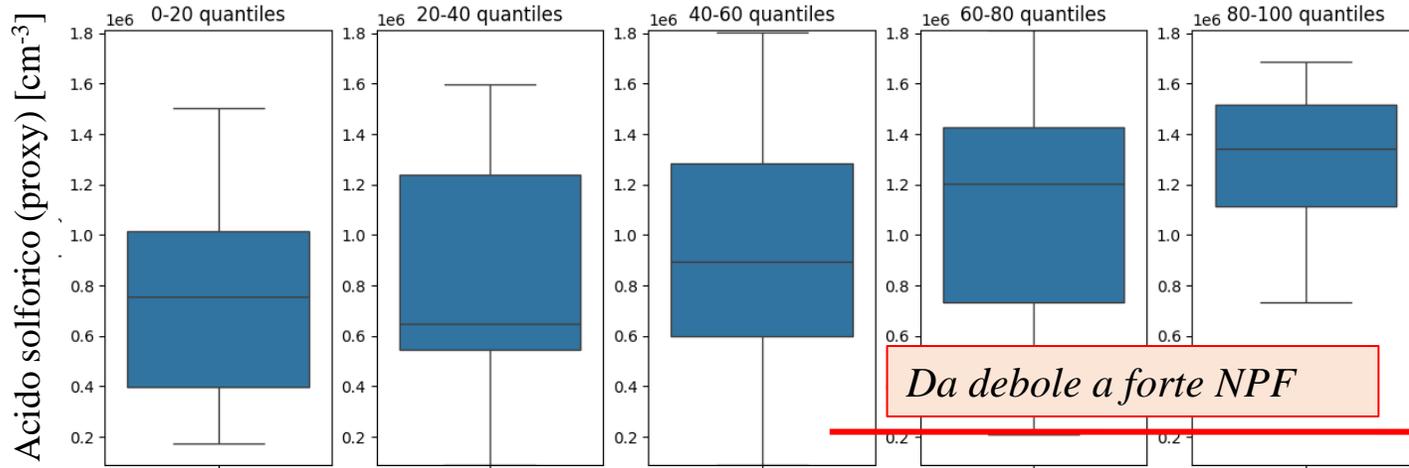
8 Ottobre, 2023



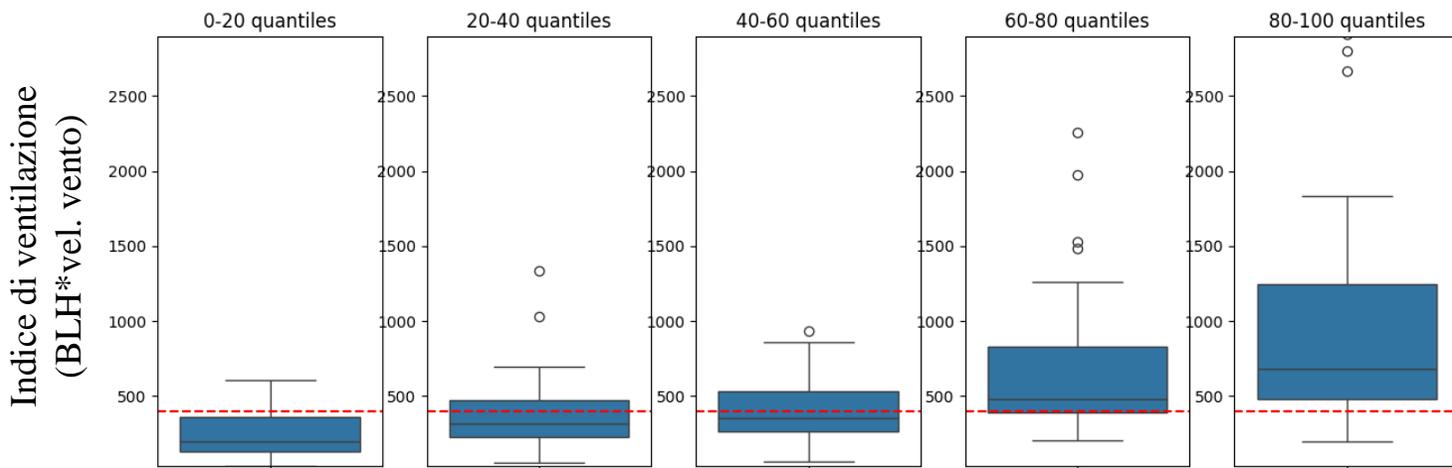
Vento di foehn:

- Giorni caldi e soleggiati
- Umidità relativa bassa
- Elevata velocità del vento
- Massa d'aria proveniente dalle Alpi

Dividendo i giorni in 5 classi di intensità di NPF:



- Osserviamo NPF più intensa a valori del proxy per l'acido solforico più alti
- Osserviamo NPF più intensa a mixing atmosferico maggiore e prevalentemente durante giorni non stagnanti

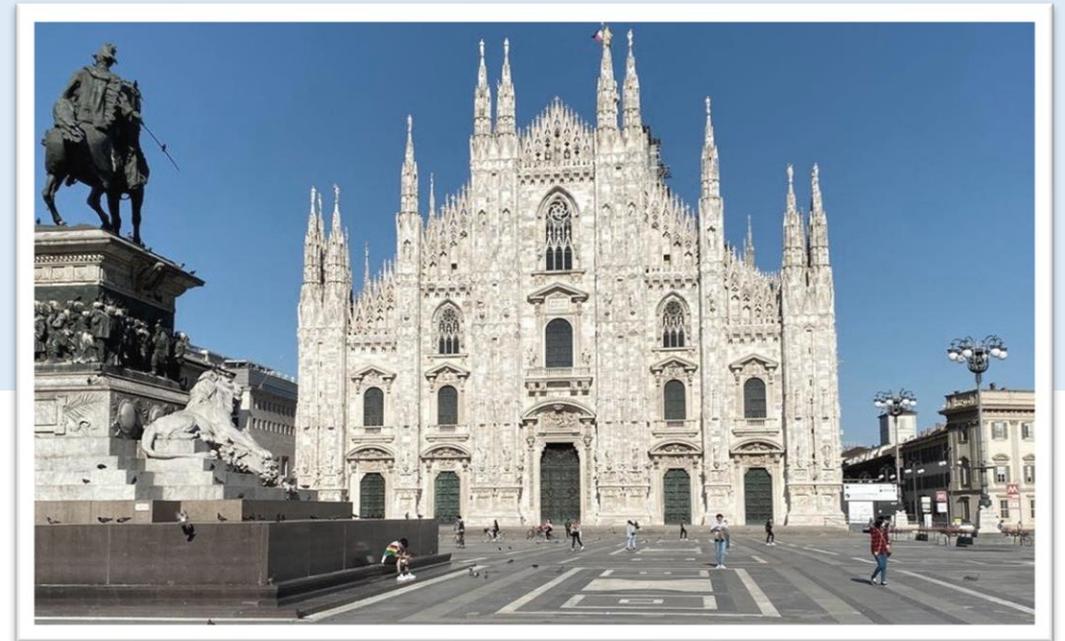


Conclusioni e prossime analisi

- NPF più intensa si osserva quando:
 - l'atmosfera è più "pulita": concentrazioni più basse di PM_{10} , $PM_{2.5}$, BC, NO_2 , SO_2
 - c'è forte vento da nord ovest (foehn)
 - temperatura e radiazione sono intermedie (probabilmente perchè solitamente la primavera è la stagione caratterizzata da NPF più frequente e intensa)
 - l'umidità relativa è più bassa
- L'intensità di NPF cresce al diminuire del condensation sink
- L'intensità di NPF cresce con la concentrazione di acido solforico (proxy)
- L'intensità di NPF cresce con il mixing atmosferico e avviene, in media, durante giorni non stagnanti

Prossime analisi:

- Ulteriori analisi sul processo di NPF: stagionalità, tassi di accrescimento e di formazione
- L'origine della massa d'aria influenza la NPF?
- Quali sono i contributi di NPF e traffico alle particelle ultrafini?



Grazie per l'attenzione