

**SOCIETA ITALIANA
DI AEROSOL**

IAS

**ITALIAN AEROSOL
SOCIETY**

1° workshop italiano
AEROSOL IN SITI MONTANI

Falcade (BL), 9 settembre 2021

organizzato dal Working Group 4
“Aerosol in aree polari e remote”

Comitato scientifico e organizzatore:

*Elena Barbaro, David Cappelletti, Henri Diémoz, Antonio Donateo,
Matteo Feltracco, Andrea Gambaro, Angela Marinoni*

Convenzione delle Alpi: l'inquinamento atmosferico nell'arco alpino

Adriana Pietrodangelo^{1,*}, Giorgio Cattani², Cristina Leonardi³

¹ CNR-Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (CNR IIA), Montelibretti, 00010

² Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Roma, 00144

³ Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), Roma, 00147

* Corresponding author. Tel: +390690672391, E-mail:pietrodangelo@iia.cnr.it

Keywords: Alpi, qualità dell'aria, sorgenti emissive, processi atmosferici, effetti

la Convenzione delle Alpi è il primo trattato internazionale che considera un'area montana transnazionale nella sua interezza geografica. Firmata dai Paesi alpini Austria, Francia, Germania, Italia, Svizzera, Liechtenstein, Slovenia e Monaco, e dall'EU, è entrata in vigore nel 1995. È uno strumento legalmente vincolante, per una politica globale per la conservazione e la protezione delle Alpi (Convenzione delle Alpi, 2018). Ne fanno parte la Conferenza delle Alpi (organo decisionale), il Segretariato Permanente e i Gruppi di lavoro tematici, che pubblicano i Rapporti sullo Stato delle Alpi (RSA), ognuno dedicato ad un tema ambientale. Il Gruppo di lavoro ad hoc sulla qualità dell'aria ha di recente concluso l'8° RSA [1]. Il presente contributo propone quindi una panoramica dei fattori che influenzano lo stato di inquinamento atmosferico dell'area alpina, a conclusione dei lavori del gruppo.



*Principali direzioni di trasporto e relativi contributi di inquinanti gassosi e particellari sulle Alpi
(Adattato da Freier, K.P. et al., 2019)*

Sull'attività delle principali sorgenti antropiche (traffico veicolare, riscaldamento domestico a combustione di biomasse, agricoltura ed allevamenti), si innestano peculiari condizioni termiche e meteo-climatiche dovute alla geografia ed orografia delle Alpi. Queste favoriscono, in quota, l'intrappolamento di inquinanti trasportati dai venti sinottici (cold trapping), ed a bassa quota l'intrappolamento di inquinanti emessi da sorgenti locali, dovuto alle inversioni termiche favorite dalla conformazione delle valli. Inoltre, la vasta estensione forestale dell'arco alpino rappresenta una sorgente dominante di emissioni biogeniche naturali, sia in fase particellare (bioaerosol) che gassosa (VOCs.), che può influenzare i complessi regimi di formazione e deplezione dell'ozono.

Bibliografia

- [1] Ad-hoc Working Group on Air Quality in the Alps., (2021). Alpine Signals, special edition 8. Permanent Secretariat of the Alpine Convention (Ed.). ISBN: 9788897500551. 126 pp.

L'aerosol nelle Alpi nord-occidentali Ricerca e monitoraggio a lungo termine in ARPA Valle d'Aosta

Henri Diémoz^{1,*}, Annachiara Bellini^{2,1}, Claudia Désandré¹, Gabriele Fasano^{3,1}, Tiziana Magri¹,
Giordano Pession¹, Claudia Tarricone¹, Ivan K. F. Tombolato¹, Manuela Zublena¹

¹ ARPA Valle d'Aosta, Sezione aria e atmosfera, Saint-Christophe (AO), 11020

² ISAC-CNR, Area di ricerca di Roma-Tor Vergata, Roma, 00133

³ Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Fisica, Roma, 00185

* Corresponding author. Tel: +39(0)165278576, E-mail: h.diemoz@arpa.vda.it

Keywords: *proprietà chimico-fisiche, profili verticali, effetti radiativi, meteorologia alpina, lockdown*

La Valle d'Aosta rappresenta un'area ideale e un laboratorio a cielo aperto per lo studio dell'aerosol in relazione alle specificità del territorio alpino e, in particolare, della meteorologia e delle fonti emissive montane. Sin dalla sua istituzione, ARPA Valle d'Aosta monitora le concentrazioni di particolato fine in diverse stazioni nel fondovalle e in alcuni siti remoti. Soprattutto negli ultimi anni, questa attività tradizionale e consolidata di monitoraggio è stata affiancata da un più evoluto programma a lungo termine di studio approfondito della caratterizzazione chimica, fisica e ottica dell'aerosol in alcuni punti specifici della regione. Il monitoraggio a terra è, inoltre, integrato da misure telerilevate (fotometro solare e lidar-ceilometer) in grado di fornire informazioni sulla tipologia, le proprietà e la distribuzione di particolato lungo la verticale, rendendo così possibile il monitoraggio dell'aerosol in "3-D".

La presentazione consisterà in un breve excursus delle recenti attività di ricerca condotte da ARPA Valle d'Aosta sull'aerosol in contesto alpino. In particolare, si discuteranno i seguenti lavori:

- studio del trasporto di aerosol dalla Pianura Padana alla Valle d'Aosta, fenomenologia e impatti sulla qualità dell'aria [1];
- studio degli effetti radiativi diretti dell'aerosol lungo il profilo verticale sovrastante una valle alpina, tramite utilizzo di lidar-ceilometer e modelli di trasferimento radiativo [2];
- source apportionment ottico per la stima del contributo emissivo di biomassa legnosa in contesto alpino: differenze tra un sito rurale e un sito urbano [3];
- quantificazione dell'«effetto lockdown» in Valle d'Aosta: impatto delle emissioni e della meteorologia, a terra e lungo la colonna verticale [4];
- valutazione dell'accuratezza dei modelli di chimica e trasporto per l'aerosol su terreno complesso e identificazione di layer elevati con telerilevamento lidar [5].



Figura 1: Episodio di trasporto di aerosol secondario dalla Pianura Padana alla Valle d'Aosta. La fotografia, scattata dalla Croce di Fana (2200 m s.l.m., Quart, Aosta) è tratta da Diémoz et al., [1]. Credits: Corrado Cometto.

Verranno brevemente illustrati i principali risultati di tali studi e le prospettive future di monitoraggio, in particolare la possibilità di estendere parte della caratterizzazione dell'aerosol ad aree remote oltre che alle sole stazioni nel fondovalle.

Bibliografia

- [1] H. Diémoz et al., (2019). *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 3065–3095 (part 1) e 10129–10160 (part 2).
- [2] G. Fasano et al., (2021, in revisione). *B. Atmos. Sci. Tech.*
- [3] I. K. F. Tombolato et al., (2021, in preparazione).
- [4] H. Diémoz et al., (2021, accettato). *Atmosphere*.
- [5] A. Bellini et al., (2021, in preparazione). *Atmosphere*.

OPTICE: The optical properties of dust in snow and ice to investigate the climate change and improve the avalanche forecasting

Claudio Artoni^{1,3,4*}, Llorenç Cremonesi², Claudia Ravasio², Barbara Delmonte³, Marco Alberto Carlo Potenza²

¹ Department of Environmental Sciences Informatics and Statistics, University of Venice

² Department of Physics, University of Milan

³ Department of Earth and Environmental Sciences, University of Milano-Bicocca

⁴ Institute of Polar Sciences, National Research Council (CNR-ISP)

* Corresponding author. Tel: 0264482075, E-mail: claudio.artoni@unive.it

Keywords: Mineral Dust, SPES, Snow, Ice.

On a global scale, mineral dust accounts for the major contribution to the mass load of airborne particles in the atmosphere. It consists of micron-sized minerals mainly deflated from arid and semiarid regions by eolian processes. It can affect glaciers reducing the albedo and it can transform the snowpack leading the formation of melting-refreezing crusts and hoar crystals weak layers. To evaluate these processes, snow and ice cores provide a privileged archive to reconstruct the Earth's past atmospheric composition. Moreover, they can be powerful tools to assess the impact of human activities on the environment, also enabling albedo evaluation and avalanches forecasting.

OPTICE is a scientific multidisciplinary project aimed at determining and studying the optical properties of dust in the snowpack and ice cores and the optical properties of ice and snow crystals. The experimental work is focused on the Single Particle Extinction and Scattering (SPES) method, developed during the last years. The breakthrough of this method is its capability to measure two optical parameters simultaneously from which other properties of the particles can be assessed, such as shape and internal structure. This recently brought some interesting results about the shape variability of dust over time, which in turn impacts the radiative transfer of the atmosphere (Potenza et al, 2016, Nature Scientific Reports).

The main location for this project is the Rutor Glacier, where we collected a six-year historical series of snow cores, which we are currently studying.



Rutor Glacier, main test site of the Optice project.

Bibliografia

- [1] Potenza, M. A. C., et al. (2016) Scientific reports 6.1: 1-9.
- [2] Potenza, M. A. C., et al. (2017). ACS Earth and Space Chemistry, 1(5), 261-269.

Potenzialità del campionamento passivo per studi sul (bio)aerosol in siti montani: il caso-studio della Val di Rabbi (TN)

Elena Gottardini^{1,*}, Fabiana Cristofolini¹, Antonella Cristofori¹, Luca Pedrotti², Gabriele Tonidandel³

¹ *Fondazione Edmund Mach (FEM), San Michele all'Adige (TN), 38010*

² *Parco Nazionale dello Stelvio - Servizio Sviluppo Sostenibile e Aree Protette, PAT, Cogolo di Peio (TN), 38024*

³ *Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente, U.O. Aria e agenti fisici, Trento, 38122*

* *Corresponding author. Tel: +390461615362, E-mail: elena.gottardini@fmach.it*

Keywords: Trentino; qualità aria; particolato; pollini; Sigma-2

Nell'ambito di uno studio sulla qualità chimica e biologica dell'aria svolto nell'estate 2020 in Val di Rabbi (settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio), sono stati analizzati il particolato (PM) ed i pollini aerodispersi. I campionamenti per deposizione gravimetrica delle particelle sono stati svolti in tre siti (Còler, 1300 m s.l.m.; Pozzatine, 1700 m s.l.m., Malga Maleda, 2000 m s.l.m.) utilizzando campionatori passivi Sigma-2 (*passam ag*). Le analisi del PM sono state effettuate tramite (i) microscopia ottica automatizzata, con classificazione delle particelle per colore (chiare, di origine naturale; scure, di origine antropica) e classe di dimensione (2,5-5, 5-10, 10-20, 20-40, 40-80, 80-160µm) [1], e (ii) SEM/EDX, con caratterizzazione morfo-chimica delle singole particelle e classificazione per origine (biogenica/organica, metallica, minerale, da usura di pneumatici). I pollini sono stati analizzati al microscopio ottico a 400x con identificazione dei taxa su base morfologica e quantificazione. I valori sono espressi come tasso di sedimentazione (n/cm²/giorno).

La frazione chiara di PM, di origine naturale, è risultata prevalente in tutti i siti rispetto alla frazione scura (ca.10% del PM totale). Le analisi al SEM/EDX hanno confermato la prevalenza della componente minerale e di quella biogenica/organica, mentre la frazione ascrivibile all'usura da pneumatici corrisponde in media all'1,6% del numero totale delle particelle sedimentate. Oltre il 90% della frazione chiara di PM presenta dimensioni comprese tra 2,5 e 10µm. Il PM di origine naturale con dimensioni maggiori di 10µm comprende, tra l'altro, i granuli pollinici (ca.15%). Sono in media 19 i taxa pollinici osservati nei tre siti, con la prevalenza di Poaceae ed Urticaceae, due famiglie di piante erbacee allergeniche. I pollini di piante arboree rilevati nei tre siti sono attribuibili principalmente alle conifere, che generalmente non risultano essere allergenici.

Il campionamento passivo può essere considerato una valida soluzione per il monitoraggio di particolato grossolano in aree remote nei casi in cui non sia necessaria un'alta risoluzione temporale dei campioni [2].

Bibliografia

- [1] VDI 2119, 2013. Ambient air measurements. Sampling of atmospheric particles > 2.5 µm on an acceptor surface using the Sigma-2 passive sampler. Characterization by optical microscopy and calculation of number settling rate and mass concentration. ICS: 13.040.01. Beuth Verlag, Berlin. Germany.
- [2] Gottardini et al., (2021). AAQR, Vol. 21, <https://doi.org/10.4209/aaqr.210010>

Moggio: qualità dell'aria nel sito prealpino lombardo

Anna De Martini¹*, Laura Carroccio¹, Vorne Gianelle², Eleonora Cuccia²

¹ ARPA Lombardia, U.O. Qualità dell'Aria, Via 1°Maggio 21/b, Oggiono (Lc), 23848

² ARPA Lombardia, U.O. Centro Specialistico della Qualità dell'Aria, Via Rosellini 17, Milano, 20124

* Corresponding author. Tel: +39 3387359516, E-mail: a.demartini@arpalombardia.it

Keywords: *Moggio, ozono, particolato, speciazione PM10*

La stazione della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria di Moggio si trova in località Culmine di San Pietro (Lc) a quota 1196 m s.l.m., sui rilievi prossimi alla Pianura Padana. Installata nel 2006 per il monitoraggio dell'ozono nella fascia prealpina ai fini della protezione della vegetazione, è stata poi integrata anche per il monitoraggio di NO_x, NH₃, PM_{2.5} e di PM₁₀ di cui è stata determinata la composizione chimica dal novembre 2019 al luglio 2020.

La qualità dell'aria di Moggio presenta peculiarità dettate dalla ubicazione del sito prealpino, spesso al disopra dello strato limite di rimescolamento nel periodo più freddo dell'anno (novembre-febbraio), circondato da boschi e lontano da fonti emissive dirette, sottoposto a venti dai quadranti orientali nei mesi più freddi e sottovento alle emissioni della Pianura Padana in quelli più caldi.

A Moggio si rilevano le concentrazioni medie annuali di ozono più alte di tutta la regione: in estate, l'ozono misurato è tra i più elevati della rete di monitoraggio. Il suo andamento giornaliero è diverso dalle altre stazioni a causa della quota, e mostra valori elevati, maggiori nelle ore serali o notturne, a causa del trasporto di ozono dalla pianura. Nonostante le basse temperature, anche nei mesi invernali le concentrazioni di ozono misurate a Moggio risultano essere le più alte della Lombardia, raggiungendo valori tipici degli strati atmosferici superiori.



Stazione ARPA di rilevamento della qualità dell'aria Moggio – Località Culmine di San Pietro.

Le concentrazioni medie annuali di PM₁₀, come peraltro quelle di ammoniaca e di ossidi di azoto, sono invece le più basse della regione. Dalla speciazione del PM₁₀ risulta preminente la Materia Organica ed il Nitrato d'ammonio. Nel periodo freddo il Solfato d'ammonio è quasi assente e la risospensione sia naturale che antropica è poco rilevante. Le medie mensili presentano valori generalmente maggiori in primavera-estate, mesi in cui l'inquinamento prodotto nelle

aree di pianura, seppur diluito, può raggiungere il sito prealpino a causa della maggiore altezza del PBL. In questa situazione, la speciazione risulta essere confrontabile con il sito rurale di Schivenoglia, situato in provincia di Mantova, ad evidenziare la maggiore omogeneità della qualità dell'aria nel periodo caldo per l'aumentata capacità diffusive/dispersiva dell'atmosfera.

Bibliografia

- [1] <https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Relazioni-e-valutazioni/Relazioni-Annuali-Provinciali.aspx>
- [2] <https://www.arpalombardia.it/Pages/Aria/Relazioni-e-valutazioni/Relazioni-Stazioni-Mobili.aspx>

Il sito di Alpe S. Colombano: caratterizzazione dell'aerosol e prospettive future

Luca Ferrero^{1,*}, Ezio Bolzacchini¹

¹ *Centro GEMMA, Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Milano, 20126, Italia*

* *Corresponding author. Tel: +3295365578, E-mail: luca.ferrero@unimib.it*

Keywords: *Alpi, Aerosol, Composizione chimica, Trasporti, Forcing Radiativo*

Le Alpi rappresentano aree fredde centrali rispetto ad un'area fortemente antropizzata (Europa centrale) soggetta anche a intensi trasporti naturali. Per questo motivo, rappresentano un luogo privilegiato per lo studio del trasporto degli aerosol atmosferici al fine di investigare i processi sopradescritti, è stato attivato dal 2004 il sito di Alpe S. Colombano (m.2280, 46°27'40"N; 10°18'07"E). Lo studio dell'andamento delle concentrazioni di particolato atmosferico e della relativa composizione chimica in funzione dei parametri meteorologici fondamentali, quali la direzione del vento, mostrano eventi di trasporto da sud, sud-ovest, a partire dalla pianura padana durante il periodo primaverile estivo mentre durante il periodo invernale si osserva una perdita di correlazione tra le concentrazioni tipiche dei siti di pianura e il sito di Alpe S. Colombano. In questo scenario meteorologico presso l'Alpe S. Colombano sono state studiate:

- la composizione chimica del particolato atmosferico: EC, OC, ioni inorganici, elementi, alcani lineari C₂₀-C₃₂, acidi mono e dicarbossilici C₂-C₅, levoglucosano e idrocarburi policiclici aromatici (IPA) [1,2].
- lo studio delle sorgenti mediante modello recettore CMB (Chemical Mass Balance; CMB8.2-EPA) nelle diverse stagioni. In particolare, il 15% del particolato è stato associato durante l'inverno a dust, mentre l'aerosol secondario inorganico + organico ha costituito la maggior parte della massa di aerosol durante la primavera e l'estate (50-65%) [1].
- il trasporto e la concentrazione di massa dei 9 IPA più associati alla fase particolata (BaA, CHR, BbF, BkF, BeP, BaP, IcdP, dBahA e BghiP), mostrando una assenza di differenza statistica tra il contenuto di IPA per unità di massa nel particolato tra l'Alpe S. Colombano e la Pianura Padana durante il periodo estivo; viceversa quando i venti spirano da nord il contenuto di IPA per unità di massa a S. Colombano è inferiore a quello milanese.
- la ripartizione di fase di composti semivolatili (IPA e alcani). FLN e PHE per gli IPA e gli n-alcani tra C₂₀ e C₂₂ sono presenti quasi esclusivamente in fase gassosa (part/tot, <20 %), mentre i composti non volatili sono gli IPA da BbjF a BghiP e gli n-alcani con 27 o più atomi di carbonio (parte/tot, ~100 %) [3]
- l'applicazione alla determinazione del forcing radiativo dell'aerosol, del retrieval satellitari delle concentrazioni di particolato atmosferico e alla determinazione delle caratteristiche di stratificazione della Pianura Padana, dal suolo alla libera troposfera [4,5].

Bibliografia

- [1] Perrone et al., *Science of The Total Environment*, 414, 343-355 (2012)
- [2] Ferrero et al., *Science of The Total Environment*, 409, 2824-2837 (2011)
- [3] Sangiorgi et al., *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 10163-10173 (2014)
- [4] Ferrero et al., *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14, 9641-9664 (2014)
- [5] Ferrero et al., *Atmospheric Pollution Research*, 10, 1895-1912, (2019)

La stazione di monitoraggio del Col Margherita: un nuovo osservatorio atmosferico WMO-GAW nel cuore delle Dolomiti Bellunesi

Jacopo Gabrieli^{1*}, Federico Dallo^{1,2}, Fabrizio de Blasi¹, Massimiliano Vardè¹, Warren Cairns¹, Elena Barbaro¹, Giulio Cozzi¹, Matteo Feltracco¹, Elisa Morabito^{1,2}, Andrea Gambaro^{1,2}, Carlo Barbante¹

¹ *Istituto di Scienze Polari – Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISP-CNR), Venezia, 30123*

² *Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica – Università Ca' Foscari, Venezia, 30123*

** Corresponding author. Tel: +39 041 2348911, E-mail: gabrieli@unive.it*

L'osservatorio atmosferico del Col Margherita (MRG) è stato realizzato nel 2012 nell'ambito del progetto GMOS1 (2013-2015) ed è stato successivamente operativo nell'ambito dei progetti NextData2 (2016-2018) e I-GOSP3 (2018-2020) e si trova nelle Dolomiti Orientali, patrimonio dell'UNESCO, ad un'altitudine di 2543 m slm. La sua posizione appare particolarmente strategica in quanto, nonostante la quota relativamente bassa rispetto alle vette più alte delle Alpi, fornisce informazioni sulle condizioni sinottiche di un'area delle Alpi dove non sono presenti analoghe infrastrutture di monitoraggio.

L'osservatorio è dotato di una stazione meteorologica completa, di un analizzatore di ozono, di un analizzatore di mercurio gassoso totale e di un campionatore di polveri; non presidiato e completamente automatizzato, opera ininterrottamente. È collegato alla rete elettrica principale ed è dotato di un sistema di alimentazione solare di backup con ~200Ah di batterie in caso di mancanza rete. L'osservatorio è inoltre dotato di un controllo remoto tramite tecnologia GSM/GPRS. L'accessibilità agli operatori è garantita lungo tutto l'arco dell'anno grazie agli impianti a fune della società Ski Area San Pellegrino.

A seguito dell'inserimento del Col Margherita nella rete di osservatori atmosferici WMO-GAW, l'Istituto di Scienze Polari del CNR ha in programma un riammodernamento completo della stazione: oltre alla costruzione di una nuova struttura in legno paesaggisticamente più compatibile e totalmente autonoma dal punto di vista energetico, saranno acquisiti nuovi strumenti per la misura in continuo di O₃, NO_x, CO e polveri atmosferiche; sarà inoltre sostituita la stazione meteorologica, spostandola sulla cima del colle a circa 50m dall'attuale posizione, in modo da soddisfare i requisiti stabili dal WMO. L'inaugurazione del nuovo osservatorio è prevista per l'estate 2022.

Low-cost O₃ sensor in remote Alpine and Polar environment

Federico Dallo^{1,2}, Daniele Zannoni³, Jacopo Gabrieli¹, Paolo Cristofanelli⁴, Francescopiero Calzolari⁴, Fabrizio de Blasi¹, Andrea Spolaor¹, Dario Battistel², Rachele Lodi¹, Warren Raymond Lee Cairns¹, Ann Mari Fjærraa⁵, Paolo Bonasoni⁴, and Carlo Barbante^{1,2}

¹*Institute of Polar Sciences (CNR-ISP), Via Torino, 155, 30172, Venice, ITALY*

²*University Ca' Foscari of Venice, Dorsoduro 3246, 30123, Venice, ITALY*

³*Geophysical Institute, University of Bergen and Bjerknes Centre for Climate Research, Bergen, NORWAY*

⁴*Institute of Atmospheric Sciences and Climate (CNR-ISAC), Via P. Gobetti 101, 40129 Bologna, ITALY*

⁵*Norwegian Institute for Air Research (NILU), Instituttveien 18, 2007 Kjeller, NORWAY**
Corresponding author. E-mail: federico.dallo@unive.it

Keywords: *low-cost sensor (LCS), Col Margherita Observatory, ozone*

We present results from an original open-source low-cost sensor (LCS) system developed to measure tropospheric O₃ in a remote high altitude alpine site. Our study was conducted at the Col Margherita Observatory (2543 m a.s.l.), in the Italian Eastern Alps. The sensor system mounts three commercial low-cost O₃/NO₂ sensors that have been calibrated before field deployment against a laboratory standard (Thermo 49iPS), calibrated against the Standard Reference Photometer #15 calibration scale of the WMO. Intra and inter-comparison between the sensors and a reference instrument (Thermo 49c) have been conducted for seven months from May to December 2018. The sensor's dependence on the environmental meteorological variables has been considered and discussed. We showed that it is possible to reduce the bias of one LCS by using the average coefficient values of another LCS working in tandem, suggesting a way forward for the development of remote field calibration techniques. We showed that it is possible reconstruct the environmental ozone concentration during the loss of reference instrument data, in situations caused by power outages. The evaluation of the analytical performances of this sensing system provides a Limit of Detection (LOD) < 5 ppb, Limit of Quantification (LOQ) < 17 ppb, Linear Dynamic Range (LDR) up to 250 ppb, intra-Pearson correlation coefficient (PCC) up to 0.96, inter-PCC > 0.8, bias > 3.5 ppb and ±8.5 at 95% of confidence. This first implementation of a LCS system in an alpine remote location demonstrated how to obtain valuable data from a low-cost instrument in a remote environment, opening new perspectives for the adoption of low-cost sensor networks in atmospheric sciences.

Bibliografia

Dallo, Federico, et al. "Calibration and assessment of electrochemical low-cost sensors in remote alpine harsh environments." *Atmospheric Measurement Techniques Discussions* (2021): 1-29.

Lo studio dell'aerosol atmosferico presso la stazione WMO-GAW "O. Vittori" di Monte Cimone (2165 m slm)

Angela Marinoni^{1,*}, Laura Renzi¹, Martina Mazzini, Alessia Nicosia, Davide Putero¹, Angelo Lupi²,
Mauro Mazzola², Francescopiero Calzolari¹, Paolo Cristofanelli¹, Maurizio Busetto¹, Stefano
Decesari¹, Paolo Bonasoni¹

¹ CNR-ISAC, Bologna, 40129

² CNR-ISP, Bologna, 40129

* Corresponding author. Tel: +39.051.6399619, E-mail: a.marinoni@isac.cnr.it

Keywords: Monte Cimone, aerosol observation, ACTRIS

Le stazioni di ricerca in alta montagna possono ottenere informazioni rappresentative di vaste aree geografiche, valutando l'influenza che le attività umane hanno sugli andamenti di importanti composti atmosferici. Gestita dal CNR-ISAC, grazie alle collaborazioni con Enti ed Istituzioni Italiane e straniere, la Stazione "O. Vittori" a Monte Cimone (44.18N, 10.70E; 2165 m slm) ospita attività sperimentali per lo studio del clima e dell'inquinamento. In particolare, la determinazione delle proprietà dell'aerosol atmosferico rappresenta un aspetto fondamentale nella comprensione del sistema atmosfera.

Le prime attività osservative relative all'aerosol atmosferico risalgono al 2002, quando con il progetto MINATROC fu installato un contatore ottico di particelle, ancora attivo. In seguito, la Stazione è divenuta uno dei venti "European Supersites" per la misura dell'aerosol atmosferico afferenti al progetto UE EUSAAR, poi confluito nell'attuale infrastruttura di ricerca ACTRIS. Con EUSAAR e in seguito NEXTDATA sono state avviati programmi osservativi relativi alle proprietà ottiche (coefficienti di scattering e assorbimento), fisiche (size distribution: da nucleation a coarse) e chimiche. Le attività condotte a Mt. Cimone hanno permesso di meglio definire il ruolo che diversi processi di trasporto possono avere sulle caratteristiche di fondo dell'aerosol atmosferico nella troposfera dell'Europa meridionale e dell'Italia settentrionale. Grazie a questi programmi osservativi condotti su lungo periodo è stato possibile monitorare eventi di trasporto di masse d'aria inquinate o ricche di aerosol naturale (incendi forestali, polveri desertiche e vulcaniche) [1, 2]. Grazie al rafforzamento infrastrutturale ACTRIS, nel 2021 sono in fase di avvio programmi osservativi di CCN, IN aerosol e ioni ultrafini.

Observation programs	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Aerosol size distribution (300nm-10µm, optic)																				
Aerosol size distribution (10nm-800 nm, electrical mobility)																				
Aerosol size distribution (500nm-20µm, aerodynamic)																				
Aerosol size distribution (2nm-40nm)																				
Ion size distribution (positive and negative, 0.8-40 nm)																				
Aerosol scattering coefficient																				
Absorption coefficient (637 nm)																				
Absorption coefficient (multiwavelength)																				
Aerosol number concentration																				
Aerosol Chemistry																				
Cloud condensation nuclei																				
Ice Nuclei																				
Aerosol Optical Depth																				

Programmi osservativi per lo studio dell'aerosol atmosferico attivi a Monte Cimone

Bibliografia

- [1] Marinoni et al. Continuous measurements of aerosol physical parameters at the Mt. Cimone GAW Station (Italy - 2165 m a.s.l). Science of the Total Environment. 2008;391.
- [2] Cristofanelli et al. Significant variations of trace gas composition and aerosol properties at Mt. Cimone during air mass transport from North Africa - contributions from wildfire emissions and mineral dust. Atmos. Chem. Phys. 2009;9

Monte Martano: a rural background site well suited for long-range transport monitoring in Central Italy

Chiara Petroselli^{1,*}, Stefano Crocchianti², Beatrice Moroni², Roberta Selvaggi², Paola Gravina²,
Federica Bruschi², Ilaria Corbucci³, Mara Galletti³, David Cappelletti²

¹ FEPS, University of Southampton, Southampton (UK), SO17 1BJ

² DCBB, Università degli Studi di Perugia, Perugia, 06123

³ ARPA Umbria, Terni, 05100

* Corresponding author. Tel: +393397229601, E-mail: c.petroselli@soton.ac.uk

Keywords: EMEP regional site, long-range transport, Saharan dust

The rural regional background site of Monte Martano (MM) is located in Central Italy (42°48'19''N, 12°33'55''E) on the ridge of the Martani mountain chain. The site was established in 2009 thanks to a collaboration between the University of Perugia and ARPA Umbria and is equipped with aerosol (sampling and size distribution, black carbon), gases (O₃, NO_x, CO₂) and meteorological instrumentation. The monitoring station is located above the timberline at an altitude of 1100 m a.s.l. and resides in the free troposphere for most of the year [1]. These conditions, together with the 360° free horizon and the low background PM values, make MM suitable for the characterisation of long-range aerosol transports that reach Central Italy all year long [2]. In fact, the site joined the WMO SDS-WAS network in 2013 and the EMEP network in 2017. Combining pluri-annual observations and single-advection characterisations, MM proved to be a valuable site for the assessment of Saharan dust advections in the Central Mediterranean [3,4].



Monte Martano (MM) monitoring station

Bibliografia

- [1] B. Moroni et al., (2015). Atmospheric Research, 155, 26-36.
- [2] C. Petroselli et al., (2021). Science of the Total Environment, 763, 143010.
- [3] C. Petroselli et al. (2018). Atmospheric Research, 204, 67-77.
- [4] E. Federici et al. (2018). Science of the Total Environment, 645, 401-410.

Temporal trend of per- and polyfluoroalkyl substances in air samples collected at the rural site of Monte Martano (Central Italy)

D. Cappelletti¹, C. Barola², S. Moretti², D. Giusepponi², P. Gravina¹, R. Selvaggi¹, C. Petroselli³,
R. Galarini²

¹*Department of Chemistry, Biology and Biotechnology, University of Perugia, Via Elce di Sotto 8, 06123 Perugia, Italy*

²*Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Umbria e delle Marche "Togo Rosati", Via Salvemini 1- 06126 – Perugia, Italy*

³*Faculty of Engineering and Physical Sciences, University of Southampton, University Road, SO17 1BJ Southampton, UK*

* *Corresponding author. E-mail: david.cappelletti@unipg.it*

Keywords: PFAS, SARS-CoV-2, atmospheric dispersion

Thirty-three perfluoroalkyl substances (PFASs) were determined in filters collected at the rural regional background site of Monte Martano (Central Italy, 42°48'19"N, 12°33'55"E, 1100 m asl) during a three years period (Jan 2018-Dec 2020). The site experience low background concentrations and is therefore well suited to study long-range transport of pollutants [1]. After spiking with a mixture of labelled internal standards, the sampled filters were extracted with pure and then with acidified acetonitrile. The reunited extracts were evaporated and purified as described in Barola et al. [2]. Finally, the redissolved samples were injected in a liquid-chromatography coupled to high resolution mass spectrometry platform (LC-Q-Orbitrap). The 33 analytes were quantified applying isotopic dilution methodology. The most frequently found and abundant was perfluorooctane sulfonate (PFOS).

In the years 2018 and 2019 a trend with the increase of PFOS concentrations during the spring-summer period was evident and correlated with the evolution of the atmospheric mixing layer that brought pollutants at the altitude of the MM site. In 2020, this trend was suddenly interrupted in correspondence of the severe restrictions imposed by the pandemic emergency from SARS-CoV-2 (lockdown). These results demonstrated that (i) PFAS are dispersed in the atmosphere with a clear seasonal pattern which may influence the air quality, at least at a regional scale, and (ii) the PFAS emissions have been drastically reduced due to the pandemic restrictions in the spring-summer 2020.

Bibliografia

[1] B. Moroni, S. Castellini, S. Crocchianti, A. Piazzalunga, P. Fermo, F. Scardazza, D. Cappelletti, *Atmos. Res.* **2015**, 155, 23-36.

[2] C. Barola, S. Moretti, D. Giusepponi, F. Paoletti, G. Saluti, G. Cruciani, G. Brambilla, R. Galarini *J Chromatogr A* **2020**, 1628, 461442.

Comparison between chemical and physical characterization of the seasonal snowpack (2017-2021) at Calderone Glacier (Gran Sasso d'Italia) and atmospheric aerosol sampled on Monte Martano (Central Appennine)

F. Bruschi^{1,5}, B. Moroni¹, R. Selvaggi¹, P. Gravina¹, C. Petroselli¹, M. Pecci², P. D'Aquila³, P. Tuccella⁴, E. Raparelli⁴, A. Spolaor⁵, J. Gabrieli⁵, G. Esposito⁶, D. Cappelletti^{1,2,5*}

¹ *Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia, Perugia, 06123*

² *Comitato Glaciologico Italiano*

³ *CNSAS CAI, Chieti 66100*

⁴ *Dipartimento di Fisica e Chimica, Università degli Studi dell'Aquila, Aquila, 67100*

⁵ *Istituto di Scienze Polari, CNR-ISP, Venezia, 30172*

⁶ *Istituto Inquinamento Atmosferico, CNR-IIA, Roma, 00010*

* *Corresponding author. Tel: +390755855529, E-mail: david.cappelletti@unipg.it*

Keywords: *Snow, atmospheric aerosol advections.*

The Calderone Glacier (Central Appennine, Gran Sasso d'Italia mountain group) is the southernmost glacial apparatus in Europe, splitted in two glacierets since the end of the last millennium. Because of its location and altitude, this site is exposed to long-range transport of air masses from different Mediterranean source areas. Therefore, the seasonal snowpack's chemistry is strongly affected by the dry and wet deposition of contaminants associated with anthropogenic and natural sources. The seasonal snowpack at this low-latitude Mediterranean site is extraordinarily dynamic with the evolution of frequent melt-refreeze processes with formation of ice layers that influence the chemical markers' mobility.

The most frequent source of dust in this area is given by Saharan dust advections. Those events were often recognized in distinct snow layers from concentration peaks of specific significant markers like aluminum and iron. However, in these last 5 years other sources have been acknowledged by calculating air masses' back-trajectories, such as a dust intrusion from the Caspian region in 2020.

In order to establish a correlation between the dust layers in the snowpack and the different aerosol sources, these data were compared to the results collected analyzing air samples (PM10 and PM2.5) obtained at the EMEP monitoring site of Monte Martano (Central Italy), which is considered as representative of long-range advections in the Central Mediterranean.

In the present study, the seasonal snowpack stratified on the Calderone glacier (2700 m asl) has been characterized for five consecutive years (2017-2021) with the aim to observe the modifications in the chemical and physical properties depending on local and external atmospheric contributions.

The snowpack is operatively defined as the snow on the ground at the beginning of the ablation season, typically in June. Average snowpack depths ranged between 3 and 4 meters and sampling resolution was 10 cm. We determined the concentration and fluxes of major inorganic ions by ion chromatography, of 31 trace elements and 14 rare earth elements (REE) by triple quadrupole ICP-MS, and the snowpack's standard crystallographic features and physical properties, such as humidity, density, hardness, and temperature.

Bibliografia

Moroni B. et al., (2015). Atmospheric Research, 155, 26-36.

Pettinelli B. et al., (2020). EGU General Assembly, EGU2020-22579.

Caratterizzazione dell'Aerosol atmosferico presso l'Osservatorio Climatico-Ambientale di alta quota sito in Monte Curcio (Sila Grande, Calabria)

Bencardino M.^{*1}, Tassone A.¹, Andreoli V.¹, Mannarino V.¹, D'Amore F.¹, Sprovieri T.¹,
Martino M.¹, D'Amico D.¹, Ungaro C.¹, Naccarato A.¹, Pirrone N.¹, Sprovieri F.¹

¹ Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR, 87036 Rende, Cosenza

* Corresponding author. Tel: +39 328 8923530, E-mail: bencardino@iia.cnr.it

Keywords: Distribuzione granulometrica, Misure ottiche, Speciazione componente carboniosa, Analisi retro-traiettorie, Identificazione sorgenti.

L'infrastruttura di ricerca presso Monte Curcio (MCU) (39.3160°N, 16.4233°E - 1796 m s.l.m. - <http://mtcurcio.iia.cnr.it>), attiva dal 2015, è gestita dall'Istituto di Inquinamento Atmosferico del CNR e fa parte della rete GAW dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO). Si trova all'interno del Parco Nazionale della Sila, nell'Appennino meridionale, dove l'influenza antropica locale è quasi completamente assente e beneficia di una posizione strategica al centro del bacino del Mediterraneo. La sua altitudine e l'orizzonte completamente libero consentono di intercettare e studiare le caratteristiche fisico-chimiche di masse d'aria trasportate a medio-lungo raggio [1].



Vista dell'Osservatorio di Monte Curcio nel periodo invernale

La conoscenza della distribuzione dimensionale (PM₁₀, PM_{2.5} e PM₁) dell'aerosol presso MCU viene supportata sia da misurazioni effettuate tramite strumentazione SWAM, seguendo il metodo gravimetrico, che per mezzo di un contatore ottico di particelle multicanale OPC. La speciazione della componente carboniosa (EC, OC) con metodo di analisi termo-ottica, unitamente alle variazioni del Black Carbon equivalente, quest'ultimo misurato in continuo tramite fotometro ad assorbimento multi-angolo MAAP, hanno fornito ad oggi una prima caratterizzazione della composizione dell'aerosol [2]. La disponibilità di tali osservazioni, grazie anche al supporto di modelli accoppiati all'analisi delle retro-traiettorie delle masse d'aria intercettate, ha reso possibile l'esame dell'influenza di alcune specifiche sorgenti sull'aerosol rilevato presso il sito montano di MCU. Tra queste, particolare rilevanza è stata riscontrata rispetto alle sabbie desertiche del Sahara, alle ceneri vulcaniche dovute ai parossismi dell'Etna e alle emissioni dovute agli incendi boschivi [1-3].

Bibliografia

- [1] M. Bencardino et al., (2019). Atmosphere, 10, 592.
- [2] S. Moretti et al., (2021). Environmental Science and Pollution Research, 1-14.
- [3] J. Castagna et al., (2021). Science of The Total Environment, 761, 143271.

Lo studio dell'aerosol atmosferico presso la stazione WMO-GAW Nepal Climate Observatory-Pyramid (5079 m slm)

Angela Marinoni^{1,*}, Paolo Laj², Davide Putero¹, Francescopiero Calzolari¹, Paolo Cristofanelli¹,
Maurizio Busetto¹, Stefano Decesari¹, Federico Bianchi³, Paolo Bonasoni¹

¹ CNR-ISAC, Bologna, 40129

² CNRS-IGE, Grenoble, 38000

³ Helsinki University, 320

* Corresponding author. Tel: +39.051.6399619, E-mail: a.marinoni@isac.cnr.it

Keywords: Himalayas, Atmospheric Brown Cloud, aerosol observation, free troposphere

L'Himalaya, posta tra due delle regioni più inquinate del mondo (India e Cina), rappresenta un punto di osservazione privilegiato per valutare l'impatto dell'inquinamento atmosferico alle alte quote. Essa infatti rappresenta una barriera alla dispersione delle masse d'aria e favorisce l'accumulo di inquinanti e polveri minerali nell'area sud-occidentale dell'Asia, dando luogo durante la stagione secca ad una vasta nube di inquinanti denominata "Atmospheric Brown Cloud".

Il Nepal Climate Observatory – Pyramid (NCO-P) installato a 5079 m di quota nel marzo 2006 e attivo fino al dicembre 2015 ha rappresentato una significativa svolta nello stato della conoscenza dei processi atmosferici e climatici dell'area himalayana e ha migliorato la conoscenza dei fenomeni in grado di influenzare la variabilità e la concentrazione dei composti atmosferici inquinanti e clima-alteranti. Questo osservatorio è nato grazie alla collaborazione fra l'Associazione Comitato EV-K2-CNR, l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) del CNR e l'Institute de Géosciences (IGE) del CNRS.

I dieci anni di osservazioni continue hanno mostrato episodi ricorrenti di trasporto di inquinamento durante la stagione premonsonica, durante i quali gli inquinanti raggiungono concentrazioni simili a quelle delle aree urbane (eBC oltre i $5 \mu\text{g m}^{-3}$, PM1 tra 50 e $70 \mu\text{g m}^{-3}$). Seppur registrati durante episodi "acuti" di inquinamento, tali risultati appaiono particolarmente significativi poichè, una volta raggiunta la media ed alta troposfera, gli inquinanti aumentano considerevolmente il proprio tempo di vita e possono quindi essere trasportati anche su lunghe distanze, modificando le proprietà chimico-fisiche dell'atmosfera anche a grande distanza.

Uno studio condotto nel 2014 ha identificato i precursori gassosi di particelle secondarie, un fenomeno che riguarda il 39% dei giorni a NCOP, che sono risultati essere composti organici emessi dalla vegetazione a quote più basse, trasformati da reazioni fotochimiche in composti a volatilità molto bassa durante il trasporto lungo la valle. La catena himalayana rappresenta quindi una sorta di "fabbrica di particelle" che produce e inietta aerosol nella libera troposfera, aumentandone il numero di un fattore due o più. L'origine naturale delle nuove particelle permette di estendere al periodo preindustriale questo fenomeno, che può rappresentare una delle principali fonti che hanno contribuito all'aerosol in alta atmosfera da sempre. L'inclusione di questi processi in modelli climatici può migliorare la comprensione del cambiamento climatico e la previsione del clima futuro.



La stazione globale NCOP a 5079 m slm