



LUCA CARTURAN ^{1,2*} & NORMAN GASPERINI ²

GEOMORPHIC IMPRINT OF A SMALL GLACIER AND ITS RAPID VANISHING DURING 20th CENTURY: THE MARMOTTE GLACIER (ORTLES-CEVEDALE, ITALY)

ABSTRACT: CARTURAN L. & GASPERINI N., *Geomorphic imprint of a small glacier and its rapid vanishing during 20th century: the Marmotte Glacier (Ortles-Cevedale, Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 2021).

This work presents a glaciological and geomorphological study carried out on an area of three square kilometers in the southern part of the Ortles-Cevedale Group. In this area, at the head of the Val di Peio (Province of Trento), a small glacier existed until the first half of the 20th century, named Marmotte Glacier. This study was aimed at defining the maximum extent of the glacier during the Little Ice Age (LIA), reconstructing its fluctuations in the last century, and providing a geomorphological context through the compilation of a detailed geomorphological map, at the scale of 1:2500.

A geomorphological survey was performed in the field, combining different survey techniques for establishing the transport history of glacial sediments and the relative age since deglaciation of rock surfaces. Historical glacier fluctuations have been reconstructed analysing historical sources, in particular old photos (aerial and oblique terrestrial photos) and glaciological observations started in the 1920s.

During the LIA, the glacier extent was 0.33 km², but already in the 1940s it was 40% smaller, and quickly became a glacieret by the end of the 1950s. In the following decades, the ice body went through a rapid fragmentation and completely vanished in the early 2000s. These results point to a high climatic sensitivity and high vulnerability for this small glacier, whose reconstructed equilibrium line altitude (ELA) matches very well with ELAs reconstructed for neighbouring glaciers in the LIA. This study provides evidence for significant marginal glaciation (i.e. the existence of very small glaciers and glacierets) during the LIA, in areas where geomorphological evidence is poorly expressed or even absent.

KEY WORDS: Very small glaciers, Glacial geomorphology, Glacier fluctuations, Little Ice Age, Italian Alps.

¹ Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, Università degli Studi di Padova, Legnaro (Padova), Italy.

² Department of Geosciences, Università degli Studi di Padova, Padova, Italy.

* Corresponding author: L. Carturan (luca.carturan@unipd.it)

We would like to acknowledge the HydroLab (Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali - Università di Udine) for the orthorectification of aerial photos. We thank Roberto Seppi for suggestions while compiling the geomorphological map. We also thank Carlo Baroni, Alberto Carton and an anonymous referee for their contribution in improving the original version of the manuscript and geomorphological map.

RIASSUNTO: CARTURAN L. & GASPERINI N., *Evidenze geomorfologiche di un piccolo ghiacciaio e della sua rapida scomparsa nel corso del XX secolo: il Ghiacciaio delle Marmotte (Ortles-Cevedale, Italia)*. (IT ISSN 0391-9838, 2021).

Questo lavoro presenta uno studio glaciologico e geomorfologico eseguito su un'area di tre chilometri quadrati del settore meridionale del gruppo Ortles-Cevedale. In quest'area, alla testata della Val di Peio (Provincia di Trento) esisteva un piccolo ghiacciaio, estinto nella seconda metà del ventesimo secolo, denominato Ghiacciaio delle Marmotte. Questo studio ha avuto come obiettivi la ricostruzione della massima estensione del ghiacciaio durante la Piccola Età Glaciale (PEG), la ricostruzione delle sue variazioni nell'ultimo secolo, e la caratterizzazione del contesto geomorfologico tramite la realizzazione di una carta geomorfologica alla scala 1:2500.

È stato eseguito un rilevamento geomorfologico sul terreno, combinando diverse tecniche di studio finalizzate alla ricostruzione dei processi che hanno trasportato e messo in posto i depositi glaciali e alla determinazione dell'età relativa di deglaciazione delle superfici rocciose. Le variazioni storiche del ghiacciaio sono state ricostruite analizzando le fonti storiche disponibili, in particolare foto storiche (aeree e terrestri) e osservazioni glaciologiche a partire dagli anni '20 del secolo scorso.

Durante la PEG il ghiacciaio raggiungeva una superficie di 0,33 km², ma già negli anni 40 del '900 si era ridotto del 40% ed è rapidamente divenuto un glacionevato entro la fine degli anni '50. Nei decenni successivi il corpo glaciale residuo si è frammentato in più unità e si è estinto completamente all'inizio degli anni 2000. Questi risultati suggeriscono un'elevata sensibilità climatica e vulnerabilità per questo ghiacciaio, la cui linea di equilibrio (ELA) corrisponde molto bene con la ELA ricostruita recentemente per i ghiacciai vicini durante la PEG. Questo studio fornisce prove a supporto dell'esistenza di una significativa copertura glaciale marginale durante la PEG, costituita da piccoli ghiacciai e glacionevati, in aree dove le evidenze geomorfologiche sono assenti o scarsamente evidenti.

TERMINI CHIAVE: Piccoli ghiacciai, Geomorfologia glaciale, Variazioni glaciali, Piccola Età Glaciale, Alpi Italiane.

INTRODUCTION

Glacier inventories compiled around the world show that 'very small glaciers', smaller than 0.5 km² (Fischer & alii, 2014), largely prevail in number and represent a