

# IL CAMBIAMENTO CLIMATICO IN VALTELLINA E VALCHIAVENNA



Foto R. Scotti

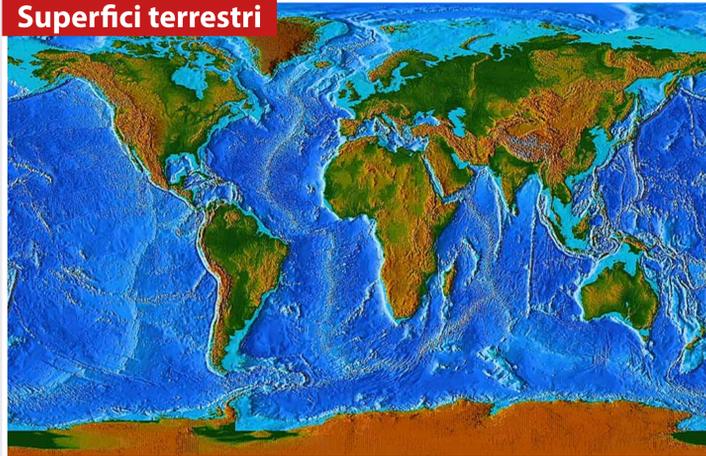
Grafica e stampa Tipografia Bettini - Sondrio

**Mostra a cura di:**  
**Anno 2017**



# IL CLIMA È UN SISTEMA COMPLESSO

Superfici terrestri



Biosfera



Correnti oceaniche



Ghiacciai



Correnti atmosferiche



Questi cinque sistemi interagendo tra loro determinano il sistema climatico. Tutta questa complessità rende il cambiamento climatico largamente imprevedibile.

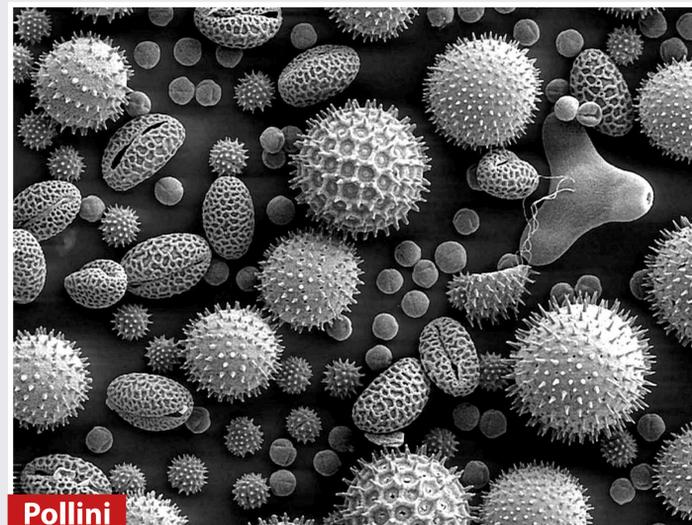


# TEMPERATURA E CAMBIAMENTO CLIMATICO

La causa del cambiamento climatico in atto è l'aumento delle temperature. A partire dal 1880 queste sono misurate direttamente con i termometri, mentre per il passato sono ricostruite su variabili correlate (proxy).



Anelli degli alberi



Pollini



Carote di ghiaccio



Coralli



Documenti storici



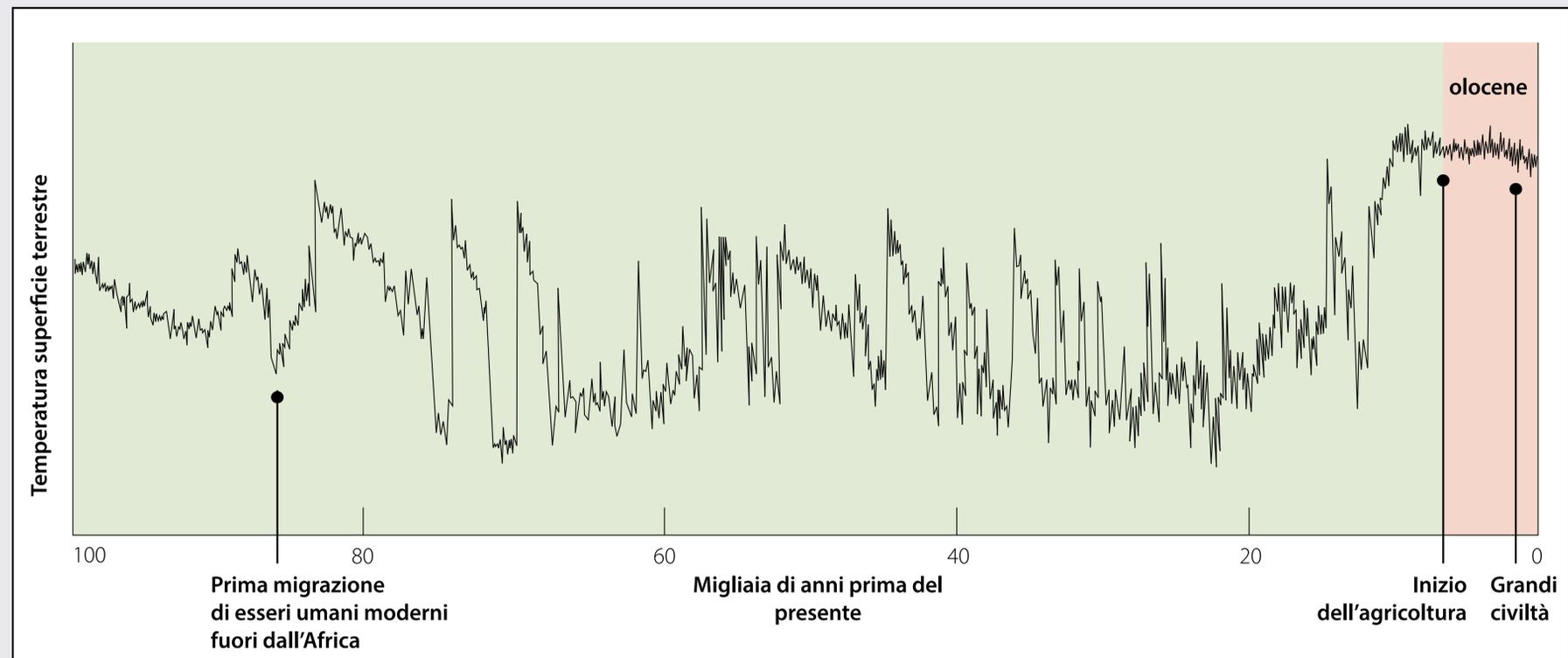
Fondali lacustri e marini

# TEMPERATURA E CAMBIAMENTO CLIMATICO

## Le temperature degli ultimi centomila anni ricostruite sui carotaggi dei ghiacciai in Groenlandia

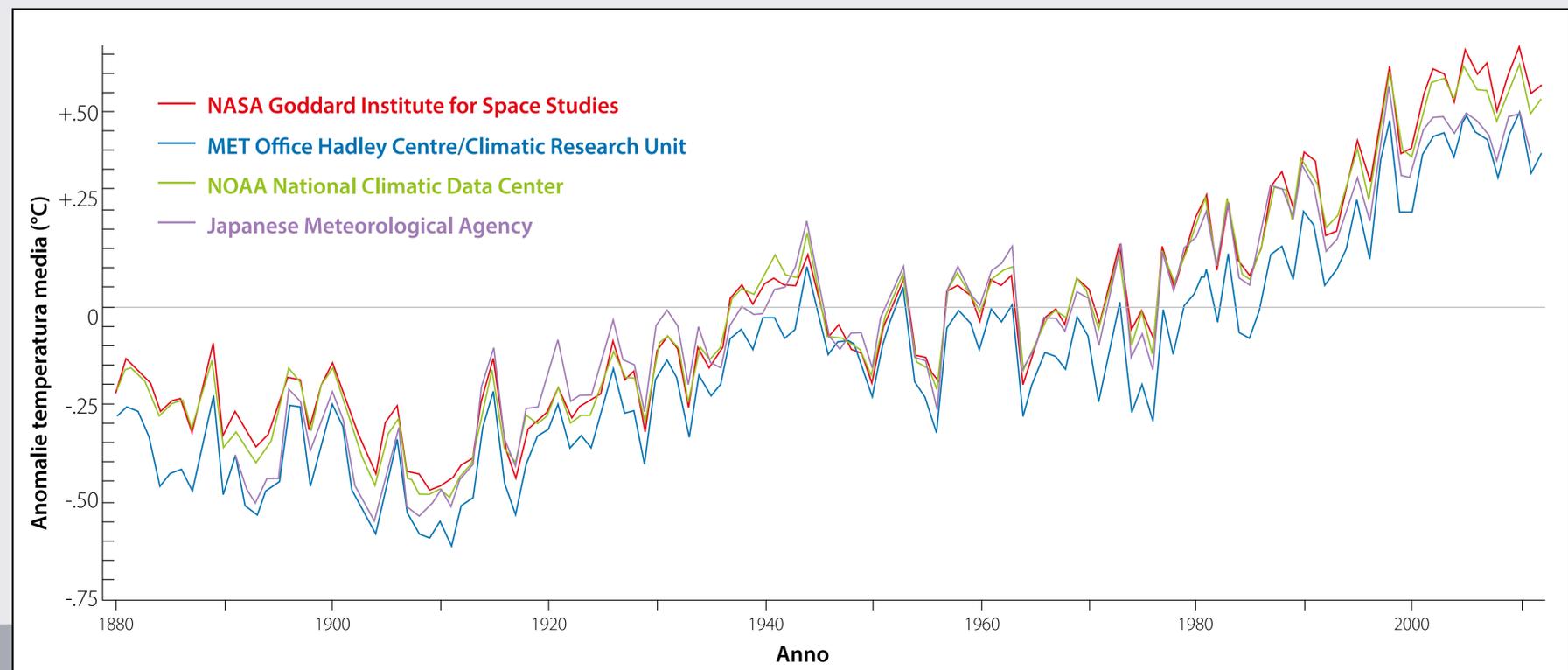
(Fonte: Raworth K., 2017)

Il clima stabile e favorevole degli ultimi diecimila anni (epoca geologica dell'Olocene) ha permesso lo sviluppo dell'agricoltura e della civiltà moderna.



## Le temperature dal 1880, secondo le misurazioni di diverse agenzie

L'andamento è altalenante, ma con una chiara tendenza alla crescita, particolarmente negli ultimi decenni.



# TEMPERATURA E CAMBIAMENTO CLIMATICO

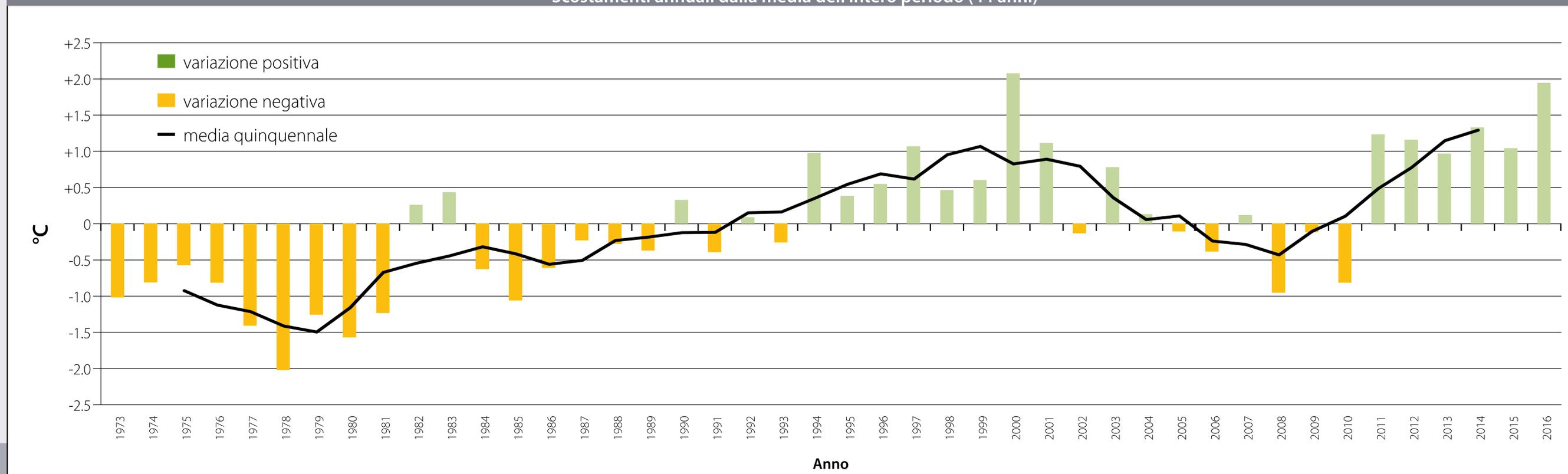


## Le Alpi sono tra i territori più colpiti dal cambiamento climatico

Dati rilevati dalla Fondazione Fojanini per la città di Sondrio.

Confrontando i periodi 1973-1979 e 2010-2016 risulta un aumento di temperatura media annuale di 2,1°C (da 10,4 a 12,5°C). Per le temperature minime e massime gli incrementi sono, rispettivamente, di 1,6 e 2,1 °C.

Scostamenti annuali dalla media dell'intero periodo (44 anni)



# TEMPERATURA E CAMBIAMENTO CLIMATICO

## I gas serra

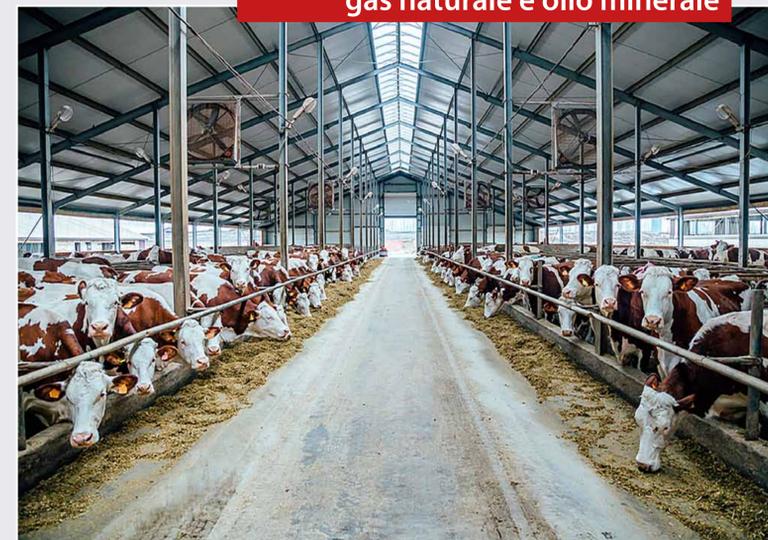
Pur non escludendo del tutto cause naturali, in particolare l'attività solare, la maggior parte dei climatologi ritiene che l'attuale incremento delle temperature sia da imputare alle emissioni di gas serra da parte dell'uomo. Le principali emissioni riguardano l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e il metano (CH<sub>4</sub>).

**CO<sub>2</sub> (69%)**  
Combustioni



Shutterstock

**CH<sub>4</sub> (13%)**  
Allevamento e agricoltura (60%),  
produzione e trasporto di carbone,  
gas naturale e olio minerale



Shutterstock

**NO<sub>x</sub> (16%)**  
Concimazioni azotate (80%)  
motori diesel...



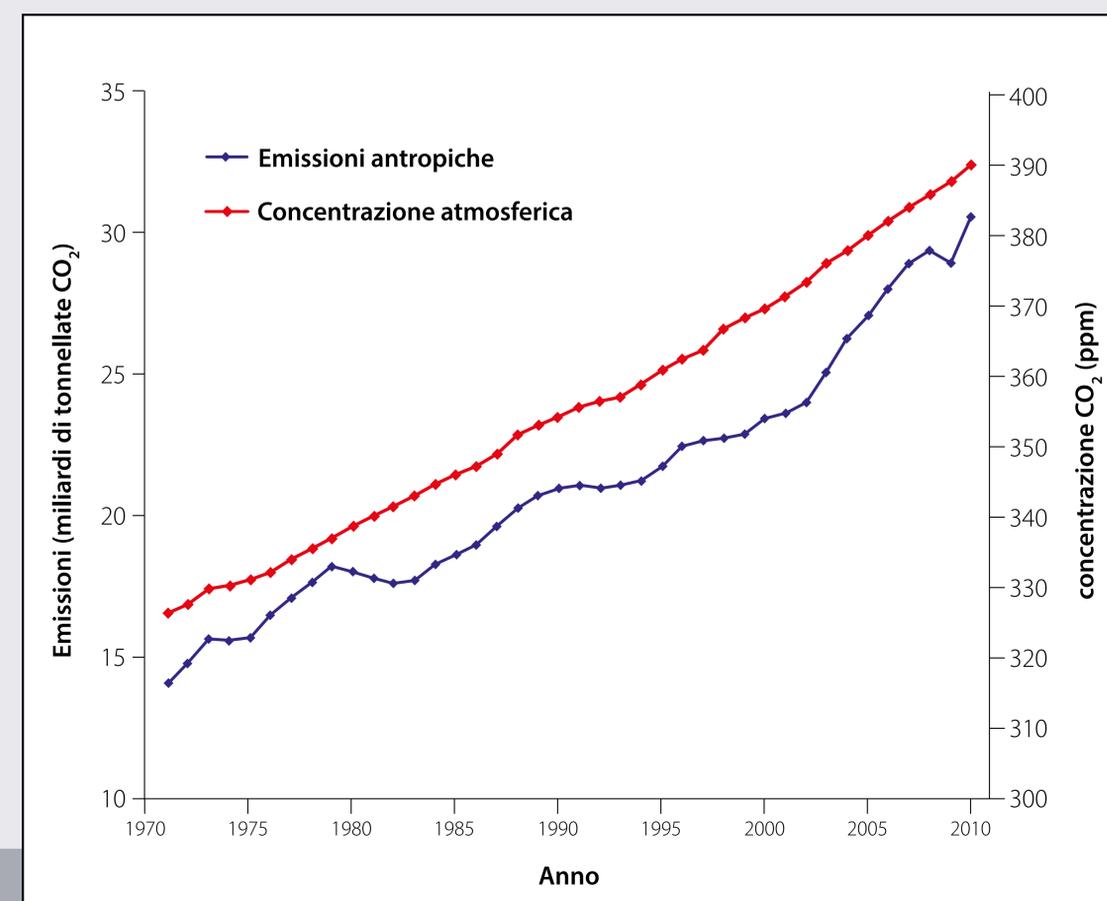
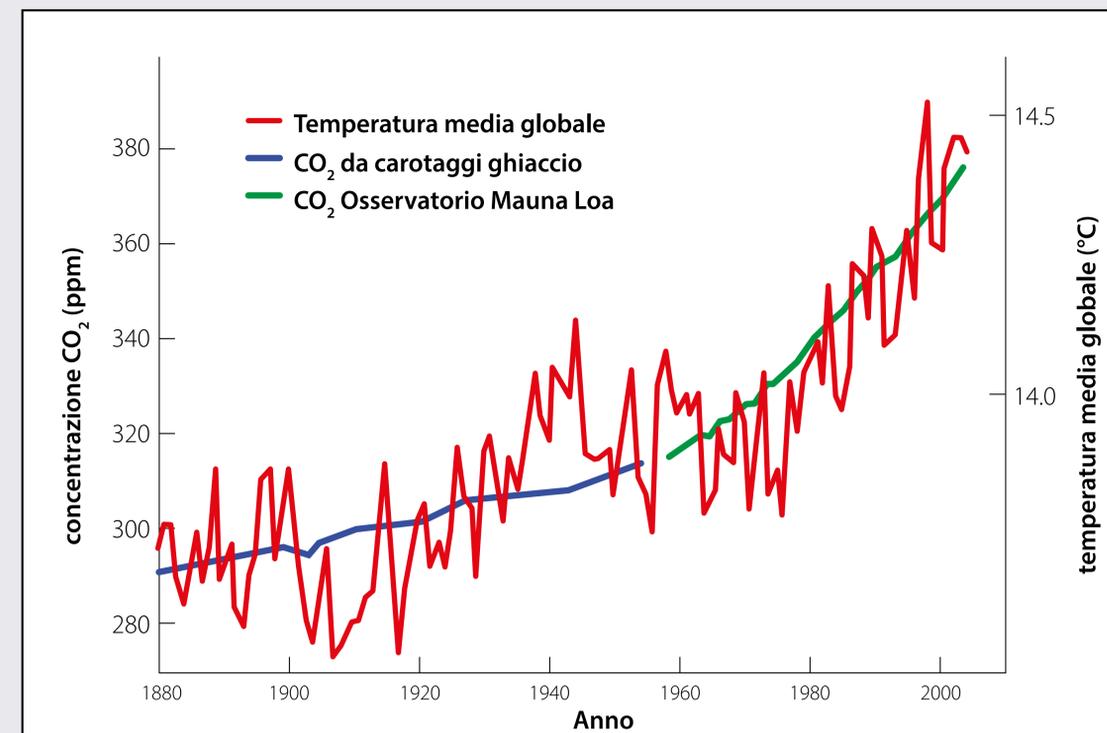
Shutterstock

# TEMPERATURA E CAMBIAMENTO CLIMATICO

## Temperatura e CO<sub>2</sub>

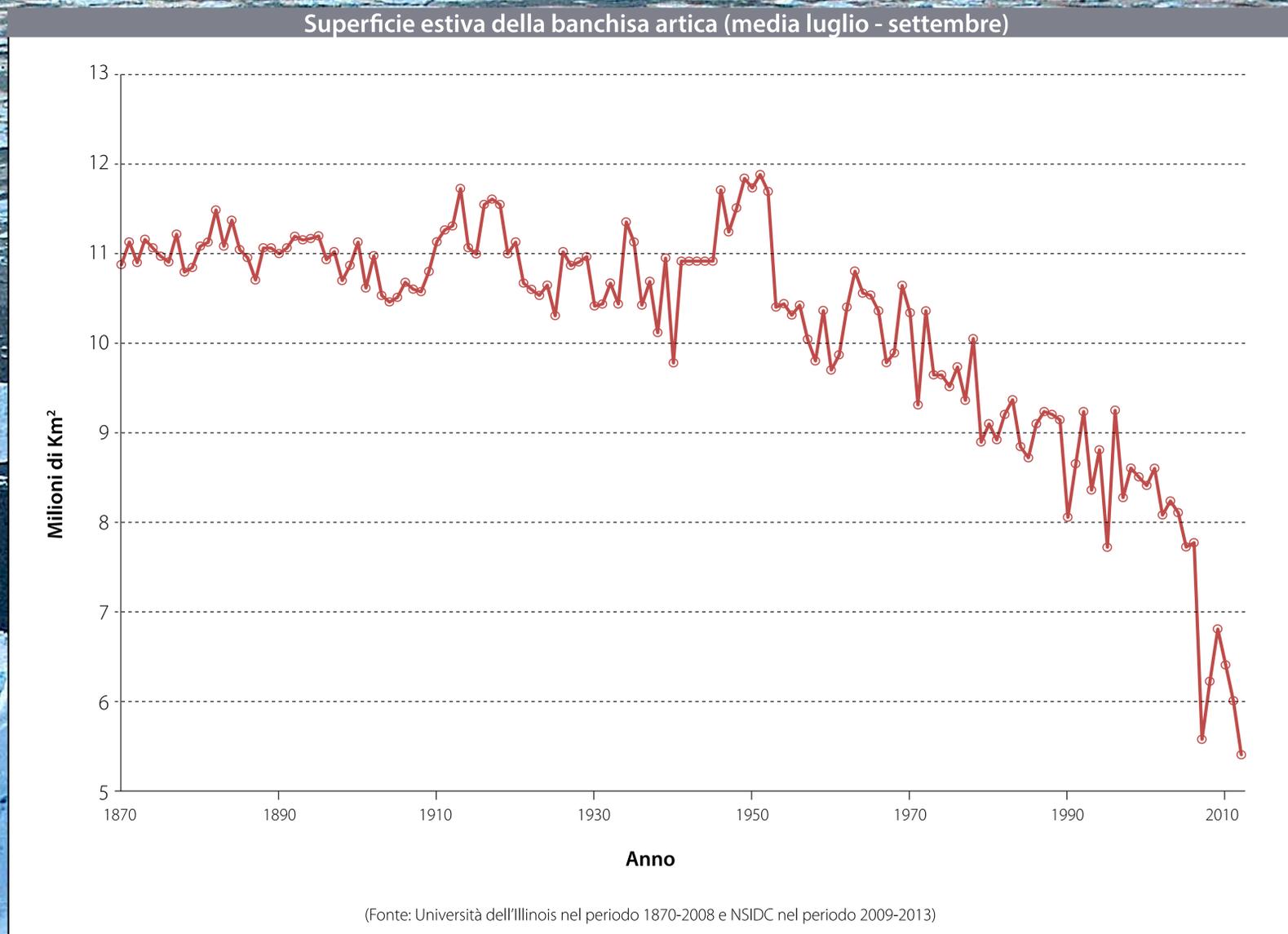
Esiste un legame molto stretto tra temperatura e concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub> e tra questa e le emissioni antropiche.

Oggi la CO<sub>2</sub> atmosferica ha raggiunto le 410 ppm (parti per milione), mentre la concentrazione naturale dovrebbe essere di 270 ppm.



# LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

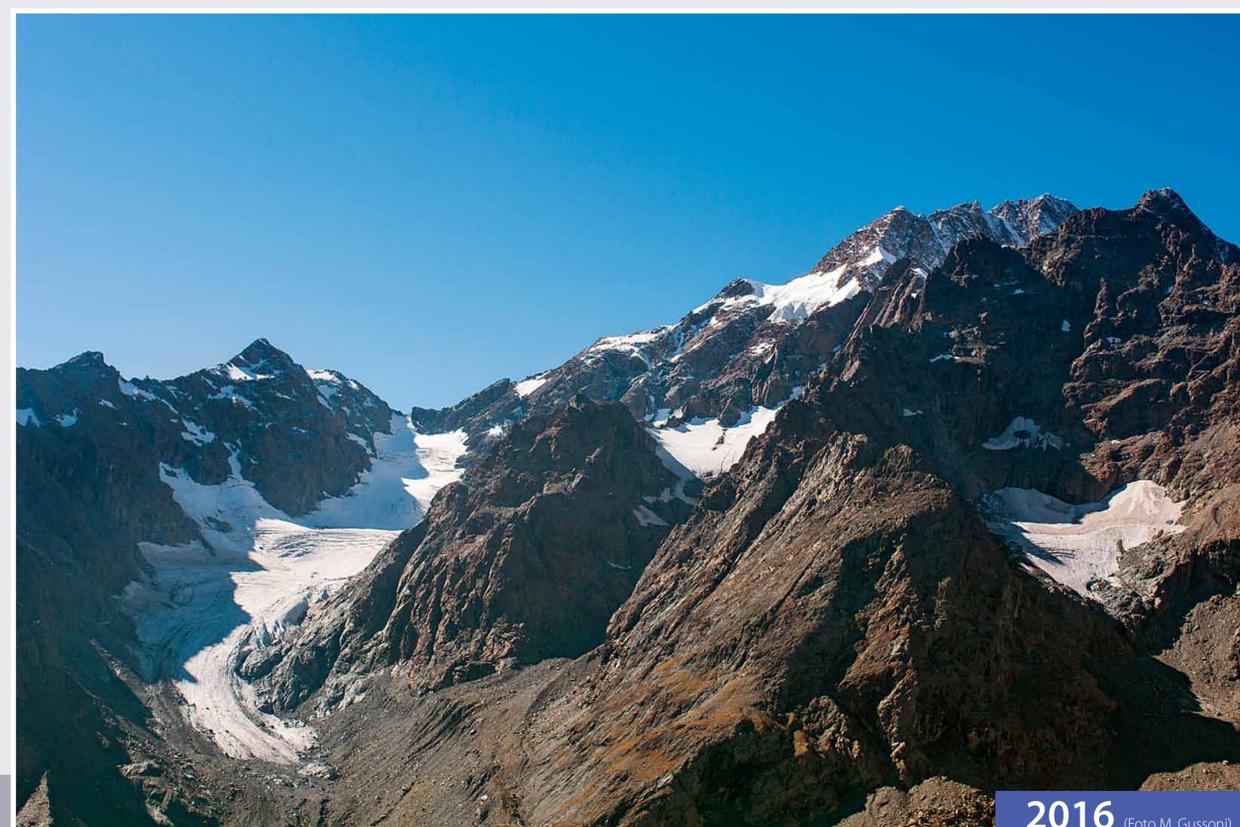
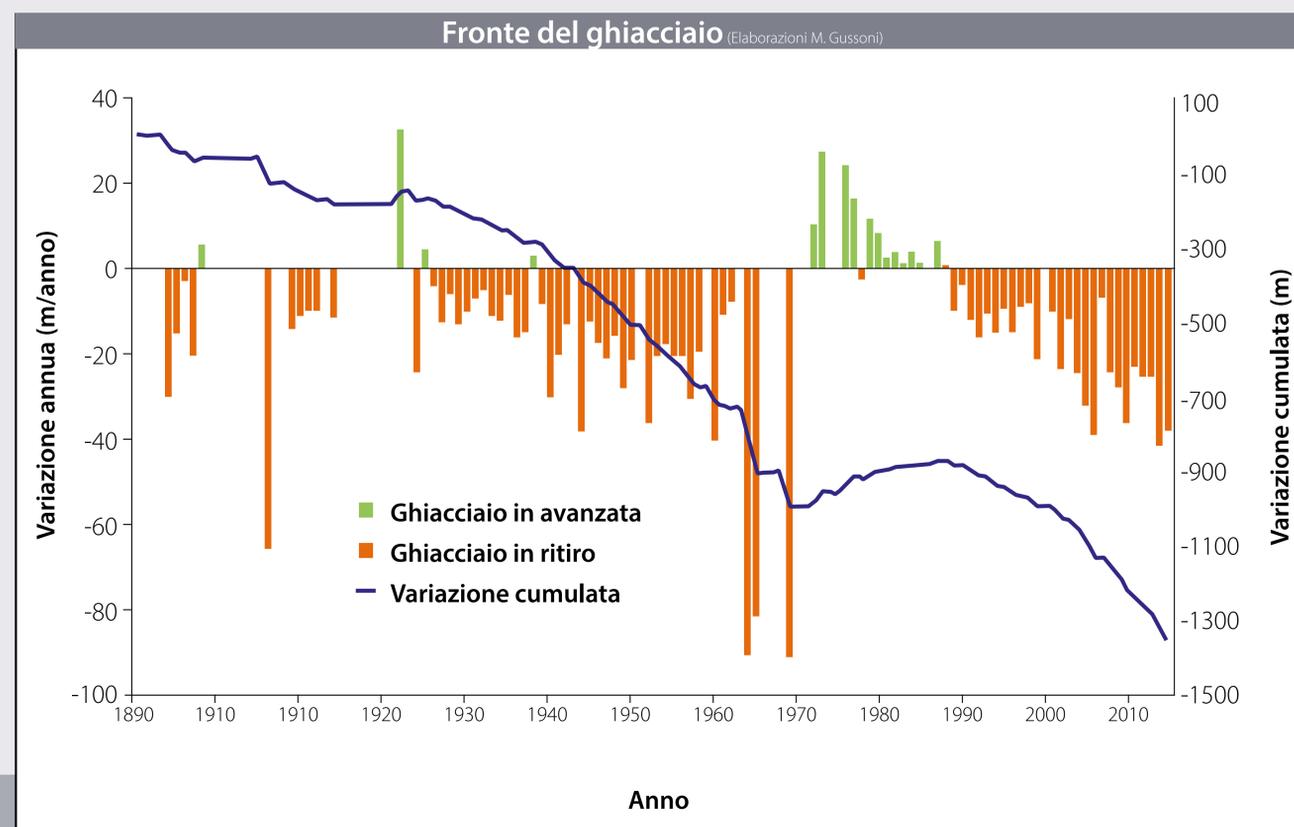
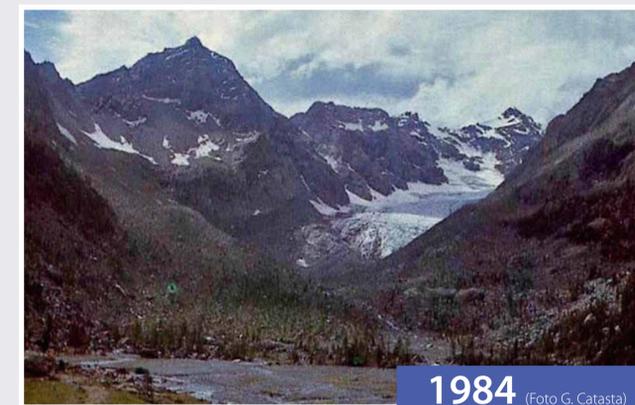
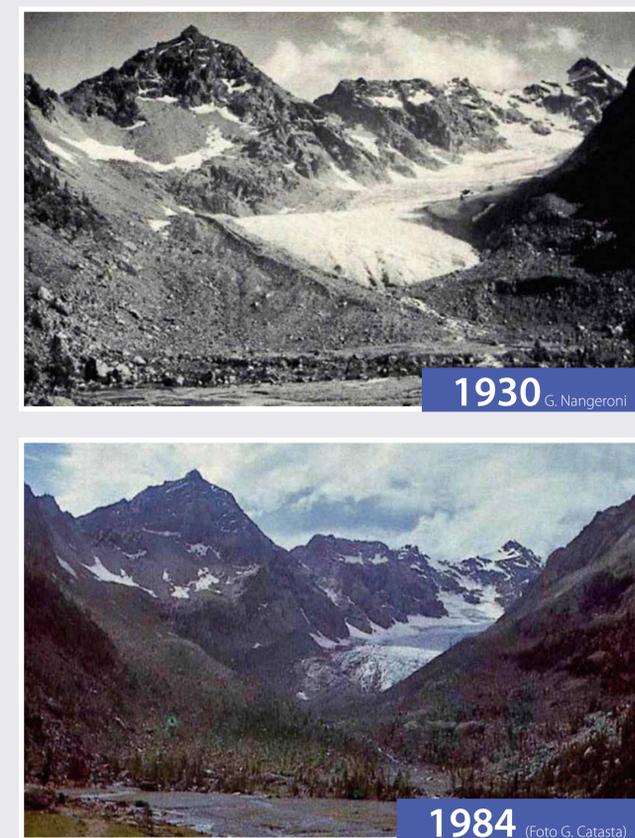
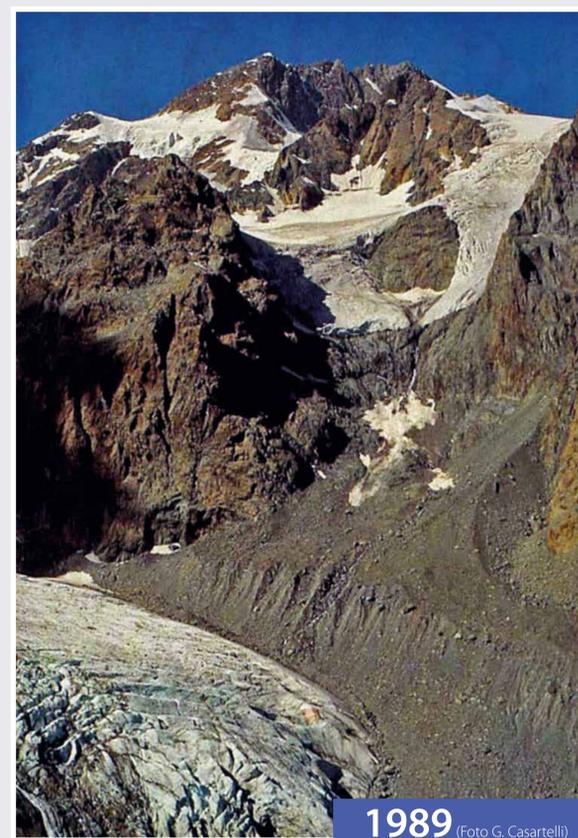
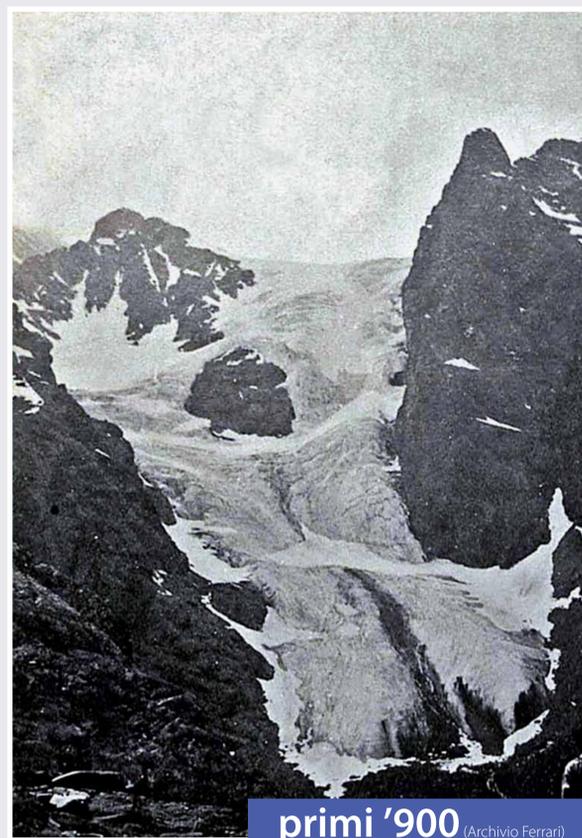
E c'è ancora  
chi nega  
il cambiamento  
climatico?!



# LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

## Ghiacciaio del Ventina (Valmalenco - SO)

Variazioni nella posizione del fronte del ghiacciaio. Le barre riportano le variazioni annuali (asse di sinistra): in arancione l'arretramento, in verde l'avanzamento. La linea (asse di destra) indica il cumulo negli anni.

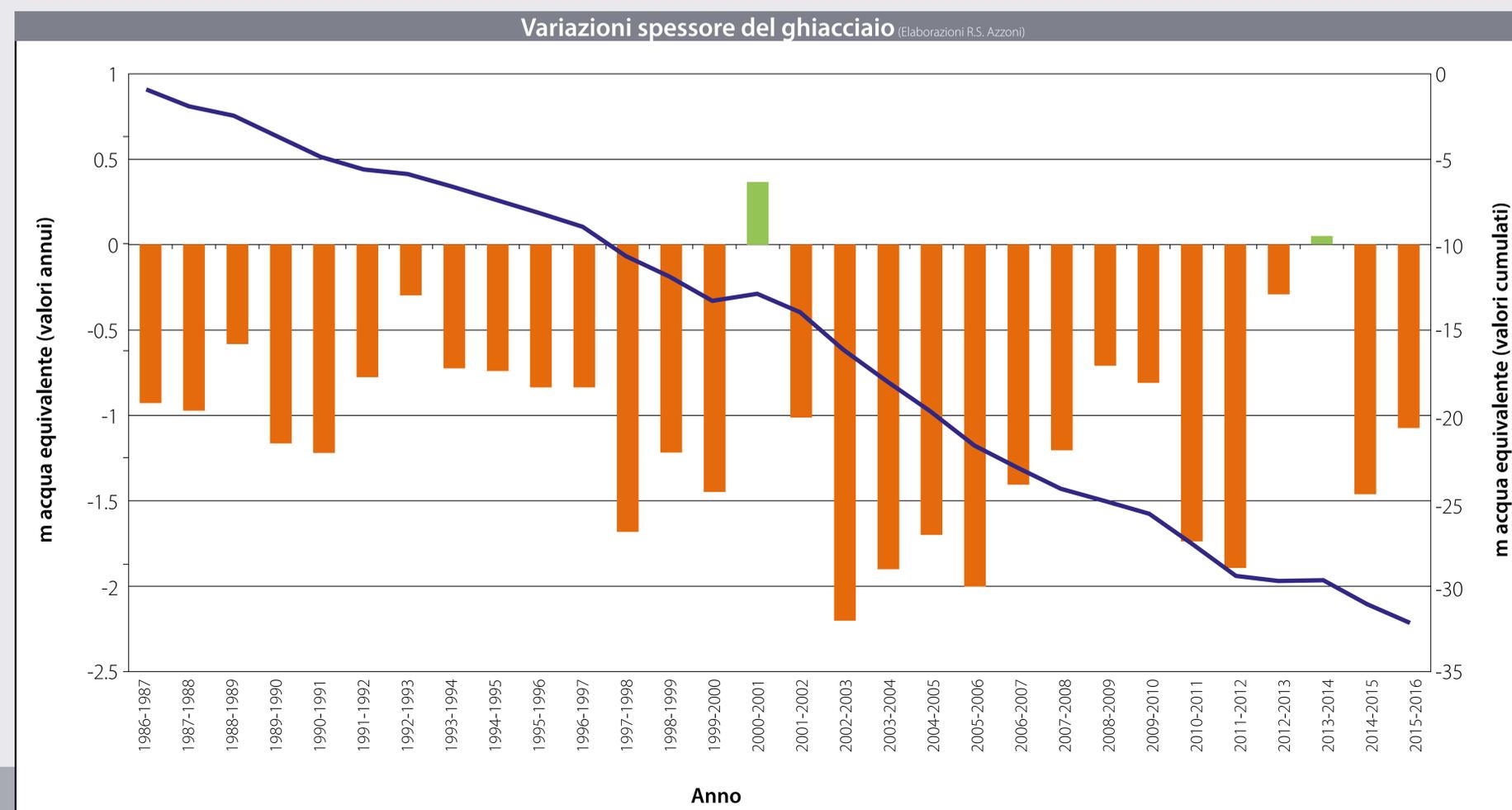


# LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

## Ghiacciaio Sforzellina (Valfurva - SO)

Variazioni nello spessore del ghiacciaio. Le barre riportano le variazioni annuali (asse di sinistra): in arancione la riduzione, in verde l'aumento.

La linea (asse di destra) indica il cumulo negli anni. L'unità "metro acqua equivalente" è adottata per standardizzare le misurazioni effettuate su neve e ghiaccio.

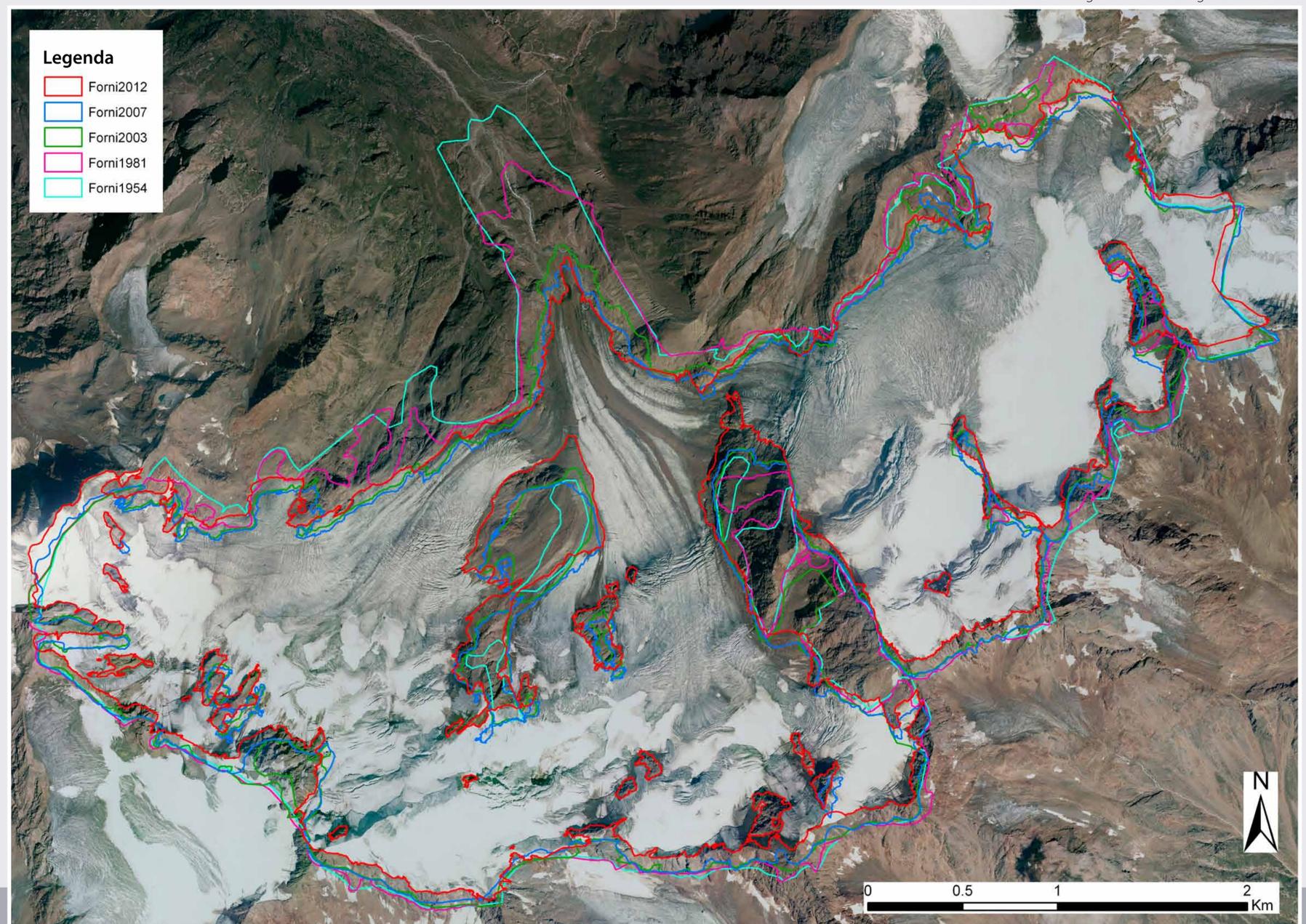


# LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

## Ghiacciaio dei Forni (Valfurva - SO) il più grande ghiacciaio vallivo italiano

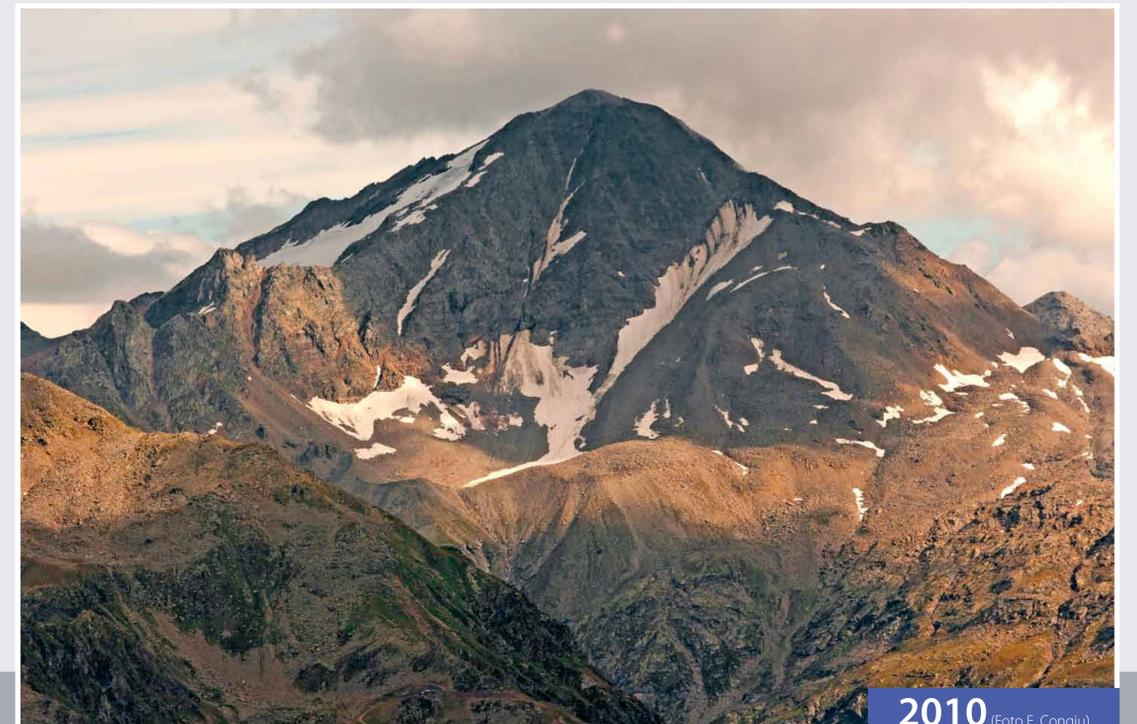
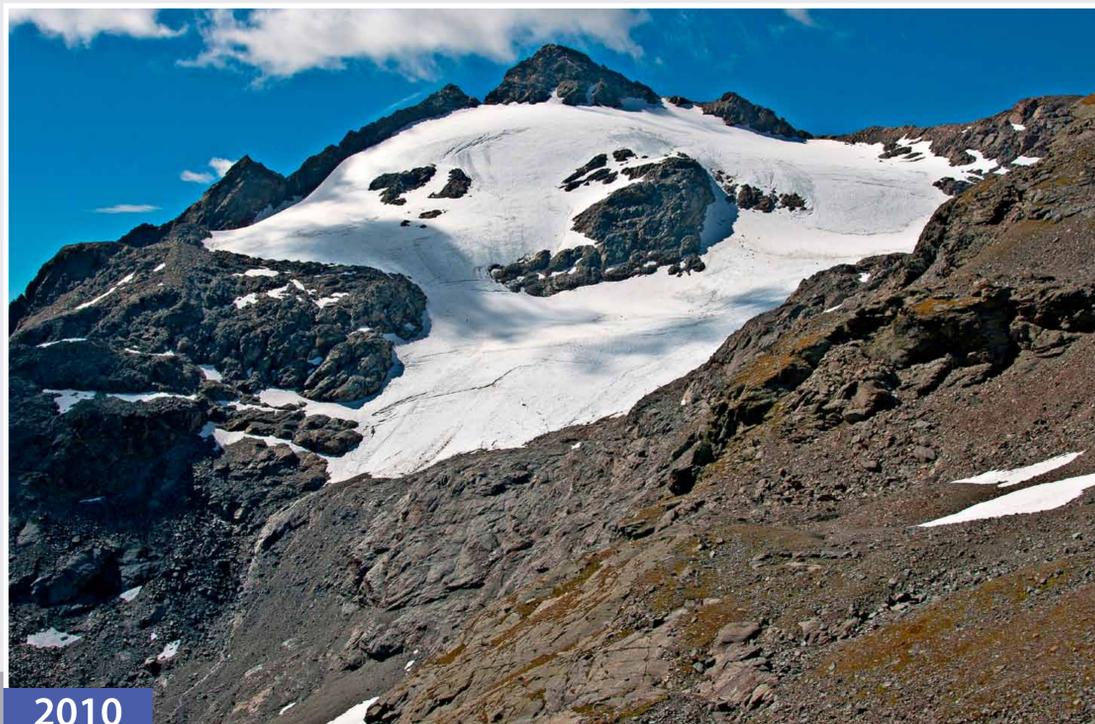
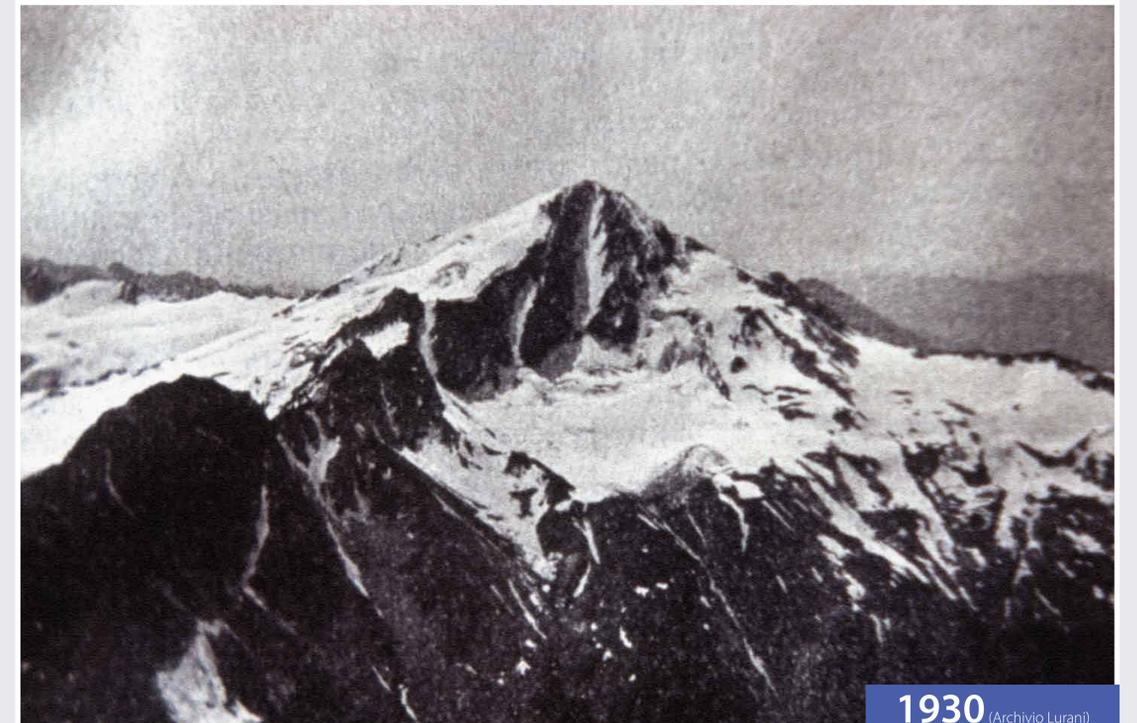
Negli ultimi 150 anni la superficie si è ridotta del 36% e la lingua è arretrata di 2 km.  
Nel periodo 1929-1998 lo spessore della lingua si è ridotto di 70 m.

Elaborazione di C. Smiraglia su ortofoto Regione Lombardia



# LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

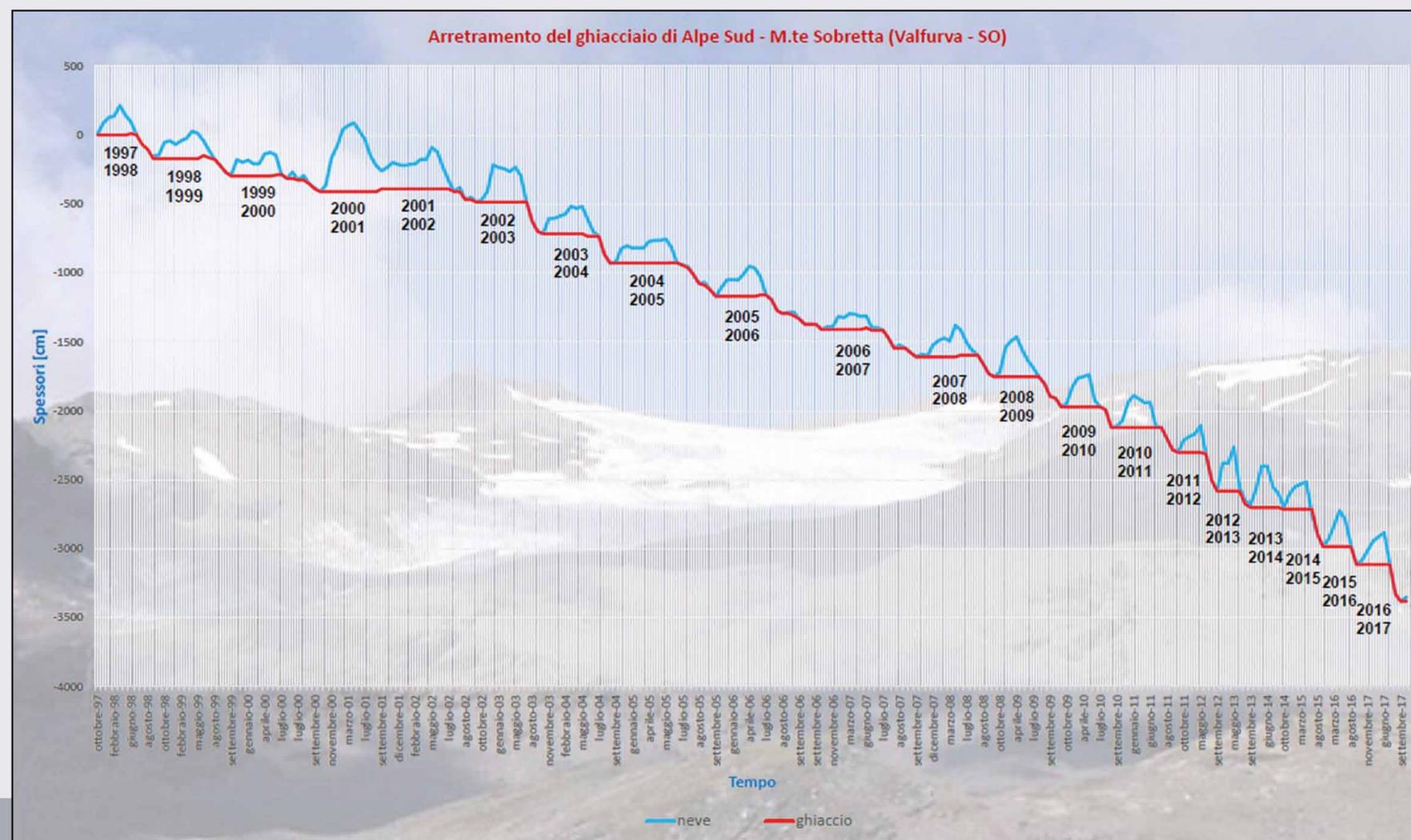
## Ghiacciai in Valchiavenna (SO)



# LA FUSIONE DEI GHIACCIAI

**Il caso del ghiacciaio del M. Sobretta (Valfurva):  
innevamento invernale e riduzione di spessore.  
34 metri di ghiaccio persi negli ultimi 20 anni.**

(Fonte: ARPA Regione Lombardia)



# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI

## Temperatura e specie viventi

La temperatura è una variabile ecologica fondamentale per tutte le specie viventi, spontanee e addomesticate. Il suo incremento può interferire sulla loro diffusione, il loro comportamento e i loro cicli di vita.

Negli ecosistemi naturali si osserva soprattutto un innalzamento dei limiti altitudinali, la retrocessione, fino alla scomparsa, delle specie di alta quota e l'ingresso di specie mediterranee, in particolare insetti.

Negli ecosistemi agrari si ha un aumento dell'evapotraspirazione e un'alterazione del ciclo di sviluppo delle colture, con ripercussioni sui bilanci idrici e le produzioni. Il clima più caldo può però consentire l'introduzione di nuove specie.



# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI



Vegetazione di macereto (Foto F. Gironi)



Salice erbaceo, arbusto nano  
tipico delle vallette nivali (Foto G. Parolo)



Saxifraga brioide, specie tipica di rupi, pietraie  
e macereti su substrati silicei (Foto F. Gironi)

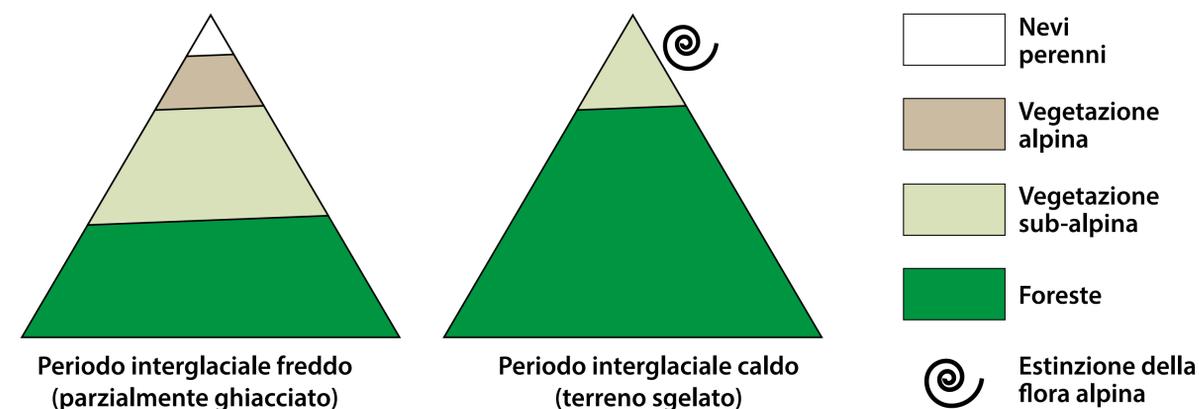
## Sempre più in alto!

Gli ambienti naturali di alta quota sono particolarmente sensibili all'innalzamento delle temperature.

Le specie, particolarmente quelle vegetali, sono ottimi indicatori del cambiamento climatico in atto. Esse rispondono in genere adattando il proprio ciclo di vita alle nuove condizioni, oppure migrando in altitudine alla ricerca di nuovi habitat favorevoli. Il fenomeno è agevolato anche dal miglioramento delle condizioni dei terreni.

Se ciò costituisce un'opportunità per alcune specie, per altre si potrebbero avere conseguenze negative innescate da processi di competizione.

Schema di ipotetica migrazione della flora alpina in senso altitudinale (Adattato da Gentili R. et al., 2015)



# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI



Il vallone dello Scerscen con la testata del Bernina (Foto G. Parolo)

## Migrazione in altitudine della flora del Bernina (SO) - 1

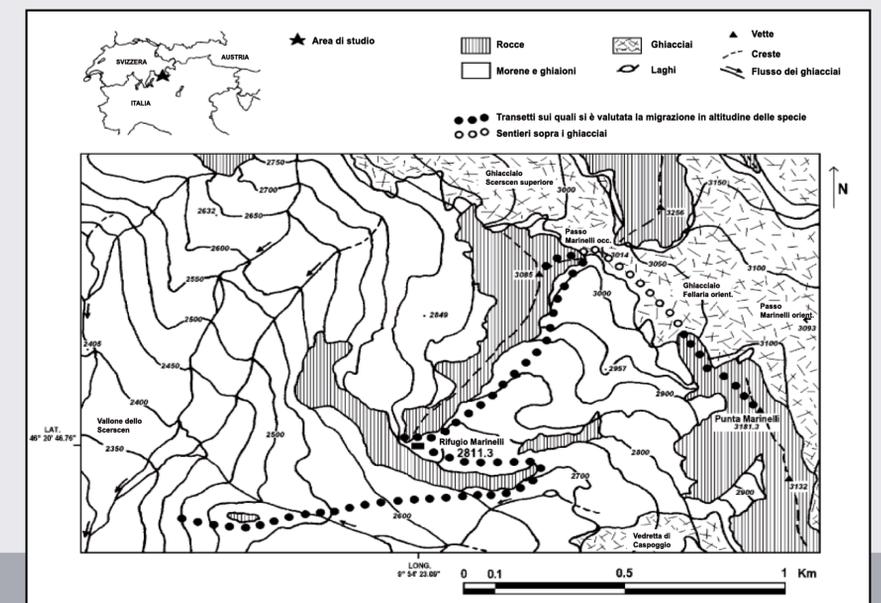
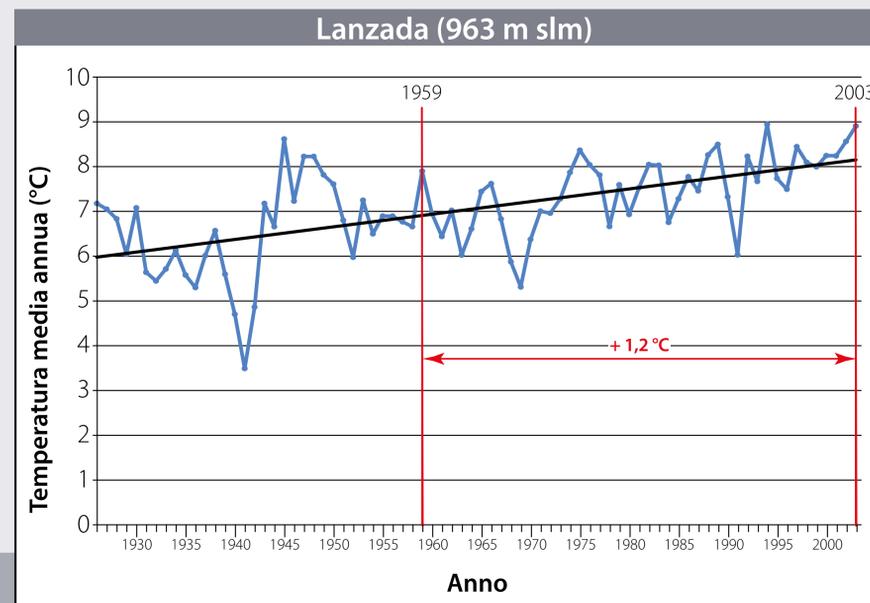
La flora dell'area del Bernina, studiata negli anni '50 dal Prof. Pirola, è stata oggetto di un attento riesame fra il 2003 e il 2005 (Parolo e Rossi, 2008) nell'intento di verificare eventuali fenomeni di migrazioni in altitudine delle specie vegetali.

Il grafico sotto riporta l'andamento della temperatura media annua registrata a Lanzada tra il 1926 e il 2003. Nel periodo 1959-2003 la media annua è aumentata di 1,2°C. Nel medesimo periodo le isoterme di 1 e 2 °C si sono alzate di 240 m, rispettivamente da 2.630 m sino a 2.870 m e da 2.450 a 2.690.

La cartografia indica l'area oggetto del raffronto floristico, compresa fra le quote 2.310 e 3.181 m (orizzonte alpino e nivale).



Il vallone dello Scerscen, a Sud del Bernina (Foto F. Gironi)



# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI

## Migrazione in altitudine della flora del Bernina (SO) - 2

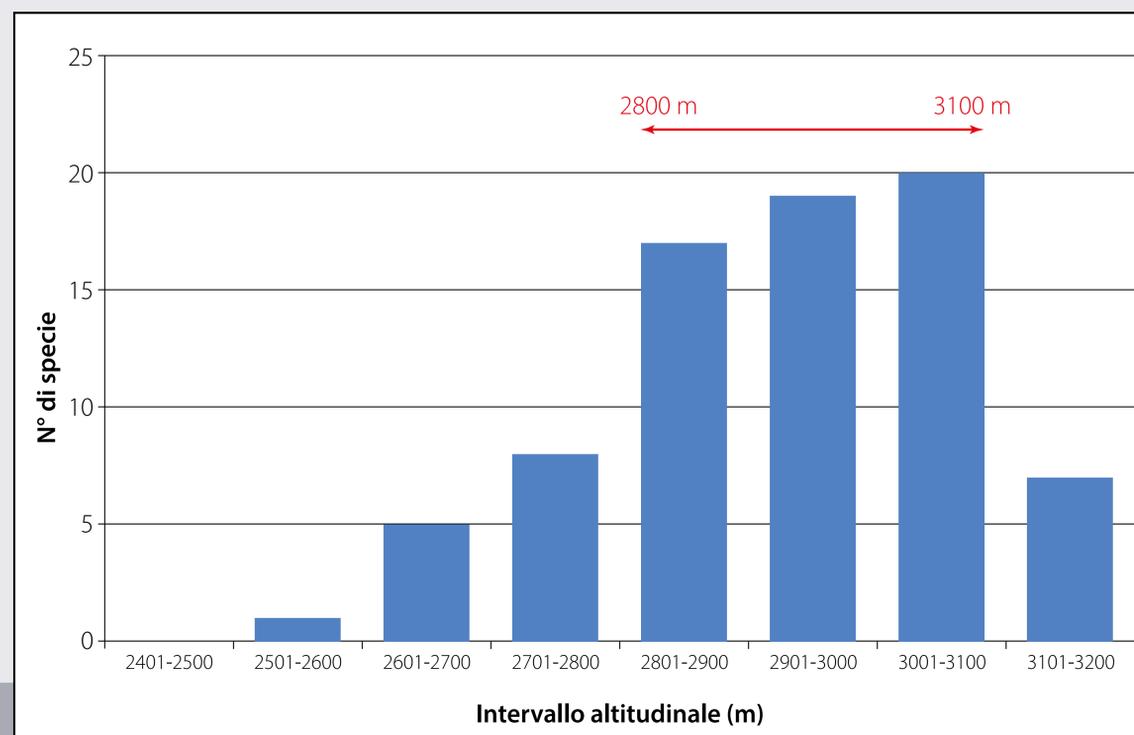
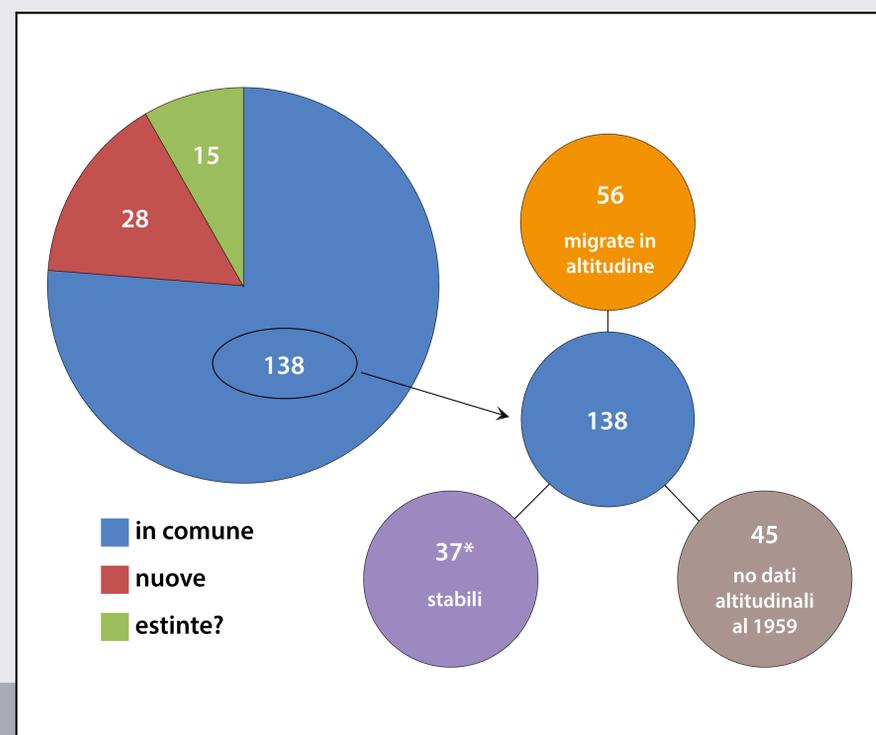
Lo studio ha evidenziato la presenza di 166 specie vascolari rispetto alle 153 individuate in precedenza: 138 di queste sono state ritrovate, 15 risultano scomparse e 28 sono da considerarsi nuovi arrivi.

Delle 93 specie di cui era nota la massima altitudine raggiunta nel 1959, ben 56 sono state trovate ad altitudini superiori e 37 hanno mantenuto la quota osservata in precedenza (12 di queste erano però già alla massima altitudine, la Punta Marinelli a 3.181 m). Nessuna specie è stata trovata ad altitudini inferiori. L'incremento del numero di specie per intervalli altitudinali è risultato particolarmente evidente fra i 2.800 e i 3.100 m di quota ed è stato relazionato al miglioramento delle condizioni edafiche, in particolare a una riduzione dei giorni in cui il terreno rimane gelato.

Lo studio dimostra come nella seconda metà del novecento il fenomeno della migrazione verso l'alto delle specie sia stato ragguardevole.



Genziana bavarica (sopra)  
e Pedicolare di Kerner, due delle  
specie migrate in senso altitudinale  
nell'area del Bernina (Foto G. Parolo)



# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI

## Fauna alpina a rischio

Gli animali che vivono alle alte quote sono dotati di adattamenti specifici per la sopravvivenza in condizioni ambientali estreme: ciò li rende particolarmente suscettibili ai cambiamenti climatici.



**Fringuello alpino** (Foto G. Sciegli)

Fra le specie maggiormente specializzate a vivere sulle Alpi, il Fringuello alpino è una di quelle con una più drammatica previsione di contrazione dell'areale nel corso del XXI secolo (Brambilla et al., 2016).



**Pernice bianca in livrea estiva** (Foto G. Sciegli)

Studi recenti sulla Pernice bianca effettuati in Svizzera (Revermann et al., 2012) indicano come il cambiamento climatico, e in particolare l'innalzamento delle temperature estive, sia un fattore determinante per la distribuzione di questa specie di origine artica, con popolazioni in calo nel corso dell'ultima decade.



**Civetta nana** (Foto G. Sciegli)

Ricerche effettuate in Alta Valtellina prospettano significative contrazioni negli habitat di Civetta nana e Civetta capogrosso (Brambilla et al., 2016), specie relitte di pregresse ere glaciali, strettamente legate alla gestione e alla conservazione delle foreste.

# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI

## Fauna alpina a rischio

All'incremento delle temperature si attribuiscono modifiche anche nel ciclo di sviluppo (fenologia) di diverse specie animali, fra cui l'anticipo dei periodi di riproduzione e migrazione.

Le risposte fenologiche non sono uguali per tutte le specie, per cui si possono verificare fenomeni di "mismatch", mancato sincronismo fra i cicli di vita di popolazioni connesse in termini ecologici (es. preda - predatori o cambio di livrea - ritardo nelle prime nevicate autunnali), con conseguenze negative anche rilevanti.

Alcune delle specie ospiti di cova del Cuculo depongono ora in anticipo rispetto al suo arrivo dalla migrazione: tale mismatch mette a rischio tutte le popolazioni delle specie coinvolte (Saino et al., 2009).

Lepre bianca, Ermellino e Pernice bianca cambiano livrea in autunno per meglio mimetizzarsi già con le prime nevicate: il ritardo della neve aumenta considerevolmente il rischio di predazione.



Cuculo in nido (Foto G. Scieghi)



Ermellino (Foto G. Scieghi)

# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI

## Ingresso di insetti mediterranei

### *Haploprocta sulicornis*

Ordine: Hemiptera-Heteroptera  
Famiglia: Coreidae

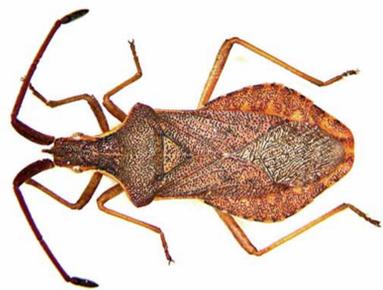


Foto M. Salvetti

Specie xerotermofila, ossia amante di luoghi caldi e asciutti, diffusa nel centro-meridione d'Italia. In Valtellina è presente in particolare nei terrazzi del versante retico.

### *Stagonomus amoenus* (Brullé, 1832)

Ordine: Hemiptera-Heteroptera  
Famiglia: Pentatomidae



Foto B. Loboda

Specie spiccatamente xerotermofila, ritrovata di recente in Valtellina in un paio di stazioni del versante retico terrazzato.

### *Favonius quercus* (Linnaeus, 1758)

Ordine: Lepidoptera  
Famiglia: Lycaenidae



Foto P. Mazzei

Farfalla legata alla presenza di querce, piante nutrici del bruco. In Valtellina è stata ritrovata in una sola località della bassa valle.

### *Pseudophilotes baton* (Bergsträsser, 1779)

Ordine: Lepidoptera  
Famiglia: Lycaenidae



Foto P. Mazzei

Farfalla legata alla pianta del Timo, di cui si nutrono le larve. In Valtellina è stata ritrovata in una sola località della bassa valle.

### *Libythea celtis* (Laicharting, 1782)

Ordine: Lepidoptera  
Famiglia: Nymphalidae



Foto P. Mazzei

Specie che vive su bagolaro (*Celtis australis*). Pur essendo piuttosto rara, in Valtellina si riscontra con una certa frequenza.

### *Cacyreus marshalli* (Utler 1898)

Ordine: Lepidoptera  
Famiglia: Lycaenidae



Foto Shutterstock

Specie originaria dell'Africa meridionale, molto diffusa in Valtellina. È nota come tortrice del geranio, sua pianta ospite, cui causa gravi danni.

### *Pontia edusa* (Fabricius, 1777)

Ordine: Lepidoptera  
Famiglia: Pieridae



Foto P. Mazzei

Specie tipica delle aree aperte erbose o fiorite, luoghi sassosi, rocciosi e bordi di strade, in particolare dove crescono le piante ospiti (*Brassicaceae* e *Resedaceae*).

### *Helops caeruleus* (Linnaeus, 1758)

Ordine: Coleoptera  
Famiglia: Tenebrionidae



Foto M. Salvetti

Coleottero poco comune, le cui larve si sviluppano in legno marcio prevalentemente di castagno dolce, faggio, betulla, carpino, ontano e salice. In Valtellina è stata osservata in modo sporadico.

### *Libelloides coccajus*

(Denis & Schiffermüller, 1775)  
Ordine: Neuroptera  
Famiglia: Ascalaphidae



Foto C. Galliani

Specie osservabile ordinariamente nei prati magri e secchi. In Valtellina è stata avvistata in una sola stazione sul versante retico della bassa valle.

### *Aedes albopictus* Skuse, 1894

Ordine: Diptera  
Famiglia: Culicidae



Foto Public Health Image Library

Originaria del sud-est asiatico, la zanzara tigre fa la sua comparsa in Italia nel 1990. Le sue caratteristiche principali sono l'elevata aggressività nei confronti dell'uomo e l'attività diurna.

# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI



Fioritura del nocciolo



Fioritura della tossilaggine



Fioritura dell'anemone



Fioritura del ciliegio



Spiegamento delle foglie dell'ippocastano



Spiegamento delle foglie del nocciolo



formazione degli aghi del larice



Fioritura del dente di leone



Fioritura della cardamine

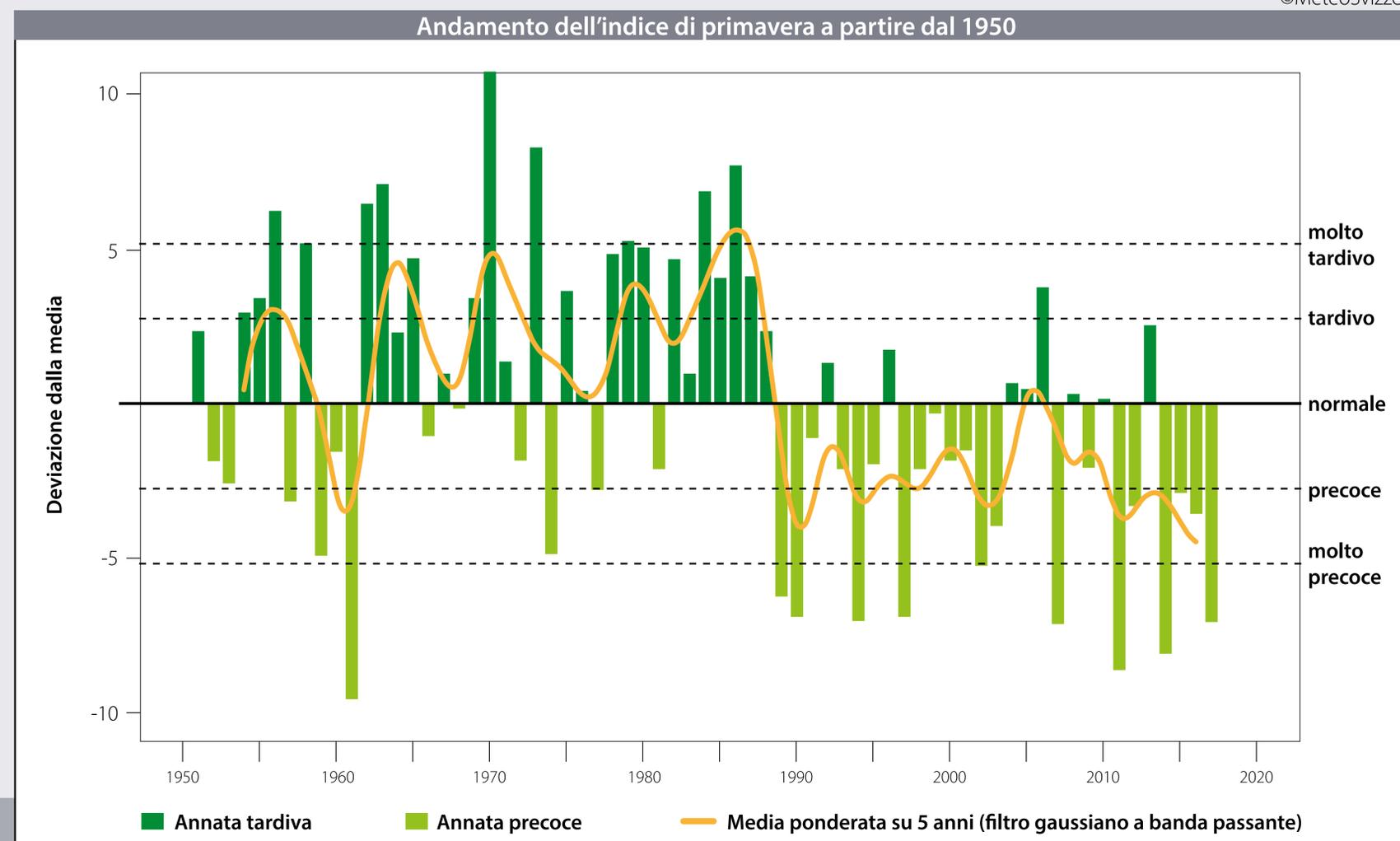


Spiegamento delle foglie del faggio

## Indice di primavera

L'indice di primavera, elaborato dal servizio meteorologico svizzero per la montagna elvetica, è una grandezza statistica calcolata osservando dieci fasi fenologiche primaverili in un campione di specie su circa 80 stazioni.

©MeteoSvizzera



# I CAMBIAMENTI NEGLI ECOSISTEMI



Melo in ripresa vegetativa (Foto Fondazione Fojanini)

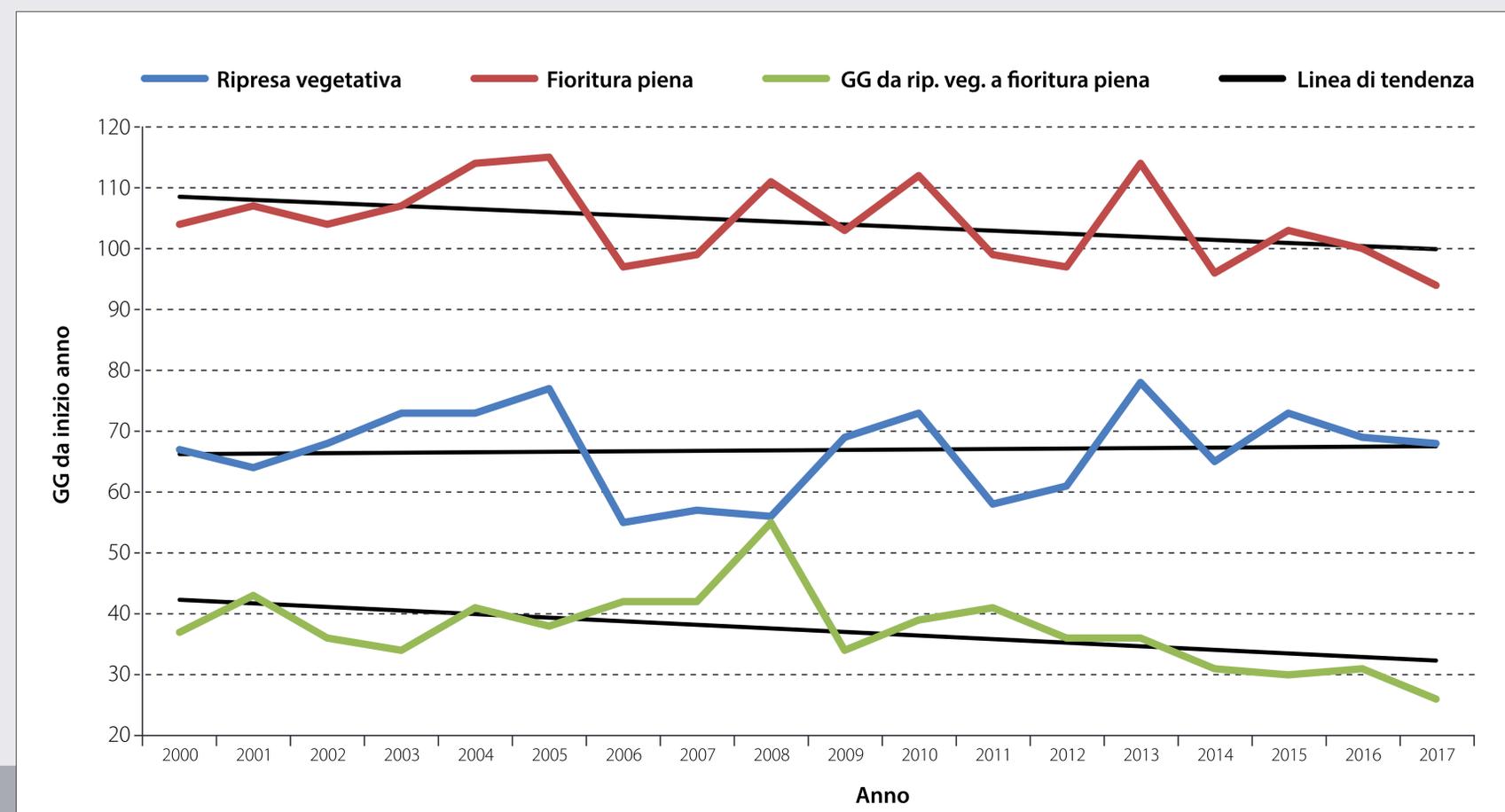


Meli in piena fioritura (Foto Fondazione Fojanini)

## Ciclo di sviluppo del melo in Valtellina

Lo sviluppo dipende dalle somme termiche (calore ricevuto), dal fotoperiodo (durata del giorno e della notte) e altri fattori.

Dati rilevati dalla Fondazione Fojanini evidenziano una certa tendenza ad anticipare l'epoca di fioritura. Detto anticipo non è dovuto a una più precoce ripresa vegetativa, ma all'accorciamento del periodo tra le due fasi fenologiche.



# IL RISCHIO IDROGEOLOGICO

## Intensificazione del fenomeno delle frane di crollo

### La frana del Cengalo dell'anno 2017 (Val Bregaglia - CH)

L'ipotesi più attendibile è che la frana (4 milioni di metri cubi) sia stata innescata dalla fusione del permafrost interstiziale a causa delle alte temperature. Il permafrost è uno strato di terreno "permanentemente" gelato e molto coerente che, scongelandosi, diventa incoerente e fluidificato dall'acqua di fusione.



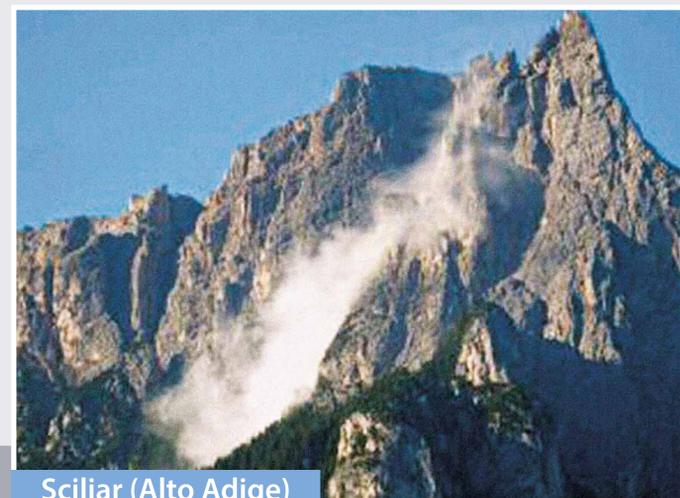
Frana del Cengalo in Val Bregaglia (CH)



Altre frane di crollo si stanno verificando in varie località dell'arco alpino



Civetta (Dolomiti bellunesi)



Sciliar (Alto Adige)



Mel del la Niva (Vallese)

# IL RISCHIO IDROGEOLOGICO

## Innesco di nuove colate detritiche

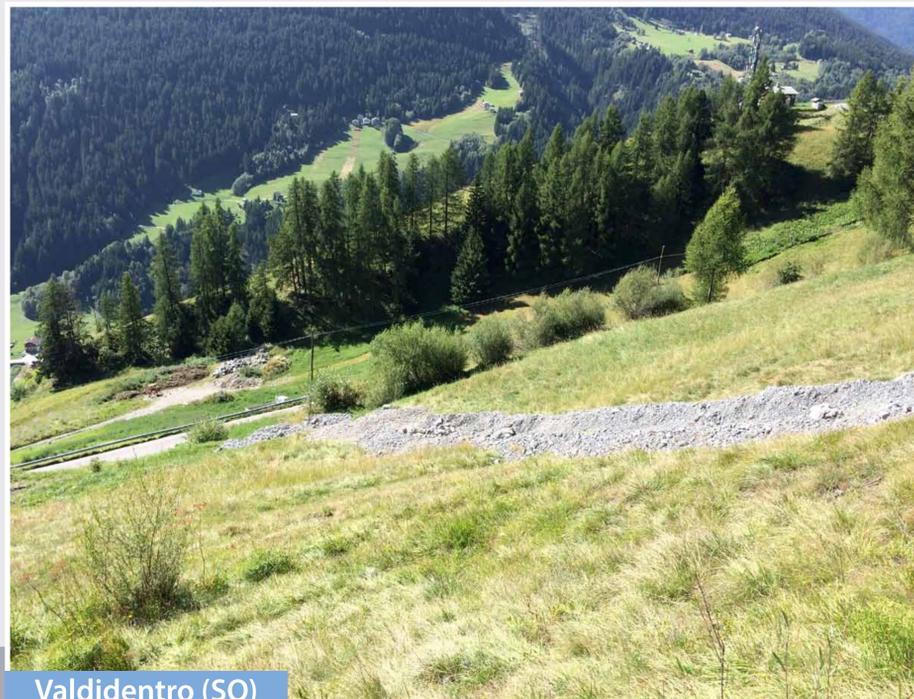
La presenza di precipitazioni brevi e molto intense mette in moto colate detritiche assenti in passato. Le colate interessano frequentemente le vie di comunicazione.



Valdidentro (SO)



Verzedo (Sondalo - SO)



Valdidentro (SO)



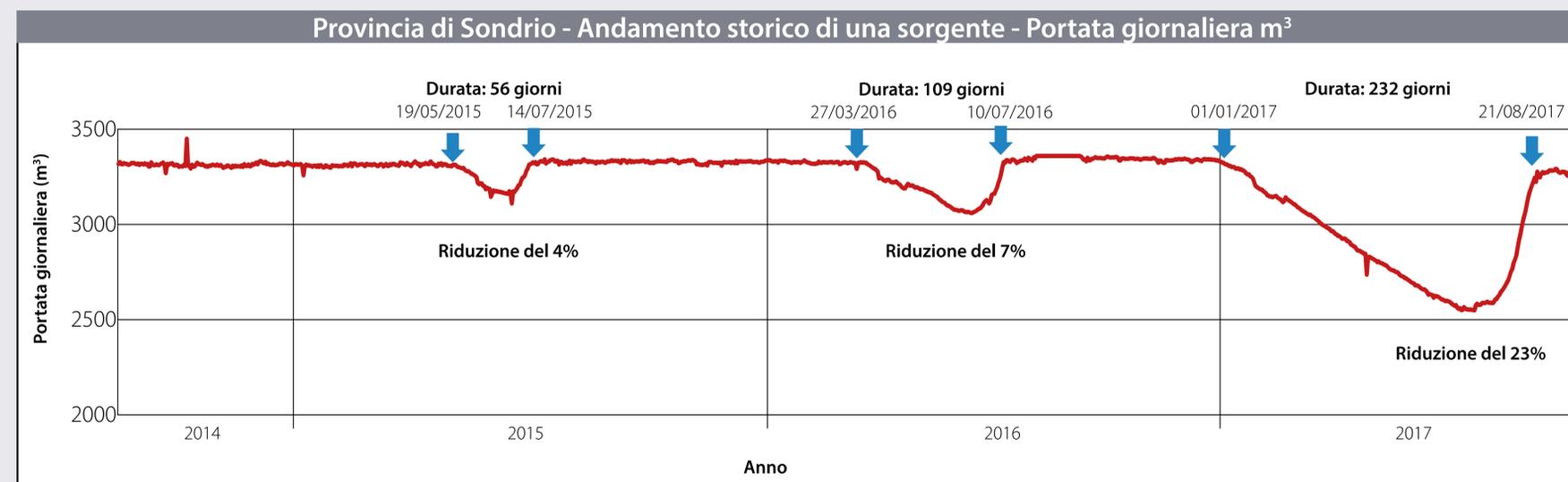
Valle Di Preda Rossa (Valmasino - SO)

# IL RISCHIO IDROGEOLOGICO



## Maggiore irregolarità nelle precipitazioni e nella portata delle sorgenti

Cambiamenti nel regime delle precipitazioni nevose e alternanza di lunghi periodi di siccità e di precipitazioni piovose brevi ed intense, che scorrono senza infiltrarsi nel terreno, producono significative variazioni nella portata di sorgenti, anche molto profonde, un tempo stabili.



## Alternanza di anni privi di precipitazioni nevose con anni valanghivi

In Valtellina, nonostante la riduzione complessiva delle precipitazioni nevose, in alcuni degli ultimi anni (2000-2001, 2008-2009, 2013-2014) si sono registrati fenomeni valanghivi particolarmente gravi, connessi anche all'andamento anomalo delle precipitazioni.

# IMPLICAZIONI ECONOMICHE

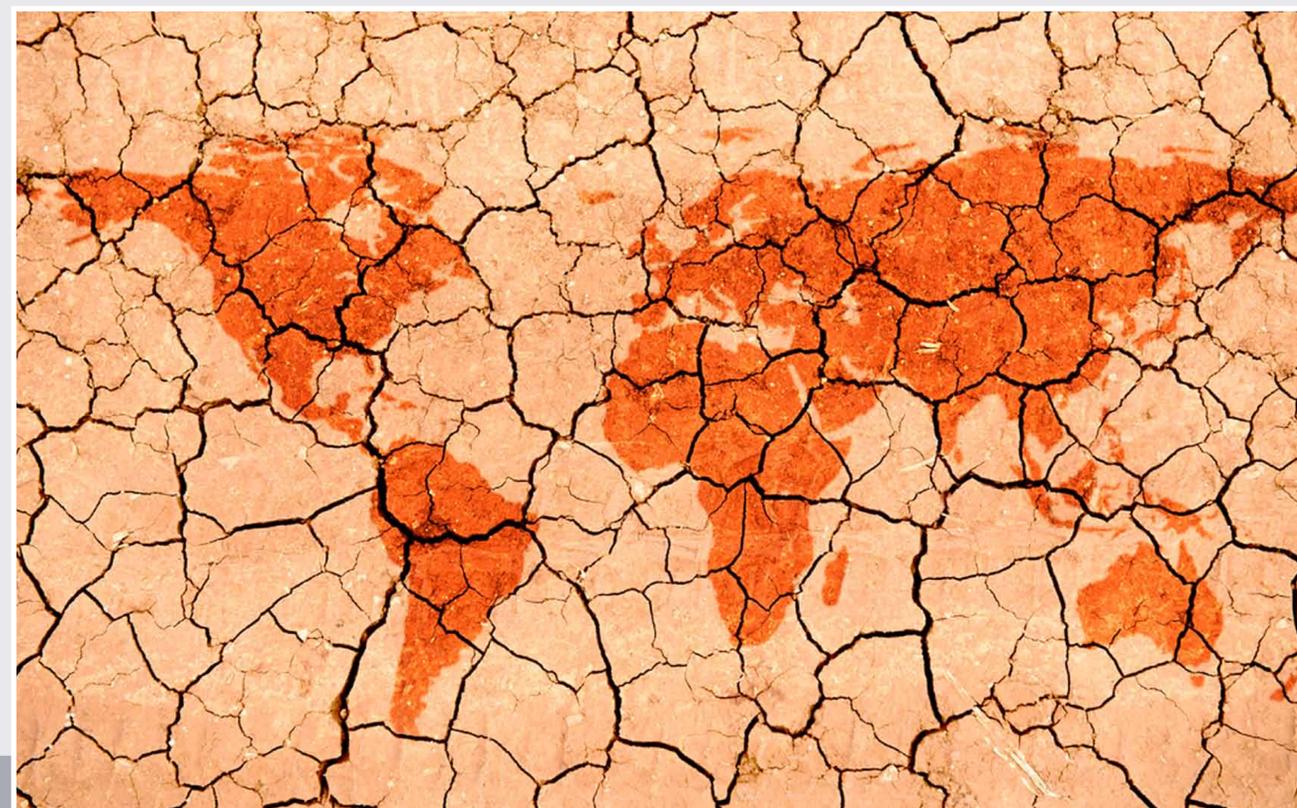
**Fenomeni meteorologici e geofisici potranno comportare danni a infrastrutture e a attività economiche fino al 17% dell'economia globale.**

**I titoli delle imprese con attività "carbon intensive" sono destinati a svalutarsi. Oggi valgono 5.000 miliardi di dollari di capitalizzazione.**

**Senza azioni correttive di mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, i titoli attuali risultano in generale sopravvalutati per circa 2.500 miliardi di dollari.**



Foto Fabrizio Pelato, Shutterstock



Franck Boston, Shutterstock

# IMPLICAZIONI ECONOMICHE

## Verso un'economia più sostenibile: alcuni dati per l'Italia (fonte Green Italy 2016)

**26,5%**

Delle imprese italiane ha investito  
in prodotti e tecnologie green  
dal 2010 al 2015



**+7,8%**

Propensione generale  
all'export delle imprese green  
rispetto alle altre

**+10,4%**

Propensione generale  
all'innovazione delle imprese green  
rispetto alle altre

**+14,4%**

Propensione all'innovazione delle  
imprese green rispetto alle altre nel  
settore manifatturiero

**+17,3%**

Propensione all'export delle imprese  
green rispetto alle altre nel settore  
manifatturiero



**€ 29 miliardi e  
436 mila posti di lavoro**

Impatto e indotto diretto/indiretto  
di credito di imposta e bonus edilizia  
nel 2016

# IMPLICAZIONI ECONOMICHE

## Alcune problematiche

Nelle Alpi il consumo energetico individuale supera del 10% la media UE.

Fonte Cipra



Il riscaldamento delle case private e degli ambienti costituisce la voce principale dei consumi energetici.



I trasporti sono la principale fonte di produzione di gas serra nelle Alpi (83%).  
I turisti viaggiano prevalentemente su gomma (84%).

Fonte Cipra



Gli inverni sono sempre più avari di neve.



michelangeloop. Shutterstock

## Possibili opportunità

Opportunità delle energie rinnovabili. Sondrio produce sei volte il proprio fabbisogno (soprattutto idroelettrico).



La riqualificazione energetica e l'attenzione all'ambiente sono degli elementi chiave del costruire in montagna.



Soluzioni di mobilità sostenibile e intermodalità di trasporti.



Sergio Monti Photography, Shutterstock

Turismo ecologico con soluzioni alternative allo sci.



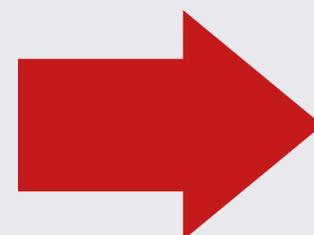
# ADATTARSI AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

**Il riscaldamento può essere soltanto limitato, non annullato. Occorre, quindi, mettere in atto strategie di adattamento al cambiamento climatico.**



# ADATTARSI AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Poiché nelle Alpi la temperatura è aumentata più del doppio rispetto alla media mondiale, laddove si dovesse rispettare il limite di incremento di 1,5°C previsto dagli accordi di Parigi, la temperatura in Valtellina potrebbe aumentare di altri 2-3°C nei prossimi 30-40 anni.

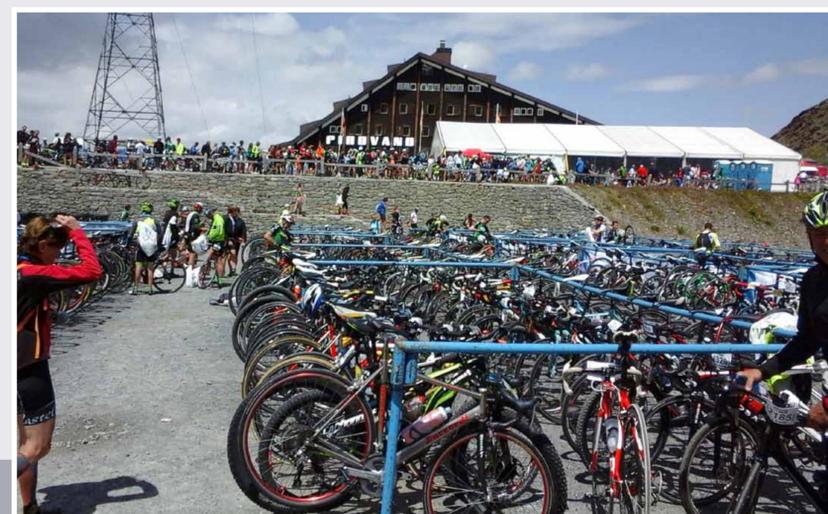


Si acuirebbero drammaticamente i problemi di penuria d'acqua, ondate di calore, alterazione del regime delle precipitazioni, violenza degli eventi meteorici, instabilità dei versanti, perturbazione degli ecosistemi.



**Uno dei contraccolpi più gravi si potrebbe avere sul turismo della neve**

**Occorre superare la monocultura dello sci puntando a forme nuove di turismo**



# ADATTARSI AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

**Cosa comporterà il cambiamento climatico per la Valtellina**

**Quali saranno i contraccolpi sull'economia**

**Cosa cambierà nel rapporto della comunità con il territorio**

**Vi saranno anche nuove opportunità economiche**

**Come si evolverà il paesaggio**

**Bisogna agire subito, perché ogni ritardo non farà altro  
che aumentare i rischi e i costi ambientali, sociali ed economici!**

**non vi è tempo da perdere!**