



CNR Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Verbania Pallanza

<http://www.ise.to.cnr.it>

<http://www.idrolab.cnr.it>



**M. Rogora, A. Marchetto, R. Mosello,
G.A. Tartari, L. Somaschini**

**Effetti dei cambiamenti climatici sulle caratteristiche chimiche delle
acque in alta quota: alcuni casi di studio in Val d'Ossola, Alpi Centrali**

*Workshop «Attività di studio e monitoraggio dell'ambiente periglaciale
e del permafrost nelle Alpi piemontesi» Torino, 7 febbraio 2018*



Siti di studio e dati

Idrochimica

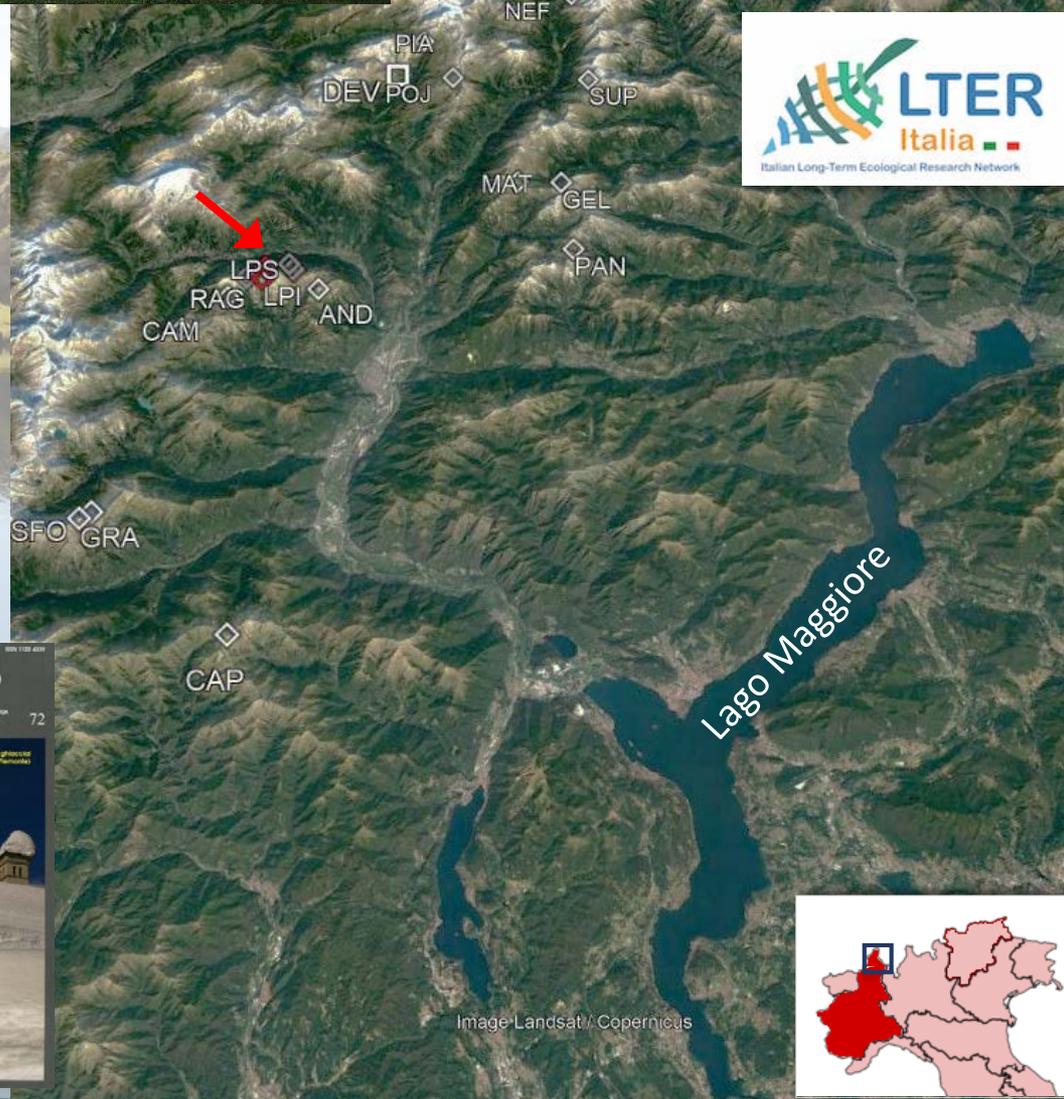
~ 40 *survey sites*, con dati discontinui a partire dagli anni '80

Alcuni *key-sites* con dati continuativi dall'inizio degli anni '80

Meteoclima

Stazioni ARPA Piemonte

Dati meteo di stazioni ENEL in Ossola Superiore (dalle schede manoscritte compilate dal personale in servizio presso dighe e centrali idroelettriche)



Laghi remoti: sistemi di “early warning” ...

Componente rilevante del paesaggio alpino, con valore turistico e ricreativo di primaria importanza

Non interessati da disturbo antropico diretto, ma soggetti alla deposizione di inquinanti atmosferici trasportati con le masse d'aria dalle aree antropizzate

Fortemente dipendenti dalle caratteristiche del bacino (morfologia, copertura del suolo), rispondono rapidamente a variazioni di input atmosferici e clima

Oligotrofi o ultraoligotrofi, con reti trofiche più semplici rispetto a quelle dei laghi di pianura, sono considerati “laboratori naturali” per lo sviluppo di ricerche ecologiche di base



Sono considerati ottimi indicatori di variazioni nelle deposizioni atmosferiche di inquinanti e nel clima su scala regionale



... e fornitori di servizi ecosistemici



Risorse idriche



Turismo



Pesca



Valore estetico-paesaggistico

I laghi alpini forniscono servizi alla popolazione (sia residenti che turisti)

Sono vulnerabili a diversi fattori, che minacciano quantità e qualità dell'acqua

A causa delle limitate dimensioni, nella maggior parte dei casi non sono soggetti a specifiche regolazioni o regime di tutela (es. WFD)

**EFFETTI NEGATIVI
SU BENI E SERVIZI**



**Prelievi d'acqua
Produzione idroelettrica**



Nutrienti/inquinanti



Cambiamenti climatici



Specie aliene

Fattori che influenzano la chimica dei laghi d'alta quota

Deposizioni atmosferiche (wet & dry)
(composti acidificanti, azoto, metalli pesanti, POPs)

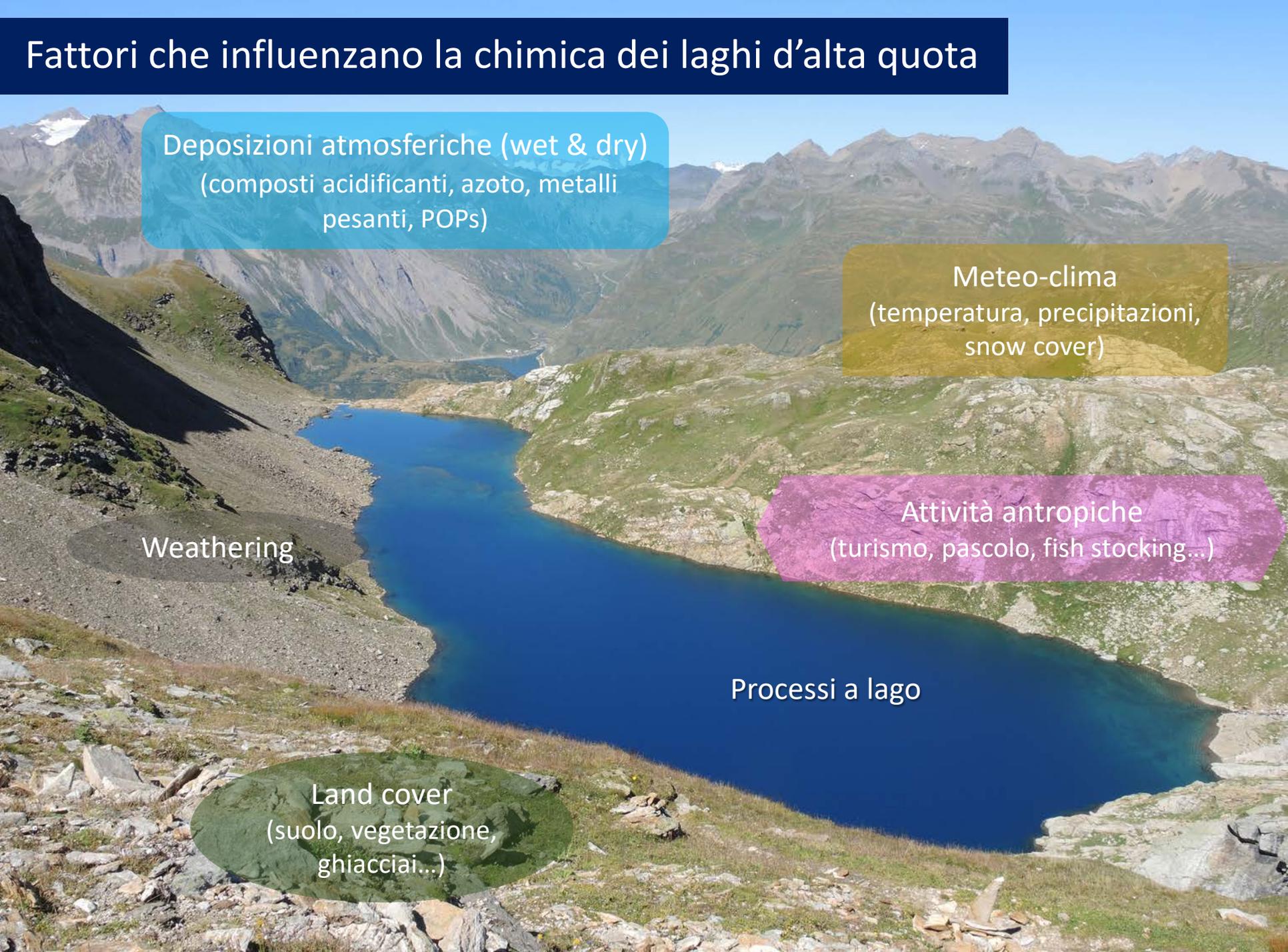
Meteo-clima
(temperatura, precipitazioni, snow cover)

Attività antropiche
(turismo, pascolo, fish stocking...)

Weathering

Processi a lago

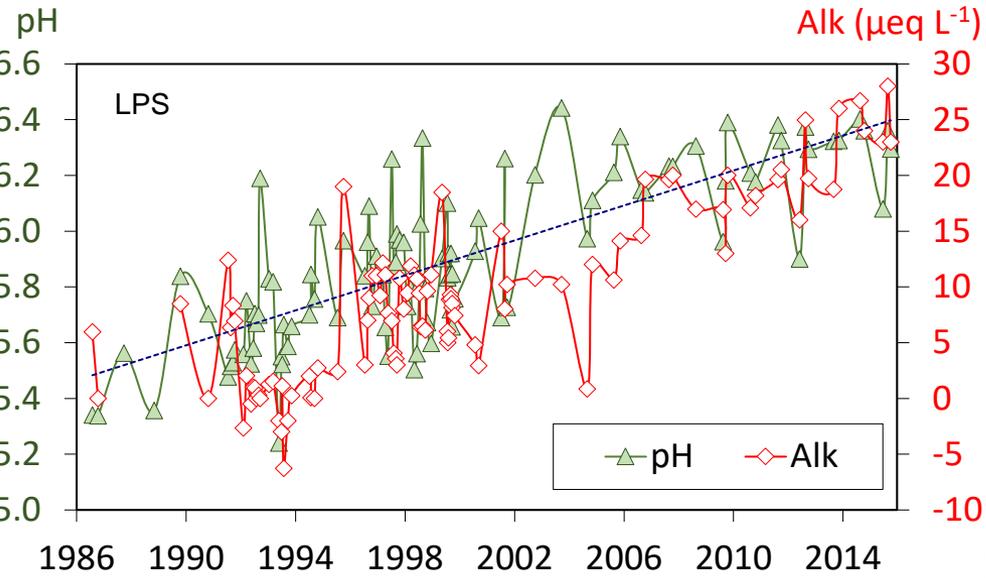
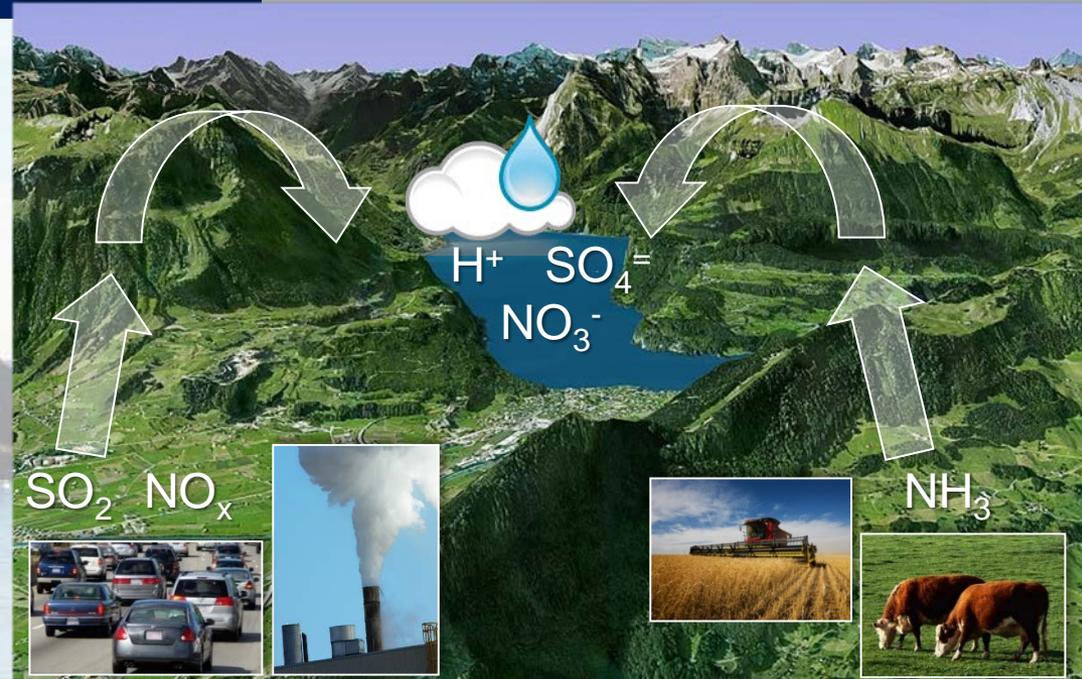
Land cover
(suolo, vegetazione, ghiacciai...)



«Piogge acide»: una storia di successo

L'acidificazione è stato un problema ambientale rilevante negli anni '70 e '80 in alcune regioni sensibili, tra cui certe aree delle Alpi

Effetti dell'acidificazione: diminuzione di pH e alcalinità, dissoluzione di metalli pesanti (es. Al), con importanti effetti negativi sulle biocenosi



Grazie a politiche per la riduzione delle emissioni, la deposizione di composti acidificanti è nettamente diminuita dagli anni '80 e molti siti sensibili hanno mostrato segni di recupero dall'acidificazione



Clima: interazioni di processi ed effetti

21st century climate change in the European Alps

Gobiet et al. STOTEN 2014

- Warming to accelerate throughout the 21st century
- Intensified precipitation and temperature extremes
- Snow cover to drastically decrease below 1500–2000 m

Degradazione del permafrost

Ritiro dei ghiacciai

Diminuzione copertura nevosa

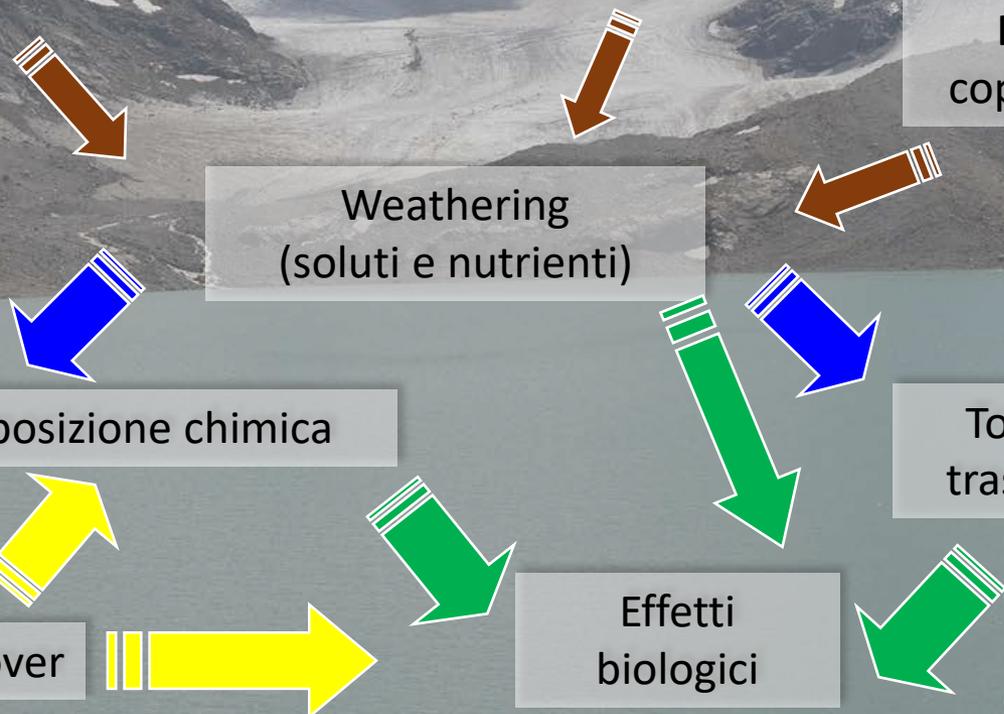
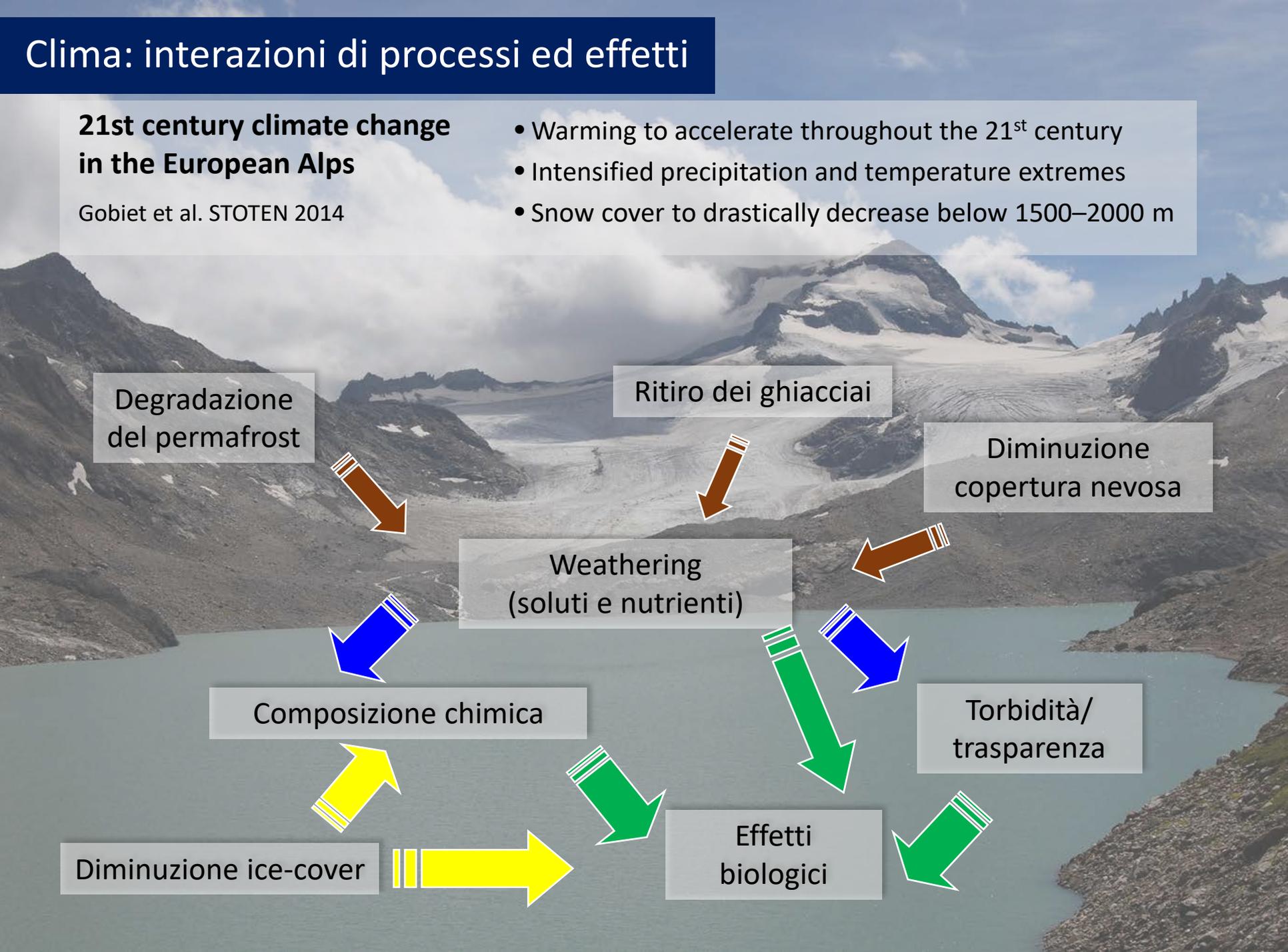
Weathering (soluti e nutrienti)

Composizione chimica

Torbidità/ trasparenza

Diminuzione ice-cover

Effetti biologici



Criosfera e idrochimica in alta quota

Iliashuk et al. ES&T, 2014

La degradazione della criosfera ha effetti su aspetti idrologici, chimici e biologici

1. PERMAFROST AND ROCK GLACIERS

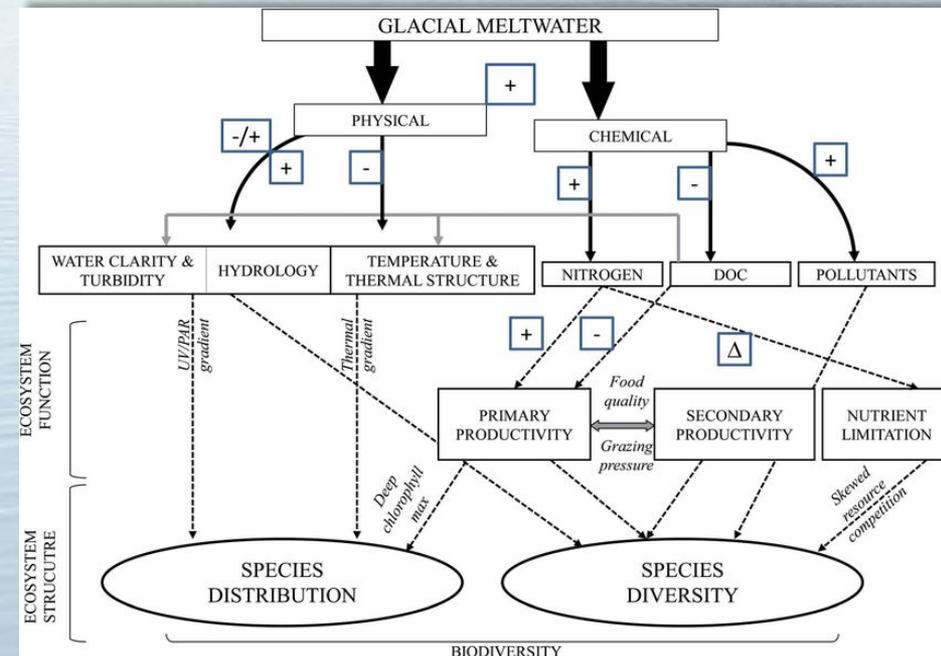
Colombo et al., *Global and Planetary Change*. 2017

- Permafrost degradation impacts inorganic chemistry of surface fresh water globally
- Spatially-distributed modifications after pervasive permafrost degradation
- Local release of major ions and trace elements from thermokarst and rock glaciers
- Further release of solutes can be expected under warming climatic conditions



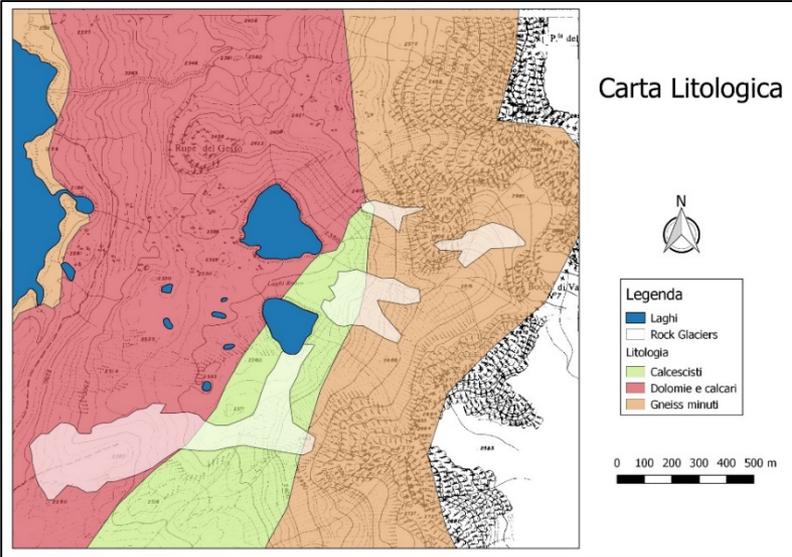
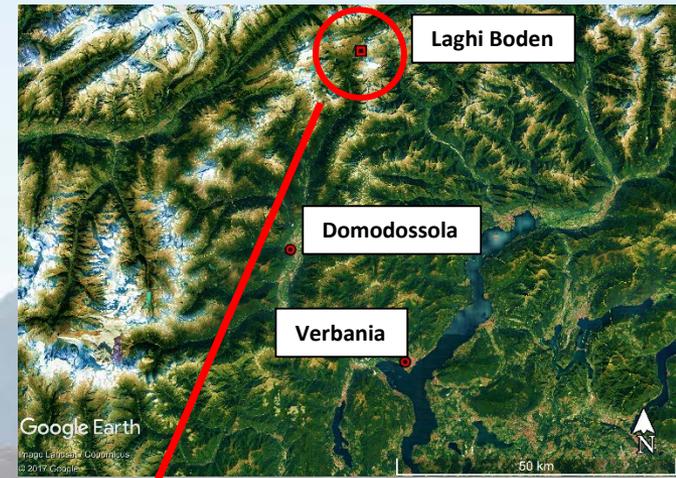
2. GLACIERS

Glacial meltwater can affect habitat by altering physical and chemical features of aquatic ecosystem, with implications for ecosystem functioning and services



Slemmons et al. *Environmental Science Processes & Impacts*. 2013

Caso di studio: Laghi Boden Superiore e Inferiore (2340 m a.s.l., Val Formazza, Alpi Centrali)



Trend a lungo termine

