

CONVENZIONE OPERATIVA TRA

Il Dipartimento per gli affari regionali e le autonomie della Presidenza del Consiglio dei Ministri (di seguito denominato DARA), con sede e domicilio fiscale in via della Stamperia 8, 00187 ROMA, agli effetti del presente atto rappresentata dal Capo del Dipartimento *pro tempore*, Consigliere Antonio Naddeo, come da decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 gennaio 2017, registrato alla Corte dei Conti il 9 febbraio 2017 n.319.

e

il Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università degli Studi di Perugia (di seguito Università di Perugia - DCBB), con sede in via Elce di Sotto, 8, 06123 Perugia, partita IVA 00448820548, in persona del Direttore di Dipartimento *pro tempore* Prof. Francesco Tarantelli.

Premesso che

- l'art. 7, comma 19, del decreto-legge 31 maggio 2010 n. 78, convertito con modificazioni dalla legge 30 luglio 2010, n. 122, ha soppresso l'Ente Italiano Montagna (EIM), prevedendo la successione a titolo universale da parte della Presidenza del Consiglio dei Ministri;
- l'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 novembre 2010 stabilisce che le funzioni dell'EIM previste dall'art. 1, comma 1279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296, sono trasferite al Dipartimento per gli affari regionali della medesima Presidenza, con decorrenza 1 dicembre 2010;
- l'art. 4 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 novembre 2010 stabilisce che, ai fini dello svolgimento delle funzioni dell'EIM, il Dipartimento per gli affari regionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri potrà stipulare apposite convenzioni con gli enti e le istituzioni di ricerca;
- il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri datato 27 gennaio 2017, registrato alla Corte dei Conti il 9 febbraio 2017 n.319, ha conferito al dott. Antonio Naddeo - Consigliere della Presidenza del Consiglio dei Ministri - l'incarico di Capo del DARA, assegnando la titolarità del Centro di responsabilità amministrativa n. 7, del bilancio di previsione della Presidenza del Consiglio dei Ministri;
- ai sensi dell'art. 4 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 30 novembre 2010, nell'ambito delle finalità istituzionali del DARA ed in particolare per dare continuità alle competenze dell'EIM, rientrano le attività di ricerca sui territori montani ed in particolare quelle legate ai diversi aspetti della glaciologia, per la realizzazione di politiche

pubbliche nazionali, regionali e locali di sviluppo, promozione e tutela dei territori montani;

- l'Università di Perugia - DCBB da tempo svolge studi riguardanti la caratterizzazione chimica e microbiologica di aerosol atmosferico ed in particolare di materiale particolato trasportato a lungo raggio e successivamente depositato sulla superficie della neve e dei ghiacciai in ambiente montano (Appennino, Alpi ed Artico), effettua la valutazione degli apporti esogeni e dell'impatto sul territorio montano e provvede alla diffusione dei risultati presso le comunità locali in una ottica di sviluppo della montagna italiana;

- le attività di ricerca già previste nella Convenzione sottoscritta digitalmente dall'Università di Perugia - DCBB in data 27 maggio 2016 e dal DARA in data 10 giugno 2016, e descritte nell'allegato "SNOWDUST - Ghiacciaio del Calderone. Studio degli effetti chimici e biogeografici delle avvezioni di polveri sahariane in ambiente di montagna. Un approccio analitico e modellistico integrato per lo studio del ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia)", si sono concluse con proficuità;

- l'art. 15 della legge n. 241/1990, prevede che le pubbliche Amministrazioni possano concludere tra loro accordi per disciplinare lo svolgimento in collaborazione di attività di interesse comune;

si conviene quanto segue

Art. 1 (Premesse)

1. Le premesse costituiscono parte integrante e sostanziale del presente atto e si intendono integralmente trascritte nel presente articolo.

Art. 2 (Finalità)

Il fine della Convenzione è di assicurare congiuntamente lo svolgimento delle funzioni di competenza del soppresso EIM e trasferite al DARA per la realizzazione di politiche nazionali, regionali e locali di sviluppo, promozione e tutela dei territori montani e gli interessi scientifici del DCBB, volti allo studio degli impatti dei cambiamenti climatici sull'ambiente di montagna, in particolare sulla chimica e la microbiologia dell'ecosistema montano.

2. Date le funzioni istituzionali del DARA e le competenze scientifiche dell'Università di Perugia - DCBB, le Parti si impegnano a sviluppare tematiche di ricerca presso il bacino del Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia) inerenti il campionamento di neve, ghiaccio e sedimenti, e la successiva caratterizzazione della biodiversità e della speciazione chimica sui campioni prelevati.

Art. 3 (Attività)

1. Le attività di ricerca della Convenzione e le modalità di attuazione delle stesse sono contenute nell'allegato progetto di ricerca "*CRYO-DUST - Ghiacciaio del Calderone. Dagli studi ambientali in ambiente di alta montagna del Gran Sasso d'Italia alla valutazione degli effetti chimici e biogeografici delle avvezioni di polveri sahariane*", che costituisce parte integrante della presente Convenzione.

Art. 4 (Responsabili della Convenzione)

1. Il Responsabile della Convenzione per il Dipartimento è il Capo del Dipartimento, o un suo delegato; il Responsabile della Convenzione per l'Università di Perugia - DCBB è il Prof. David Michele Cappelletti.

Art. 5 (Modalità di attuazione)

1. Per il perseguimento delle finalità di cui al precedente art. 2, i Responsabili della Convenzione individuano, all'interno delle proprie strutture, il personale competente allo svolgimento delle attività di cui all'art. 3 della Convenzione.

2. Nell'ambito delle attività relative alla Convenzione, l'Università di Perugia - DCBB può utilizzare, a seguito di specifica richiesta, per le proprie attività scientifiche e didattiche, personale del DARA provvisto di idoneo curriculum scientifico e didattico, previo *nulla osta* del Capo del Dipartimento e con il consenso degli interessati, ai sensi delle leggi vigenti, per incarichi didattici integrativi, anche nell'ambito dei propri corsi ufficiali.

3. Gli obiettivi e le modalità di realizzazione, le risorse umane e strumentali da impiegare e messe a disposizione dalle Parti, nonché il dettaglio dei relativi oneri finanziari, sono indicati nell'allegato Progetto di ricerca alla presente Convenzione.

Art. 6 (Contributo)

1. Il DARA e l'Università di Perugia - DCBB contribuiscono congiuntamente allo svolgimento del progetto di ricerca allegato alla presente convenzione, che ha un costo complessivo di euro 55.000,00.
2. Il DARA, nell'ambito della suddivisione degli oneri, erogherà all'Università di Perugia - DCBB un contributo di euro 25.000,00.
3. L'Università di Perugia - DCBB parteciperà alle spese con un cofinanziamento di euro 30.000,00 legato ai costi del personale strutturato dedicato alla ricerca, dell'uso della strumentazione e delle spese di missione.
4. L'importo di euro 25.000,00 verrà erogato dal DARA in tre soluzioni: la prima, pari al 40%, alla presentazione del piano di attività, la seconda, pari al 40%, alla presentazione della prima relazione scientifica al termine del primo anno di attività e la terza, a saldo, alla presentazione della relazione scientifica finale firmata dai responsabili della Convenzione e del rendiconto economico finale.
5. Il DARA provvederà alla erogazione del rimborso previa emissione, da parte dell'Università, di note di debito fuori campo I.V.A., ai sensi dell'art. 2 comma 3 del DPR 633/72.

Art. 7 (Rispetto della normativa sulla riservatezza e sull'utilizzo dei dati)

1. Le Parti si impegnano ad attuare le misure previste dal Codice in materia di protezione dei dati personali di cui al d.lgs. 30 giugno 2003 n. 196, nonché del D.Lgs. del 6 settembre 1989, n. 322, recante norme sul Sistema statistico nazionale.

Art. 8 (Collaborazioni)

1. Le Parti, nell'ambito delle attività previste dalla presente Convenzione e nel rispetto dei propri fini istituzionali, possono stipulare, congiuntamente o singolarmente previa accettazione dell'altra parte, specifici accordi con soggetti terzi, qualora la collaborazione con questi ultimi dovesse essere necessaria per il raggiungimento delle finalità previste dalla presente Convenzione.

Art. 9 (Durata e decorrenza)

1. La presente Convenzione entra in vigore dalla data della stipula e ha una durata di due anni.

2. Alla scadenza potrà essere rinnovata sulla base di un accordo scritto approvato dagli organi competenti delle Parti.

Art. 10 (Proprietà e diffusione dei risultati)

1. Eventuali risultati scaturenti dalla cooperazione resteranno di proprietà comune delle Parti, che ne disciplineranno di comune accordo l'uso e la divulgazione, anche ai sensi del successivo art. 11. In tutte le iniziative di pubblicazione e di diffusione dei risultati derivanti dalle attività di cui alla presente Convenzione, dovrà essere menzionata la collaborazione intercorrente tra l'Università di Perugia - DCBB e il DARA.

Art. 11 (Utilizzo delle informazioni e tutela della riservatezza)

1. L'utilizzo delle informazioni scambiate dalle Parti sottoscrittrici è sottoposto all'obbligo di citarne la fonte. Le Parti si impegnano a non divulgare a terzi i dati e le elaborazioni oggetto della presente Convenzione senza previo accordo tra le Parti stesse.

Art. 12 (Clausola di salvaguardia)

1. Qualora lo si ritenga indispensabile, le Parti possono prevedere eventuali ipotesi di modifica delle attività previste con uno specifico atto aggiuntivo di variazione, da stipulare di comune accordo tra le Parti, fermo restando che tali modifiche non possono comportare trasformazioni sostanziali delle attività individuate, tempi o costi aggiuntivi.

Art. 13 (Domicilio)

1. Ai fini e per tutti gli effetti della presente Convenzione, i contraenti eleggono il proprio domicilio: il DARA, in Roma, via della Stamperia 8 e l'Università di Perugia - DCBB in via Elce di Sotto, 8, 06123 Perugia.

Art. 14 (Norme applicabili)

1. Per quanto non espressamente disposto dalla presente Convenzione, troveranno applicazione le norme del Codice Civile.

Art. 15 (Foro competente)

1. Tutte le controversie che dovessero insorgere in merito alla formazione, conclusione ed esecuzione della presente Convenzione sono devolute alla giurisdizione esclusiva del competente Tribunale Amministrativo del Lazio.

Roma

Letto approvato e sottoscritto:

Roma _____

Roma _____

IL CAPO DEL DIPARTIMENTO PER
GLI AFFARI REGIONALI E LE
AUTONOMIE

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
DI CHIMICA, BIOLOGIA E
BIOTECNOLOGIE DELL'UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI PERUGIA

Cons. Antonio Naddeo

Prof. Francesco Tarantelli

Il presente atto, letto e approvato dalle parti, viene sottoscritto con firma digitale ai sensi dell'art.1 comma 1 lettera s) del Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82 Codice dell'Amministrazione Digitale.

Allegato: progetto di ricerca *“CRYO-DUST – Ghiacciaio del Calderone. Dagli studi ambientali in ambiente di alta montagna del Gran Sasso d’Italia alla valutazione degli effetti chimici e biogeografici delle avvezioni di polveri sahariane”*

1 Introduzione

Il progetto CRYO-DUST si sviluppa a partire dalla esperienza maturata dal gruppo di ricerca nel precedente progetto SNOW-DUST, terminato a Settembre 2017 e dedicato allo studio degli effetti chimici e biogeografici delle avvezioni di polveri sahariane in ambiente di montagna, con una attenzione specifica al ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d’Italia) [1-4]. L’obiettivo del progetto SNOW-DUST è stato quello di chiarire le dinamiche di interazione delle specie chimiche e della comunità microbica presenti sia nel materiale particolato trasportato verso la montagna da ambienti lontani, come il deserto del Sahara, o tipicamente antropizzati come le città della costa Abruzzese e Molisana, sia nella massa glacializzata e, più in generale, dell’ambiente biogeochimico circostante, alla ricerca di indicatori di eventuali fenomeni di evoluzione dell’ambiente nella sua globalità.

Nel corso della campagna di campionamento 2016 - 2017 è stato prelevato un rilevante numero di campioni di neve, sia superficiali che lungo il profilo stratigrafico. Inoltre, regolarmente, è stata campionata l’acqua di fusione del ghiacciaio e quella di fonti a valle nel bacino idrografico. Complessivamente è stato possibile sviluppare nuovi metodi analitici sensibili in particolare per alcuni inquinanti di tipo organico (EC/OC) ed avviare una preliminare caratterizzazione chimica e microbiologica con tecniche di microbiologia molecolare, che è ancora in corso. I dati 2016, ed ancor più quelli del 2017, esaminati nel loro complesso ed in confronto anche con i dati raccolti negli anni precedenti hanno suggerito un incremento notevole dell’impatto antropico nel bacino del Calderone. Un chiaro segnale di questo cambiamento è stato riscontrato anche nelle più frequenti intrusioni di sabbia Sahariana, correlate ad un cambio sostanziale delle condizioni climatiche che insistono sull’Italia peninsulare, in particolare nel periodo estivo, e dovute ad uno spostamento alle nostre latitudini dell’anticiclone Africano. Il sistema glaciale sembra essere fragile ed in una fase di veloce cambiamento. Il cambiamento consiste in parte nella sostanziale riduzione della massa glaciale, anche dovuta al ripetersi di eventi di precipitazione estremi che portano alla formazione del lago effimero [5], ma soprattutto ad un fenomeno di ablazione sempre più efficace ed in grado di fondere tutta la massa di neve invernale già nei primi mesi estivi. Un impatto immediato è evidente nella riduzione dell’acqua di fusione ed in una conseguente concentrazione degli inquinanti in quella residua.

La deposizione delle polveri Sahariane [6-8] sulla superficie nevosa e glaciale esposta ha due impatti importanti sulla massa nivo-glaciale: riduzione dell’albedo del manto nevoso e colonizzazione di

specie microbiche aliene, tipiche dei suoli desertici. Il primo effetto, la riduzione dell'albedo del manto nevoso, è dovuto alle proprietà ottiche delle particelle di "mineral dust" (minerali di origine desertica o vulcanica) ed della frazione carboniosa ("black-carbon" di origine antropica) dell'aerosol atmosferico che assorbono la luce più efficientemente dei cristalli di neve e quindi producono un suo riscaldamento ed una fusione (snow melting) efficace ed anticipata rispetto alla neve non impattata [9,10]. Questa tematica è di estrema attualità nella comunità scientifica che studia l'impatto dei cambiamenti climatici sulla criosfera. In particolare molte incertezze sono ancora presenti nella comprensione del diverso ruolo del "mineral dust" rispetto al black-carbon. Il Ghiacciaio del Calderone, essendo molto soggetto alle intrusioni Sahariane potrebbe costituire un caso di studio molto rilevante in questo rispetto. La colonizzazione da parte di specie batteriche esogene del manto nevoso del Calderone è stata rilevata nel precedente progetto di ricerca e si ritiene importante valutare ora l'impatto sull'ecosistema montano inteso in senso più vasto.

Tutte queste considerazioni sono alla base della **nuova proposta progettuale CRYO-DUST**, che si propone lo studio degli effetti chimici e biogeografici delle avvezioni di polveri sahariane nell'ambiente di alta montagna del massiccio del Gran Sasso d'Italia con particolare attenzione al ghiacciaio del Calderone.

2 Scopo, contenuti, struttura e risultati attesi del progetto

In questa fase critica di evoluzione dell'ecosistema montano del Gran Sasso d'Italia nel suo complesso e del Ghiacciaio del Calderone in particolare, si ritiene cruciale in primo luogo garantire la continuità del monitoraggio di tutti i parametri finora sotto attenzione.

Questa attività richiede soprattutto uno sforzo di laboratorio ed analisi dati che, ora che le metodiche analitiche sono state sviluppate e consolidate, consentirebbe anche rapidamente di completare la caratterizzazione dei campioni residui e la razionalizzazione dei risultati in un orizzonte temporale pluriennale. Un altro aspetto pratico logistico è legato al monitoraggio del manto nevoso che probabilmente dovrà essere più frequente nel periodo estivo, in modo da cogliere con precisione il termine dell'ablazione del manto nevoso e di seguire la successiva fase di ablazione della massa glaciale scoperta e gli eventuali fenomeni connessi. Questa fase sarà probabilmente prolungata nel periodo autunnale rispetto al passato a causa del protrarsi delle attuali più alte temperature in questa stagione.

Le attività sul Calderone prevedono quindi lo svolgimento di campagne di campionamento della massa glacializzata (neve, firn, ghiaccio), utilizzando il protocollo sviluppato nel precedente progetto in modo da garantire la confrontabilità e continuità dei risultati. Nel presente progetto

CRYO-DUST particolare attenzione verrà dedicata al campionamento del ghiaccio, sia all'inizio che alla fine della stagione di ablazione, sia dell'acqua di fusione in prossimità della massa glaciale, per valutare l'impatto del cambiamento climatico sulla dinamica di deposizione delle polveri. Il campionamento interesserà sia gli eventi sahariani che le rispettive situazioni di background in base agli schemi di circolazione atmosferica; esso sarà programmato di volta in volta in base al sistema di previsioni di scala europea, e ai modelli di calcolo messi a punto nell'ambito del gruppo di ricerca [11].

I campioni di neve saranno fusi in laboratorio e filtrati secondo il protocollo già stabilito; gli altri campioni saranno analizzati tal quali. I campioni, in fase sia liquida che solida, saranno analizzati in cromatografia ionica (IC) per la determinazione delle specie ioniche solubili, e in spettroscopia atomica di emissione ad accoppiamento induttivo al plasma (ICP-AES), per la quantificazione degli elementi maggiori e in tracce (traccianti metallici) nella componente insolubile. Un elemento di innovazione del progetto CRYO-DUST sarà costituito dallo sviluppo di un modello per valutare il contributo quantitativo della parte minerale (dust). Continueranno le misure della componente carboniosa (EC/OC) delle impurità depositate sulla neve. In particolare la determinazione della frazione EC (carbonio elementare) può essere considerata una misura indiretta della quantità di black-carbon presente nel manto nevoso. Per facilitare il confronto tra i dati e la valutazione dei processi di interazione tra polveri e neve tenendo conto del grado di addensamento degli strati di neve nel corpo glaciale, tutti i dati saranno riferiti al volume di neve campionato. Come secondo elemento di innovazione, nel primo anno del progetto, si valuterà la fattibilità di una metodologia per valutare le proprietà ottiche della superficie del manto nevoso, tramite misure di radiometria in situ. In caso di successo, la metodologia verrà impiegata in maniera sistematica nel secondo anno del progetto in modo da correlare le proprietà ottiche con la composizione delle polveri depositate sul manto nevoso. Come ulteriore elemento di innovazione si valuterà la possibilità di caratterizzare altri elementi dell'ecosistema montano come ad esempio materiale vegetale (foglie) al limite della vegetazione.

3. Competenze, dotazione strumentale e descrizione sintetica delle attività del DCBB

I ricercatori del DCBB coinvolti nel progetto di ricerca, appartengono al gruppo Chimica e Tecnologia Ambientali (ECT) ed al gruppo di microbiologia applicata del DCBB. Questo team di ricercatori da alcuni anni collabora intensivamente su tematiche di ricerca comuni che hanno portato ad affinare i protocolli di misura comuni ed alla realizzazione di vari progetti di ricerca. Il

gruppo copre una vasta gamma di competenze in ambito geologico, glaciologico, chimico, biochimico e computazionale, microbiologico, mineralogico-petrografico e ingegneristico ambientale; tutti gli appartenenti hanno inoltre maturato, ciascuno nel proprio settore, competenze di tipo sperimentale nella caratterizzazione e modellizzazione di processi chimico-fisici su scala ambientale [12-16]. Ciò costituisce una premessa necessaria allo svolgimento di un progetto integrato e complesso come quello proposto. Inoltre tutti i partecipanti al progetto svolgono attualmente gran parte della loro attività di ricerca proprio nel settore ambientale. Pertanto i laboratori e le strutture di afferenza sono già dotati dei mezzi e delle strumentazioni di base necessari allo svolgimento delle attività proposte in questo progetto. In particolare il DCBB è dotato di tutta la strumentazione portatile standard, necessaria per i campionamenti previsti dal progetto e per le analisi speditive in situ (pale, sonde, kit per misure di densità della neve, sonda penetrometrica per misure di durezza del manto nevoso, termometro digitale, conducimetro e pHmetro da campo, kit per la misura e caratterizzazione dei cristalli di neve, materiale di sicurezza, ARTVA, imbraghi, piccozze, ramponi). Inoltre il gruppo di ricerca è dotato di strumentazione per analisi chimiche di metalli (ICP-AES, Horyba Ultima 2 con nebulizzatore ultrasonico CETAC-5000), principali ioni inorganici (Cromatografia Ionica, Dionex ICS2100) e composti organici (GC-MS, Agilent) e di competenze e strumentazione per analisi microbiologica (DGGE, qPCR). Ciò consentirà di destinare le risorse allo sviluppo ed al potenziamento di specifiche attività analitiche e di laboratorio, incrementando quindi la crescita e l'operatività delle diverse strutture

4. Fasi operative

Attività dei due anni di svolgimento del progetto:

Ricerca bibliografica (mesi 1);

Identificazione di aree, periodo, strumenti, etc.. (mesi 2);

Campionamenti: Uno all'inizio ed uno al termine della stagione di ablazione ogni anno. Ulteriori campionamenti in caso di eventi estremi di advezione Sahariana. Verranno prelevati campioni di neve superficiale, neve in trincea, neve impattata da polvere sahariana, acqua di fusione del manto nevoso e ghiaccio, acqua di fonte nel bacino idrografico sottostante al ghiacciaio. Campioni di materiale vegetale al limite di vegetazione ("tree line").

Analisi: ioni inorganici, anioni organici, carbonio elementare ed organico (EC/OC), metalli principali ed in tracce;

Risultati: I risultati attesi sono (1) allungare significativamente (2 anni) la serie storica di dati sulla caratterizzazione delle polveri depositate sul manto nevoso del ghiacciaio del Calderone; (2)

estendere le conoscenze sulla biodiversità batterica della massa nevosa ma anche dell'ecosistema nel suo complesso (ghiaccio, acqua di fusione, materiale vegetale,...); (3) valutare l'abbondanza relativa di materiale minerale ("mineral dust") rispetto a quello di natura organica (EC/OC); (4) valutare la riduzione di albedo del manto nevoso dovuto alla presenza delle impurità; (5) valutare le modifiche del ghiaccio che rimane scoperto a fine stagione.

5. Risorse umane, strumentali ed economiche necessarie per lo svolgimento del progetto e costi complessivi del progetto e voci di spesa

Il costo complessivo del progetto è stimato dell'ordine di 55.000,00 euro.

Il DARA contribuisce con l'erogazione di euro 25.000,00 che potranno essere destinati in parte ad integrare le risorse necessarie alla attivazione di un assegno di ricerca ed in parte alle spese di pubblicazione dei risultati scientifici ottenuti.

Il DCBB contribuisce con un finanziamento di euro 30.000,00, per le restanti spese.

Nello specifico i costi a carico dell'Università di Perugia - DCBB consistono in:

- spese di laboratorio per la analisi chimiche e biologiche (circa 4.000,00 euro),
- spese di missione per 2 anni (4 missioni per 2 persone, in totale circa 1.000,00 euro);
- costi del personale per 2 anni (6 mesi uomo di personale strutturato: 2 mesi Professore Associato, 2 mesi Ricercatore Universitario, 2 mesi Personale Tecnico di laboratorio, circa 25.000,00 euro).

Riferimenti bibliografici

- [1] M. Pecci, C. D'Agata & C. Smiraglia - *Ghiacciaio del Calderone (Apennines, Italy): the mass balance of a shrinking mediterranean glacier*. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 31, 55-625 (2008).
- [2] M. D'Orefice, M. Pecci, C. Smiraglia & R. Ventura - *Retreat of mediterranean glaciers since the little ice age: case study of ghiacciaio del calderone, central apennines, italy* *Arctic, Antarctic and alpine research*, **32** (2), 197-201 (2000)
- [3] M. Pecci, *The historical and iconographic research for the reconstruction of the variation of the Calderone glacier: State of the art and perspectives*, in: "Global Change and Protected Areas" (G. Visconti, M. Beniston, E. Jannorelli & D. Barba Edts.), *Advances in Global Change Research*, Vol. 9, 505-512. Kluwer Academic Publishers (2001).
- [4] M. Pecci et al. - *Profilo chimico ambientale del manto nevoso*. *Neve e Valanghe*, 58, 90 (2006)
- [5] D. Cappelletti, S. Crocchianti, P. D'Aquila, C. Iurisci, M. Pecci, M. Pecci, *The Ephemeral Epiglacial Lake of the Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso, Italy)*, *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 37, 85-89 (2014).
- [6] P. Formenti et al. , *Recent progress in understanding physical and chemical properties of African and Asian mineral dust*, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 8231–8256 (2011).
- [7] S. Nickovic et al., *Atmospheric processing of iron carried by mineral dust*, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 9169–9181 (2013)
- [8] A. Karanasiou, N. Moreno, T. Moreno, M. Viana, F. de Leeuw, X. Querol, *Health effects from Sahara dust episodes in Europe: Literature review and research gaps*, *Environment International* 47, 107-114 (2012)
- [9] Wittmann, M., Groot Zwaafink, C. D., Steffensen Schmidt, L., Guðmundsson, S., Pálsson, F., Arnalds, O., Björnsson, H., Thorsteinsson, T., and Stohl, A.: Impact of dust deposition on the albedo of Vatnajökull ice cap, Iceland, *The Cryosphere*, 11, 741-754, <https://doi.org/10.5194/tc-11-741-2017>, 2017.

- [10] Meinander, O., Kontu, A., Virkkula, A., Arola, A., Backman, L., Dagsson-Waldhauserová, P., Järvinen, O., Manninen, T., Svensson, J., de Leeuw, G., and Leppäranta, M.: Brief communication: Light-absorbing impurities can reduce the density of melting snow, *The Cryosphere*, 8, 991–995, doi:10.5194/tc-8-991-2014, 2014
- [11] B. Moroni et al., *Integrated single particle-bulk chemical approach for the characterization of local and long range sources of particulate pollutants*, *Atmos. Environ.*, 50, 267 (2012)
- [12] E. Federici et al., *Two-phase olive mill waste composting: community dynamics and functional role of the resident microbiota*, *Bioresour Technol.* 102, 10965-72 (2011).
- [13] B. Moroni et al, *Ground-based measurements of long-range transported aerosol at the rural regional background site of Monte Martano (Central Italy)*, *Atm. Res.*, 155, 26 (2015)
- [14] D. Cappelletti, B. Sebastiani, F. Scardazza, A. Grilli, S. Becagli, R. Udisti, P.D'Aquila, M. Pecci, *Record pluriennale (2008-2011) della composizione chimica di neve e materiale particolato sul ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia)*, PM2012, Perugia 16-18 Maggio 2012.
- [15] A. Spolaor, E. Barbaro, J.-M. Christille, T. Kirkgeorg, F. Giardi, D. Cappelletti, et al, *Evolution of the Svalbard annual snow layer during the melting phase*, *Rendiconti Lincei*, (2016), DOI 10.1007/s12210-015-0500-8.
- [16] E. Barbaro, A. Spolaor, O. Karroca, Ki-Tae Park, T. Martma, E. Isaksson, J. Kohler, J.C. Gallet, M.P. Bjorkman, D. Cappelletti, G. Spreen, R. Zangrando, C. Barbante, A. Gambaro, Free amino acids in the Arctic snow and ice core samples: Potential markers for paleoclimatic studies, *Science of the Total Environment* 607–608 (2017) 454–462.