

Analisi dinamica di un evento di trasporto transatlantico di aerosol da incendi canadesi seguito da trasporto di polveri sahariane

F. Calastrini^{1,3,*}, A. Orlandi², G. Messeri^{1,3}, R. Benedetti³, B. Gioli¹, G. Gualtieri¹, T. Giordano¹, S. Putzolu¹, C. Vagnoli¹, A. Zaldei¹

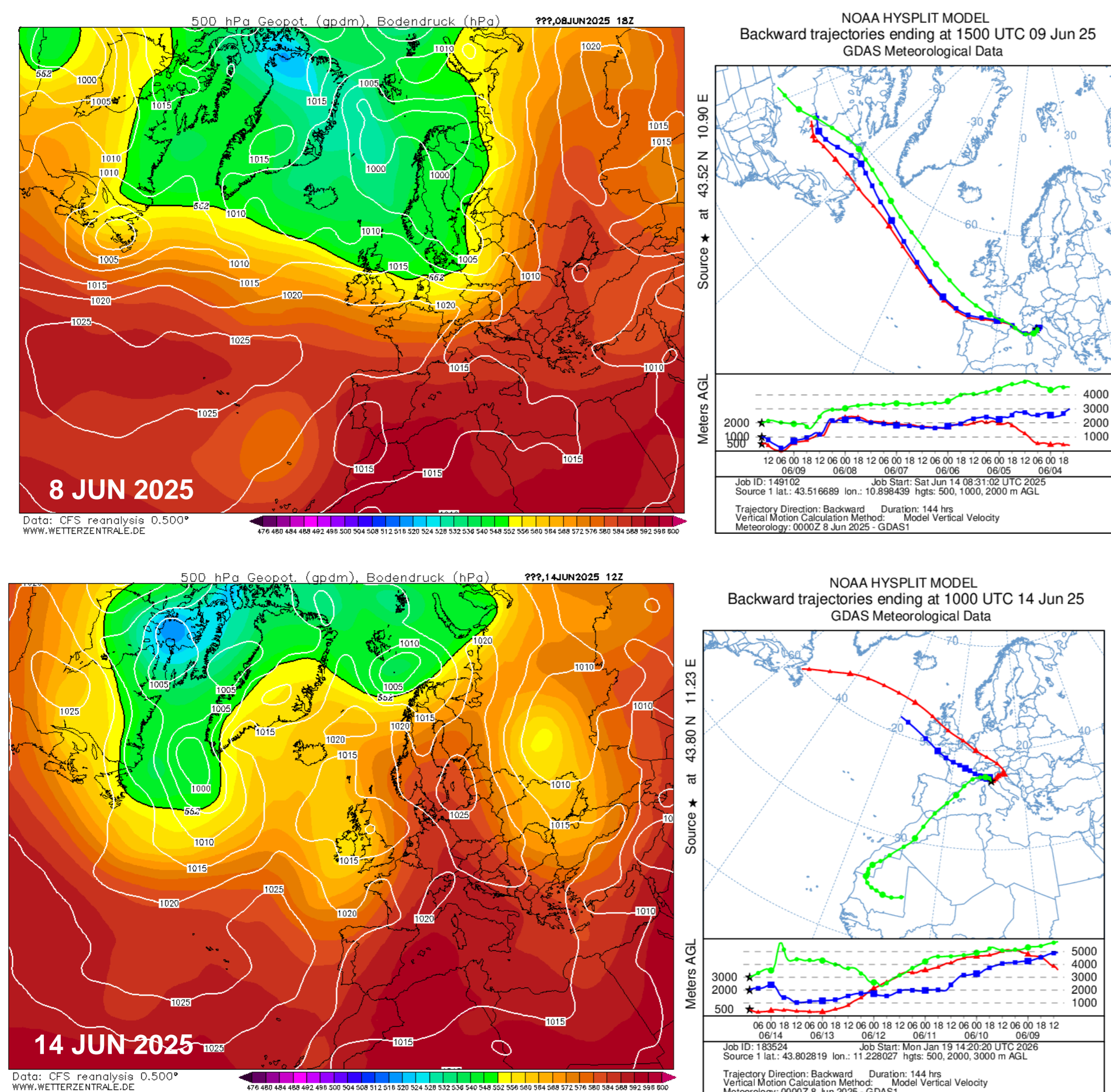
¹ Istituto di BioEconomia IBE- CNR, Firenze, 50145; *email: francesca.calastrini@cnr.it

² ENEA, SSPT-CLIMAR, Bologna, 40121;

³ Consorzio LaMMA, Sesto Fiorentino, Firenze 50019

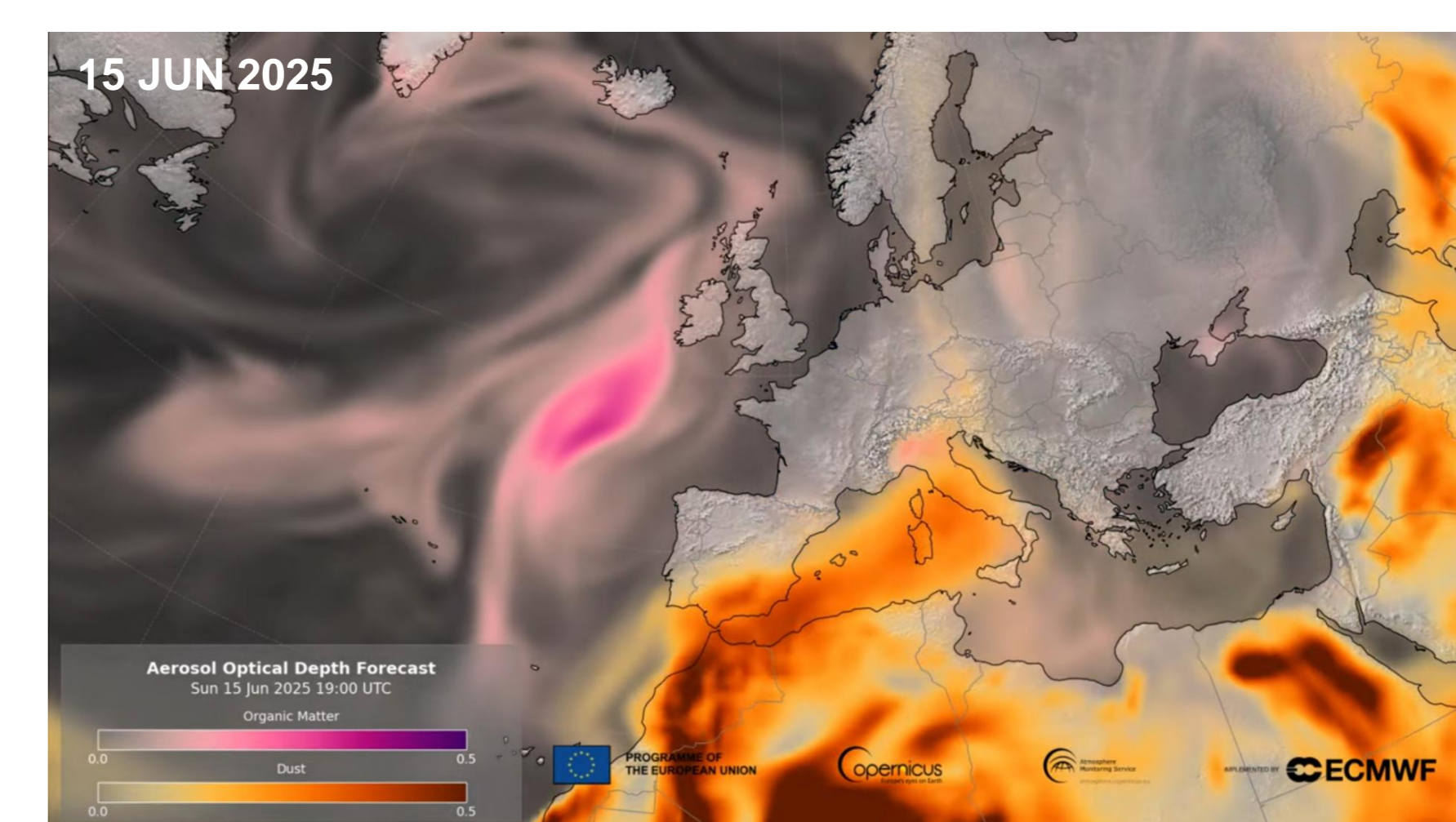
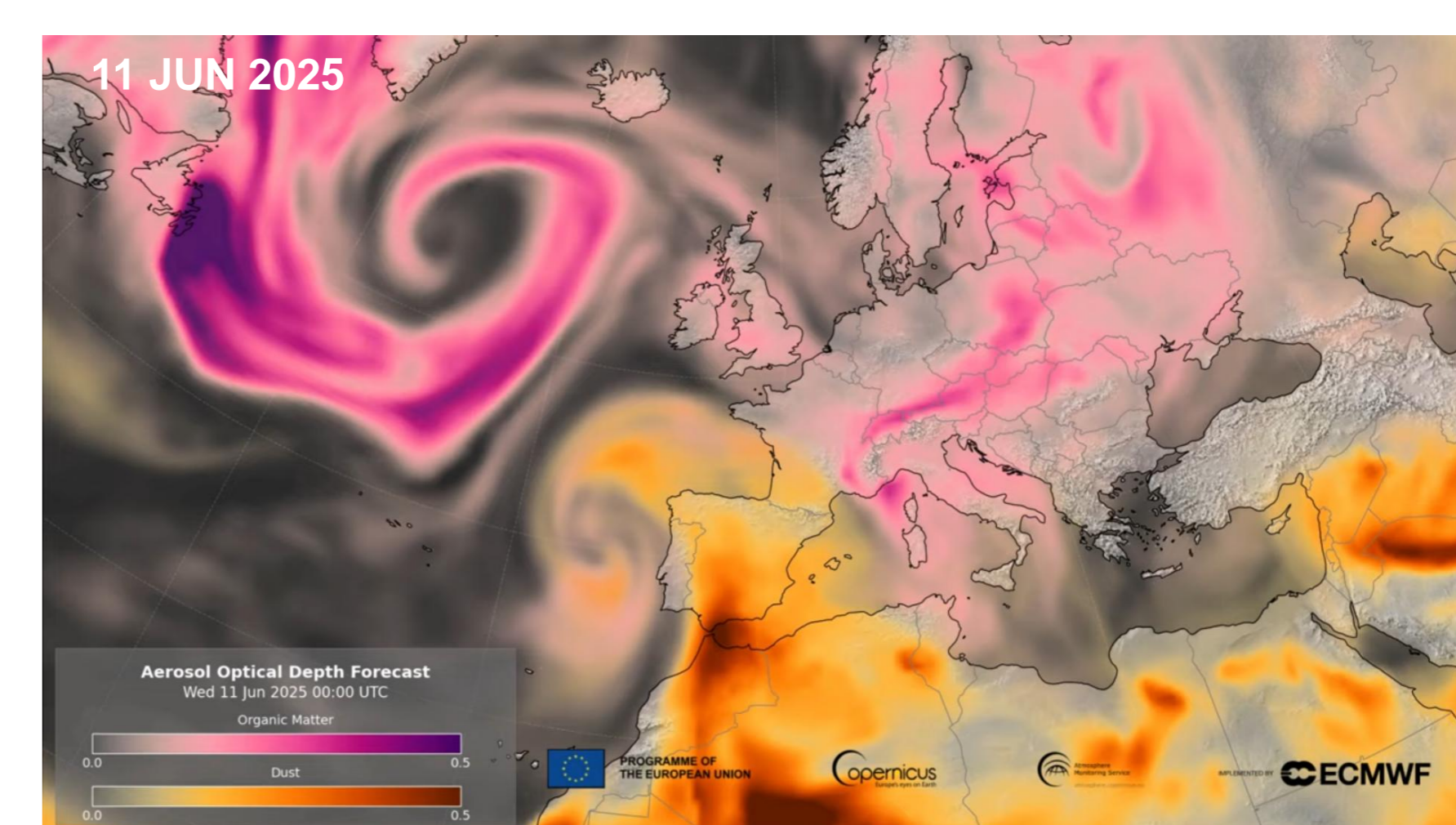
Dal mese di maggio 2025, gravissimi incendi boschivi hanno colpito vaste aree del territorio canadese, in particolare le province di Saskatchewan, Manitoba e Ontario. Tali eventi sono stati ricondotti alle severe condizioni di temperatura ed aridità del suolo connesse al cambiamento climatico. Come conseguenza, ingenti quantitativi di particolato derivante dagli incendi sono stati immessi in atmosfera, interessando la troposfera e la bassa stratosfera. Gli intensi venti occidentali che caratterizzano le alte quote delle medie latitudini hanno trasportato i fumi attraverso l'Atlantico settentrionale, fino ad interessare, a partite dai primi di giugno, l'Europa centro-occidentale, sia in quota che negli strati più bassi. L'analisi correlata delle back-trajectories ottenute dal modello Hysplit, delle elaborazioni di immagini satellitari e dei dati prodotti dalla modellistica CAMS, ha permesso di individuare alcune delle fasi salienti del trasporto di aerosol derivante dagli incendi canadesi, evidenziando poi il sopraggiungere di una non trascurabile componente di particolato di origine sahariana.

CONFIGURAZIONE SINOTTICA



La mappa del geopotenziale a 500 hPa (reanalysis GFS, 08 giugno 18 UTC) rivela un flusso zonale estremamente intenso sull'Atlantico settentrionale, con un marcato gradiente di altezza tra un potente anticiclone posizionato sull'Atlantico centrale e una depressione profonda a sudovest dell'Islanda. Questa configurazione sinottica favorisce un intenso Jet Stream rettilineo che scorre senza ondulazioni significative dal Canada orientale direttamente verso l'Europa occidentale, raggiungendo anche la parte settentrionale della nostra penisola.

Il geopotenziale alla 500 hPa (reanalysis GFS, 14 giugno 12 UTC) continua a favorire un afflusso dal Canada con avvezioni di fumi da incendi, nonostante un getto meno rettilineo e quindi maggiormente ondulato. Proprio grazie a questa maggiore ondulazione del Jet Stream e al ridge nord-africano è favorito il contemporaneo afflusso verso l'Italia di polveri sahariane come ben mostrato dalle back-trajectories NOAA HYSPLIT.



LE STAZIONI DELLA RETE AIRQINO

Sfruttando i dati registrati dalla rete di stazioni AirQino (<https://www.airqino.it>), è stata svolta un'analisi delle serie temporali dei valori di concentrazione di PM10 e PM2.5 misurati durante il mese di giugno 2025. Le stazioni AirQino, che integrano sensori per la rilevazione dei principali inquinanti atmosferici, di gas serra e di parametri meteorologici, attualmente garantiscono una notevole copertura del territorio italiano e sono operativi con alcuni punti di misura in Francia, Spagna, Ungheria, Romania e Albania. In particolare, le misure su base oraria di concentrazione di PM10 e PM2.5 hanno permesso di valutare l'evoluzione temporale e spaziale degli eventi connessi al trasporto dei fumi provenienti dagli incendi canadesi e del contributo desertico sahariano. Analizzando il rapporto tra la concentrazione

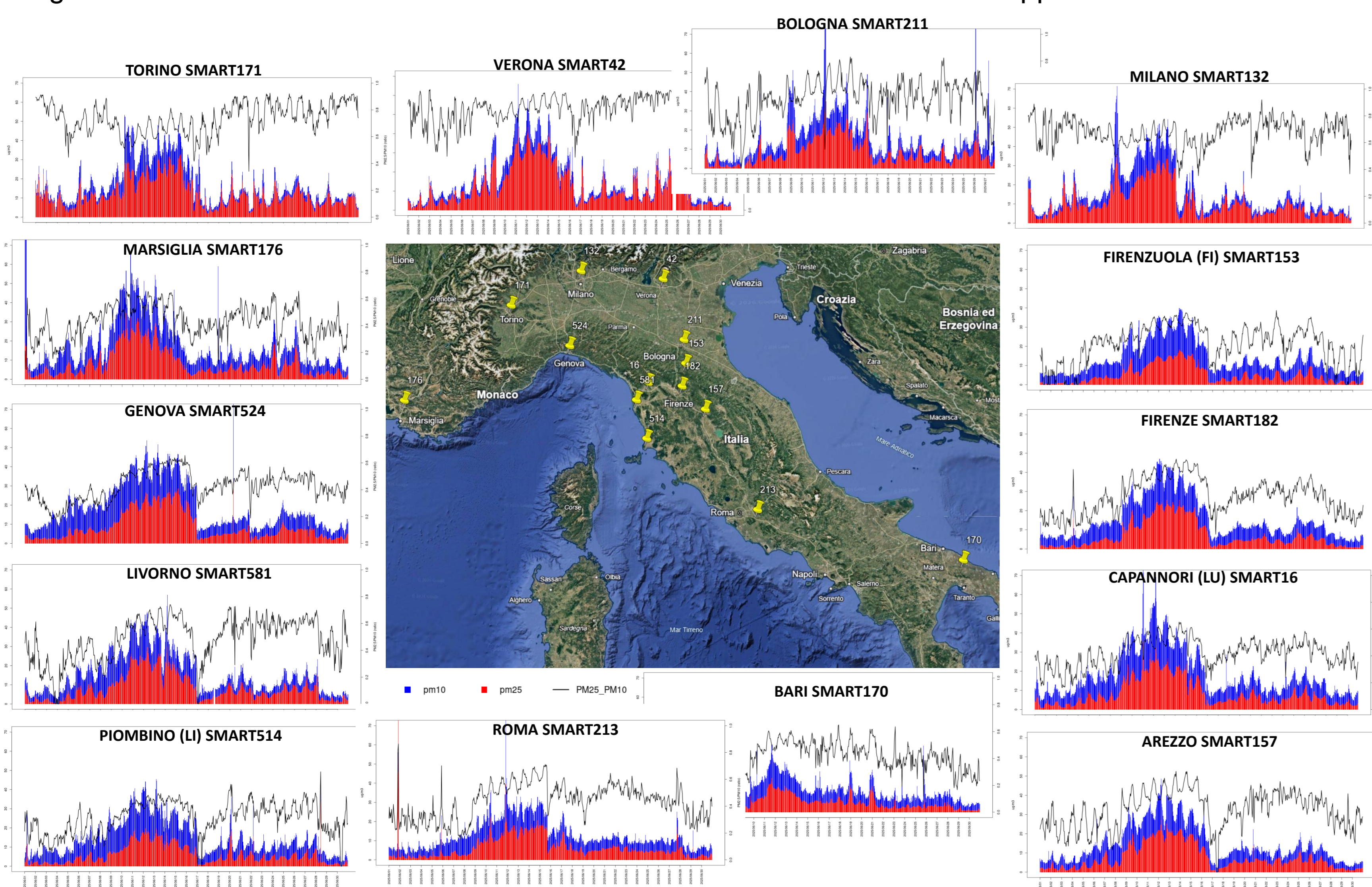


Fig. 1 – Mappa con indicazione della posizione delle 14 stazioni della rete AirQino prese in esame. Nei grafici: concentrazione media oraria di PM10 (barre blu), PM2.5 (barre rosse), rapporto PM2.5/PM10 (linea nera), per ciascuna delle 14 stazioni.

di PM2.5 e PM10 si possono ottenere informazioni su natura e origine del particolato. L'aumento della frazione grossolana può essere considerato indicativo del sopraggiungere di aerosol desertico, mentre al contrario, l'aumento della frazione fine, come rilevato nell'episodio di giugno 2025, potrebbe confermare l'ipotesi di trasporto di aerosol derivante da incendi. La variazione relativa della frazione fine e grossolana del PM è evidenziata dal rapporto PM2.5/PM10 (linea nera nei grafici di concentrazione oraria di PM10 e PM2.5 – rispettivamente barre blu e barre rosse). Le stazioni in Italia e sud della Francia (SMART176) registrano l'aumento della concentrazione di PM nei giorni 8-15 giugno, con un singolare aumento del rapporto PM2.5/PM10 nelle ore centrali del giorno, in stretta correlazione con l'andamento ciclico giornaliero del PBLH (Planetary Boundary Layer Height). Nei giorni precedenti e successivi l'andamento ciclico, meno marcato, è anticorrelato con l'andamento del PBLH. Dalla giornata del 15 e nei giorni successivi si nota una diminuzione del rapporto PM2.5/PM10, attribuibile all'ingresso di dust sahariano.

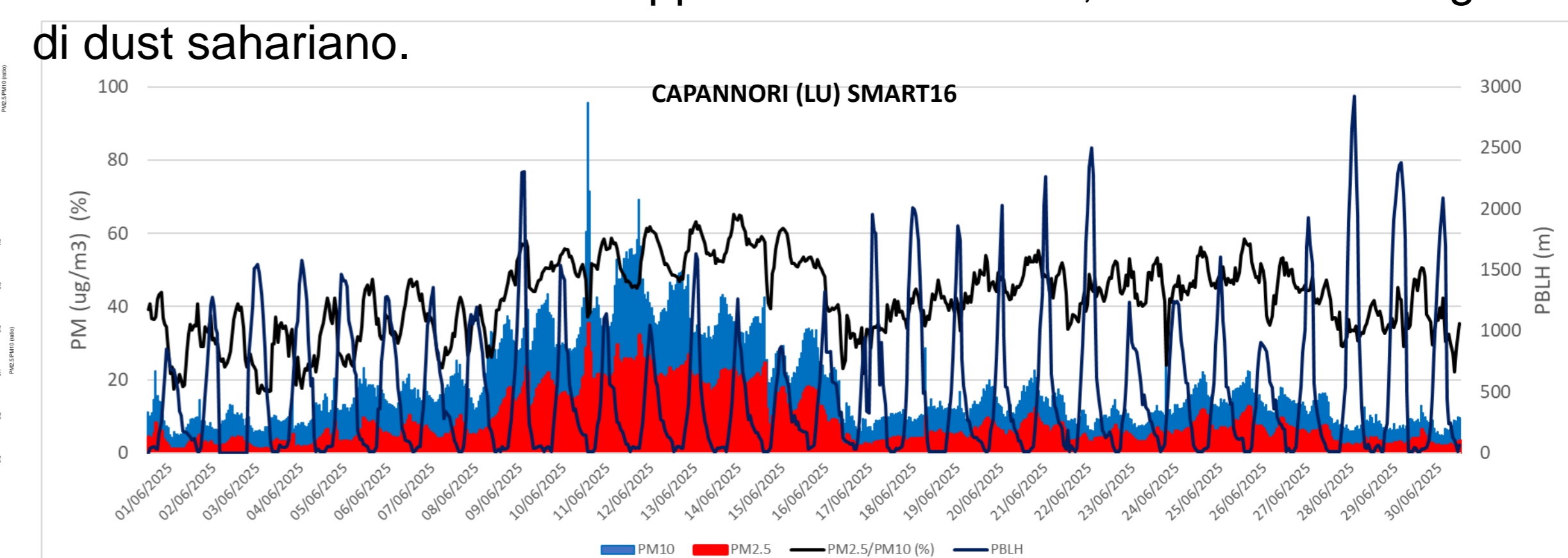


Fig. 2 – Concentrazione di PM10 (barre blu) e PM2.5 (barre rosse) rilevati dalla stazione AirQino SMART16 presso Capannori (LU) e rapporto PM2.5/PM10 (linea nera). Stime dell'altezza di PBL (linea blu) dal modello WRF, operativo presso il Consorzio Lamma.

CONCLUSIONI

L'analisi di un recente caso di intrusione di particolato atmosferico sul territorio centro europeo ed italiano, svolta integrando l'informazione da modelli meteorologici e satellitari, con misure locali delle stazioni AirQino mette in luce, a varie scale, complesse interrelazioni. Nell'evento si susseguono e sovrappongono prima il trasporto transatlantico di particolato generato dai vasti incendi canadesi, poi il trasporto trans-mediterraneo di polveri sahariane. Lo studio permette di affiancare e correlare il quadro sinottico delle dinamiche responsabili del trasporto a lungo raggio, reso possibile dai dati modellistici e satellitari, alle peculiari dinamiche a scala locale grazie ai dati provenienti dalle stazioni AirQino. In particolare, l'analisi della concentrazione di PM2.5, PM10 e del loro rapporto consente di individuare regolarità e correlazioni che trovano spiegazione fisica nelle dinamiche dello strato limite atmosferico locale e nella sua relazione con quanto avviene negli strati superiori durante intensi eventi di trasporto long-range.