

**SUPSI**

# Il «ghiaccio nascosto» delle Alpi

## Ripartizione e impatto del riscaldamento climatico sul permafrost

**Cristian Scapozza**, con la collaborazione di **Chantal Del Siro**

Campus Mendrisio, CH-6850 Mendrisio

[cristian.scapozza@supsi.ch](mailto:cristian.scapozza@supsi.ch)

[ccct@supsi.ch](mailto:ccct@supsi.ch)

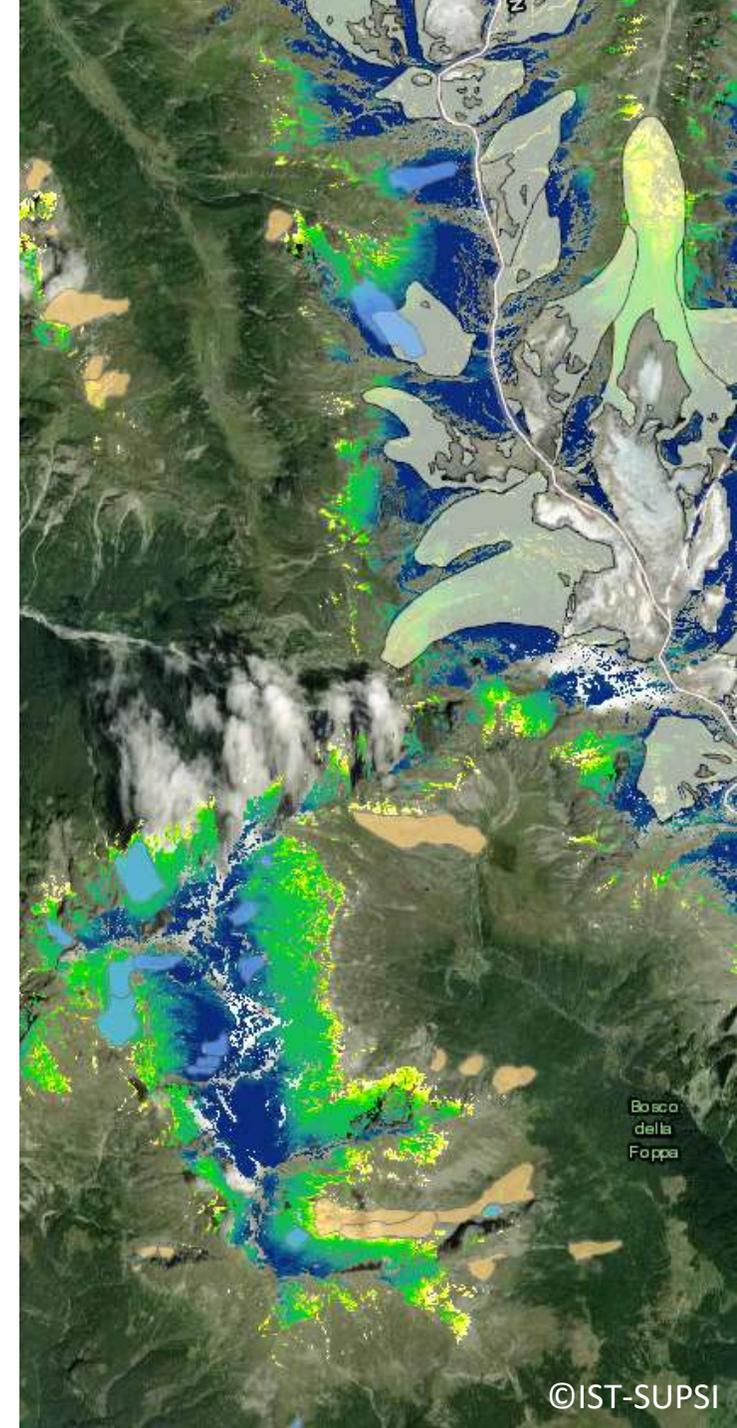




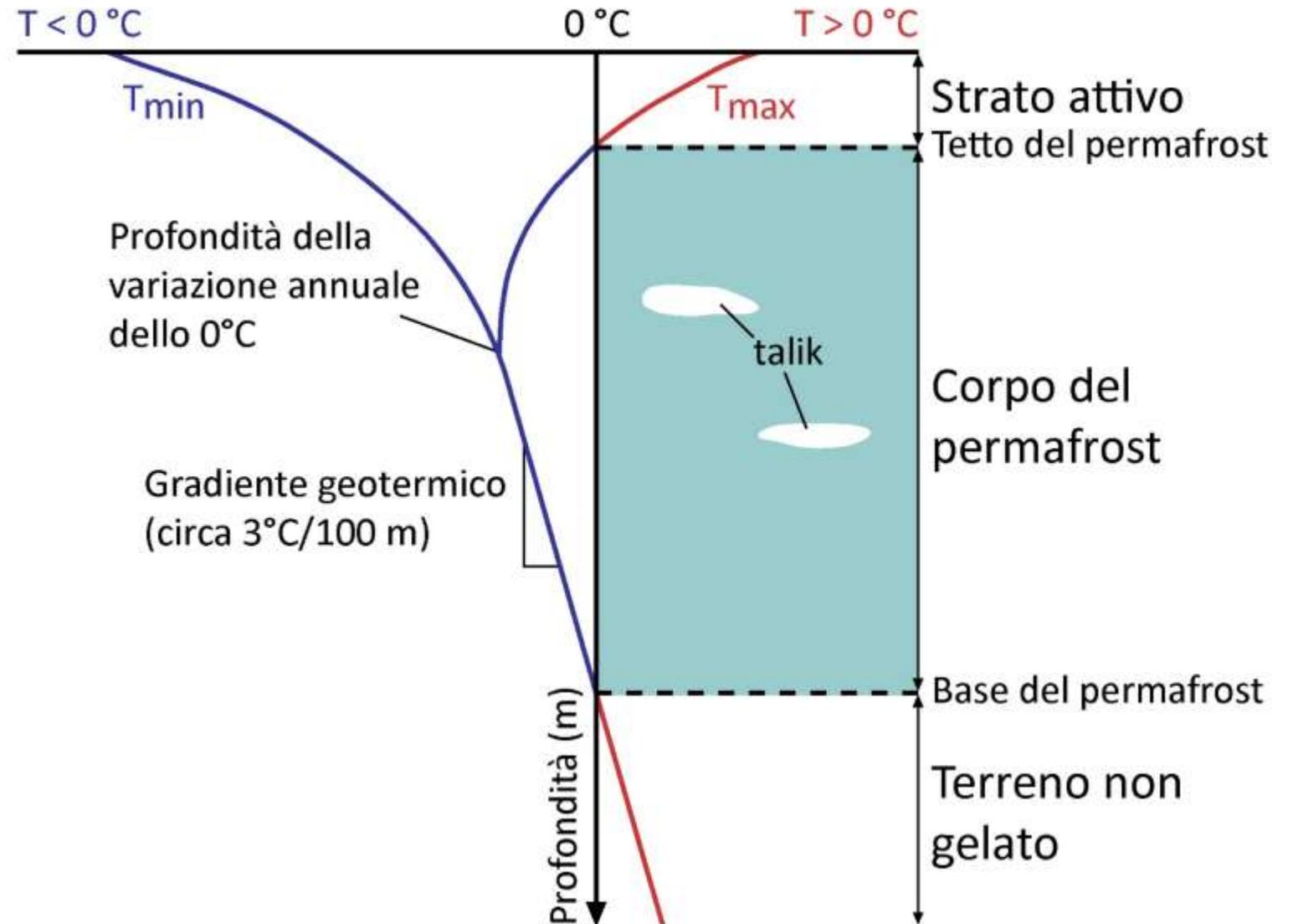
Photo : C. Lambiel

## Permafrost:

porzione del sottosuolo la cui temperatura rimane uguale o inferiore a  $0^{\circ}\text{C}$  per almeno due anni.

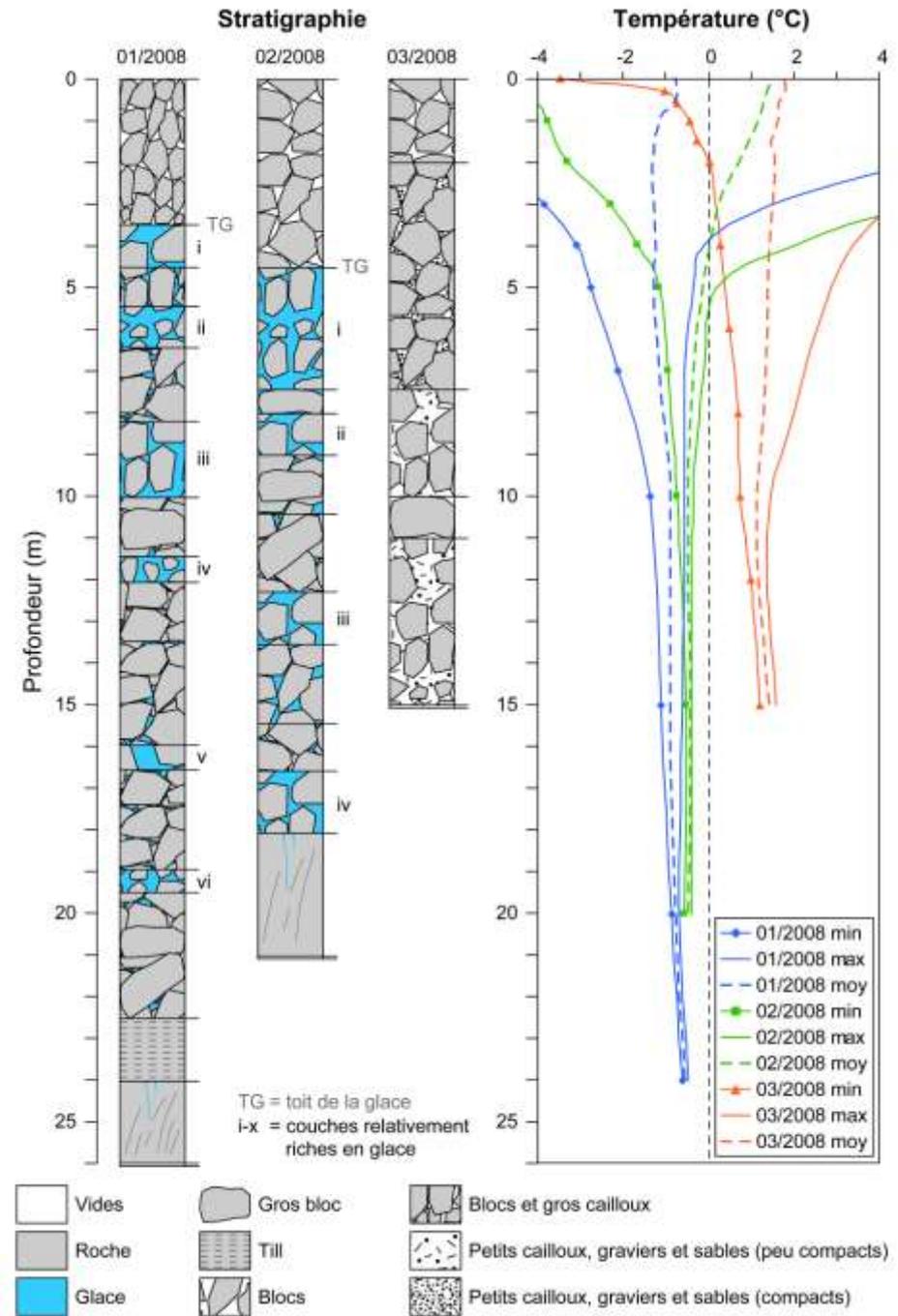


Foto: Cristian Scapozza



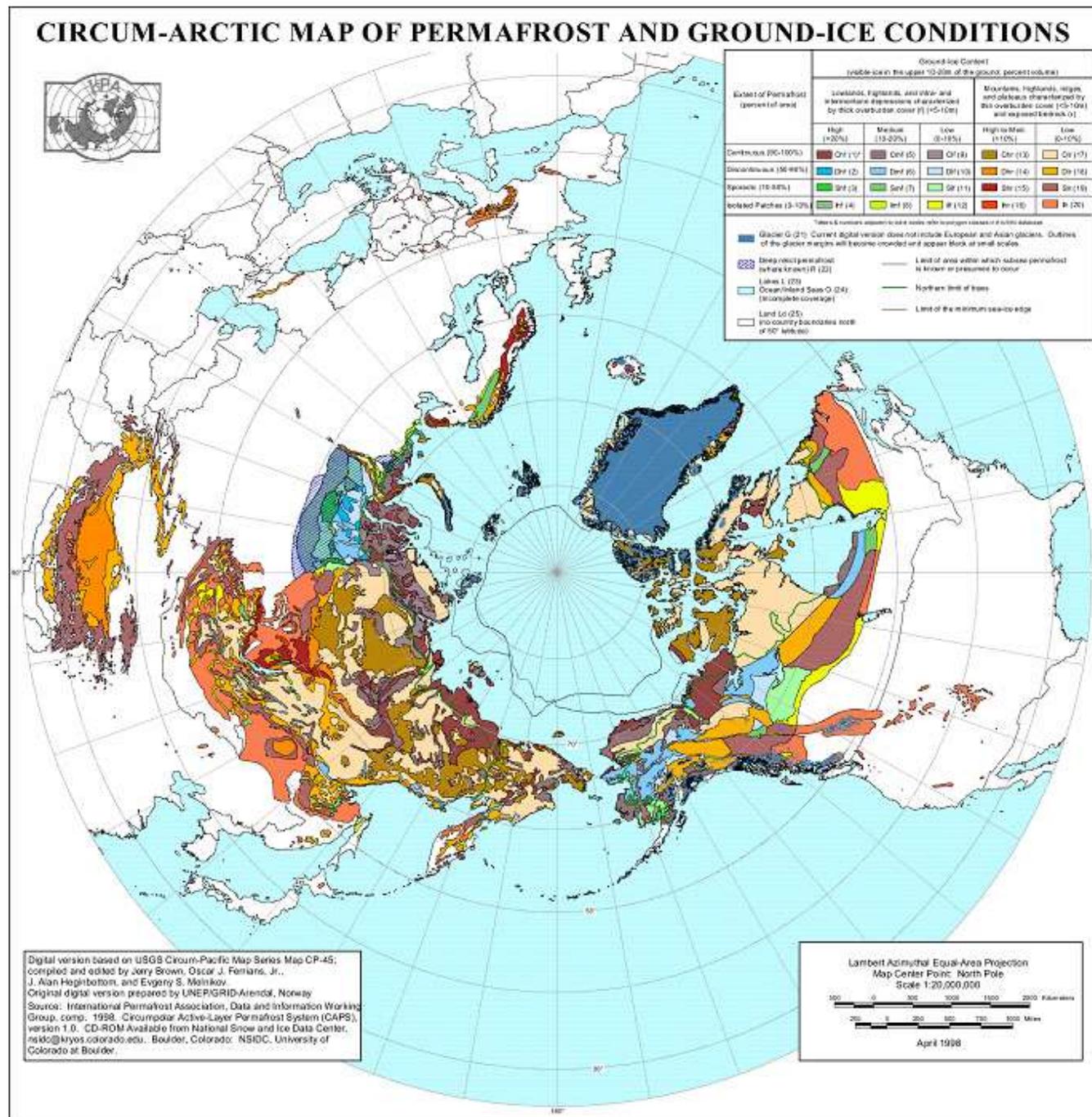
Fonte: SCAPOZZA & FONTANA (2009), *Memoria della STSN*.

Fonte: SCAPOZZA (2013), Géovisions.



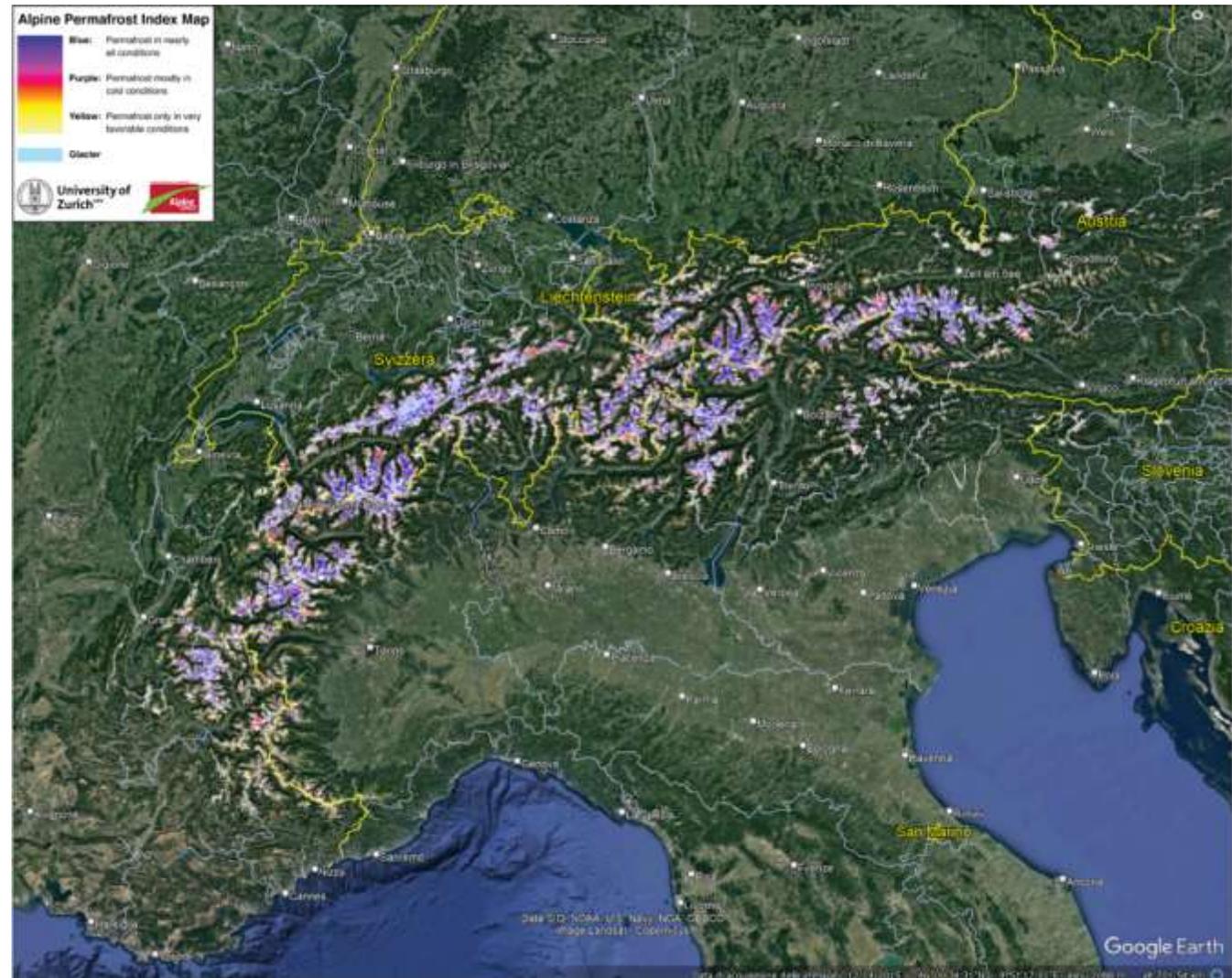
# Il permafrost: un fenomeno marginale?

A scala mondiale occupa fra il 20 e il 25% della superficie della Terra, di cui 6–7% nelle regioni di montagna.



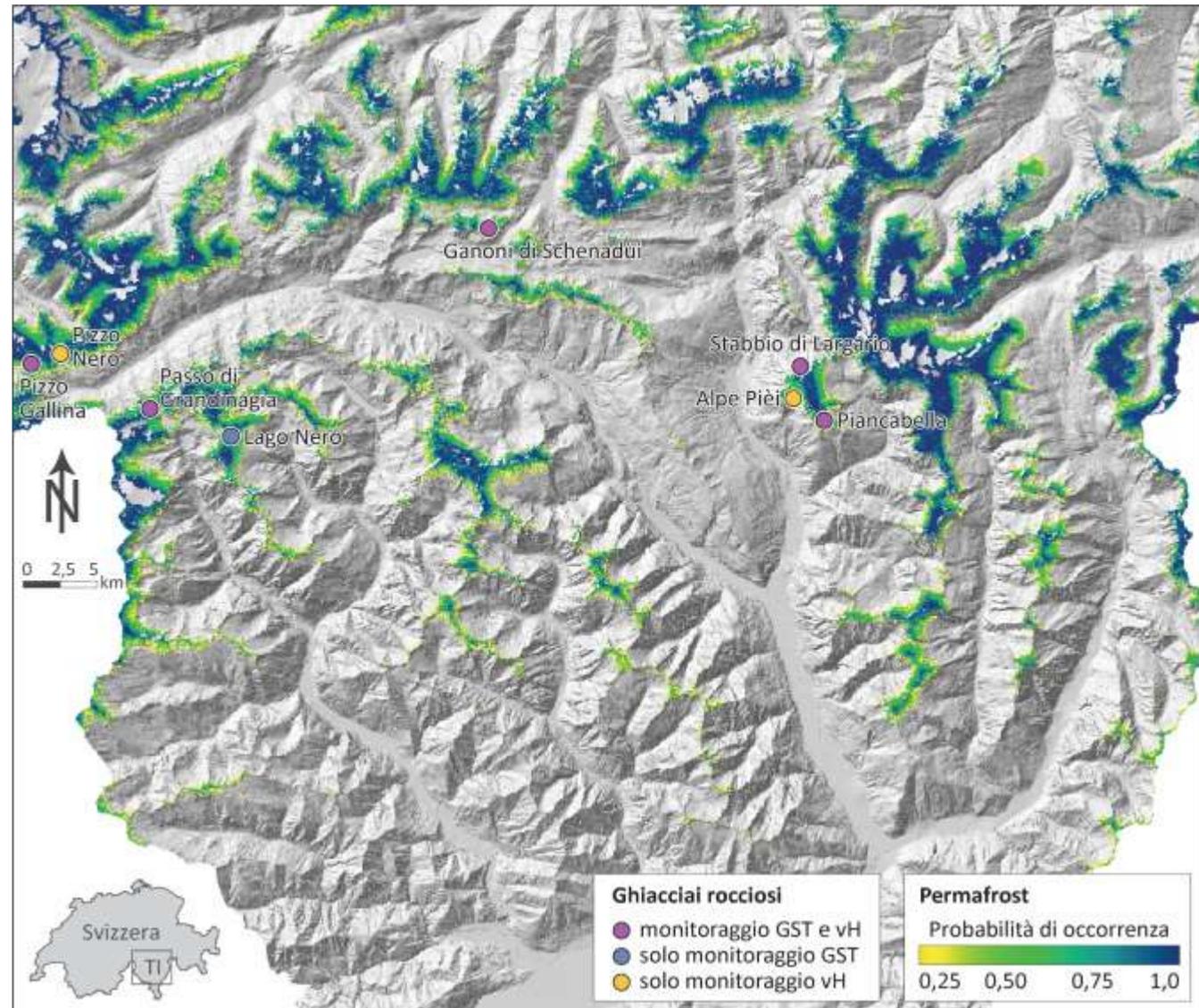
# Il permafrost: un fenomeno marginale?

Nelle Alpi occupa il 3.3% della superficie totale (il triplo rispetto ai ghiacciai), in Svizzera il 5.2% della superficie (più del doppio rispetto ai ghiacciai).

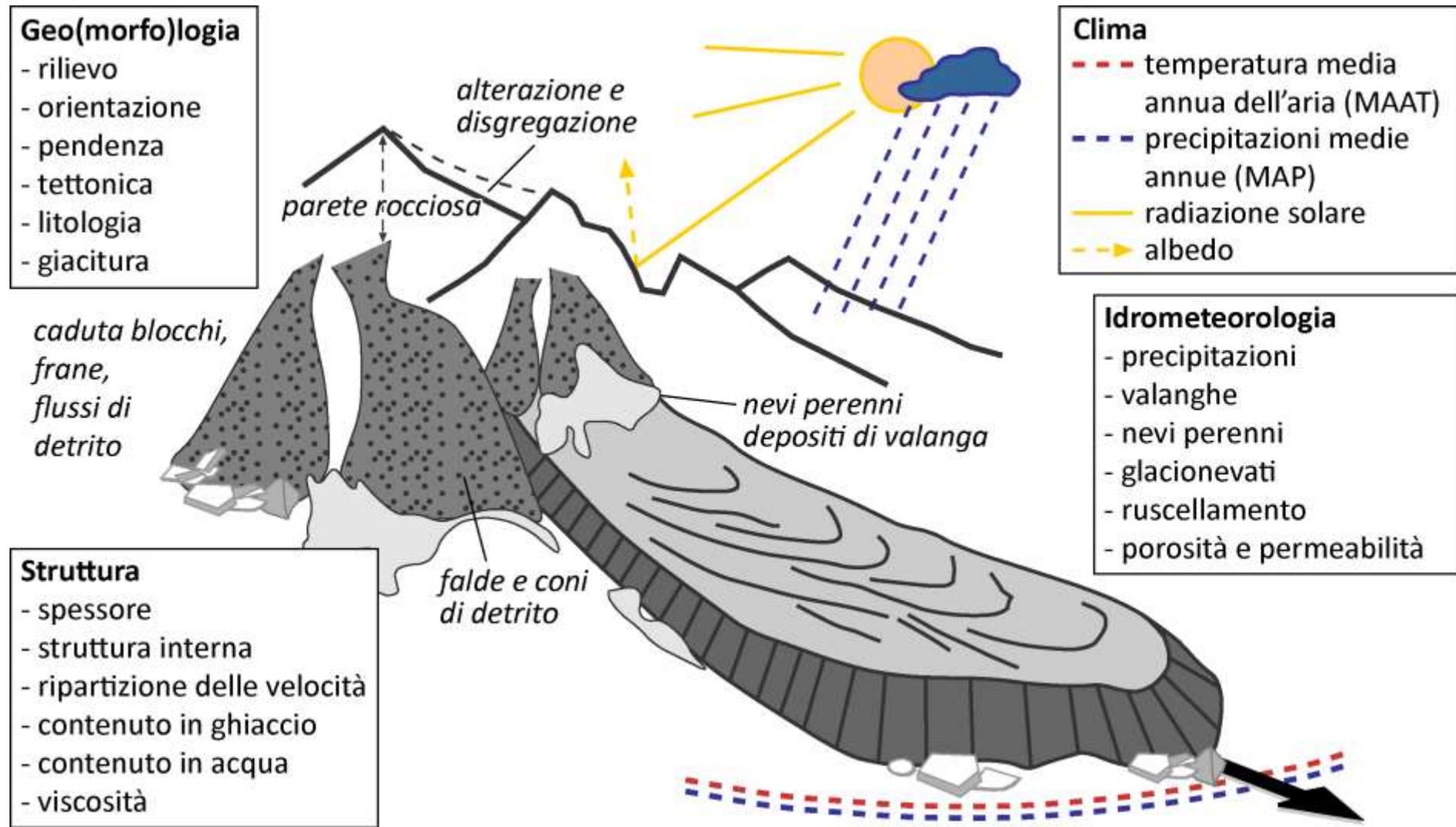


# Il permafrost: un fenomeno marginale?

Nel Cantone Ticino, occupa il 9.4% della superficie totale (265 km<sup>2</sup>, pari a 5.4 volte il Lago di Lugano), quindi circa 55 volte la superficie dei ghiacciai (4.8 km<sup>2</sup> nel 2016).







**Ghiacciaio roccioso:** accumulo di detriti rocciosi saturi in ghiaccio che fluisce verso valle a causa della deformazione del ghiaccio stesso.



Foto: Cristian Scapozza



Foto: Cristian Scapozza



Foto: Cristian Scapozza

SUPSI

## 281 ghiacciai rocciosi

di cui:

- 70 attivi
- 54 transizionali (inattivi)
- 157 relitti

Fonte: SCAPOZZA & MARI (2010),  
*Bollettino della STSN.*

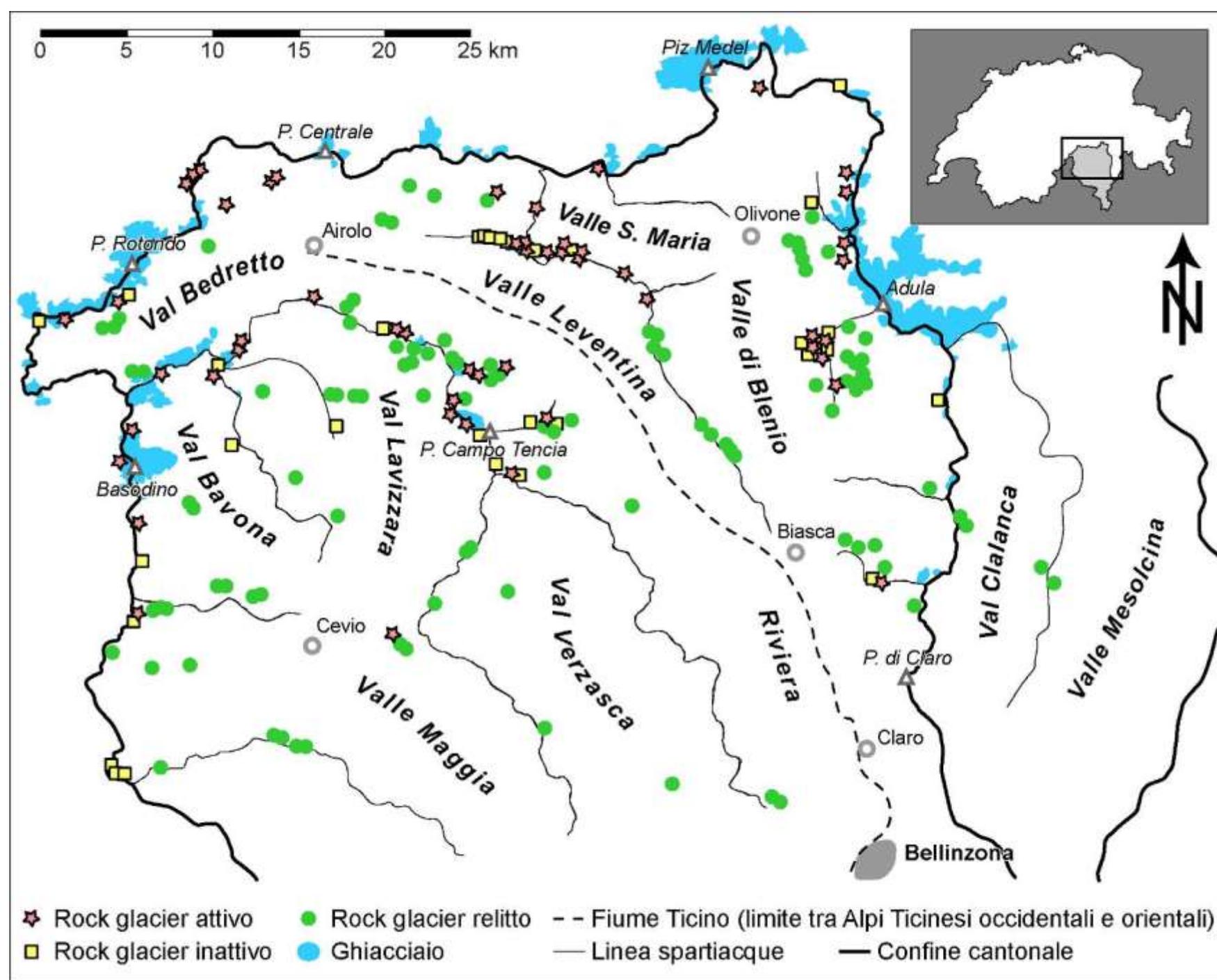
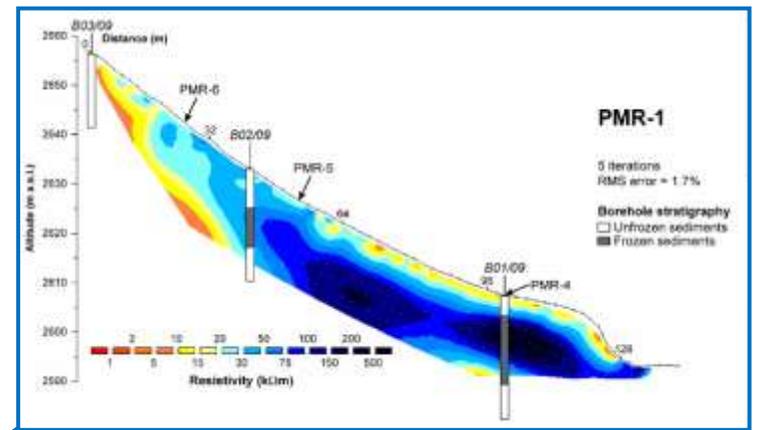
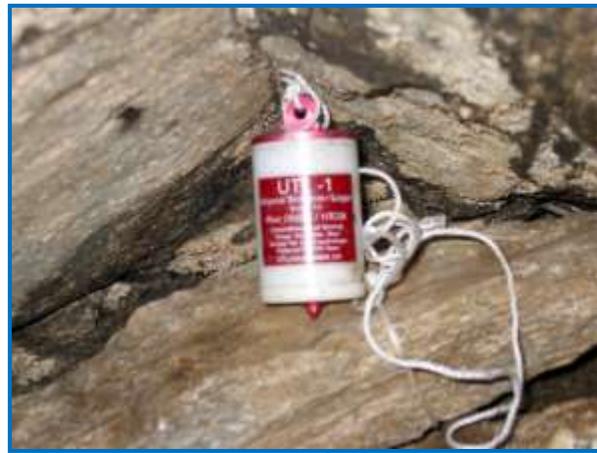
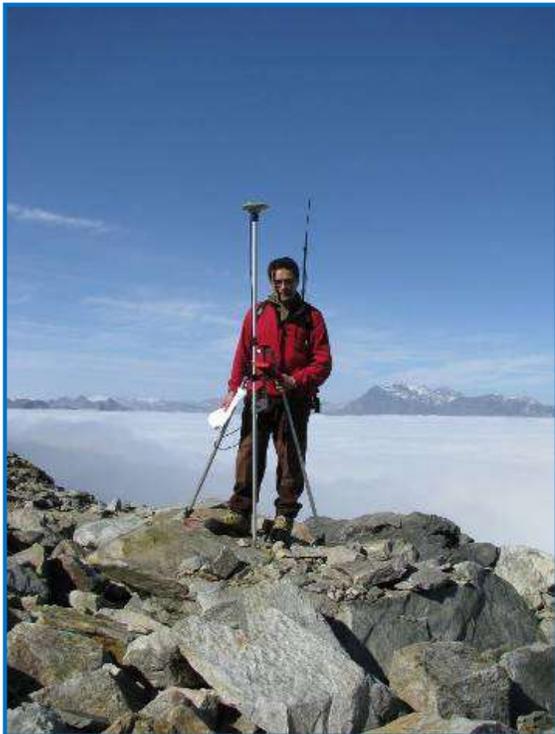
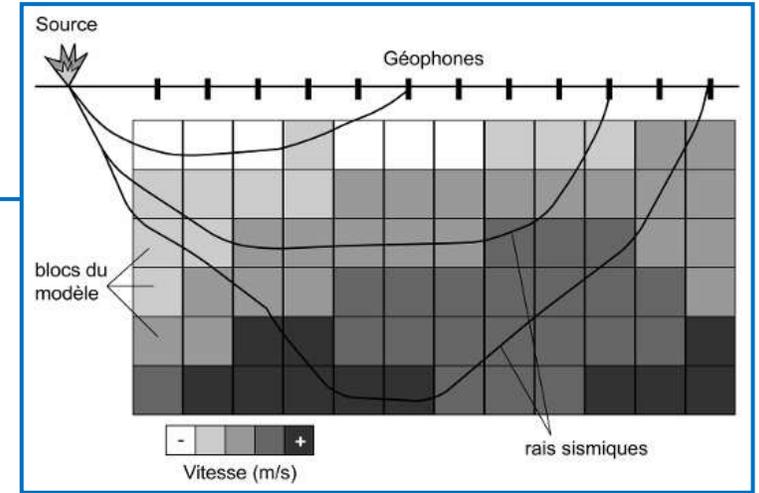


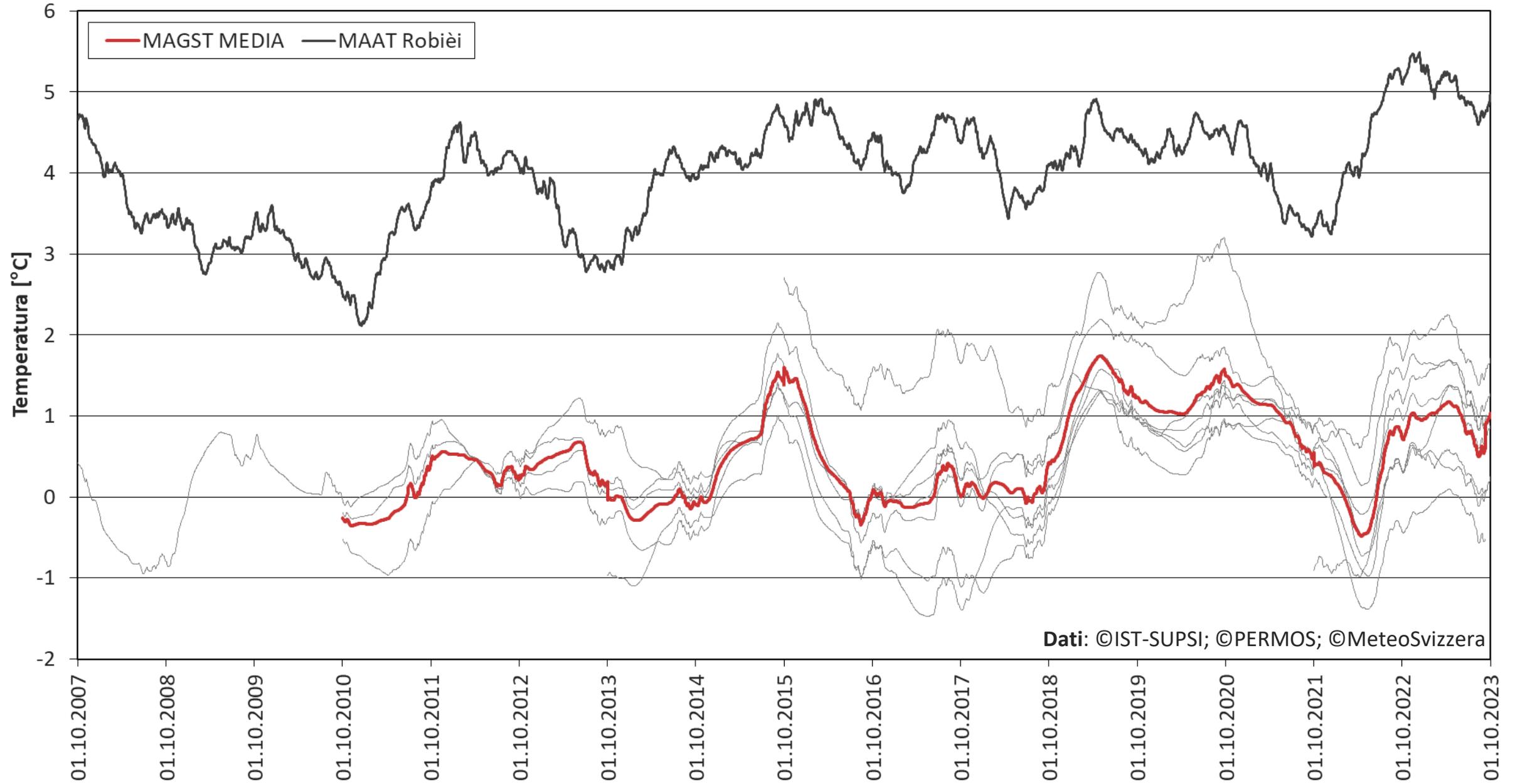


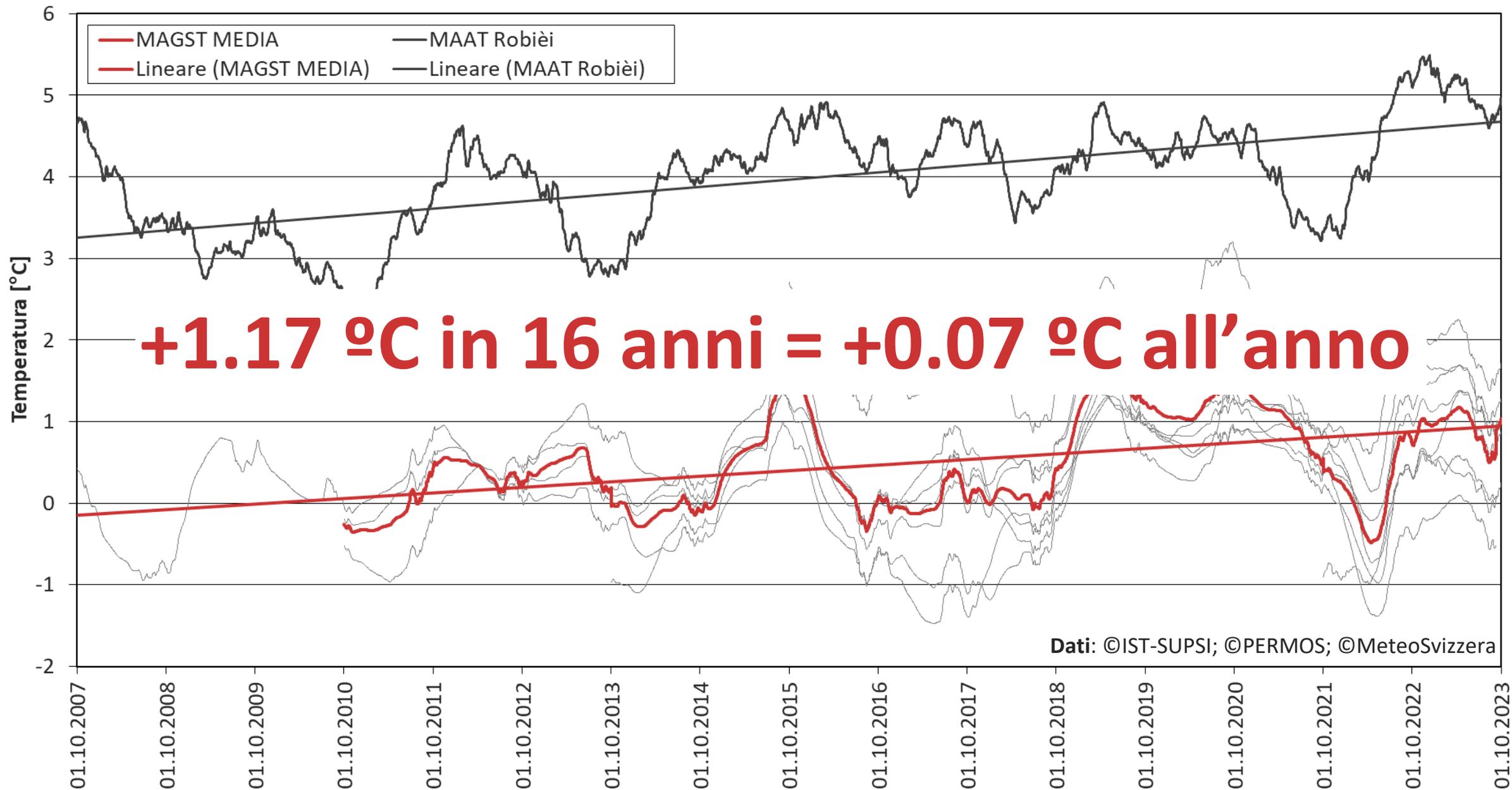
Foto: Sergio Crivelli



**PERMAFROST**







# Giochiamo con i multipli

+0.07 °C all'anno      →      chi pensate che possa accorgersene

# Giochiamo con i multipli

+0.07 °C all'anno



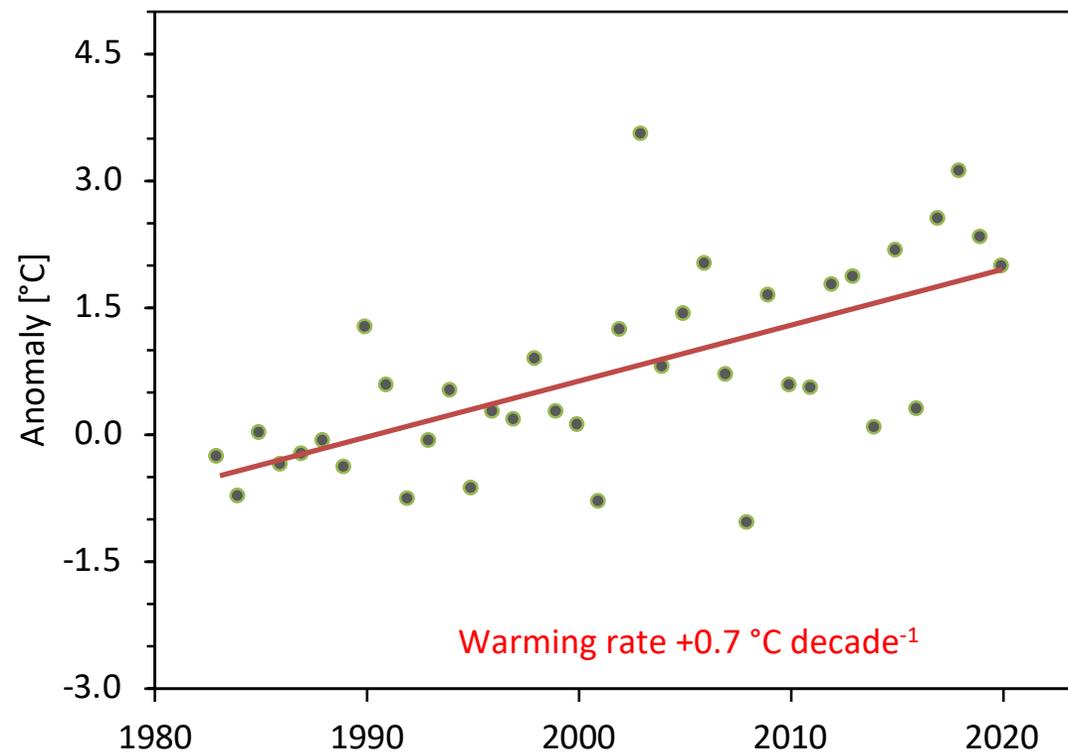
+0.70 °C in 10 anni



Lake Lugano:

Average summer surface (0-5 m) temperature

o



# Giochiamo con i multipli

+0.07 °C all'anno



chi pensate che possa accorgersene

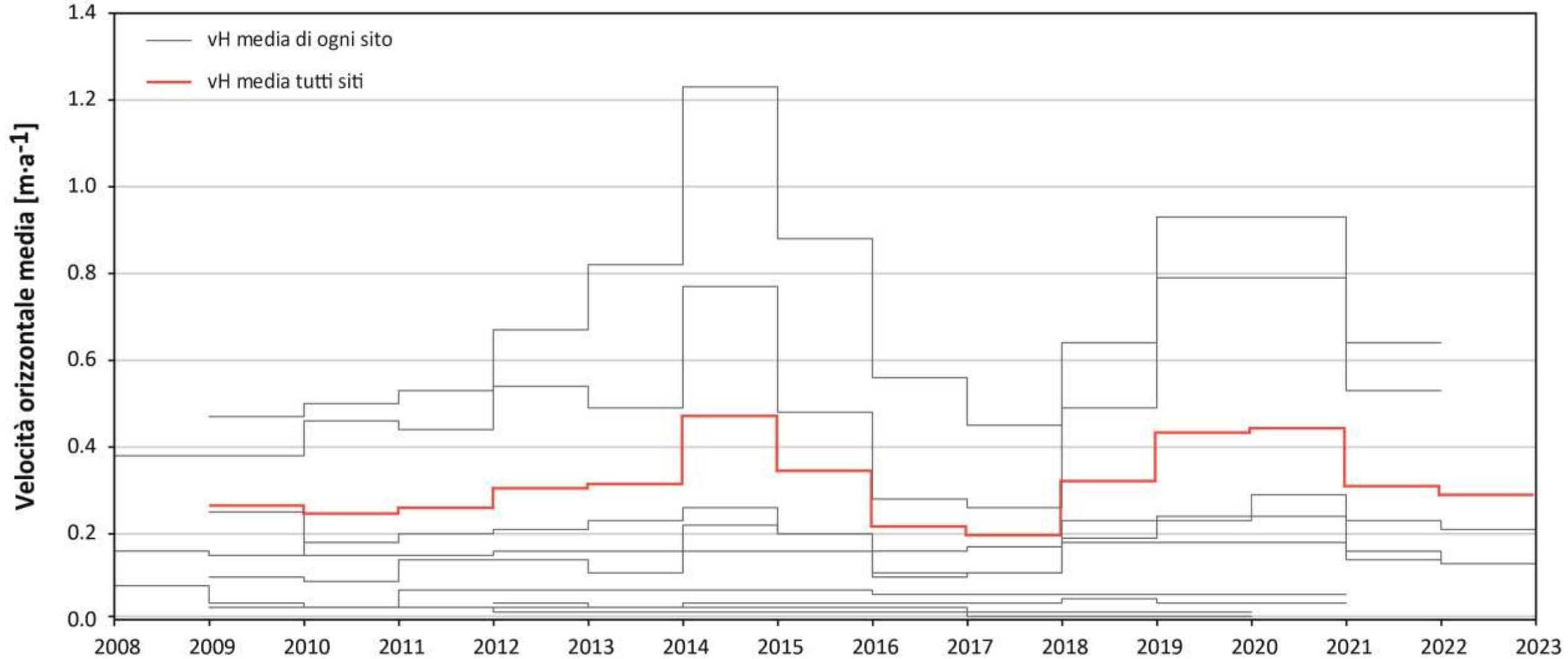
+0.70 °C in 10 anni

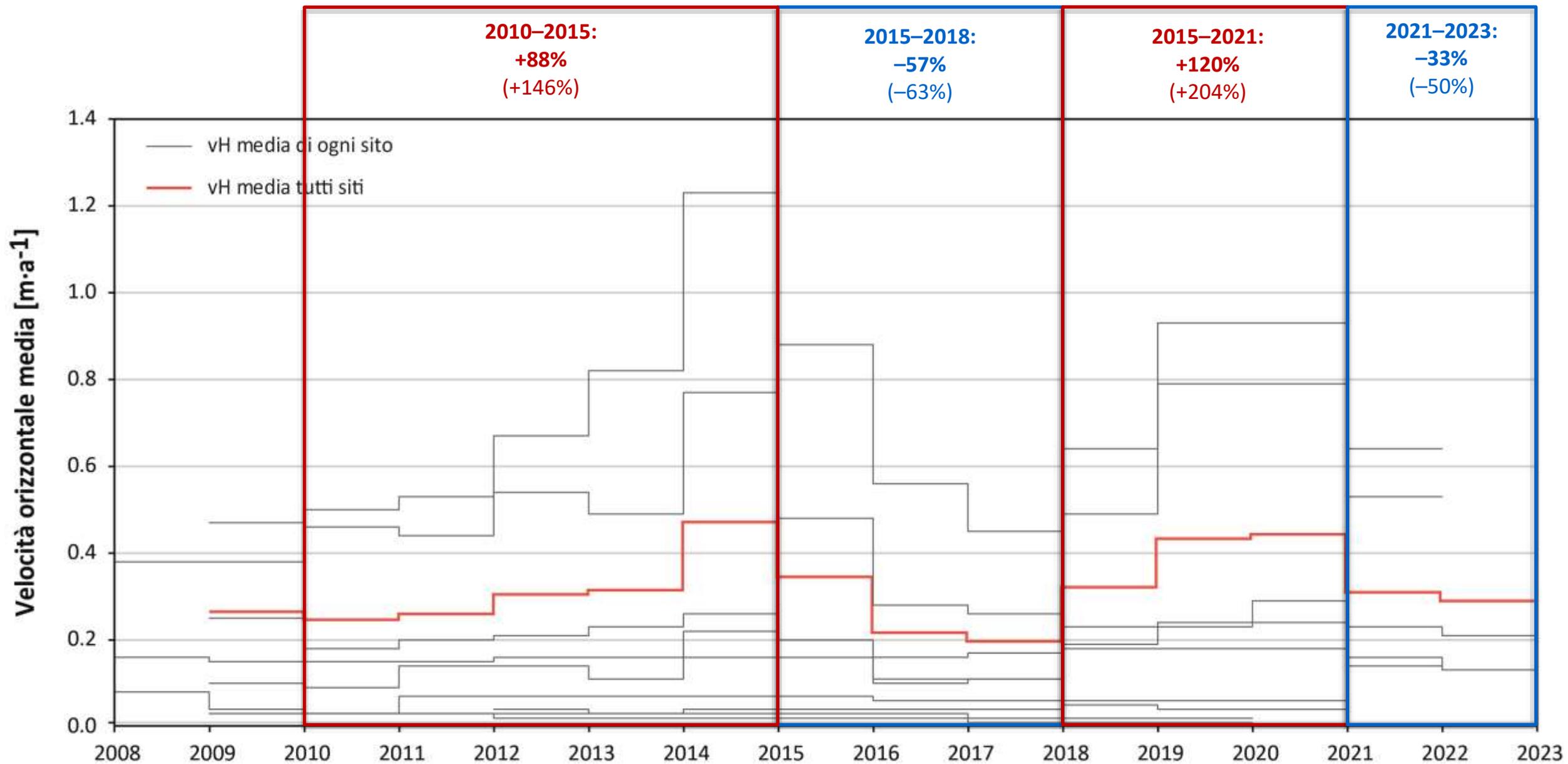


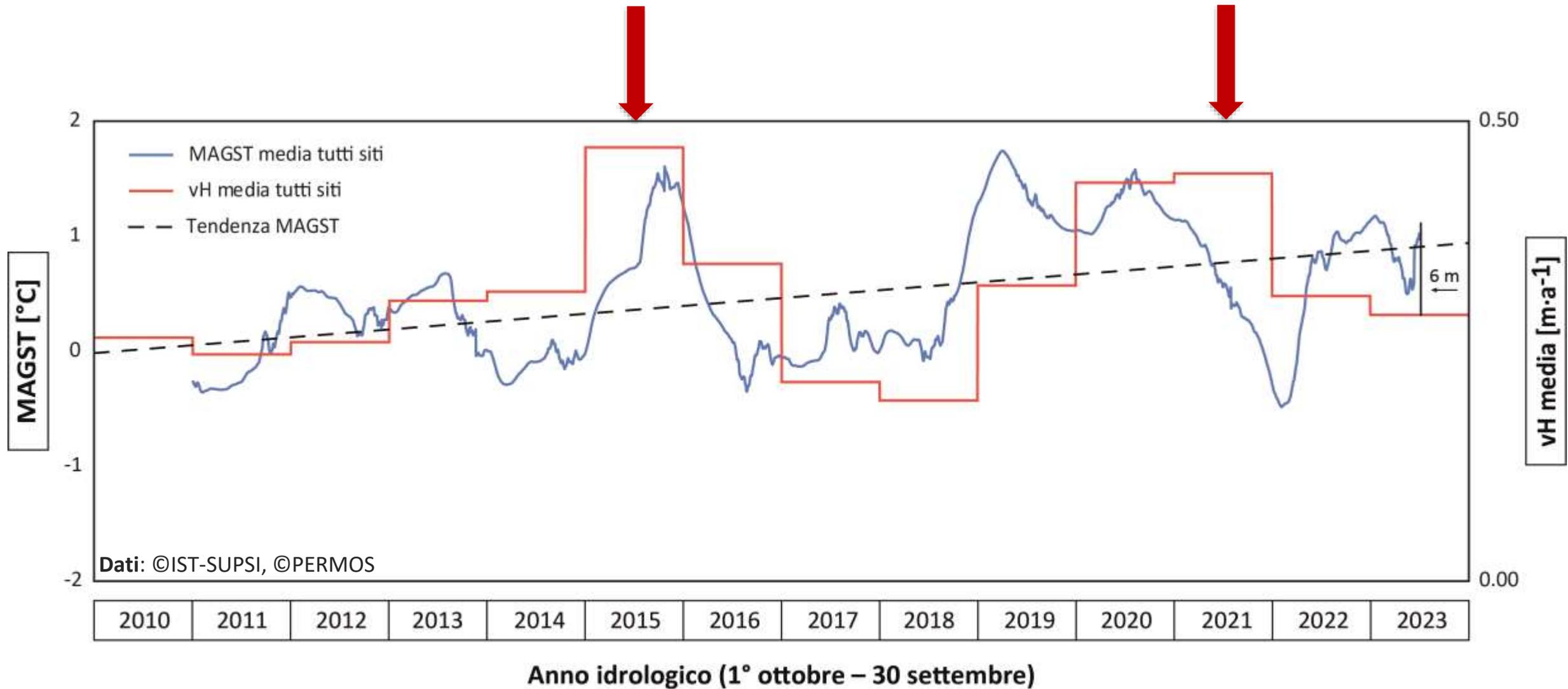
+3.50 °C in 50 anni



ma l'Accordo di Parigi non si prefiggeva di rimanere al di sotto di +2.00 °C rispetto al periodo preindustriale?





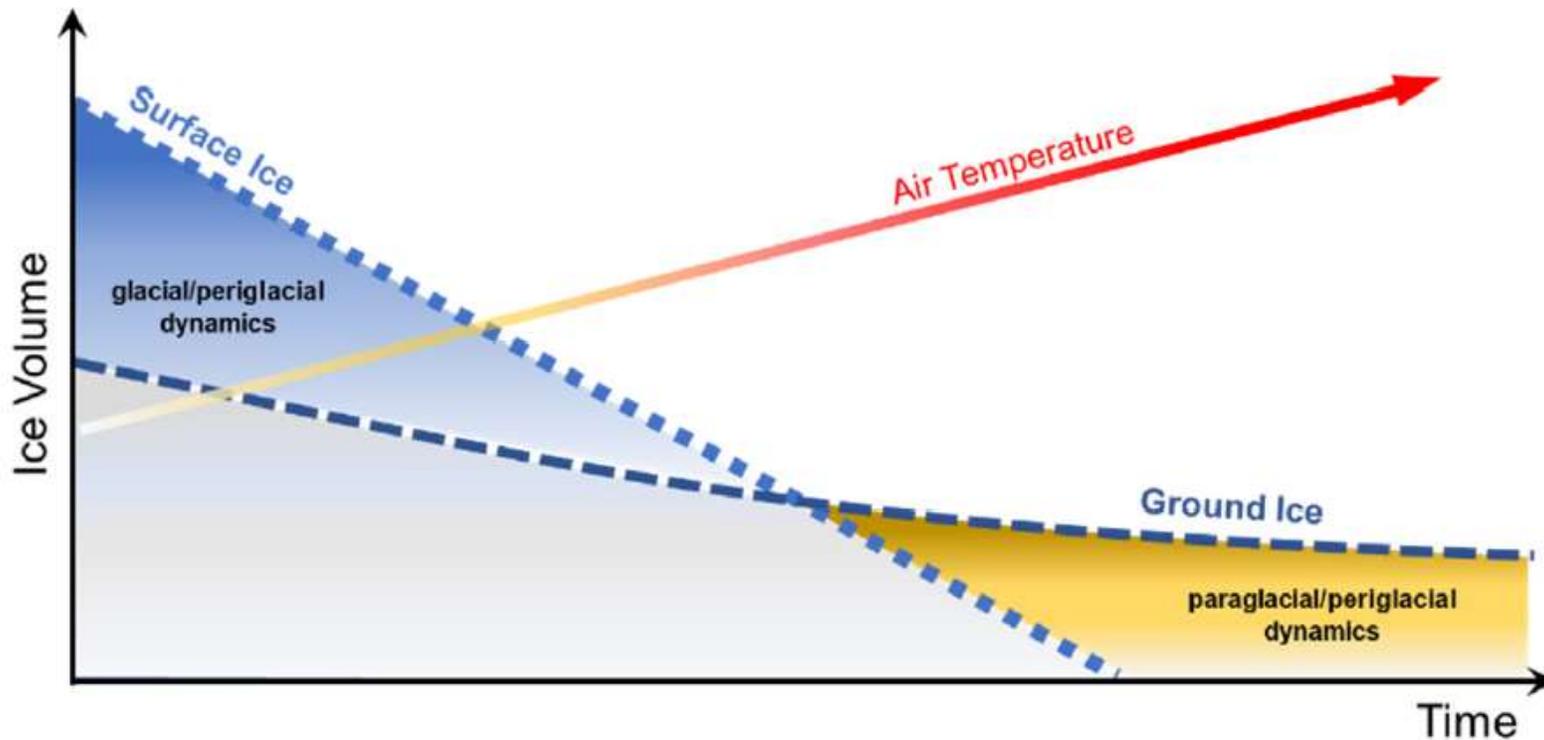


Relazione fra temperatura del suolo (MAGST) e  
velocità orizzontale dei ghiacciai rocciosi.



Foto: Eliano Del Siro

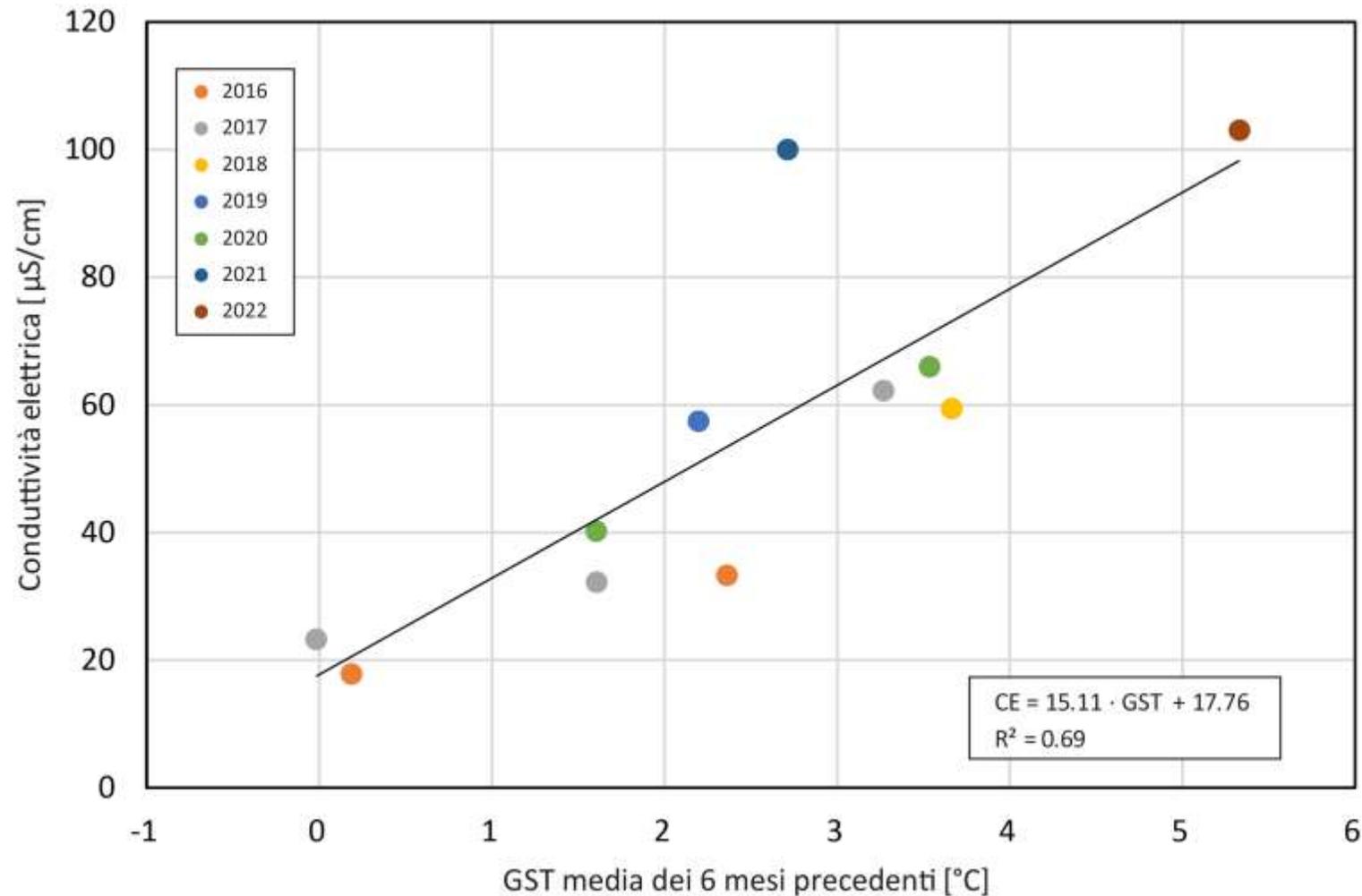
I ghiacciai rocciosi rappresentano delle **risorse idriche potenzialmente importanti** per quanto riguarda lo stoccaggio sia di acqua liquida sia di quella solida (ghiaccio).



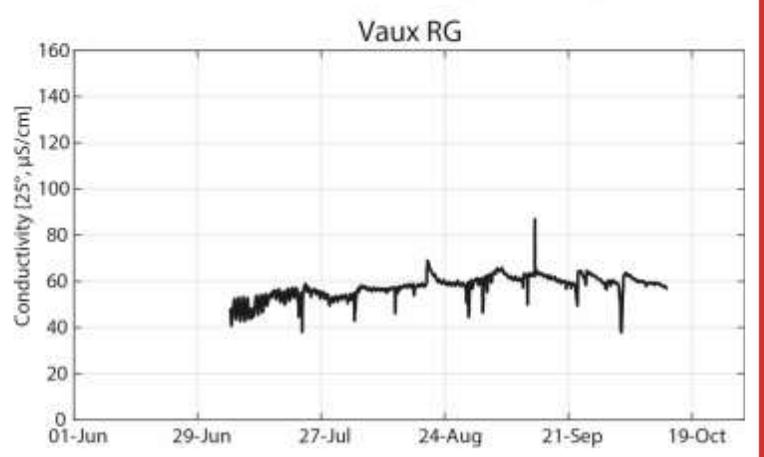
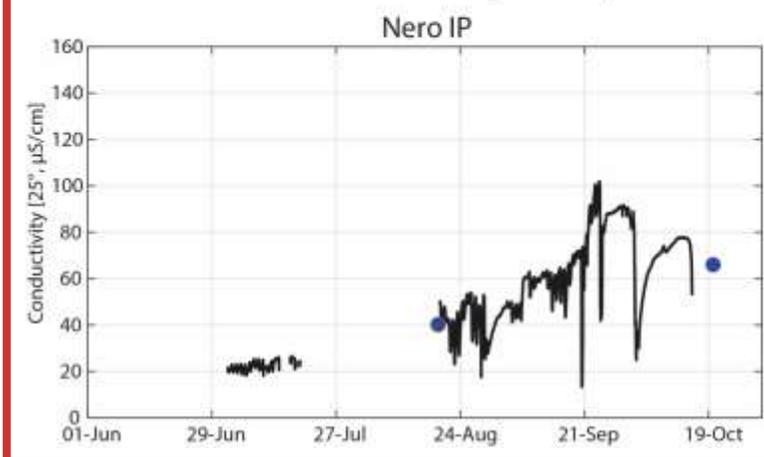
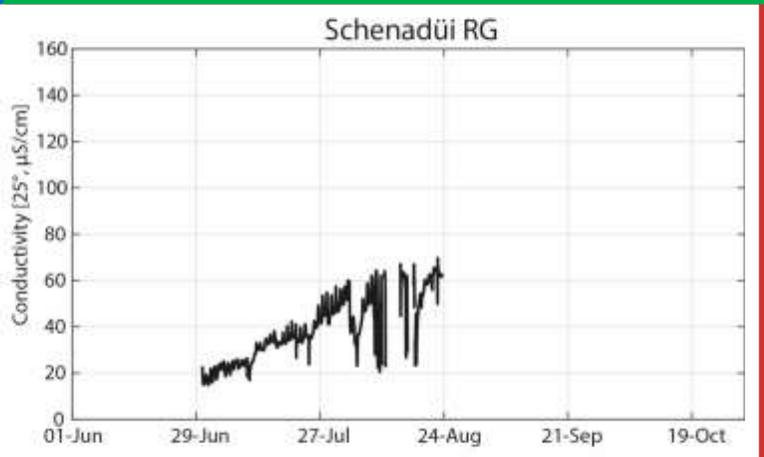
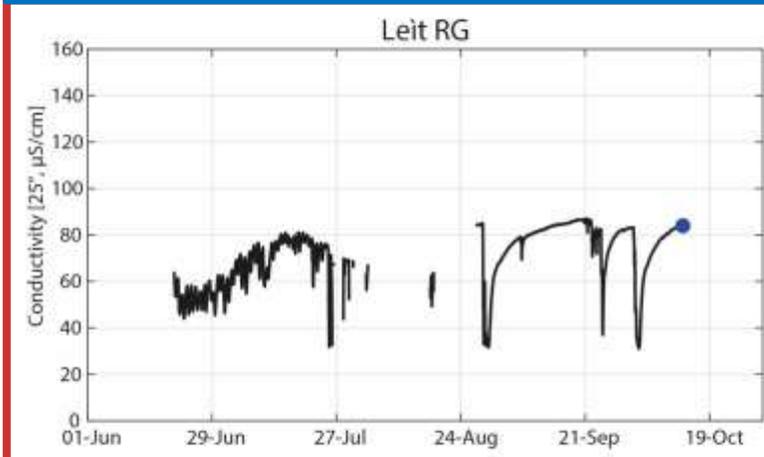
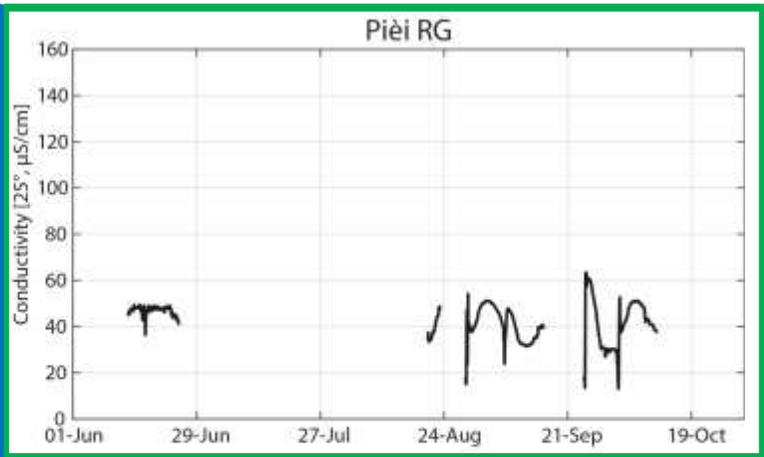
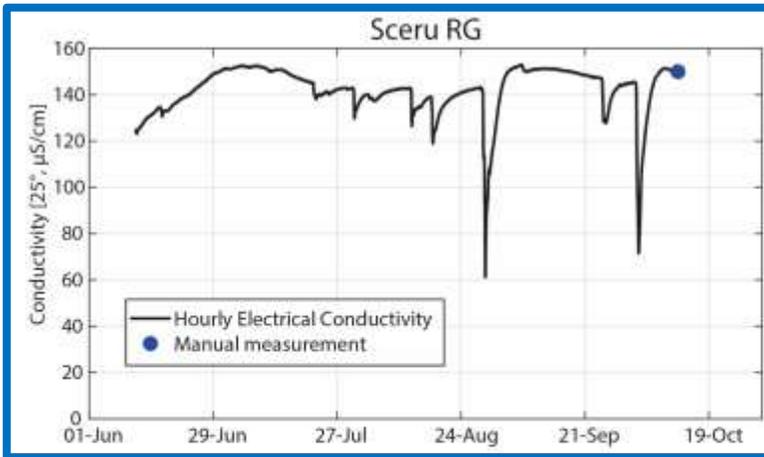
In futuro il volume del ghiaccio del sottosuolo diventerà più grande di quello di superficie!

Tuttavia, le conoscenze sul funzionamento idrologico dei ghiacciai rocciosi sono ancora limitate.

Fonte: ARENSON *et al.* (2022), *Geosciences*.



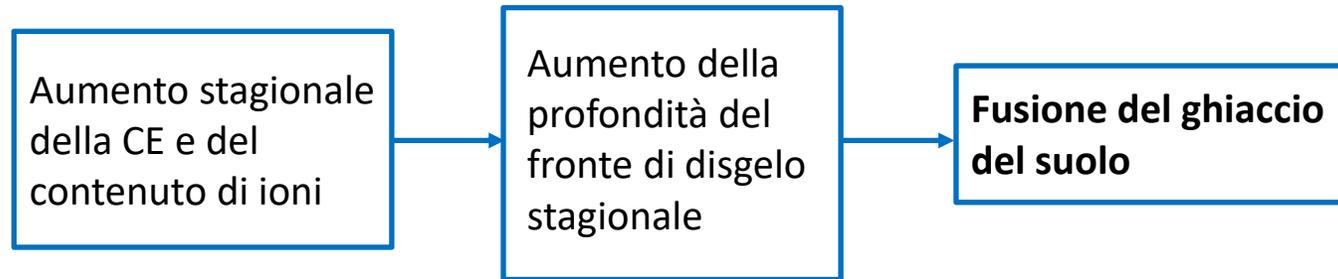
Confronto tra la conduttività elettrica misurata nella sorgente a valle degli *ice-patches* e la temperatura media della superficie del suolo del ghiacciaio roccioso del Lago Nero dei 6 mesi precedenti alla misura puntuale nell'acqua. **Fonte:** Del Siro *et al.* (2023), *Bollettino della STSN*.

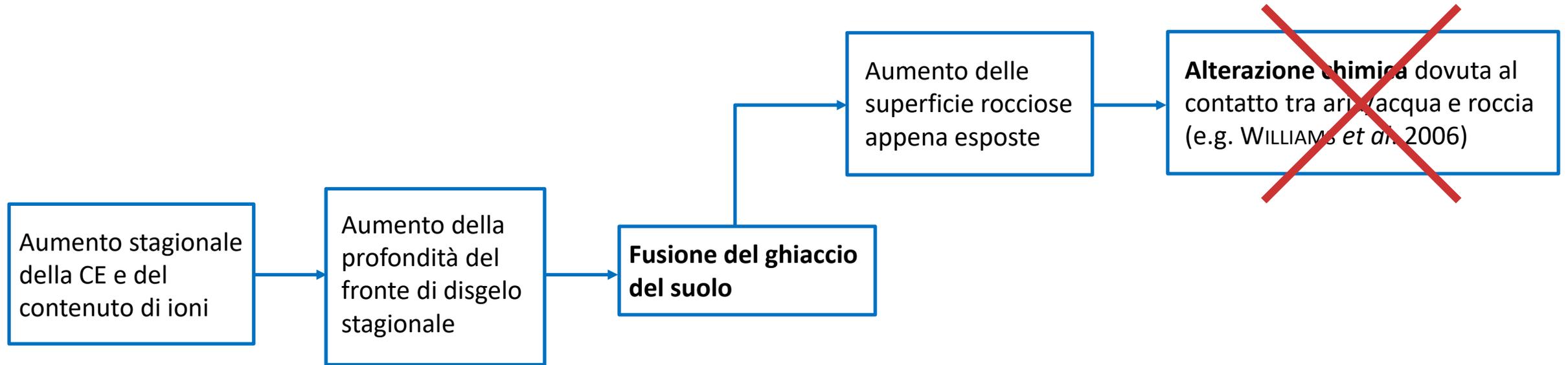


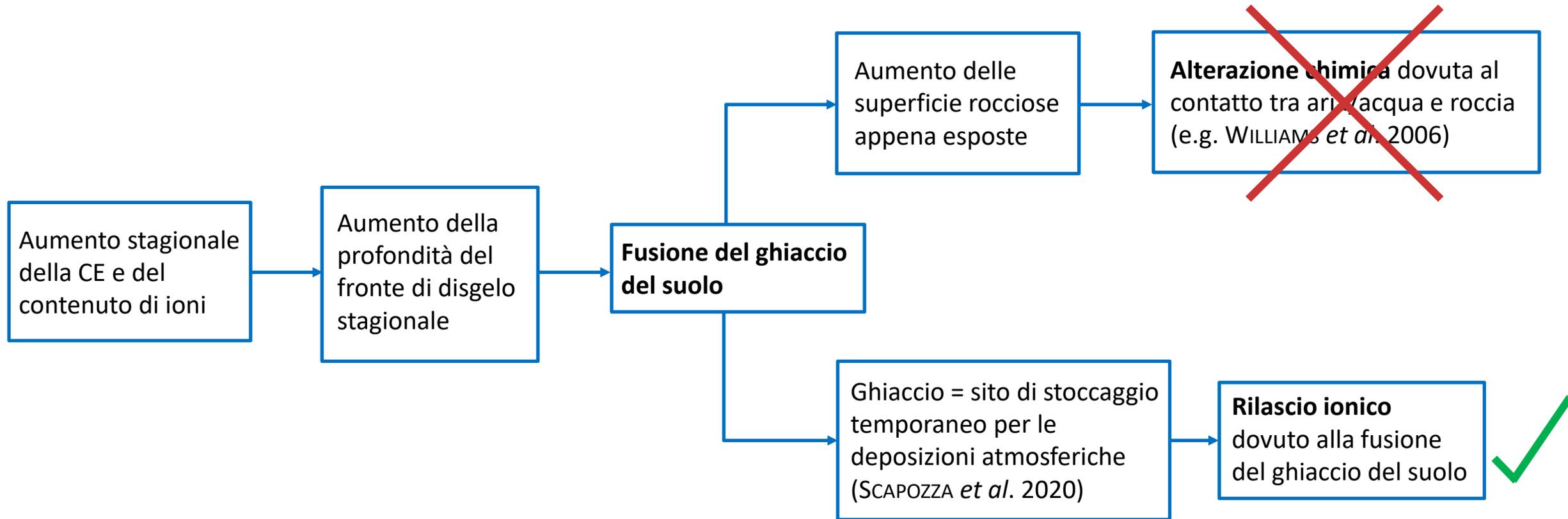
**Ghiacciaio roccioso relitto**  
Valori piuttosto costanti

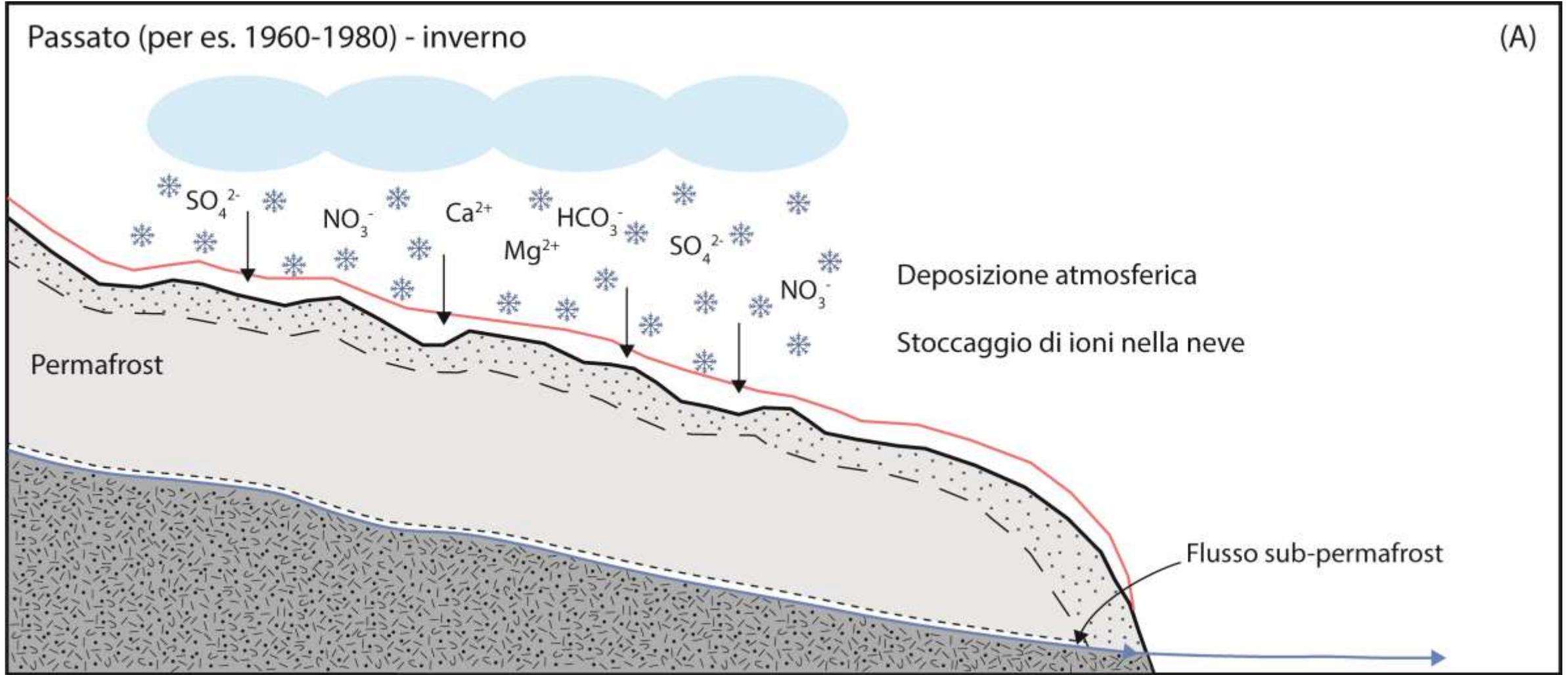
**Ghiacciaio roccioso inattivo**  
Diminuzione stagionale

**Ghiacciai rocciosi attivi**  
Aumento stagionale

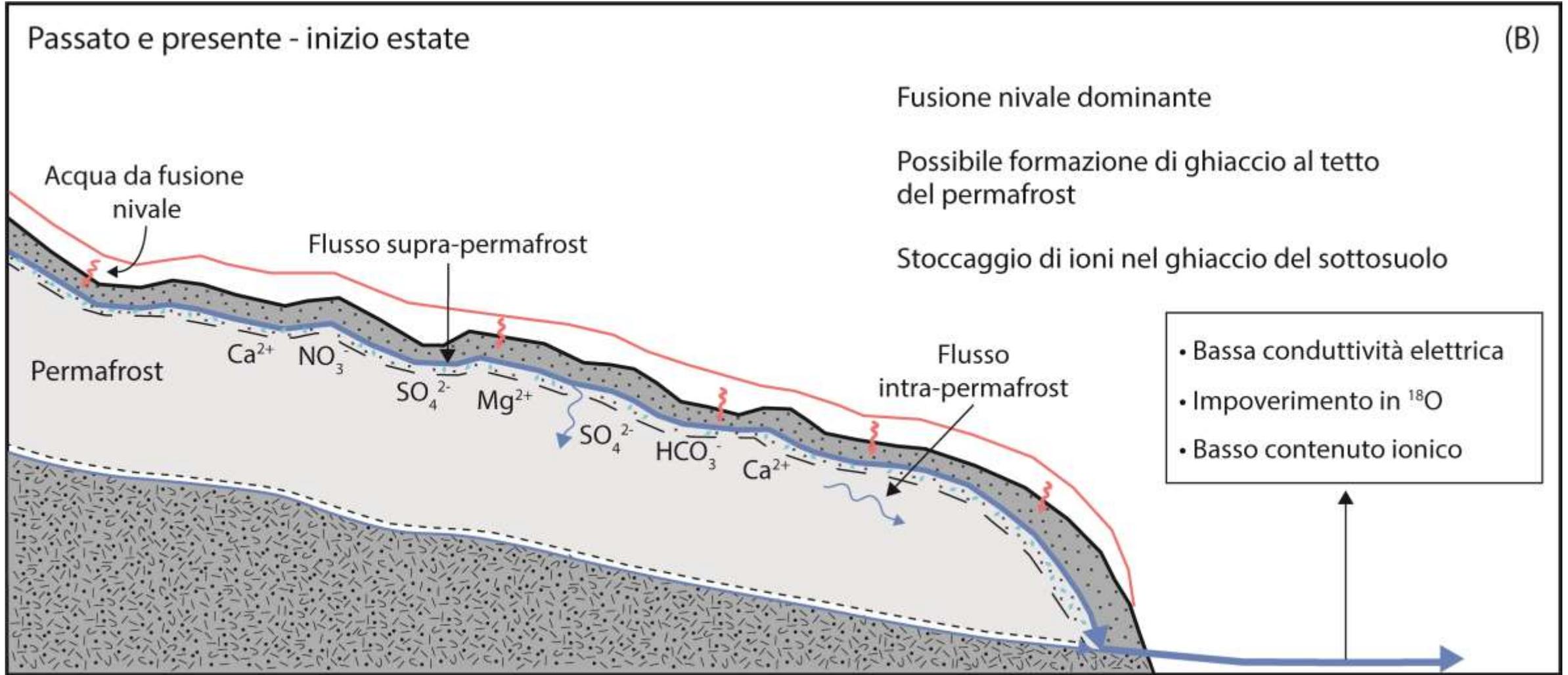






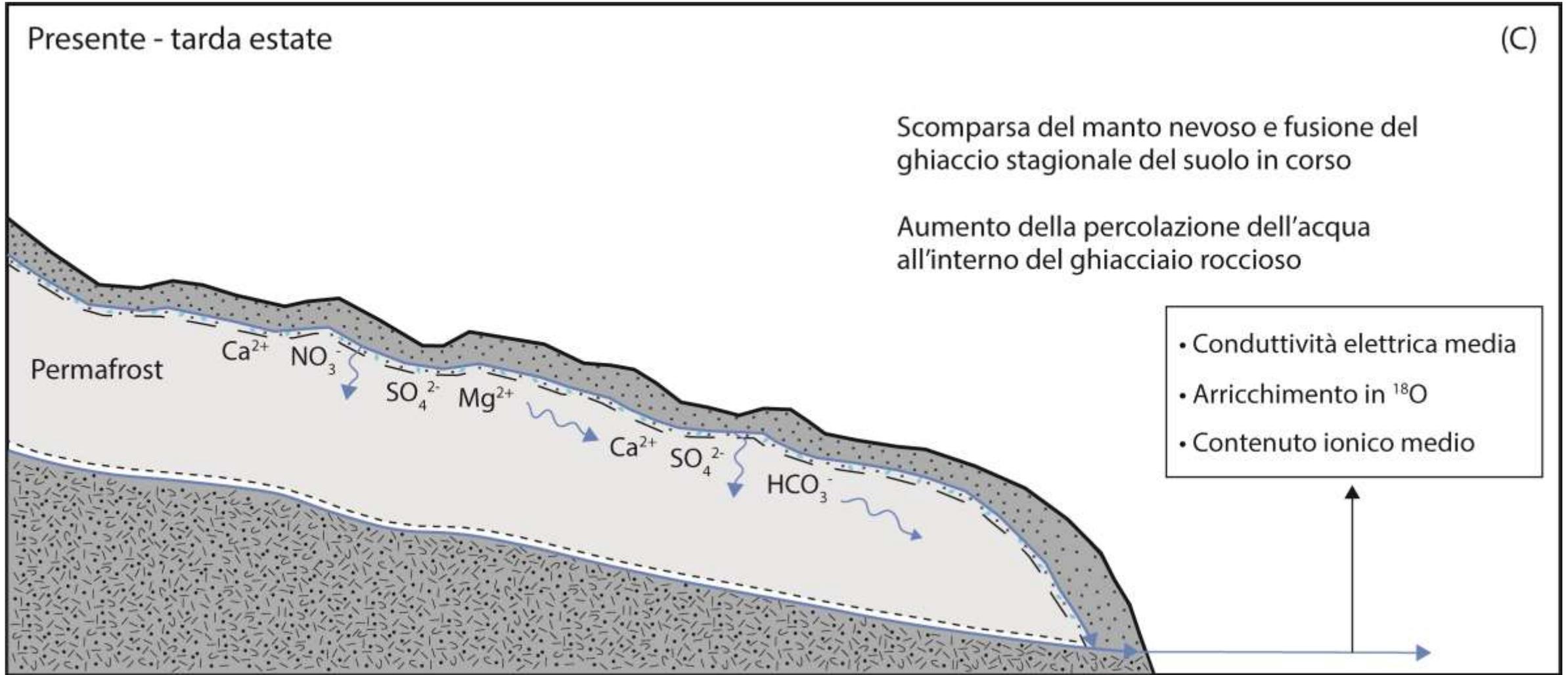


Fonte: DEL SIRO *et al.* (2023),  
*Frontiers in Earth Sciences /*  
*Bollettino della STSN.*

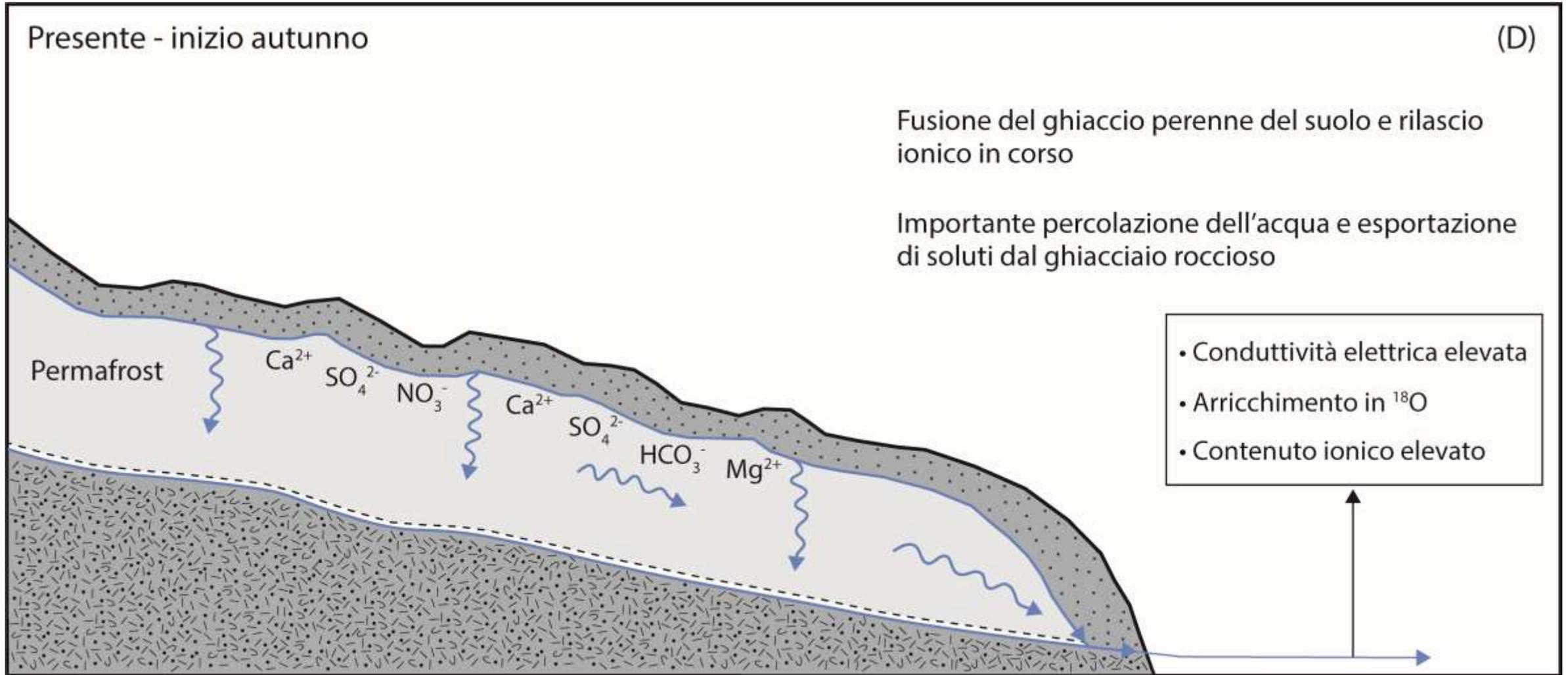


- |                  |                               |                      |                                 |
|------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Suolo gelato     | Strato attivo                 | Tetto del permafrost | Manto nevoso                    |
| Suolo non gelato | Ghiaccio stagionale del suolo | Base del permafrost  | Flusso d'acqua (fusione nivale) |

Fonte: DEL SIRO *et al.* (2023), *Frontiers in Earth Sciences / Bollettino della STSN.*



Fonte: DEL SIRO *et al.* (2023), *Frontiers in Earth Sciences / Bollettino della STSN.*



Fonte: DEL SIRO *et al.* (2023), *Frontiers in Earth Sciences / Bollettino della STSN.*

**...e restate curiosi!!!**

