**Caratterizzazione cinematica dei rock glaciers in Alto Adige occidentale**

INTRODUZIONE

Il riscaldamento climatico ha prodotto in ambianti di alta montagna il rapido ritiro dei ghiacciai e la degradazione del permafrost, favorendo l’instabilità dei versanti (frane e colate detritiche) e la riduzione del relativo stock idrico. In tale contesto, valutare la distribuzione spaziale del permafrost e la sua progressiva degradazione è complicato. Questo obiettivo può essere perseguito a scala valliva e/o regionale solo in modo indiretto, mediante la compilazione di inventari di rock glacier -- forme associate al creep di detrito misto a ghiaccio, ritenute universalmente quali migliori evidenze morfologiche della presenza di permafrost -- e la valutazione della loro cinematica (i.e., tasso di deformazione superficiale). La compilazione di inventari regionali viene effettuata in larga parte mediante interpretazione visiva di foto aeree e immagini satellitari. Tale procedura richiede un certo grado di preparazione ed esperienza, dunque mappe di inventari di rock glaciers tendono ad avere un elevato grado di soggettività, soprattutto per quel che concerne il grado di attività dei singoli rock glaciers. L’integrazione di un inventario regionale di rock glacier con dati cinematici di spostamento superficiale spazialmente distribuiti (i.e., DInSAR) consente di minimizzare il grado di soggettività nella mappatura e nella classificazione di tali forme periglaciali.

OBIETTIVI

Partendo dalla base dati contenuta in un inventario morfologico di rock glaciers completato nell’autunno 2019 per l’Alto Adige occidentale, questo progetto mira a: (1) validare il grado di attività dei rock glaciers avvalendosi di interferogrammi SAR acquisiti dalle piattaforme Sentinel-1 e Cosmo-SkyMed; (2) analizzare i controlli topografici, litologici e climatici sul grado di attività dei rock glaciers, così come caratterizzato al punto 1. Per casi studio specifici, l’analisi InSAR verrà integrata da analisi del cambiamento topografico multiteporale (i.e., DoD LiDAR e fotogrammetrici), nonché da misure empiriche dirette disponibili e da implementare. L’innovatività dell’approccio consiste nell’integrazione delle due piattaforme satellitari. Sentinel-1 è particolarmente adatta ad individuare rock glacier destabilizzati che raggiungono velocità annuali metriche. Cosmo-SkyMed consente di captare deformazioni centimetriche e millimetriche, utile dunque ad individuare forme periglaciali di transizione in lenta subsidenza per degradazione del permafrost.

PIANO DELLE ATTIVITÀ

Per il raggiungimento degli obiettivi, l’assegnista di ricerca, basato presso il gruppo di lavoro di Bologna, interagirà con i seguenti partner: (i) Ufficio Geologia e Prove Materiali della Provincia Autonoma di Bolzano (Cardano) diretto dal Dott. Volkmar Mair, per la parte concernente i dati esistenti sulla distribuzione del permafrost, la cartografia digitale geologica e della geomorfologia del Quaternario; (ii) Agenzia Spaziale Italiana, per la fornitura di acquisizioni CosmoSkyMed; (iii) Dott. Tazio Strozzi di GAMMA Remote Sensing AG in Gümligen (Svizzera), per le elaborazioni di interferometria SAR; (iv) Prof. Reynald Delaloye e il suo gruppo di lavoro presso l’Università di Friburgo, partecipando al coordinamento del gruppo di lavoro IPA (International Permafrost Association) sulla gestione di inventari di rock glaciers standardizzati. Il piano delle attività è suddiviso in quadrimestri: Q1: rassegna dei dati sul permafrost disponibili in Provincia e predisposizione del monitoraggio GNSS su casi studio specifici; Q1 e Q2: Classificazione dei rock glaciers in classi cinematiche applicando il protocollo recentemente proposto da Bertone et al. (2022); Q3 e Q4: analisi statistica dell’inventario, mirante ad individuare controlli ambientali sulla cinematica e la distribuzione spaziale dei rock glaciers in Alto Adige occidentale; stesura di un articolo scientifico.

Bertone, A, Barboux, C, Bodin, X, Bolch, T, Brardinoni, F, Caduff, R, Christiansen, H H, Darrow, M, Delaloye, R, Etzelmüller, B, Humlum, O, Lambiel, C, Lilleøren, K S, Mair, V, Pellegrinon, G, Rouyet, L, Ruiz, L, and Strozzi, T. 2022. Incorporating InSAR kinematics into rock glacier inventories: insights from eleven regions worldwide. The Cryosphere, 16, 2769-2792. <https://doi.org/10.5194/tc-16-2769-2022>.

**Kinematic and spatial characterization of rock glaciers in western South Tyrol**

Starting form a morphological rock glacier inventory compiled in 2019, this project aims to: (1) characterize rock glacier distribution and kinematics in western South Tyrol through integration of interferograms derived from Sentinel-1 and CosmoSkyMed constellations; (2) analyze climatic, lithologic and topographic controls on rock glacier’s spatial distribution and kinematics, as characterized at point 1. For selected case studies, InSAR-based findings will be integrated by multitemporal analysis of topographic change (i.e., DoD on LiDAR e photogrammetric DTMs) and Digital Image Correlation, as well as by existing direct measurements on permafrost occurrence, including a GNSS network of control points to be implemented.

Kinematic characterization will follow the specifics outlined in Bertone et al. (2022). The project is innovative in that it integrates two satellite platforms: (1) Sentinel-1, particularly suited for characterizing destabilized rock glaciers, which may display up to metric rates of annual downslope deformation; and (2) Cosmo-SkyMed, which allows detecting mm- to cm-scale deformations, and as such useful for characterizing transitional rock glaciers undergoing slow subsidence associated with permafrost degradation. The project will last for a minimum of 24 months, and therefore the present 12-month contract will be renewed upon evaluation, for a minimum of additional 12 months. During this period, the postdoctoral fellow will actively take part to the coordination of the IPA Working Group on rock glacier inventories and kinematics (RGIK).

To pursue the foregoing objectives the postdoctoral fellow will interact with:

(i) The Geological Survey of the Autonomous Province of Bozen, coordinated by Dr. Volkmar Mair, for parts related to available permafrost data, and digital cartographic data on bedrock geology and Quaternary surficial materials;

(ii) Italian Space Agency, for access to CosmoSkyMed data;

(iii) Dr. Tazio Strozzi of GAMMA Remote Sensing AG in Gümligen (CH), for analysis of SAR interferometry;

(iv) Prof. Reynald Delaloye and his team at the University of Fribourg, for RGIK coordination of the international Working Group, as well as consistent compilation and characterization of rock glacier inventories across diverse regions of the European Alps.

Bertone, A, Barboux, C, Bodin, X, Bolch, T, Brardinoni, F, Caduff, R, Christiansen, H H, Darrow, M, Delaloye, R, Etzelmüller, B, Humlum, O, Lambiel, C, Lilleøren, K S, Mair, V, Pellegrinon, G, Rouyet, L, Ruiz, L, and Strozzi, T. 2022. Incorporating InSAR kinematics into rock glacier inventories: insights from eleven regions worldwide. The Cryosphere, 16, 2769-2792. <https://doi.org/10.5194/tc-16-2769-2022>.