

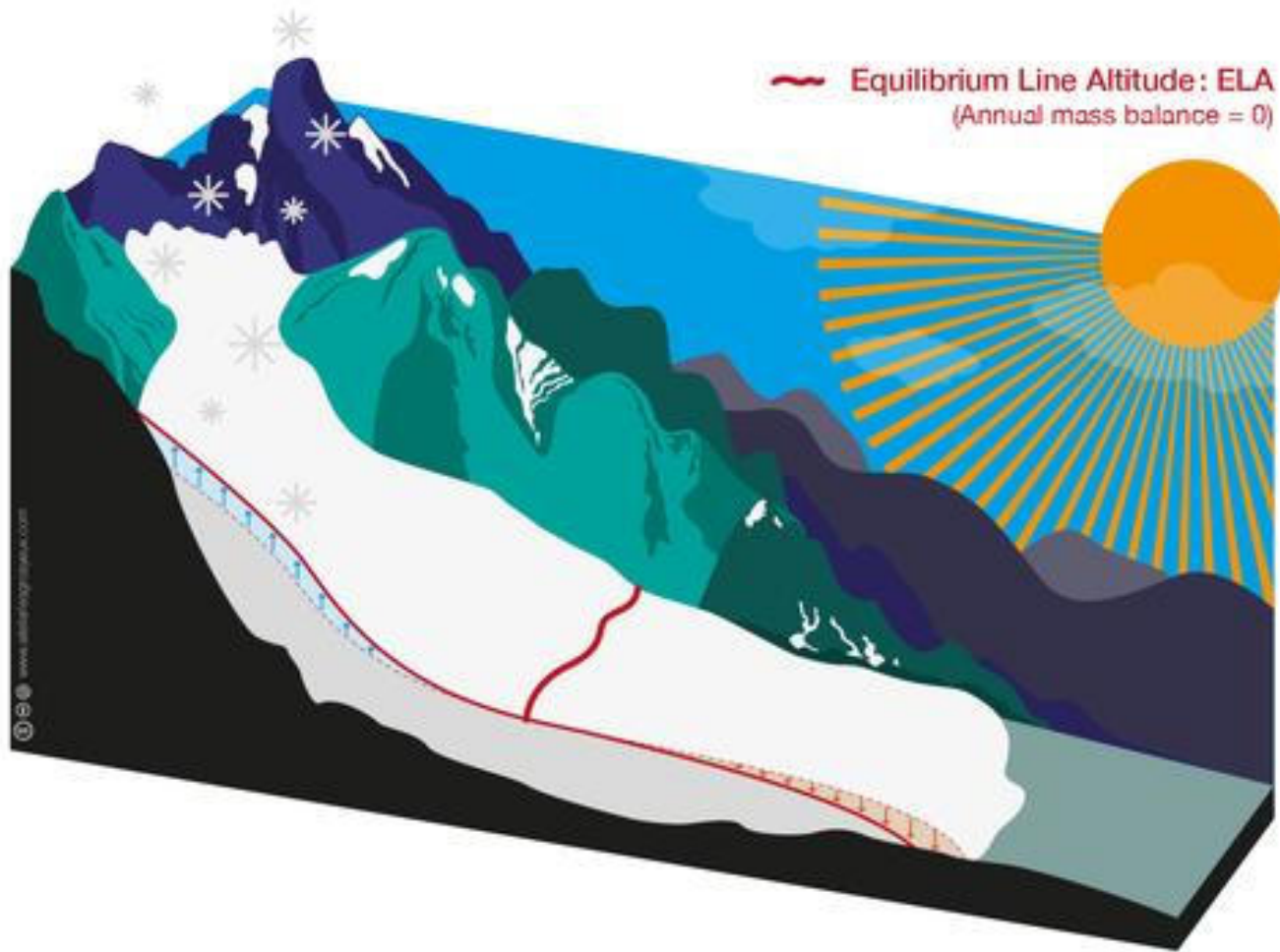
Monitorización de los glaciares pirenaicos



Nacho López 2007

Qué es un glaciar

Un glaciar es una acumulación de hielo, nieve, rocas, sedimentos y con frecuencia agua líquida que posee movimiento ladera abajo bajo la influencia de su crecimiento en cabecera, peso y gravedad.













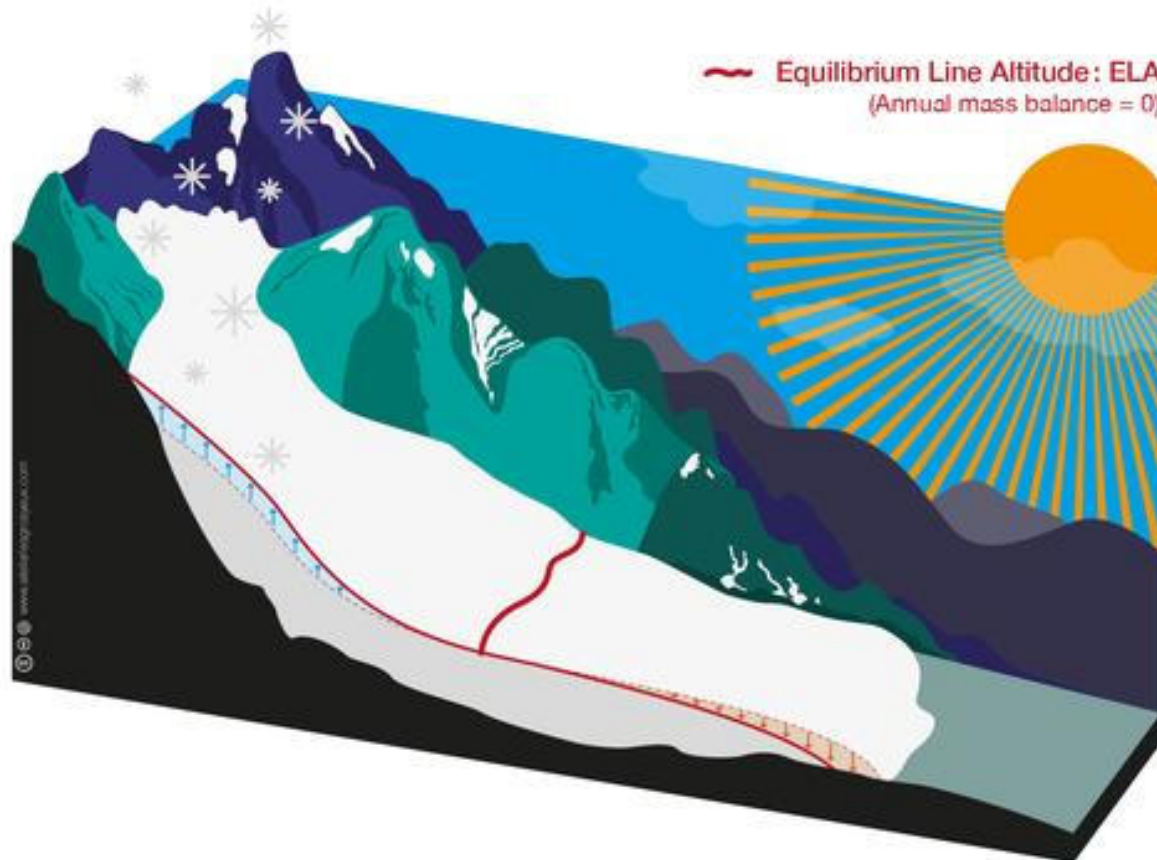


Qué es un glaciar

Un glaciar es una acumulación de hielo, nieve, rocas, sedimentos y con frecuencia agua líquida que posee movimiento ladera abajo bajo la influencia de su peso y gravedad.

Para que existan, las temperaturas deben permitir que la nieve acumulada en el invierno anterior no funda totalmente y se convierta en hielo

USGS



Incremento térmico



Reference data: ©ESRI

Observed trends in annual temperature from 1960 to 2019

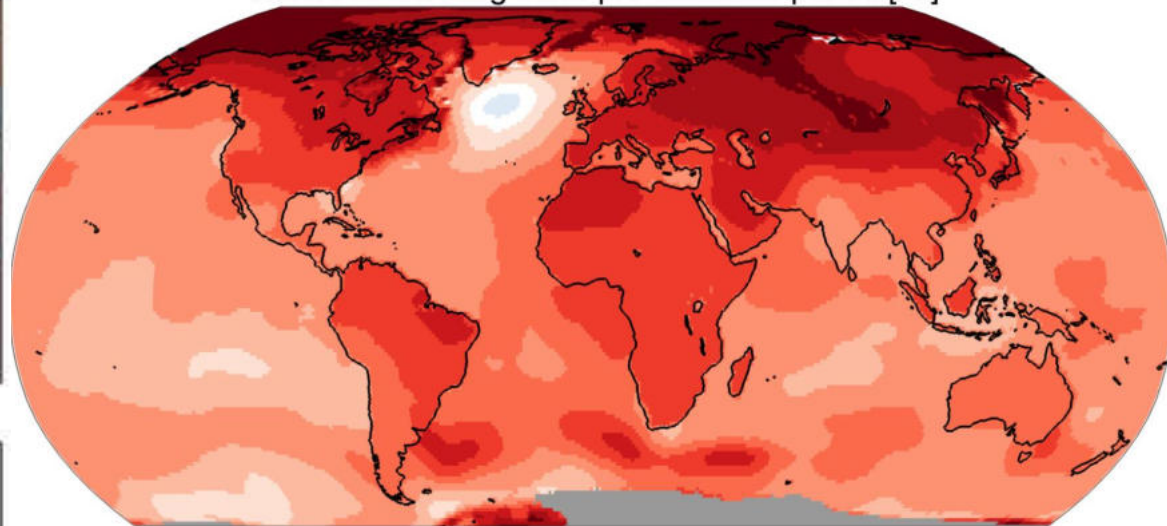
°C/decade



0-0.05
0.05-0.1
0.1-0.15
0.15-0.2
0.2-0.25
0.25-0.3
0.3-0.35
0.35-0.4
0.4-0.45
0.45-0.5
>0.5

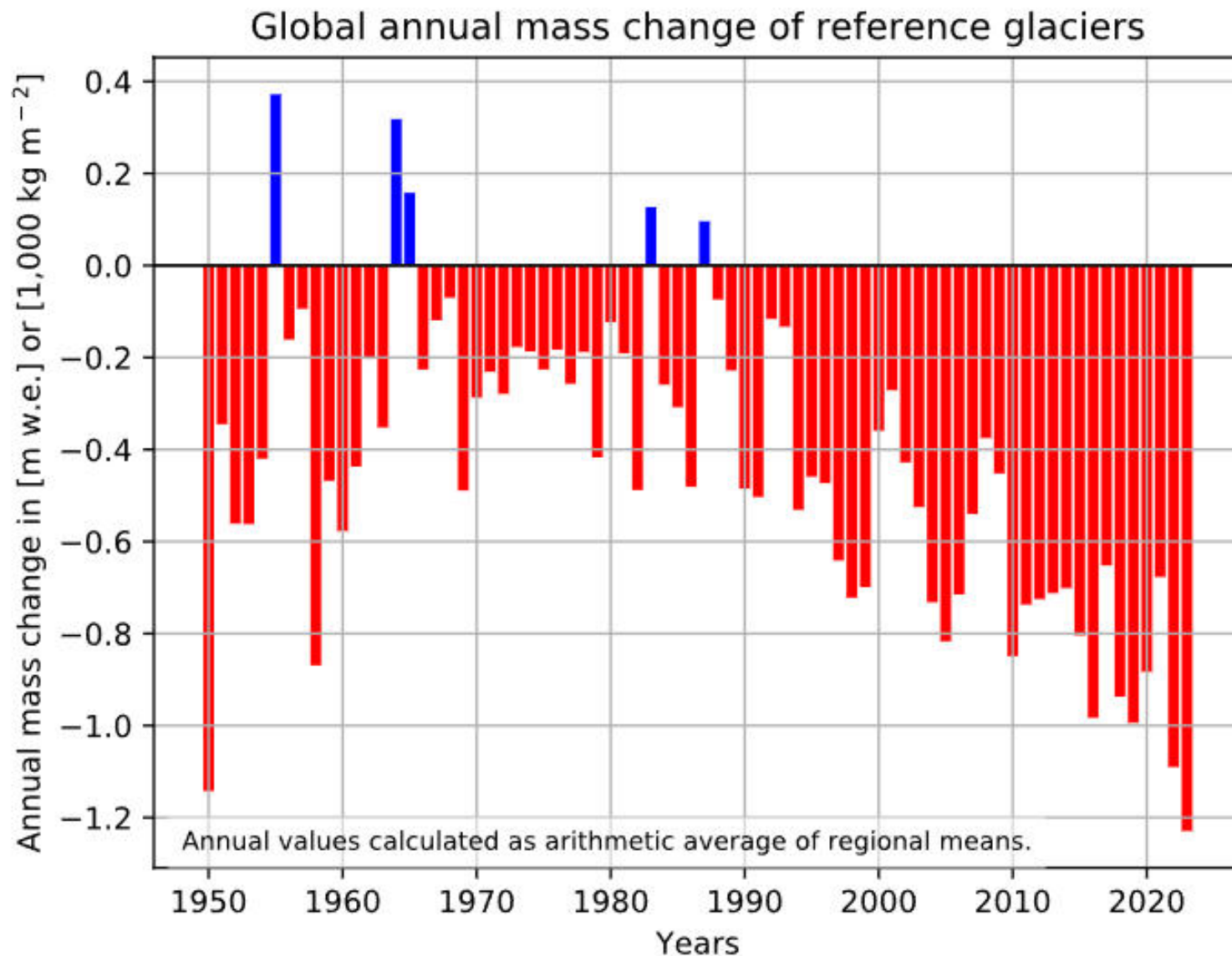
□ No data □ Outside coverage

Observed warming since pre-industrial period [°C]



Evolución del balance de masa de los glaciares de montaña del mundo

World Glacier Monitoring



Los Pirineos



Desde la PEH (aprox. 1850) la temperatura de los Pirineos ha aumentado aproximadamente 2°C

No ha habido cambios significativos en la precipitación



Ha disminuido la fracción de precipitación en forma de nieve

Se ha observado un inicio de la temporada de nieve más tardío, y un final más temprano. En los glaciares significa menor protección del hielo y un descenso del albedo más temprano, lo que incrementa su fusión.



Glaciares del Pirineo

Durante la PEH muchas montañas del sur de Europa ($>43^{\circ}\text{N}$) desarrollaron glaciares, por debajo de 41°N han desaparecido, y a día de hoy ningún glaciar fuera de los Pirineos (Apeninos y Alpes Marítimos, Bulgaria, Albania Montenegro y Eslovenia) supera las 5 ha de superficie.



Hughes 2018

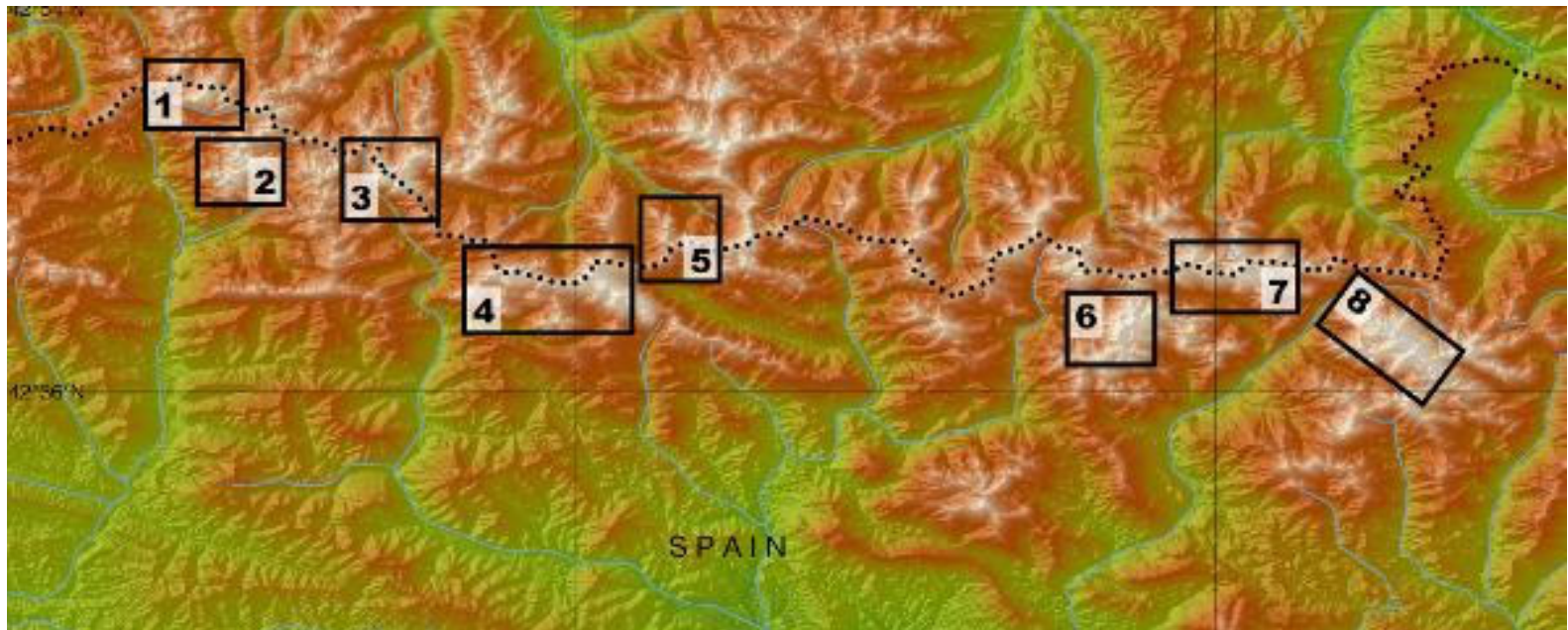
Glaciares del Pirineo

1850: 52 glaciares, 2060 hectáreas

1984: 39 glaciares, 810 hectáreas

2020: 24 glaciares, 297 hectáreas

2024: 14 glaciares, 156 hectáreas



Glaciares del Pirineo

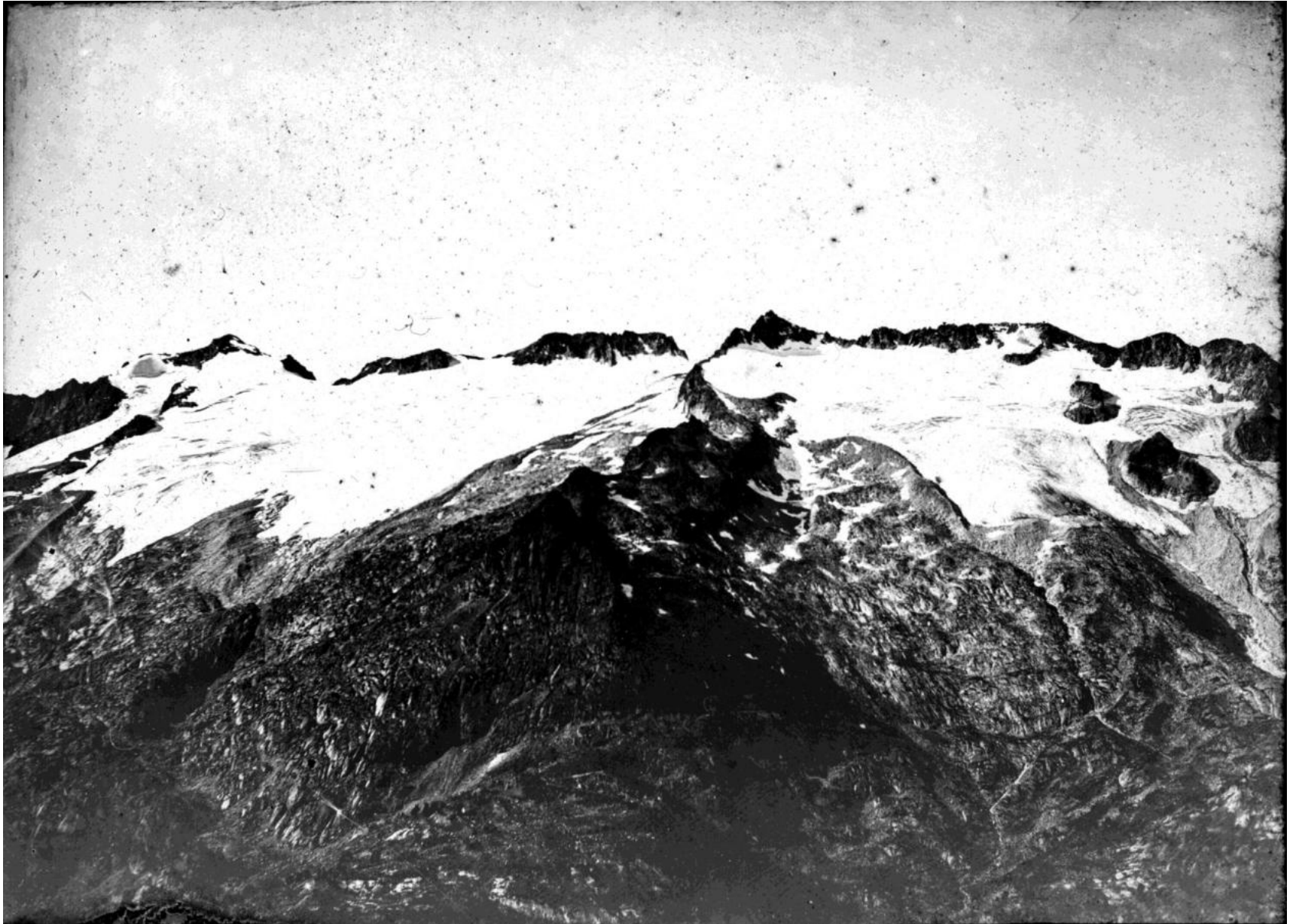
Glaciar de Aneto 1894-2010



*Pierre René (2013).
Glaciers des Pyrénées: le
rechauffement climatique en
images. Ed. Cairn*

Glaciares del Pirineo

Glaciar de Aneto 1874

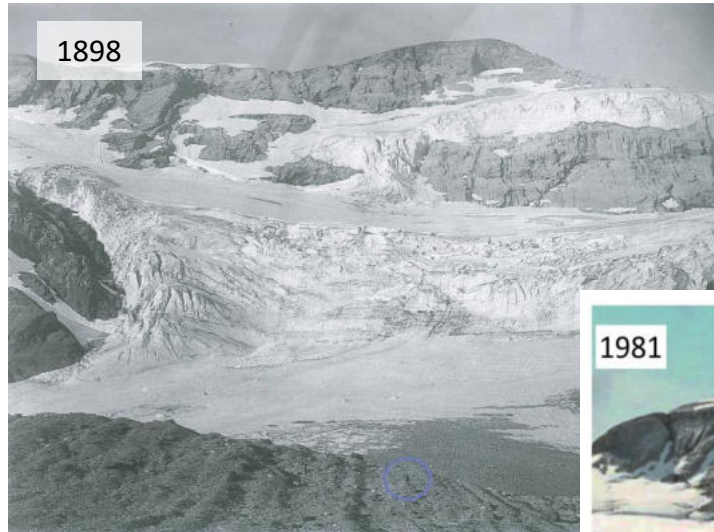


Glaciares del Pirineo

Glaciar de Aneto 2022



Glaciares del Pirineo



Lucien Briet



J.M. García-Ruiz



J.I. López-Moreno

¿Qué implica su desaparición?

- Pérdida de patrimonio paisajístico
- Indicador regional de cambio climático
- Desaparición de un archivo ambiental

- Anticipo de lo que va a suceder en otras montañas de Europa
- Respuesta muy compleja al clima (pequeño tamaño pero elevado control topográfico)

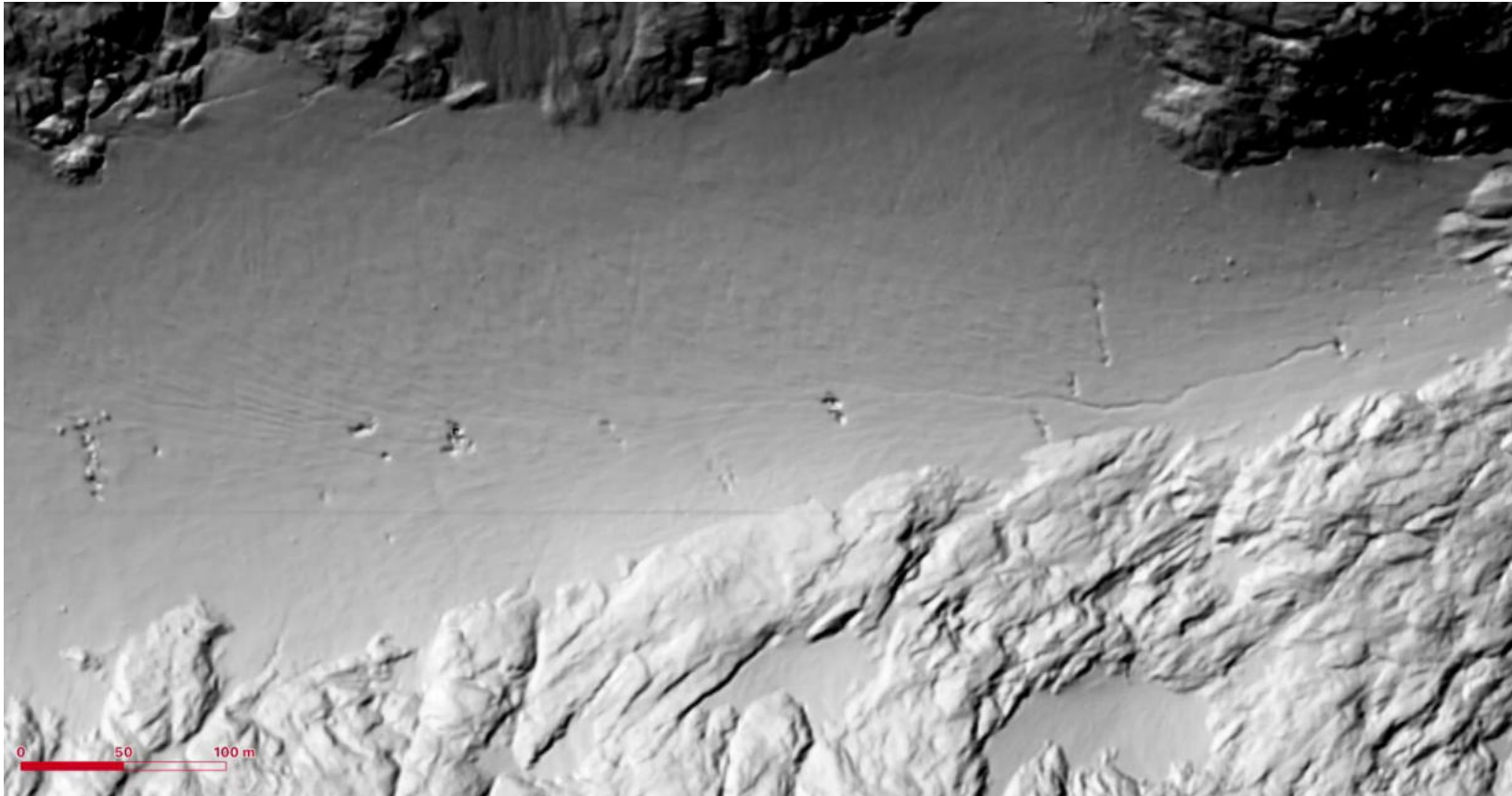
Monitorización de glaciares en el Pirineo



- 1- Saber si todavía posee movimiento**
- 2- Cuantificar cuanto hielo le queda**
- 3- Cuantificar sus cambios anuales de área y volumen**
- 4- Predecir la evolución inmediata de las masas de hielo y de los espacios recientemente deglaciados**

1- Saber si todavía posee movimiento

Observación de grietas y elementos del glaciar su evolución



Instalación de 9 estacas de ablación

- Posiciones GPS diferencial
- Movimiento hielo

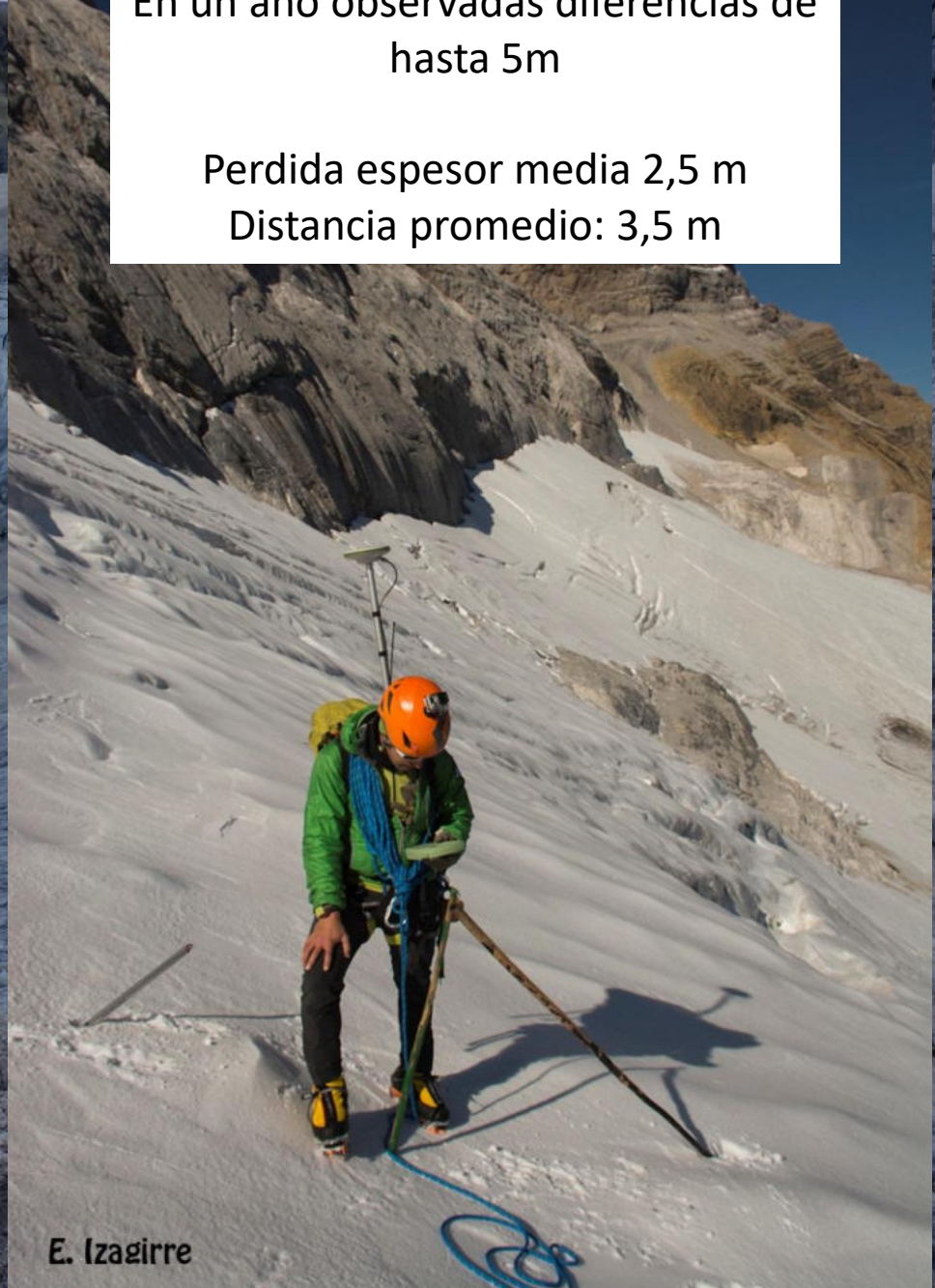
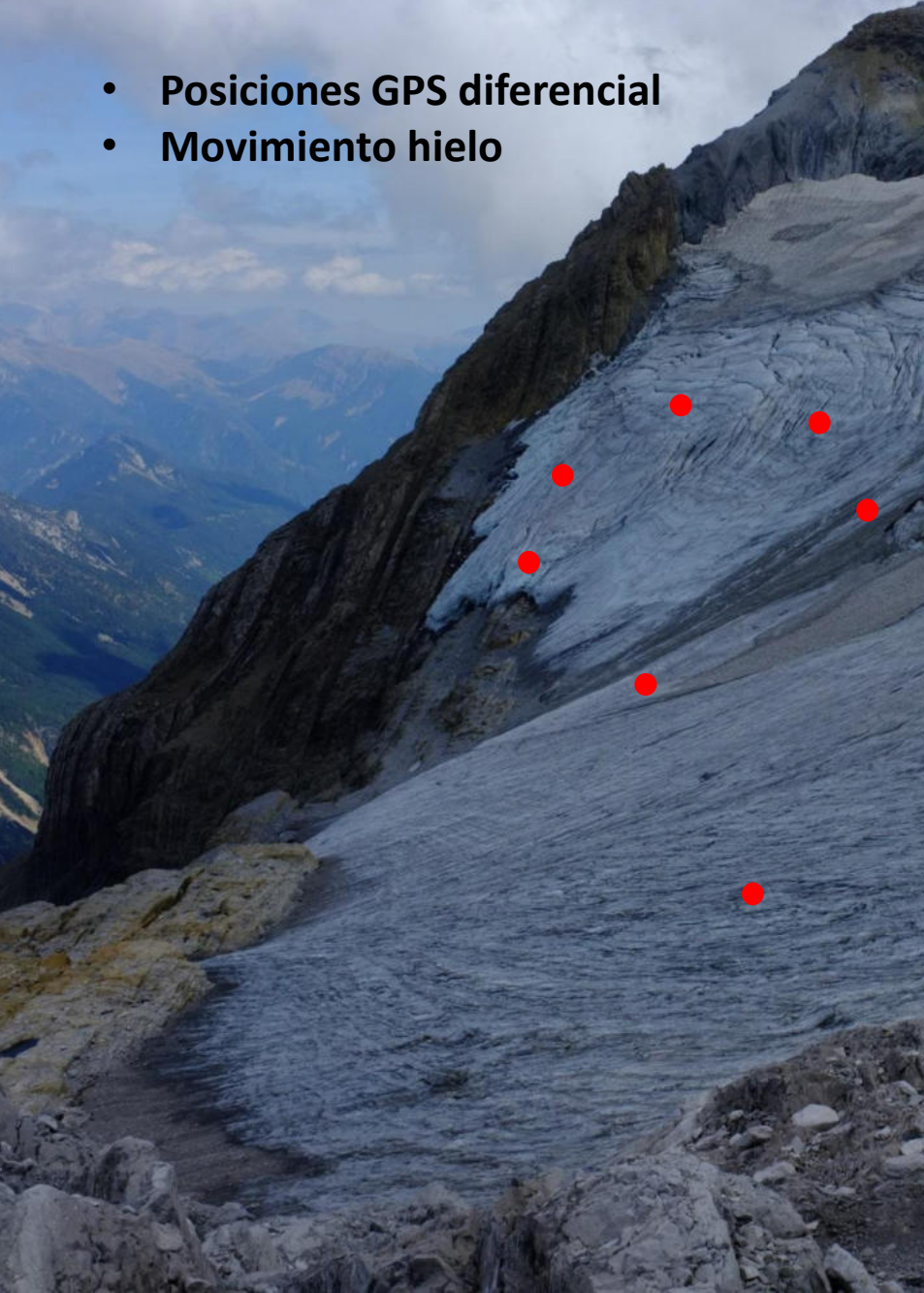


Instalación de 9 estacas de ablación

- Posiciones GPS diferencial
- Movimiento hielo

En un año observadas diferencias de hasta 5m

Perdida espesor media 2,5 m
Distancia promedio: 3,5 m

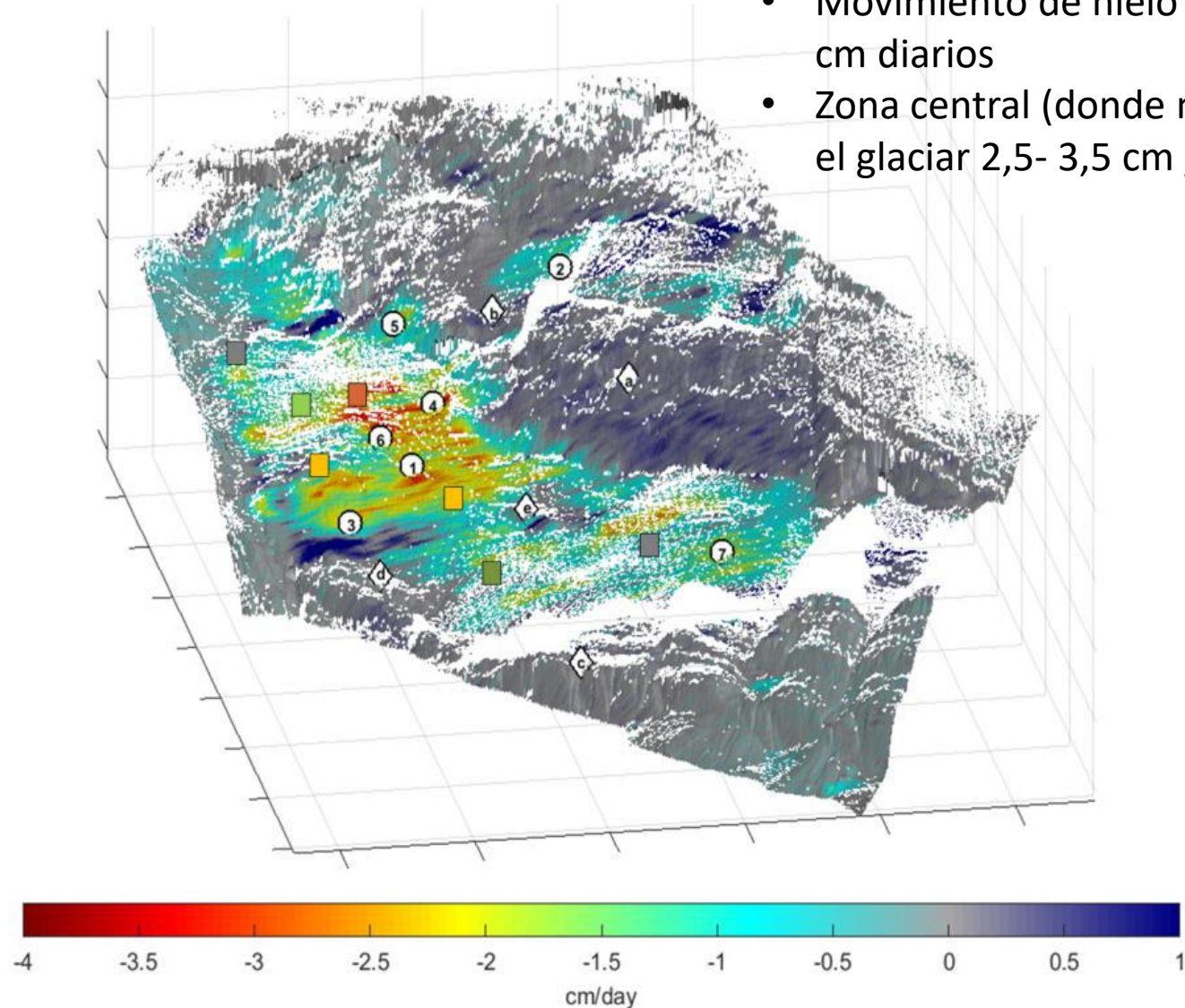


E. Izagirre

1- Saber si todavía posee movimiento

Observación GBSAR en verano 2016

- Movimiento de hielo entre 1 y 4 cm diarios
- Zona central (donde mas “fluye” el glaciar 2,5- 3,5 cm /dia)



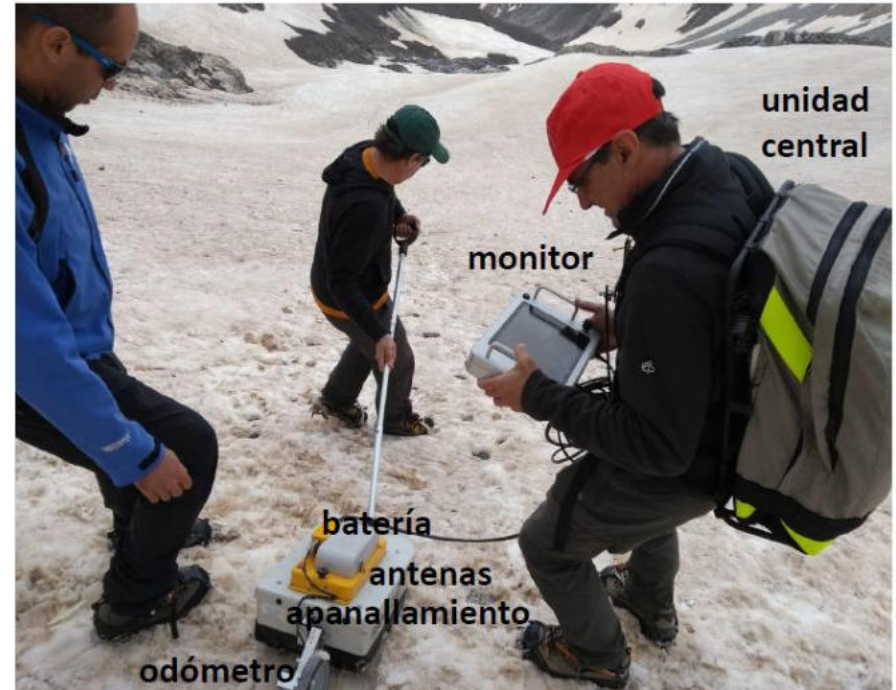
Movimiento diario del Glaciar de Monte Perdido

2- Cuantificar cuanto hielo le queda (Georadar)

Antena 200 MHz no apantallada



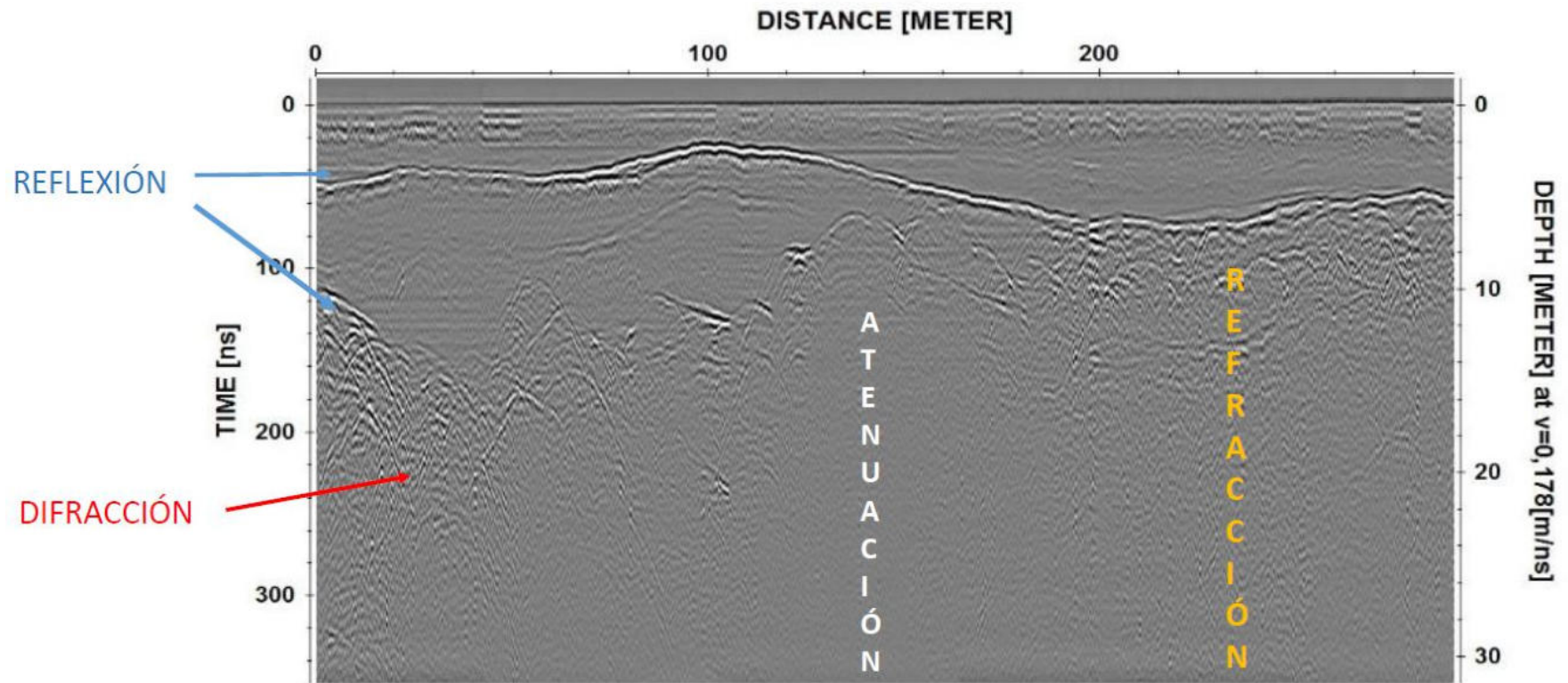
Antena 500 MHz apantallada



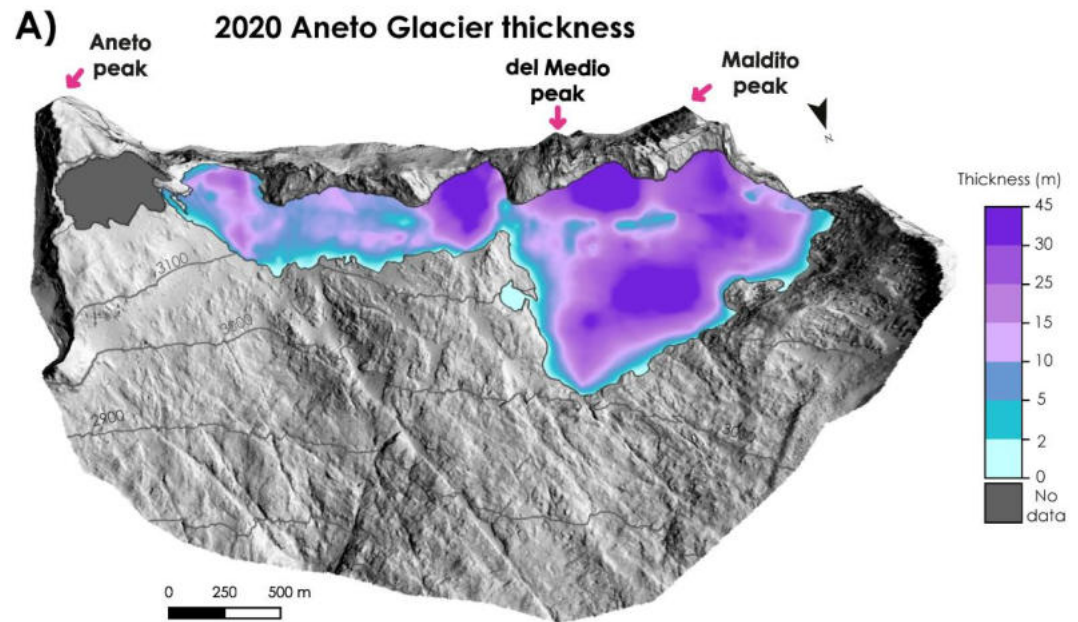
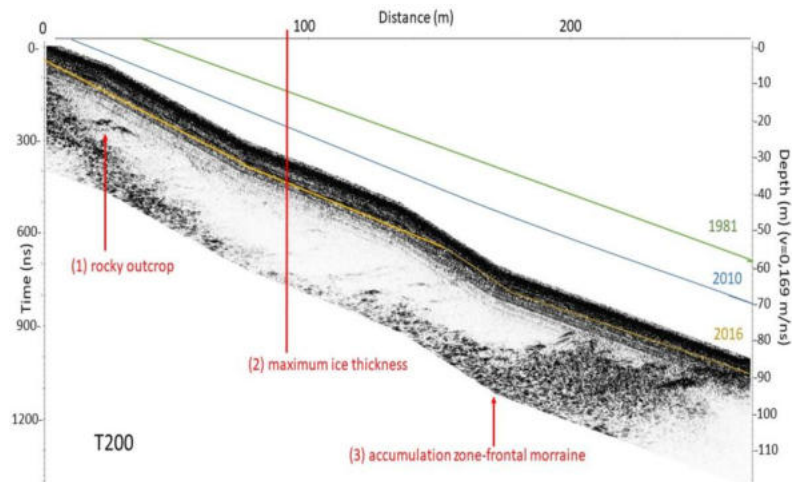
2- Cuantificar cuanto hielo le queda (Georadar)



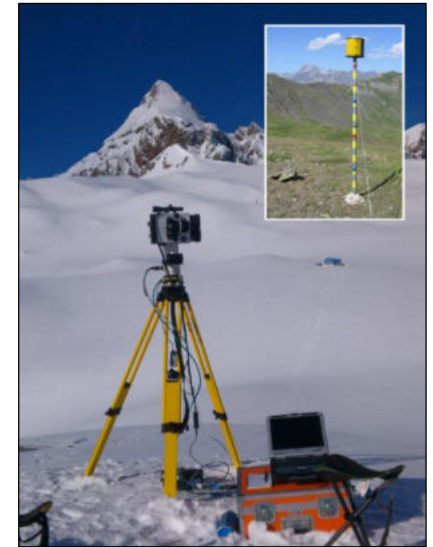
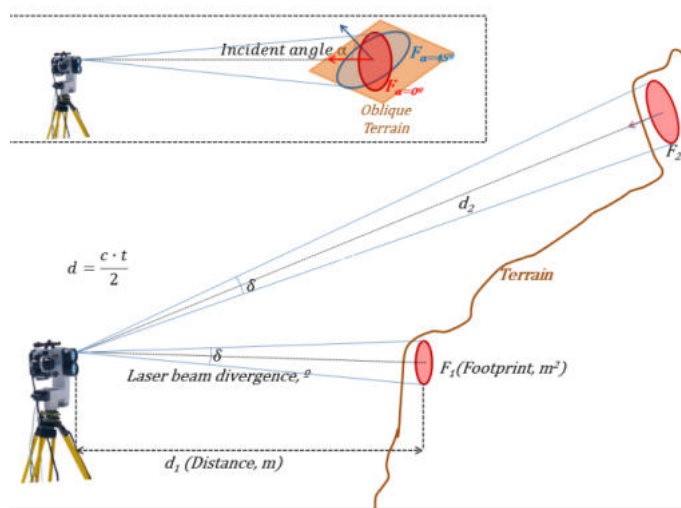
2- Cuantificar cuanto hielo le queda (Georadar)



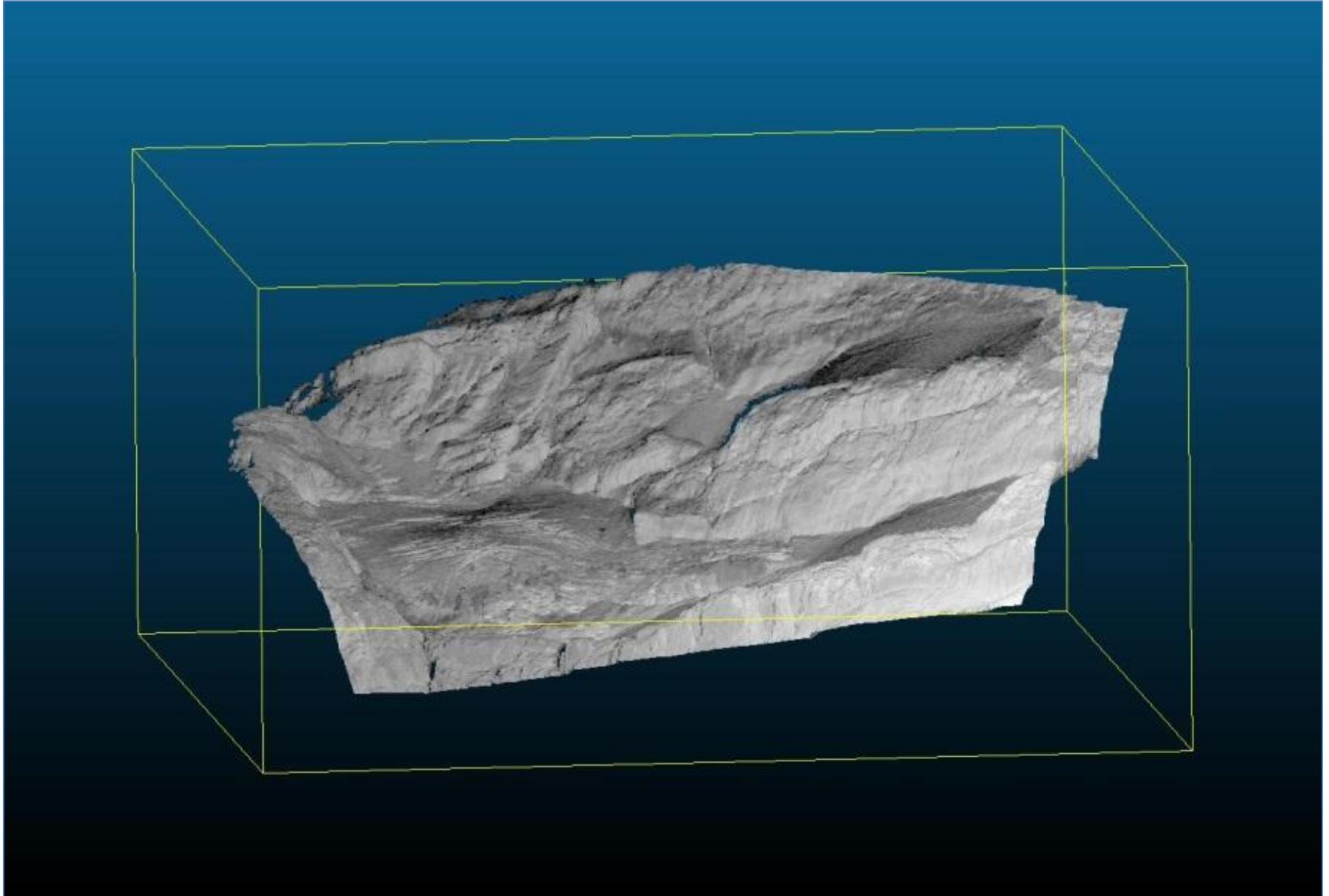
2- Cuantificar cuanto hielo le queda (Georadar)



3- Cuantificar cambios de área y volumen (láser escáner terrestre)

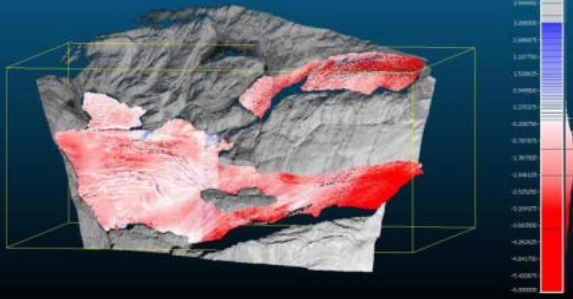


3- Cuantificar cambios de área y volumen (láser escáner terrestre)

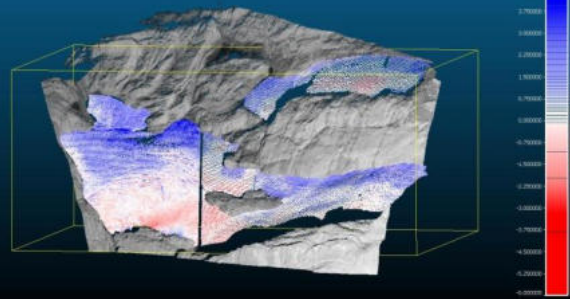


3- Cuantificar cambios de área y volumen (láser escáner terrestre)

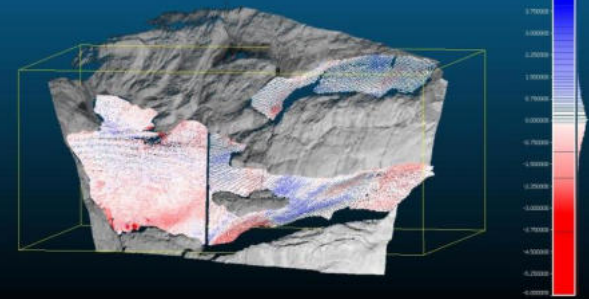
2011-12: -1.8



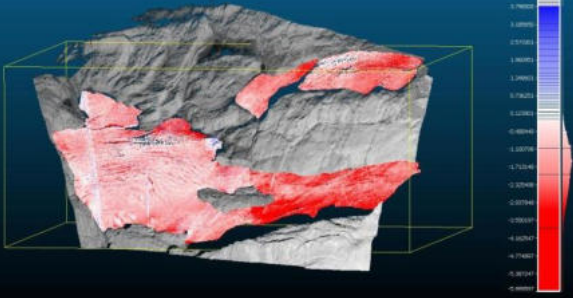
2012-13: 0.4



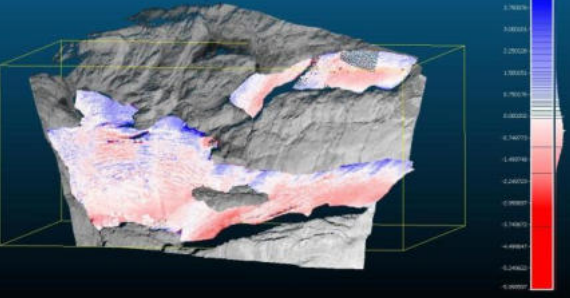
2013-14: -0.03



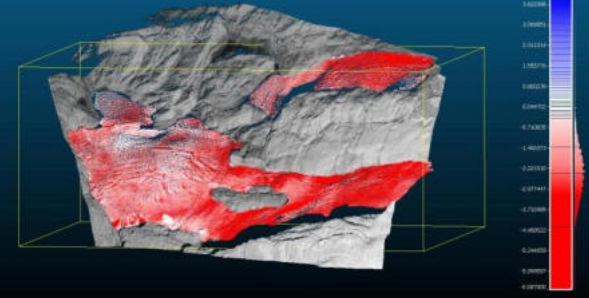
2014-15: -1.66



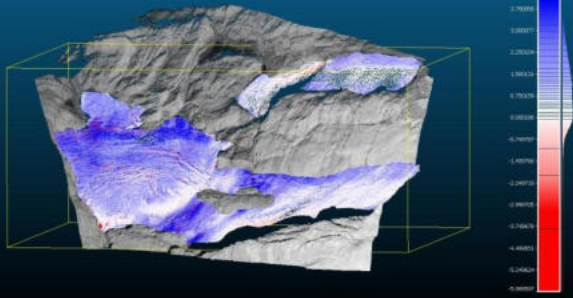
2015-16: -0.36



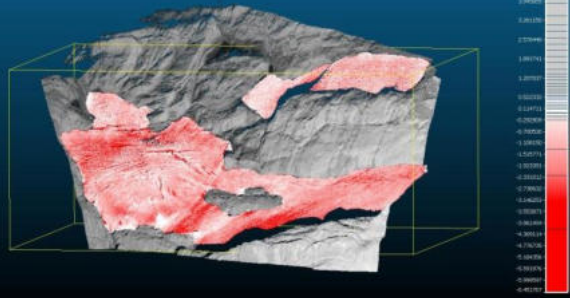
2016-17: -2.3



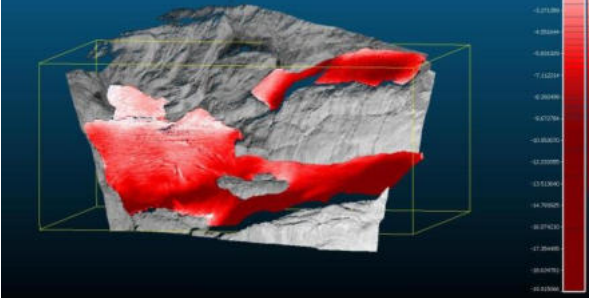
2017-18: 0.87



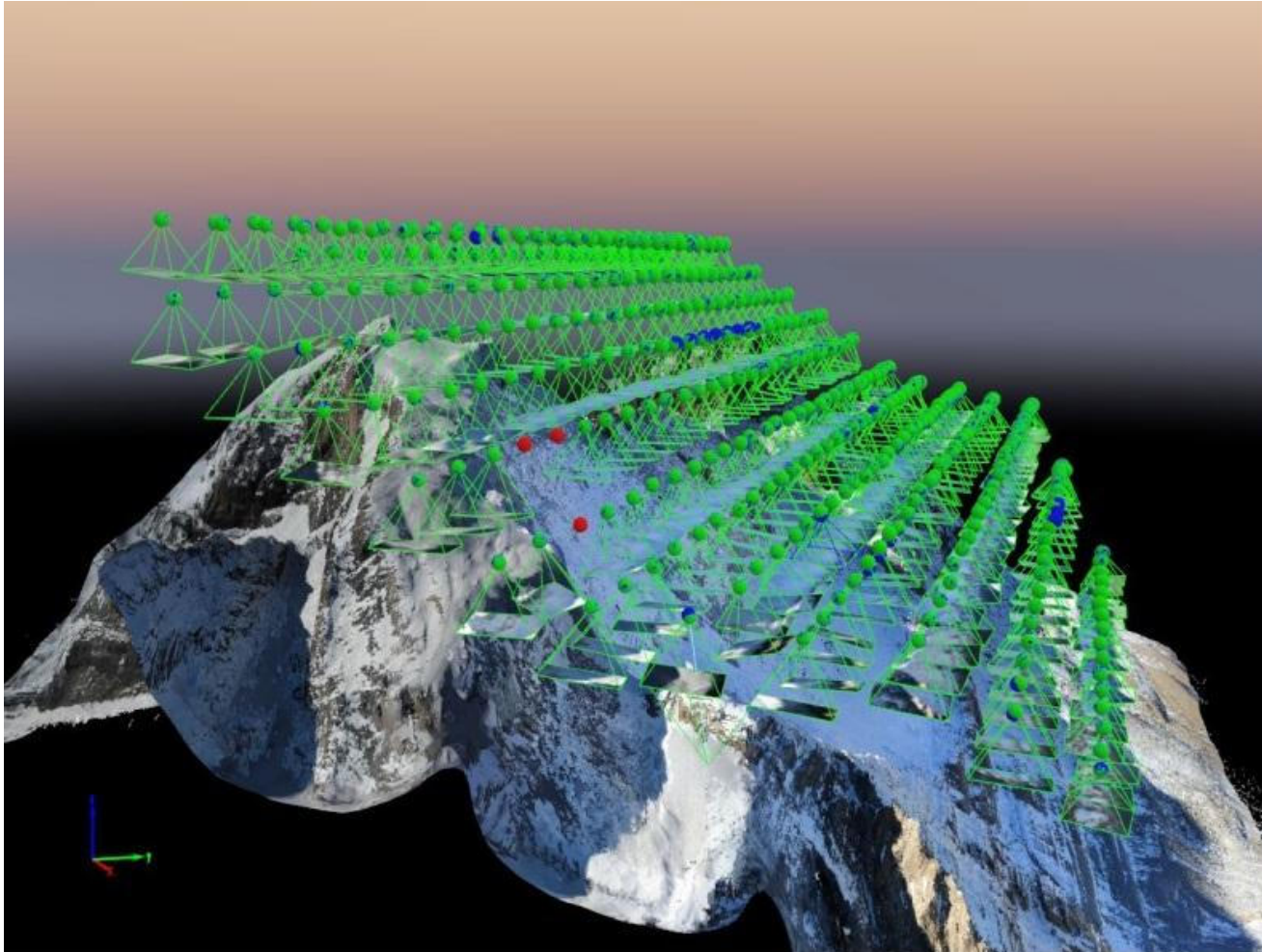
2018-19: -1.56



2011-19: -6.8



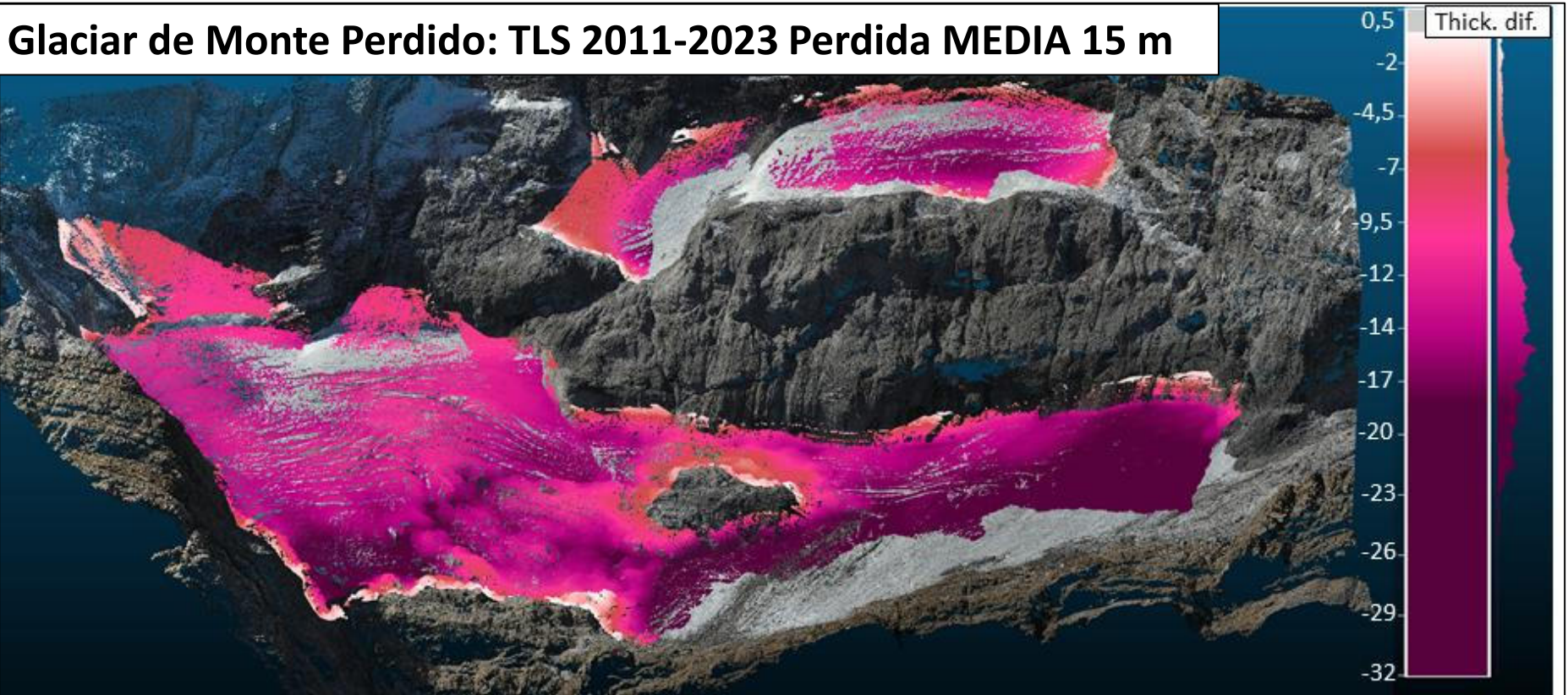
3- Cuantificar cambios de área y volumen (Fotogrametría mediante drones)



3- Cuantificar cambios de área y volumen (Fotogrametría mediante drones)



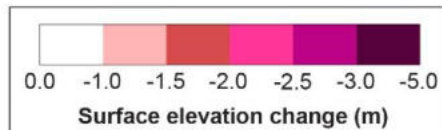
Glaciar de Monte Perdido: TLS 2011-2023 Perdida MEDIA 15 m



Monte Perdido (2022-2023)

Mean thickness loss = -3.8 m

Max. thickness loss = -8.1 m



Monte Perdido sup.

Mean = -2.5 m || Max. = -3.7 m

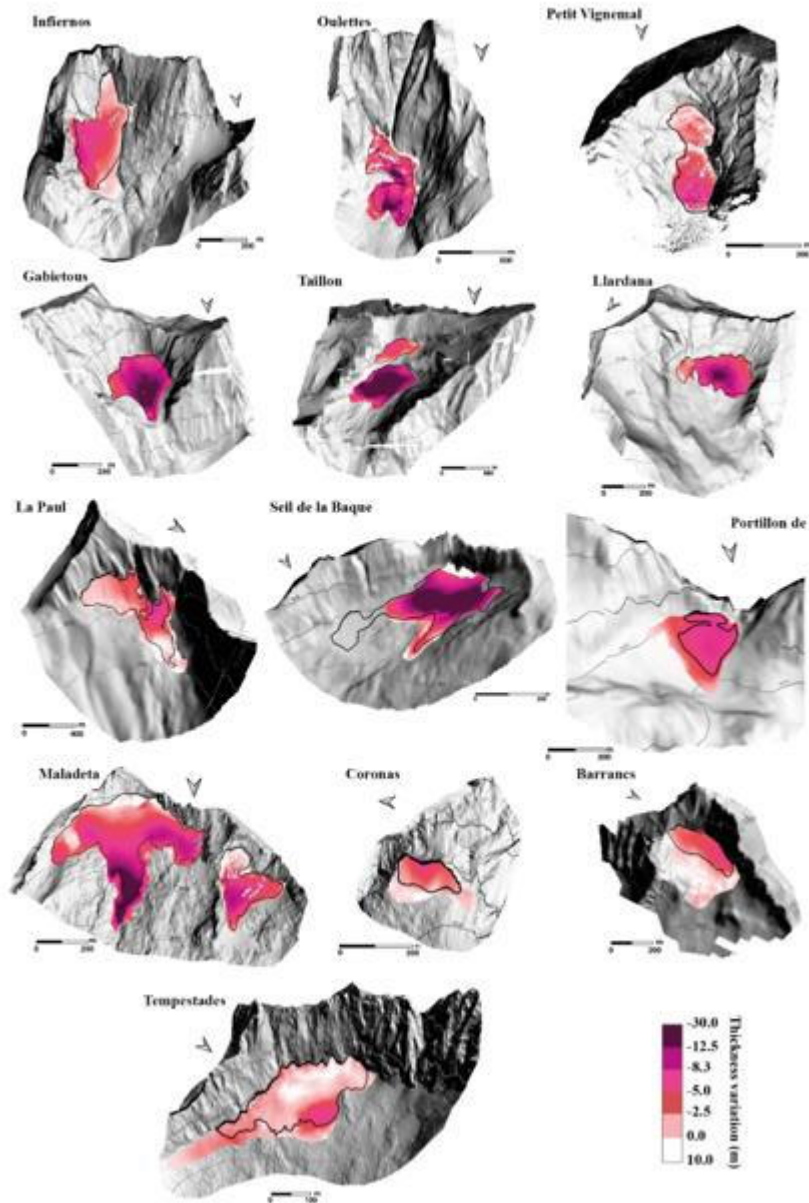
Monte Perdido inf. ori.

Mean = -3.8 m || Max. = -8.1 m

Monte Perdido inf. occ.

Mean = -4.5 m || Max. = -7.6 m

3- Cuantificar cambios de área y volumen (Fotogrametría mediante drones)

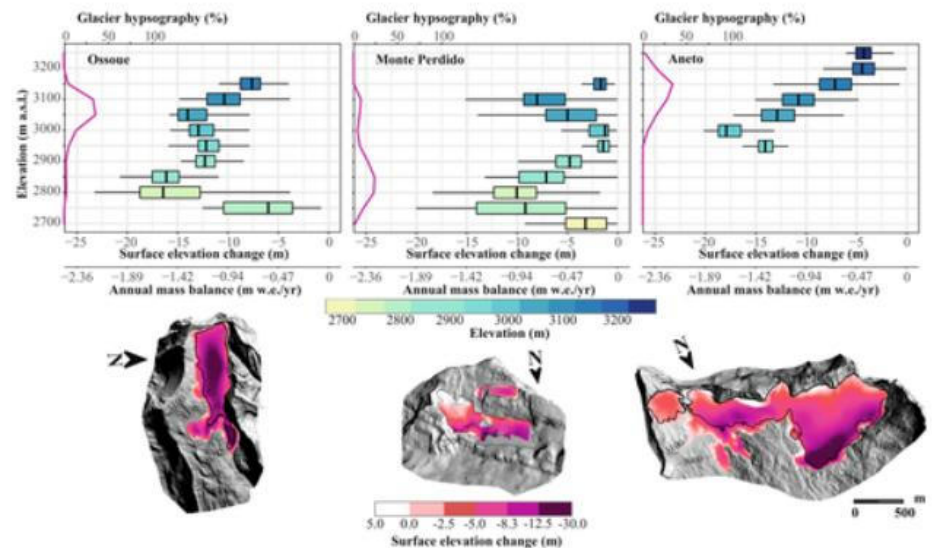


Geophysical Research Letters

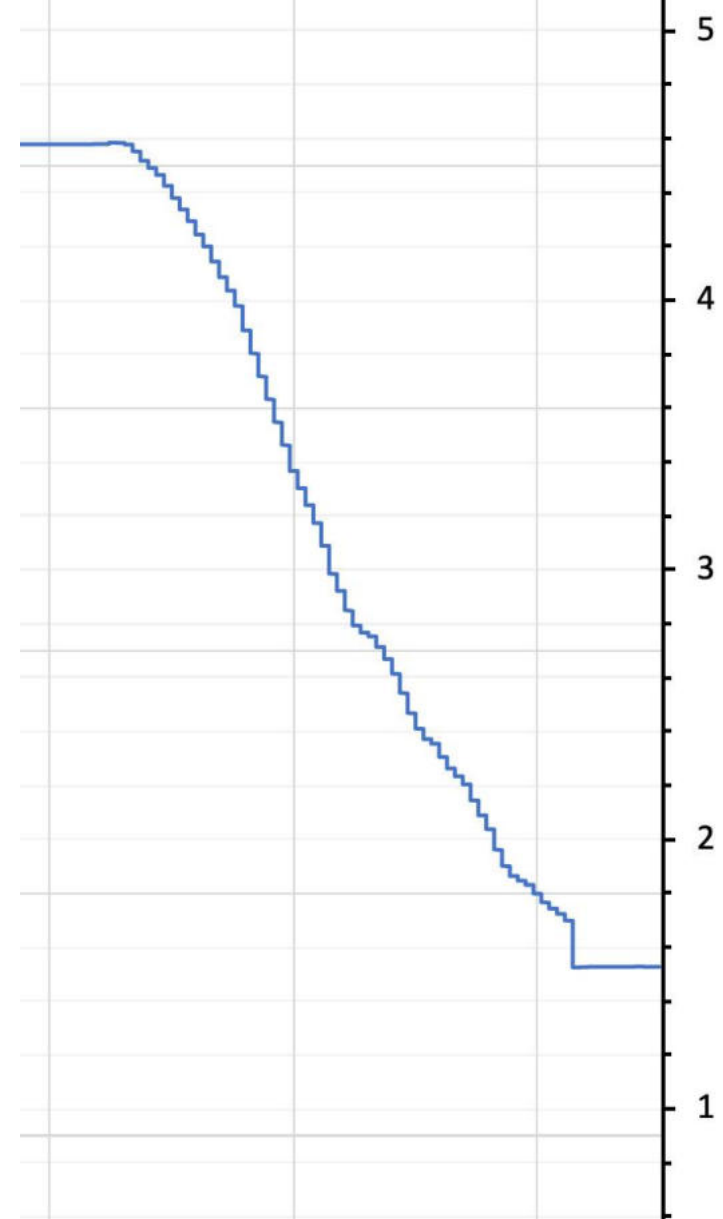
Research Letter | [Open Access](#) | [CC](#) | [BY](#) | [NC](#) | [ND](#)

Toward an Ice-Free Mountain Range: Demise of Pyrenean Glaciers During 2011–2020

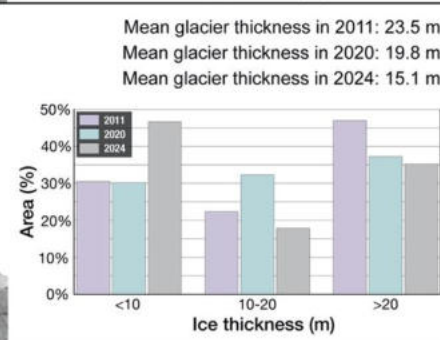
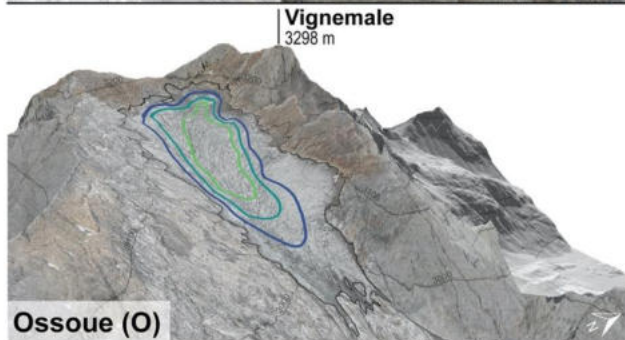
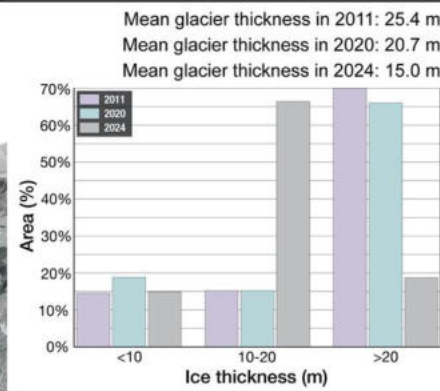
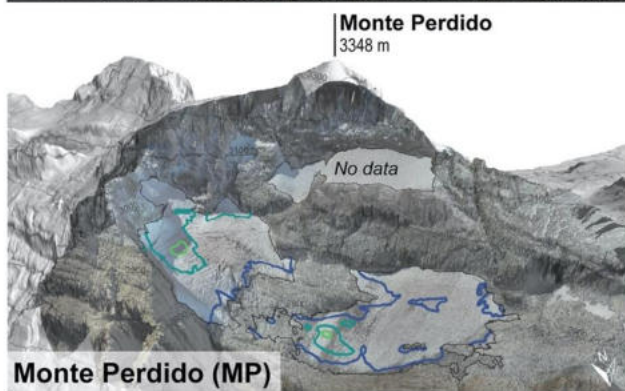
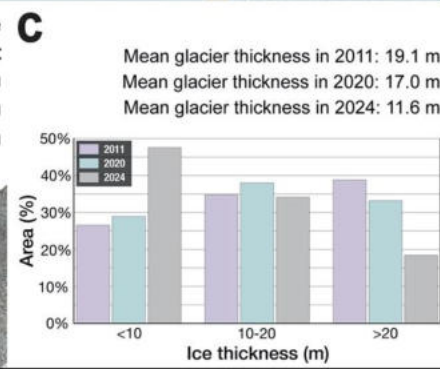
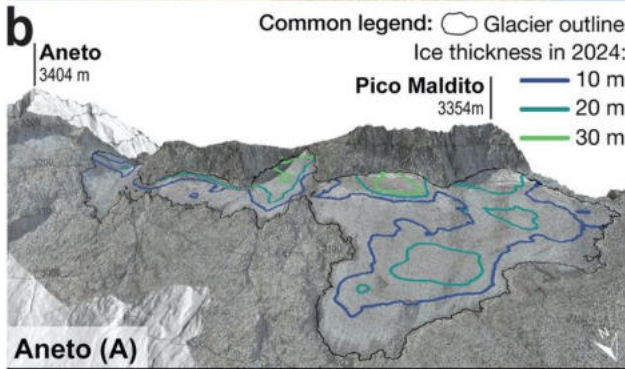
I. Vidaller, J. Revuelto, E. Izaguirre, F. Rojas-Heredia, E. Alonso-González, S. Gascoin, P. René, E. Berthier, I. Rico, A. Moreno, E. Serrano, A. Serreta, J. I. López-Moreno



Monitorización a escala subdiaria del balance de masa glaciar: Smart stake



4- Predecir la evolución inmediata de las masas de hielo y de los espacios recientemente deglaciados



No hope for Pyrenean glaciers

Part of: [Vanishing Glaciers](#)

Published online by Cambridge University Press: 04 July 2025

Juan Ignacio López-Moreno , Jesús Revuelto , Eñaut Izagirre , Esteban Alonso-González, Ixela Vidalier and Josep Bonsoms

[Article](#) [Figures](#) [Supplementary materials](#) [Metrics](#)

Remaining ice thicknes (average)

Aneto: 11.6

Monte Perdido: 15

Vignemale: 15.1

Ice losses 2011-2024 (average)

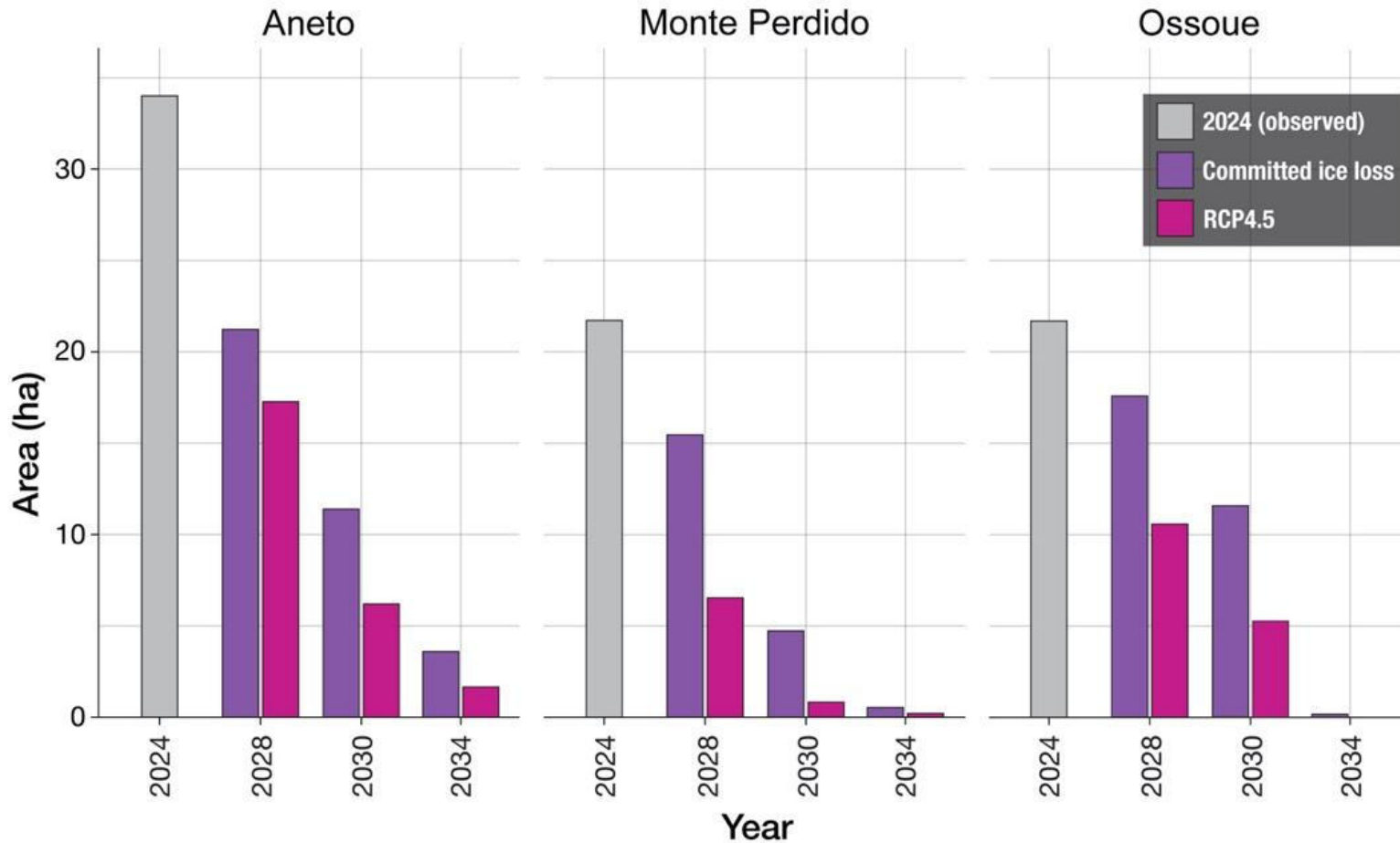
Aneto: 16.8

Monte Perdido: 15.8

Vignemale: 21

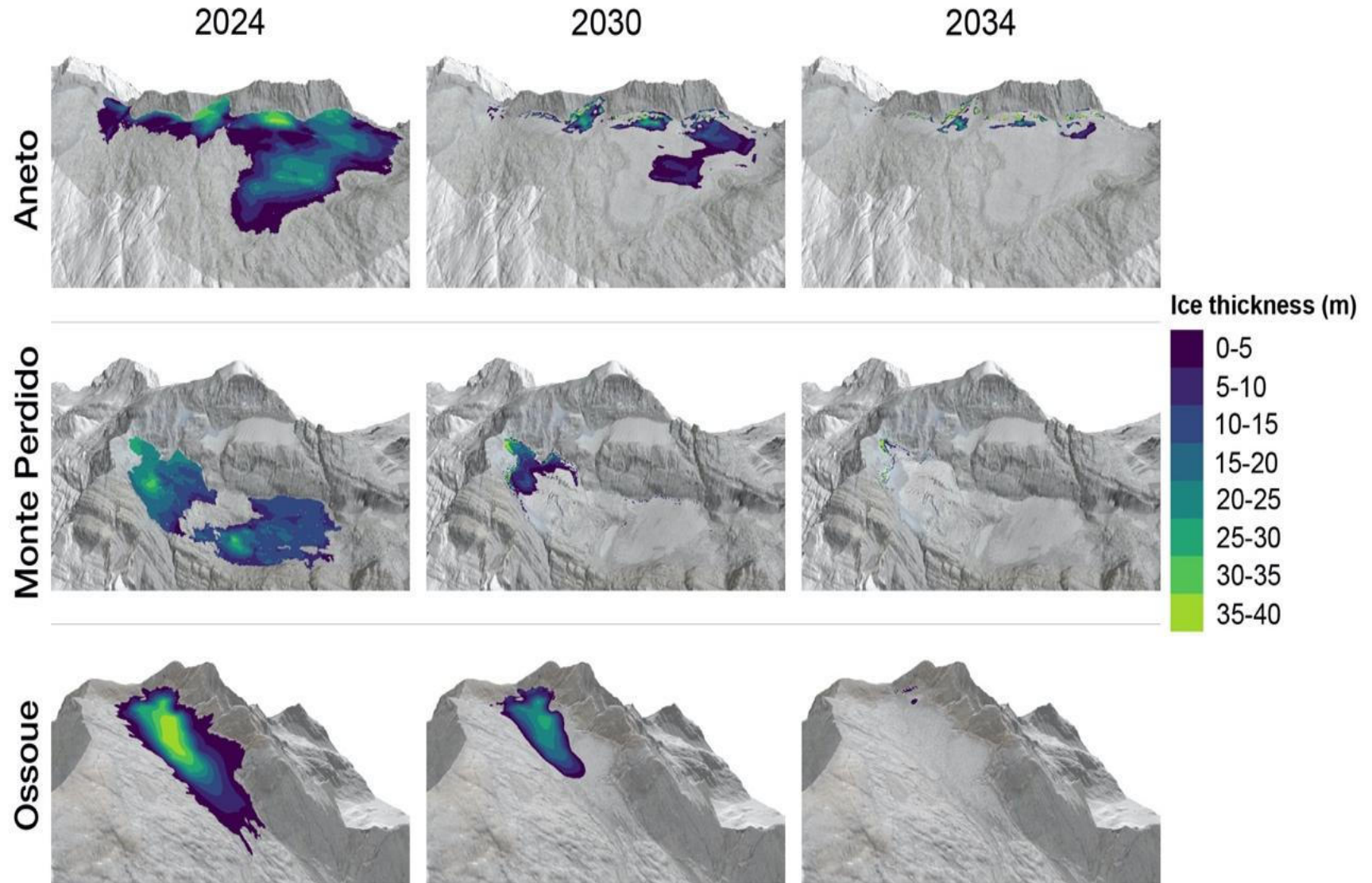
4- Predecir la evolución inmediata de las masas de hielo y de los espacios recientemente deglaciados

Instructed Glacier Model-IGM (Jouvet et al., 2022)



Present and future glacier areas under two scenarios (committed ice loss, RCP4.5)

4- Predecir la evolución inmediata de las masas de hielo y de los espacios recientemente deglaciados. Instructed Glacier Model-IGM (Jouvet et al., 2022)



Spatio-temporal evolution of ice thickness compared to 2024 and predictions for 2030 and 2034 under the committed ice loss scenario

Glaciares

Nuevos paisajes, nuevos ecosistemas



Science of The Total Environment
Volume 967, 1 March 2025, 178740



Incipient soils: New habitats in proglacial areas of the Maladeta massif (Central Pyrenees)

[Ixeia Vidaller](#)^a , [Xosé Luis Otero](#)^b, [José Mariano Igual](#)^c, [Gabriel Nuto Nobrega](#)^d, [Tiago Osorio Ferreira](#)^e, [Ana Moreno](#)^a, [Juan Ignacio López-Moreno](#)^a



Glaciares

Nuevos paisajes, nuevos ecosistemas

Ice&Life

parc naturel
marge
sauvage

Adlers
Conservatoire
d'espaces naturels
Haute-Savoie

Ice&Life

Science

Conservation

Team

Partners

*Protecting current and future glaciers and
deglaciated areas*

A novel project linking science and nature conservation



Efecto de la cubierta de derrubios en la evolución de las masas de hielo



Journal of Glaciology

The last years of Infiernos Glacier and its transition to a new paraglacial stage

Published online by Cambridge University Press: 02 April 2025

J. Revuelto , E. Izagirre , I. Rico , L. Rio , E. Serrano , I. Vidaller ,
F. Rojas-Heredia  and J.I. López-Moreno 

[Show author details](#) ▼

Article

Figures

Supplementary materials

Metrics

2011-2023



2022-2023

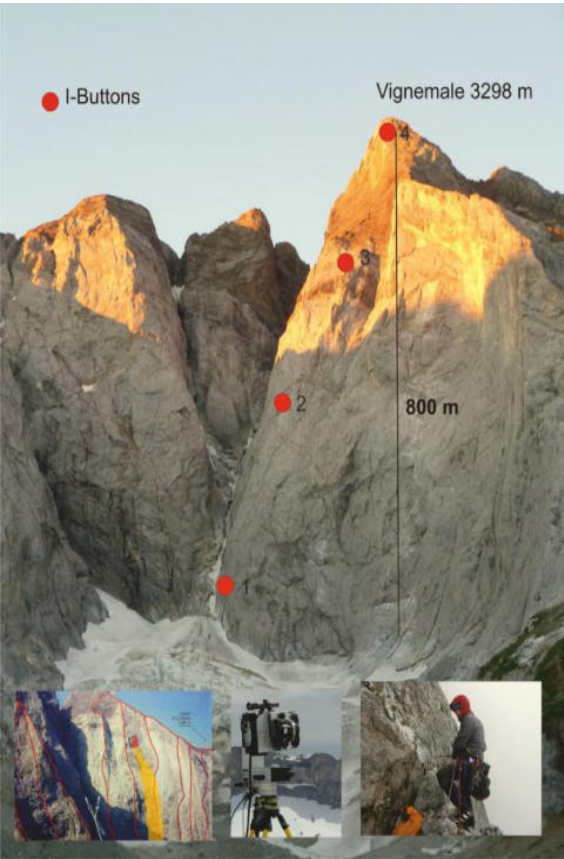


Pérdidas observadas en los Pirineos en los últimos años



Glaciar rocoso de Argüelas

Permafrost de pared

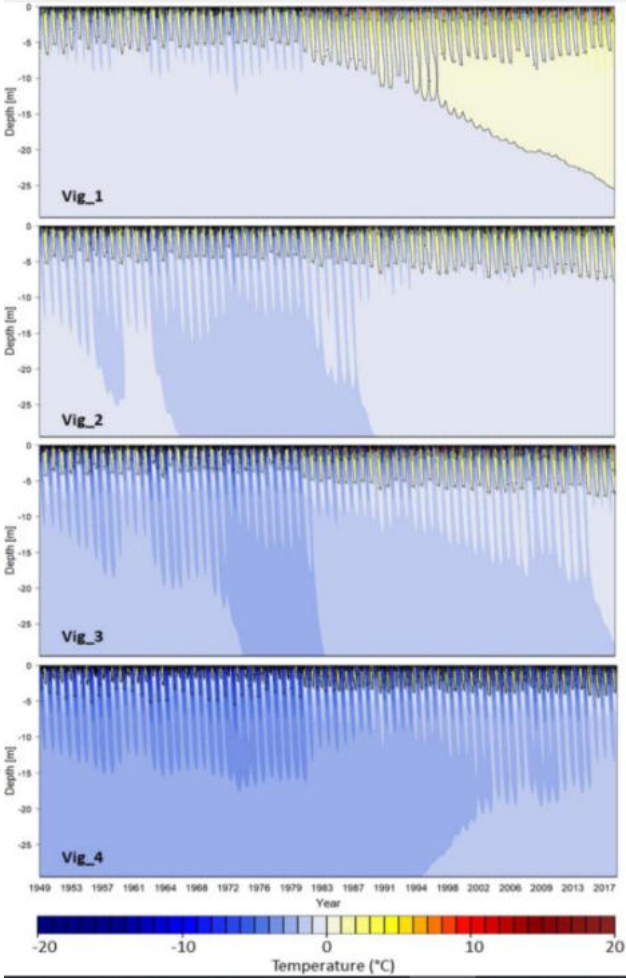


Permafrost and Periglacial Processes

SHORT COMMUNICATION | Open Access | CC BY-NC-ND

First evidence of rock wall permafrost in the Pyrenees (Vignemale peak, 3,298 m a.s.l., 42°46'16"N/0°08'33"W)

Ibai Rico, Florence Magnin, Juan Ignacio López Moreno ✉ Enrique Serrano, Esteban Alonso-González, Jesús Revuelto, Lara Hughes-Allen, Manuel Gómez-Lende



Permafrost

[View PDF](#)[Download full issue](#)

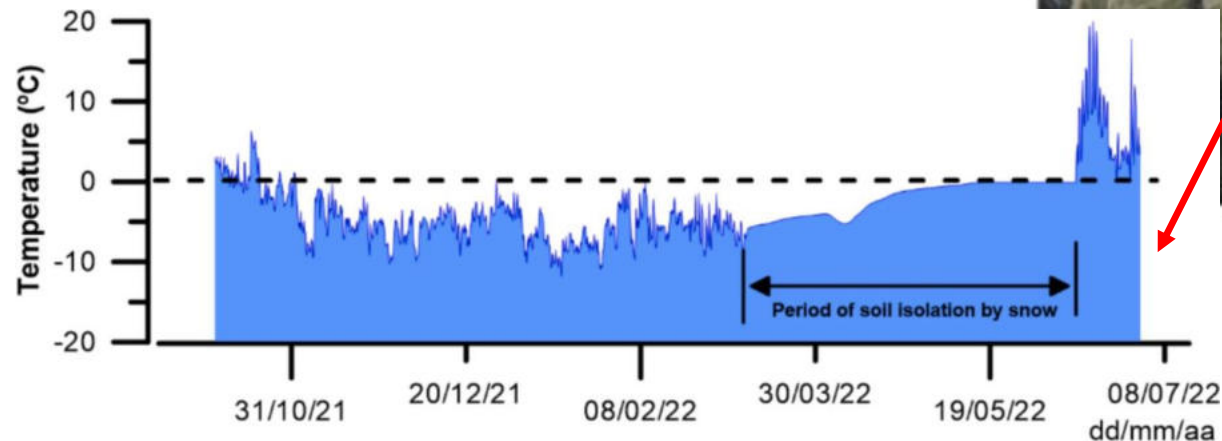
CATENA

Volume 253, 1 June 2025, 108876



Rockfall-induced debris flow event in the Pyrenees: The case of Pineta valley of September 2022

Juan A. Ballesteros-Cánovas ^a , Ishel Marsal Twose ^a, Alberto Muñoz-Torrero ^a,
José Carlos Robredo Sánchez ^b, Tamir Grodek ^{a c}, Ignacio López-Moreno ^d,
Miguel Bartolomé ^a, Gerardo Benito ^a



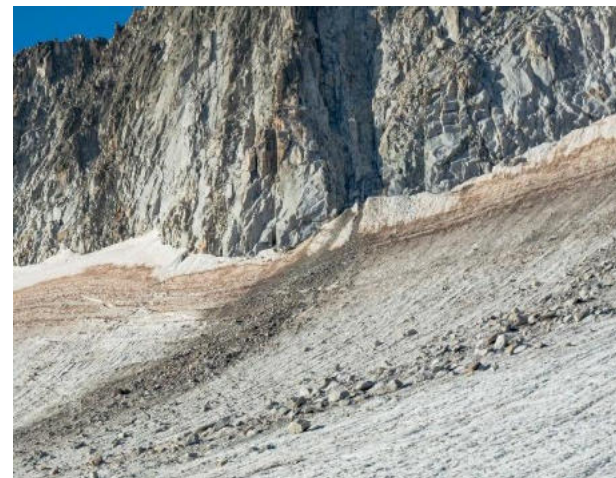
Permafrost: PROYECTO PERMAPYRENEES

PERMAPYRENEES EL PROYECTO EL EQUIPO NOTICIAS Y RECURSOS

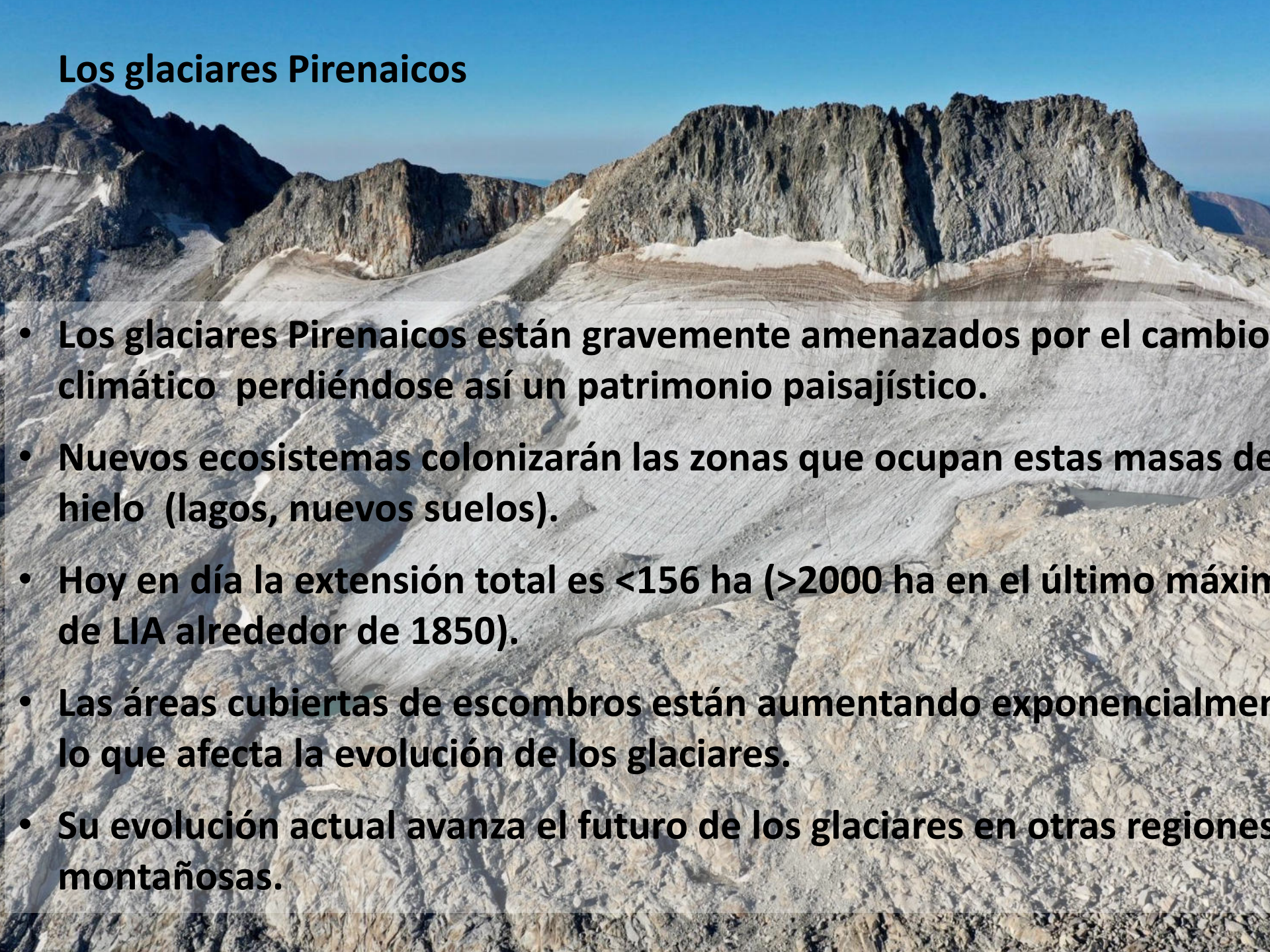
interreg
POCTEFA



MAPA INTERACTIVO



Los glaciares Pirenaicos

- 
- Los glaciares Pirenaicos están gravemente amenazados por el cambio climático perdiéndose así un patrimonio paisajístico.
 - Nuevos ecosistemas colonizarán las zonas que ocupan estas masas de hielo (lagos, nuevos suelos).
 - Hoy en día la extensión total es <156 ha (>2000 ha en el último máximo de LIA alrededor de 1850).
 - Las áreas cubiertas de escombros están aumentando exponencialmente lo que afecta la evolución de los glaciares.
 - Su evolución actual avanza el futuro de los glaciares en otras regiones montañosas.

