

Aerosol atmosferico alla stazione WMO-GAW di Mt. Cimone (2165 m a.s.l.)

Laura Tositti^a, Erika Brattich^a, Angelo Riccio^b, José Antonio García Orza^c

^a Dip. di Chimica "Giacomo Ciamician", Laboratorio di Chimica e Radioattività Ambientale, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Via Selmi 2, 40126 Bologna (Italy)

erika.brattich@unibo.it

^b Dip. di Scienze Applicate, Università di Napoli "Parthenope", Centro Direzionale - Isola C4, 80143 Napoli (Italy)

^c SCOLAB Fisica Aplicada, Universidad Miguel Hernandez, 03202 Elche (Spain)

INTRODUZIONE

La stazione WMO-GAW "O. Vittori" è una struttura di ricerca gestita dall'Istituto di Scienze Atmosferiche e del Clima (ISAC) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e si trova sulla cima di Mt. Cimone (44.18°N, 10.7°E, 2165 m asl), il picco più elevato degli Appennini settentrionali. L'importanza dei radionuclidi ambientali nello studio dell'atmosfera e del clima è stata spesso enfatizzata nel corso dei ultimi decenni. L'uso dei radiotraccianti fornisce uno strumento potente per la caratterizzazione di base dei meccanismi di trasporto e trasformazione che avvengono sia a scala locale che sulla grande scala. Per questa ragione, molti radionuclidi come ⁷Be, ²¹⁰Pb, ²²²Rn ed altri sono inclusi tra i costituenti atmosferici chiave monitorati comunemente all'interno della rete WMO-GAW.



Figura 1. Foto e mappa di Mt. Cimone (cortesia di Planiglobe, kk&w - cartografia digitale)

AERONAUTICA MILITARE

Meteorologia (dal 1941)

CO₂ (dal 1979), ozono colonnare, radiazione UV

ISAC-CNR

Ozono superficiale, CO, NO_x, Radiazione solare, black carbon, distribuzione dimensionale aerosol, coefficiente di scattering aerosol, chimica degli aerosol (dal 2000)

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Particolato atmosferico (PM₁₀), ⁷Be, ²¹⁰Pb, radon (dal 1998)

UNIVERSITÀ DI URBINO

CFC, HCFC (dal 1999), CH₄, N₂O, SF₆

MT. CIMONE STAZIONE WMO-GAW, Recentemente promossa al rango di «STAZIONE GLOBALE»

I radionuclidi naturali ⁷Be e ²¹⁰Pb sono stati misurati in continuo dal Dipartimento di Chimica dell'Università di Bologna tramite analisi in spettrometria-γ sulla frazione PM₁₀ campionata a Mt. Cimone dal 1998.

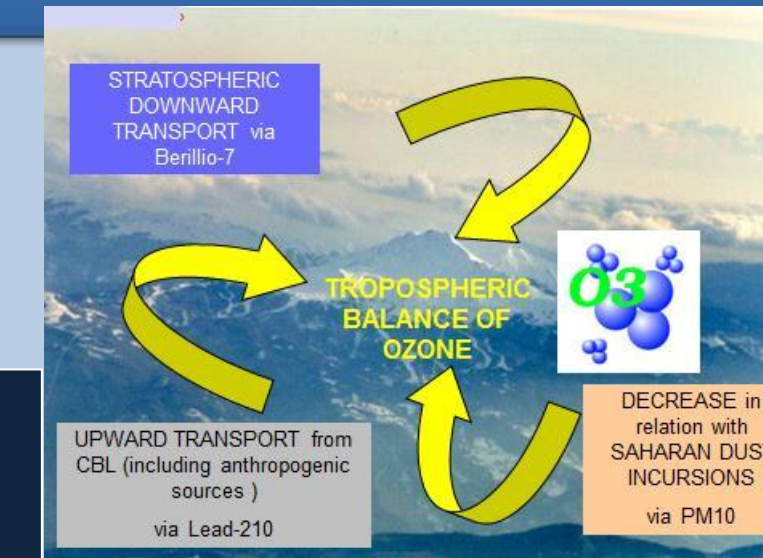
La coppia ⁷Be e ²¹⁰Pb, avendo sorgenti completamente distinte (⁷Be è un radionuclide cosmogenico originato da reazioni di spallazione, mentre ²¹⁰Pb deriva dal decadimento di gas ²²²Rn che esala dal suolo e deriva a sua volta dal decadimento di ²³⁸U ed ha quindi un'origine crostale), ma destino ambientale comune (entrambi i radionuclidi viaggiano infatti adesi al particolato fine e vengono quindi rimossi principalmente per wet scavenging e secondariamente per dry scavenging), viene spesso usata nello studio dei processi di trasporto verticale ed orizzontale.

I dati acquisiti a Mt. Cimone sono stati analizzati nella tesi di dottorato di Brattich (2014) tramite metodi statistici multivariati e modelli a recettore per acquisire una migliore comprensione dell'impatto dei processi di trasporto verticale ed orizzontale sulla composizione atmosferica, ed in particolare sul particolato ed ozono, ved fra i principali inquinanti atmosferici secondari con la maggiore rilevanza chimica ed ambientale.

SITO DI MISURA

Mt. Cimone (44°12' N, 10°42' E) è il picco più elevato degli Appennini settentrionali (2165 m asl):

- Orizzonte libero su 360° (i.e., nessun ostacolo orografico)
- Sufficientemente distante da città ed aree industrializzate
- Al di sopra del boundary layer planetario per la maggior parte dell'anno



- Rappresentativo della TROPOSFERA LIBERA SUD-EUROPEA
- Luogo adatto ad investigare l'influenza del trasporto regionale ed a lungo raggio sul background fornito dalla troposfera libera
- Valutazione e studio dell'impatto del trasporto di "mineral dust" sulle proprietà dell'aerosol
- Stazione WMO-GAW più rappresentativa in Italia (stazione globale da ottobre 2010)

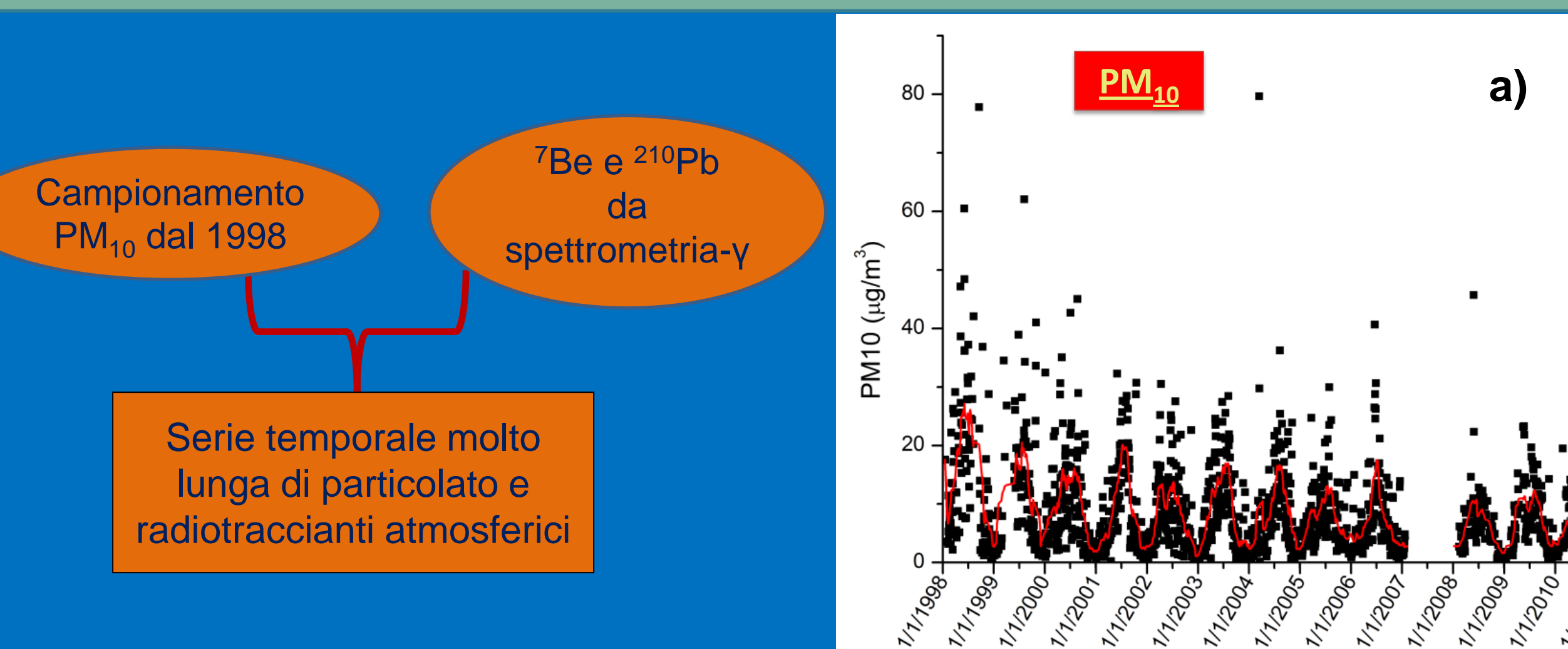
METODI

⁷Be, ²¹⁰Pb e il carico massivo di aerosol in forma di PM₁₀ vengono misurati alla stazione di Mt. Cimone a partire dai primi anni '90 ma le misure sono diventate regolari solo dal 1998.

Il campionamento di aerosol viene effettuato con una risoluzione temporale di circa 48 ore tramite un campionatore di PM₁₀ ad alto volume (Thermo-Environmental) su filtri rettangolari in fibra di vetro. ⁷Be e ²¹⁰Pb vengono determinati con spettrometria-γ non-distruttiva ad alta risoluzione sui campioni di aerosol.



Figura 2 (a,b). a) Campionatore di PM₁₀ ad alto volume a Mt. Cimone. b) Rivelatori al germanio iperpuro (HPGe) al Laboratorio di Chimica e Radioattività ambientale (a sinistra, rivelatore di tipo planare; a destra, rivelatore coassiale tipo-p).



RISULTATI - Serie temporali (1998-2011) PM₁₀ e ²¹⁰Pb

Entrambe le serie presentano una spiccata variabilità stagionale ed interannuale. La stagionalità è caratterizzata da minimi invernali e massimi estivi. I massimi estivi di PM₁₀ e ²¹⁰Pb sono dovuti a:

- Aumentata altezza di rimescolamento;
- Regimi termo-convettivi;
- Regimi di brezza di montagna/valle.

La variabilità interannuale è principalmente dovuta all'influenza delle Saharan Dust (molto variabile di anno in anno) e all'influenza della meteorologia.

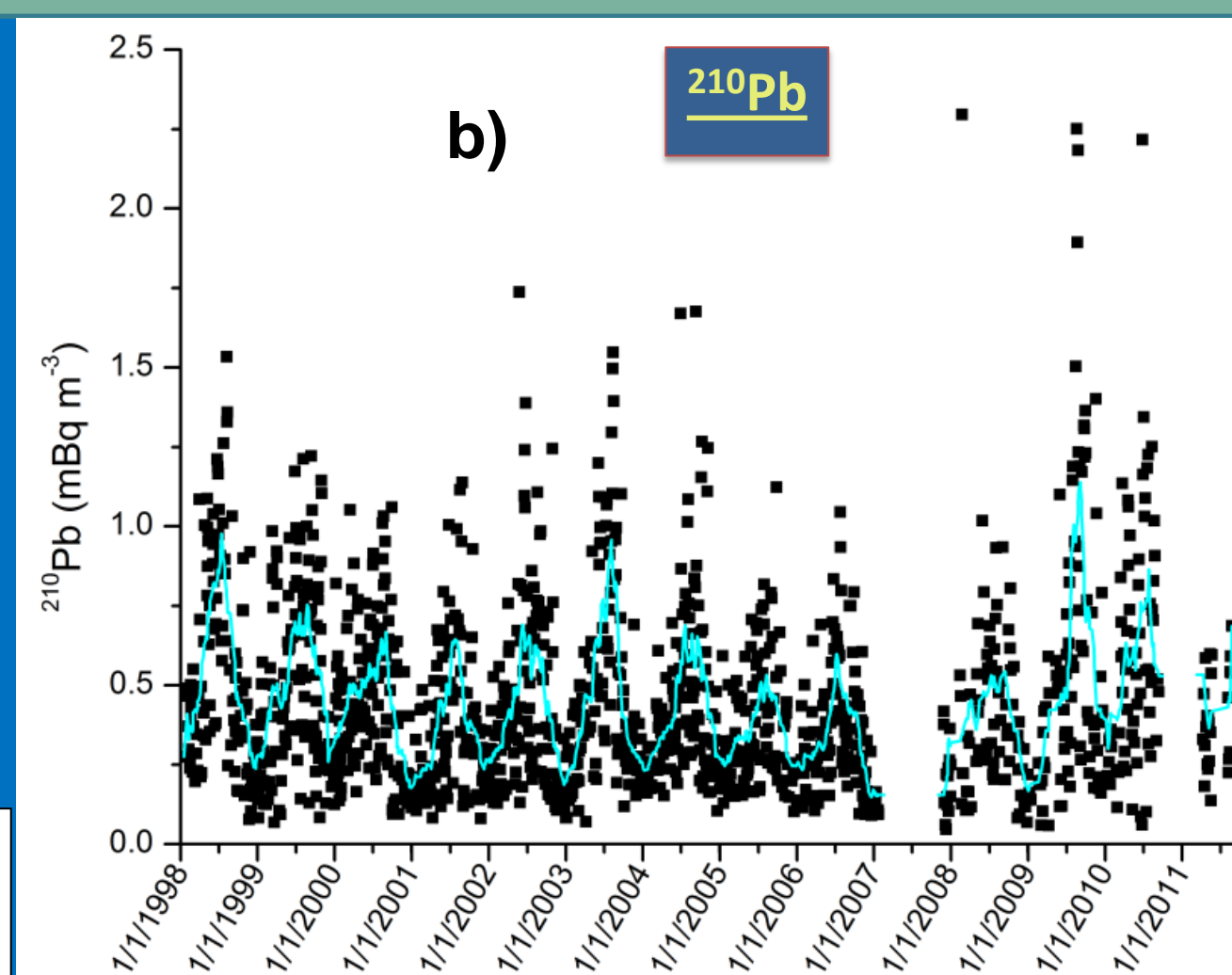


Figura 3 (a,b). Serie temporali di: a) PM₁₀ (μg/m³) e b) ²¹⁰Pb (mBq/m³), acquisite a Mt. Cimone nel periodo 1998-2011.

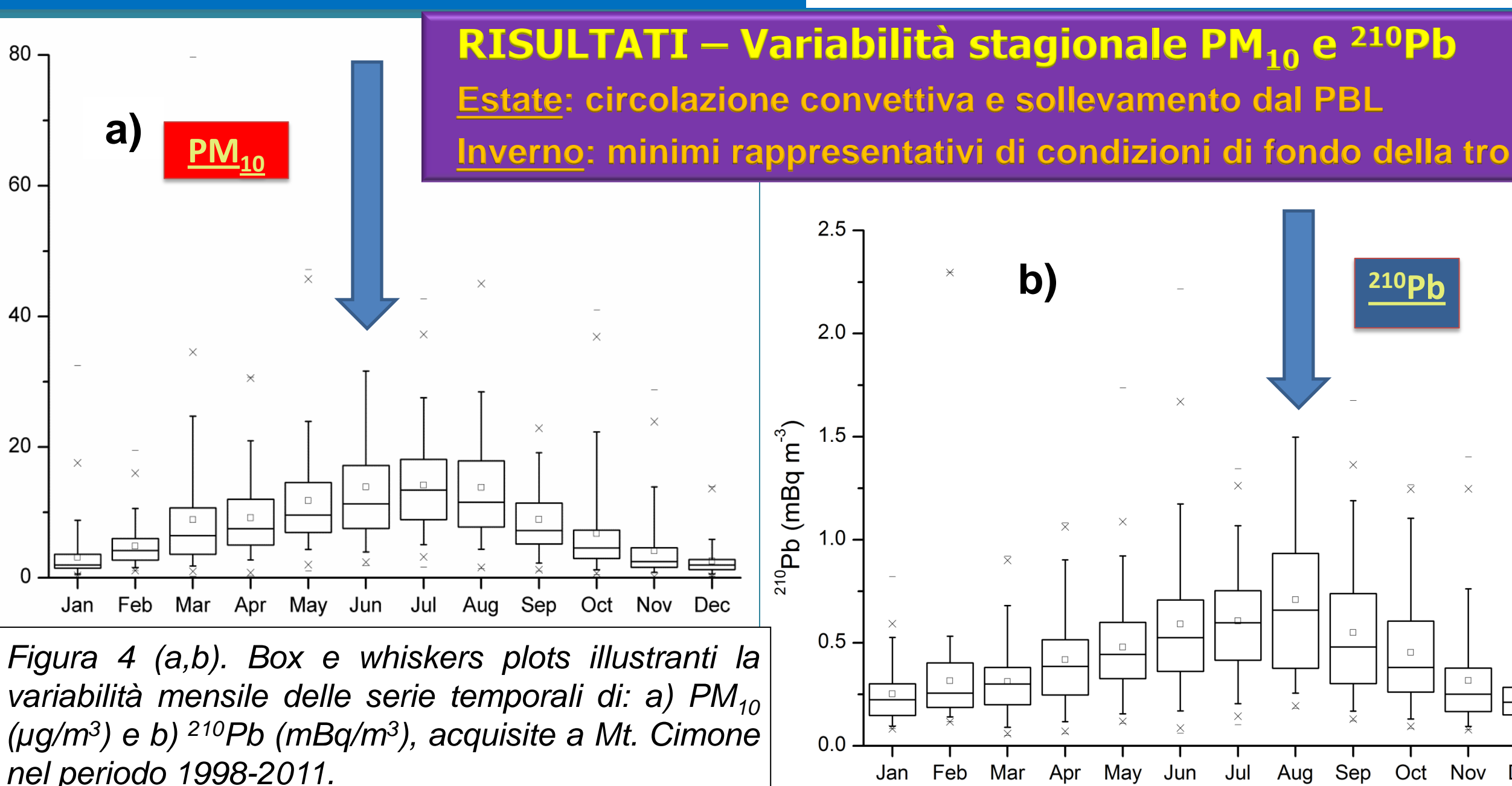


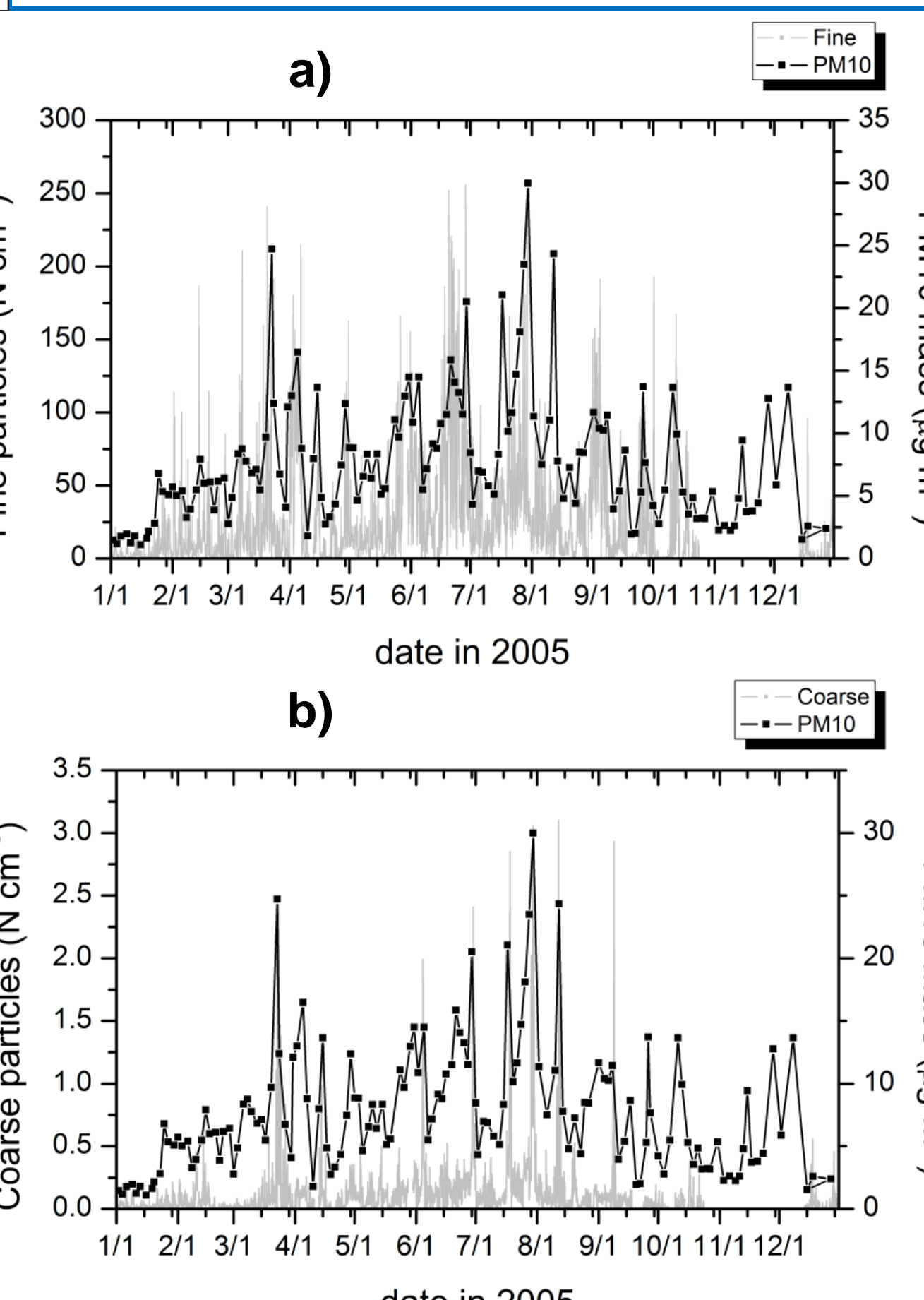
Figura 4 (a,b). Box e whiskers plots illustranti la variabilità mensile delle serie temporali di: a) PM₁₀ (μg/m³) e b) ²¹⁰Pb (mBq/m³), acquisite a Mt. Cimone nel periodo 1998-2011.

RISULTATI - Confronto dati PM10 con dati OPC (ISAC-CNR)

Picchi di PM₁₀ associati a:

- Picchi particelle fini (< 1 μm) e coarse (> 1 μm)
- SAHARAN DUST
- Picchi sole particelle fini
- MASSE D'ARIA da regioni ricche di INQUINANTI SECONDARI

Figura 5 (a,b,c). a) Andamento di PM₁₀ e particelle fini (0.3 μm ≤ Dp < 1 μm) per l'anno 2005; b) andamento di PM₁₀ e particelle coarse (1 μm ≤ Dp < 20 μm) per l'anno 2005; c) scatterplot di particelle coarse vs. fini nel periodo 2000-2006.



RISULTATI - Regioni sorgente di PM₁₀ e ²¹⁰Pb

Analisi sorgente recettore basata sull'impiego di back-trajectories

PSCF = probabilità condizionale che una particella d'aria passata attraverso la cella ij abbia una concentrazione elevata quando arriva al recettore

Regioni sorgente di ²¹⁰Pb e PM₁₀ molto simili:

- Europa orientale
- Nord Africa
- Regioni circostanti

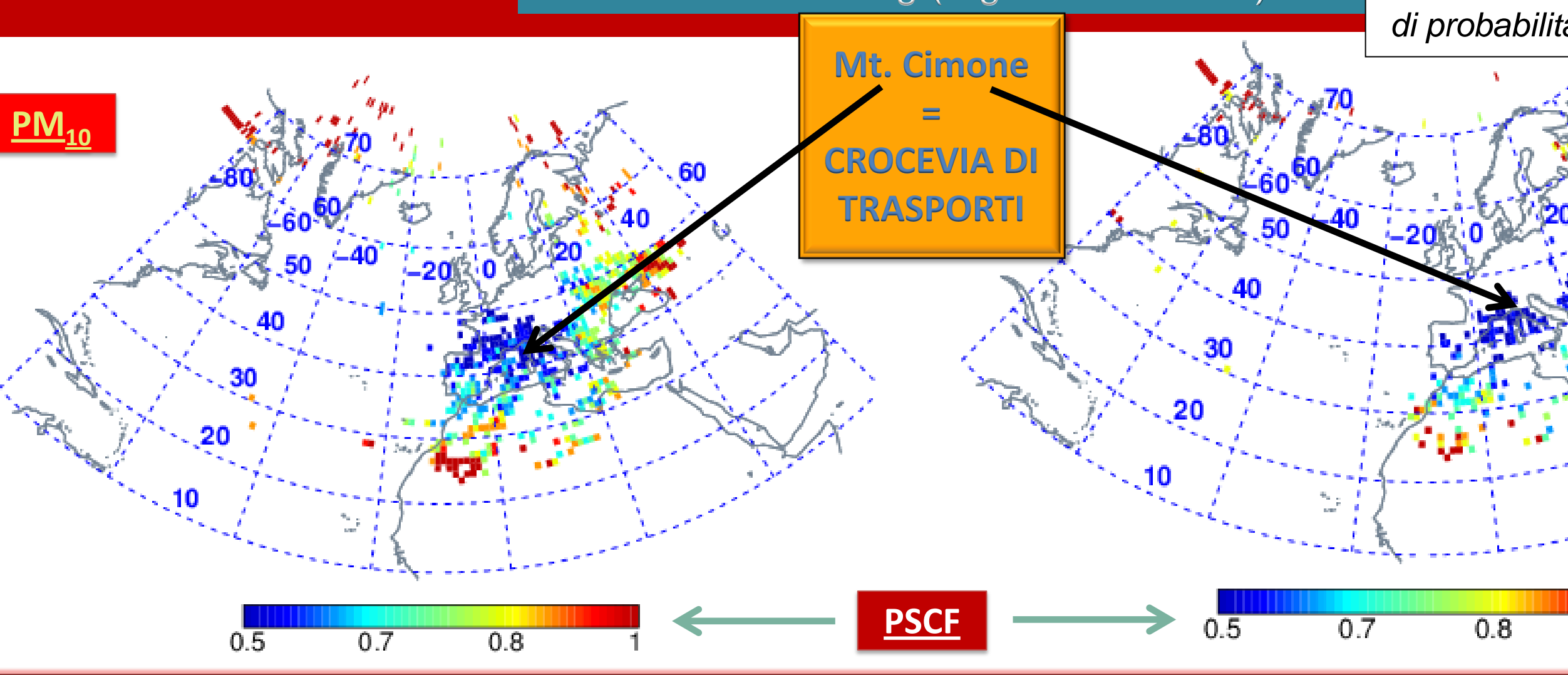


Figura 6. Analisi sorgente recettore per PM₁₀ (a sinistra) e ²¹⁰Pb (a destra), valutata tramite la mappa di probabilità condizionale.

RISULTATI - Trends

Un trend in diminuzione per PM₁₀ nel periodo fine anni '90 - 2010 è stato osservato in molte stazioni in Europa, soprattutto stazioni di fondo regionale (Pérez et al., 2008; Anttila and Tuovinen, 2010; Barmpadimos et al., 2011; Colette et al., 2011; Barmpadimos et al., 2012; Bigi et al., 2012; Bigi and Ghermandi, 2014).

Generalmente, questi studi attribuiscono questa diminuzione di PM₁₀ sia ad una diminuzione delle emissioni antropogeniche, dovute alle strategie di gestione delle emissioni, sia all'influenza dei processi e cicli meteorologici, come ad esempio la frequenza e l'intensità delle Saharan Dust (Pérez et al., 2008). Nella maggior parte dei casi, la diminuzione delle emissioni antropogeniche sembra più importante della meteorologia nel determinare la diminuzione osservata (Anttila and Tuovinen, 2010; Colette et al., 2011; Barmpadimos et al., 2012; Bigi and Ghermandi, 2014).

L'osservazione, nel nostro caso, di una contemporanea diminuzione di ²¹⁰Pb a questo sito remoto di fondo, non ascrivibile alla diminuzione delle emissioni antropogeniche data l'origine naturale (crostale) di questo radionuclide, pone però in risalto l'importanza della meteorologia. Ulteriori ricerche sono in corso per investigare ulteriormente la natura di questi cambiamenti meteorologici.

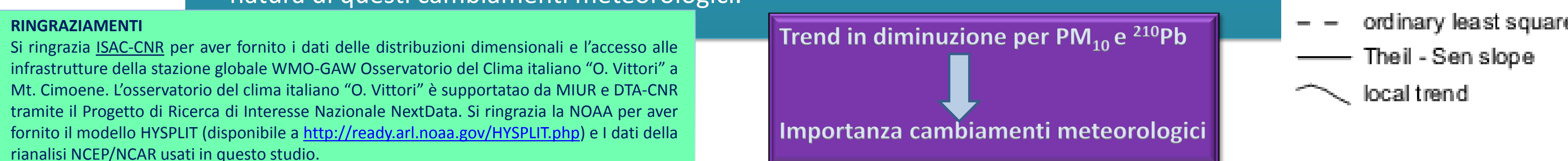


Figura 7. Evoluzione delle mediane mensili di PM₁₀ (a sinistra) e ²¹⁰Pb (a destra).

CONCLUSIONI

IMPORTANZA RADIOTRACCIANTI ATMOSFERICI ANCHE NELLO STUDIO DEL PARTICOLATO

BIBLIOGRAFIA
 Anttila P., Tuovinen J.-P., 2010. Trends of primary and secondary pollutant concentrations in Finland in 1994-2007. *Atmospheric Environment* 44, 30-41.
 Barmpadimos I., Hueglin C., Keller J., Henne S., Prévôt A.S.H., 2011. Influence of meteorology on PM₁₀ trends and variability in Switzerland from 1991 to 2008. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11, 1813-1835.
 Barmpadimos I., Keller J., Oderbolz D., Hueglin C., Prévôt A.S.H., 2012. One decade of parallel fine (PM_{2.5}) and coarse (PM_{10-2.5}) particulate matter measurements in Europe: trends and variability. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12, 3189-3203.
 Bigi A., Ghermandi G., Harrison R.M., 2012. Analysis of the air pollution climate at a background site in the Po Valley. *Journal of Environmental Monitoring* 14, 552-563.
 Bigi A., Ghermandi G., 2014. Climatology of atmospheric PM₁₀ concentration in the Po Valley. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussion* 14, 137-170.
 Brattich E., 2014. Origin and Variability of PM₁₀ and Atmospheric Radiotracers at the WMO-GAW station of Mt. Cimone (1998-2011) and in the central Po Valley. PhD thesis in Earth Sciences, Università di Bologna (tutor: Prof. Tositti Laura).
 Brattich E., Orza J.A.G., Tositti L., in preparation. Advection patterns at the WMO-GAW station of Mt. Cimone: Seasonality, Trends, and Influence on Atmospheric Composition.
 Brattich E., Orza J.A.G., Tositti L., in preparation. Influence of Stratospheric Air Masses on Radiotracers and Ozone at Mt. Cimone.
 Colette A., Granier C., Hodnebrog Ø., Jakobs H., Maurizi A., et al., 2011. Air quality trends in Europe over the past decade: a first multi-model assessment. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11, 11657-11678.
 Marinoni A., Cristofanelli P., Calzolari F., Roccafo F., Bonafè U., Bonasoni P., 2008. Continuous measurements of aerosol physical parameters at the Mt. Cimone GAW Station (2165 m asl, Italy). *Science of the Total Environment* 391, 241-251.
 Pérez N., Pey J., Castillo S., Viana M., Alastuey A., Querol X., 2008. Interpretation of the variability of levels of regional background aerosols in the Western Mediterranean. *Science of the Total Environment* 407, 527-540.
 Tositti L., Riccio A., Sandrini S., Brattich E., Baldacci D., Parmeggiani S., Cristofanelli P., Bonasoni P., 2013. Short-term climatology of PM₁₀ at a high altitude background station in southern Europe. *Atmospheric Environment* 65, 145-152.
 Tositti L., Brattich E., Cinelli G., Baldacci D., 2014. 12 years of ⁷Be and ²¹⁰Pb data in Mt. Cimone, and their correlation with meteorological parameters. *Atmospheric Environment* 87C, 108-122.

RINGRAZIAMENTI
 Si ringrazia ISAC-CNR per aver fornito i dati delle distribuzioni dimensionali e l'accesso alle infrastrutture della stazione globale WMO-GAW Osservatorio del Clima italiano "O. Vittori" a Mt. Cimone. L'Osservatorio del clima italiano "O. Vittori" è supportato da MIUR e DTA-CNR tramite il Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale NextData. Si ringrazia la NOAA per aver fornito il modello HYSPLIT (disponibile a <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>) e i dati della rianalisi NCEP/NCAR usati in questo studio.

