



Progetto PermaNET
permafrost long term monitoring NETWORK

Rischi naturali e permafrost

Matteo Zumiani

Geologo

Giorgio Zampedri

Servizio Geologico della P.A.T.

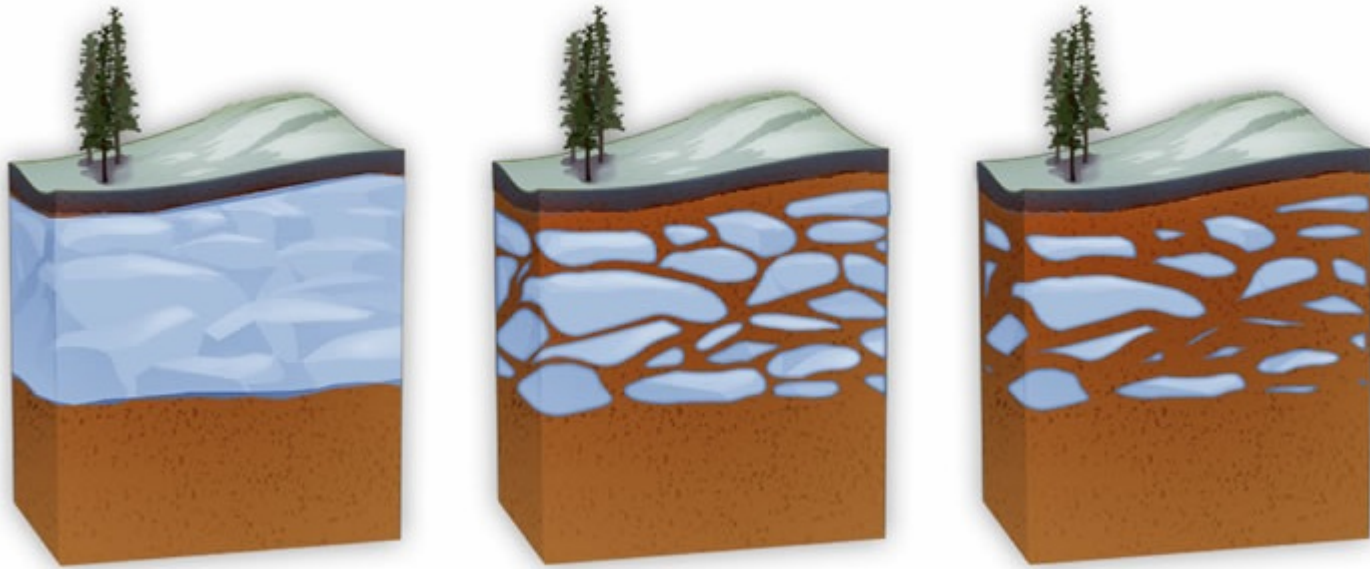


Provincia Autonoma di Trento
Dipartimento Protezione Civile e Infrastrutture
Servizio Geologico



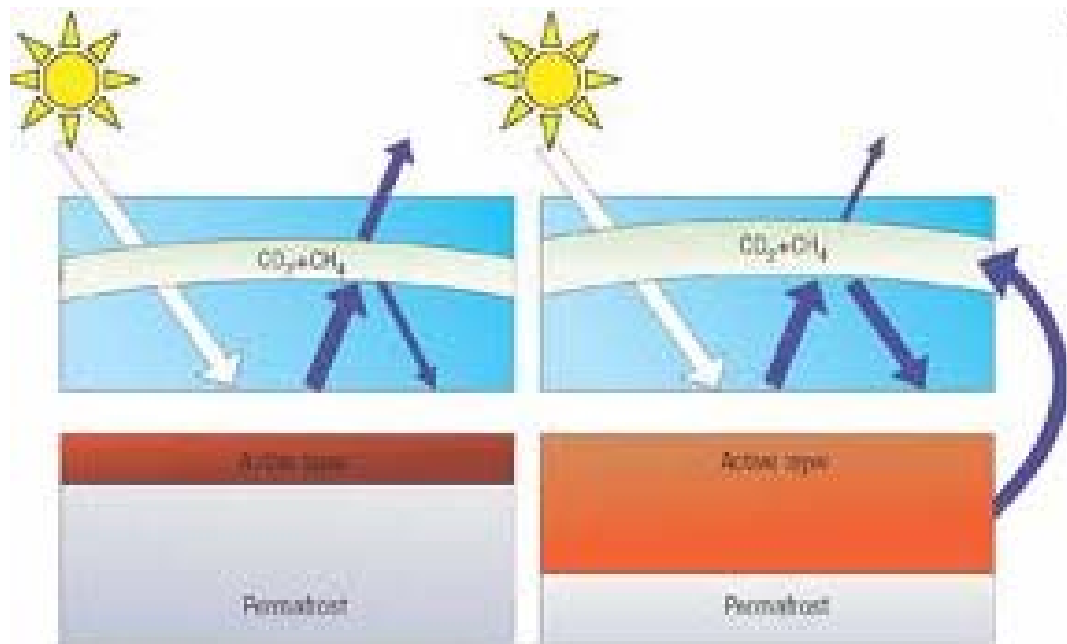
Variazioni del permafrost indotte dai cambiamenti climatici:

- aumento della temperatura del suolo (degradazione del permafrost)



Variazioni del permafrost indotte dai cambiamenti climatici:

- aumento di spessore dello strato attivo

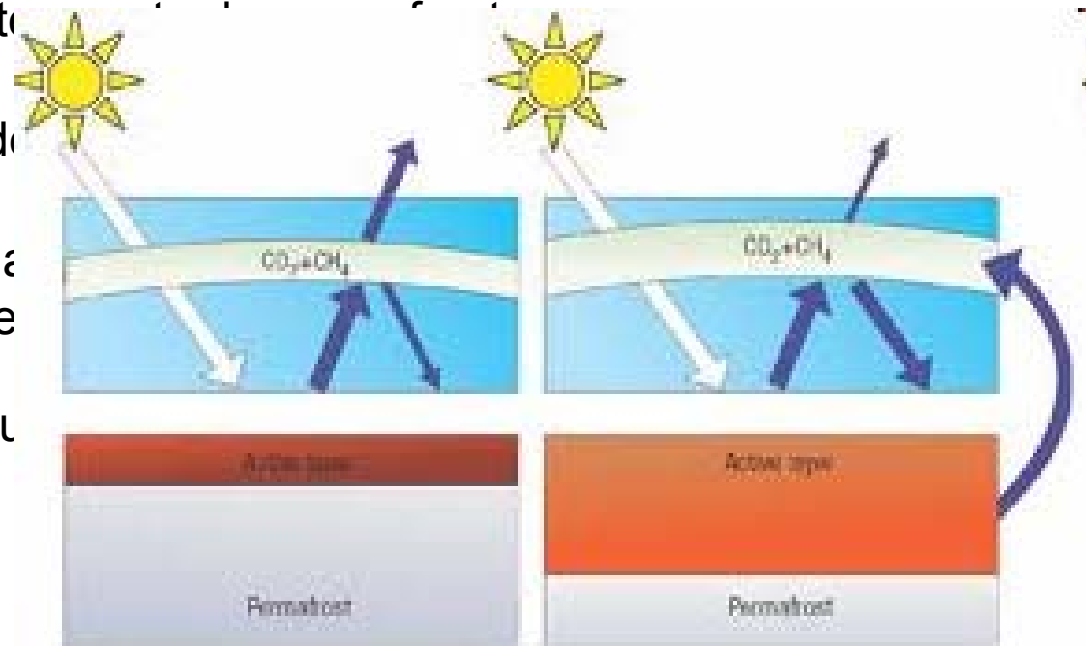


Variazioni del permafrost indotte dai cambiamenti climatici:

- aumento della temperatura del suolo (degradazione del permafrost)
- riduzione delle aree interessate da permafrost
- aumento di spessore dello strato attivo
- incremento della circolazione idrica sotterranea e conseguente variazione del regime delle pressioni neutre
- variazione della distribuzione temporale dei cicli gelo-disgelo

Variazioni del permafrost indotte dai cambiamenti climatici:

- aumento della temperatura del suolo (degradazione del permafrost)
- riduzione delle aree int...
- aumento di spessore d...
- incremento della circola...
- variazione del regime de...
- variazione della distribu...

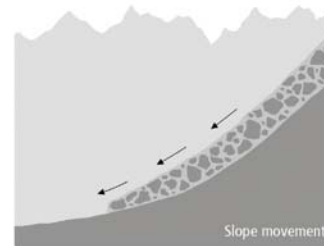


Principali fenomeni legati alla degradazione del permafrost:

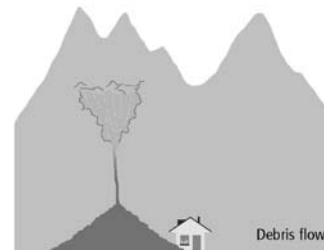
- Crolli rocciosi



- Colate detritiche (Debris flow)

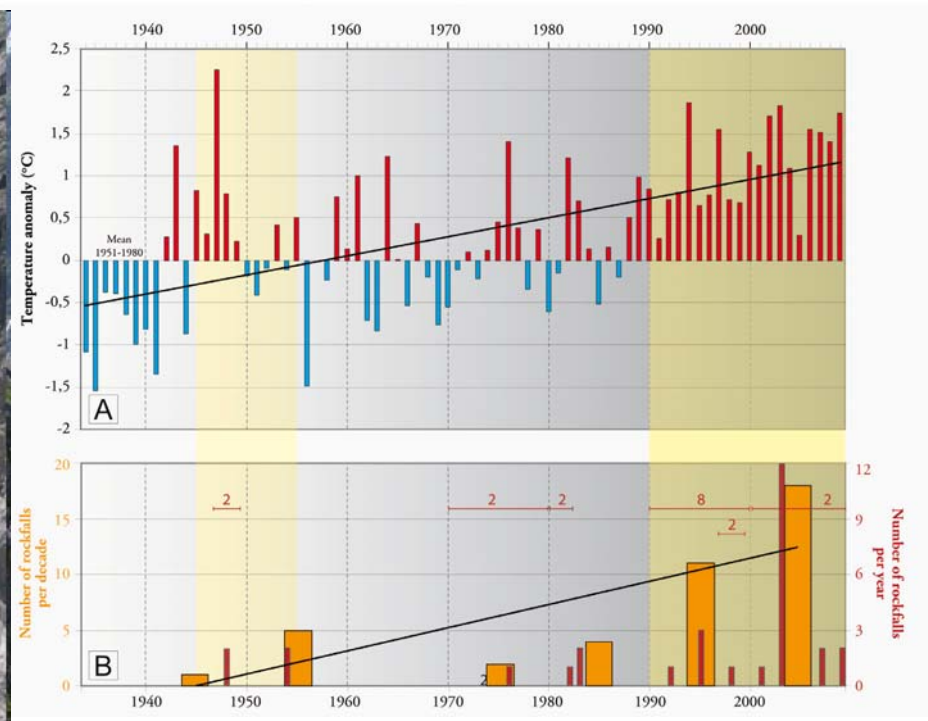


- Movimenti di versante



Crolli rocciosi:

- aumento delle frequenza dei crolli
- modificazione dei tempi di ritorno dei fenomeni di maggiori dimensioni



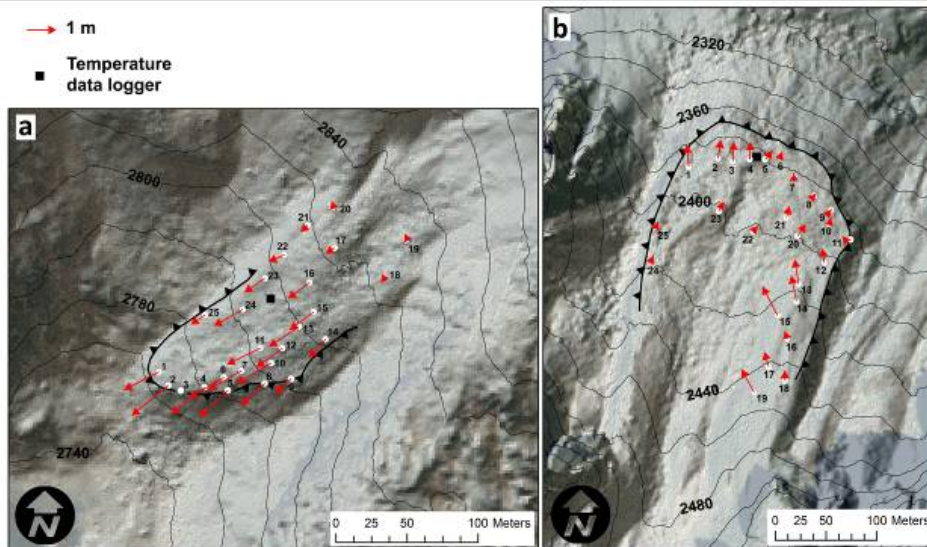
Colate detritiche (debris flow):

- aumento della quantità di materiale sciolto disponibile
- variazione della risposta idrologica dei bacini (saturazione superficiale dei depositi)



Movimenti di versante:

- modificazione della velocità e delle modalità di spostamento dei rock glacier
- aumento delle dimensioni planimetriche e volumetriche delle aree instabili
- aumento dell'intensità e della frequenza dei fenomeni



Effetti indotti sulle infrastrutture:

- scivolamenti dovuti a creep del permafrost
- subsidenze legate alla fusione di lenti ghiacciaio



Infrastrutture in quota:

- funivie



Infrastrutture in quota:

- rifugi/alberghi



Infrastrutture in quota:

- sentieri



Infrastrutture in quota:

- vie attrezzate/alpinistiche

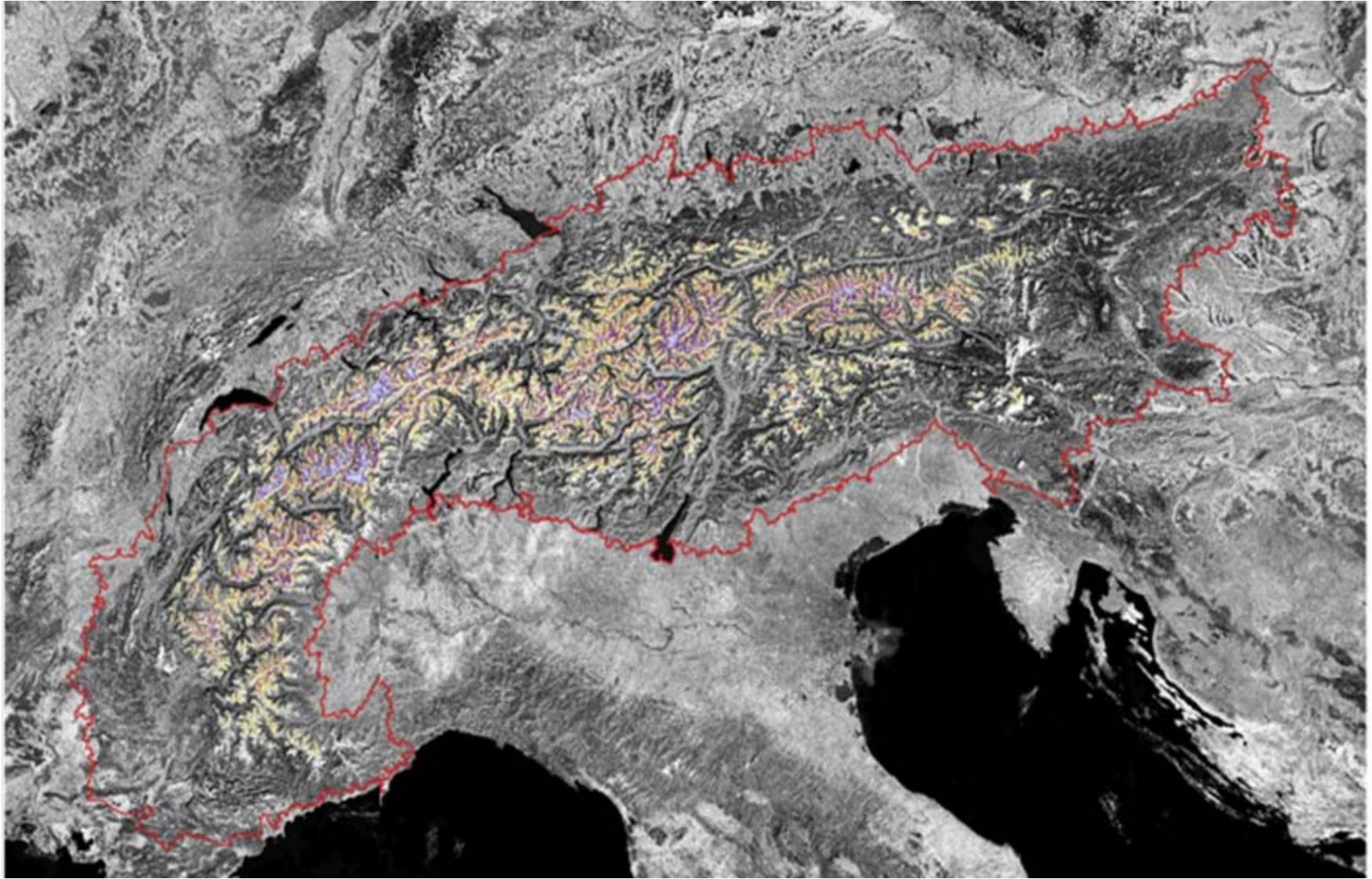


Infrastrutture in quota:

- piste da sci

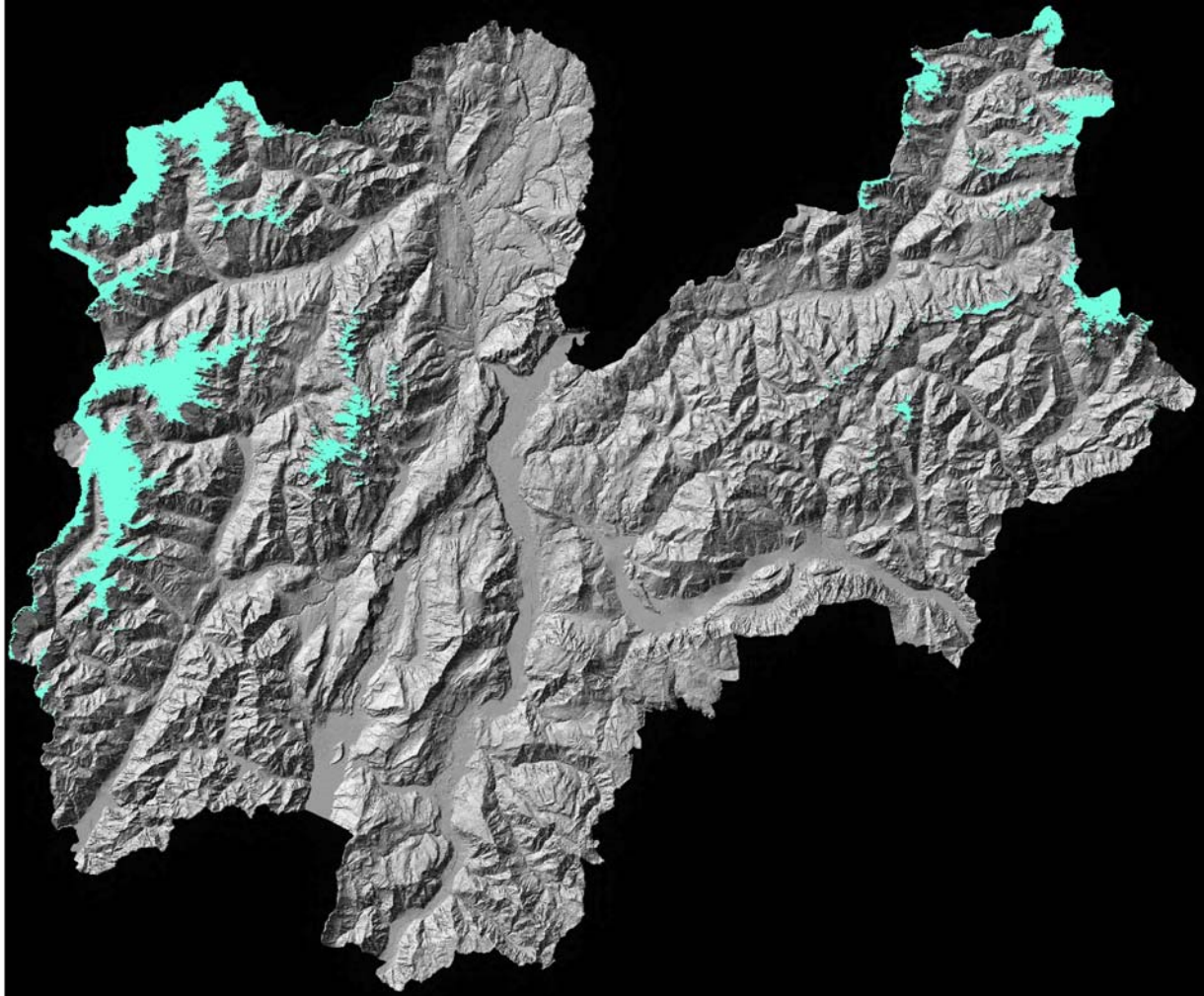


Carta del permafrost delle Alpi



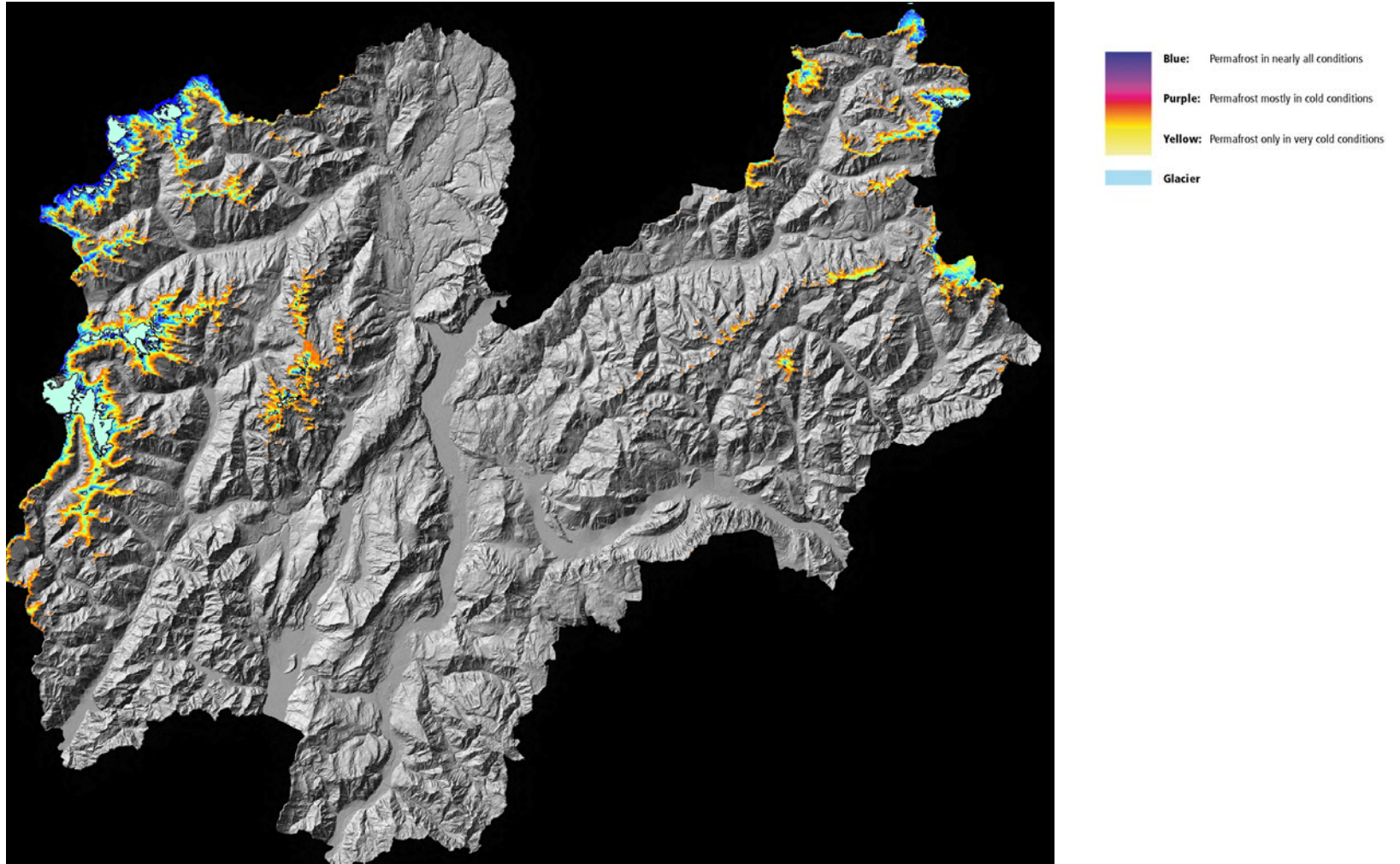
Situazione in Trentino:

- estensione delle aree a permafrost (circa il 5% del territorio del Trentino)



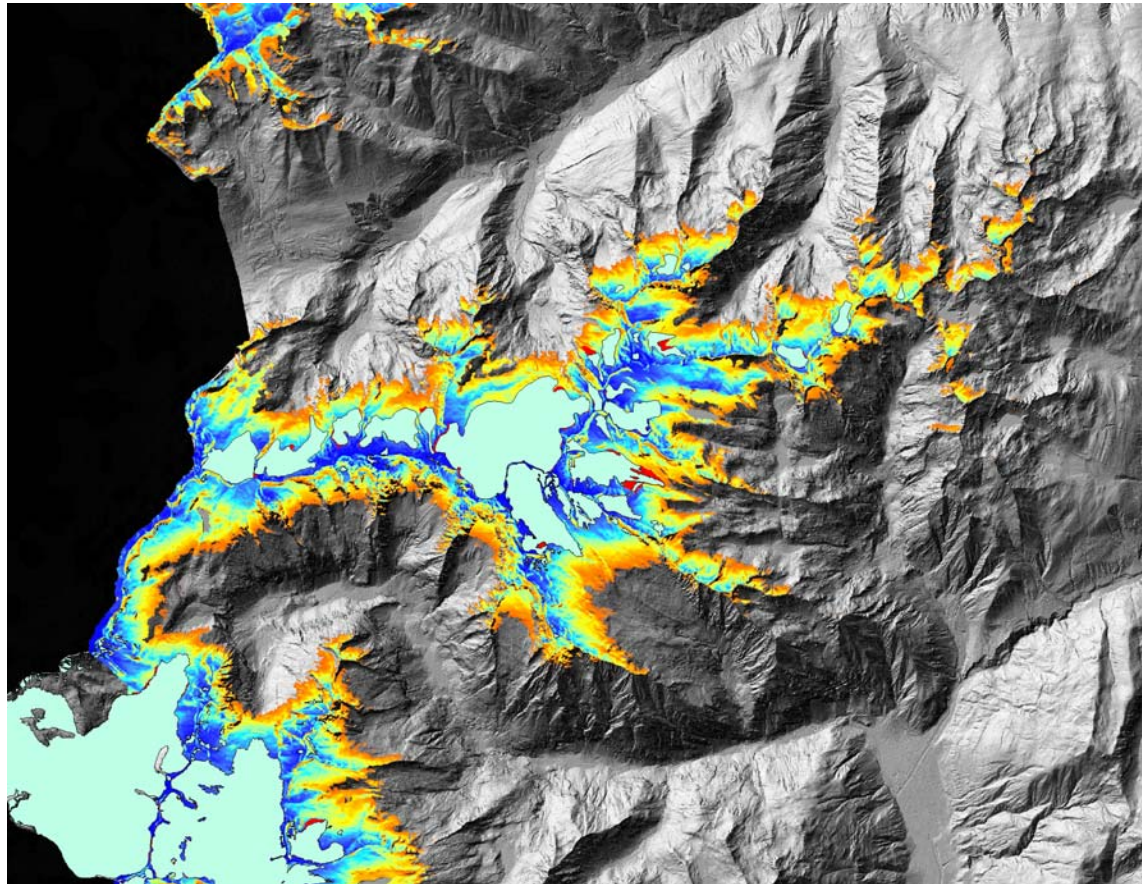
Situazione in Trentino:

- aree a diversa probabilità di rinvenimento del permafrost



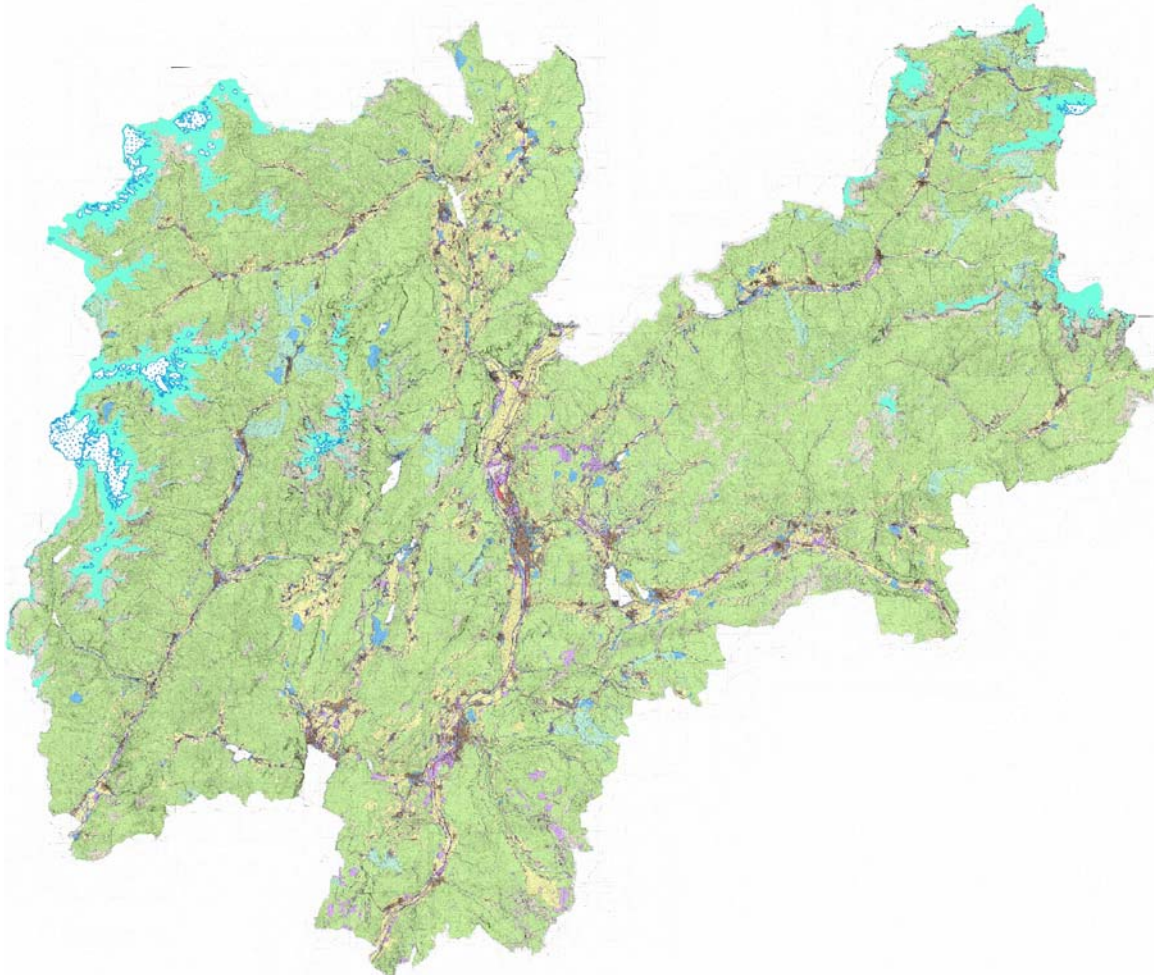
Situazione in Trentino:

- aree a diversa probabilità di rinvenimento del permafrost



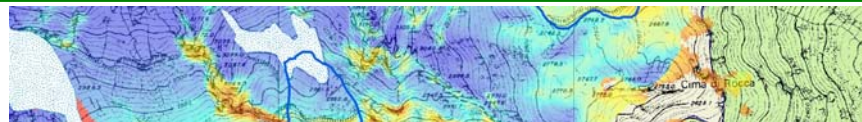
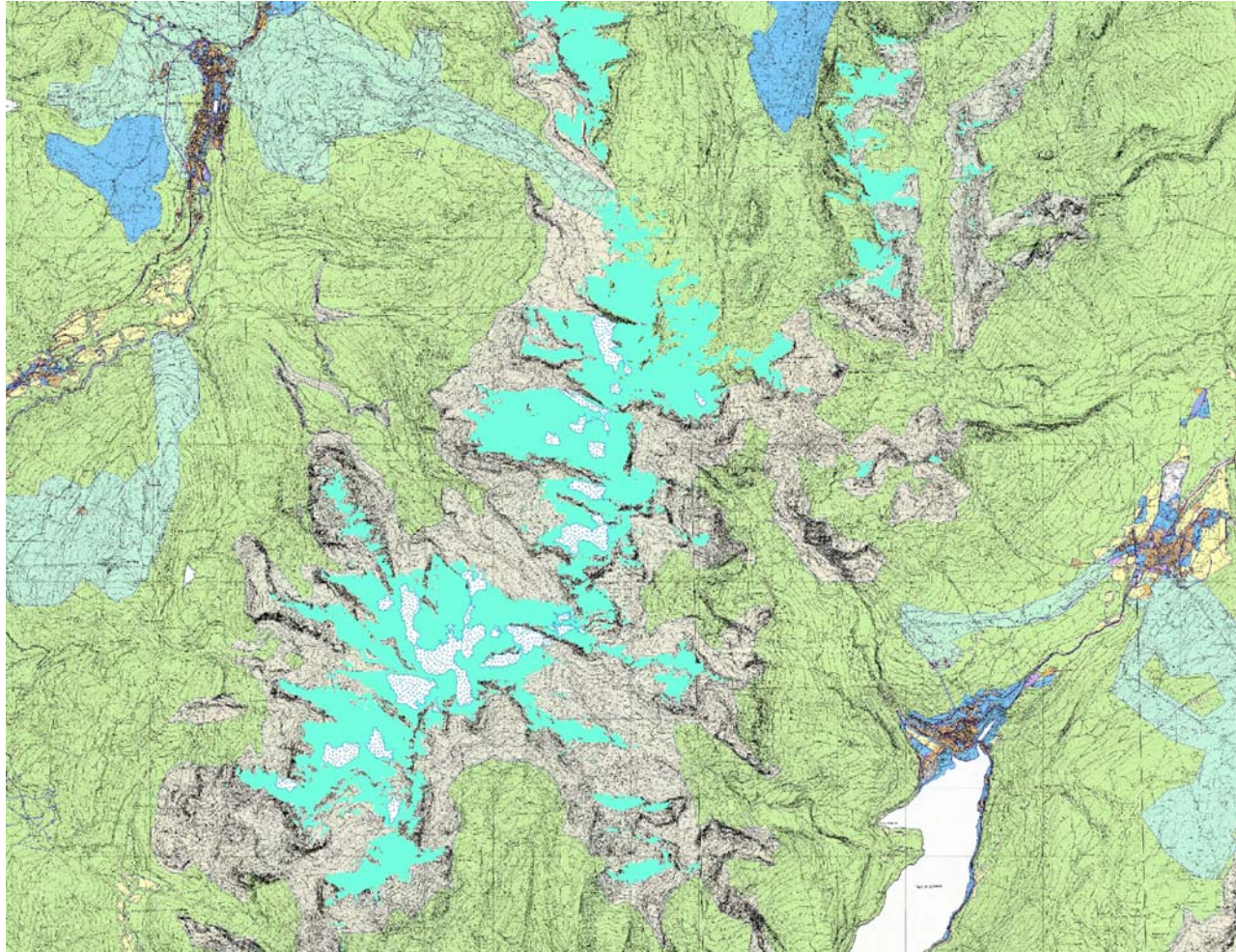
Situazione in Trentino:

- il permafrost si rinviene a quote elevate (> 2400 m per i rock glacier) e quindi interessa zone poco infrastrutturate



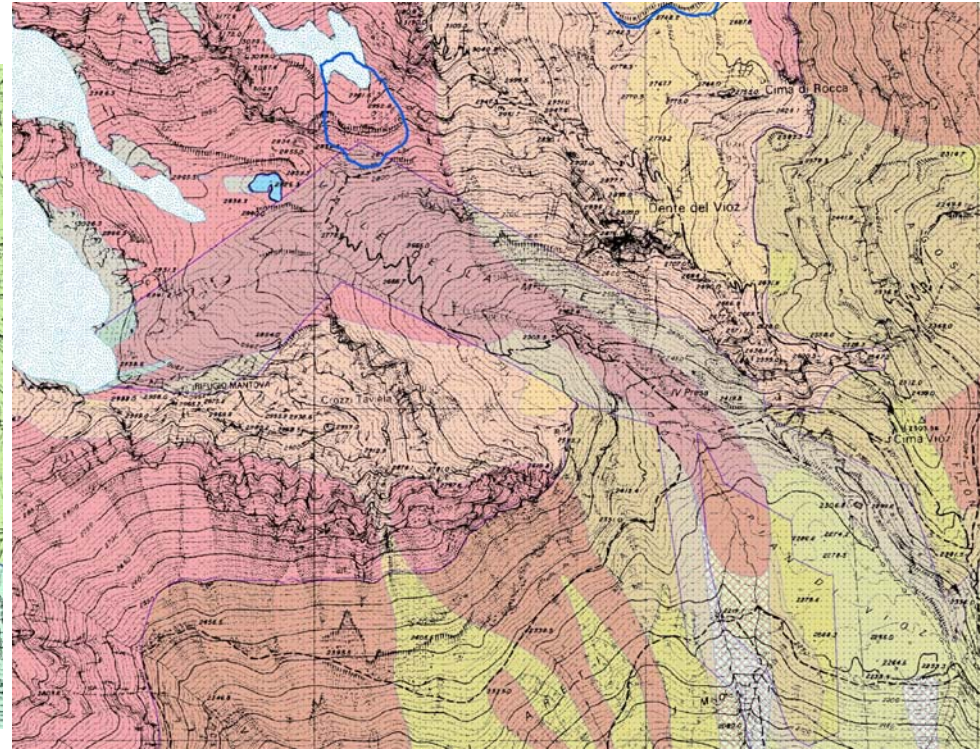
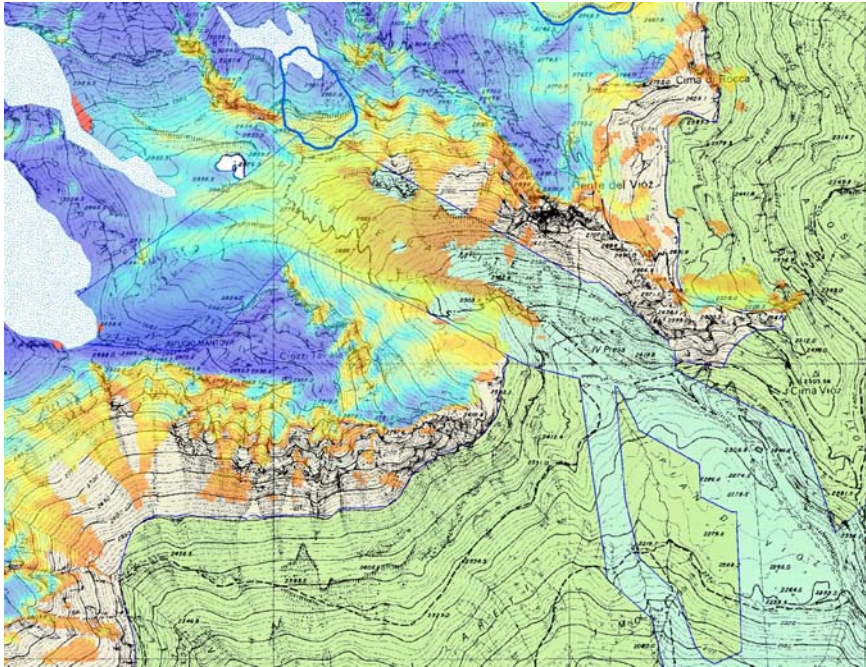
Situazione in Trentino:

- il permafrost si rinviene a quote elevate (> 2400 m per i rock glacier) e quindi interessa zone poco infrastrutturate



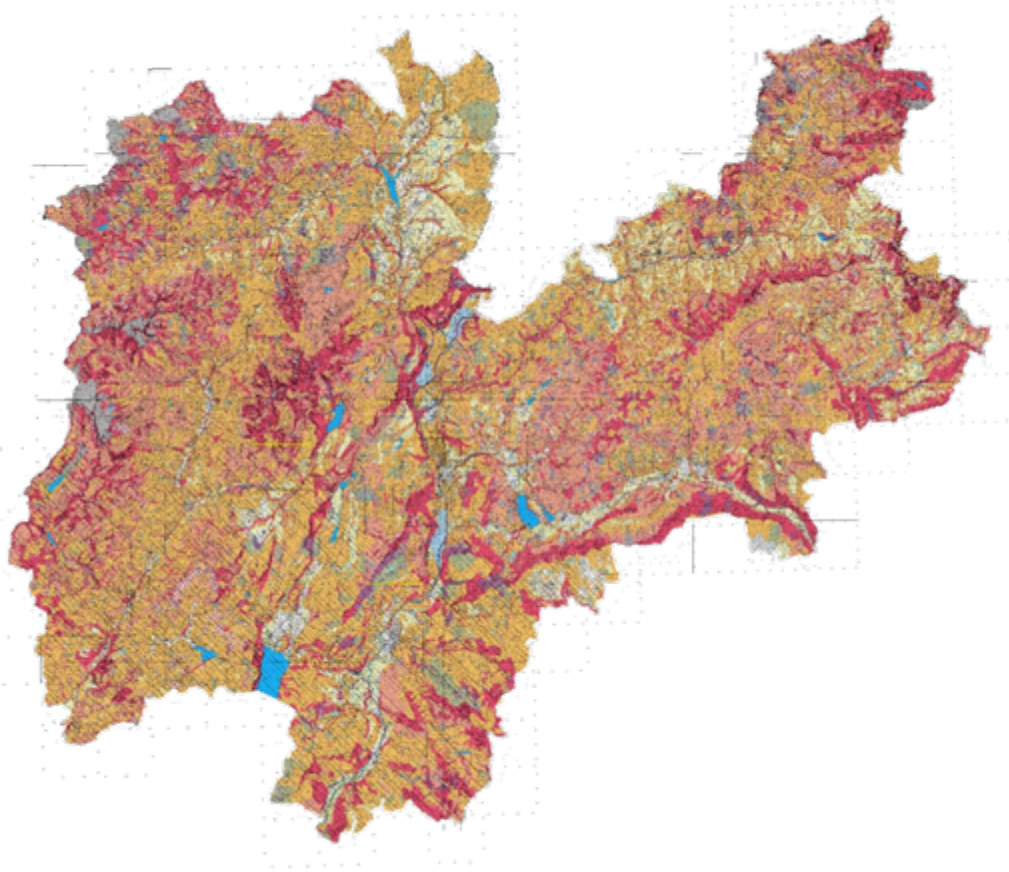
Situazione in Trentino:

- il permafrost si rinviene a quote elevate (> 2400 m per i rock glacier) e quindi interessa zone poco infrastrutturate



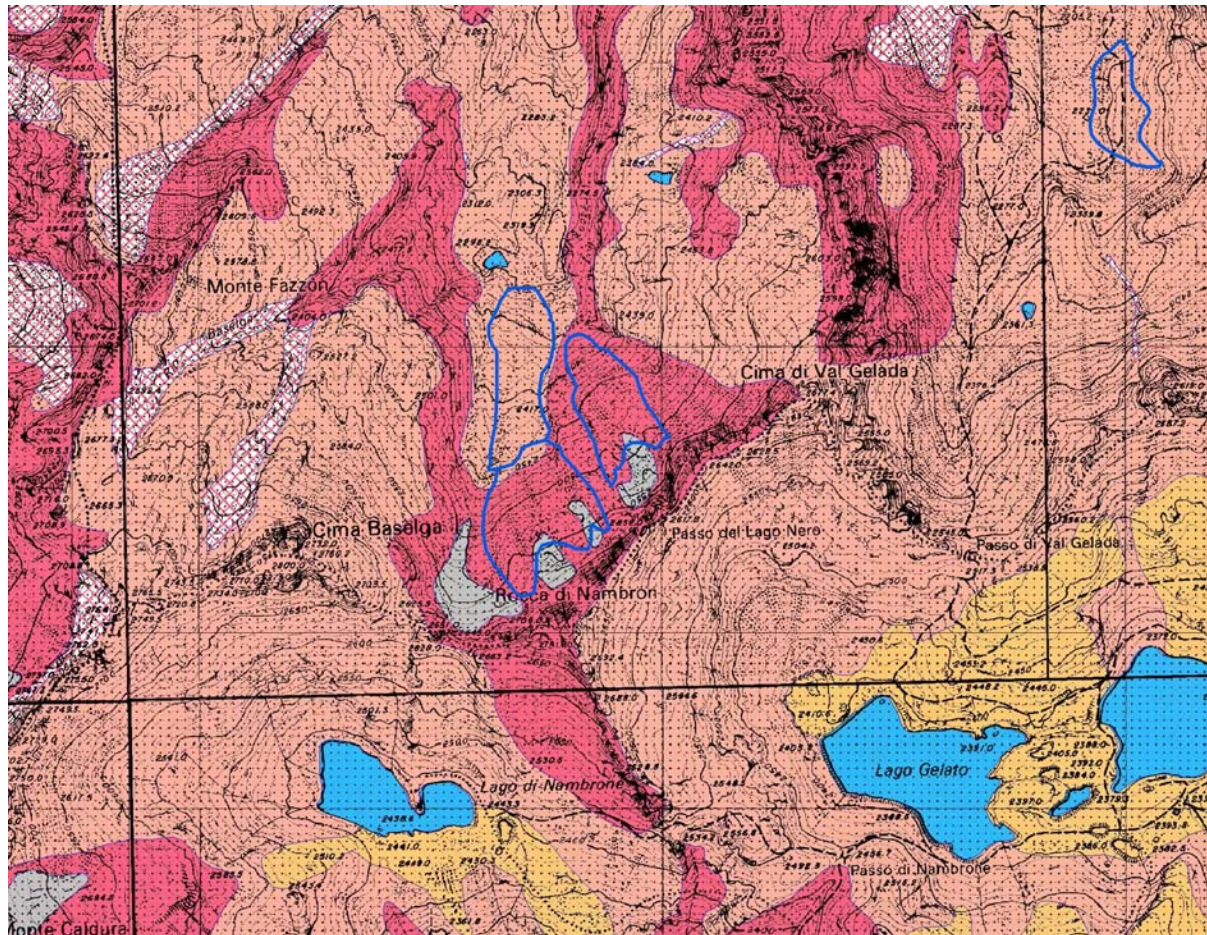
Situazione in Trentino:

- oggetto di pianificazione con proposta d'inserimento nelle aree regolamentate dall'art. 15 del PUP



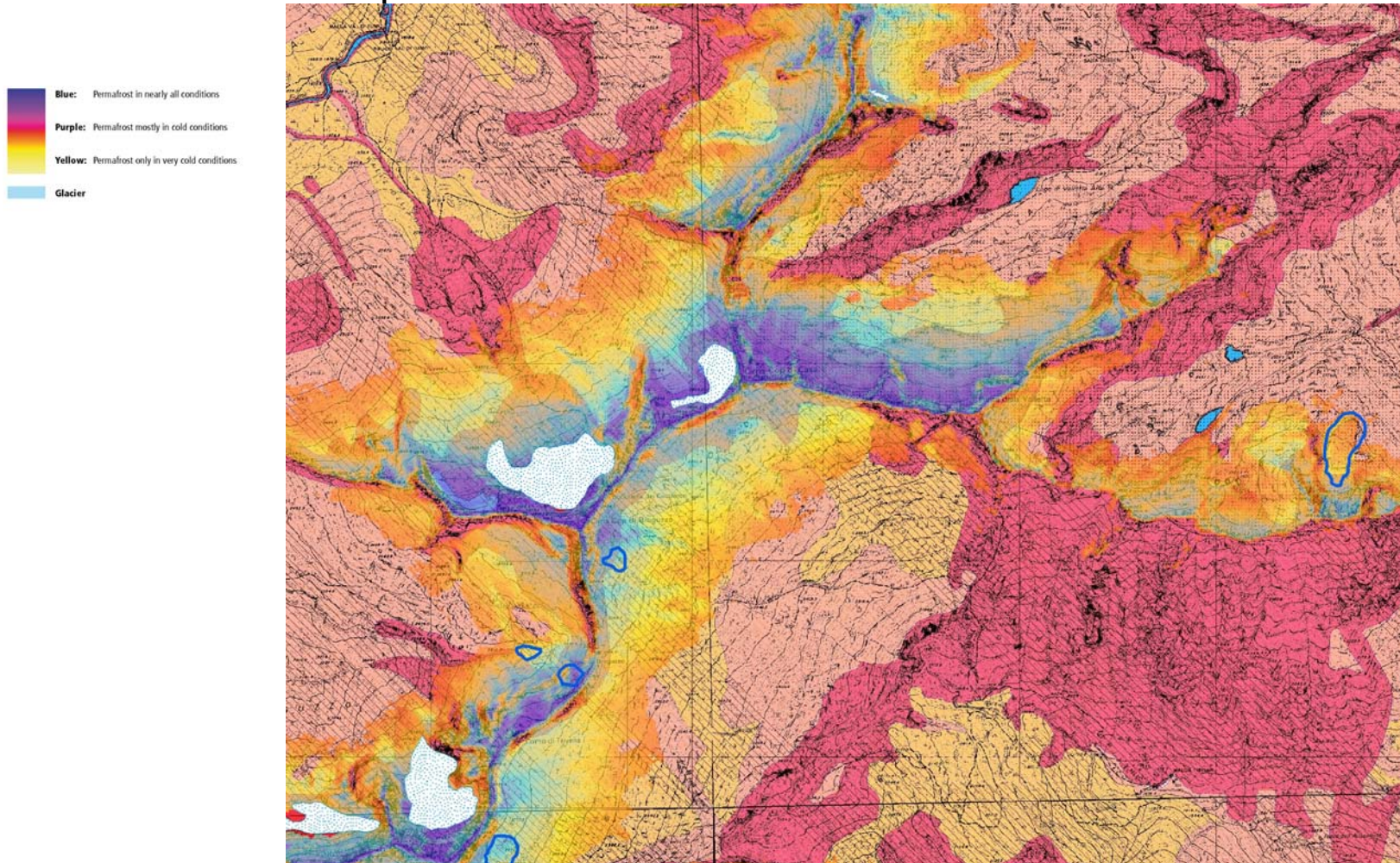
Situazione in Trentino:

- oggetto di pianificazione con proposta d'inserimento nelle aree regolamentate dall'art. 15 del PUP (rock glacier intatti)



Situazione in Trentino:

- necessità di ulteriori studi per la valutazione delle aree caratterizzate da un indice di permafrost $\neq 0$



Situazione in Trentino:

- necessità di ulteriori studi per la valutazione delle aree caratterizzate da un indice di permafrost $\neq 0$

Permafrost distribution in the Alps

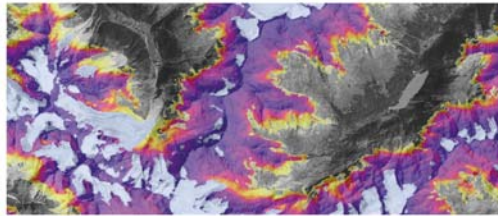
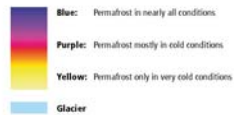


Fig. 4: Local sample of the final Alpine Permafrost Map. The color-coded permafrost index is overlaid onto a base map for reference.

Map Legend

This map shows a qualitative index describing how likely permafrost exists. It is consistent for the entire Alps and intended for practical use by e.g., public authorities or during infrastructure planning and maintenance.



Some important local factors such as sub-surface material or snow conditions are not or only approximately accounted for in the map. However, they can cause strong differences in ground temperature in otherwise equal topographic situations. For this reason, the map legend is accompanied by the **interpretation key**, shown on the right, that can be used to locally further refine the estimate shown on the map. As an example, one would not expect permafrost in fine material (B) or in homogeneous rock (H) where a yellow signature is shown on the map. In special circumstances, permafrost can exist outside the area of the color signature shown. The map shows estimated conditions; more certainty can locally be achieved by e.g., geophysics or boreholes.

This map has been compiled at the University of Zurich, Switzerland within the framework of the Project PermaNET. Bueckli, L., Biering, A., Gruber, S. & Noetli, J. 2011: A statistical permafrost distribution model for the European Alps, the Cryosphere Discussions, 5, 1419-1459, www.the-cryosphere-discussions.net/5/1419/. Paul, F., Frey, H. and Le Bris, R. (eds): A new glacier inventory for the European Alps from Landsat TM scenes of 2003: Challenges and results. Annals of Glaciology, 52(59).

Permafrost distribution in the Alps



Photo: J. Fiddes



Photo: J. Fiddes



Photo: S. Gruber

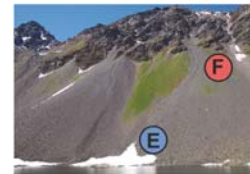


Photo: M. Phillips



Photo: S. Gruber

Interpretation Key

Clast size, soil properties and vegetation

A cover of coarse blocks with open voids and no infill of fine material (A) indicates cold conditions. Bedrock, fine-grained soil or soil with coarse blocks but an infill of fines (B) indicate warm conditions. A dense vegetation cover (C) usually indicates the absence of permafrost.

Rock glaciers

Active (intact) rock glaciers (D) are identified by signs of movement such as steep fronts. They are reliable visual indicators of permafrost within their creeping mass of debris but do not allow easy conclusions on adjacent areas.

Slope position and long-lasting snow-patches

The position along a slope can affect ground temperatures through the sorting of clasts, air circulation within the slope, and snow re-distribution. Often, the foot of slope (E) has colder ground temperatures. It contains more coarse material and is affected by long-lasting avalanche snow. Similarly, other late-lying snow patches indicate locally cold conditions. The top of slope (F) often has locally rather warm conditions. Frequently, it contains smaller clasts as well as an infill of fine material.

Steep rock slopes

Steep rock slopes have differing degrees of heterogeneity caused by micro-topography and fracturing. Higher heterogeneity (G) often enables a thin snow cover as well as ventilation and deposition of snow in large fractures, indicating locally cold conditions. Steep, smooth and largely unfractured rock (H) is indicative of warmer conditions. This effect is more pronounced in sun-exposed than in shaded locations.

Conclusioni:

- maggiore conoscenza del permafrost e adeguamento gli standard diffusi negli altri paesi delle Alpi;
- adeguamento della carta pericolosità con le evidenze geomorfologiche (rock glacier intatti);
- utilizzo della carta del permafrost ai fini della valutazione della pericolosità per la pianificazione di studi di dettaglio che tengano in considerazione le diverse condizioni che possono influenzare la distribuzione spaziale del permafrost: litologia, granulometri e topografia;
- le conoscenze acquisite costituiscono uno strumento per la mitigazione della pericolosità derivante dalla degradazione del permafrost dovuta ai cambiamenti climatici.