

Proyecto científico Última Patagonia 2021

Tanguy Racine

Innsbruck Universität

tanguy.racine@student.uibk.ac.at

Control de la dinámica de fluencia de un glaciar marítimo por medio de levantamientos fotogramétricos y topográficos de los molinos localizados

Introducción:

Los glaciares marítimos de Campos de Hielo Sur (Hielo Patagónico Sur) son alimentados abundantemente por una precipitación orográfica de fuerte tendencia oeste (Casassa et al., 2002). Sin embargo, la mayor parte están en retroceso desde el final de la Pequeña Edad de Hielo (Aniya et al., 1997). Su régimen es importante a consecuencia de una considerable ablación estimada en 20 Gt.a^{-1} a bajas altitudes (Willis et al., 2012), lo que se traduce en un flujo glaciar de medio a elevado variando de varios metros a algunas decenas de metros al día (Maas et al., 2013). Estos valores exceden -a priori- la resolución mínima de la fotogrametría por dron, así como la de la topografía espeleológica ordinaria.

Actualmente, los levantamientos topográficos por fotogrametría son una técnica bien establecida entre la comunidad de geociencias (Westoby et al., 2012) y, en particular, de las ciencias criosféricas con los avances recientes de Rosnell and Honkavaara (2012) y Gindraux et al. (2017). Las ventajas de la fotogrametría son, entre otras, la relativa portabilidad y relativamente bajo costo del material. La toma reiterada de fotos con una amplia zona de cabalgamiento permite elaborar una nube de puntos densa mediante algoritmos de “Structure-from-Motion” (Westoby et al., 2012).

Prueba de concepto, las dinámicas de calving son cuantificadas por Ryan et al. (2015) gracias a modelo fotogramétricos en el glaciar de Store (noroeste de Groenlandia). En la misma región, Juvet et al. (2018) consiguen detectar un periodo de neta aceleración del flujo glaciar mediante los levantamientos semicotidianos. Más recientemente, Chudley et al. (2019) documentan por fotogrametría el término de un glaciar de la misma zona y observan, en otros, la formación de un sistema de grietas en la parte superior del bloque, su ensanchamiento progresivo hasta la liberación completa del bloque de hielo.

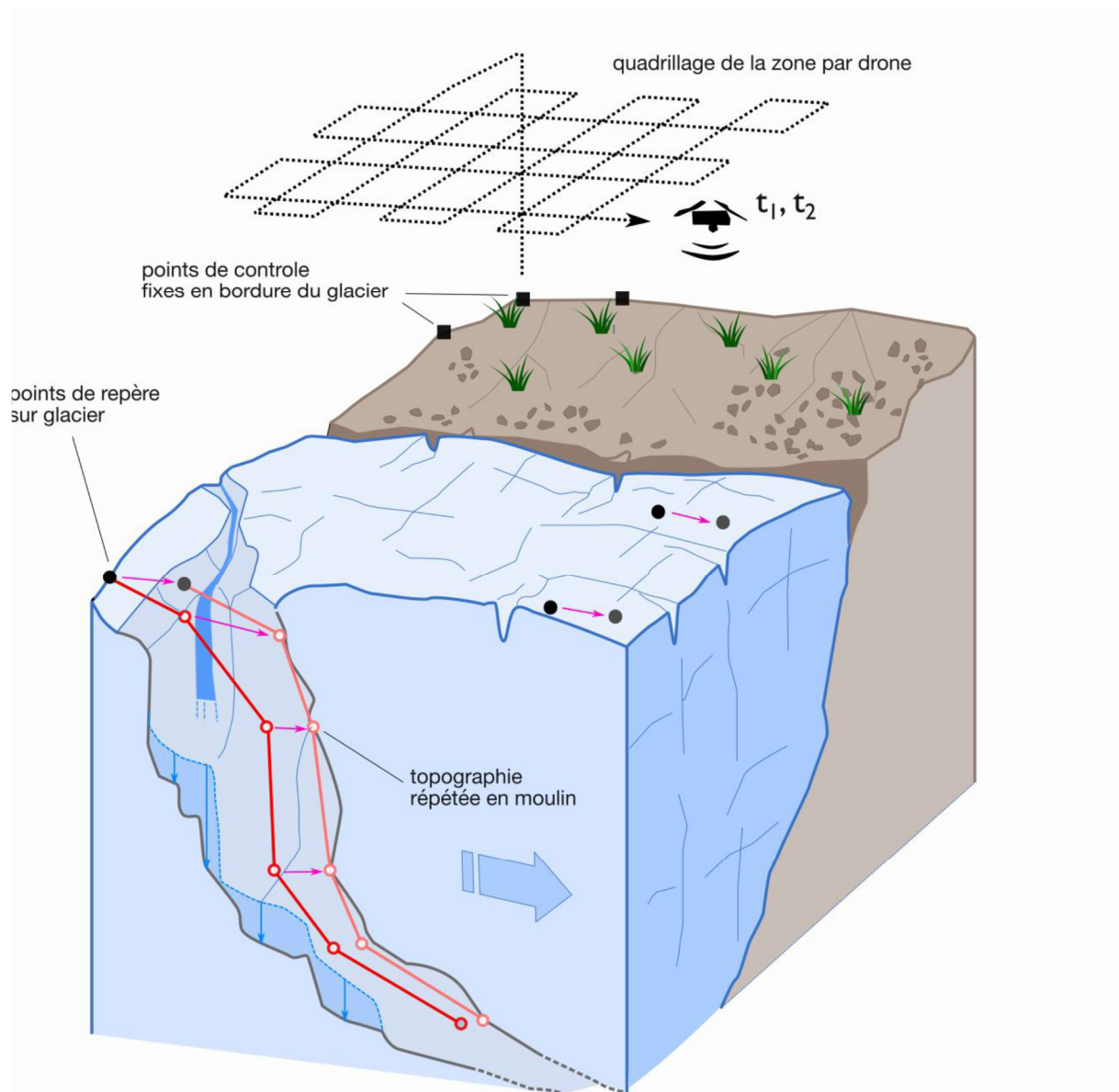


Figura 1: Sección sistemática dentro de un molino tipo con una visión general del aparataje fotogramétrico y topográfico.

Objetivos:

En este proyecto se trata de documentar la topografía dinámica de un glaciar marítimo gracias a levantamientos fotogramétricos reiterados, el análisis de trayectorias de partículas que permitan, entre otros, producir un campo vectorial de velocidad en la superficie del glaciar. En zona de molinos, la topografía reiterada de una cavidad tipo también ofrece una componente vertical complementaria.

Métodos:

En terreno, las tomas de miras se analizarán parcialmente con el software *Agisoft PhotoScan* y las nubes de puntos y redes de malla TIN preliminares resultantes permitirán identificar zonas clave para la repetición de levantamientos topográficos. Los puntos de control se ubicarán en la margen del glaciar en tierra firme, con el objetivo de orientar y geolocalizar los modelos fotogramétricos. Se

establecerán otros puntos sobre el glaciar y se geolocalizarán en paralelo con cada vuelo gracias a una unidad GPS, puesta a disposición por el *Quaternary Research Group* de Innsbruck (Austria), así como el dron (del tipo DJI Mavic 2 Pro) y el computador de terreno (modelo Alienware 15 R2, 16GB de RAM) en el que se analizarán las nubes de puntos preliminares y las ortofotos. El análisis de las nubes de puntos y las ortofotos se realizará en un lugar de trabajo específico en la universidad de Innsbruck (Austria).

La topografía de cavidades tipo se efectuará con un disto-láser X2 (Heeb, 2016) y, luego, se acompañarán, de ser posible, de un levantamiento fotogramétrico de la cavidad en sí. Los puntos de referencia en los molinos deberán fijarse en las paredes de hielo, en altura y fuera de la zona rociada, con el objetivo de resolver las componentes de fluencia y de incisión. Con el fin de garantizar que los puntos de referencia se mantengan en su sitio, se prevé realizar un agujero con un tornillo de hielo y, luego, insertar una impresión en 3D del mismo diámetro que el tornillo, pero sin metal. Con ello se consigue que cada estación instalada sea localizable durante las sucesivas visitas y desmontada al final de la operación.

Referencias:

- Aniya, M., Sato, H., Naruse, R., Skvarca, P., and Casassa, G. (1997). Recent Glacier Variations in the Southern Patagonia Icefield, South America. *Arctic and Alpine Research*, 29(1):1–12.
- Casassa, G., Rivera, A., Aniya, M., and Naruse, R. (2002). Current knowledge of the southern patagonia icefield. In Casassa, G., Sepúlveda, F., and Sinclair, R., editors, *The Patagonian Icefields.*, Centro de Estudios Científicos. Springer, Boston, MA.
- Chudley, T. R., Christoffersen, P., Doyle, S. H., Abellan, A., and Snooke, N. (2019). High-accuracy uav photogrammetry of ice sheet dynamics with no ground control. *The Cryosphere*, 13(3):955–968.
- Gindraux, S., Boesch, R., and Farinotti, D. (2017). Accuracy assessment of digital surface models from unmanned aerial vehicles' imagery on glaciers. *Remote Sensing*, 9(2).
- Heeb (2016). Paperless cave surveying.
- Jouvet, G., Weidmann, Y., Kneib, M., Detert, M., Seguinot, J., Sakakibara, D., and Sugiyama, S. (2018). Short-lived ice speed-up and plume water flow captured by a VTOL UAV give insights into subglacial hydrological system of Bowdoin Glacier. *Remote Sensing of Environment*, 217:389 – 399.
- Maas, H.-G., Casassa, G., Schneider, D., Schwalbe, E., and Wendt, A. (2013). Photogrammetric Techniques for the Determination of Spatio-temporal Velocity Fields at Glaciar San Rafael, Chile. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 79(3):299–306.
- Rosnell, T. and Honkavaara, E. (2012). Point Cloud generation from aerial image data acquired by a quadcopter type micro unmanned aerial vehicle and a digital still camera. *Sensors (Basel)*, 12(1):453–480.
- Ryan, J. C., Hubbard, A. L., Box, J. E., Todd, J., Christoffersen, P., Carr, J. R., Holt, T. O., and Snooke, N. (2015). Uav photogrammetry and structure from motion to assess calving dynamics at store glacier, a large outlet draining the greenland ice sheet. *The Cryosphere*, 9(1):1–11.

Westoby, M., Brasington, J., Glasser, N., Hambrey, M., and Reynolds, J. (2012). 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179:300 – 314.

Willis, M. J., Melkonian, A. K., Pritchard, M. E., and Rivera, A. (2012). Ice loss from the Southern Patagonian Ice Field, South America, between 2000 and 2012. *Geophysical Research Letters*, 39(17).
Petz, Wolfgang. 1997. «Ecology of the Active Soil Microfauna (Protozoa, Metazoa) of Wilkes Land, East Antarctica». *Polar Biology* 18 (1): 33-44. <https://doi.org/10.1007/s003000050156>.

Shmakova, Lyubov, Natalya Bondarenko, et Alexey Smirnov. 2016. «Viable Species of *Flamella* (Amoebozoa: Variosea) Isolated from Ancient Arctic Permafrost Sediments». *Protist* 167 (1): 13-30. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2015.11.001>.

Staay, Seung Yeo Moon-van der, Rupert De Wachter, et Daniel Vaultot. 2001. «Oceanic 18S rDNA Sequences from Picoplankton Reveal Unsuspected Eukaryotic Diversity». *Nature* 409 (6820): 607-10. <https://doi.org/10.1038/35054541>.

Stefan, Geisen, Bandow Cornelia, Römbke Jörg, et Bonkowski Michael. 2014. «Soil Water Availability Strongly Alters the Community Composition of Soil Protists». *Pedobiologia* 57 (4): 205-13. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2014.10.001>.

Swindles, Graeme T., Matthew J. Amesbury, T. Edward Turner, Jonathan L. Carrivick, Clare Woulds, Cassandra Raby, Donal Mullan, et al. 2015. «Evaluating the use of testate amoebae for palaeohydrological reconstruction in permafrost peatlands». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 424 (avril): 111-22. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.02.004>.

Vargas, Colomban de, Stéphane Audic, Nicolas Henry, Johan Decelle, Frédéric Mahé, Ramiro Logares, Enrique Lara, et al. 2015. «Eukaryotic Plankton Diversity in the Sunlit Ocean». *Science* 348 (6237): 1261605. <https://doi.org/10.1126/science.1261605>.