



Aspetti multidisciplinari della fotometria solare per il monitoraggio degli aerosol atmosferici ed il nuovo network europeo ESR

**M. Campanelli*, V. Estelles⁺,
A.M. Siani[°], G. Di Sarra[§], M. Cacciani[°],
C. Perrino^{§§}, C. Bassani^{§§}**

*** CNR-ISAC, Roma, Italia**

+ Università di Valencia, Spagna

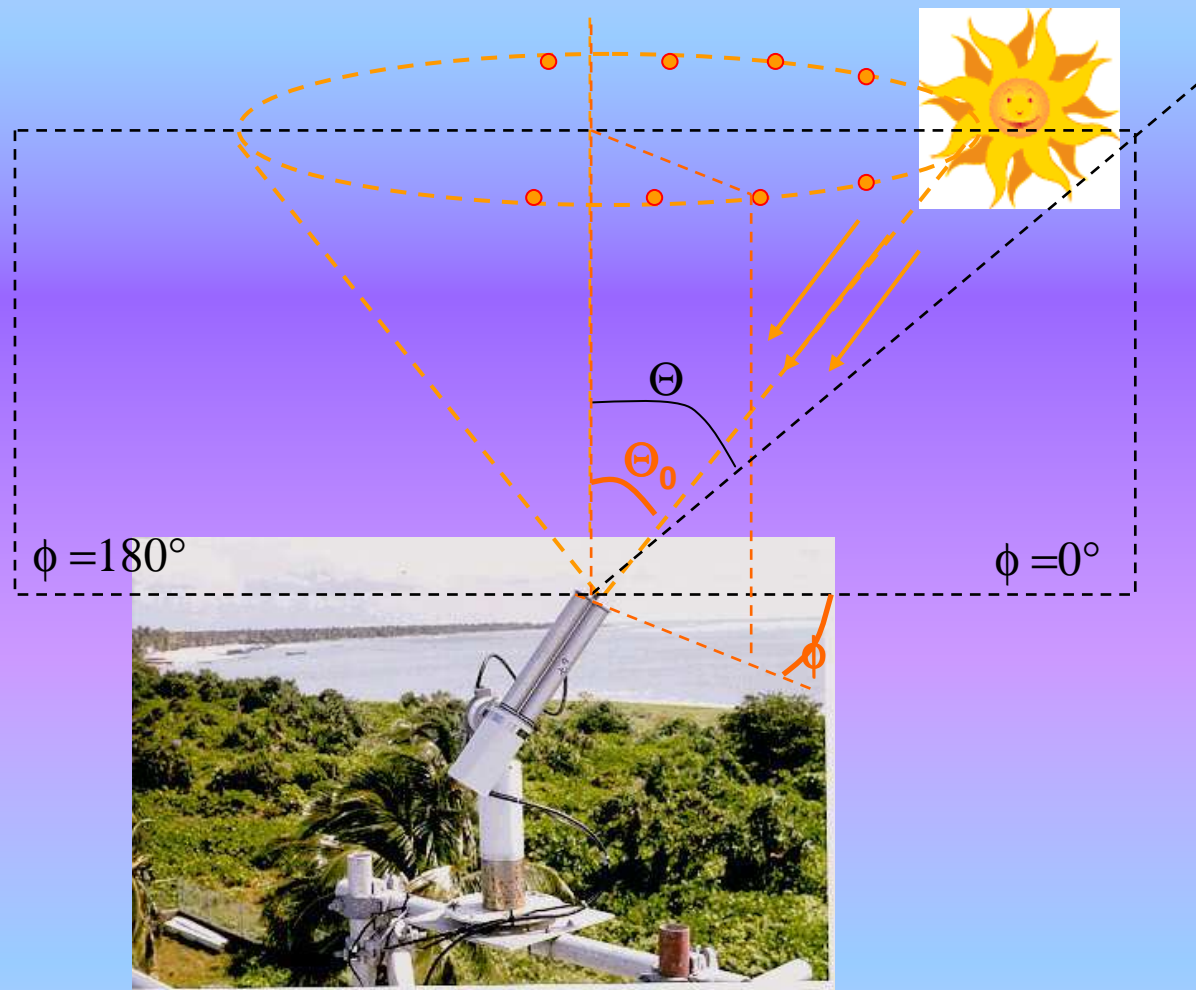
° Università La Sapienza, Roma, Italia

§ ENEA, UTMEA-TER, Roma, Italia

§ § CNR-IIA, Roma, Italia

Introduzione: la tecnica dell'aureola solare

- E' una metodologia sviluppata per stimare le proprietà ottiche e fisiche colonnari degli aerosol atmosferici.
- Consiste nella misura della irradianza solare diretta e diffusa mediante
Sun-sky radiometers
- Le misure vengono effettuate in condizioni di cielo sereno, nelle regioni UV-VIS-NIR e principalmente a specifiche lunghezze d'onda selezionate all'interno di finestre atmosferiche per minimizzare l'assorbimento dovuto ai gas (O₃, NO₂, CO₂).
- L'irradianza solare diretta è misurata puntando il sensore direttamente sul disco solare.
- L'Irradianza diffusa è misurata in due diverse geometrie:
 - Solar almucantar plane: il sensore punta il cielo muovendosi lungo una superficie conica avente lo stesso angolo zenitale del sole e variando l'angolo azimutale
 - Solar principal plane: il sensore punta il cielo muovendosi lungo un piano avente lo stesso angolo azimutale del sole e variando l'angolo zenitale.



- Miglioramento della tecnica dell'aureola solare rispetto alla fotometria diretta:

aumenta il contenuto di informazione dato dal KERNEL

- Le misure di diretta e diffusa vengono elaborate da algoritmi di inversione (Nakajima et al., 1983, 1996; Dubovik et al., 2000) che risolvono l'equazione del trasferimento radiativo e considerano il contributo dello scattering multiplo

- Output:

Spessore ottico
Angström coefficient
Single scattering albedo
Scattering phase function
Asymmetry factor
Complex refractive index
Size distribution.

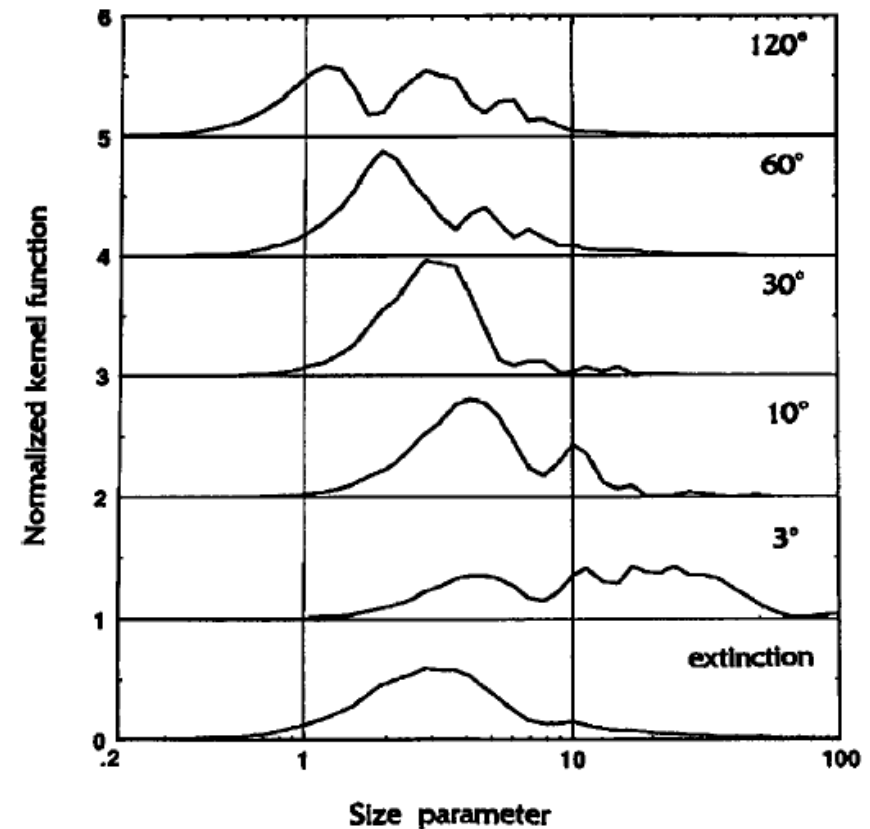


Fig. 3. Behavior of the normalized kernel functions for extinction and for scattering at five angles as a function of the size parameter $x = 2\pi r/\lambda$. The complex refractive index was assumed to be $\tilde{m} = 1.5 - 0.01i$ (aerosol Model 2). The kernel functions are normalized to 1 and shifted upward.



Contesto Nazionale ed
Internazionale in cui si collocano le
misure prese dai sun-sky
radiometers.

Background

Con lo scopo di ridurre l'incertezza sull'effetto dell'aerosol nel bilancio radiativo terrestre, sono stati creati alcuni network internazionali di sun-sky radiometers:

AERONET (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov/>);

PHOTONS (<http://loaphotons.univ-lille1.fr/>)

RIMA (<http://www.rima.uva.es/>)

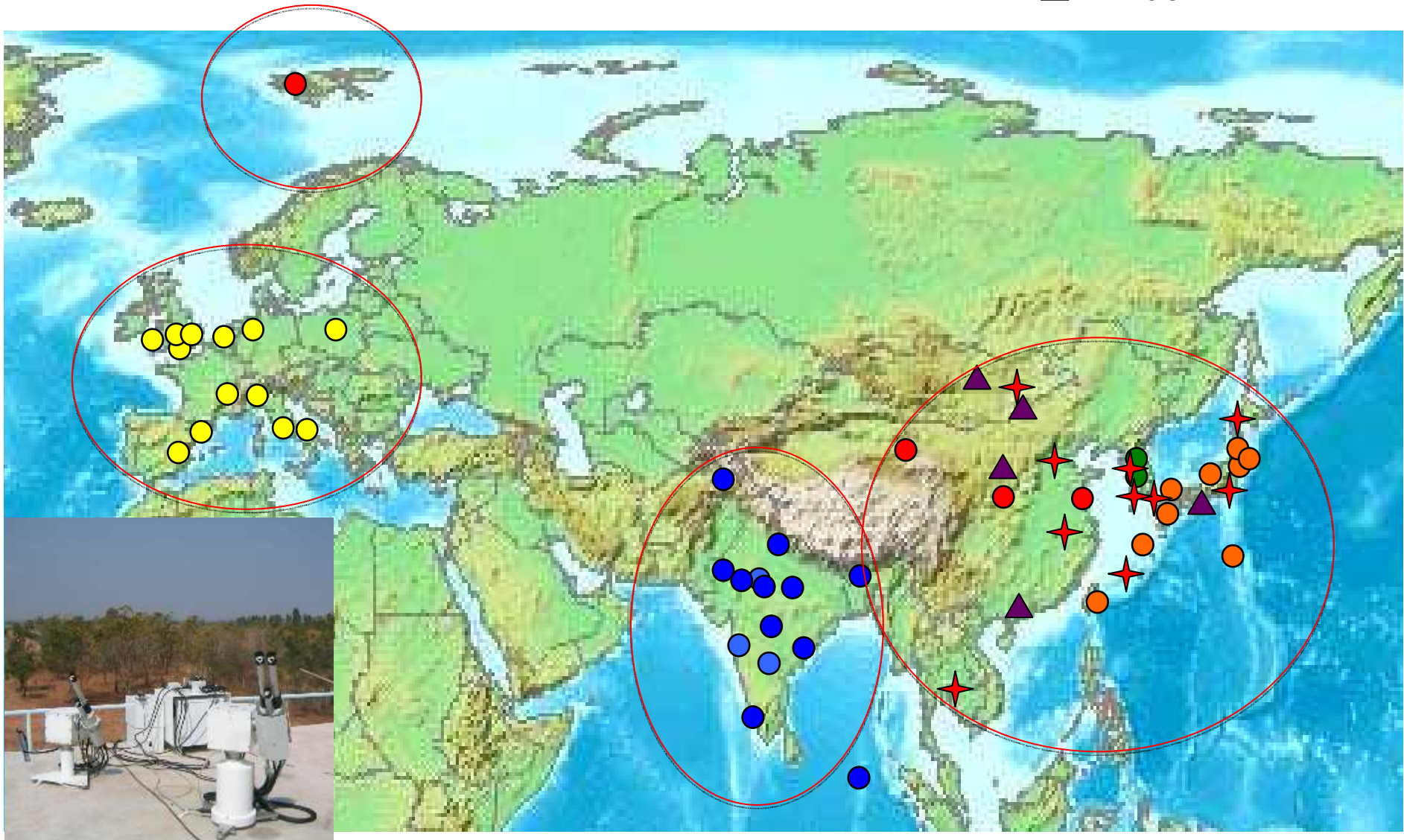
AEROCAN (<http://www.aerocanonline.com/templates/nature/sites.html>)

SKYNET (<http://atmos.cr.chiba-u.ac.jp/>)



Skynet radiation & lidar network

- SKYNET
- ★ SKYNET&Lidar
(microwave)
- ▲ Lidar



Secondo le linee guida del World Meteorological Organization (WMO) http://www.wmo.int/pages/index_en.html) solo i dati che provengono da networks internazionali possono essere usati per studi climatologici.

Molti strumenti lavorano fuori da network federati :

- Una grande quantità di dati non è resa disponibile**
- E' difficile da raggiungere**
- Non ha una buona qualità**

➔ quei dati non possono essere usati.

Storia di ESR

ESR (European Skynet Radiometer Network) è un network Europeo di osservazione, a base volontaria, di **Prede POM sun sky radiometers** federato con **SKYNET** in Asia (<http://atmos.cr.chiba-u.ac.jp/>)

Fanno parte di **ESR** Università Europee e centri di Ricerca.

ESR è anche un network “multi-strumentale”: radiometri diversi dal modello Prede POM (come i Cimel CE318 o altri) possono farne parte.

In tal modo **ESR** coinvolge strumenti indipendenti che non fanno parte di alcun network internazionale.

CIMEL CE 318



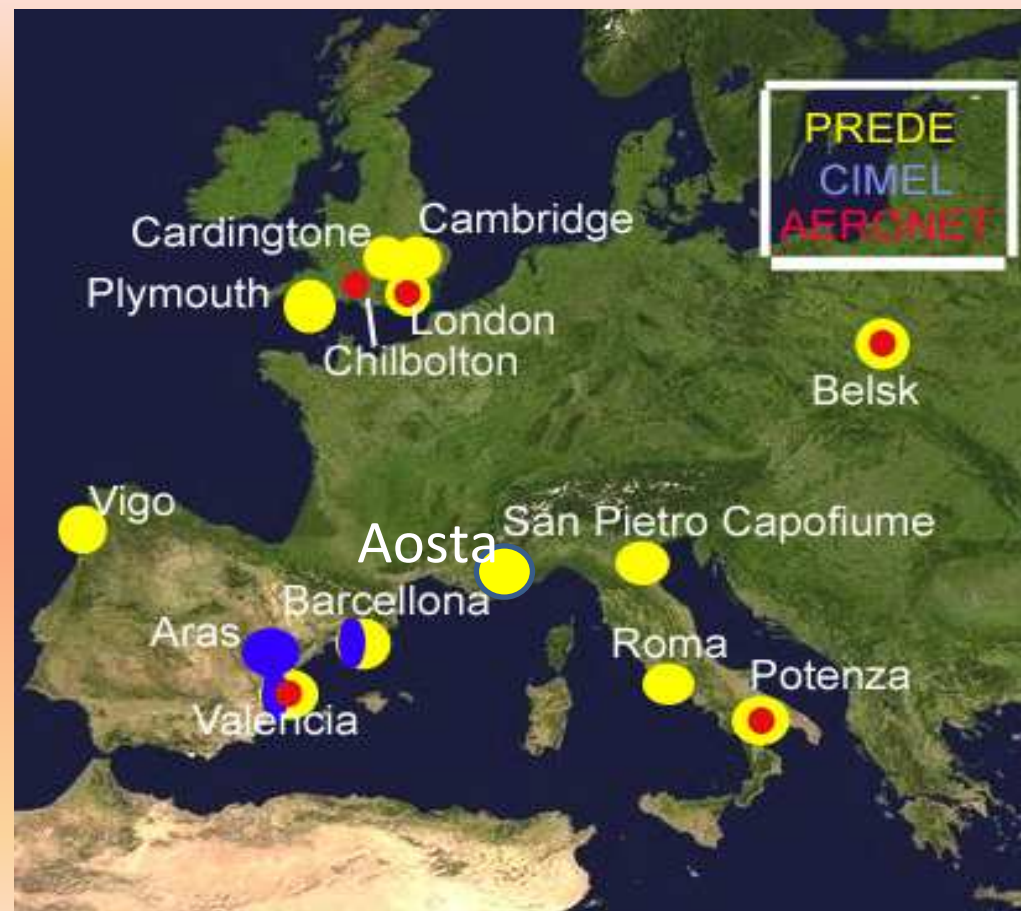
PREDE POM



Nel 2003



Ora



Obiettivi

- i) **Costituire un network di ricerca di sun-sky radiometers che non fanno parte di alcun network internazionale federato; fornire un protocollo di calibrazione ed uno standard di qualità del dato.**
In via eccezionale, strumenti che già fanno parte di altri network possono essere inclusi in ESR, in quanto questi strumenti sono importanti per studiare la consistenza tra network internazionali;
- ii) **Fornire algoritmi open source per l'analisi dei dati con lo scopo di sviluppare ed incoraggiare nuove idee in questo ambito, e di migliorare le correnti**
- iii) **Effettuare studi di sovrapposizione fra reti federate già esistenti e promuovere la sinergia fra esse.**
- iv) **Promuovere la cooperazione ed il dialogo in Europa fra ricercatori che operano nell'ambito dell' aerosol remote sensing**

ESR

European Skynet Radiometers network

HOME

OBJECTIVES

INTRODUCTION

INSTRUMENTS

METHODOLOGY

SITES

DOWNLOAD

PUBLICATIONS

FORUM



Welcome to the ESR website!

The *Euroskyrad* or *ESR network* is a volunteer European observational network of Prede POM sun sky radiometers federated with **SKYNET** in Asia and established and maintained by several universities and research institutes. ESR is also a "multi-instrumental" network, as radiometers other than Prede POM (such as Cimel CE318 or others) can also take part. In this sense, the ESR network will involve independent instruments that do not belong to other international networks.

The ESR network is aimed at providing a methodology for the measurement, calibration and data processing of sun and sky photometric data for atmospheric aerosol characterization. The core of the system is the open source *Skyrad.pack* inversion algorithm developed by **SKYNET**, and completed by ESR with a series of tools for its application to other instruments. The ESR package is called *ESR.pack* and can be downloaded [HERE](#).

In the ESR network we encourage the development of new ideas by providing the *ESR.pack* open source code to be used as a platform for testing new algorithms implemented by the users. However, only standard ESR or **SKYNET** products are provided in this web page for homogeneity of aerosol products within the network.

An important objective of ESR is to perform overlapping studies among other international networks such as **AERONET** and **SKYNET**, in order to improve their consistency. Therefore, in some instances ESR accepts instruments belonging to these networks. The ultimate objective is to increase and improve the retrievals that are made available to the aerosol science community.

ESR

European Skynet Radiometers network

[MENU](#)[OBJECTIVES](#)[INTRODUCTION](#)[INSTRUMENTS](#)[METHODOLOGY](#)[SITES](#)[DOWNLOAD](#)[PUBLICATIONS](#)[FORUM](#)

Methodology

Processing

ESR is a research and development network providing the following products:

- 1.STANDARD INVERSION FROM SKYNET
- 2.CUSTOM INVERSION PERFORMED WITH ESR.PACK

ESR system

- ESR.pack attualmente adotta Skyrad.pack version 4.2 come nucleo dell'inversione
- Due differenti **moduli**:
 - **sunrad** per analizzare solo le misure di irradianza solare diretta
 - **skyrad** per analizzare le misure di irradianza solare diretta e diffusa
- Due differenti **modi**:
 - **mode 1** assunzioni equivalenti a SKYNET,
 - **mode 2** assunzioni equivalenti ad AERONET.

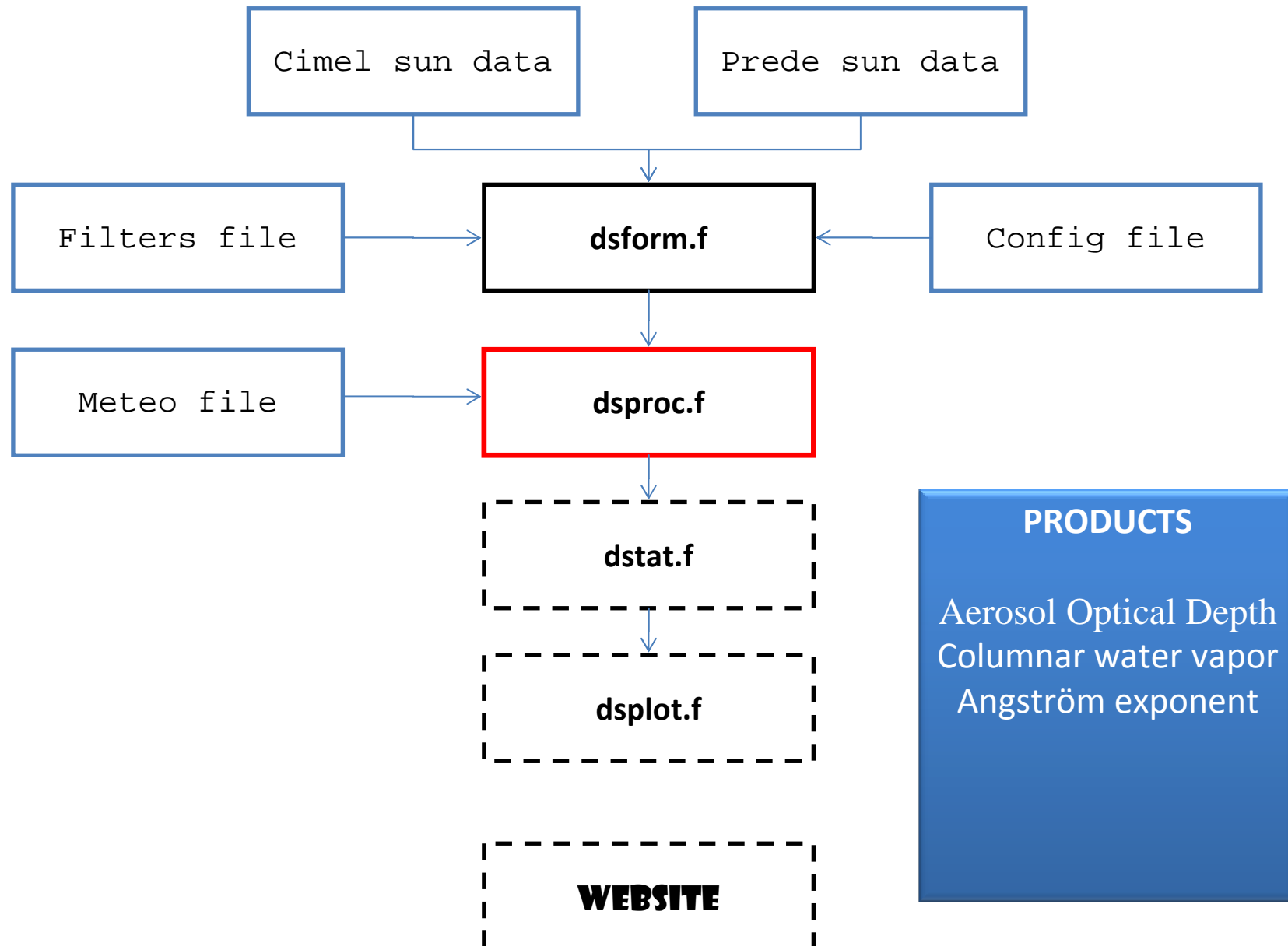
Sunrad: Algorithms

Table 2. Relation of algorithms implemented in the sunrad module in modes 1 and 2.

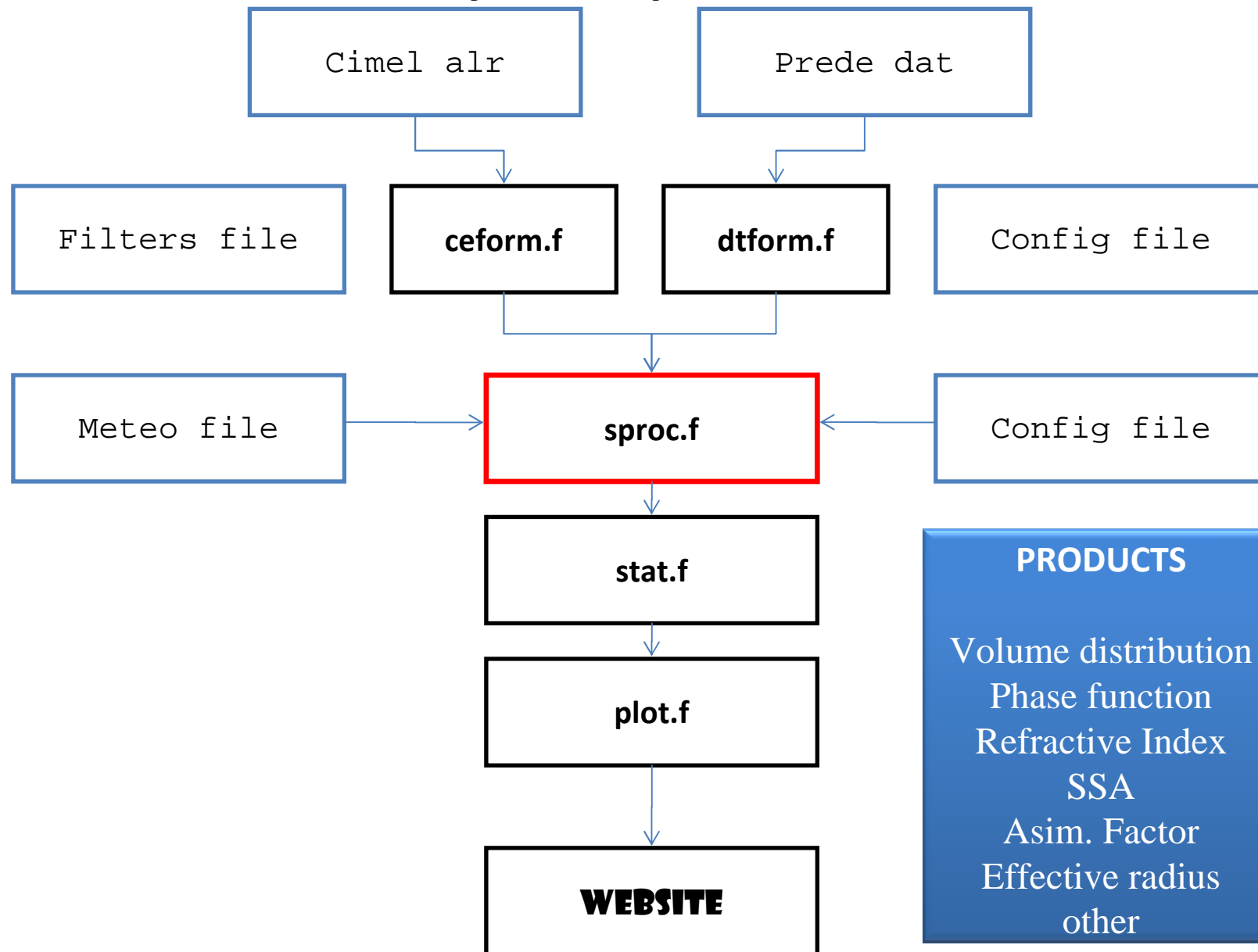
	mode 1	mode 2
Solar coordinates	Skyrad 4.2.	Blanco-Muriel et al. (2001)
Refraction correction	No	Michalsky et al. (1988)
Optical mass	Single, plane parallel	Multiple; Kasten et al. (1989), Komhyr et al. (1989)
Rayleigh scattering	Fröhlich and Shaw (1980); Young (1981)	Bodhaine et al. (1999)
Ozone absorption	Skyrad 4.2.	Gueymard (2001)
Water vapor absorption	No	Gueymard (2001)
NO ₂ absorption	No	Gueymard (2001)
Filter convolution	Gaussian function	Filter transmittance input file
Cloud screening	Smirnov et al. (2001)	Smirnov et al. (2001)
Temperature correction	Compensated (generic coefficients)	Compensated (generic or measured coeff.)
Angström exponents	Ratio of wavelength pairs	Linear regression
Columnar water vapour	Bruegge et al. (1992); Halthore et al. (1997)	Bruegge et al. (1992); Halthore et al. (1997)
Meteo file input	Pressure and ozone	Pressure, ozone, NO ₂ , water vapor and air temperature

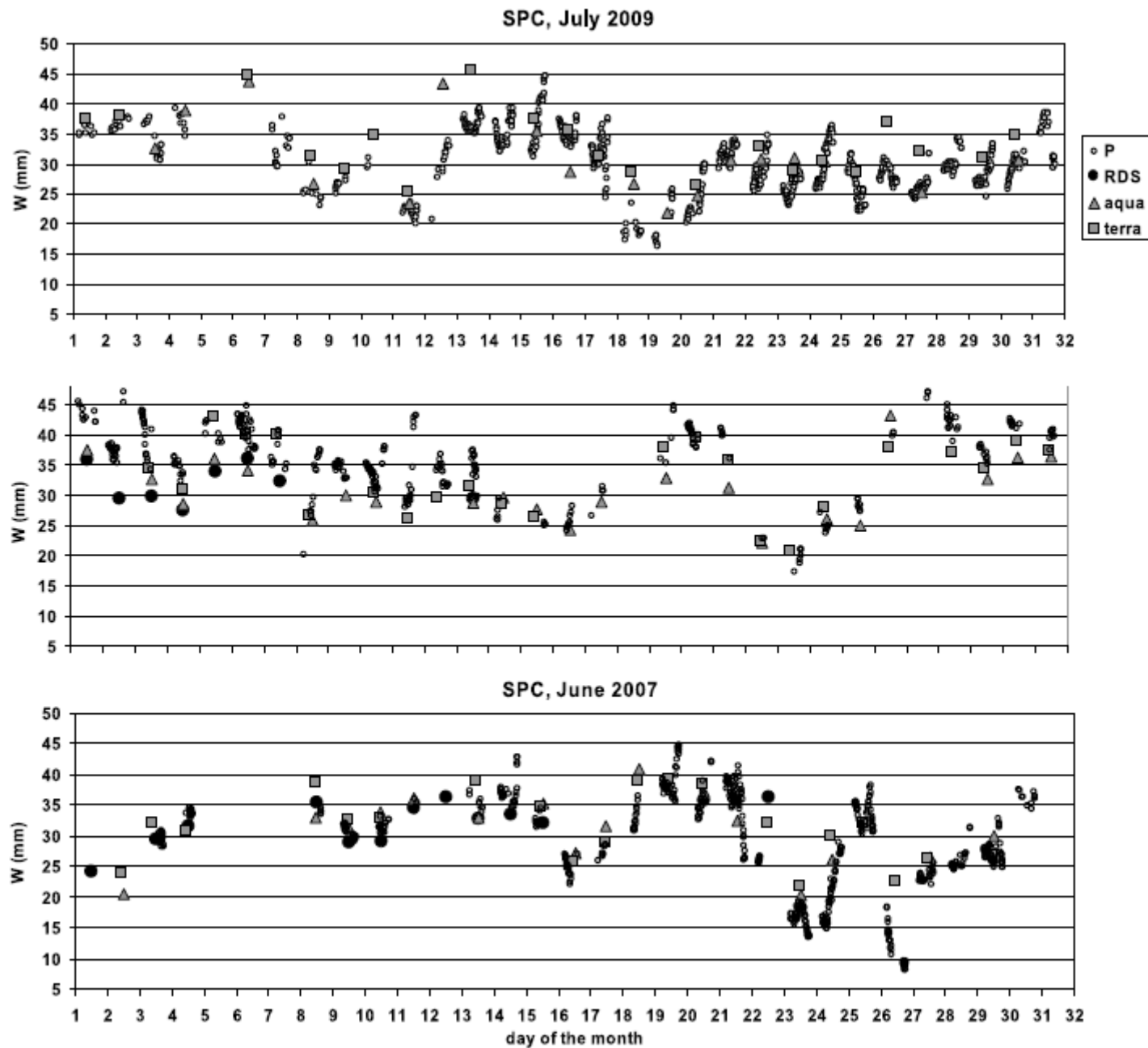
From: V. Estellés, et al., AERONET and ESR sun direct products comparison performed on Cimel CE318 and Prede POM01 solar radiometers. ACPD 12, 4341- 4371, 2012.

Sunrad products



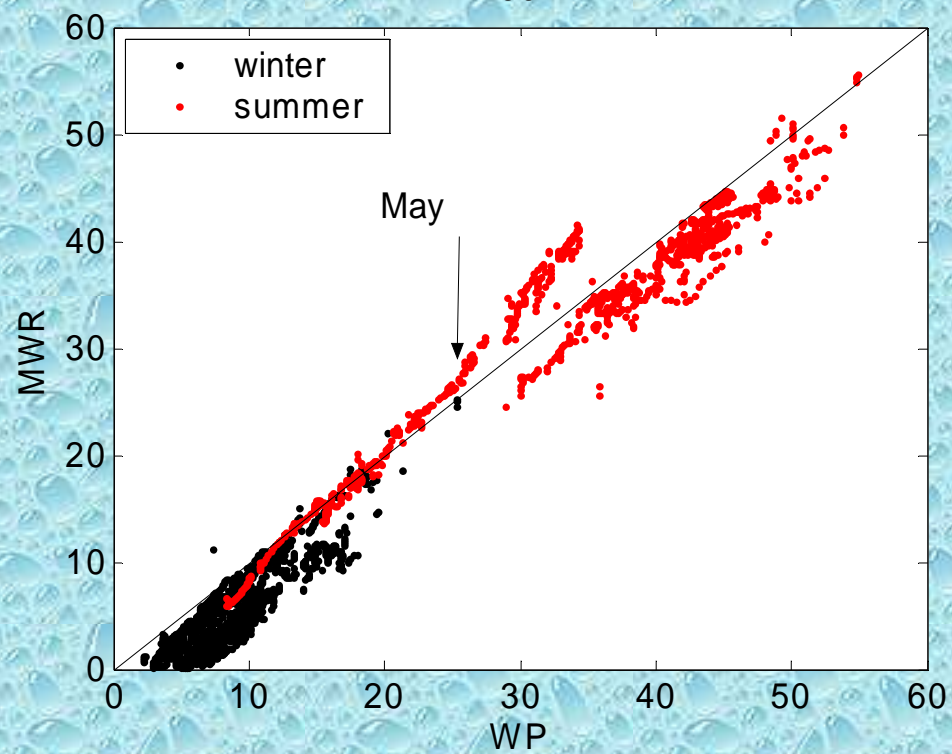
Skyrad products



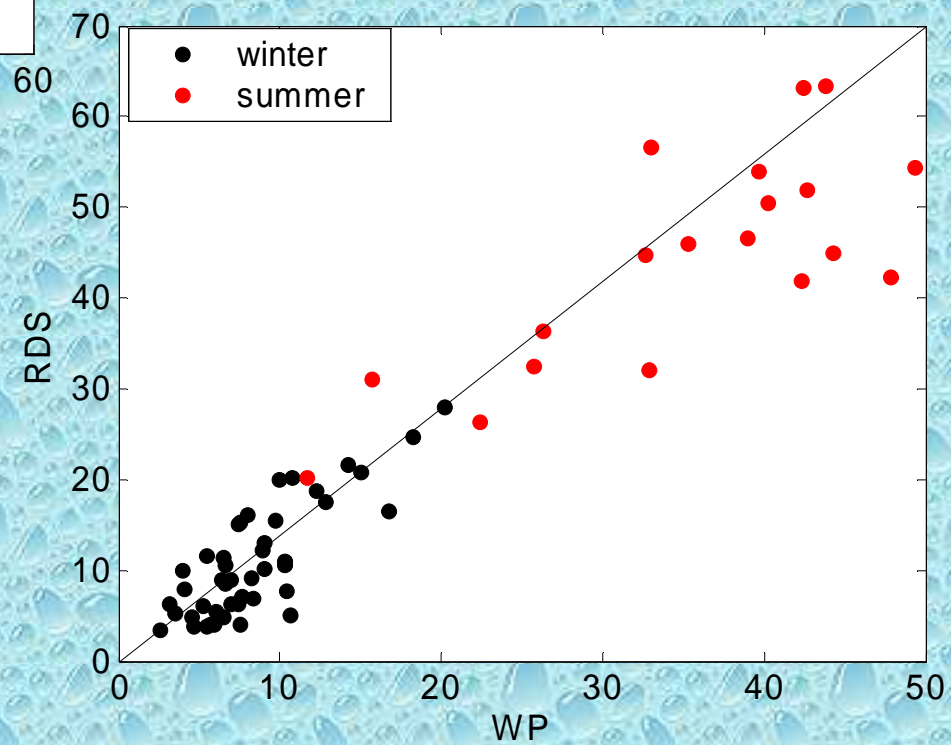


M. Campanelli, et al., "Columnar content of atmospheric water vapour from ground-based sun/sky radiometer measurements through a new in-situ procedure". *JGR* vol.115, D19304, doi:10.1029/2009JD013211, 2010

2007



2007



Mulidisciplinarietà della fotometria solare



Monitoring of Eyjafjallajökull volcanic aerosol by the new European skynet Radiometers (ESR) network.

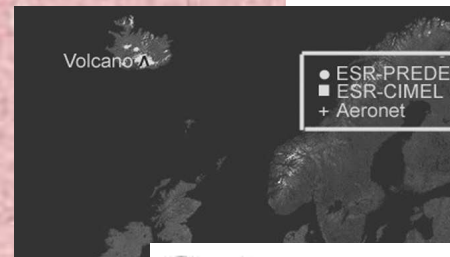
Atmospheric Environment 48 (2012) 33-45

- Il passaggio della nube vulcanica prodotta dall'eruzione del vulcano islandese Eyjafjallajökull nell' Aprile 2010, è stata misurata da ESR
- Le caratteristiche dell'aerosol atmosferico nei siti Inglesi durante il passaggio della nube sono state ben ricostruite
- Sono stati indentificati 3 eventi:
 - Il primo (15 – 16 Aprile 2010) caratterizzato dal trasporto di particelle fini;
 - Il secondo (17 – 19 Aprile) ed il terzo (23 -24 Aprile)caratterizzato dall'arrivo di particelle grossolane.

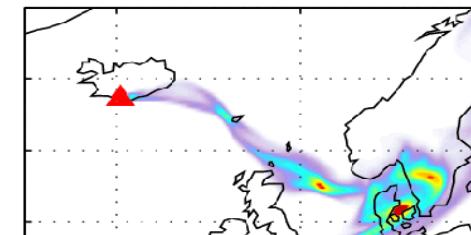
La sinergia fra ESR, AERONET, e EARLINET (per i siti in Italia e Polonia) è stata necessaria per avere una buona descrizione dell'evento

PRIMO EVENTO (15-16)

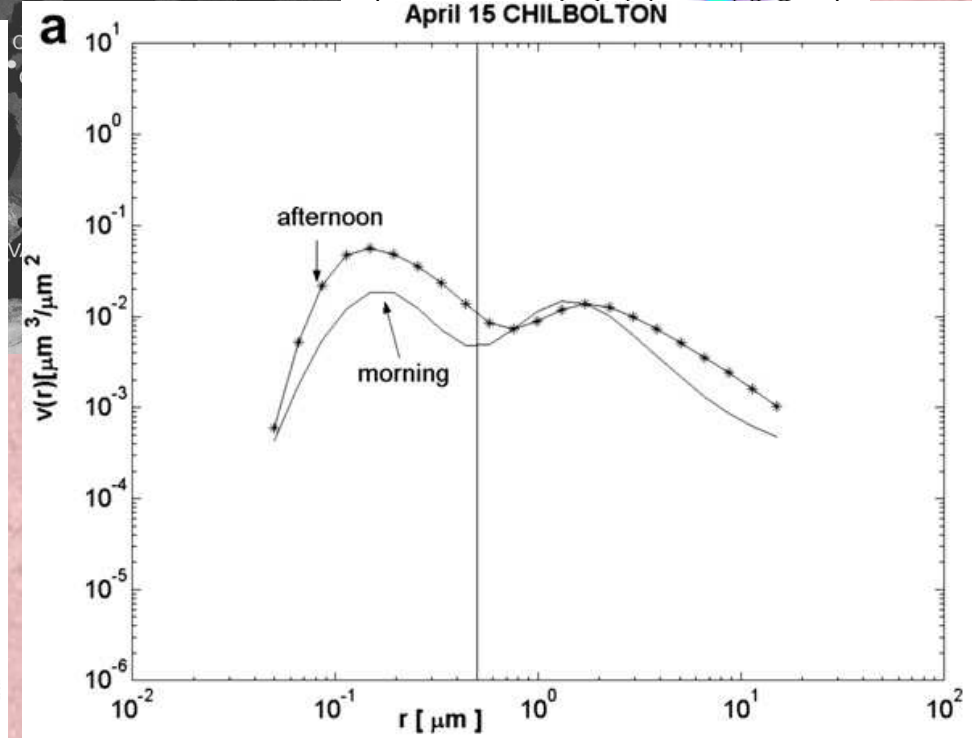
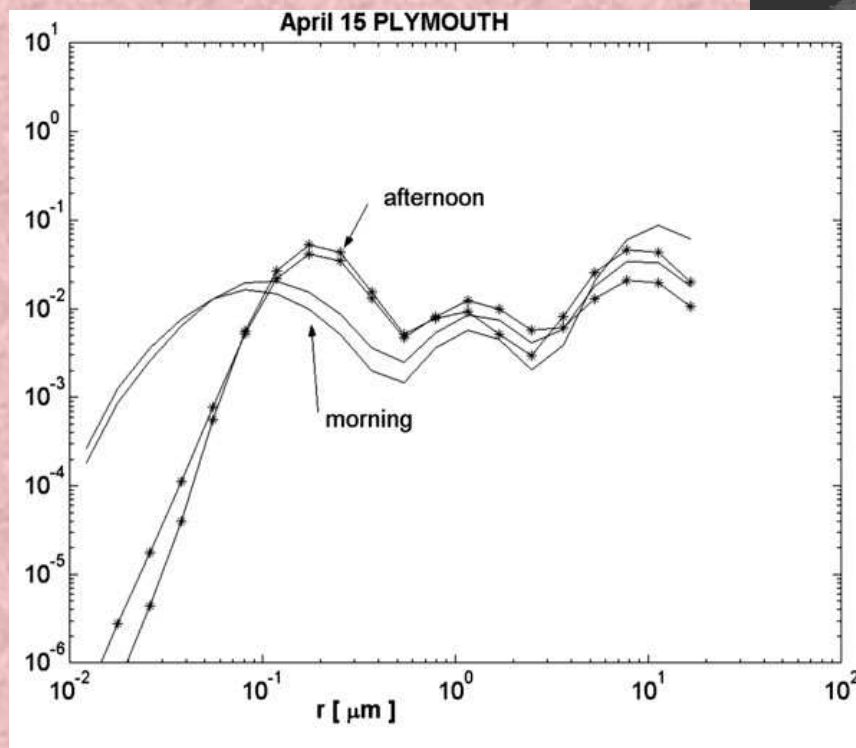
Plymouth and Chilbolton
Particelle fini



Modelled ash (apriori)



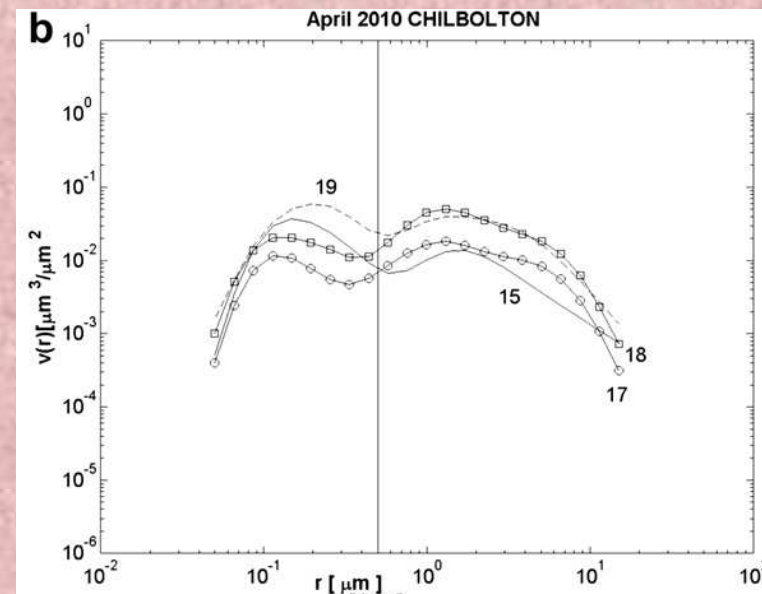
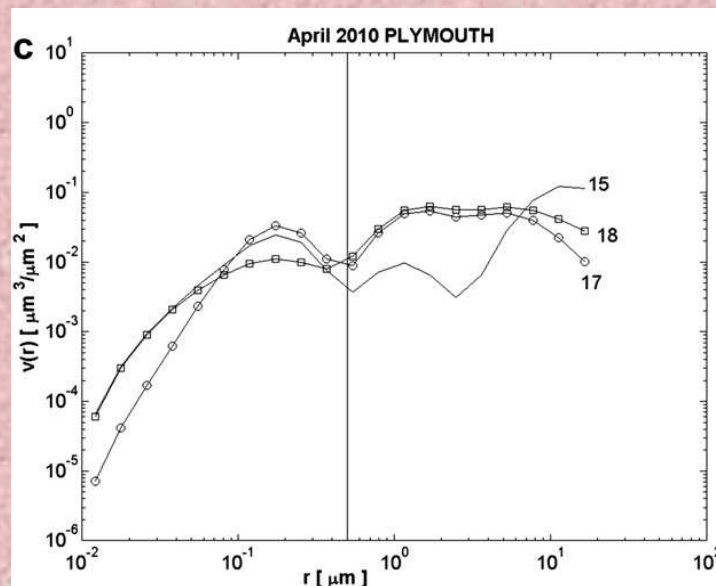
April 15 CHILBOLTON



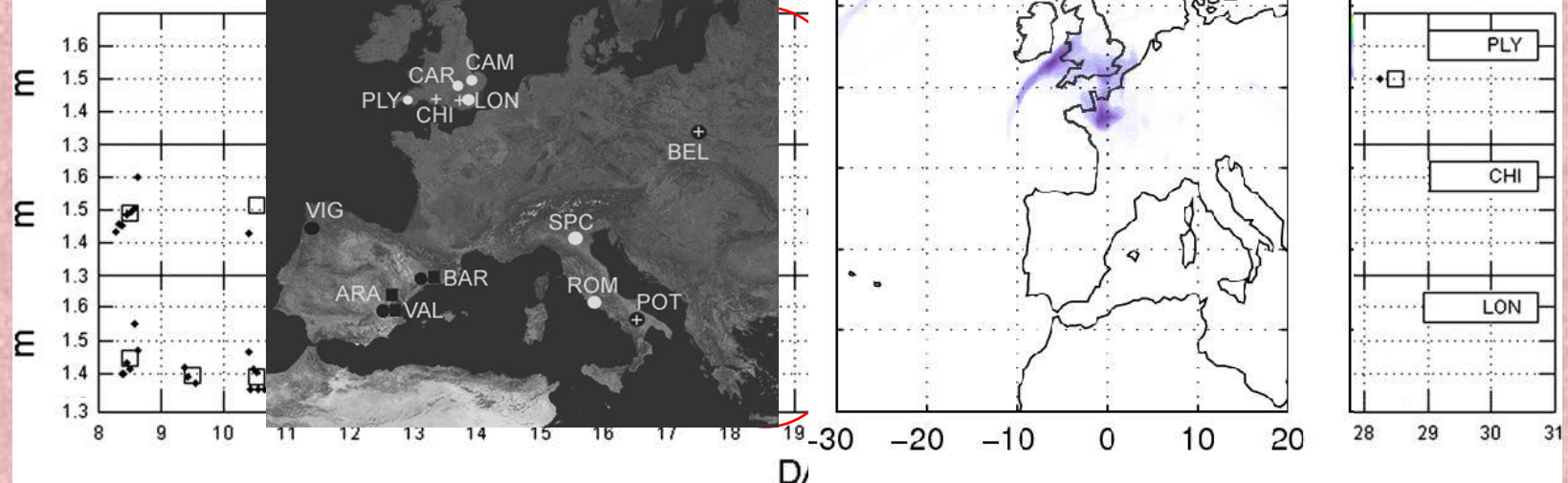
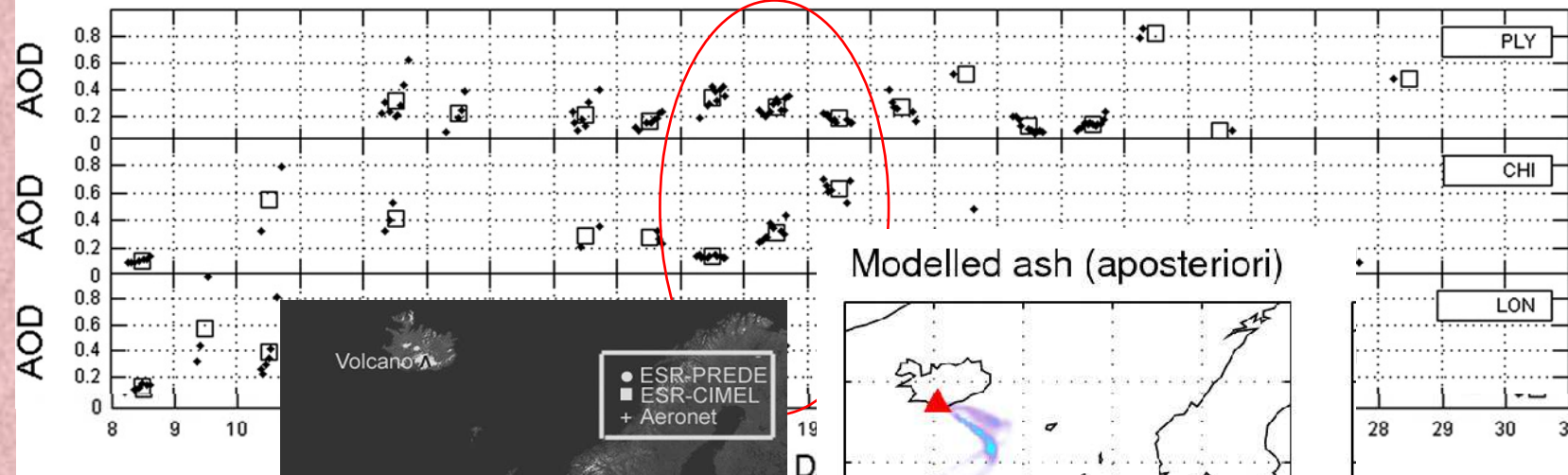
SECONDO EVENTO (17-19)

Plymouth, Chilbolton, London

Particelle grossolane; più assorbenti; la parte reale dell'indice di rifrazione sale fino a 1.58



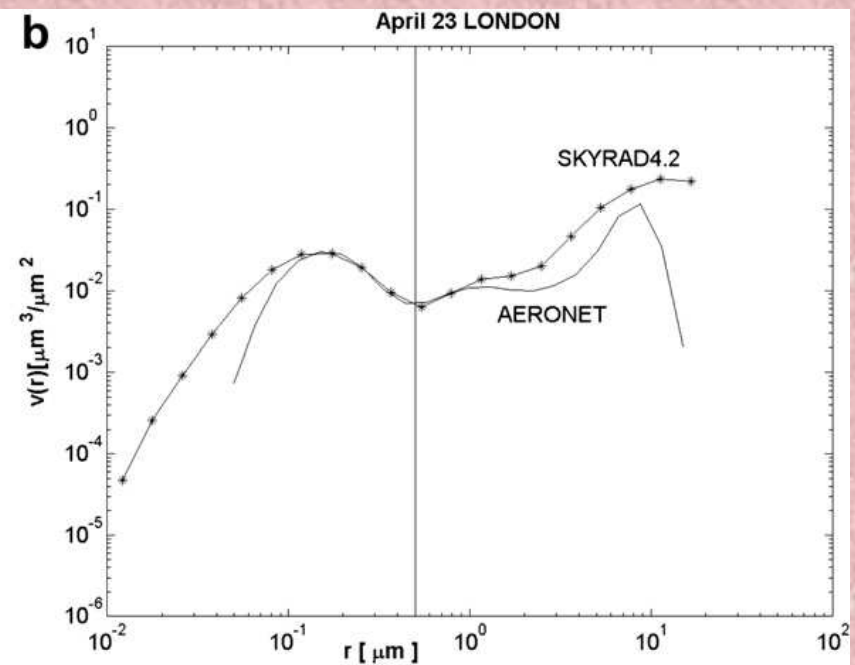
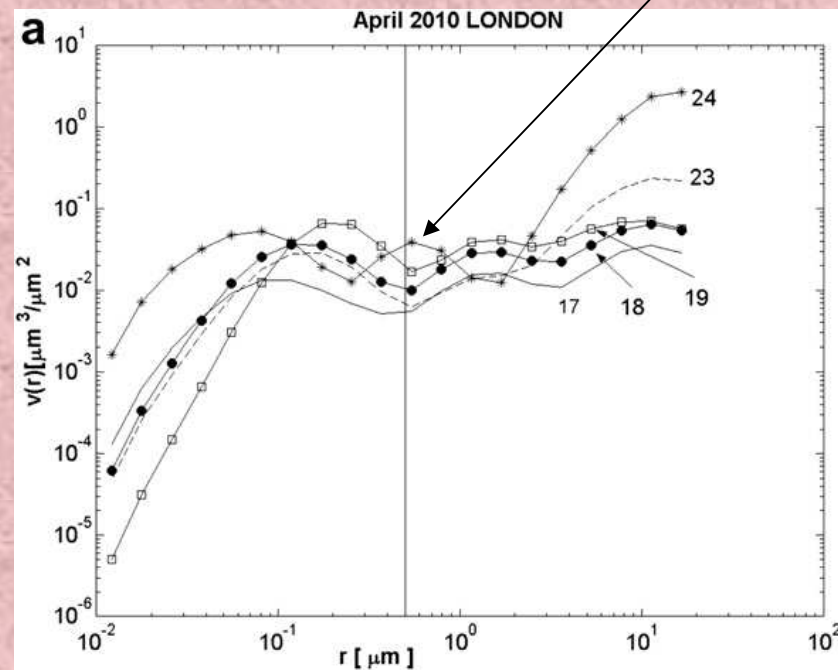
April 2010



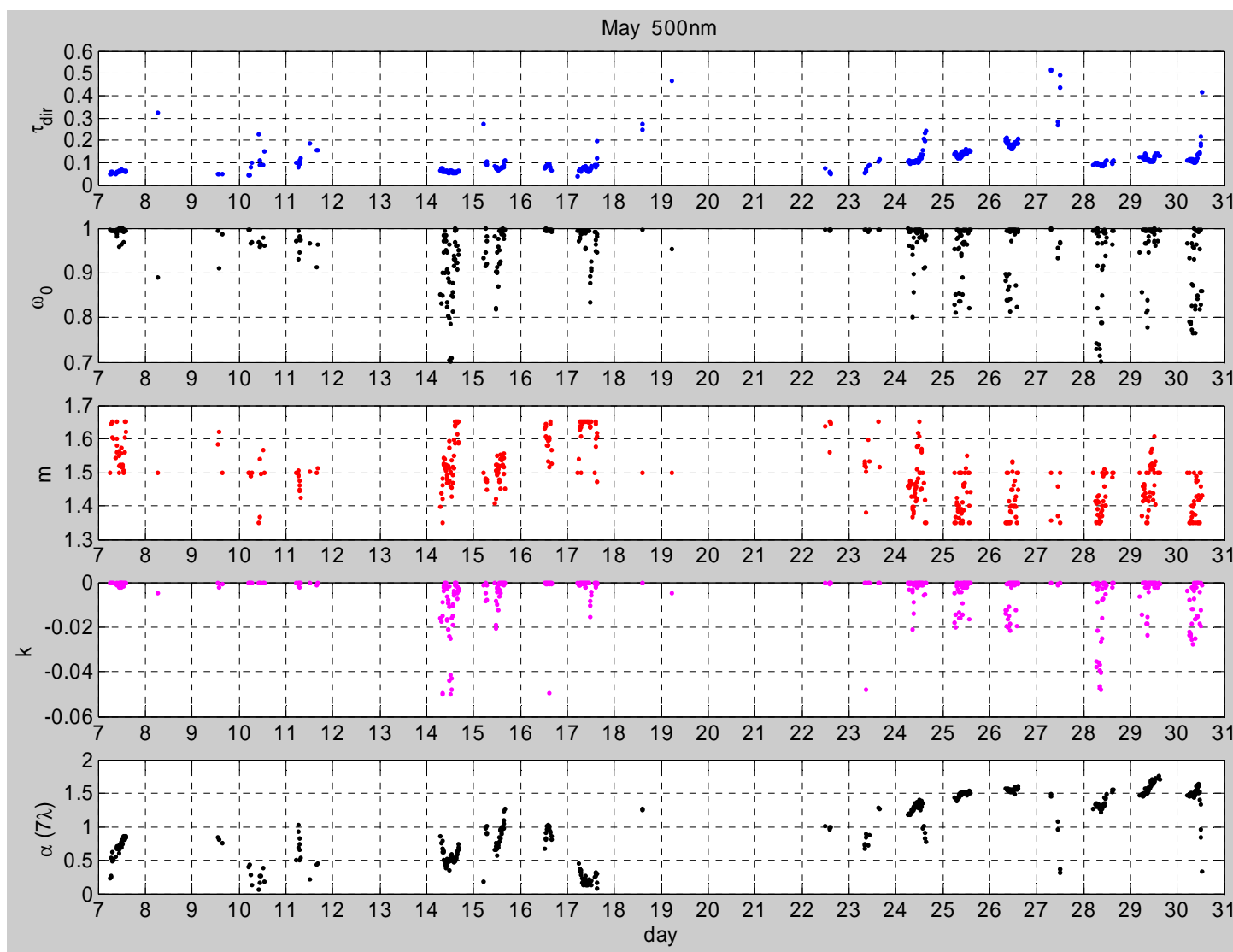
TERZO EVENTO (23-24)

London, Cardington, Cambridge

Comparsa di un nuovo modo con raggio modale fra 0.5 and 0.8 μm



Elaborazione dati ARPA-AOSTA



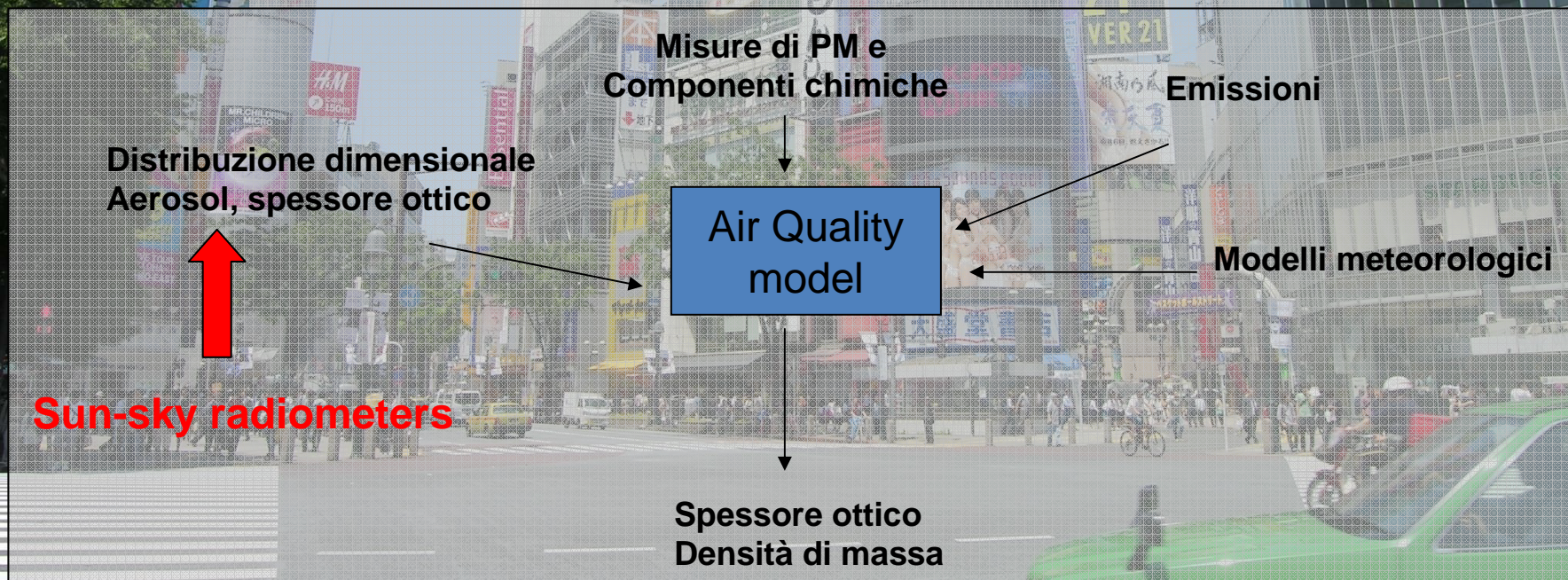
Si nota chiaramente che fra i primi 16-17 giorni ed i giorni dal 24 in poi c'è qualcosa di diverso:

1. AOD: dal 24 è più alto; 2. SSA e k : vanno mediati sull'ora: troppo variabili nessuna informazione sul cambiamento delle proprietà di assorbimento; 3. m : nella seconda parte del mese mostra chiaramente particelle con valori più bassi: più presenza di acqua? aumento di sostanza Water soluble o dust like?; 4. Angstrom coefficient è più alto, ovvero avvezione di particelle più piccole.

Sinergia con gli studi di qualità dell'aria

Su scala regionale spesso gli aerosol sono visti sotto la prospettiva di “Air Quality”.

Modello Air Quality: simula la distribuzione spaziale e temporale dell'aerosol, e permette di stimare la concentrazione degli inquinanti in atmosfera



Model evaluation

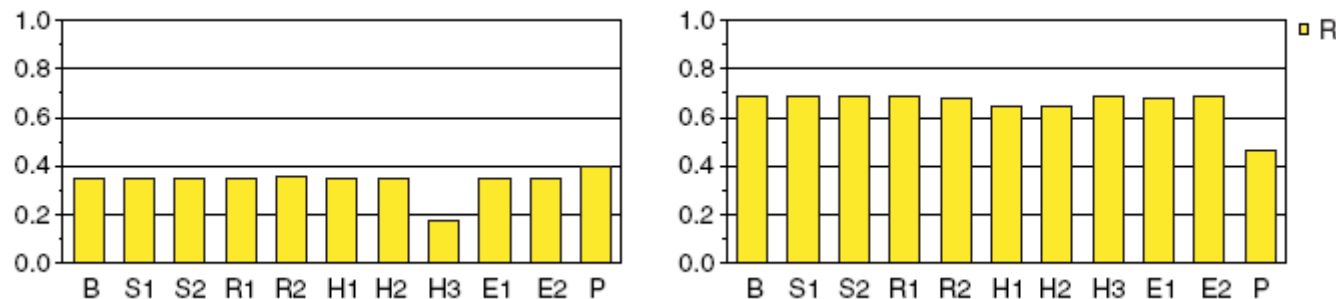
Evaluation of the GEM-AQ air quality model during the Que'bec smoke event of 2002: Analysis of extensive and intensive optical disparities

N.T. O'Neill, M. Campanelli, A. Lupu, S. Thulasiraman, J.S. Reid, M. Aube', L. Neary, J.W. Kaminski, J.C. McConnell, Atmospheric Environment 40 (2006) 3737–3749

L'output dal modello è stato confrontato con AOD and coefficiente di Angstrom misurati in 10 siti AERONET/AEROCAN

Risultato: Basso coefficiente di correlazione per AOD (0.4) ; alta correlazione (0.7) per il coefficiente di Angstrom.

Il disaccordo fra le osservazioni e i valori di AOD dal modello è dovuto principalmente alla variazione durante in trasporto della densità in numero delle particelle trasportate piuttosto che alla variazione delle loro dimensioni.



Sinergia fra Lidar, fotometria, analisi chimica del particolato.

Campagna intensiva di misure tenuta a Roma centro nei mesi di Giugno e Luglio 2011 .

Analisi Chimica delle particelle di aerosol campionate da collettori di PM10
**Proprietà ottiche e fisiche colonnari dell'aerosol dal PREDE sun-sky
radiometer, di ESR/SKYNET networks.**



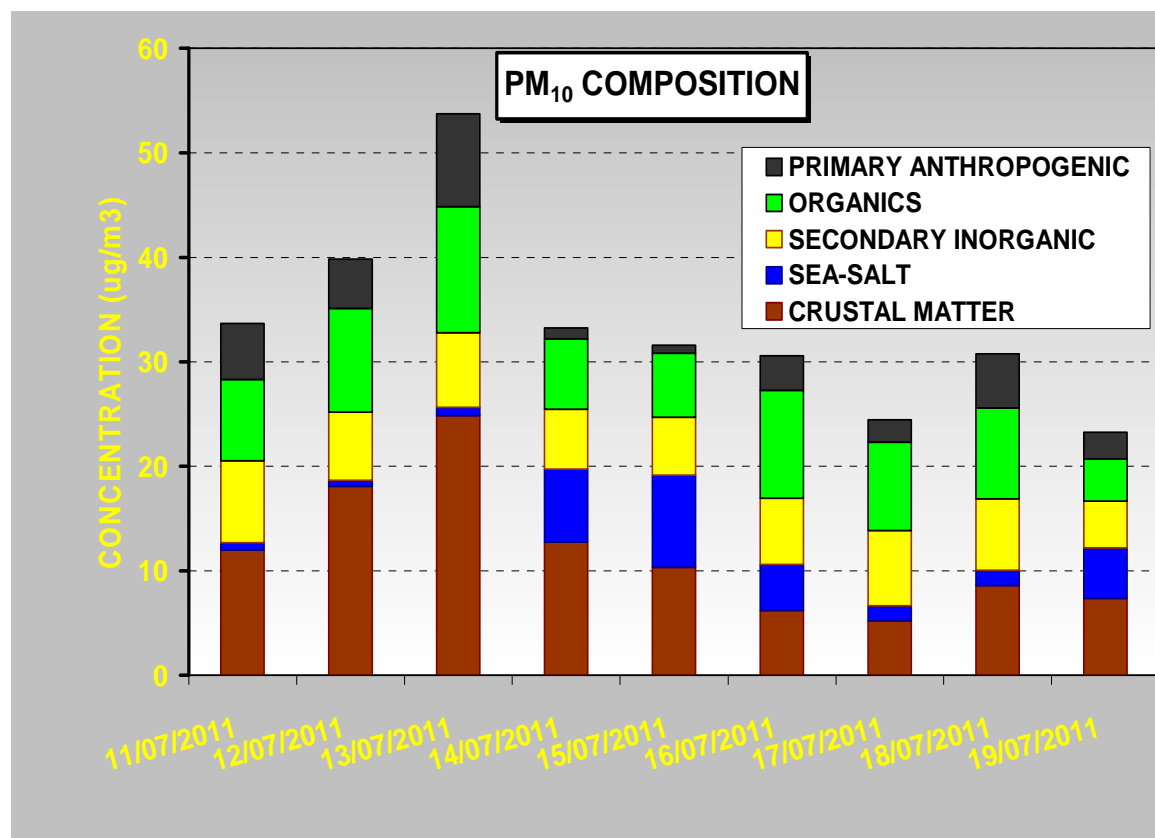
Profili verticali dell'aerosol da Lidar



**Radiazione solare totale incidente misurata da un Black and White
Pyranometer .**

**Spectroradiometro Brewer, Sodar, ed MFRSR rispettivamente per le
misure colonnari di Ozono, profili di vento, radiazione solare diretta e
diffusa a selezionate lunghezze d'onda.**

Analisi chimica del particolato misurato al suolo nel sito urbano di Roma



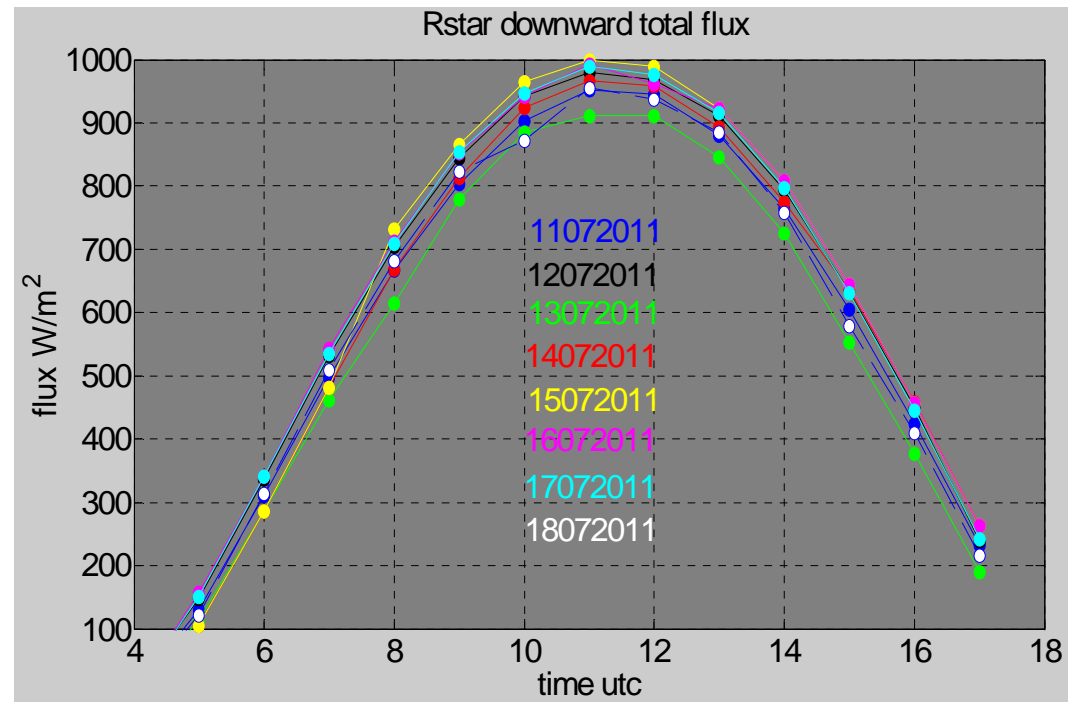
L'effetto diretto dell'aerosol cambia in funzione della diversa mistura di aerosol misurata.

Il codice Rstar 6b (Nakajima and Tanaka 1988) ed il codice 6S sono stati usati per calcolare il profilo verticale del downward direct e total flux della radiazione solare e dello spessore ottico.

Il codice è stato modificato in accordo con le misure a disposizione

La radiazione solare al suolo cambia fino a 100 W/m² durante gli 8 giorni che sono stati analizzati, a causa della diversa composizione chimica della mistura degli aerosol

Cosa accade al profilo verticale del downward flux?



Questo studio puo' essere fatto in qualsiasi sito urbano di ESR

Sinergia con le misure di UV

Le misure di UV sono importanti a causa del loro impatto diretto sulla salute umana.

Lo studio dell'effetto dell'aerosol sulla radiazione UV che raggiunge la superficie terrestre è molto importante tuttavia ancora incerto.

E' stato dimostrato che l'aumento dell'aerosol antropogenico diminuisce fortemente la radiazione UV.

UV index è un numero linearmente collegato all'intensità della radiazione UV incidente sulla superficie terrestre in un determinato sito.

Spettro dell'UV [100-290] (C); [290 - 320 nm] (B) ; [320-400] (A).

La radiazione incidente UV [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$] viene pesata con lo spettro di azione eritemale (C.I.E., 1998), cioè una la funzione peso che simula l'effetto biologico della radiazione UV in termini di produzione di eritema sulla pelle umana. Il risultato viene integrato tra 280 e 400 nm.

Tipicamente il risultato dell'integrazione dà un valore di 250 nelle ore centrali della giornata, e viene diviso per 25 mW m^{-2} per avere un UV index che possa variare da 0 a 10.

con $UVI_0 = UVI$ per il giorno di AOD (400nm) minimo (0.066).

RAF=1.25

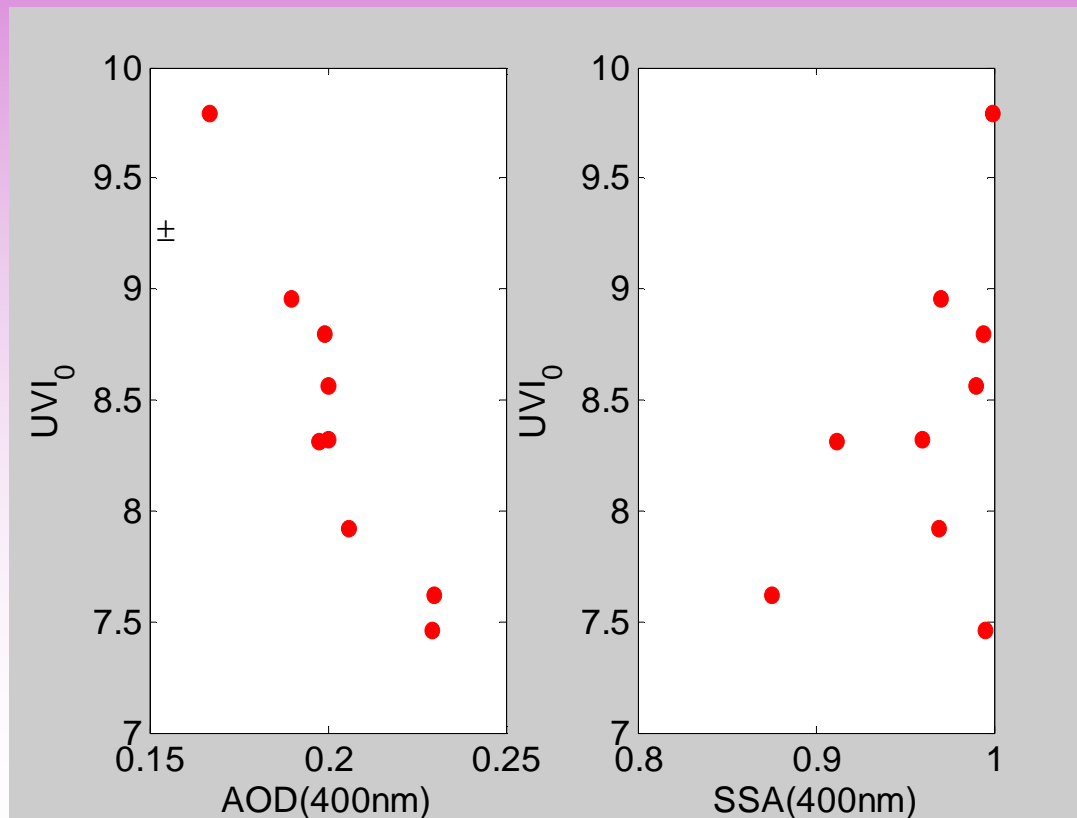
Ω = misure di O3

Ω_0 = O3 nel giorno di AOD(400nm) minimo

$$UVI_0 = UVI \left(\frac{\Omega}{\Omega_0} \right)^{RAF}$$

Tutte le misure sono state selezionate per angolo zenitale fisso = 30°

Selezionati i giorni in cui AOD (400 nm) è costante intorno a 0.2 (+0.03)





Arigato'!

Chiba (JP) Shopping center, Maggio 2012