



GioMon, progetto CNR-IRPI finanziato dalla Fondazione CRT  
Corso di giornalismo scientifico, maggio-giugno 2021  
Incontro a tema, 20 maggio 2021

## Pericoli naturali e rischi

---

L'ambiente alpino di alta quota come  
indicatore terrestre del clima che cambia



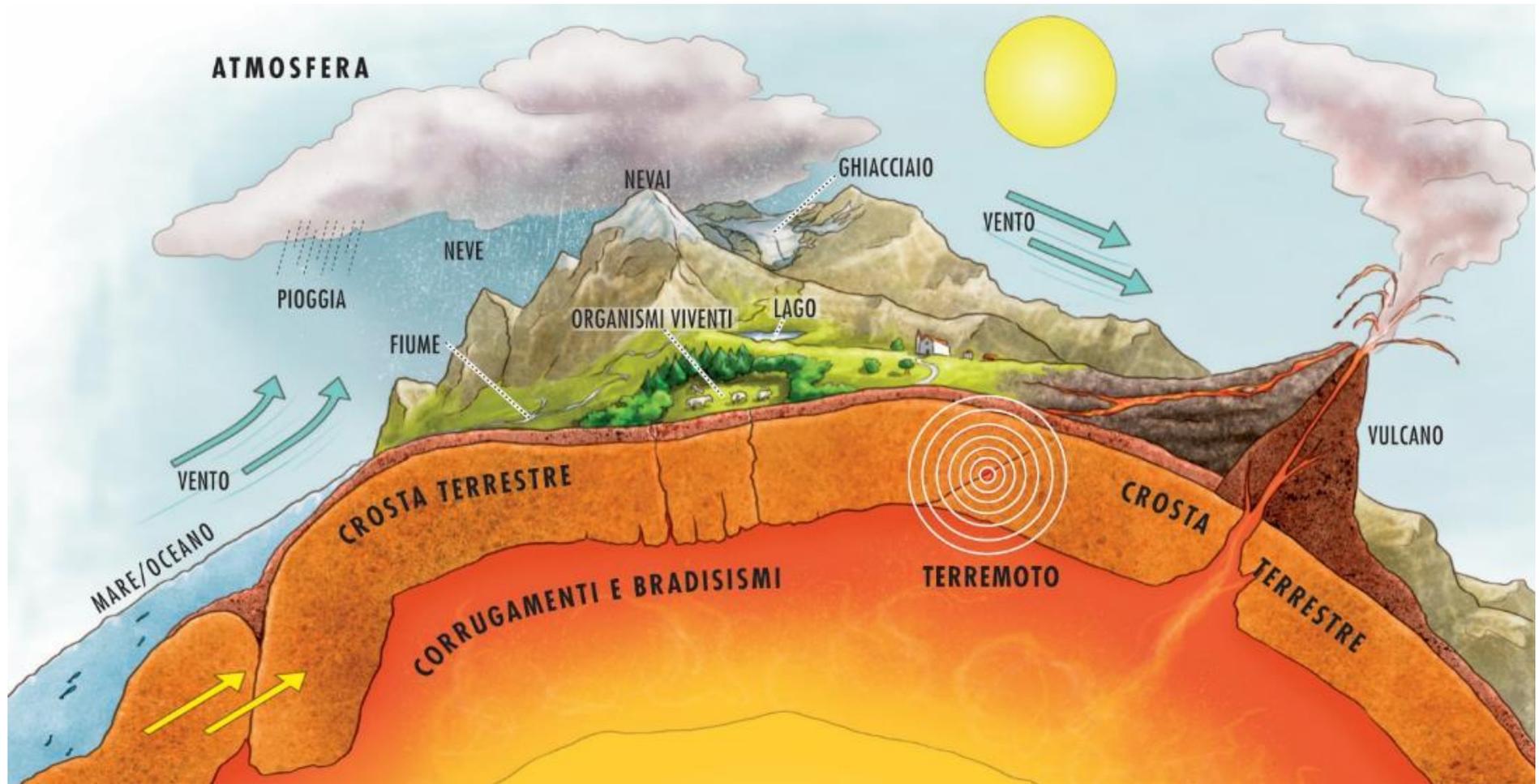
## Argomenti trattati

1. Pericolosità e rischio idrogeologico - peculiarità dell'ambiente alpino
2. Modificazioni della criosfera indotte dai cambiamenti climatici
3. Conseguenze su pericolosità e rischio in alta montagna
4. Considerazioni conclusive

La superficie terrestre è una realtà in continua evoluzione...



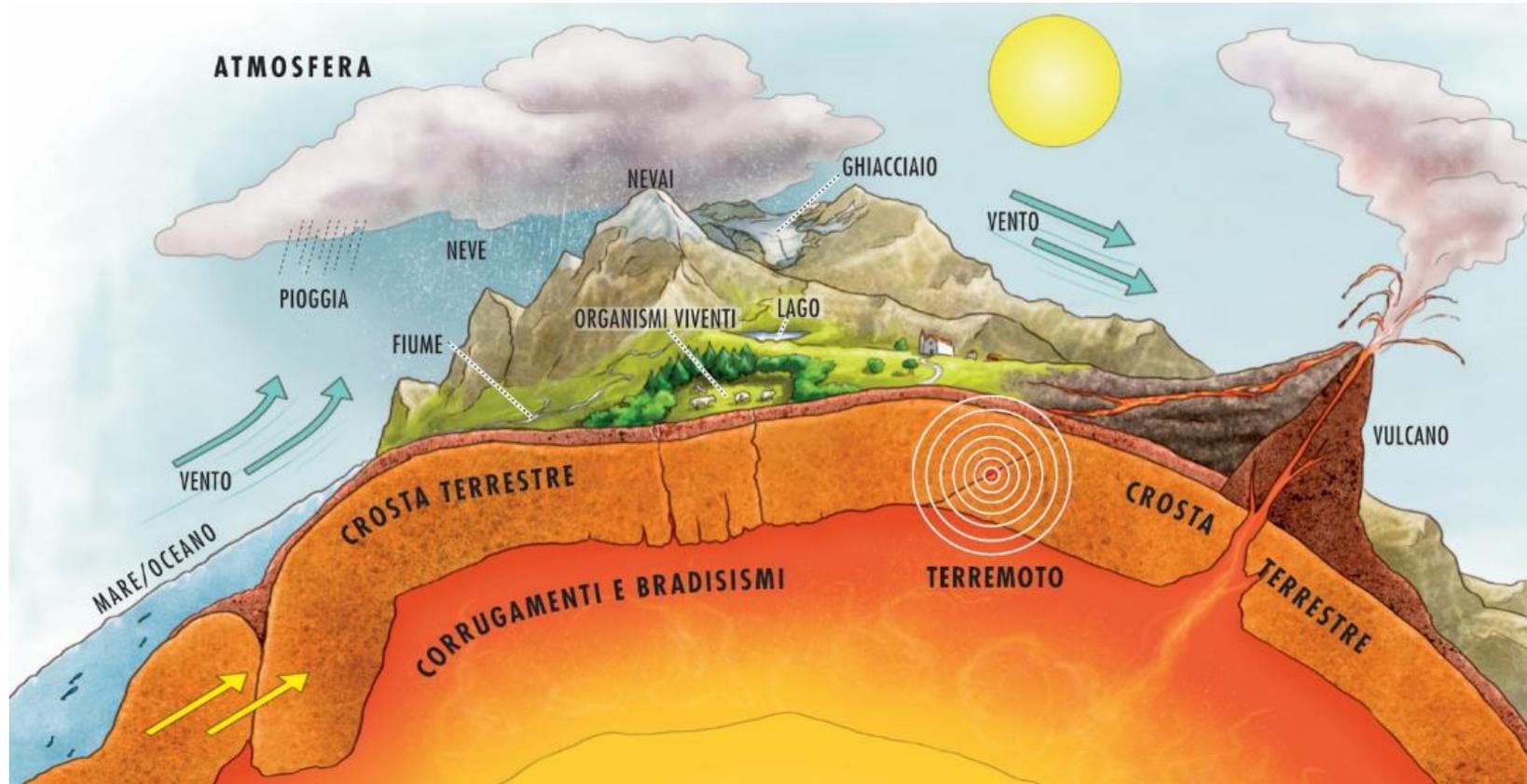
Il paesaggio che ci circonda e in cui viviamo è il risultato dell'azione combinata di agenti endogeni ed esogeni



Il paesaggio che ci circonda e in cui viviamo è il risultato dell'azione combinata di agenti **endogeni** ed **esogeni**

## I rischi idrogeologici

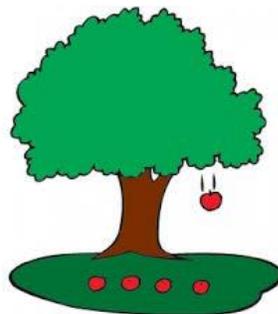
sono quelli legati all'azione degli agenti esogeni sulla superficie terrestre



sotto l'azione della forza di gravità



+

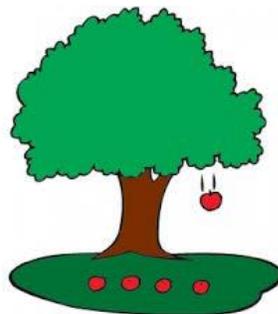


+





+



+



+



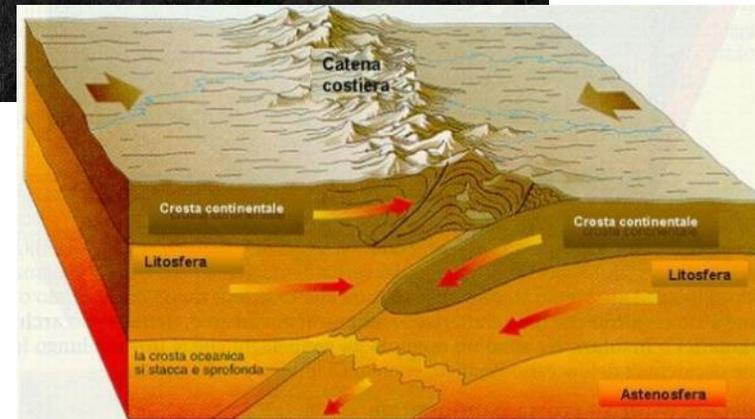
=

**RISCHIO**

A dispetto della loro apparente solidità, le Alpi si trasformano più rapidamente di altri ambienti



per effetto del sollevamento tettonico, che determina una marcata **energia di rilievo**



A dispetto della loro apparente solidità, le Alpi si trasformano più rapidamente di altri ambienti



e per le peculiari condizioni meteo-climatiche, favorevoli allo sviluppo e alla conservazione della **criosfera** (neve, ghiacciai, permafrost)





alcuni processi sono estremamente lenti e possono essere rilevati solo con l'aiuto di **strumenti di precisione**



*Ghiacciaio Meridionale del Breuil*



... o con **osservazioni ripetute** negli anni

*Ghiacciaio Settentrionale di Arguerey*



... o con **osservazioni ripetute** negli anni

A dispetto della loro apparente solidità, le Alpi si trasformano più rapidamente di altri ambienti



Altri processi, invece, sono talmente rapidi che li riconosciamo ad **occhio nudo**

... sono i **processi di instabilità naturale (o pericoli/rischi)** quali:

➤ **valanghe di neve**



Vaille Cogne, 2011 ([www.aostavalleymountains.it](http://www.aostavalleymountains.it)).



... sono i **processi di instabilità naturale (o pericoli/rischi)** quali:

➤ **crolli di ghiaccio**



Ghiacciaio della Brenva Monte Bianco (foto: M.Giardino, 2000).



Ghiacciaio d'Argentière, 14 luglio 2015 (<https://www.youtube.com/watch?v=DoxQopDWdi0>).



... sono i **processi di instabilità naturale (o pericoli/rischi)** quali:

➤ **frane/valanghe di roccia**



Piccola Croda Rossa Dolomiti, 18 agosto 2016 (a sinistra, foto ANSA; a destra <https://www.youtube.com/watch?v=ETPcX0JhodY>).

... sono i **processi di instabilità naturale (o pericoli/rischi)** quali:

➤ **colate detritiche**



Aconcagua Argentina (21 gennaio 2016).



<https://www.youtube.com/watch?v=jNVwspunNn0>.



... sono i **processi di instabilità naturale (o pericoli/rischi)** quali:

➤ **piene torrentizie**



Valmontey, 14 agosto 2016



Hinterbichl, Austria, 17 luglio 2010 (<https://www.youtube.com/watch?v=ifYm9NfJ9vw>).

... sono i **processi di instabilità naturale (o pericoli/rischi)** quali:

➤ **catene di eventi**



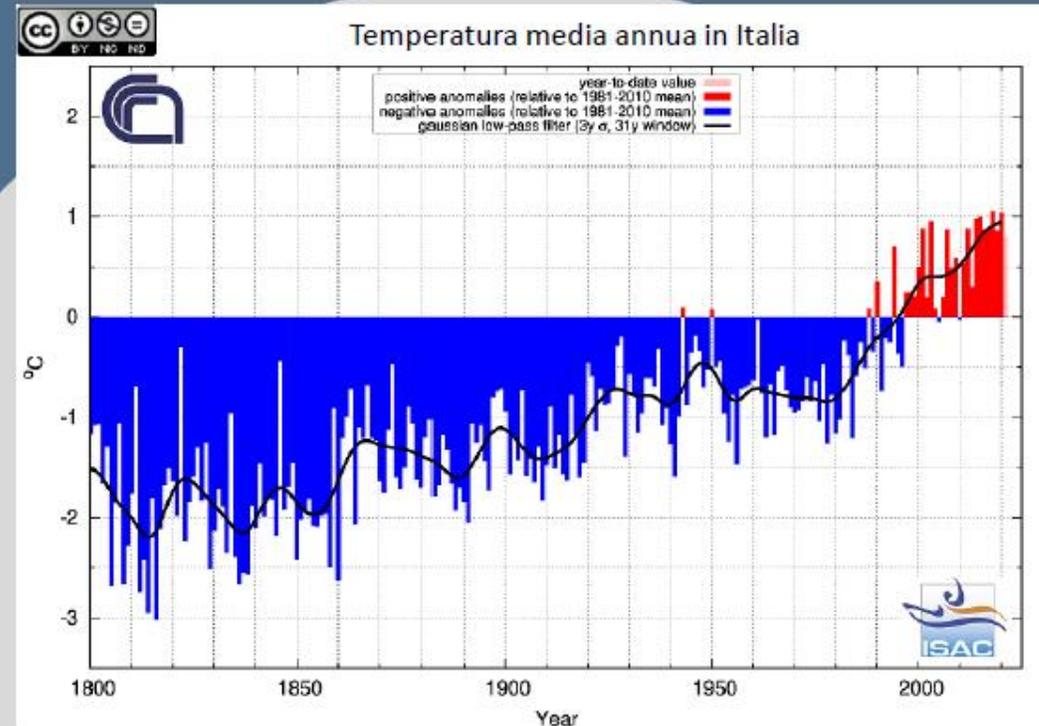
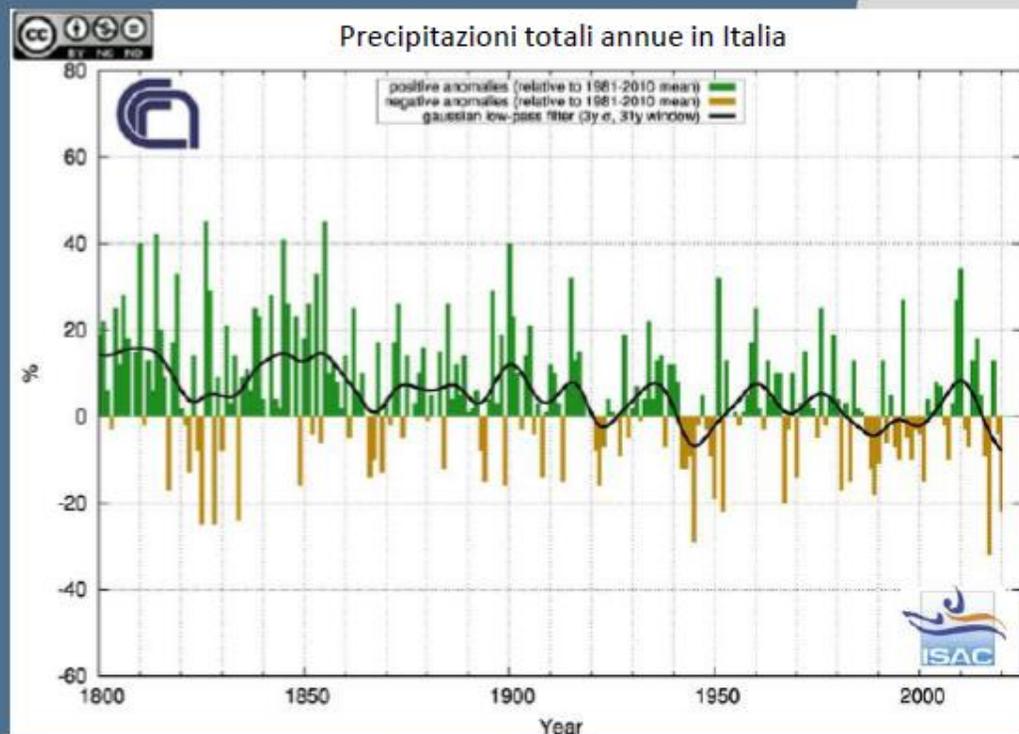
**Crollo di roccia evoluto in colata di detrito** - Pizzo Cengalo/Bondo, 23 agosto 2017

Mentre l'**energia del rilievo** cambia in tempi «geologici», la distribuzione e le caratteristiche della **criosfera** possono variare in tempi estremamente rapidi, data la sua sensibilità ai fattori climatici



# La climatologia dell'Antropocene

L'ultimo periodo in Italia



## Come sono cambiati i **ghiacciai**?

Le Alpi hanno subito una riduzione del 50% della copertura glaciale dal 1850 (fine PEG).

Tuttavia, la perdita di copertura glaciale tra il 1970 e il 2000 è stata tripla rispetto a quella occorsa tra il 1850 e il 1970 (Zemp et al., 2007)



*Elaborazione grafica: G.Fioraso*

## Come sono cambiati i ghiacciai?

Nelle Alpi Italiane la riduzione della copertura glaciale dal 1850 (fine PEG) ad oggi è stata ancora più marcata (fino al 100%)



*Ghiacciaio della Bessanese (Balme-TO)*

- **sporadico** a quote tra i 2.000 e i 3.200 m, più continuo a quote superiori
- **spessori abituali intorno ai 20 m**, ma può raggiungere i 200 m (Passo dello Stelvio)
- Lo “strato attivo” è normalmente di 1-3 m
- La temperatura è  $> -3^{\circ} \text{C}$

(Guglielmin 2006)

Anche il permafrost naturalmente si sta riscaldando, anche se il riscaldamento è più accentuato alle alte latitudini.

(Harris and Isaksen 2008)

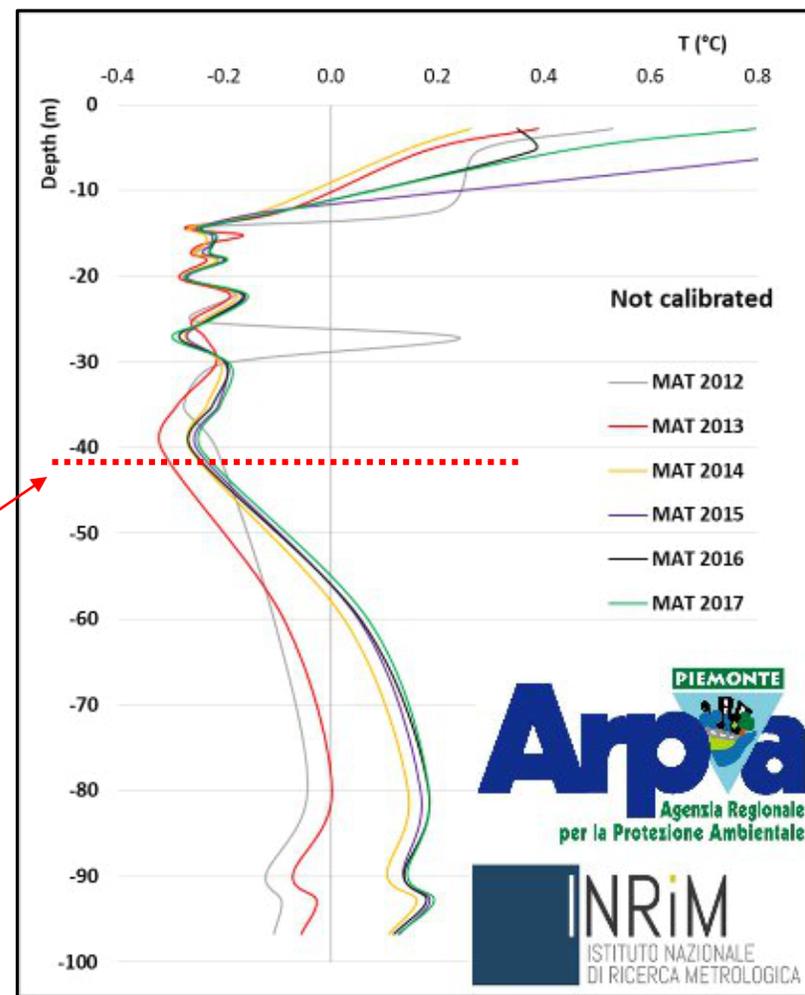
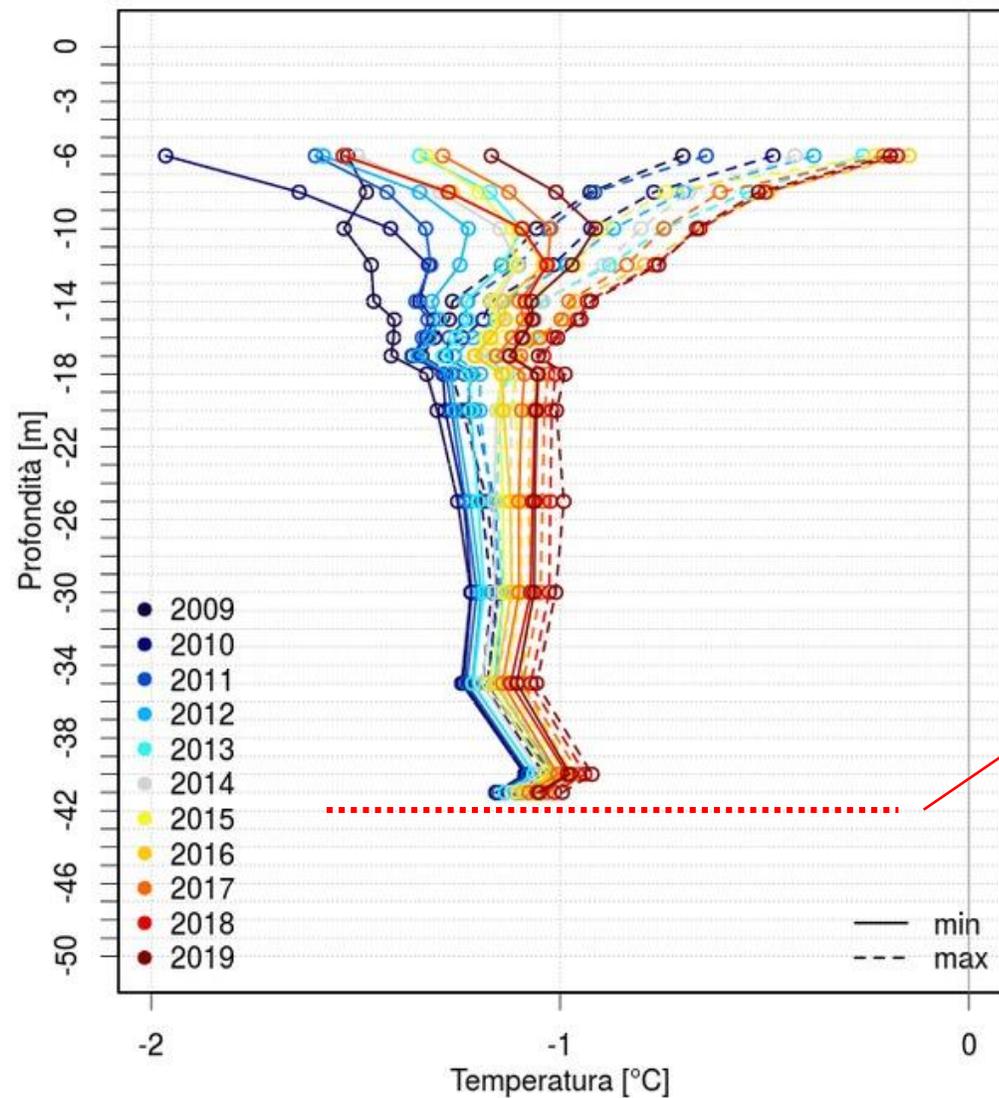


**+0.01 ° C/anno**  
(Stockhorn, CH)

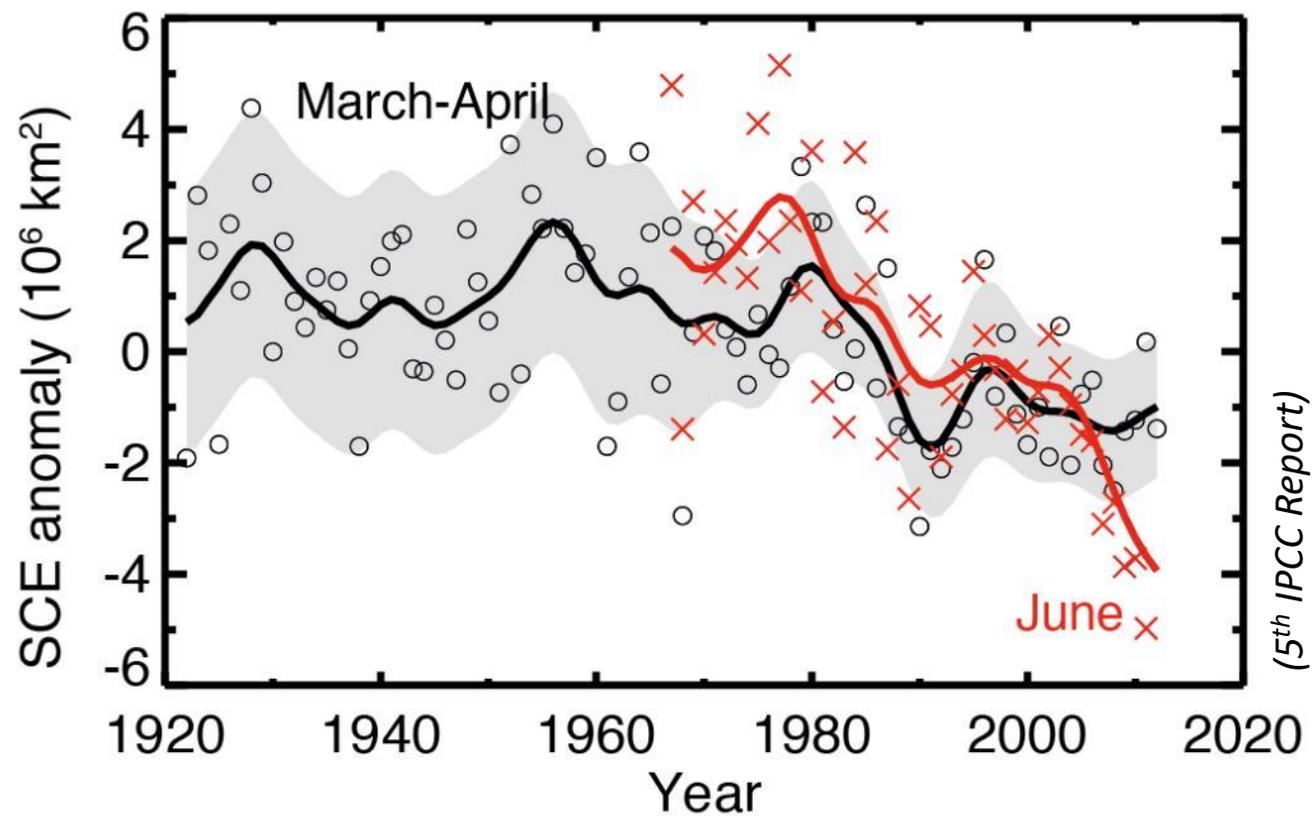
e il **permafrost**?



e il **permafrost**?

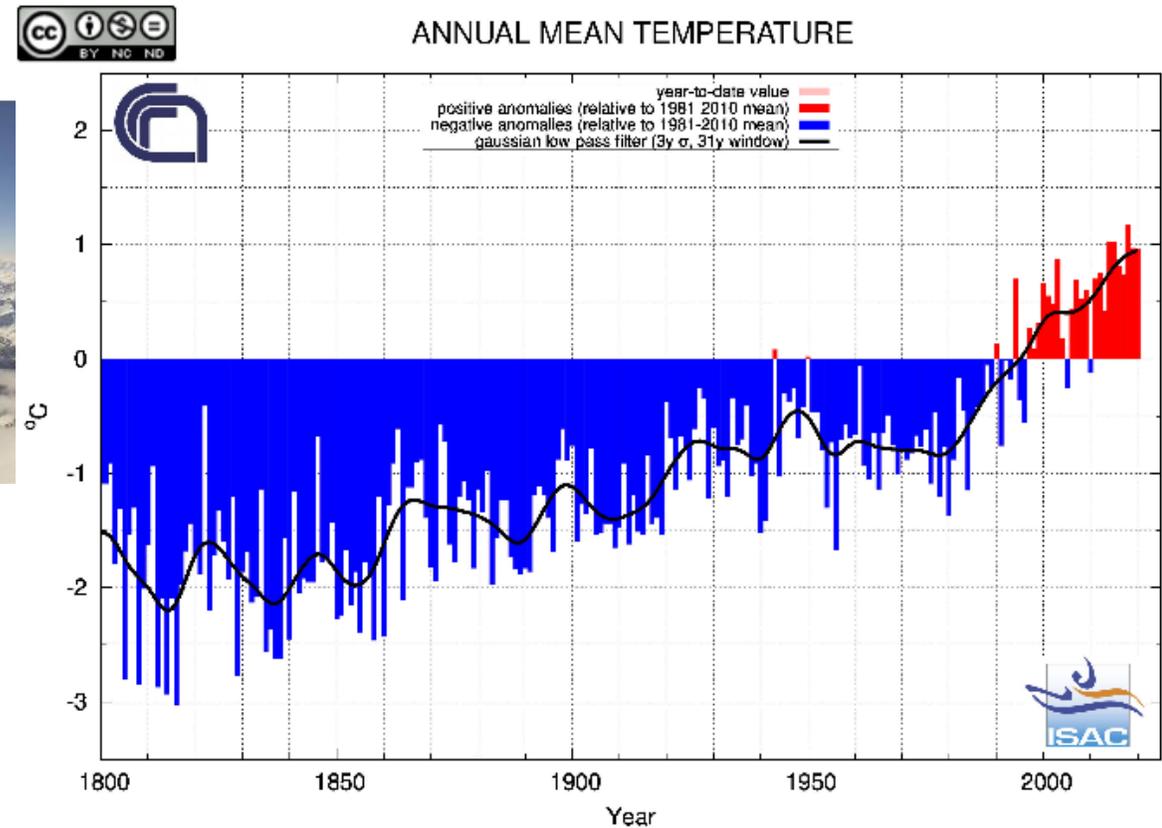


Com'è cambiata la **copertura nevosa**?



*Anomalie calcolate sulla media del periodo 1971–2000*

# Com'è cambiato il rischio idrogeologico nelle Alpi per effetto del cambiamento climatico?



## Perdita di **spessore** dei ghiacciai

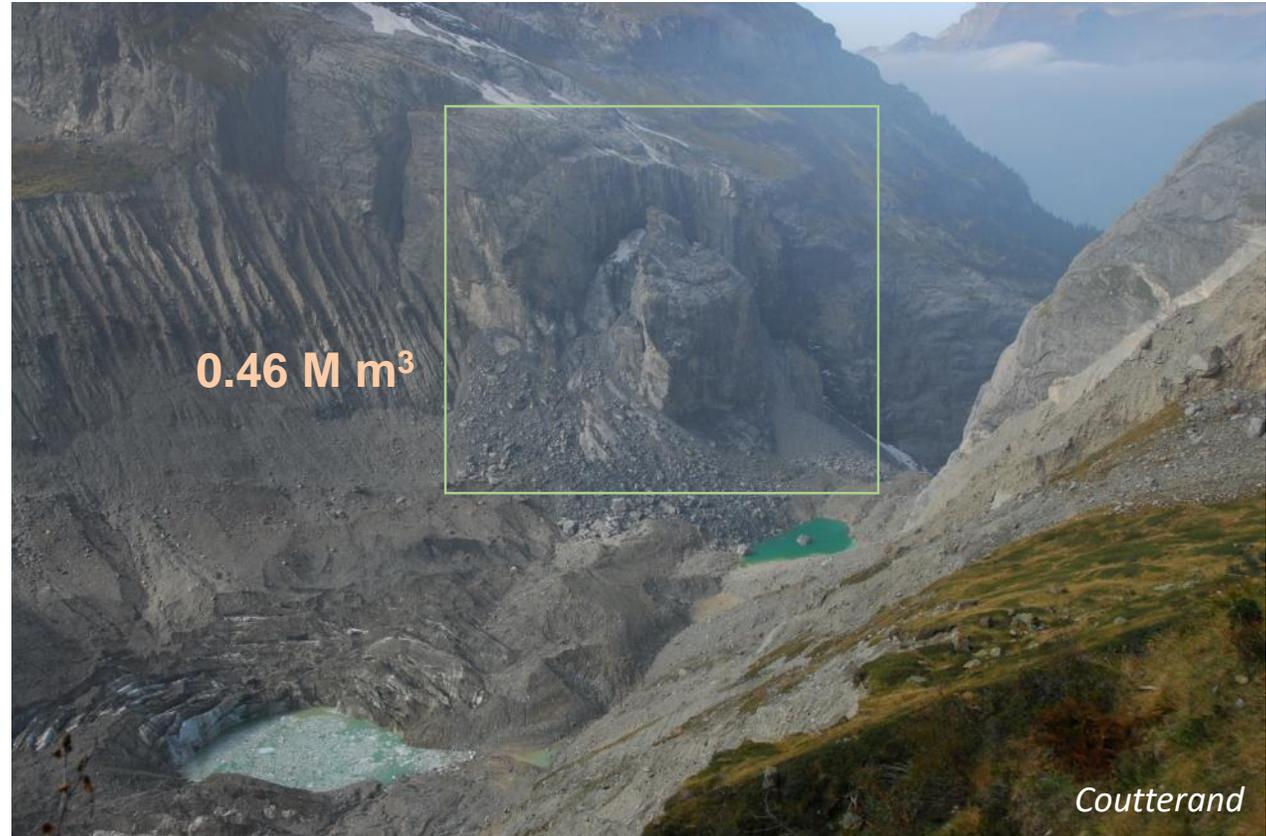


*Ghiacciaio di Ciardoney - Tratto di palina ablatometrica fuoriuscita dal ghiaccio in appena 3 estati, dal settembre 2012 (720 cm!)*

## Mount Eiger - 13 luglio 2006

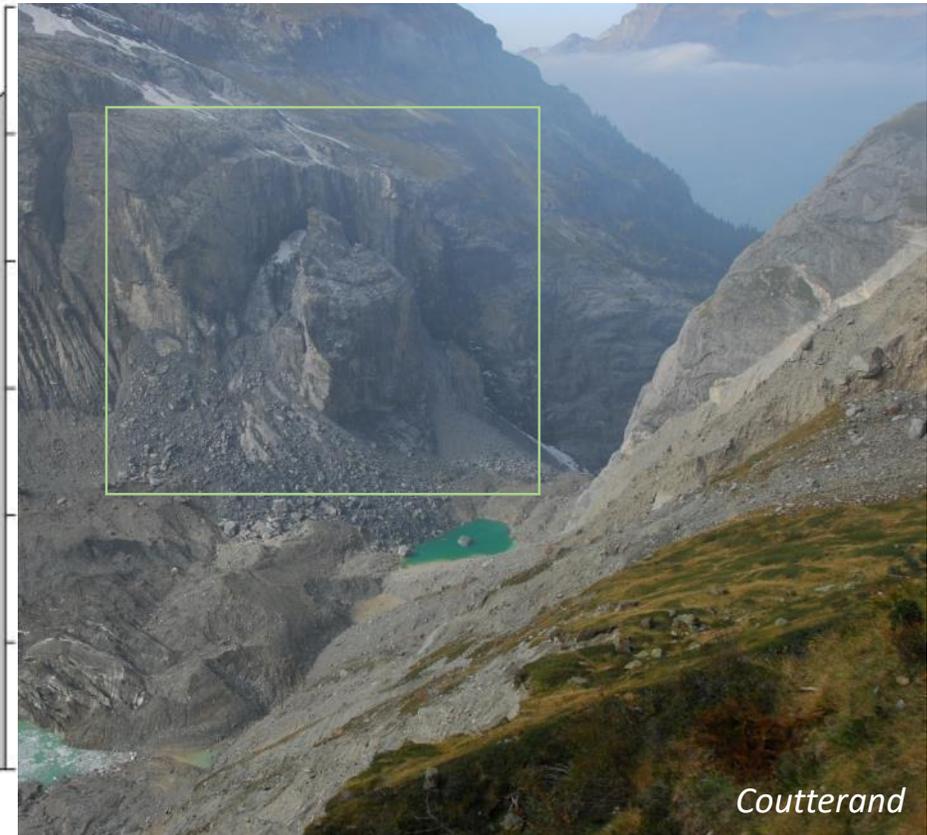
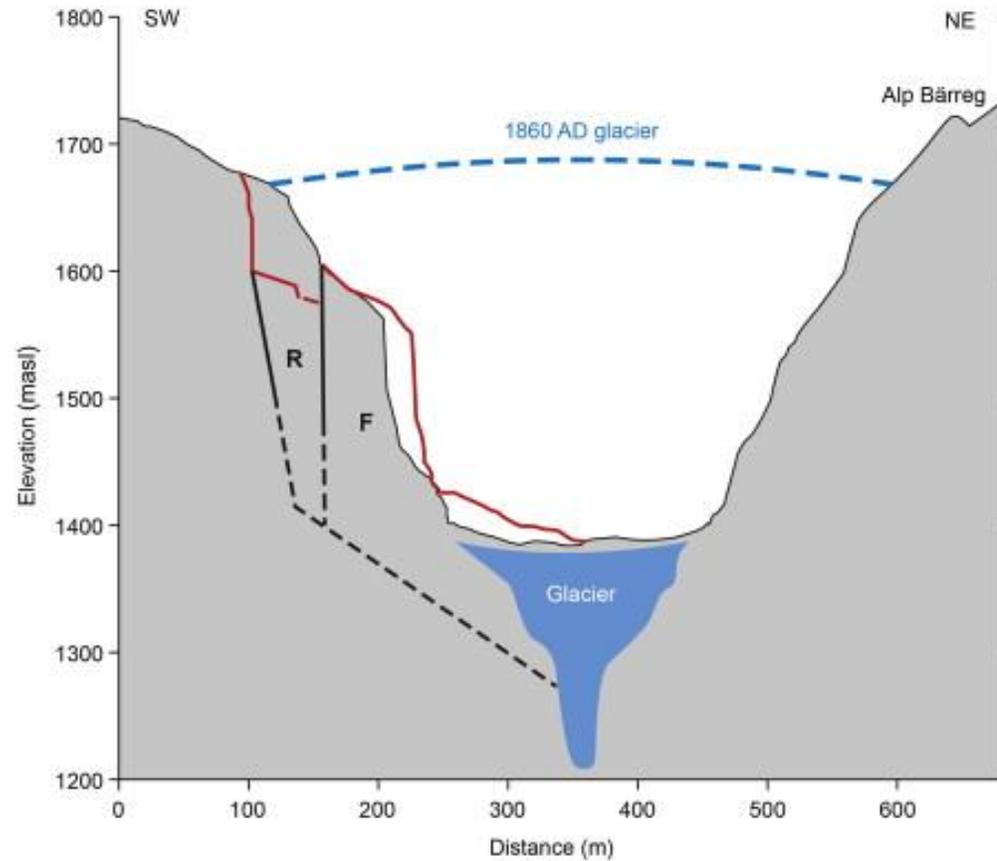


Oppikofer et al. 2008



*Il 13 luglio 2006, si è verificato il collasso di uno sperone roccioso di centinaia di migliaia di m<sup>3</sup>, a causa del regresso del Ghiacciaio di Grindelwald, abbassatosi di 200 m nel punto del crollo. Il collasso fu preceduto dall'apertura di una frattura con velocità fino a 75 cm/giorno.*

## Mount Eiger - 13 luglio 2006



*Cross-section of Schlossplatte/Alp Bärregg trough, Bernese Oberland, Switzerland, with Lower Grindelwald Glacier elevation at the end of the Little Ice Age (Oppikofer et al., 2008; modified by Deline et al., 2015). Black profile: pre-failure state; red profile: Summer 2006*

## Ghiacciaio del Trajo, luglio 2017



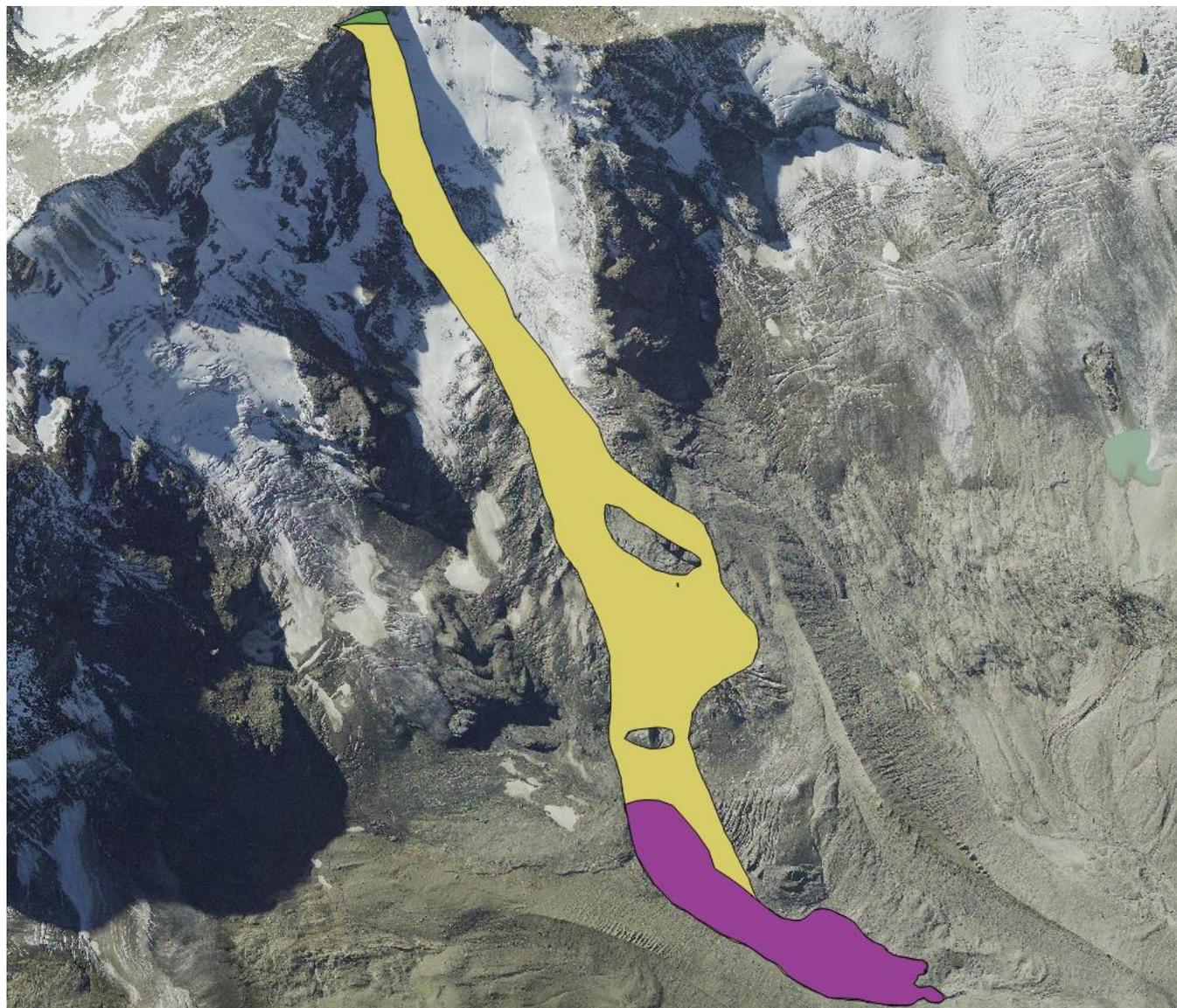
*S.Cerise, PNGP*



## Ghiacciaio di Invergnan

Valgrisenche (AO)

Novembre 2014

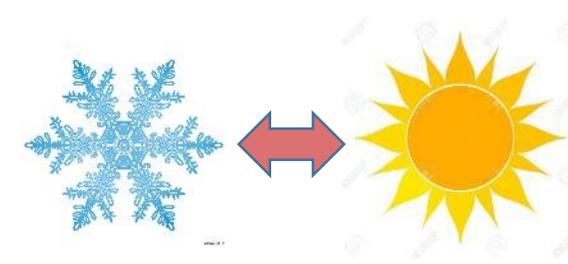
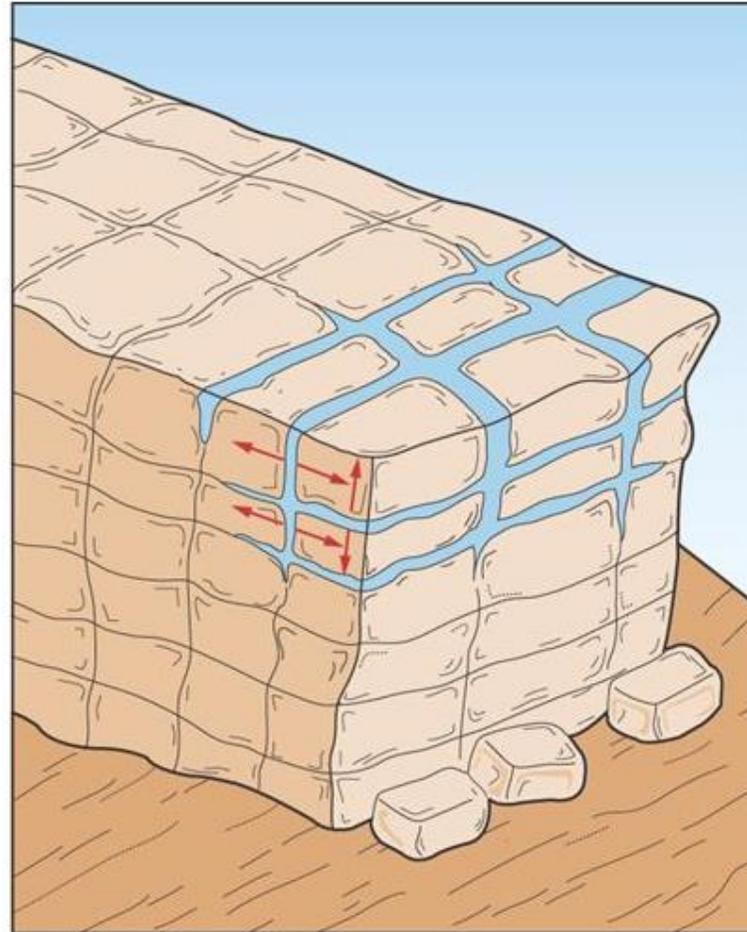


# Ghiacciaio di Invergnan

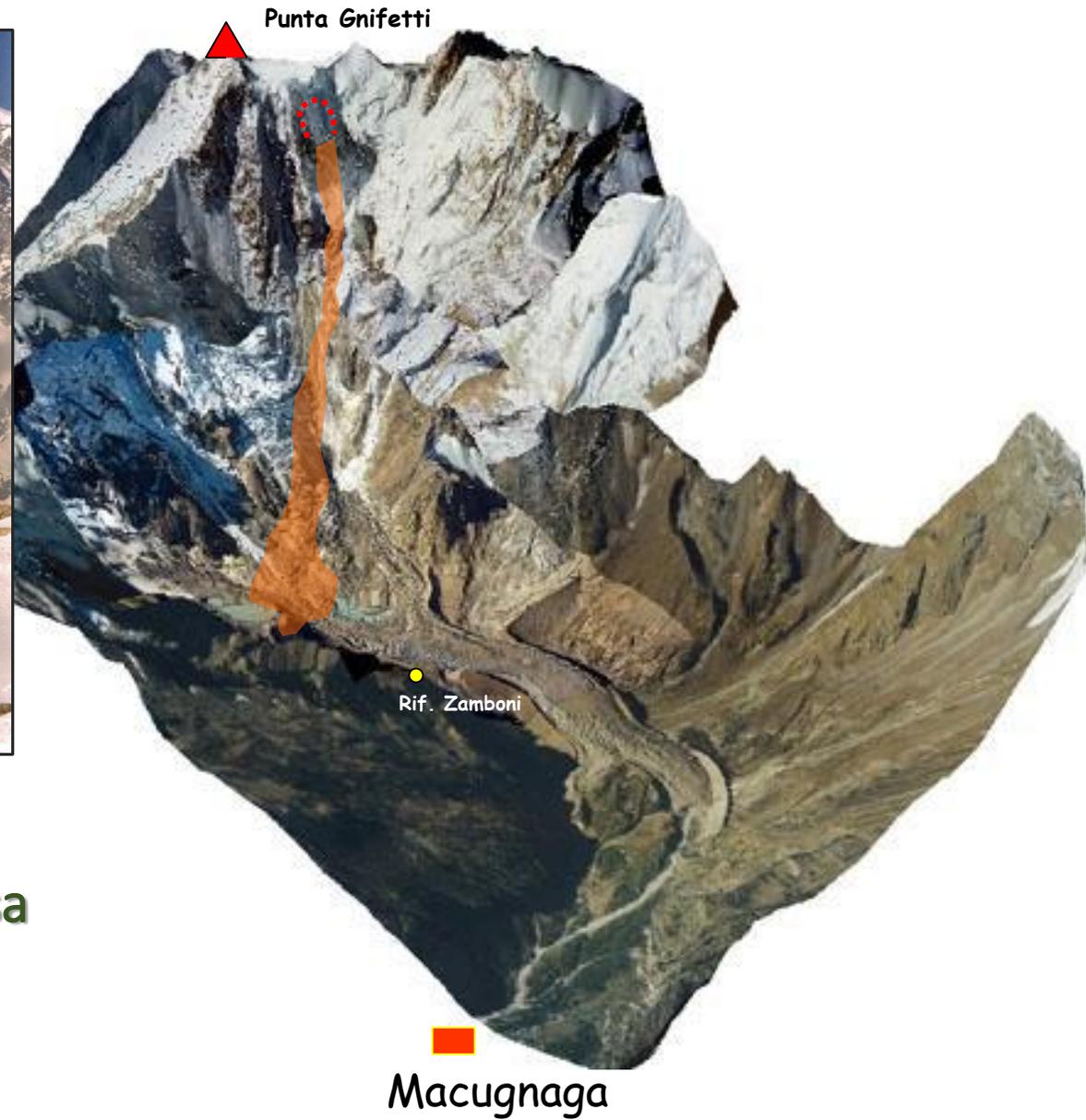
Valgrisenche (AO)

Novembre 2014

## Esposizione della roccia a cicli di **gelo/disgelo**



<http://slideplayer.it/slide/541572/>



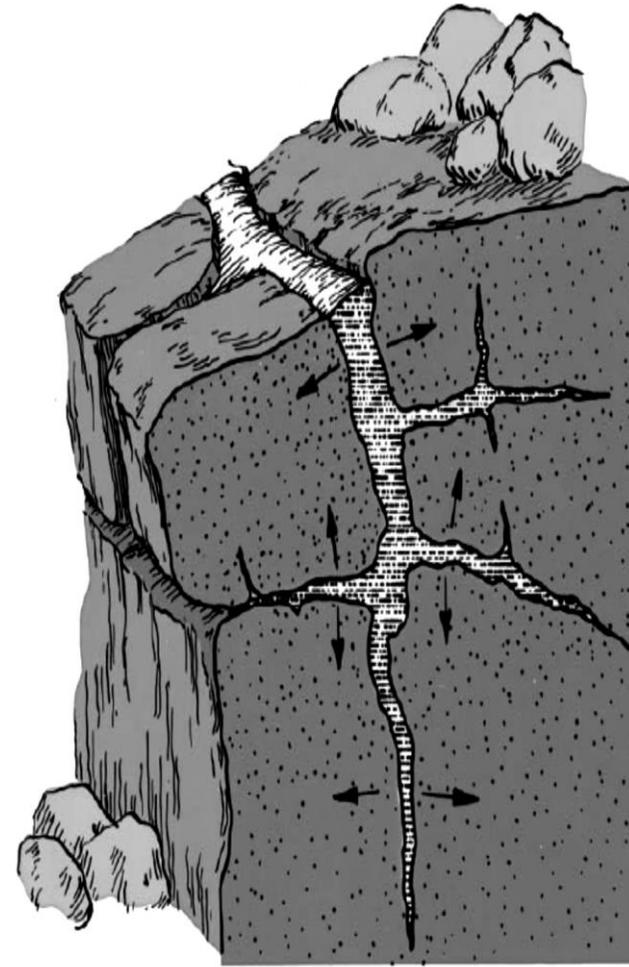
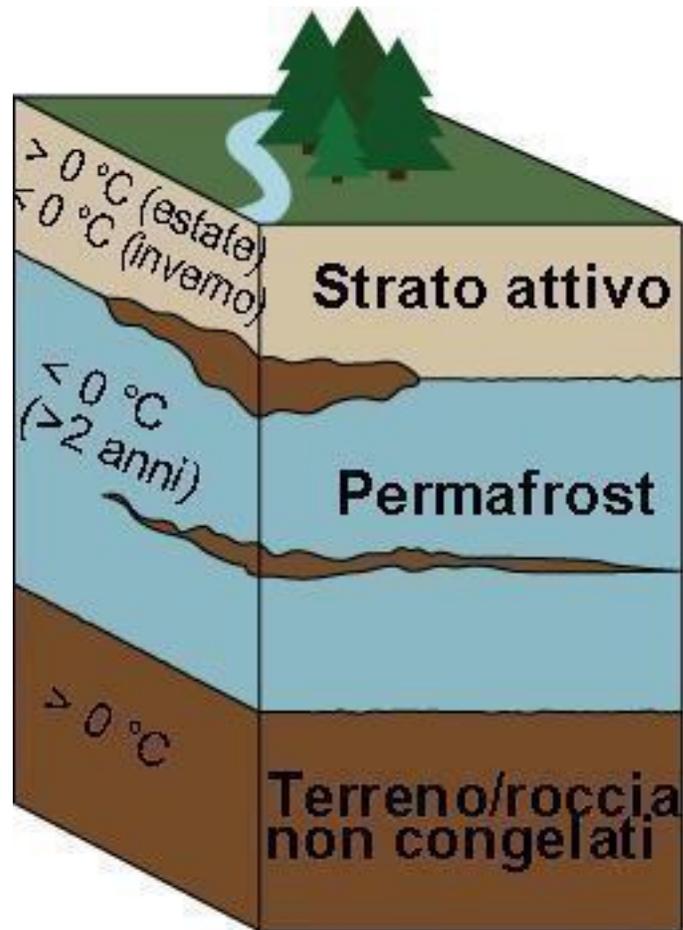
Parete Est del Monte Rosa  
21 aprile, 2007



Parete Est del Monte Rosa  
21 aprile, 2007



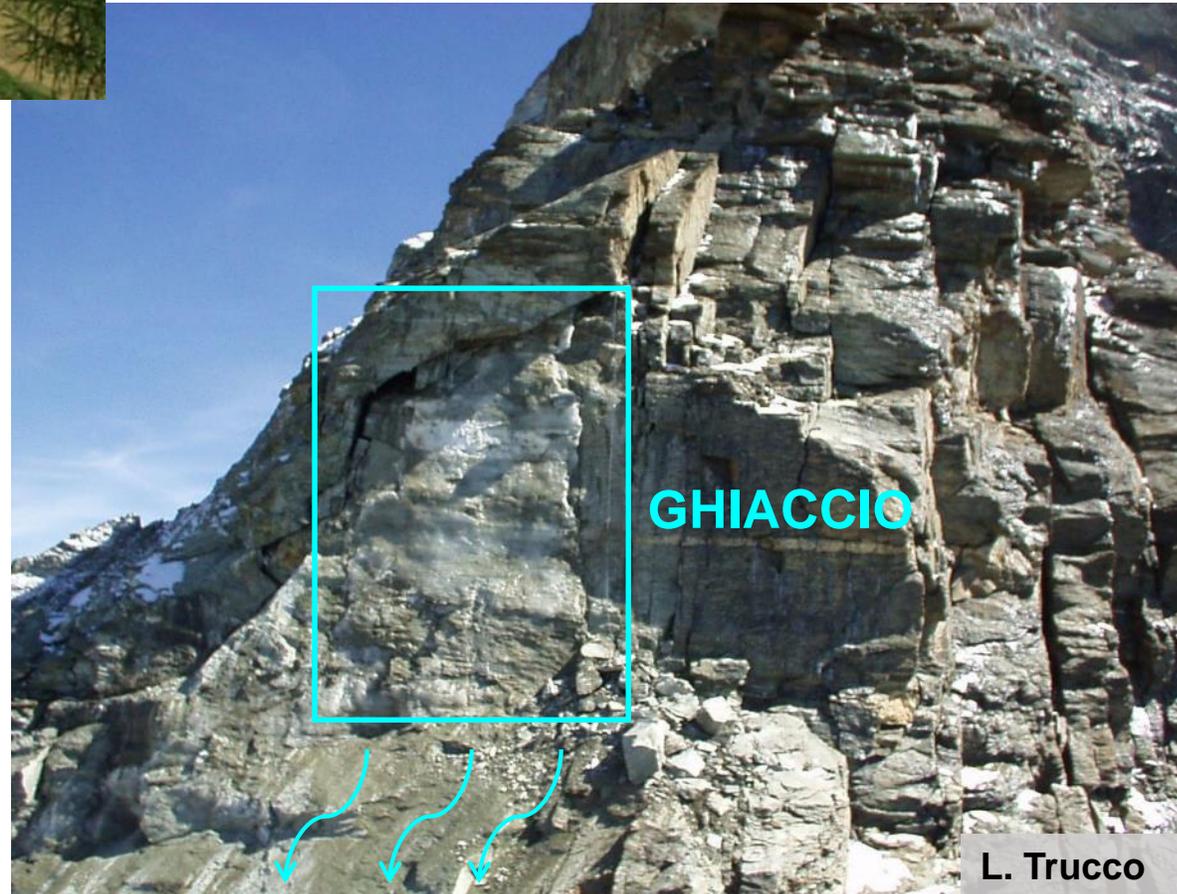
## Degradazione del **permafrost**





L. Trucco

La Cheminée  
(M. Cervino)  
*18 agosto, 2003*



GHIACCIO

L. Trucco



Distacco di uno sperone roccioso di 2.5 M m<sup>3</sup>  
dal fianco meridionale della Punta

## Punta Thurwieser (Ortles-Cevedale) *18 settembre, 2004*





Photo CNR-IRPI



3657 m

Foto: Regione Lombardia



\*



**Punta Tre Amici (M.Rosa)**  
***16 dicembre 2015***



Monviso, 26 dicembre 2019

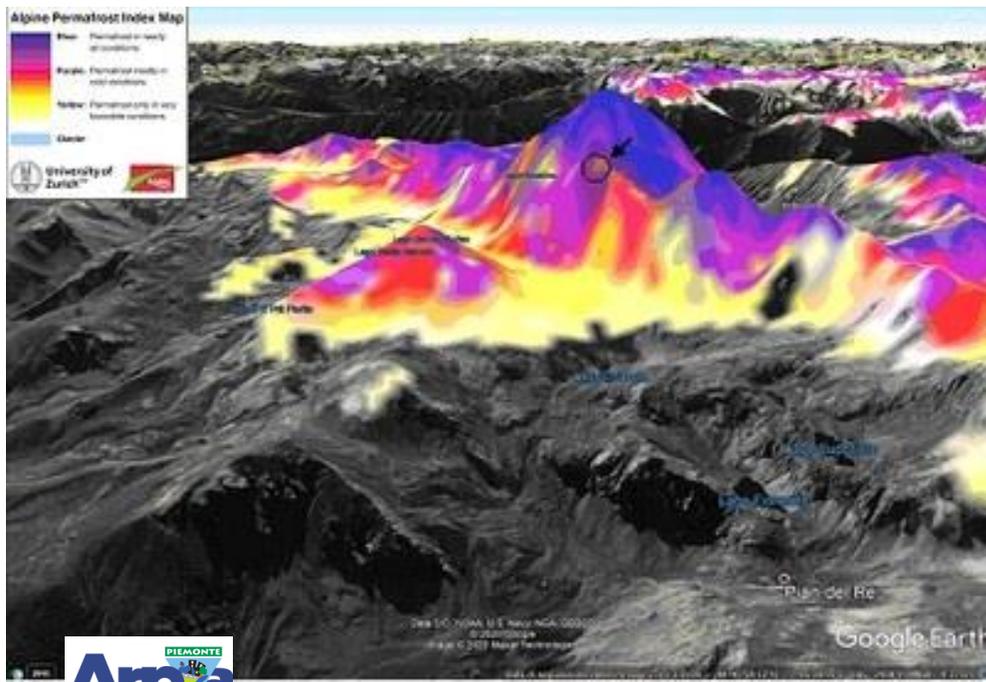
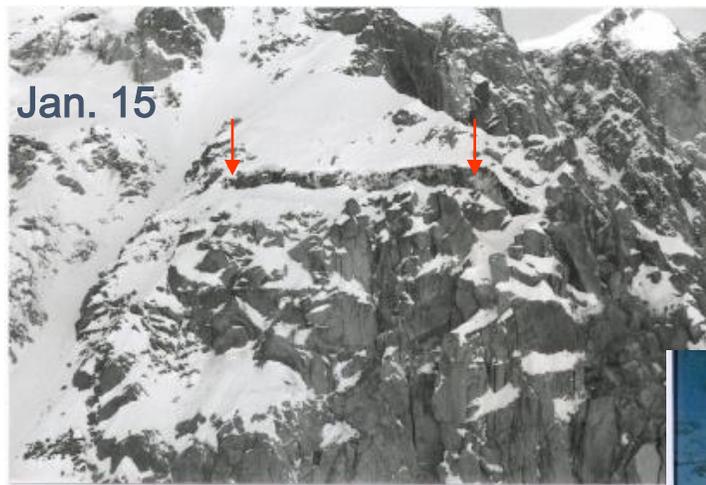
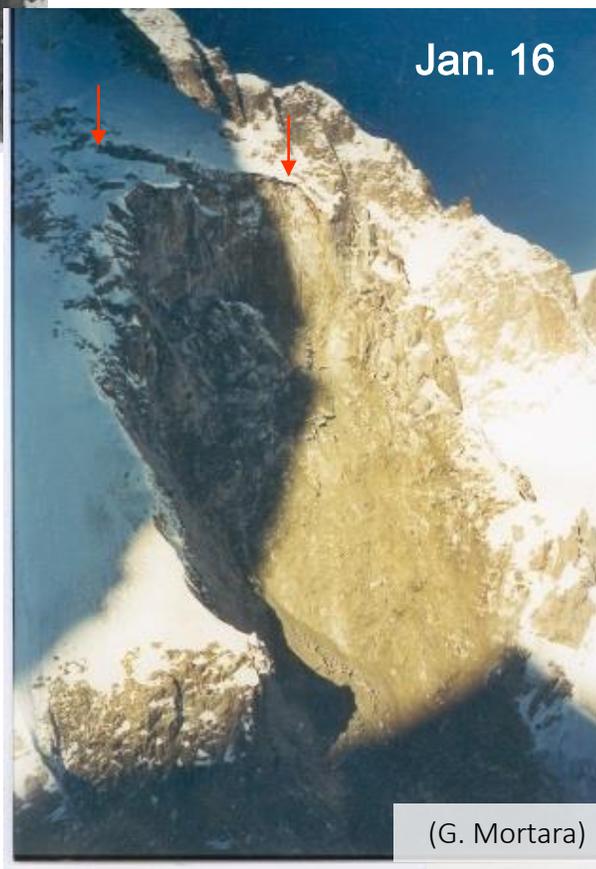


Foto: ARPA Piemonte



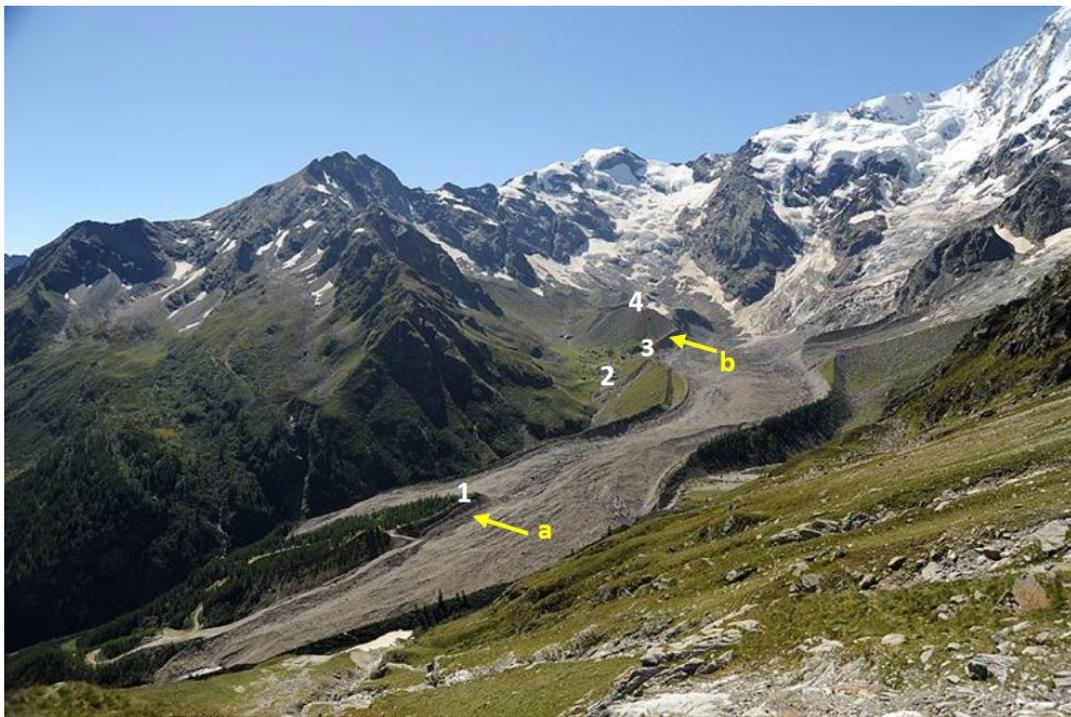
## Valanga di ghiaccio e roccia della Brenva (M. Bianco) 18 gennaio, 1997

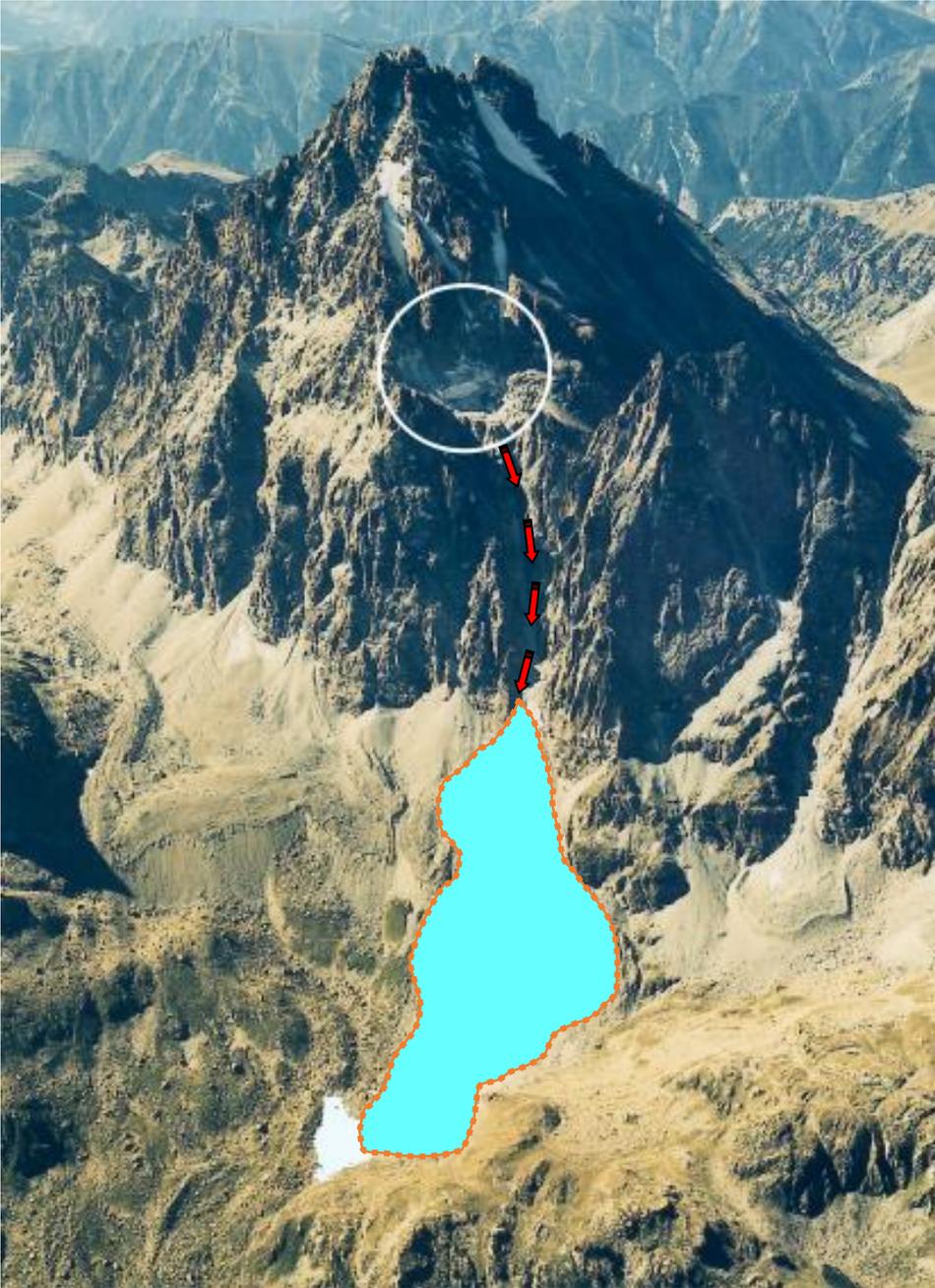
I ghiacciai possono diventare parte attiva dei processi, aumentando il volume e la velocità di scorrimento delle masse franate





Ai 2 M di  $\text{m}^3$  di roccia si aggiunsero  
circa 5 M  $\text{m}^3$  di ghiaccio e neve.



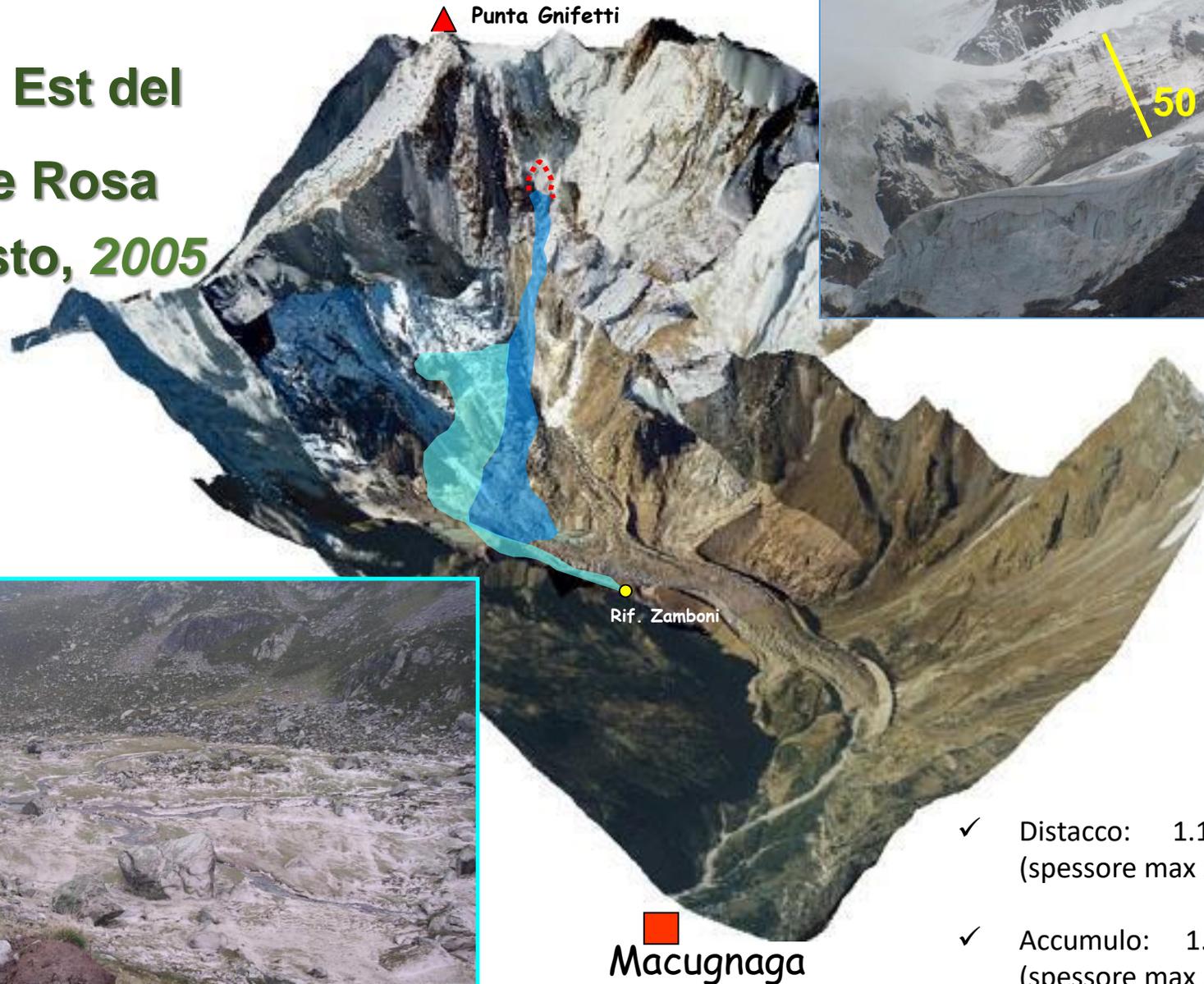


Gh. Superiore di Coolidge (Monviso)  
6 luglio 1989

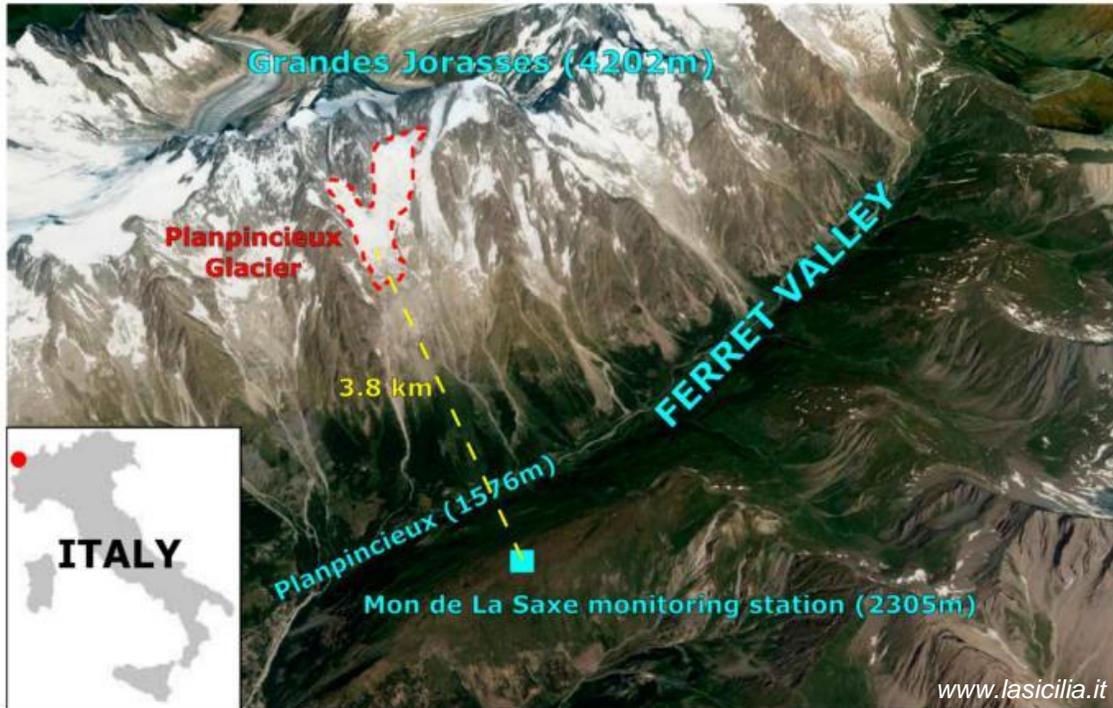
Anche i **ghiacciai** possono destabilizzarsi



**Parete Est del  
Monte Rosa  
25 agosto, 2005**



- ✓ Distacco: 1.1 M m<sup>3</sup>  
(spessore max 56 m)
- ✓ Accumulo: 1.4 M m<sup>3</sup>  
(spessore max 32 m)



## Ghiacciaio di Planpincieux (Courmayeur, AO) 2019, 2020





**Colate detritiche:** aumento della disponibilità di detrito e di acqua

Ghiacciaio del Mulinet (Levanne)

*24 settembre, 1993*

Volume eroso:  
ca. 800,000 m<sup>3</sup>



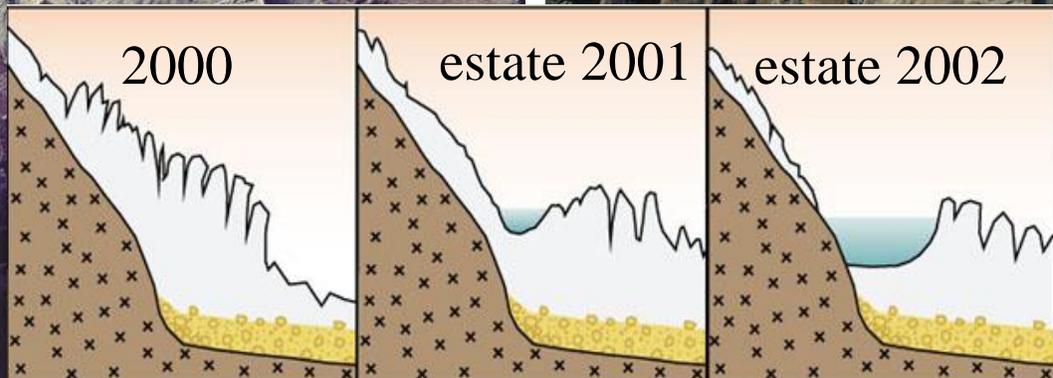
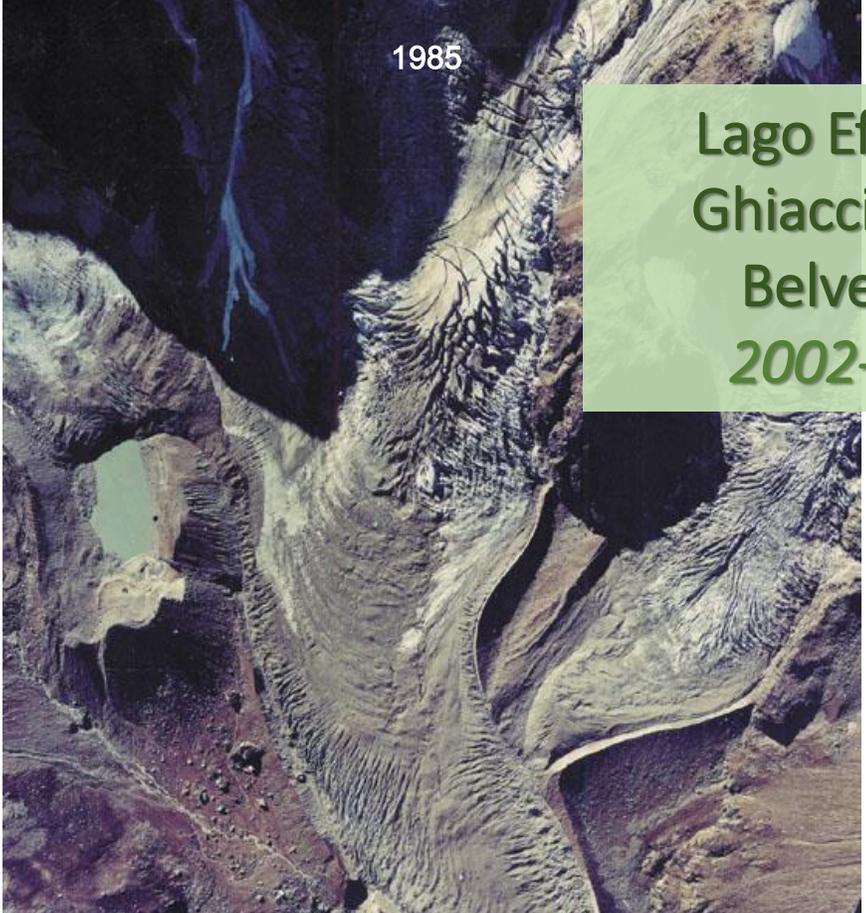
Accumulo detritico a valle



1985

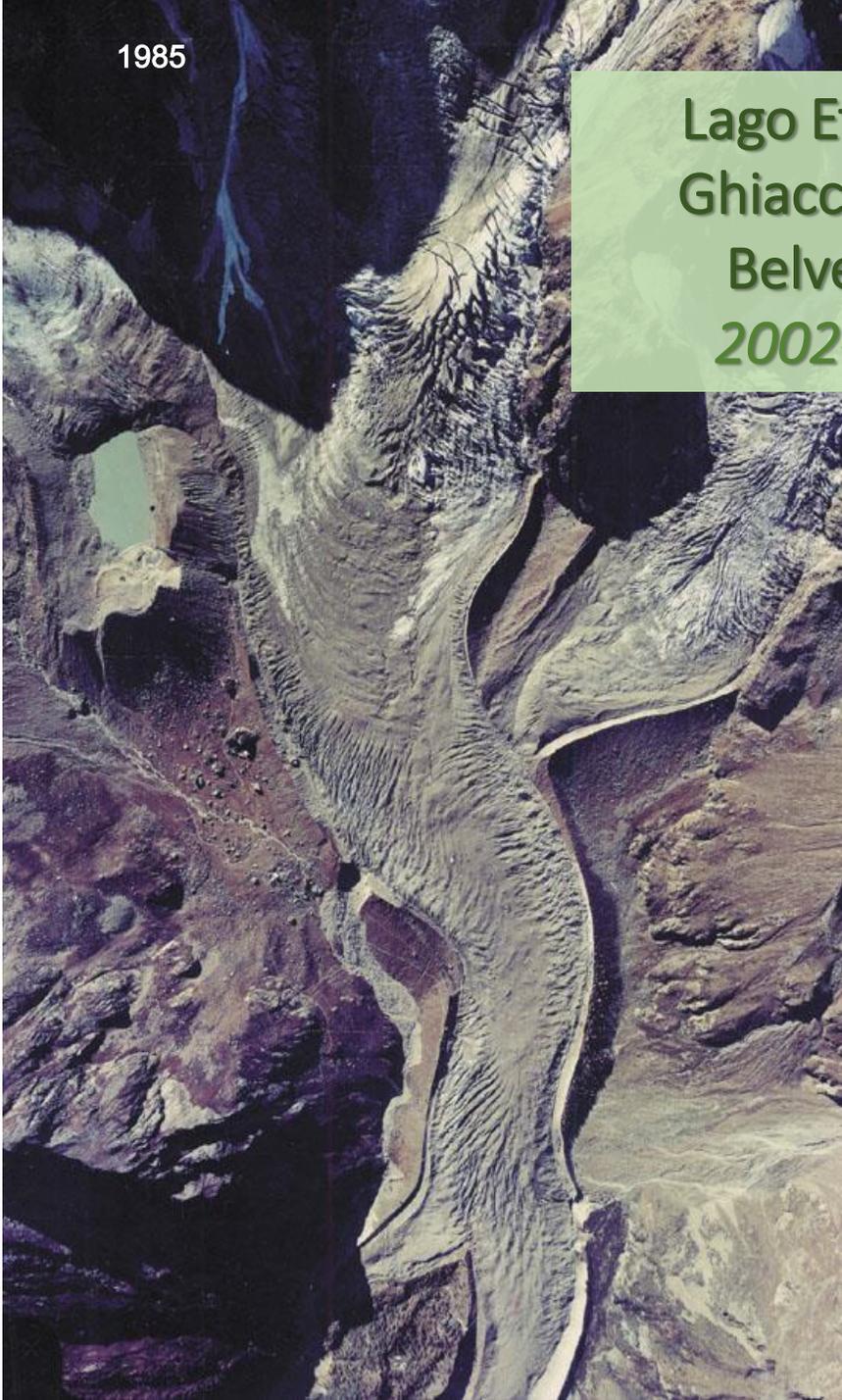
Ottobre 2001

Lago Effimero  
Ghiacciaio del  
Belvedere  
2002-2003



1985

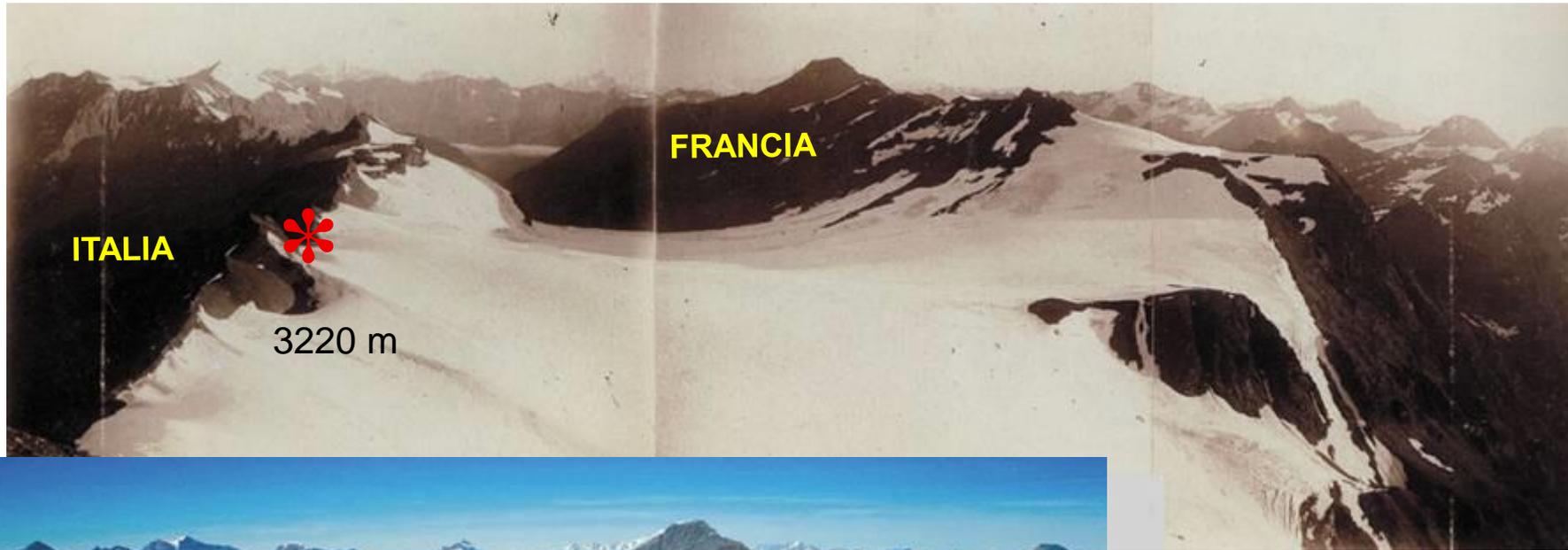
Lago Effimero  
Ghiacciaio del  
Belvedere  
2002-2003



2002







ITALIA

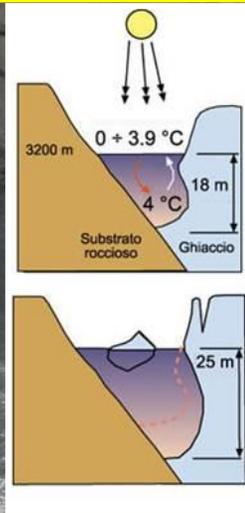
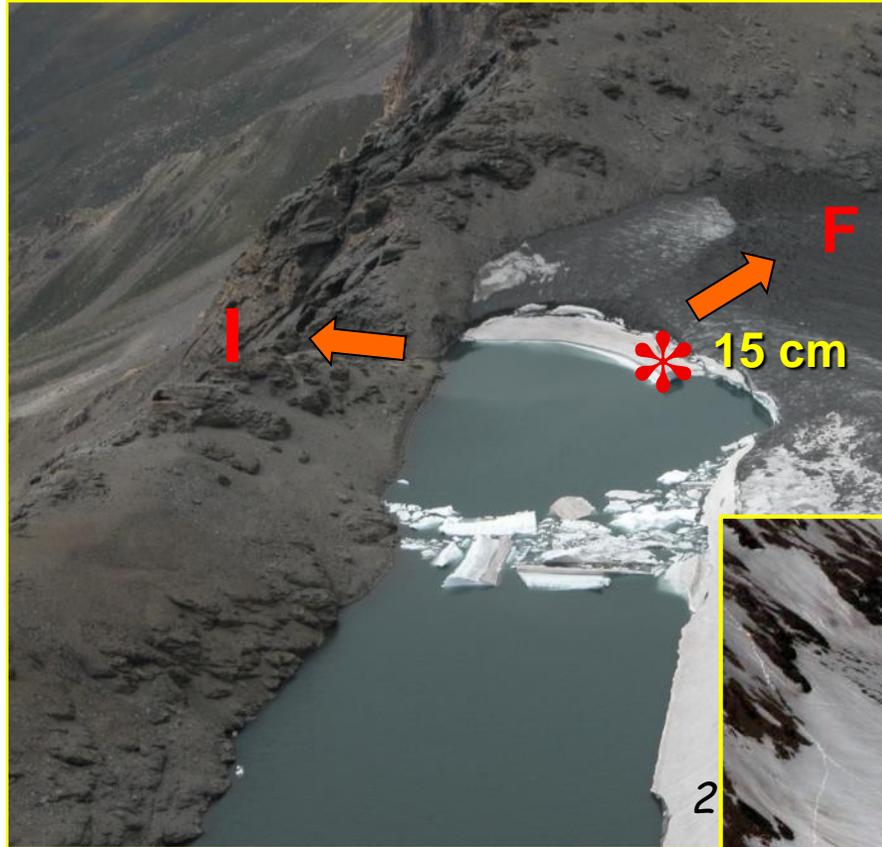
3220 m

FRANCIA



2000 L. Mercalli

Gh. del Rocciamelone  
2004



Durante le calde estati 2003 e 2004, il lago raggiunge un volume di 600 000 m<sup>3</sup> ed un franco di appena 15 cm (Jobard 2005)

Foto Prot. Civ. Regione Piemonte

A causa del rischio per il villaggio di Bessans, le Autorità francesi decisero lo svuotamento del lago



M. Caplain

Rotta glaciale al Grand Croux

14 Agosto 2016

50.000-70.000 m<sup>3</sup> (fonte: FMS)



Photo: [www.meteogiuliacci.it](http://www.meteogiuliacci.it)

## Catene di eventi: Il disastro della diga di Chamoli (India), 7 febbraio 2021

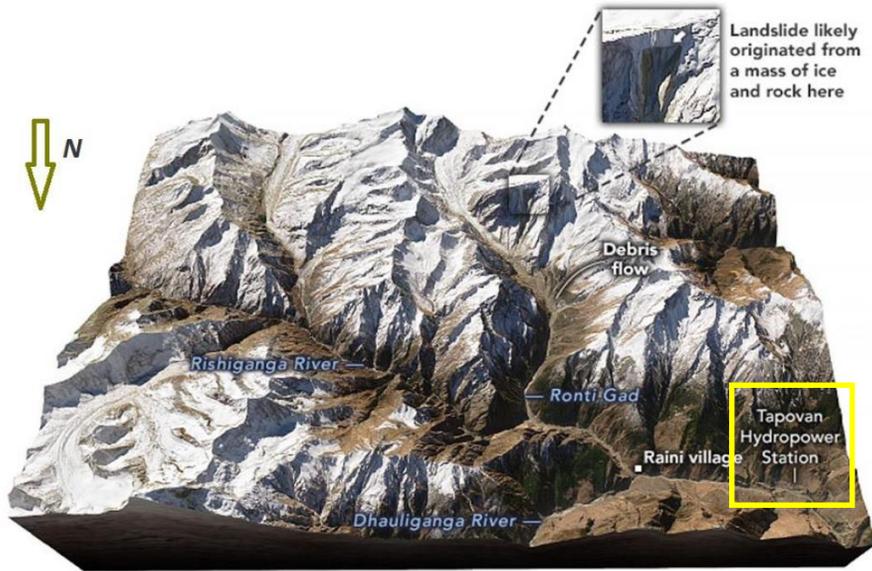


Figure 3. Image of 21 February 2021 showing a closeup of the debris flow area and epicenter of the landslide (source: earthobservatory.nasa.gov)



Anche eventi meno pericolosi ma comunque dannosi



Capanna Carrel (Cervino)  
2003-

A seguito della calda estate 2003, il basamento su cui poggia la Capanna ha subito una deformazione tale da richiedere interventi di stabilizzazione





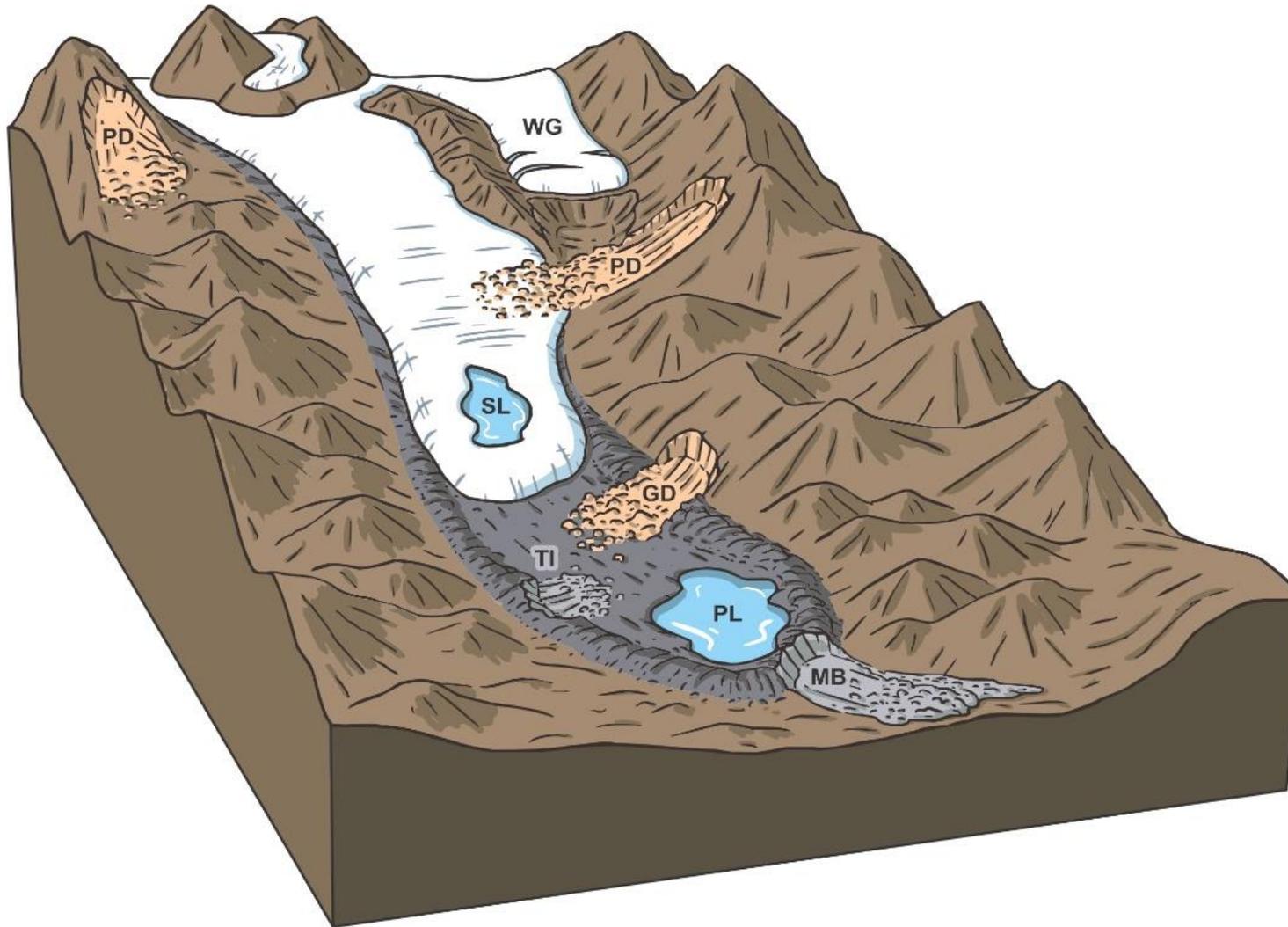
## Vie/Sentieri

L'aumento delle temperature e la diminuzione della copertura nevosa hanno comportato, in alcuni settori, un **aumento dell'instabilità dei versanti**: alcune vie classiche hanno dovuto essere chiuse o modificate, altre sono percorribili solo in inverno o sono divenute in generale più pericolose



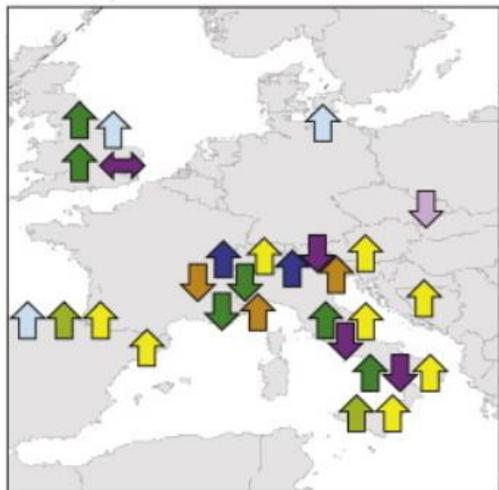
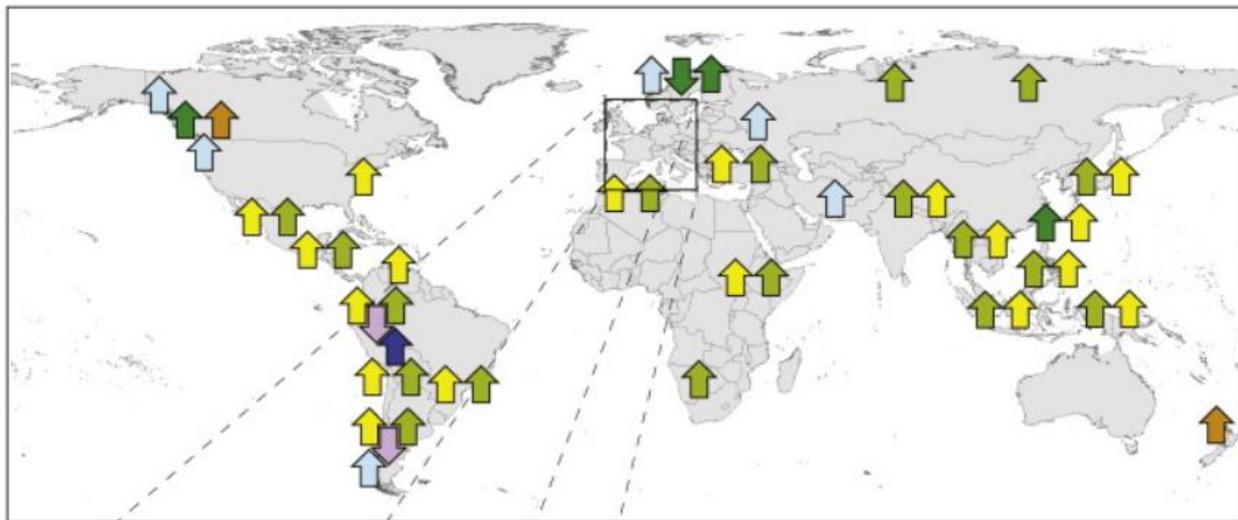
Salita al Quintino Sella (Valle del Lys)

... in sintesi

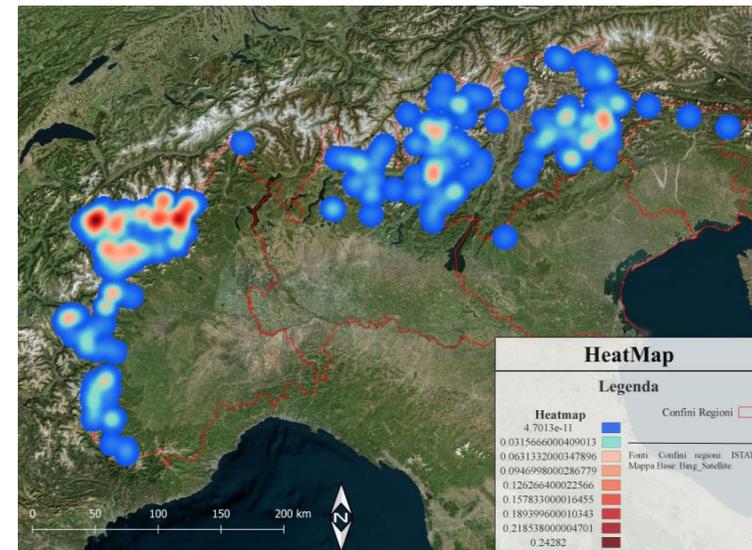
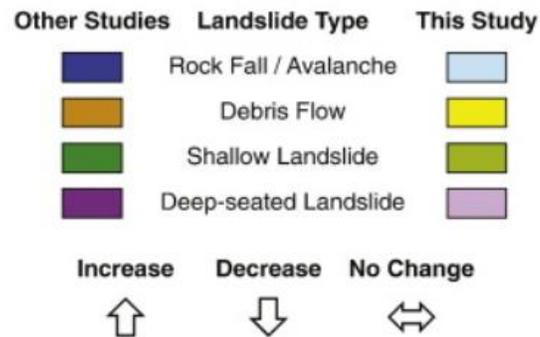


- PD** Landslide from permafrost degradation
- WG** Warming glacier
- GD** Instability from glacier debutressing
- TI** Instability from thawing ground ice
- SL** Supraglacial lake
- PL** Proglacial lake
- MB** Moraine breach

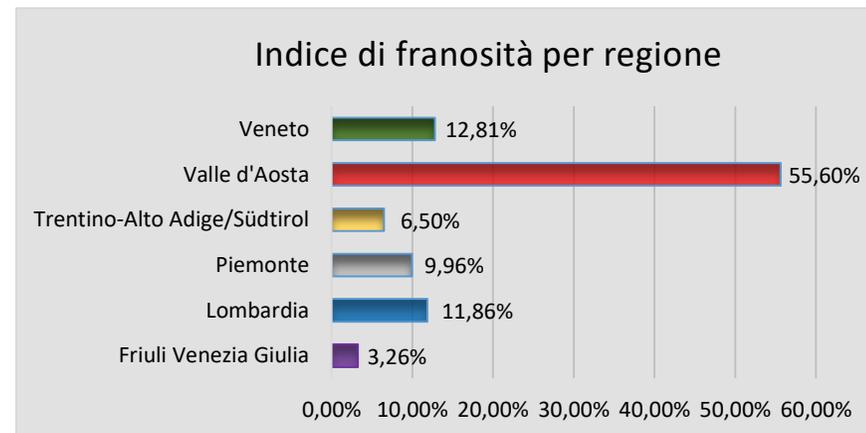
# Ma gli eventi stanno davvero aumentando a causa del cambiamento climatico?



Gariano & Guzzetti, 2016



fonte: M. Guerini, 2021



Unlock selection

Nord-Ovest

Piemonte

Population at risk

Landslides: 68,744 ab.

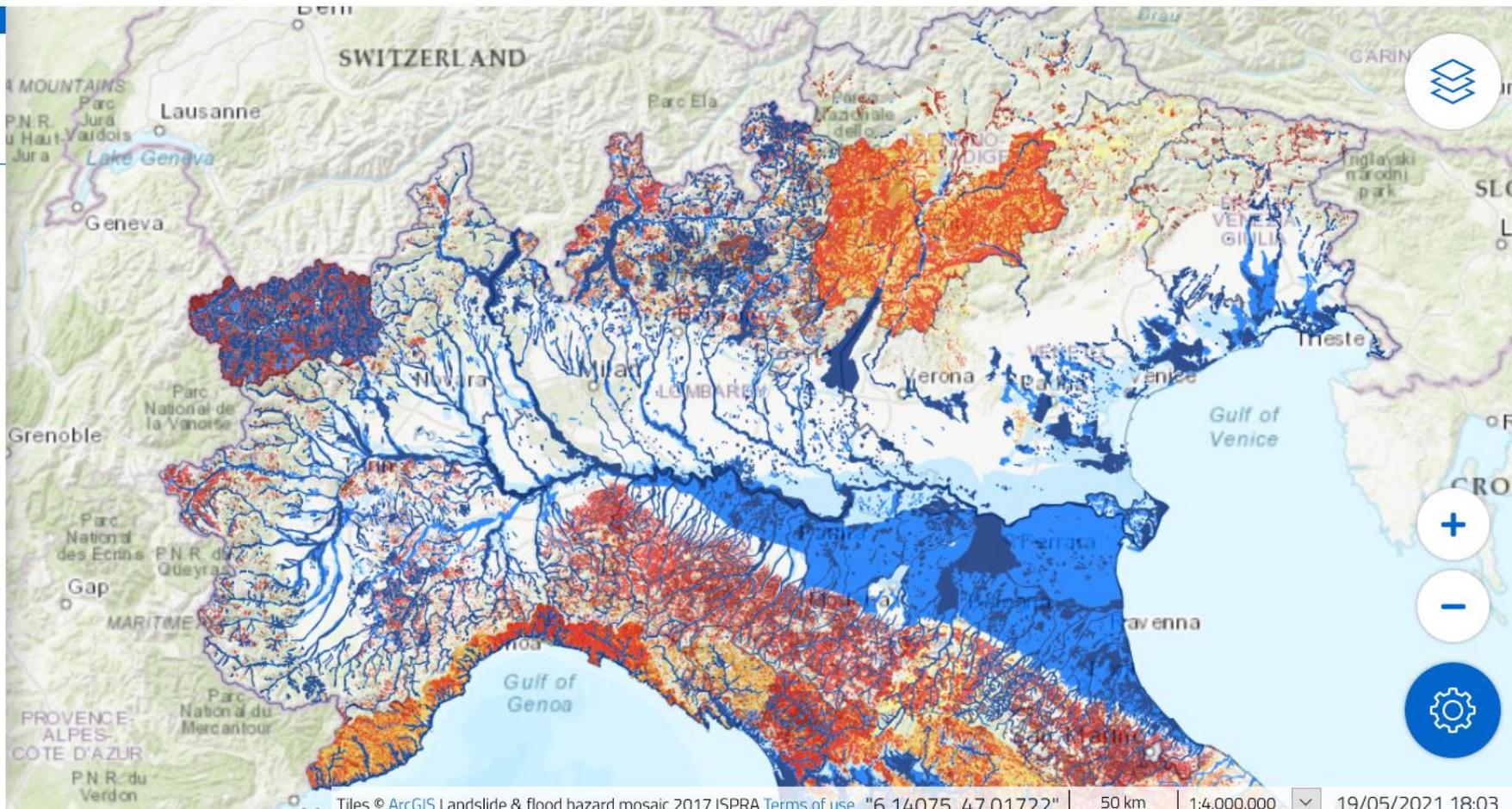
Floods: 210,047 ab.

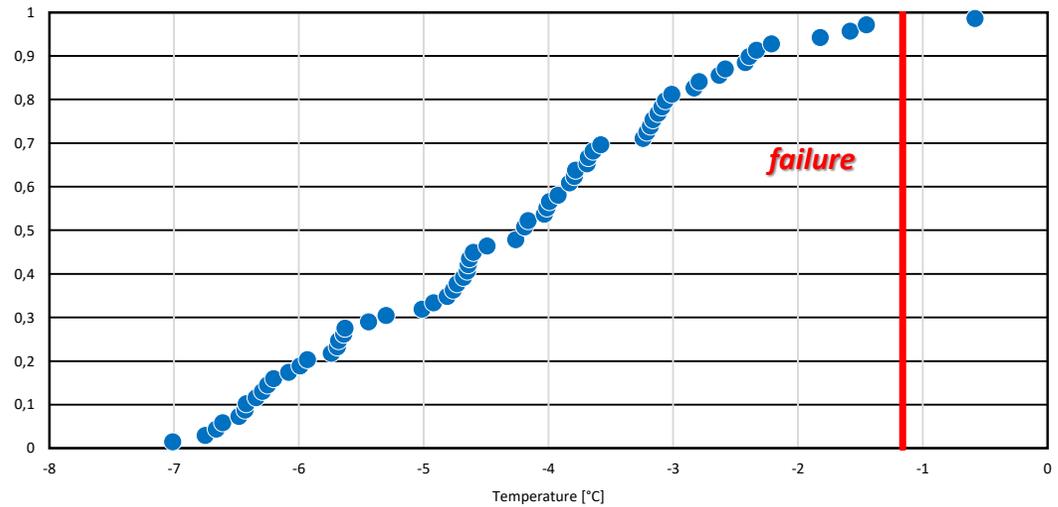
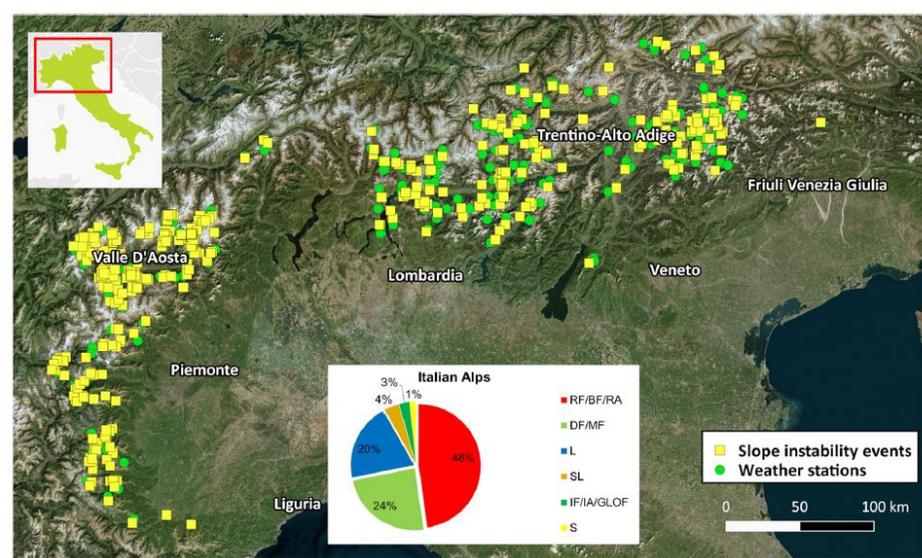
Context Data

- 25,386.7 km<sup>2</sup> Territory
- 1,135,209 Buildings
- 4,363,916 Population
- 369,062 Industries and services
- 1,953,360 Families
- 13,512 Cultural heritage

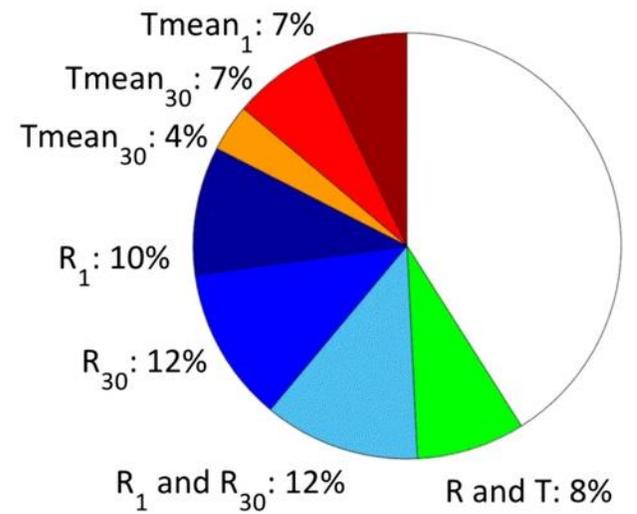
Hazard and risk

Landslides	Territory	Population	Families	Buildings	Industries and services	Cultural heritage
<b>Very high P4</b>	652.2 (2.6%)	31,977 (0.7%)	14,922 (0.8%)	20,179 (1.8%)	2,099 (0.6%)	316 (2.3%)

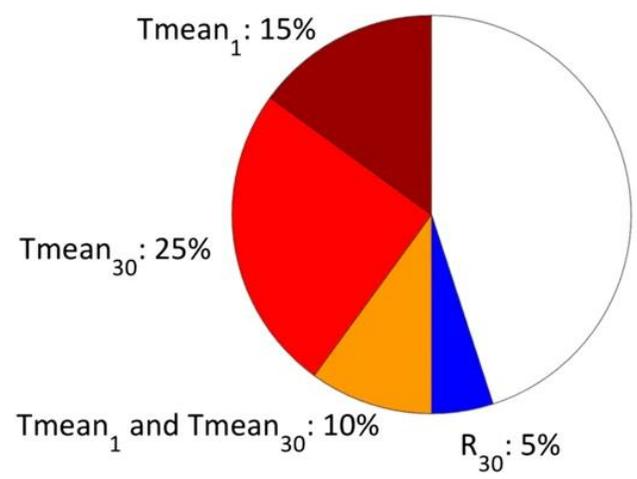




1500-2195 m a.s.l. - 159 events



3585-4290 m a.s.l. - 20 events



Data, ora

Comune, località,  
toponimo, **quota**

Fenomeno

WHEN

WHERE

WHAT

Fonte

WHO

HOW

WHY

Cause

Dinamica,  
danni

**Grazie per l'attenzione!**