



## **Progetto di Interesse strategico NEXTDATA**

Rendicontazione scientifica per il periodo di riferimento  
01/01/2013 – 31/12/2013

### **WP 1.4 – Dati ambientali e climatici da carote glaciali non polari**

**Responsabile: Valter Maggi**  
DISAT-UNIMIB, Bologna

**Autori:**

**V. Maggi, M. Moretti, M. de Amicis,**  
DISAT-UNIMIB, Bologna

**C. Ravazzi, R. Pini,**  
IDPA-CNR

**L. Castellano,**  
DISAT-UNIMIB

**M. Potenza, F. Cavaliere**  
FISICA-UNIMI

**R. Colucci,**  
ISMAR-CNR

**C. Mayer, A. Lambrecht**  
BAW-Germany

**D. Bernasconi, L. Bonetti**  
EvK2CNR

**C. Smiraglia, G. Diolaiuti**  
DISTER-UNIMI

## **1. Attività prevista e risultati attesi**

Misure delle polveri fini minerali della carota di ghiaccio prelevata nel 2012; effettuazione della prossima perforazione al Colle del Lys (Valle d'Aosta), programmazione di misure geofisiche sul Ghiacciaio Baltoro (Karakorum), sviluppo di sistemi di misura delle proprietà ottiche delle polveri minerali e sviluppo di una tenda autogonfiabile per aree remote.

Ricostruzione del record di polveri minerali contenute nella carota del Colle del Lys perforata nel 2012, e costruzione di una curva stacked delle polveri atmosferiche a partire dagli anni '30 del XX secolo fino al 2012. Datazione preliminare del record ottenuto anche a partire da modelli di densificazione nevato/ghiaccio.

Misure geofisiche del Ghiacciaio Baltoro (Karakorum Pakistano) e definizione del sito di perforazione del 2014 nella zona del Gasherbrum I, con ricostruzione delle profondità e della possibile presenza di crepacci sepolti. Se possibile, ricostruzione della stratigrafia radar del sito di perforazione.

Perforazione fino alla base del Ghiacciaio del Lys per l'estensione del record climatico fino a oltre un secolo di dati, da effettuare con la sonda da 8 cm diametro della IceField© Canada (EvK2-CNR), che permette di arrivare a oltre 250 m di profondità.

In collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano, si intende sviluppare un sistema di misura delle polveri fini atmosferiche con particolare riguardo alle proprietà ottiche delle polveri e alla riduzione del range dimensionale fino a 0,2 micrometri di diametro. Inoltre si intende sviluppare una tenda autogonfiabile per le operazioni in ambiente freddo, di tipo leggero, cui verranno effettuati test in laboratorio (EuroCold, UNIMIB) e sul terreno al Colle del Lys.

## **2. Deliverables previsti per il periodo di riferimento**

D1.4.2: Relazione sulle attività di misura; trasmissione dati agli archivi e al Portale Generale.

D1.4.3: Relazione sugli sviluppi tecnologici per l'analisi delle carote di ghiaccio.

Il Deliverable 1.4.4, originariamente previsto per questo WP, è stato incluso nel WP1.6.

## **3. Attività effettivamente svolta durante il periodo di riferimento**

### *3.1 Attività di ricerca*

Ricostruzione degli eventi di polveri minerali al Colle del Lys (Monte Rosa, Italy).

E' stata effettuata la misura della concentrazione delle polveri minerali fini dei primi 20 m di carota di ghiaccio prelevata il 2012 al Colle del Lys (Figura 1). Questo ha permesso di evidenziare la presenza di un segnale stagionale di importanza primaria in quanto permetterà una datazione precisa della carota stessa e di poter allacciare questo record a quelli ricostruiti dai carotaggi precedenti. I 400 campioni misurati hanno mostrato concentrazioni di fondo dell'ordine dei 10-50 ppb e degli eventi particolarmente concentrati con valori dell'ordine dei 3 ppm. Inoltre alcuni eventi la cui elevata concentrazione li rendevano visibili sulla stessa carota, mostrano concentrazione anche di decine di ppm di polveri minerali. Normalmente periodi di bassa concentrazione vengono legati ai periodi invernali, invece i periodi di alta concentrazione sono legati alla stagione primaverile-estiva quando lo strato limite planetario è piuttosto alto e si osservano arrivi di polveri dal Nord Africa (Maggi et al., 2006).

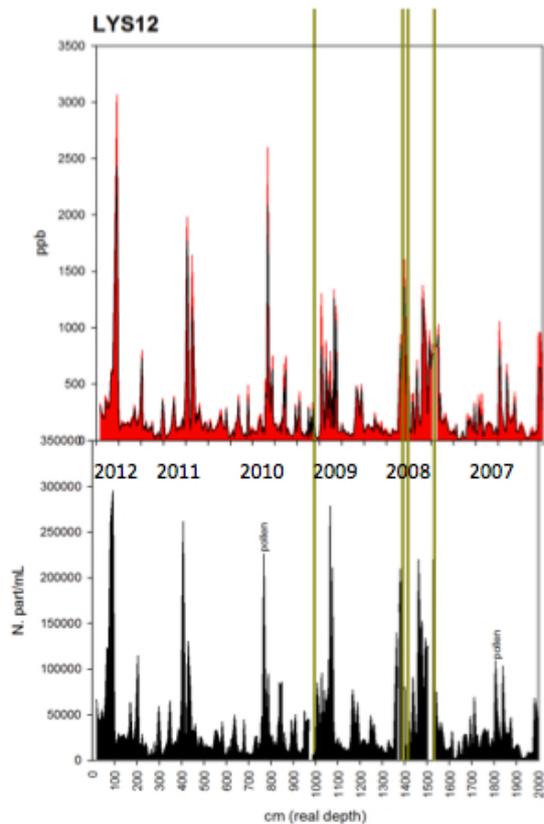


Fig. 1. Primi 20 m del record delle polveri minerali dalla carota del Colle del Lys del 2012.

Nella figura 1 è riportato il record delle polveri fino ad ora determinato, con la datazione preliminare ottenuta dal conteggio della stagionalità. In nero è riportato il record del conteggio numerico delle particelle (Numero particelle/mL) così come ottenuto dal Beckmann Coulter 3 ©, in rosso il record della massa ricalcolata utilizzando i volumi equivalenti di particelle sferiche per le 400 classi granulometriche (da 1 a 30  $\mu\text{m}$ ) dello strumento e considerando una densità media di 2.6  $\text{g}/\text{cm}^3$  delle polveri minerali (Delmonte et al 2002; Maggi et al., 2006). Le linee ocra indicano i livelli di polveri visibili all'esterno della carota ed eliminate dal record per non deformare la scala dei record. L'osservazione al microscopio elettronico di specifici campioni ha evidenziato la presenza di pollini che potranno essere studiati in futuro per integrare i dati relativi alle polveri insolubili.

A valle di una ricostruzione in concentrazione delle polveri minerali sul Colle del Lys, e data la capacità che hanno i ghiacciai alpini di registrare diverse tipologie di eventi in cui si ha deposizione di polvere di origine minerale, il passo successivo è quello di comprendere la natura del materiale deposto ed in particolare per le tra principali tipologie in cui si dividono gli eventi atmosferici: a) episodi di trasporto di materiale di origine Sahariana (polvere minerale proveniente dal Nord Africa), b) episodi di trasporto di materiale di origine vulcanica, come l'eruzione del vulcano islandese Eyjafjallajökull avvenuta nel Marzo 2010, c) episodi di trasporto di polveri di origine locale o long-range. La caratterizzazione degli eventi viene effettuata, in prima battuta, attraverso l'analisi elementare del particolato, ottenuta tramite la tecnica analitica di Attivazione Neutronica (INAA) e successive misure di spettroscopia gamma. Inizialmente è stato effettuato uno studio atto a verificare quali fossero i filtri migliori da utilizzare per il processo di filtrazione dell'acqua derivante dai campioni di ghiaccio. Vari materiali sono stati testati: Policarbonato (PC), Polieteresulfone (PES), Polivinilidenefluoruro (PVDF), Teflon (PTFE) e Teflon di tipo LCR (LCR-PTFE). Essi sono stati sottoposti a diversi trattamenti di lavaggio atti a ridurre il livello di contaminazione intrinseca: lavaggi in acqua milli-Q e in acido  $\text{HNO}_3$  al 5%. I filtri in PTFE sottoposti a lavaggio

in acido HNO<sub>3</sub> al 5% si sono dimostrati i migliori supporti per il filtraggio, in quanto hanno dimostrato il migliore abbattimento delle contaminazioni e il massimo abbattimento del fondo radioattivo intrinseco, condizione necessaria per riuscire a discriminare al meglio il segnale derivante dal contributo del particolato presente nel ghiaccio dal fondo del bianco. Una volta definito il miglior substrato su cui filtrare, sono stati scelti i campioni della carota da analizzare, individuando gli strati di ghiaccio con le più alte concentrazioni di polveri (misure precedenti). Le misure sono state effettuate al reattore nucleare TRIGA di Pavia e al laboratorio di radioattività dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca.

### Perforazione del deposito di ghiaccio nella Grotta Ghiacciaia Leupa (Monte Canin, Friuli Venezia Giulia, Italy)

Il Dipartimento di Matematica e Geoscienze dell'Università di Trieste (DMG), il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR, Dipartimento di Scienze del Sistema terra e Tecnologie per l'Ambiente - ISMAR, Trieste), l'Università di Milano Bicocca (UNIMIB-NEXTDATA), l'Università dell'Insubria (UI), l'Unione Meteorologica del Friuli Venezia Giulia (UMFVG) ed il Parco Naturale Regionale delle Prealpi Giulie (PNRPA) sono coinvolti nel progetto FRA 2012 (finanziamento di Ateneo per progetti di ricerca scientifica) MonICa (MONitoring of Ice within the Caves, coordinatore: Emanuele Forte, Università di Trieste). Scopo di tale progetto è la caratterizzazione dei depositi di ghiaccio permanente esistenti negli ambienti carsici sotterranei delle Alpi orientali.

Nelle giornate del 30 settembre, 1 e 2 ottobre 2013, nell'ambito del progetto MonICa sono stati condotti i lavori sul campo in una grotta del massiccio del Canin interessata da depositi di ghiaccio permanente. Questo massiccio è principalmente composto da rocce carbonatiche della piattaforma norico-retica (calcarei del Dackstein e Dolomia Principale) e presenta una rete di cavità carsica molto sviluppata. E' stata estratta una carota di ghiaccio di 7.8 m grazie ad un carotatore messo a disposizione da UNIMIB nell'ambito del Progetto NextData. Appena estratti, gli spezzoni di carota sono stati trasportati a valle in elicottero e infine sono giunti intatti presso l'EUROCOLD Lab di Milano-Bicocca. La scelta del luogo della trivellazione è stata effettuata grazie a precedenti misure GPR da parte di diverse istituzioni coinvolte nel progetto MonICa. In questo modo si è evitato di incappare in debris o blocchi di roccia presenti nel ghiaccio che avrebbero rovinato le punte della trivella, potendo estrarre la più lunga carota di ghiaccio di grotta mai ottenuta sulle Alpi italiane.

### Analisi di successioni polliniche da archivi stratigrafici naturali e da depositi archeologici nell'ambito del Progetto NextData: clima e vegetazione negli ultimi 3mila anni in Italia Settentrionale.

Nell'ambito delle attività di NextData dedicate alla ricostruzione del clima italiano negli ultimi millenni, è iniziata la collaborazione con il gruppo di Palinologia dell'Istituto CNR-IDPA per la ricostruzione paleoclimatica delle serie lacustri del Nord Italia. A partire dal 1 dicembre, con finanziamenti NextData, è stato bandito un posto di Assegnista di Ricerca presso l'UNIMIB per una unità di personale specificatamente dedicata alla raccolta dei dati, loro sintesi e validazione e la ricostruzione dei parametri climatici all'interno del Grand Challenge Italy-2K.

E' stato acquisito lo stato di fatto degli studi pollinici nell'ambito geografico e cronologico stabilito. Tale operazione ha portato all'individuazione di 61 successioni polliniche edite d'ambiente limnico/umido che coprono parzialmente o per intero l'intervallo cronologico degli ultimi 3000 anni. Le successioni polliniche individuate sono quindi state analizzate criticamente soffermandosi nello specifico sulla qualità della loro cronologia, ossia sul numero di datazioni assolute (radiocarboniche). Partendo dai record pollinici meglio datati (tre o più

datazioni assolute) si è iniziato ad acquisire numericamente i dati pubblicati nel solo formato grafico, al fine d'ottenere i dati numerici basilari (percentuali polliniche) per la loro successiva rielaborazione grafica e statistica.

Parallelamente all'acquisizione dei dati editi, a cui si aggiungono i dati di proprietà del CNR-IDPA, si è passati all'organizzazione e progettazione del database finalizzato alla loro archiviazione, elaborazione e divulgazione. Analizzando i principali database pollinici esistenti (Global Pollen Database, European Pollen Database, North America Pollen Database) e alla luce delle esigenze specifiche del Progetto NextData, è stata proposta una struttura di banca dati con la collaborazione del WP 2.3.

Contestualmente alle attività sopra descritte, è stato effettuato uno studio sulle differenti modalità e metodologie statistiche di trasferimento paleoclimatico dei dati pollinici, quali la Probability Density Function (PDF), la Modern Analogue Technique (MAT) e la Weighted Average (WA), con lo scopo d'individuare la strategia più consona per la successiva rielaborazione statistica dei dati pollinici raccolti.

Tutti i dati sono stati trasferiti all'archivio generale, sia i metadati sia le serie raccolte, in collaborazione con il WP2.3.

### Applicazione del minimal model sulle linee di flusso glaciali per descrivere il ritiro del ghiacciaio Careser (Ortles-Cevedale, Italia)

Il comportamento dei ghiacciai vallivi e montani è determinato dalla somma di accumulo e ablazione, che determina il bilancio di massa. Questi processi dipendono da numerosi fattori, come le condizioni climatiche, la topografia, la posizione geografica e la dinamica del ghiacciaio. I modelli matematici di dinamica del ghiacciaio traducono situazioni complesse in descrizioni analitiche e numeriche usando leggi fisiche di base. Una semplice tipologia di modello è il "Minimal Glacier Model" (Oerlemans, 2011), che descrive in modo estremamente semplificato la dinamica dei ghiacciai montani. Questa classe di modelli non esplicita quantitativamente la variazione nello spazio di grandezze come spessore, pressione basale e velocità di scorrimento del ghiaccio, e ha come uniche variabili la lunghezza e lo spessore del ghiacciaio, legate fra di loro da una semplice equazione diagnostica.

La variabile studiata è dunque la lunghezza del ghiacciaio. L'evoluzione del ghiacciaio, basata sull'ipotesi di perfetta plasticità dei ghiacciai, è così ricavata integrando l'equazione di continuità sull'intero volume presente. Il modello è stato applicato al Ghiacciaio del Careser (Ortles-Cevedale, Alpi Italiane Orientali), la restante parte dell'area di accumulo di un più ampio ghiacciaio che durante la Piccola Età Glaciale esibiva una ben sviluppata valle glaciale. Le misurazioni di bilancio di massa e linea di equilibrio sul Careser sono iniziate dal 1967: queste serie storiche, le più lunghe delle Alpi Italiane, non si sono mai interrotte fino ad oggi (Zanon, 1982; Carturan and Seppi, 2007; Carturan et al., 2009a).

Esistono inoltre numerosi studi cartografici, geomorfologici e mappe di questo ghiacciaio (Carturan et al., 2013). Ne consegue l'esistenza di DEM (modelli digitali di elevazione), costruiti usando tecniche di rilevazione da remoto e studi del territorio. I DEM permettono la ricostruzione dell'evoluzione dei poligoni, delle linee di livello e delle dimensioni del ghiacciaio, definendo le linee di flusso della dinamica accumulo-ablazione, sulle quali applicare il modello descritto.

La variazione del fronte di un ghiacciaio risponde alle fluttuazioni climatiche con un tempo di risposta che varia dall'anno alla decina di anni (Oerlemans, 2001). I dati di input del minimal model sono il bilancio di massa e l'altitudine della linea di equilibrio (ELA), strettamente correlati alle oscillazioni del clima.

Per questo motivo, abbiamo correlato il bilancio di massa e la ELA alle precipitazioni invernali e alle temperature estive, utilizzando fit multivariati come funzioni di trasferimento del

forcing climatico. Abbiamo utilizzato come input climatico la rianalisi ERA-Interim, prodotta dallo European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF).

Studiando la dipendenza fra la fluttuazione del fronte glaciale e le variabili climatiche stagionali (Bonanno et al, 2013), le correlazioni più significative sono ottenute per:

- precipitazioni invernali comprese tra dicembre e marzo;
- temperature estive comprese tra giugno e settembre.

La figura 2 riporta il confronto tra i risultati del modello forzato dai valori misurati di bilancio di massa ed ELA, e quelli ottenuti forzando il modello con i dati climatici, parametrizzando la dipendenza del bilancio di massa e della ELA dai dati climatici. I due approcci forniscono risultati molto simili, dando fiducia nell'uso di parametrizzazioni del bilancio di massa e della ELA (anche se tali parametrizzazioni possono variare significativamente da un ghiacciaio all'altro).

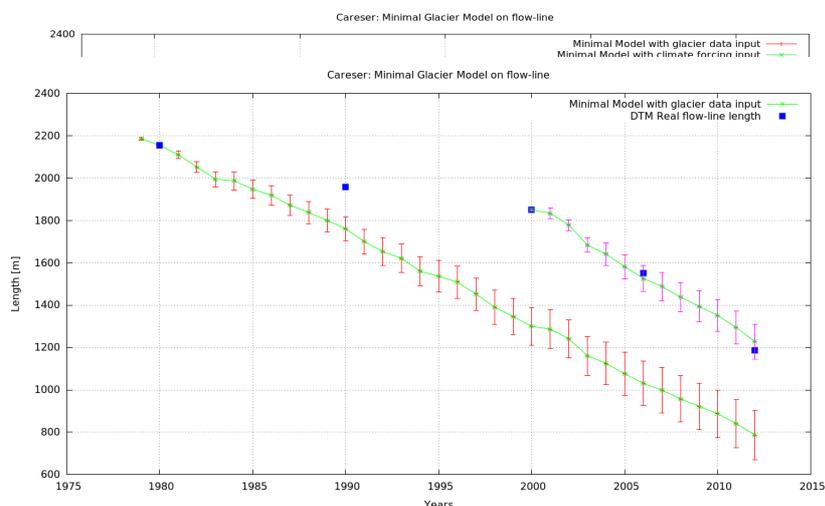


Fig. 2. Minimal Glacier Model: confronto tra i risultati del modello minimale forzato dalle misure di bilancio di massa ed ELA (curva rossa) e dai dati climatici (temperatura estiva e precipitazione invernale), parametrizzando la risposta di bilancio di massa ed ELA alle variazioni di temperatura e precipitazione.

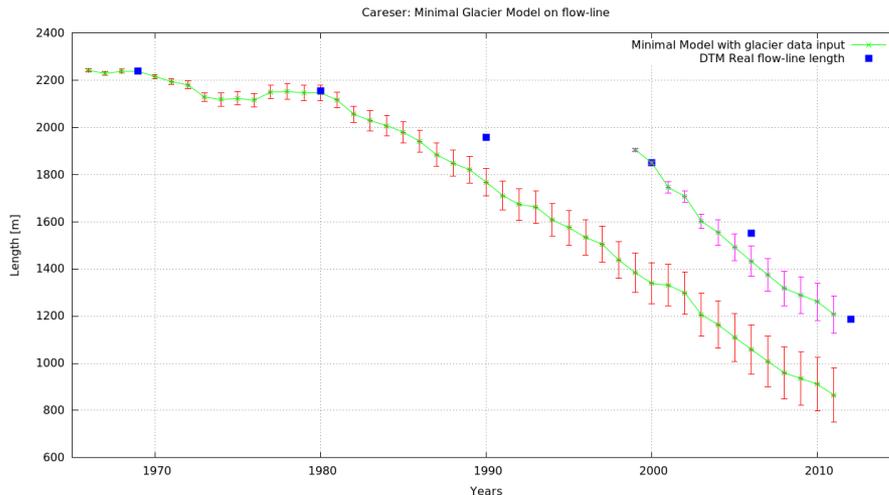


Fig. 3. Minimal model: confronto tra dati misurati di variazioni frontali (punti blu) e risultati del modello forzato dalla variabilità climatica (curve verdi). Il pannello superiore riporta i risultati ottenuti usando come input la ELA e il bilancio di massa misurati. Il pannello inferiore riporta i risultati ottenuti utilizzando ELA e bilancio di massa ricostruiti dai dati climatici. In ciascun pannello, la curva in alto è ottenuta applicando il modello partendo dalla condizione iniziale misurata nel 2000.

Il confronto con i dati osservativi sulle variazioni frontali del ghiacciaio del Careser, basati sul DTM, rivelano una discrepanza con i risultati modellistici (Figura 3). E' infatti evidente, a partire dal 1980, un rallentamento del ritiro osservato del fronte rispetto ai risultati forniti dal modello.

Dal 1981 l'area di accumulo del Careser è pressoché nulla. Questa condizione ha fermato il flusso del ghiaccio e la dinamica del ghiacciaio è entrata in crisi dalla fine degli anni '80. Negli ultimi 20 anni il Careser ha mostrato un ritiro "passivo", dominato solo dalla fusione in loco, con scarsa dinamica glaciale e con una significativa scomparsa di massa nella parte superiore e nella regione medio-occidentale. Tale condizione è il risultato della completa fase di ablazione di queste aree: la veloce frammentazione e perdita di massa del ghiacciaio ha generato un'importante crisi nel bilancio di massa.

Un ghiacciaio con una normale dinamica di flusso di massa è caratterizzato dalla fluidodinamica del ghiaccio dalla regione di accumulo superiore alla regione di ablazione inferiore e dalla fusione termodinamica causata dal bilancio energetico positivo sulla superficie. Il bilancio tra questi processi genera l'avanzata o il ritiro del ghiacciaio, secondo le condizioni climatiche. Dal 1980 il bilancio del Careser mostra un contributo della fluidodinamica nullo, ed è completamente determinato solo dalla fusione termodinamica.

La rottura della dinamica di accumulo-ablazione, l'aumento del ritiro verticale e la velocità di deriva della massa dall'area medio-occidentale spiegano quindi la riduzione del ritiro frontale paragonato ai risultati del modello. Questi processi hanno creato una penisola di ghiaccio stazionario: Questa penisola è un lembo di regione piatto circa 3000 m x 800 m, con una lieve risalita verso la dorsale. In quest'area è evidente la diminuzione del flusso dinamico e l'accumulo di ghiaccio alla deriva, unito al ritiro verticale dovuto alla fusione termodinamica.

In questa situazione viene coperta la reale linea di flusso, mascherando così la variazione della lunghezza del fronte glaciale.

Quindi all'inizio degli anni '80, i risultati del modello non si adattano ai valori reali rilevati da DEM poiché lo spessore del ghiaccio nella penisola era sufficiente a rallentare il falso fronte glaciale. Nel 2000, invece, il diagramma dei valori reali di ritiro cambia pendenza. In quel periodo lo spessore del ghiaccio nella penisola divenne sottile, superando un valore di soglia tale per cui la massa presente si perse completamente e il ghiacciaio riprese il ritiro dinamico, descrivibile così dal risultato del modello minimale (Figura 3).

Risulta evidente che la rottura della dinamica, i valori nulli di accumulo e le condizioni climatiche attuali spingono il ghiacciaio a un drastico ritiro di volume, area e spessore. Solo un duraturo abbassamento della linea di equilibrio almeno di 400 m, dagli attuali 3500 m alla media altitudine del ghiacciaio, potrebbe rallentare ed arrestare il ritiro del ghiacciaio.

Questo lavoro può essere usato per prevedere la risposta del ghiacciaio ai cambiamenti climatici, usando la stessa logica di studio, per definire i comportamenti di ritiro delle linee di flusso nel futuro.

### **Bibliografia citata**

BONANNO R., RONCHI C., CAGNAZZI B. and PROVENZALE A. (2013): Glacier response to current climate change and future scenarios in the north western Italian Alps. *Reg. Environ. Change*.v.13, n.4.

CARTURAN L. and SEPPI R. (2007): Recent mass balance results and morphological evolution of Careser Glacier (Central Alps). *Geogr. Fis. Din. Quat.*, 30(1), 33–42

CARTURAN L., DALLA FONTANA G. and CAZORZI F. (2009a): The mass balance of La Mare Glacier (Ortles-Cevedale, Italian Alps) from 2003 to 2008. In *Epitome: Geitalia 2009, Settimo Forum Italiano di Scienze della Terra, 9–11 September 2009, Rimini, Italy, Vol. 3*. Federazione Italiana di Scienze della Terra, 298.

CARTURAN L., BARONI C., BECKER M., BELLIN A., CAINELLI O., CARTON A., CASAROTTO C., DALLA FONTANA G., GODIO A., MARTINELLI T., SALVATORE M.C. and SEPPI R. (2013): Decay of a long-term monitored glacier: Careser Glacier (Ortles-Cevedale, European Alps). *The Cryosphere*, 7, 1819-1838,2013

DELMONTE, B., PETIT, J.R. and MAGGI, V., 2002: LGM-Holocene changes and Holocene millennial-scale oscillations of dust particles in the EPICA Dome C ice core, East Antarctica. *Annals of Glaciology*, 35(1): 306-312.

MAGGI, V., VILLA, S., FINIZIO, A., DELMONTE, B., CASATI, P. and MARINO, F., 2006: Variability of anthropogenic and natural compounds in high altitude-high accumulation alpine glaciers. *Hydrobiologia* 562, 43-56.

OERLEMANS J (2001): *Glaciers and climate change*. Balkema Publishers, Lisse.

OERLEMANS J. (2011): *Minimal glacier models*. Second print. Igitur, Utrecht Publishing & Archiving Services, Universiteits bibliotheek Utrecht. ISBN 978-90-6701-022-1

ZANON G. (1982): Recent glaciological research in the Ortles-Cevedale region (Italian Alps). *Geogr. Fis. Din. Quat.*, 5(1),75–81, 1982.

### **3.2 Sviluppi applicativi, tecnologici e informatici**

E' in sviluppo la collaborazione tra UNIMIB-DISAT e UNIMI-Fisica per un sistema di misura in continuo delle proprietà ottiche delle polveri minerali contenute nel ghiaccio di ghiacciaio. Una serie di campioni è stata analizzata con strumentazione sviluppata da UNIMI-Fisica e

sono stati definiti i range di concentrazione e di distribuzione granulometrica delle polveri da misurare.

E' stata sviluppata, in collaborazione con UNIMI-Fisica, una struttura gonfiabile (6 m x 4 m x 2,4 m) da utilizzare nei campi remoti dove vengono sviluppate attività di perforazione o di altre attività in aree remote. Specificamente costruita per ambienti freddi è stata testata sia a Milano, presso l'EuroCold, che sul Colle del Lys (Monte Rosa), dove è stato possibile monitorarne il comportamento da un punto di vista strutturale e ambientale. La tenda permette di ospitare fino a 6 persone con i materiali connessi, o diventare una struttura di supporto logistico per attività di campagna. Ha un tempo di installazione di 10 minuti. In condizioni esterne di alta montagna (Colle del Lys, 4250 m) permette di mantenere una differenza di temperatura di oltre 20°C tra l'interno e l'esterno, anche in assenza di riscaldatori o di persone all'interno. Per quanto la struttura abbia fornito ottimi risultati nelle fasi di test, sono stati riscontrati due problemi che dovranno essere presi in considerazione per gli sviluppi futuri:

a) La necessità di fori di ventilazione che permettano uno scambio di aria più efficace tra l'interno e l'esterno, oltre che all'entrata e che possano ridurre il rischio di condensazione d'acqua sulle pareti interne.

b) La tenda in questa conformazione pesa circa 80 kg compresa la pompa (ma non il motogeneratore), per cui necessita di una logistica di spostamento anche complessa tipo mezzi di trasporto a motore. Questo peso è legato al materiale plastico utilizzato che, per il prototipo, è di particolare spessore, anche per facilitarne la realizzazione. L'idea è quella di utilizzare materiali più leggeri e di modificarne la geometria (ora una emisfera) in modo da ridurre anche la quantità di materiale necessario.

### 3.3 Attività di formazione

Nel 2013 è terminato il primo anno di dottorato del Dr. Massimiliano Moretti che sta svolgendo una ricerca sulla modellistica dei bilanci di massa di ghiacciai alpini delle medie latitudini. In questo anno è stata modellata l'evoluzione del Ghiacciaio del Careser (Provincia di Trento), il ghiacciaio con la più lunga serie di bilanci di massa in Italia.

V. MAGGI: Sources and transport of atmospheric mineral dust: examples from ice cores. *Alpine Summer School*, Valsavarenche, Valle d'Aosta (Italy), 20 June, 2013.

V.MAGGI: Palaeoclimatic and climatic effects of mineral dust: an ice core perspective. *Alpine Summer School*, Valsavarenche, Valle d'Aosta (Italy), 21 June 2013.

### 3.5 Partecipazione a conferenze

V. MAGGI: Mid-latitude ice core records from high mountains. *High Summit - International Conference on Mountains and Climate Change*, Lecco, 23-24-25 ottobre 2013.

## 4. Risultati ottenuti durante il periodo di riferimento

### 4.1 Risultati specifici (banche dati, risultati delle misure, output di modelli, etc)

Tutti i dati ottenuti sono stati archiviati nel database NextData gestito nell'ambito del WP 2.3.

## Milestones

M3 (PM24): Continuazione delle attività in campo e delle misure radar effettuate. Prime carote di ghiaccio da stoccare in archivio e loro analisi.

M4 (PM24): Sviluppo di nuove tecnologie di misura e di perforazione.

### Ricostruzione degli eventi di polveri minerali al Colle del Lys (Monte Rosa, Italy).

Costruzione del record della concentrazione delle polveri fini atmosferiche dei record 2003-2012 e prima datazione sintetica delle curve. Le serie sono state inserite nel database ICD sviluppato da WP 2.3.

### Perforazione del deposito di ghiaccio nella Grotta Ghiacciaia Leupa (Monte Canin, Friuli Venezia Giulia, Italy)

La carota di ghiaccio presso l'EuroCold è in attesa di essere campionata. E' stato definito lo schema di campionamento della carota.

### Analisi di successioni polliniche da archivi stratigrafici naturali e da depositi archeologici nell'ambito del Progetto NextData: clima e vegetazione negli ultimi tremila anni in Italia Settentrionale.

Definizione della consistenza degli archivi esistenti e delle serie polliniche utilizzabili per la ricostruzione climatica. Definizione della struttura del database che ospiterà i dati (con WP2.3).

### Applicazione di un modello minimale per descrivere il ritiro del ghiacciaio Careser (Ortles-Cevedale, Italia)

Sviluppo dei codici del "Minimal Glacier Model" per la ricostruzione della variazione del bilancio di massa dei ghiacciai alpini. Applicazione e test sul Ghiacciaio Careser, Trentino, che presenta oltre 40 anni di bilanci di massa misurati. I dati sono gestiti in collaborazione con il WP2.3.

## *4.2 Pubblicazioni*

Nessuna pubblicazione in stampa per il 2013. Sono in preparazione due articoli, uno sul modello numerico applicato all'evoluzione dei bilanci di massa, usando il Ghiacciaio del Careser come esempio (primo autore Moretti) ed uno sui primi risultati della perforazione sul Ghiacciaio del Lys e correlazione con le vecchie perforazioni (primo autore Maggi).

## *4.3 Disponibilità di dati e output modellistici (formato, supporto, etc)*

Per questa parte riferirsi al WP 2.3

## *4.3 Deliverables completati*

Tutti

## **5. Commento su eventuali scostamenti fra attività/risultati/Deliverables previsti ed effettivamente realizzati**

Le attività previste dal programma esecutivo sono state svolte. Il principale scostamento è legato alla mancata realizzazione del foro profondo presso il Colle del Lys, a causa delle cattive condizioni meteorologiche e a problemi tecnici legati al malfunzionamento della sonda di perforazione. In aggiunta a quanto previsto, sono stati inseriti i risultati dei modelli glaciologici in costruzione presso il DISAT (Dottorato di ricerca con fondi NextData) con lo sviluppo di codici numerici che hanno permesso di ricostruire l'evoluzione del Ghiacciaio Careser (Trentino Alto Adige), che presenta la più lunga serie di bilanci di massa delle Alpi italiane.

## **6. Attività previste per il periodo successivo**

D4 (PM36): Relazione sulle attività di misura; trasmissione dati agli archivi e al Portale Generale.

Nel corso del terzo anno di Progetto NextData, sulla base del lavoro già prodotto verrà inviato un articolo con i risultati dell'applicazione sulla serie storia di ritiro del ghiacciaio del Careser (Ortles-Cevedale, Alpi Nord-Est) dei modelli che simulano il ritiro del fronte glaciale "Minimal Glacier Model" con input climatici. Saranno quindi utilizzati modelli globali di clima CMIP5 per simulare la risposta del ghiacciaio nei vari scenari climatici futuri RCP "Representative Concentration Pathways". Il minimal model sarà adottato anche nel ghiacciaio del Rutor (Val d'Aosta), al fine di creare uno strumento versatile a questo genere di analisi previsionali. Il lavoro inoltre prevede lo studio e sviluppo di algoritmi atti a tradurre le metodologie sopra descritte in ambito geospaziale tramite software GIS "Geographic Information System". Saranno prodotti moduli fisicamente basati in grado di applicare funzioni matematiche per ricavare la variazione spaziale dello spessore del ghiacciaio da un modello digitale del terreno. Sarà poi generato un modulo che permette l'applicazione del Minimal Glacier Model all'interno di tecnologia GIS, al fine di ricostruire con risoluzione spaziale elevata l'andamento simulato del fronte del ghiacciaio. L'esame della letteratura scientifica consentirà di individuare le successioni polliniche disponibili da siti dell'Italia Settentrionale per gli ultimi 3000 anni, ottenute a partire da sedimenti depositi in contesto limnico. Da queste serie saranno estratti dati pollinici e cronologici da utilizzare in seguito per la derivazione di parametri climatici. I dati raccolti confluiranno in uno specifico database, in corso di realizzazione secondo i requisiti del Progetto NextData. Scopo del database sarà l'archiviazione, divulgazione e successiva elaborazione dei metadati raccolti. La costruzione del database e il caricamento dei metadati disponibili saranno completati entro il 2014.