

## Rete



Fig. 1: Siti di ALICENet (attivi in verde, in allestimento in blu).



ALICENet (Automated Lidar Ceilometer network) è la rete italiana di Automated Lidar-Ceilometer (ALC), che monitora in continuo (24h/giorno, 7 giorni/7) i profili verticali di aerosol e nubi. I siti osservativi sono distribuiti da nord a sud sul territorio nazionale (Fig. 1) e coprono condizioni ambientali molto diverse, caratterizzate, per esempio, da avvezioni di polveri sahariane [1,2,3], trasporto di ceneri vulcaniche, produzione di particolato secondario da aerosol di origine principalmente antropica [4,5]. Per diversi siti sono disponibili database pluriennali.

La rete è coordinata da ISAC-CNR, con la collaborazione di diverse istituzioni di ricerca e agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, ed è contributing network del programma europeo di EUMETNET E-PROFILE. Il processamento dei dati è centralizzato in ISAC-CNR, comprende procedure di correzione e calibrazione del segnale e algoritmi di inversione, e consente di fornire in modo omogeneo informazioni quantitative sui profili delle proprietà ottiche e fisiche dell'aerosol sull'intero territorio.

## Algoritmi

La catena di processamento di ALICENet (Fig. 2) restituisce quantità geofisiche a partire dalla radiazione del fascio laser retrodiffusa in atmosfera e misurata a terra, e comprende gli algoritmi di:

- correzione dell'overlap, basata su Hervo et al. [6]
- calibrazione del segnale, basata sul metodo Rayleigh
- Inversione del segnale, basata su:
  - soluzione forward dell'algoritmo di Klett [7] per il calcolo della retrodiffusione dell'aerosol
  - relazioni funzionali ricavate da un insieme di simulazioni numeriche [8] per il calcolo di estinzione, superficie, volume e (assumendo una densità) massa dell'aerosol
- individuazione dell'altezza dello strato limite atmosferico e dello strato di rimescolamento, basata su STRATfinder [9].

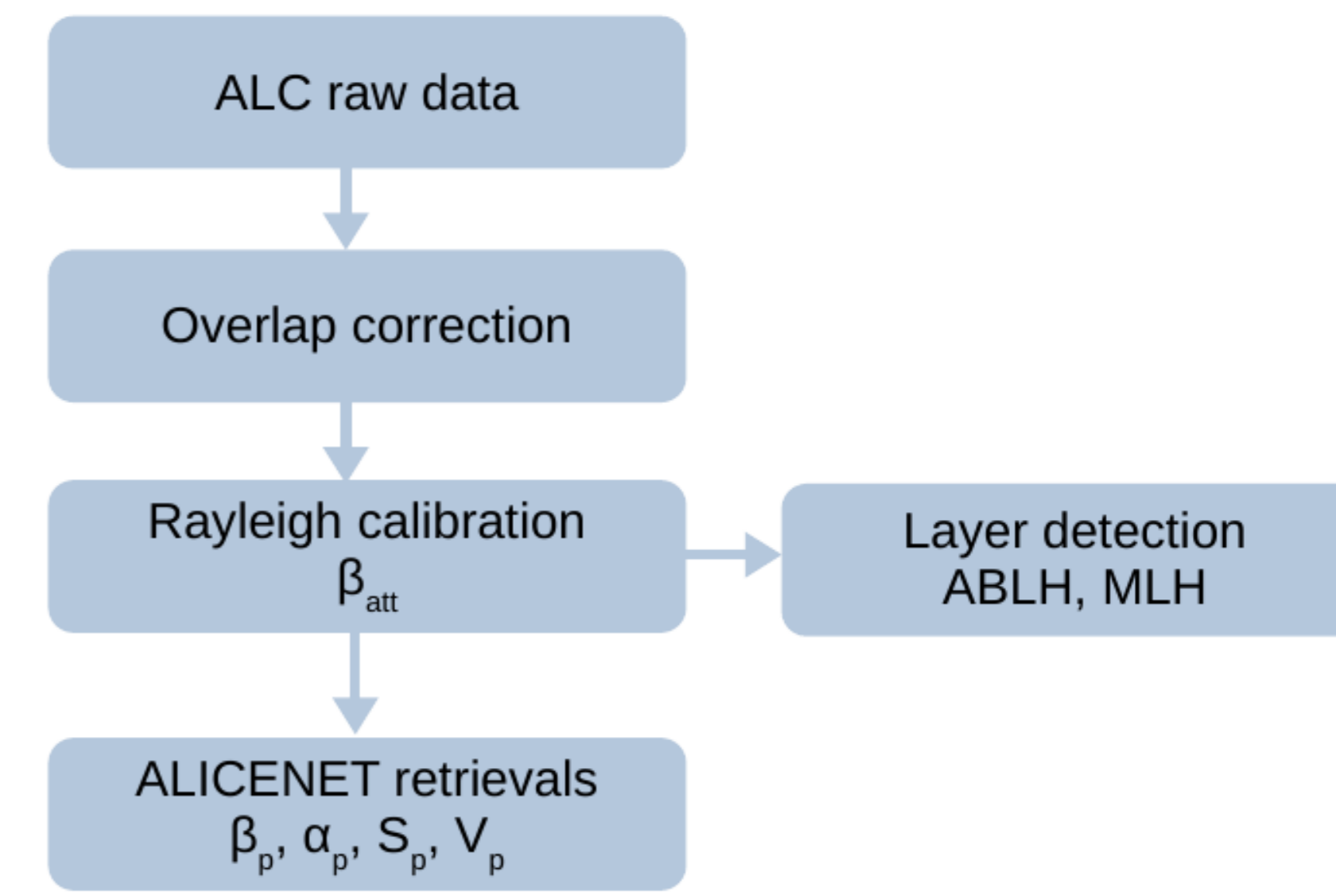


Fig. 2: catena di processamento di ALICENet.

La catena di processamento è in continuo sviluppo, grazie alla collaborazione con PRB E iniziative e progetti Europei (COST Action Probe, H2020 Project RI-Urbans), e in base alle richieste dei diversi settori interessati alle informazioni ricavate dalla rete di ALC.

## Applicazioni

I profili verticali del segnale ALC corretto per la quota (Range-Corrected Signal RCS, *Level 1 profiles*) sono forniti in near-real time su <https://www.alice-net.eu/>, con una risoluzione di 15 m fino a una quota di 15 km. I profili delle proprietà ottiche e fisiche dell'aerosol (*Level 2 profiles*) sono validati tramite misure indipendenti sia sul lungo periodo sia in specifiche campagne di misura, e la loro disseminazione, insieme alle informazioni sulla stratificazione atmosferica (*Level 3 data*), è in fase di sviluppo. I diversi livelli di informazione hanno importanti applicazioni, per esempio, nell'ambito della meteorologia, della qualità dell'aria, e della sicurezza aerea.

### Eventi di trasporto di aerosol

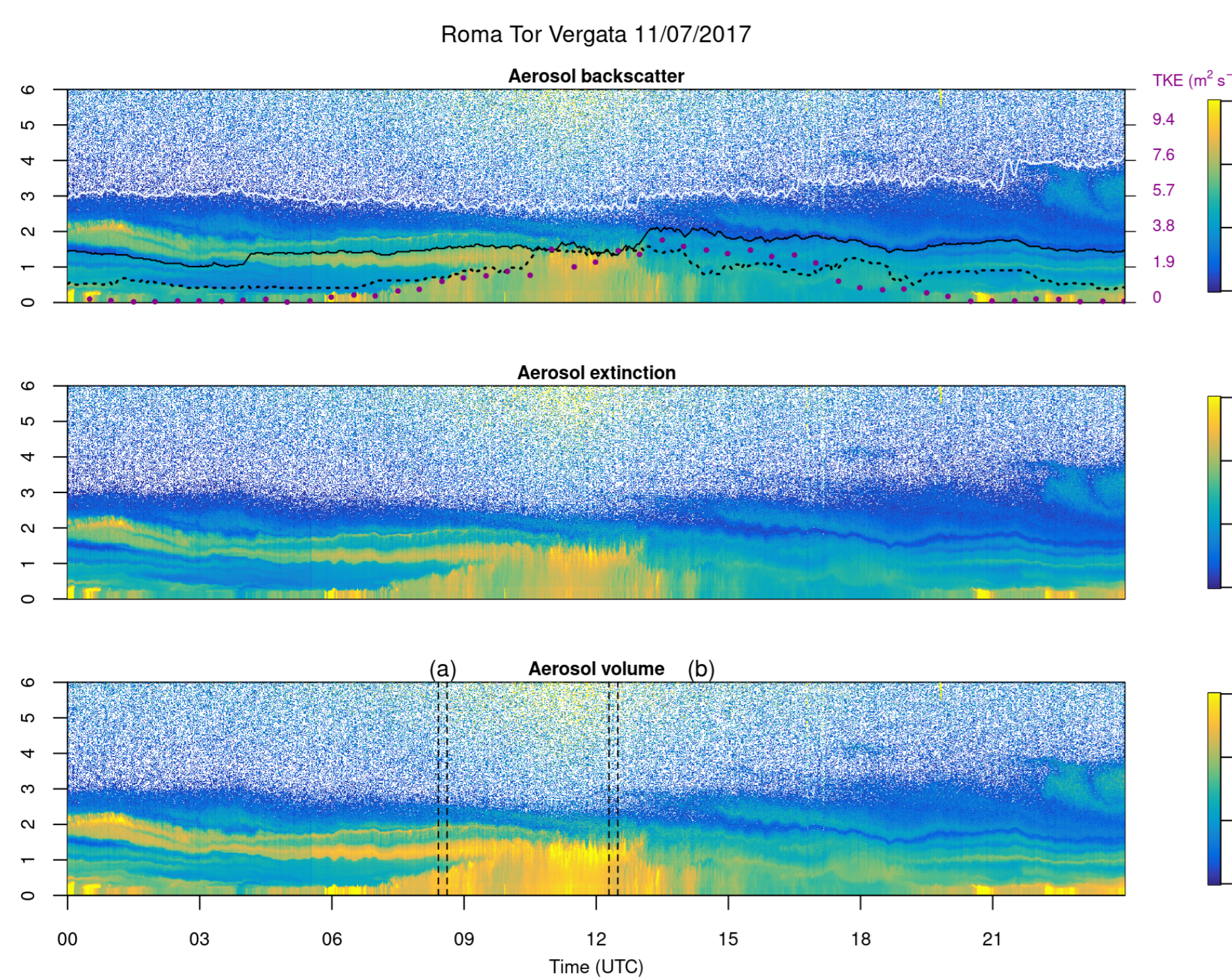


Fig. 3: profili di retrodiffusione, estinzione, e volume dell'aerosol in Roma Tor Vergata (11/07/2017). Le altezze dello strato limite atmosferico (linea nera), dello strato di rimescolamento (linea tratteggiata), e dello strato continuo di aerosol (linea bianca) sono sovrapposte ai profili di retrodiffusione, insieme all'evoluzione dell'energia cinetica turbolenta (punti viola).

Esempio di avvezione di polveri sahariane e plume da incendio su Roma (11 Luglio 2017), inglobati e rimescolati nello strato limite atmosferico, come osservato durante la campagna di misura EMERGE [10,11].

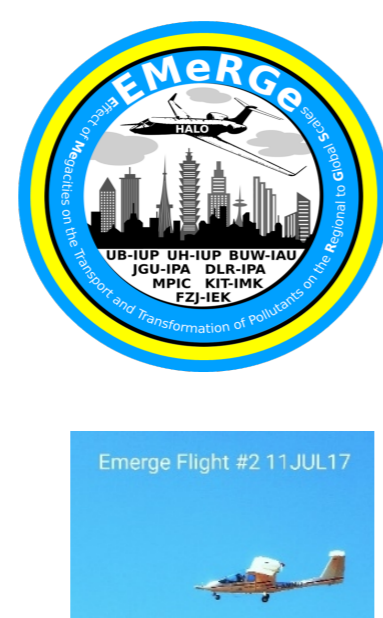


Fig. 4: confronto tra i profili di volume di ALICENet e le misure in-situ da OPC nelle finestre temporali (a) e (b) sovrapposte ai profili di volume dell'11/07/2017.

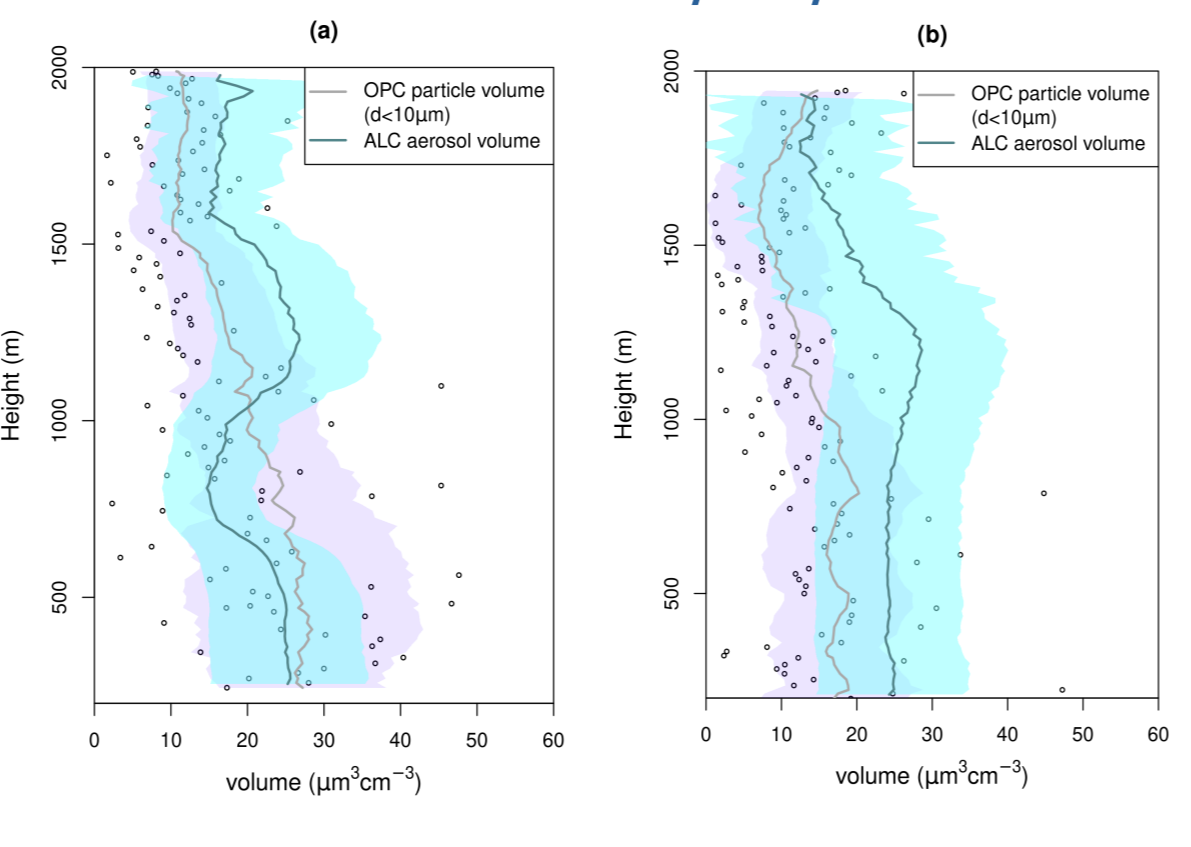
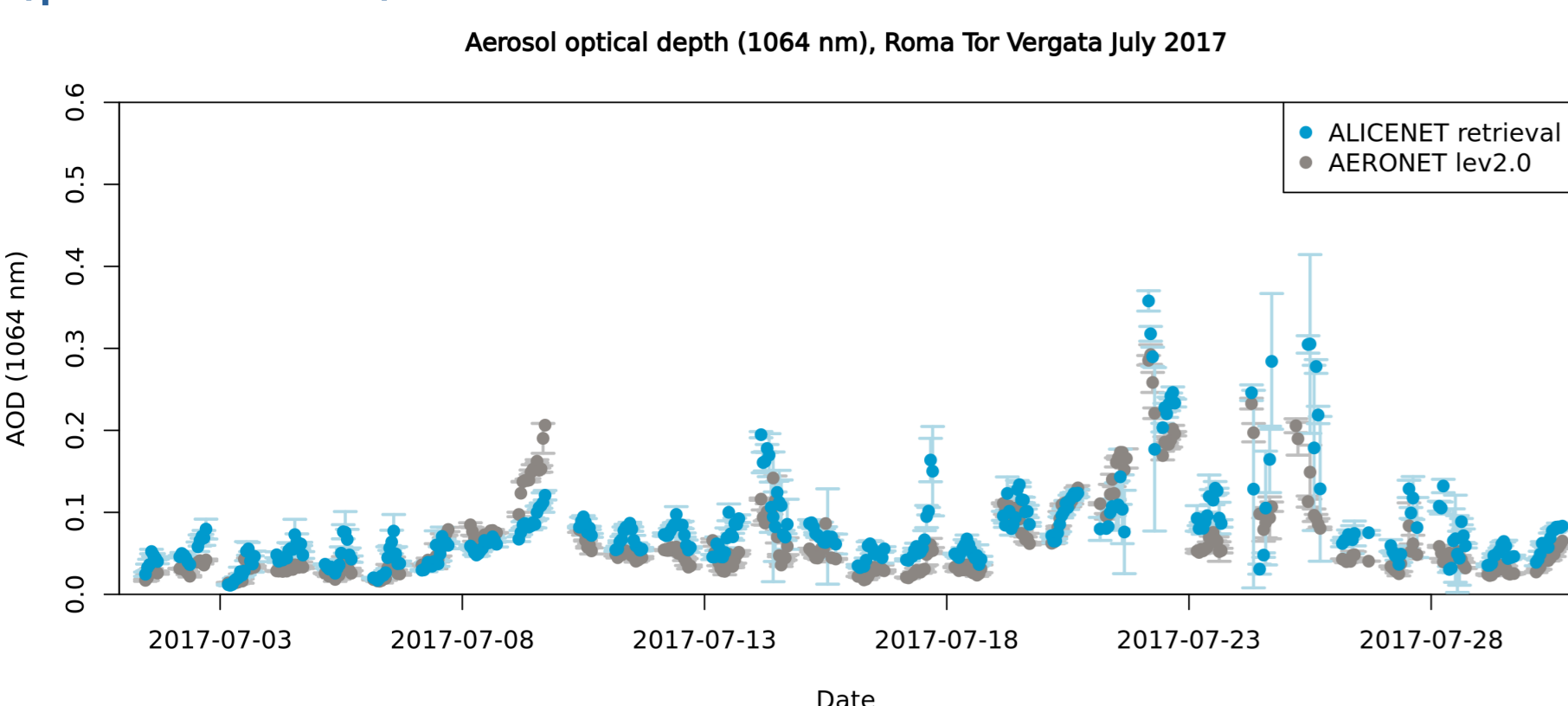


Fig. 5: confronto tra gli spessori ottici dell'aerosol ricavati dalle inversioni di ALICENet (Level 2 data) e di AERONET (Level 2), Roma Tor Vergata, Luglio 2017.



### Climatologia dei profili di aerosol

Climatologia (6 anni) delle concentrazioni in massa dell'aerosol lungo il profilo verticale in quattro siti ALICENet (Roma, Messina, Milano, Aosta) lungo il periodo 2016-2021.

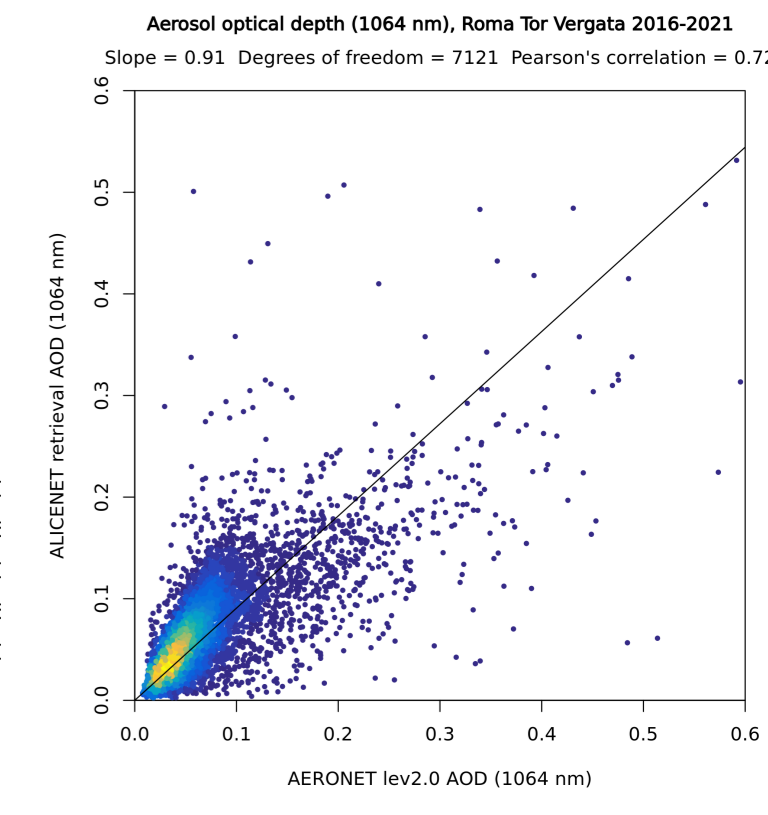
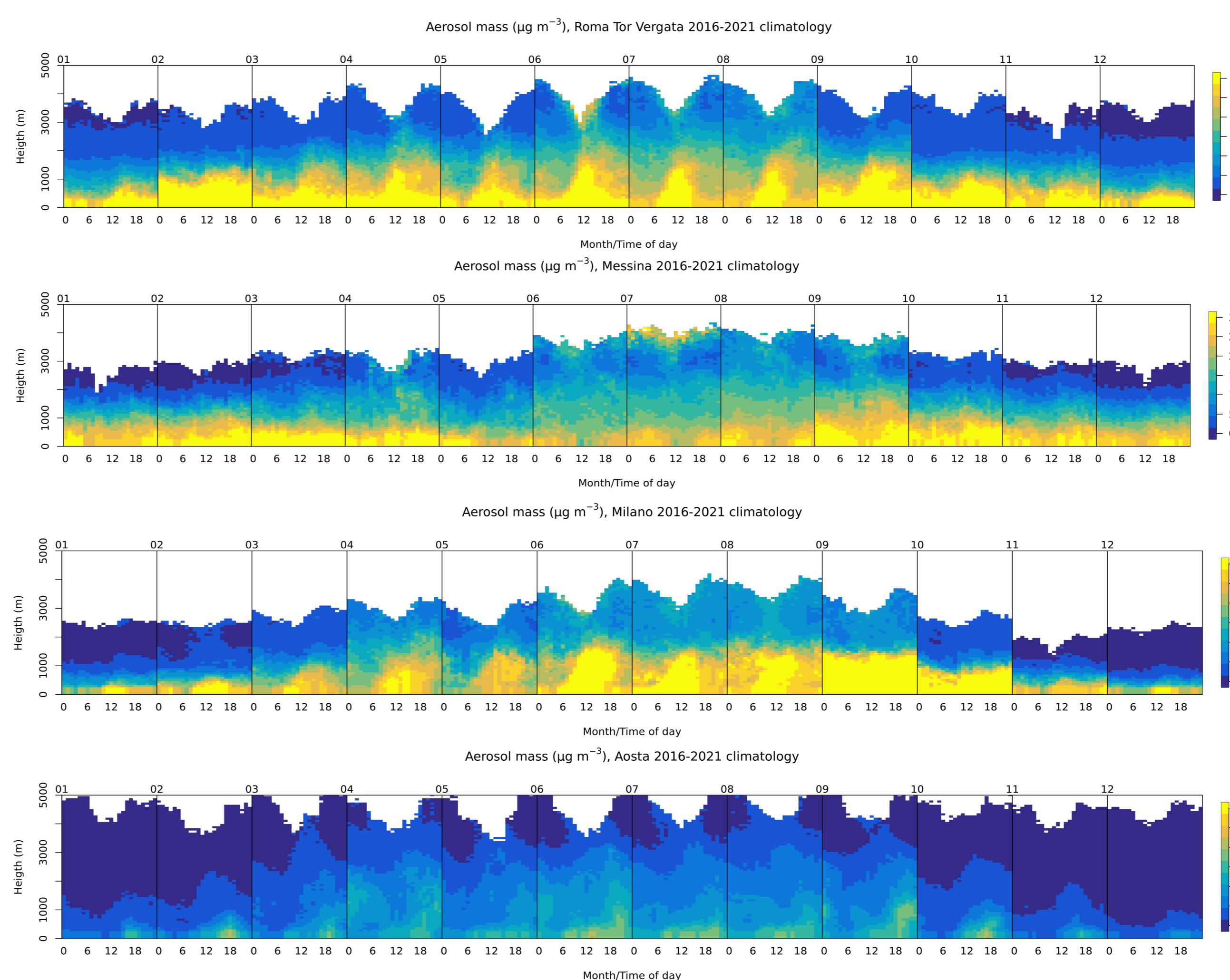


Fig. 6 (sopra): confronto tra i dati di spessore ottico di ALICENet e AERONET (Level 2) lungo il periodo 2016-2021.



Fig. 7 (destra): climatologia 2016-2021 dei cicli giornalieri per ogni mese dei profili di concentrazione in massa dell'aerosol in Roma, Messina, Milano, Aosta.

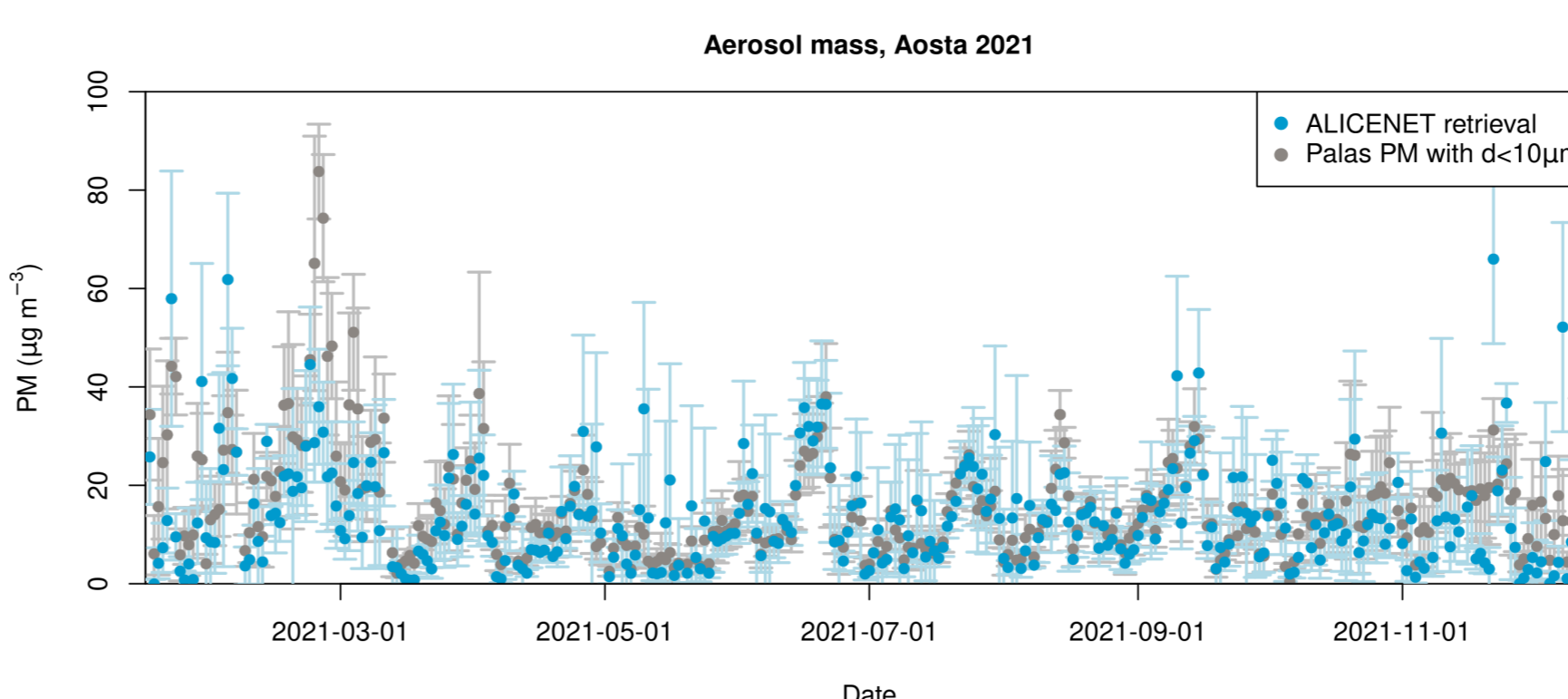


Fig. 8: confronto tra le concentrazioni di particolato alla superficie estrapolate da ALICENet e ricavate da OPC Palas (PM<sub>10</sub>) ad Aosta nell'anno 2021.

## Conclusioni

ALICENet consente il monitoraggio continuo della distribuzione e delle proprietà dell'aerosol lungo il profilo verticale. Le informazioni fornite dalla rete rappresentano un valore aggiunto in diversi settori, e sia la rete che la catena di processamento sono in continuo sviluppo per coprire in qualità e quantità le informazioni richieste.

Il pluriennale database di ALICENet consente di analizzare nei diversi siti la climatologia dei fenomeni di trasporto a media e larga scala, delle proprietà chimico-fisiche dell'aerosol, e di valutarne gli effetti radiativi diretti e indiretti, integrando l'informazione da ALC con quella di altri strumenti di telerilevamento attivo e passivo da terra e da satellite e con modellistica numerica.

## Bibliografia

- [1] Barnaba et al., 2017, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.04.038> [2] Barnaba et al., 2022a, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107204> [3] Gobbi et al., 2019, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.01.002> [4] Diémoz et al., 2019a, <https://doi.org/10.5194/acp-19-3065-2019> [5] Diémoz et al., 2019b, <https://doi.org/10.5194/acp-19-10129-2019> [6] Hervo et al., 2016, <https://doi.org/10.5194/amt-9-2947-2016> [7] Wiegner and Geiß, 2012, <https://doi.org/10.5194/amt-5-1953-2012> [8] Dionisi et al., 2018, <https://doi.org/10.5194/amt-11-6013-2018> [9] Kotthaus et al., 2020, <https://doi.org/10.3390/rs12193259> [10] Andrés Hernandez et al., 2022, <https://doi.org/10.5194/acp-22-5877-2022> [11] Barnaba et al., 2022b (in preparazione)

## Ringraziamenti

Questo lavoro è stato supportato da ISAC-CNR. Si ringraziano le istituzioni e le persone che hanno collaborato all'interno della rete, la COST Action PROBE (CA18235) e l'H2020 Project RI-URBANS (GA No 101036245).

