

Avvezioni termiche di masse d'aria ricche di aerosol in una valle alpina: considerazioni teoriche ed evidenze sperimentali

Le immagini prodotte dal lidar, installato presso l'osservatorio solare di ARPA Valle d'Aosta ad aprile 2015, mostrano in alcuni giorni la comparsa nel pomeriggio di uno spesso strato di aerosol.

In una regione alpina come la Valle d'Aosta, nelle giornate estive con cielo sereno caratterizzate da debole circolazione sinottica, a scala locale si innesca la circolazione di brezza: il diverso riscaldamento dei versanti e della massa d'aria all'interno della valle rispetto a quella della pianura provoca l'innescio di venti termici, che nelle ore diurne sono diretti da valle a monte, con intensità anche moderata, e nelle ore notturne da monte a valle, con intensità piuttosto bassa. Definito un criterio oggettivo per l'identificazione dei giorni di brezza a partire dai dati misurati, si vede che è possibile spiegare circa l'83% dei casi di comparsa dello strato in termini di giorni con/senza brezza.

La comparsa di questo strato di aerosol sembra essere collegata ad una avvezione di masse d'aria inquinate provenienti da aree esterne al territorio regionale, come il bacino padano, piuttosto che ad emissioni locali. Per verificare questa ipotesi, oltre al lidar, sono stati utilizzati altri strumenti a disposizione di ARPA Valle d'Aosta: un fotometro PREDE-POM 02, le misure meteorologiche al suolo, modelli meteorologici e di dispersione di inquinanti.

Tra i numerosi giorni di brezza in cui è visibile l'arrivo di una massa di aria carica di aerosol, si è preso come riferimento la giornata del 26 agosto 2015, per mostrare la metodologia utilizzata per cercare la conferma a questa ipotesi.

Le misure: lidar, fotometro, anemometro



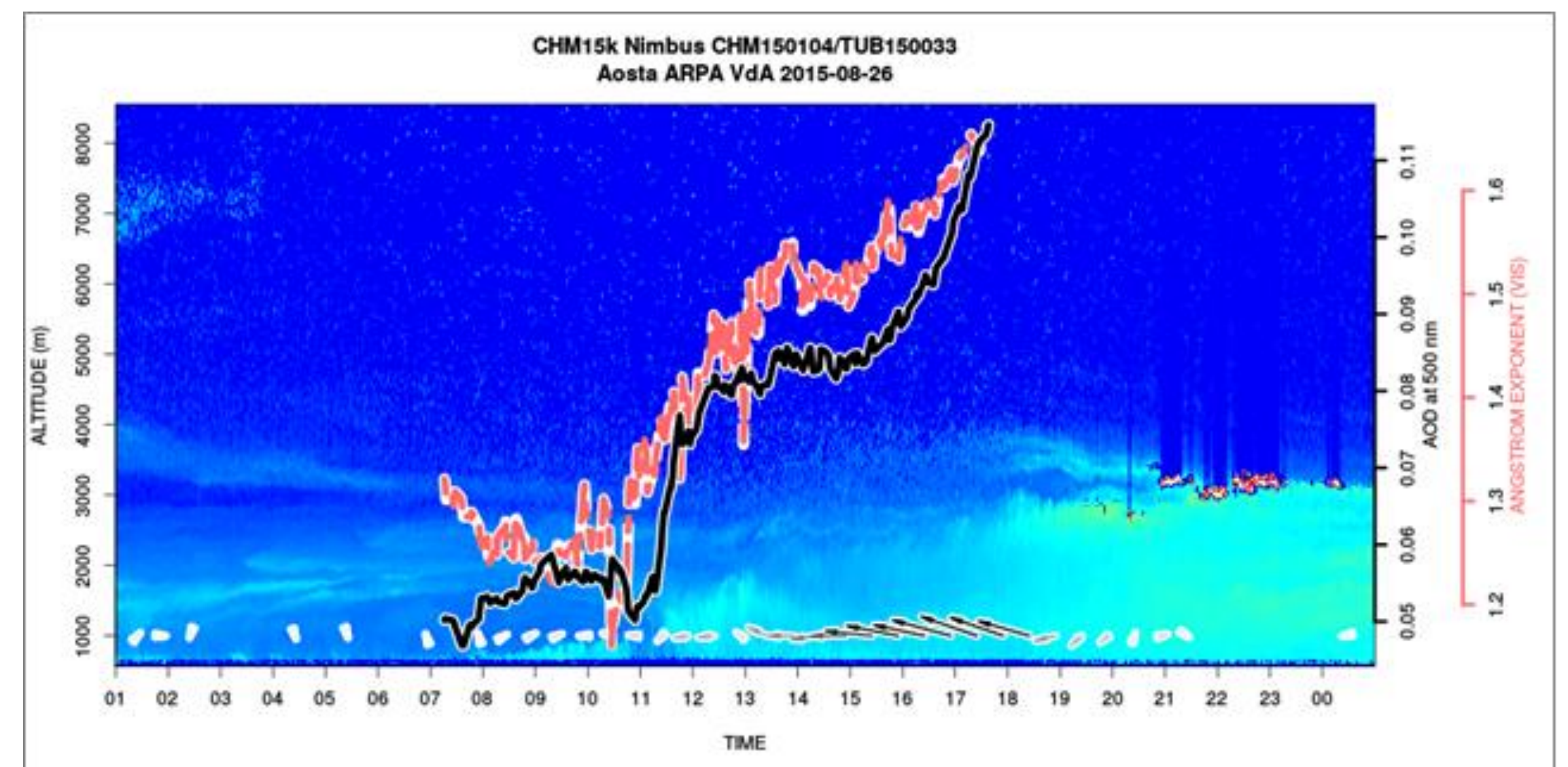
Il LIDAR (Light Detection And Ranging) - ceilometer è uno strumento che emette in atmosfera un fascio di luce laser (lunghezza d'onda di 1064 nm); dall'analisi del segnale di ritorno si può ricostruire il profilo verticale degli aerosol e delle nubi fino alla tropopausa. Lo strumento installato in ARPA è un lidar ceilometer **Lufft CHM-15K**, inserito nella rete italiana Alice-net (<http://www.alice-net.eu/>).

Un sun/sky photometer è uno strumento che misura l'irradianza solare diretta e la radianza diffusa; dai risultati di queste due misure ed utilizzando opportuni algoritmi di inversione si ottengono informazioni sulle caratteristiche degli aerosol, come lo spessore ottico e l'esponente di Angstrom. In ARPA è installato un **Prede POM-02**, appartenente alla rete europea EuroSkyRad (<http://www.euroskyrad.net/>).



Le misure di vento sono effettuate a 10 m dal suolo, in un sito distante poche centinaia di metri dalla posizione del lidar e del fotometro.

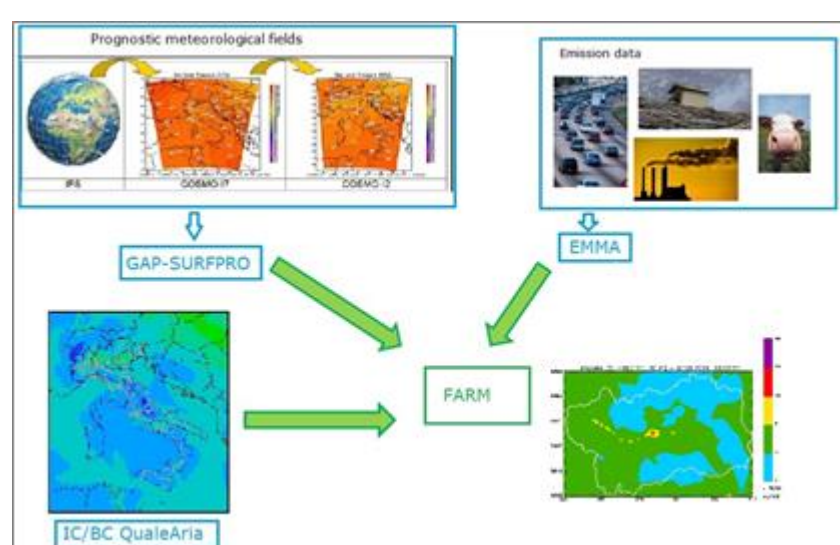
Nella giornata del 26 agosto 2015 si vede dal primo pomeriggio la comparsa di uno strato di aerosol, il cui spessore aumenta nel corso della giornata e permane anche quando cessa il vento al suolo (i vettori vento sono sovrapposti all'immagine del lidar).



In corrispondenza della comparsa dello strato di aerosol, aumentano sia lo spessore ottico degli aerosol sia l'esponente di Angstrom (curve nera e rossa rispettivamente). L'aumento dello spessore ottico indica un aumento dell'estinzione del fascio solare ad opera dell'aerosol, mentre l'aumento dell'esponente di Angstrom indica una diminuzione delle dimensioni: lo strato di aerosol sembra dunque costituito da particelle di piccole dimensioni e quindi probabilmente di origine antropica.

I modelli: COSMO, LAGRANTO, FARM

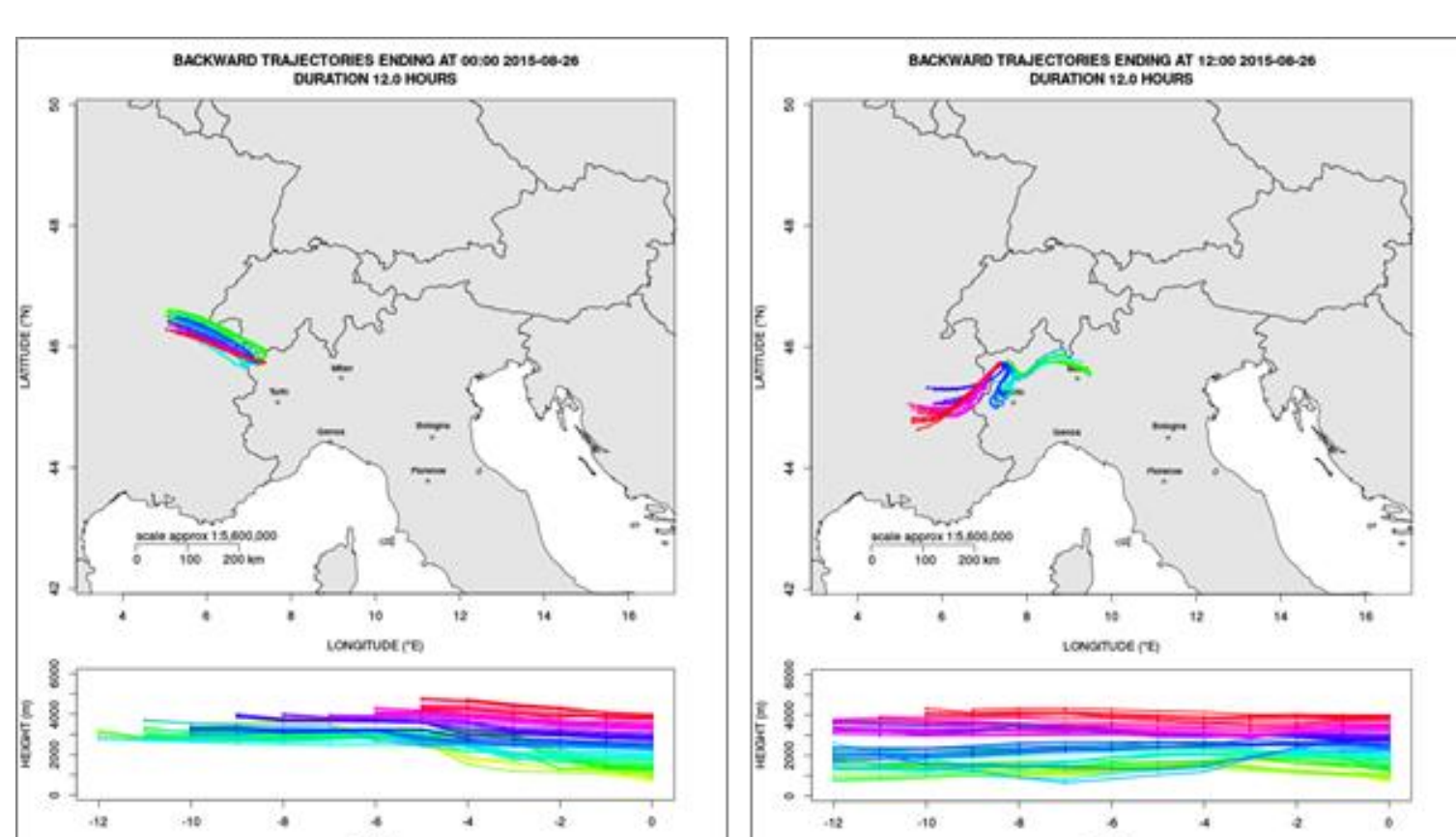
Per migliorare la comprensione del fenomeno analizzato, sono stati utilizzati anche i campi tridimensionali prodotti giornalmente dal sistema modellistico di previsione della qualità dell'aria operativo in ARPA Valle d'Aosta.



I campi meteorologici derivano dal modello **COSMO** (COnsortium for Small-scale MOdeling, www.cosmo-model.org), un modello meteorologico prognostico non idrostatico ad alta risoluzione (2,8 km). I dati emissivi sono elaborati a partire dall'inventario regionale delle emissioni in atmosfera costruito da ARPA Valle d'Aosta. Le condizioni iniziali ed al contorno derivano dal sistema QualeAria (<http://www.aria-net.it/qualearia/it/>). Il modello di chimica e trasporto degli inquinanti è il modello euleriano fotochimico tridimensionale di dispersione degli inquinanti **FARM** (Flexible Air quality Regional Model).

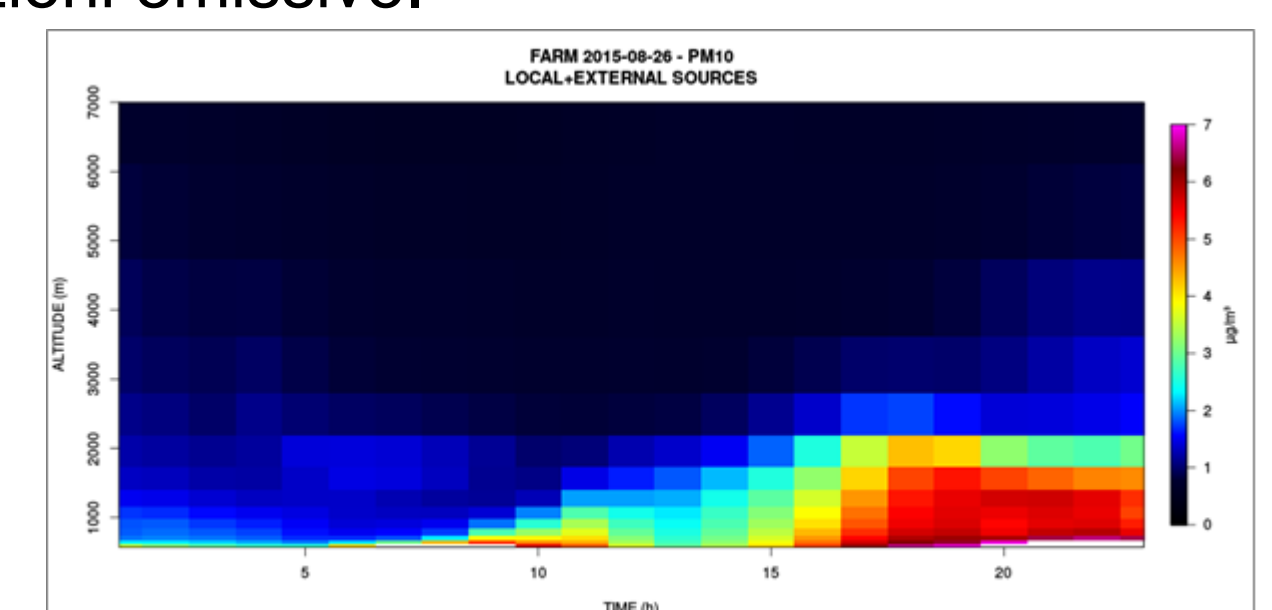
Per identificare la provenienza della massa d'aria, sono state calcolate le retrotraiettorie con il modello **LAGRANTO.COSMO**, il quale utilizza come dati di ingresso i campi meteorologici prodotti dal modello COSMO.

Nelle figure seguenti sono riportati i risultati ottenuti per le retrotraiettorie a 12 ore del 26 agosto: le masse d'aria alla mezzanotte provengono da nord-ovest, a qualsiasi quota; alle 12 le masse d'aria alle quote più alte (in viola) provengono generalmente da ovest, ma quelle a quote inferiori (in verde) da est, cioè dalla Pianura Padana.

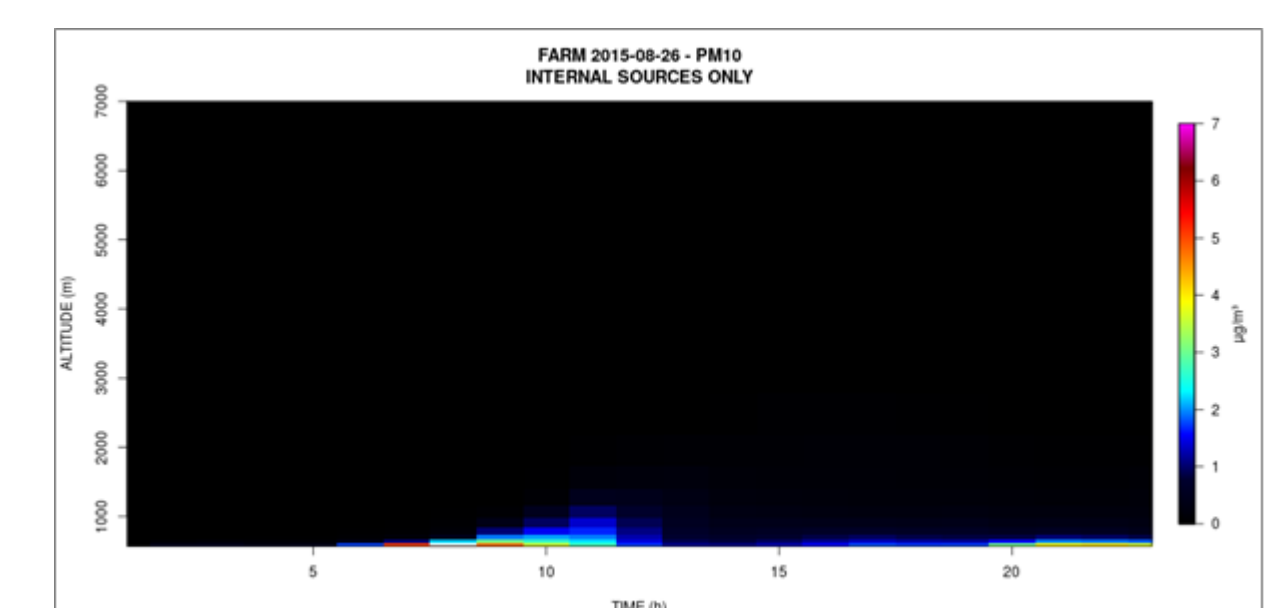


Il modello **FARM** calcola i campi di concentrazione tridimensionali di PM10. Nelle immagini seguenti, sono riportati i valori relativi al 26 agosto 2015 nel punto corrispondente alla posizione dell'osservatorio solare, in diverse condizioni emissive.

Sorgenti locali e esterne
due momenti della giornata con valori di concentrazione più elevati, uno al mattino, con le polveri confinate al di sotto dei 1000 m dal suolo, ed uno al pomeriggio-sera, in cui lo strato di polveri raggiunge i 2000 m dal suolo.



Sorgenti locali
Il contributo di tali sorgenti appare molto limitato nel tempo ed anche nello spazio, con valori maggiori nella prima parte della mattinata.



Sorgenti esterne
Il contributo di tali sorgenti in termini di concentrazione in aria compare nel pomeriggio e influenza uno strato atmosferico fino a circa 2000 m di quota.

