

CONVENZIONE OPERATIVA TRA

Il Dipartimento per gli affari regionali, le autonomie e lo sport della Presidenza del Consiglio dei Ministri (di seguito denominato DARAS), con sede e domicilio fiscale in via della Stamperia 8, 00187 ROMA, agli effetti del presente atto rappresentato dal Capo del Dipartimento pro tempore, Consigliere Antonio Naddeo, come da decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 aprile 2014, registrato alla Corte dei Conti il 29 aprile 2014, foglio n. 1154, reg. n. 1,

e

L'Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (di seguito denominato DICEA) con sede in Roma, via Eudossiana, 18, rappresentata dal Direttore del Dipartimento Prof. Antonio D'Andrea,

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;
- il medesimo art. 7, comma 19 del decreto-legge 31 maggio 2010 n. 78 stabilisce che le risorse strumentali e di personale dell'EIM, ivi in servizio, sono trasferite al Dipartimento per gli affari regionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri - ora DARAS - e che le date di effettivo esercizio delle funzioni trasferite sono da stabilirsi con decreto del Presidente 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 9 aprile 2014, registrato alla Corte dei Conti il 29 aprile 2014, n. 1154, ha conferito al dott. Antonio Naddeo -

Consigliere della Presidenza del Consiglio dei Ministri - l'incarico di Capo del DARAS, 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, il DARAS intende avvalersi del DICEA per le proprie finalità istituzionali ed in particolare per dare continuità alle competenze dell'EIM nelle attività di ricerca sui territori montani, per la realizzazione di politiche pubbliche nazionali, regionali e locali di sviluppo, promozione e tutela dei territori montani;
- il DICEA, come previsto nel Decreto del proprio Rettore del 22.10.1984, svolge attività di ricerca nel settore geodetico, topografico, fotogrammetrico e cartografico;
- l'Area di Geodesia e Geomatica del DICEA da anni sviluppa attività di ricerca metodologica e applicativa nell'ambito della fotogrammetria, della radargrammetria e della visione computerizzata e, in particolare, della modellazione tridimensionale e della generazione di *Digital Surface Model-DSM* da immagini terrestri, aeree e satellitari e che, in tale ambito di ricerca, è stato inoltre sviluppato un brevetto, supportato dall'Ufficio Trasferimento Tecnologico dell'Università di Roma "La Sapienza", attualmente in fase di estensione internazionale;
- le attività svolte dal DICEA sono comprovate da pubblicazioni scientifiche di settore e dalla partecipazione e coordinamento, negli ultimi 15 anni, di progetti nazionali ed internazionali finanziati;
- l'Area di Geodesia e Geomatica del DICEA può svolgere una funzione di supporto tecnico al DARAS per quel che riguarda la ricerca finalizzata alla corretta quantificazione della risorsa criosferica italiana e alla sua evoluzione recente e futura in dipendenza dei cambiamenti climatici, anche ai fini dello sviluppo dei territori montani, funzione rientrante tra quelle del soppresso EIM;
- 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)

1. Il fine della Convenzione è assicurare lo svolgimento delle funzioni di competenza del soppresso EIM e trasferite al DARAS, finalizzate alla conoscenza e gestione delle problematiche territoriali ed ambientali delle aree glaciali di alta montagna con riferimento alla valutazione del bilancio idrico stagionale e dei fenomeni di pericolosità e rischio geomorfologico, anche tramite la definizione di protocolli d'indagine e di metodologie geomatiche.

Art. 3 (Attività)

1. Considerate le funzioni istituzionali del DARAS e le competenze scientifiche dell'Area di Geodesia e Geomatica del DICEA, le Parti si impegnano a sviluppare tematiche di ricerca inerenti lo studio del territorio e dell'ambiente glaciale dell'alta montagna, anche con metodologie geomatiche.

2. Le attività di ricerca e le modalità di attuazione delle stesse sono descritte nell'allegato progetto di ricerca che forma parte integrante della presente Convenzione e che ne disciplina l'articolazione temporale.

3. Le attività si inseriscono nel più ampio progetto TEMATIC che, oltre al DICEA, vede, tra gli altri, coinvolta anche l'Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra, firmataria di altra convenzione con il DARAS.

4. Il DICEA e l'Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra collaboreranno nello svolgimento delle attività come rappresentato nella convenzione a firma delle due università in date 29 settembre 2015 (DICEA) - 27 ottobre 2015 (l'Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra).

5. L'arco temporale necessario per il completamento delle attività e per il raggiungimento dei risultati prefissati è di due anni dall'inizio delle stesse.

Art. 4 (Responsabili della Convenzione)

1. Il Responsabile della Convenzione per il DARAS è il Capo del Dipartimento, o un suo delegato; il Responsabile della Convenzione per il DICEA è il Prof. Mattia Giovanni Crespi.

2. Entro la fine di ciascun anno di vigenza della Convenzione, i Responsabili di cui al precedente comma, pianificano l'attività da svolgere nell'anno successivo, che potrà anche essere concordemente modificata in corso d'opera.

Art. 5 (Modalità di attuazione)

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. Le specifiche attività da svolgere, gli obiettivi e le modalità di realizzazione, sono indicati nel Progetto di ricerca allegato alla presente Convenzione.

Art. 6 (Contributo)

1. Il DARAS e il DICEA contribuiscono congiuntamente allo svolgimento del progetto di ricerca allegato alla presente convenzione, che ha un costo complessivo di Euro 180.000,00.

2. Il DARAS nell'ambito della suddivisione degli oneri erogherà al DICEA un contributo di Euro 94.000,00.

3. Il DICEA parteciperà alle spese con un cofinanziamento di Euro 86.000,00.

4. L'importo di Euro 94.000,00 verrà erogato dal DARAS in tre soluzioni: la prima, pari al 40%, alla presentazione del piano di attività, la seconda, pari al 40%, alla presentazione della prima relazione sull'attività svolta e la terza, a saldo, su presentazione del rendiconto finale, al termine delle attività.

5. Il DARAS provvederà alla erogazione del contributo previa emissione, da parte del DICEA, 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. In aggiunta alla collaborazione tra il DICEA e l'Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra di cui all'art. 3, le Parti, nell'ambito delle attività previste dalla presente Convenzione e nel rispetto dei propri fini istituzionali, potranno stipulare, previa comunicazione all'altra parte, specifici accordi con soggetti terzi 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 tre anni, rinnovabile, con accordo scritto tra le 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.

2. 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 il DICEA e il DARAS.

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

1. L'utilizzo delle informazioni scambiate dalle Parti è sottoposto all'obbligo di citazione della fonte.

2. I risultati del progetto saranno oggetto di divulgazione nell'ambito del progetto TEMATIC (vedi Allegato 2) e saranno messi a disposizione della comunità scientifica che contribuisce alle attività di monitoraggio dei ghiacciai Italiani attraverso lo svolgimento delle campagne annuali di rilevamento glaciologico coordinate dal Comitato Glaciologico Italiano.

3. Le Parti, oltre a quanto previsto dal comma 2 precedente, si impegnano a non divulgare a terzi i dati e le elaborazioni oggetto della presente Convenzione senza previo accordo tra le Parti stesse.

4. La divulgazione di dati e risultati della ricerca sia nell'ambito del progetto TEMATIC che da parte di terzi, dovrà far riferimento in maniera esplicita e puntuale all'oggetto e ai contenuti della presente convenzione, rendendo evidente la estraneità rispetto ad eventuali successivi utilizzi della metodologia messa a punto nell'ambito del progetto GlacioVar (vedi Allegato 1) e interpretazioni di risultati con essa conseguiti.

Art. 12 (Clausola di salvaguardia)

1. Qualora lo si ritenga indispensabile, le Parti possono prevedere eventuali modifiche delle attività con uno specifico atto aggiuntivo di variazione, da stipulare di comune

accordo, 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 DARAS, in Roma, via della Stamperia 8 e il DICEA in Roma, in via Eudossiana 18.

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.

Letto approvato e sottoscritto:

Roma _____

Dipartimento per gli affari regionali
le autonomie e lo sport

Il Capo del Dipartimento
Cons. Antonio Naddeo

Roma _____

Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Edile e Ambientale

Il Direttore
Prof. Antonio D'Andrea

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 1 - Progetto di ricerca "GlacioVar" dell'Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA)

Scopo, contenuti, struttura e risultati attesi del progetto

Il progetto GlacioVar si propone di definire metodologie ed implementare procedure per la descrizione e modellazione della variabilità spazio/temporale dell'accumulo nevoso e dell'evoluzione stagionale e pluriennale in ambito glaciale.

Il progetto si inserisce in quello più ampio denominato TEMATIC (TEsting Methods And Techniques for Investigating the Cryosphere) che è stato promosso dall'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra in collaborazione con il DICEA (vedi Allegato 2). Scopo è quello di valutare le variazioni morfologiche, volumetriche e di velocità di scorrimento superficiali dei ghiacciai tramite elaborazioni di immagini terrestri, aeree e satellitari, anche con metodi geomatici (foto e radargrammetria, *computer vision*) e di diffondere, anche al di fuori del mondo scientifico, le conoscenze sui ghiacciai e sulle loro variazioni nel tempo.

Nell'ambito del progetto TEMATIC, è inserito anche il progetto dell'Associazione no profit Macromicro "Sulle tracce dei ghiacciai" che, per i maggiori complessi glaciali, prevede la ricerca delle immagini storiche scattate nel corso delle spedizioni del secolo scorso, l'acquisizione di foto aggiornate utilizzando le stesse inquadrature e, ricorrendo alle aggiornate tecniche di elaborazione fotografica, la presentazione dei confronti storici attraverso mostre interattive e documentari; l'attività già svolta ha portato a mostre relative ai ghiacciai del Karacorum, del Caucaso e dell'Alaska e sono in programma quelle relative ai ghiacciai della Patagonia collegati al progetto TEMATIC, dell'Himalaya e delle Alpi.

In questo quadro il progetto GlacioVar si svilupperà nelle seguenti linee di attività:

Linea 1 (a cura dell'Area di Geodesia e Geomatica del DICEA):

- progettazione delle acquisizioni delle immagini terrestri;
- selezione delle immagini da satellite esistenti;
- elaborazione delle immagini già disponibili per la realizzazione di modelli tridimensionali per la stima delle velocità superficiali delle masse glaciali, tramite l'ulteriore implementazione delle procedure geomatiche già messe a punto, anche con realizzazione di software e applicativi specifici;

Linea 2 (a cura dell'Università di Milano - Dipartimento di Scienze della Terra):

- elaborazione e interpretazione glaciologica delle immagini storiche e attuali acquisite da terra, con drone e da satellite, per la realizzazione di modelli descrittivi della variabilità temporale e spaziale dell'accumulo nevoso e dell'evoluzione stagionale e interannuale dello Snow Water Equivalent, anche grazie ai dati delle stazioni strumentali localizzate in aree chiave delle Alpi Italiane;

Linea 3 (a cura dell'Associazione no profit Macromicro nell'ambito del progetto *Sulle Tracce dei Ghiacciai*):

- collezione di immagini storiche e acquisizione di immagini attuali per la realizzazione di uno specifico archivio fotografico;
- divulgazione verso il grande pubblico del complesso dei risultati conseguiti con il progetto TEMATIC e con l'apporto scientifico del progetto GlacioVar, attraverso il progetto "Sulle Tracce dei Ghiacciai" che utilizzerà le immagini (fotografiche e video) e i dati scientifici raccolti a sua cura, ai sensi dell'art. 8 e secondo quanto previsto dall'art. 11 della Convenzione.

I risultati complessivi del progetto GlacioVar, sia sotto il profilo metodologico che di implementazione delle procedure geomatiche, saranno messi a disposizione della comunità scientifica che contribuisce alle attività di monitoraggio dei ghiacciai Italiani attraverso lo svolgimento delle campagne annuali di rilevamento glaciologico coordinate dal Comitato Glaciologico Italiano e potranno essere applicati nell'ambito dell'ultima fase del progetto "Sulle Tracce dei Ghiacciai" che, nel 2017, riguarderà i ghiacciai alpini.

Nell'ambito del progetto "Sulle Tracce dei Ghiacciai" sarà data informazione al grande pubblico del complesso dei risultati conseguiti con il progetto TEMATIC tramite mostre itineranti, realizzazione di cortometraggi e lungometraggi; pubblicazioni generaliste aventi contenuto riferibile al progetto, sia su supporto cartaceo che digitale; interviste nel corso di programmi di divulgazione scientifica e in ogni altro ambito di comunicazione idoneo a consentire la massima diffusione possibile dei risultati presso il grande pubblico.

Contributo dell'Area di Geodesia e Geomatica del DICEA

Presso il DICEA sono attivi due Gruppi di ricerca con competenze:

1. nel posizionamento di punti con Global Navigation Satellite Systems-GNSS e con tecniche topografiche terrestri;
2. nella modellizzazione tridimensionale del terreno a partire da immagini ottiche e SAR (Synthetic Aperture Radar) da satellite e da immagini terrestri acquisite con camere ottiche e con range camera (tecnica utilizzata per produrre immagini in grado di evidenziare la distanza di un punto dell'immagine da un punto di interesse).

Entrambi i Gruppi di ricerca hanno sviluppato software proprietari e brevetti, utilizzati unitamente ai più comuni software commerciali e scientifici.

Contributo del DICEA al progetto Glaciovar

Il contributo del DICEA si articolerà su tre ambiti di indagine, riguardanti le immagini di ghiacciai :

1. storiche e attuali acquisite da terra con fotocamere,
2. attuali acquisite da fotocamere installate su drone a cura dell'Università di Milano,
3. recenti acquisite da fotocamere e da registrazioni SAR installati su satellite.

Le attività saranno finalizzate all'elaborazione di tali immagini con tecniche foto/radargrammetriche e di visione, curando tutte le necessarie operazioni geodetiche per la loro georeferenziazione, al fine di valutare la morfologia (DSM) e le velocità superficiali dei ghiacciai.

Lo svolgimento delle attività prevede anche la partecipazione a spedizioni in campo di un componente per ognuno dei due menzionati gruppi di ricerca, sia per la supervisione all'acquisizione delle nuove immagini da terra e per la loro preliminare elaborazione sia per le operazioni geodetiche finalizzate alla loro georeferenziazione:

- durante la fase di preparazione di ogni spedizione, verranno elaborate le immagini storiche;
- sul campo, saranno raccolte nuove immagini e sarà svolta una analisi preliminare per verificare la qualità complessiva dei dati acquisiti (immagini e georeferenziazione);
- successivamente, dopo il rientro dalle spedizioni, saranno raffinate, presso il DICEA, tutte le operazioni di georeferenziazione e di analisi delle velocità e degli spostamenti dei ghiacciai.

La versione, implementata nell'ambito del progetto GlacioVar, dei software appositamente realizzati dal DICEA sarà resa disponibile per le attività di monitoraggio dei ghiacciai alpini di interesse nazionale e internazionale nell'ambito del progetto "Sulla tracce dei ghiacciai" e per eventuali attività che potranno essere sviluppate insieme al Comitato Glaciologico Italiano.

Fasi operative

Il progetto di durata biennale prevede le seguenti fasi e attività operative:

Attività del primo anno

- Ricerca bibliografica,
- Identificazione delle aree test in Patagonia, dove saranno svolte attività sperimentali i cui risultati saranno utilizzati nelle successive attività sulle Alpi, sulla base della disponibilità di immagini storiche,
- Ricerca di immagini satellitari di archivio,
- Realizzazione di DSM (Digital Surface Model: modello digitale della superficie del terreno) sperimentali da immagini terrestri storiche e recenti disponibili, identificazione delle principali problematiche e definizione delle possibili soluzioni,

- sperimentazioni preliminari finalizzate alla definizione della procedura di pianificazione delle riprese fotografiche per la spedizione in Patagonia, al fine di ottimizzarne l'utilizzo in ambito scientifico per la realizzazione di DSM da immagini terrestri,
- Realizzazione di DSM e stima di velocità superficiali da immagini disponibili, identificazione delle principali problematiche e definizione delle possibili soluzioni.

Attività del secondo anno

- Organizzazione e partecipazione alla spedizione in Patagonia per curare l'acquisizione di immagini terrestri e la loro georeferenziazione. Le eventuali attività di missione (trasferte comprensive di vitto, alloggio e viaggio) saranno coperte con altri fondi,
- Procedura di realizzazione e confronto dei DSM e valutazione delle variazioni di volume del ghiaccio,
- Realizzazione di DSM dalle immagini terrestri acquisite in Patagonia e confronto con i corrispondenti DSM realizzati dalle immagini storiche,
- Realizzazione di DSM e stima di velocità superficiali da immagini satellitari in Patagonia e confronto tra DSM, se possibile e se disponibili immagini acquisite in epoche diverse,
- Divulgazione e pubblicazione dei risultati su riviste di settore (ISI e Scopus),

Risorse umane, strumentali ed economiche necessarie per lo svolgimento del progetto

Lo svolgimento complessivo di tutte le attività di competenza del DICEA necessita di:

- personale universitario specializzato (1 Professore Ordinario e 1 Ricercatore a Tempo Determinato di tipo B),
- tre assegni di ricerca annuali a tempo pieno sulle attività di ricerca,
- attrezzature del laboratorio di geodesia e geomatica,
- strumentazione HW e SW,
- immagini terrestri e telerilevate,
- materiale di consumo.

Il progetto ha un costo di Euro 180.000,00.

Il DARAS contribuisce con l'erogazione di euro 94.000,00, che saranno destinati a finanziare:

- tre assegni di ricerca (per complessivi Euro 84.000,00):
 - 2 assegni di ricerca a tempo pieno per 30.000,00 euro/anno, per 12 mesi, per un totale di euro 60.000,00 (ricercatori senior),
 - 1 assegno di ricerca a tempo pieno per 24.000,00 euro/anno, per 12 mesi (ricercatore junior),
- l'acquisto di immagini terrestri e satellitari (per complessivi Euro 10.000,00) funzionali alla realizzazione dei DSM.

Il DICEA contribuisce con un cofinanziamento di Euro 86.000,00 per le restanti spese (personale universitario specializzato per 2 anni, attrezzature di laboratorio, strumentazione HW e SW, immagini terrestri e telerilevate gratuite, materiale di consumo).

Le eventuali attività di missione (trasferte comprensive di vitto, alloggio e viaggio) saranno coperte con altri fondi. Numero delle missioni, loro durata, numero partecipanti, tipologia dei siti, verranno scelti in base ai fondi esterni disponibili.

Allegato 2 - Progetto TEMATIC

TEsting Methods And Techniques for Investigating the Cryosphere (TEMATIC project)

1) Scopi e finalità:

Il progetto TEMATIC vuole contribuire alla conoscenza dello stato attuale della criosfera alpina e della sua evoluzione recente, nonché delle variazioni attese per il prossimo futuro in accordo a diversi scenari di cambi climatico, attraverso lo sviluppo di innovative tecniche di monitoraggio e di metodi e strategie di analisi e modellazione dei dati.

Per raggiungere questo obiettivo i proponenti coniugheranno le loro diverse *expertise* in campo scientifico e tecnologico contribuendo sinergicamente alla formulazione di protocolli di monitoraggio e a metodi di modellazione avanzati e caratterizzati da elevata replicabilità spaziale e massima esportabilità alla variegata realtà alpina.

In particolare i proponenti concentreranno la loro attenzione sui ghiacciai montani, delicati e fragili elementi del paesaggio alpino, sensibili indicatori delle variazioni climatiche passate ed in atto, preziose risorse idriche e non da ultimo poli attrattori di flussi turistici sia tradizionali che dedicati (alpinisti, escursionisti di alta quota, scienziati e studiosi). Infatti, nonostante l'abbondanza di studi scientifici, anche di altissimo livello, svolti negli ultimi decenni sui ghiacciai alpini e finalizzati a descriverne a scala regionale o locale le variazioni, la dinamica e l'evoluzione, rimangono ancora poco noti alcuni aspetti cruciali per una esaustiva descrizione dei processi in atto e per l'allestimento di robuste proiezioni future. In particolare, come sarà meglio evidente nel paragrafo dedicato alla Letteratura più recente disponibile, sono ancora descritti in modo non esaustivo i) la variabilità temporale e spaziale dell'accumulo nevoso e l'evoluzione stagionale e interannuale dello SWE (Snow Water Equivalent) con evidenti impatti sull'incertezza dei bilanci di massa e dei deflussi idrici calcolati; ii) la distribuzione dell'*albedo* del ghiaccio in area di ablazione (dipendente oltre che dalle proprietà del ghiaccio anche da presenza e distribuzione di detrito fine, polveri e *black carbon*) con effetti non trascurabili sull'accuratezza dei tassi di fusione calcolati con approcci energetici distribuiti; iii) la descrizione quantitativa dell'evoluzione di morfologie *fast-changing* come fronti glaciali, tasche di acqua e laghi sopraglaciali, coni detritici, morene mediane, rocce emergenti, etc...

Il progetto TEMATIC vuole contribuire a colmare queste lacune scientifiche attraverso l'introduzione di innovative procedure di indagine e modellazione. TEMATIC non vuole solo proporre protocolli e metodi ma anche verificarne l'efficacia in condizioni diverse per una critica valutazione di risoluzione e applicabilità degli stessi alle diverse realtà geografiche, tipologiche e dimensionali alpine.

2) Stato dell'Arte: i risultati delle più recenti ricerche e le lacune conoscitive da colmare

Nel recente passato i tassi di fusione glaciale hanno raggiunto valori mai registrati prima e non spiegabili solo in base alla normale variabilità naturale (Dyurgerov and Meier, 2000).

La riduzione dei ghiacciai è particolarmente intensa sulle Alpi a seguito degli importanti cambiamenti nelle condizioni medio-troposferiche, tra queste il rapido incremento della temperatura ampiamente documentato negli ultimi decenni (IPCC 2001; 2007; 2013). Sulle Alpi, infatti, il

riscaldamento atmosferico è stato valutato di intensità più che doppia rispetto alla media planetaria dell'ultimo mezzo secolo (Böhm *et al.* 2001), con maggiore incidenza nel periodo estivo, soprattutto a partire dal 1970 (Casty *et al.* 2005). Tra il 1850 ed il 1980 i ghiacciai delle Alpi Europee hanno visto una riduzione della loro area di circa un terzo del valore iniziale e hanno dimezzato la massa. A questi valori va aggiunto che dopo il 1980 la fusione glaciale ha comportato una riduzione del ghiaccio glaciale stimata in un'ulteriore perdita del 30% (EEA, 2004). Tra i diversi metodi utilizzati per descrivere l'evoluzione glaciale recente e quantificare le variazioni avvenute vi sono sicuramente i catasti o inventari (dati geometrici e di estensione areale degli apparati glaciali) che possono servire a valutare gli effetti del cambiamento climatico su elementi sensibili del paesaggio alpino (Paul *et al.*, 2004), e ad applicare approcci modellistici a scala regionale alpina (Zemp *et al.*, 2006). Le variazioni geometriche dei ghiacciai sono infatti variabili chiave nelle strategie di rilevamento degli impatti dell'incremento dell'effetto serra sul clima e di conseguenza sull'ambiente (Kuhn, 1980, Hoelzle *et al.*, 2003). I catasti debbono venire aggiornati ad intervalli temporali compatibili con l'evoluzione dinamica dei ghiacciai investigati (nel caso di piccoli apparati montani in rapida involuzione a scala almeno decennale) e laddove si rilevi una fase di acuta crisi criosferica con fenomeni di disgregazione e collasso dei ghiacciai anche con frequenza maggiore (inferiore al lustro) (Paul *et al.*, 2007). Sulle Alpi, Maisch (2000) ha quantificato un decremento complessivo del 27% dalla metà del 1800 alla metà degli anni '70 del secolo scorso e perdite anche maggiori in alcune aree. Più intense le riduzioni nel settore Bernese delle Alpi Svizzere, come dallo studio per l'intervallo 1973-98 svolto da Kääh *et al.* (2002). I "piccoli ghiacciai" (ovvero gli apparati con estensione superficiale inferiore ad 1 km²) sono risultati caratterizzati dal decremento areale maggiore; questi ghiacciai sono i più numerosi delle Alpi (l'80% del numero totale), e rappresentano un contributo non trascurabile al bilancio idrico complessivo (Citterio *et al.*, 2007; Bocchiola *et al.*, 2010; Diolaiuti *et al.*, 2012a, b). Paul *et al.* (2004) hanno compilato il Catasto glaciale Svizzero aggiornato al 2000, e hanno stimato che il 44% della riduzione areale glaciale avvenuta nell'intervallo 1973-1998/1999 è da attribuire alle variazioni dei ghiacciai minori di 1 km² di area e corrisponde al 18% dell'area ricoperta nel 1973. Lambrecht and Kuhn (2007) hanno stimato un decremento dei ghiacciai austriaci del 17% nel periodo 1969-1998. Knoll and Kerschner (2009) riportano una riduzione areale dei ghiacciai altoatesini (Sud Tirolo) del 36% nell'intervallo 1983-2006, decremento conseguente soprattutto alla contrazione dei piccoli ghiacciai (0.1 km² < area < 1 km²), responsabili infatti del 23.8% della perdita di area totale. Diolaiuti *et al.* (2012a, b) hanno descritto le variazioni geometriche di un rappresentativo campione di ghiacciai italiani, più precisamente la quasi totalità dei ghiacciai Lombardi e Valdostani rispettivamente nell'intervallo 1991-2003 e 1975-2005. Questi autori hanno trovato che in Valle d'Aosta i ghiacciai hanno perso 44.3 km² di area nel periodo 1975-2005, (i.e. -27% dell'area iniziale), mentre in Lombardia i ghiacciai hanno ridotto la loro superficie del 21% tra il 1991 e il 2003. In Lombardia i ghiacciai più piccoli di 1 km² hanno ridotto la loro superficie a tal punto da rappresentare con la loro contrazione il 53% della perdita complessiva. Va inoltre segnalato che l'intensità del ritiro non è stata costante ma ha visto un'accelerazione negli ultimi anni. Questa accelerazione è stata ritrovata sia analizzando i dati Lombardi che quelli valdostani e suggerisce quindi un fenomeno generalizzato di accentuata crisi della criosfera alpina italiana.

Alcuni studi hanno analizzato l'evoluzione dei ghiacciai alpini su intervalli di oltre mezzo secolo e basandosi su materiali ad alta risoluzione (ortofoto e foto aeree di dettaglio) permettendo di quantificare la contrazione areale avvenuta durante un periodo esteso e su intere regioni glacializzate. E' il caso dello studio di Diolaiuti *et al.*, (2011) che hanno studiato i ghiacciai del Gruppo Piazzi Dosdè (Lombardia, vicino al confine con la Svizzera) nel periodo 1954-2003. Questi autori hanno evidenziato perdite intensissime (-50% dell'area prima ricoperta dai ghiacci) probabilmente da attribuire alle ridotte dimensioni medie degli apparati di questa regione glaciale

che li rendono estremamente sensibili alle variazioni climatiche. Simile il quadro descritto da D'Agata et al., (2014) che hanno analizzato i ghiacciai del gruppo Ortles Cevedale, settore lombardo, nel periodo 1954-2007. Questi autori hanno ritrovato contrazioni medie del 40%, lievemente minori di quelle calcolate per i ghiacciai del Piazz Campo e questo è probabilmente dovuto alle maggiori dimensioni degli apparati dell'Ortles Cevedale che vedono nel campione anche il Ghiacciaio dei Forni, il più grande apparato vallivo italiano, che grazie al suo favorevole rapporto superficie - volume ha contenuto la contrazione areale percentuale rispetto ai ghiacciai limitrofi di minori dimensioni. Queste intense variazioni areali e volumetriche si sono accompagnate a profonde trasformazioni morfologiche e paesaggistiche tra le quali: i) l'aumento della copertura detritica sopragliaciale che sta trasformando i ghiacciai alpini in apparati coperti da detrito roccioso e definiti "neri" (*debris covered glacier* nell'accezione internazionale) con influenza non trascurabile sui tassi di fusione che possono aumentare drammaticamente (se la copertura detritica è molto esigua e agisce conducendo calore al ghiaccio sottostante) o ridursi sensibilmente (se lo strato detritico è spesso a sufficienza da isolare il ghiaccio sottostante dalla radiazione solare incidente); ii) la formazione di laghi di contatto glaciale e supragliaciali che raccolgono in depressioni e tasche l'abbondante acqua di fusione innescando a volte svuotamenti improvvisi noti anche come GLOF (*Glacial Lake Outburst Flood*) che costituiscono eventi di rischio glaciale per turisti, frequentatori e residenti aree di alta quota prossime agli apparati; iii) l'affioramento di roccia in posto costituente parte del letto glaciale (i cosiddetti *rock outcrops*) che agisce assorbendo efficacemente l'energia solare e riemettendo energia termica che amplifica la fusione glaciale accelerando la disgregazione degli apparati e spesso causandone la frammentazione in lembi minori; iv) il crollo di porzioni glaciali sospese o aggettanti con conseguente riduzione amplificata dell'estensione degli apparati (si veda anche Diolaiuti & Smiraglia, 2010 e Diolaiuti et al., 2012a).

La modellazione del bilancio energetico puntuale degli apparati glaciali alpini, riconosciuta il metodo migliore per descrivere i complessi processi attivi alla superficie dei ghiacciai e per quantificare correttamente le variazioni di spessore a scala oraria, giornaliera e stagionale (Oerlemans, 2001) richiede la conoscenza dei flussi in entrata e in uscita alla superficie glaciale. Questo avviene solo attraverso misure strumentali sufficientemente lunghe e continue che permettano non solo di allestire record di dati *input* per la modellazione glaciologica ma anche di validare modelli meteorologici per trasferire in aree remote di alta quota dati rilevati dalla rete meteorologica sinottica regionale. I test sinora condotti da alcuni ricercatori hanno evidenziato da una parte l'ottima predittività dei modelli ablativi fisicamente basati come quelli di bilancio energetico che ad esempio sul Ghiacciaio dei Forni, grazie alla disponibilità di dati energetici e meteorologici misurati alla superficie del ghiacciaio, hanno permesso di quantificare una fusione del solo ghiaccio superiore ai 5 m w.e. per anno idrologico con un accordo rispetto ai dati di fusione misurata superiore al 95% (Senese et al., 2012). Inoltre recenti ricerche hanno evidenziato come punti di misura su siti glaciali permettano una corretta calibrazione dei modelli ablativi ed evolutivi del manto nevoso che una volta validati possono poi lavorare correttamente anche a partire da dati *input* rilevati in aree di bassa quota extra glaciali (Senese et al., 2014). Entrambi i lavori citati hanno anche evidenziato come la maggior incognita attuale rimanga la corretta quantificazione dello SWE (Snow water Equivalent) e la sua distribuzione alla superficie glaciale. Solo la conoscenza della variabilità spaziale e temporale dell'innnevamento permetterà una migliore e più esaustiva descrizione del bilancio di massa e modellazione della dinamica presente e futura degli apparati glaciali alpini. Altre recenti ricerche (Azzoni et al., 2014) hanno evidenziato come la variabilità spaziale e temporale dell'*albedo* (o riflettività superficiale), altro parametro chiave per quantificare quanta energia viene assorbita dai ghiacciai, determinando la fusione della neve e del ghiaccio, sia complessa e ancora poco nota. In particolare gli autori hanno ritrovato che la deposizione di polveri,

detrito fine (sabbia, *loess*) e *black carbon* determinano un progressivo decremento dell'albedo glaciale in area di ablazione. Gli stessi autori hanno anche proposto una relazione empirica per descrivere l'albedo in base alla quantità di superficie glaciale coperta da detrito, quest'ultima determinata con un innovativo approccio semi automatico basato sull'analisi di immagini ad alta risoluzione. La corretta mappatura dell'albedo superficiale in area di ablazione può migliorare l'efficacia predittiva dei modelli ablativi con effetti importanti sulla descrizione del bilancio di massa e della dinamica glaciale. Questo può avvenire tramite approcci *remote sensing* su immagini satellitari o derivate da droni ma richiede uno sforzo importante per lo sviluppo di metodologie applicabili ai ghiacciai alpini e facilmente replicabili.

3) Proposta progettuale

In accordo a quanto sopra esposto le più recenti ricerche in capo glaciologico hanno evidenziato alcune lacune conoscitive da colmare per conseguire una conoscenza più esaustiva e completa della dinamica criosferica alpina e per una migliore stima di effetti ed impatti delle variazioni di nevi e ghiacciai sull'ambiente montano di alta quota. In particolare i proponenti hanno individuato i seguenti temi da approfondire nell'ambito del progetto TEMATIC:

- i) Descrizione e modellazione della variabilità temporale e spaziale dell'accumulo nevoso e dell'evoluzione stagionale e interannuale dello SWE (Snow Water Equivalent) in ambito glaciale;
- ii) Descrizione e modellazione della distribuzione dell'*albedo* del ghiaccio in area di ablazione (dipendente oltre che dalle proprietà del ghiaccio anche da presenza e distribuzione di detrito fine, polveri e *black carbon*);
- iii) Descrizione quantitativa dell'evoluzione di morfologie *fast-changing* come fronti glaciali, tasche di acqua e laghi sopraglaciali, coni detritici, morene mediane, rocce emergenti, etc..

Per affrontare questi tre temi i proponenti si avvarranno di nuove metodologie e tecniche di indagine da loro sviluppate e da perfezionare, completare e testare nell'ambito del progetto TEMATIC. In particolare la strategia progettuale prevede:

- a) lo sviluppo di tecniche *remote sensing* (da analisi di immagini satellitari disponibili da data base NASA e ESA e di immagini acquisite ad hoc dal DRONE di UNIMI) per la mappatura dell'albedo glaciale in area di ablazione; questa parte della ricerca verrà svolta anche in collaborazione con l'Università di Roma La Sapienza con la quale UNIMI ha stipulato apposita convenzione;
- b) lo sviluppo di metodi di indagine strumentali per la descrizione dello SWE e di modelli per la sua distribuzione per quantificare l'accumulo nevoso in aree glaciali e il suo contributo al bilancio idrico dei bacini montani;
- c) lo sviluppo di metodi di quantificazione della variazioni geometriche e morfologiche di forme glaciali fast changing basate sull'analisi di immagini da terra appositamente realizzate e sull'elaborazione di modelli 3D e loro confronto. Tale attività verrà svolta in collaborazione con l'Università di Roma La Sapienza e con l'Associazione Macromicro (rappresentata da Fabiano Ventura) con la quale UNIMI ha stipulato apposite convenzioni.

I metodi e le tecniche di indagine nei due anni di progetto verranno testati in aree glacializzate extralpine (ad esempio la Patagonia e le Ande) per valutarne applicabilità ed efficacia e successivamente applicate in aree alpine italiane. Al termine dei test si produrranno protocolli operativi e linee guida per permettere di replicare i metodi e le tecniche approntati. La validità di quanto proposto verrà dimostrata anche attraverso pubblicazioni scientifiche di settore (prodotte dai proponenti sulla base dei risultati ottenuti in laboratori e nei siti test) preferibilmente su riviste *open access*.

4) Fasi operative

Il progetto di durata biennale prevede le seguenti fasi:

Primo anno

- 1) Sintesi della letteratura scientifica disponibile a supporto delle criticità conoscitive individuate,
- 2) Identificazione delle aree di studio per le attività di sperimentazione pilota in aree extra alpine e sulle Alpi Italiane di rilevanza per verificare efficacia, applicabilità e replicabilità di metodi e tecniche proposte,
- 3) Organizzazione delle campagne di terreno,
- 4) Inizio delle attività di laboratorio per lo sviluppo della strumentazione scientifica dedicata e dei protocolli di elaborazione dati da applicare,
- 5) Test preliminari prima delle campagne acquisizione dati,
- 6) Campagne acquisizione dati.

Secondo anno

- 7) Elaborazione dati acquisiti sul campo e applicazione dei protocolli di analisi e processamento,
- 8) Elaborazione dati remote sensing e applicazione dei protocolli di analisi e processamento,
- 9) Attività di modellazione dati,
- 10) Verifica efficacia predittiva dei modelli, test e simulazioni,
- 11) Allestimento protocolli e linee guida per la condivisione di quanto sviluppato e verificato,
- 12) Divulgazione e pubblicazione dei risultati su riviste di settore (ISI).

Bibliografia citata

- Bocchiola, D., Diolaiuti, G. (2010), Evidence of climate change within the Adamello Glacier of Italy. *Theoretical and Applied Climatology*, 100(3-4), 351-369.
- Böhm, R.I., Auer, A., Brunetti, M.B., Maugeri, M., Nanni, C., Schöner, B.W. (2001). Regional temperature variability in the European Alps: 1760-1998 from homogenized instrumental time series. *International Journal of Climatology*, 21, 1779-1801, DOI:10.1002/joc.689.
- Casty, C., Wanner, H., Luterbacher, J., Esper, J., Böhm, R. (2005). Temperature and precipitation variability in the European Alps since 1500. *International Journal of Climatology*, 25, 1855-1880.
- Citterio, M., Diolaiuti, G., Smiraglia, C., D'Agata, C., Carnielli, T., Stella, G., Siletto, G.B. (2007) The

- fluctuations of Italian glaciers during the last century: a contribution to knowledge about Alpine glacier changes. *Geografiska Annaler*, 89(A3), 164-182.
- D'Agata C., and Zanutta A., 2007. Reconstruction of the recent changes of a debris-covered glacier (Brenva Glacier, Mont Blanc Massif, Italy) using indirect sources: methods, results and validation. *Global and planetary change* 56, 57-68
- Diolaiuti, G., Smiraglia, C. (2010). Changing glaciers in a changing climate: how vanishing geomorphosites have been driving deep changes on mountain landscape and environment. *Géomorphologie: relief, processus, environnement GPPE*, (2), 131-152.
- Diolaiuti, G., Maragno, D., D'Agata, C., Smiraglia, C., Bocchiola, D. (2011). A contribution to the knowledge of the last fifty years of Alpine glacier history: the 1954-2003 area and geometry changes of Dosedè Piazzis glaciers (Lombardy-Alps, Italy). *Progress in Physical Geography*, 35(2), 161-182.
- Diolaiuti, G., Bocchiola, D., D'agata, C., Smiraglia, C. (2012a). Evidence of climate change impact upon glaciers' recession within the Italian alps: the case of Lombardy glaciers. *Theoretical and Applied Climatology*, 109(3-4), 429-445.
- Diolaiuti, G., Bocchiola, D., Vagliasindi, M., D'agata, C., Smiraglia, C. (2012b). The 1975-2005 glacier changes in Aosta Valley (Italy) and the relations with climate evolution. *Progress in Physical Geography*, 36(6), 764-785.
- Dyurgerov, M.B., Meier, M.F. (2000). Twentieth century climate change: Evidence from small glaciers. *PNAS*, 97(4), 1406-1411.
- European Environment Agency, EEA (2004). *Impacts of Europe's changing climate*. Ed. 107 pp., ISBN: 92-9167-692-6.
- Hoelzle, M., Haeberli, H., Dischl, M., Peschke, W. (2003). Secular glacier mass balances derived from cumulative glacier length changes. *Global Planetary Change*, 36, 295-306.
- IPCC (2001) *Climate change 2001 the scientific basis. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, Section 4.3.11.
- IPCC (2007) *Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Synthesis Report (AR4)*. WMO-UNEP.

- Kääb, A., Paul, F., Maisch, M., Kellenberger, T., Haeberli, W. (2002) The new remote sensing derived Swiss glacier inventory: II. First results. *Annals of Glaciology*, 34, 362-66.
- Knoll, C., Kerschner, H. (2009). A glacier inventory for South Tyrol, Italy, based on airborne laser scanner data. *Journal of Glaciology*, 50, 46-52.
- Kuhn, M. (1980). Climate and glaciers, *IAHS* 131, 3-20.
- Lambrecht, A., Kuhn, M. (2007). Glacier changes in the Austrian Alps during the last three decades, derived from the new Austrian glacier inventory. *Annals of Glaciology*, 46, 177-184.
- Maisch, M. (2000). The longterm signal of climate change in the Swiss Alps. Glacier retreat since the Little Ice Age and future ice decay scenarios. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 23, 139-52.
- Paul, F., Kääb, A., Maisch, M., Kellenberger, T., Haeberli, W. (2004). Rapid disintegration of Alpine glaciers observed with satellite data. *Geophysical Research Letters*, 31, L21402.
- Paul, F., Kääb, A., Haeberli, W. (2007). Recent glacier changes in the Alps observed from satellite: Consequences for future monitoring strategies. *Global and Planetary Change*, 56(1/2), 111-122.
- Zemp, M., Kääb, A., Hoelzle, M., Haeberli, W. (2005). GIS-based modelling of the glacial sediment balance. *Zeitschrift für Geomorphologie Suppl.*, 138, 113-129.



Dettagli Controllo



CONVENZIONE testo finale DARAS-UniRoma 2 11-NOV-2015b.pdf.p7m (156267 bytes)



data e ora impostata per la verifica : 09-12-2015 15:27:50 UTC



Superata parzialmente



Dettagli certificati firmatari (N firmatari 2 - N Controfirmatari 0)



Firmatario 1 Antonio D'Andrea



Certificato credibile



Certificato Valido fino al 27-03-2016 00:00:00 UTC



Liste di revoca non controllate



QCStatement

Certificato qualificato. (O.I.D. 0.4.0.1862.1.1)

Periodo conservazione informazioni: 20 (O.I.D. 0.4.0.1862.1.3)

Dispositivo Sicuro. (O.I.D. 0.4.0.1862.1.4)



nonRepudiation



Data e ora di firma : 27-11-2015 12:02:56 UTC



Firmatario 2 NADDEO ANTONIO



Certificato credibile



Certificato Valido fino al 03-06-2017 09:21:37 UTC



Certificato non revocato



QCStatement

Certificato qualificato. (O.I.D. 0.4.0.1862.1.1)

Periodo conservazione informazioni: 20 (O.I.D. 0.4.0.1862.1.3)

Dispositivo Sicuro. (O.I.D. 0.4.0.1862.1.4)



nonRepudiation



Data e ora di firma : 09-12-2015 15:27:50 UTC