





(foto da drone UNIMI-Levissima)

From the glory of ice during the Little Ice Age to a landscape of ruins of ice
(S. Nussbaumer, 2017)



Comitato Scientifico Veneto Friulano Giuliano del Club Alpino Italiano

IL CLIMA CAMBIA

Effetti sull'ambiente d'alta quota nelle Alpi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



PIEVE DI CADORE

Sabato 18 NOVEMBRE 2017

ore 9.00

Sala Conferenze di Palazzo COSMO via dell'Arsenale, 15 Pieve di Cadore BL.

con il patrocinio di



CLAUDIO SMIRAGLIA

I ghiacciai alpini Situazioni e prospettive



(foto A. Perer, 2013)

metro®

MILANO - IL QUOTIDIANO GRATUITO martedì, 31 gennaio 2017

www.metronews.it | @MetroNewsItalia | facebook.com/MetroNewsItalia



Ecco **come** le nostre **Alpi** si **squagliano**

**I ricercatori del Cnr avvertono: il ghiacciaio dell'Ortles si muove
Ed è la prima volta (dai tempi dell'uomo del Similaun)** FATTE STORIE

Itinerari glaciologici sulle montagne italiane

Dal Ghacciaio della Ventina al Calderone

A cura del
COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO



SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA



COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO

ITINERARIO N. 20 (A cura di Davide Berton e del Comitato Scientifico Veneto, Friulano e Giuliano del CAI)

Il Sentiero Naturalistico Glaciologico dell'Antelao Il mantello di ghiaccio del Re delle Dolomiti

L'Antelao (Re delle Dolomiti) è effettivamente una montagna regale: non è infatti solamente la quota che gli fa meritare questo appellativo, ma anche la sua imponenza, la sua forma piramidale, la complessità dei versanti, gli sviluppi delle pareti e la presenza di alcuni tra gli ultimi ghiacciai delle Dolomiti. Questo colosso riassume in un unico insieme la spettacolarità delle Dolomiti più conosciute e la selvaggia bellezza di quelle meridionali, riservando ambienti incontaminati e ricchi di naturalità e silenzi.



Fig. 20.1 - Il Ghiacciaio Superiore da Forcella del Ghiacciaio (foto A. Paraz, 2013).

L'itinerario in breve

I ghiacciai dell'Antelao rappresentano un esempio suggestivo e quasi unico di glacialismo nell'ambiente dolomitico, ambiente dove ormai sono presenti solo placche isolate o canali ghiacciati nelle pareti più fredde o nelle nicchie più elevate. Se si escludono infatti il Ghiacciaio della Marmolada, quello del Cristallo e l'Occidentale dei Sorapis, sono proprio i ghiacciai dell'Antelao ad offrire ancora nelle Dolomiti lo scenario tipico dell'alta quota glacializzata.

Il Ghiacciaio Superiore (Figg. 20.1 e 20.3) ed il Ghiacciaio Inferiore rappresentano nel gruppo dell'Antelao le due unità più estese e sviluppate, mentre tra le pieghe del monte resistono ancora altre placche ghiacciate e due piccoli glacionevati (Vai Salvella e Ciampestrin).

Percorrendo il Sentiero Naturalistico Glaciologico (Fig. 20.2) sarà possibile avvicinare queste formazioni glaciali e osservarle nelle loro caratteristiche uniche.

Inquadramento geografico, geologico e geomorfologico

Nel cuore delle montagne venete, nelle Dolomiti Orientali, oggi Patrimonio dell'Umanità, troviamo la regione del Cadore. Questo settore del-

213



Fig. 20.2 - L'itinerario al ghiacciaio dell'Antelao con i punti di Sosta (per gentile concessione Editoriale Domus).



Fig. 20.3 - Ghiacciaio Superiore dalla vicinanza della fronte (foto A. Paraz, 2013).

le Alpi italiane è dominato principalmente da un sistema montuoso che partendo dal gruppo dei Sorapis (3205 m) a N, prosegue con quello delle Marmarole (2932 m) che ne costituisce la dorsale E-W, e culmina con il massiccio dell'Antelao (3264 m) che ne forma lo sperone meridionale ed è la cima più elevata, seconda nelle Dolomiti solo alla Marmolada (3344 m).

L'Antelao (Fig. 20.4) è delimitato a NW dal corso del Fu Secco proveniente dalla Forcella Piccola, a SW e S dalla Valle del torrente Botte (da San Vito di Cadore fino alla confluenza nel Plave a Perarolo), a SE dalla Valle del Plave (nel tratto tra la confluenza del torrente Molinà e la confluenza del Botte) e a NE dalla Val d'Osten e dal torrente Molinà (dalle sorgenti alla confluenza nel Plave).

Sulla cresta sommitale, che fa anche da spartiacque tra i vari versanti del gruppo, si allineano alla cima principale (3264 m), altre tre cime, se-

214



Perché studiare i ghiacciai?
Risorsa idrica ed energetica
Risorsa turistica e paesaggistica
Geodiversità e rischio

Indicatori dei cambiamenti climatici

Evoluzione climatico-ambientale della montagna ed evoluzione socioeconomica sono intimamente collegate







(Corti, 1907)



(De Zaiacomo, 2015)

A livello abiologico le manifestazioni più evidenti sono sicuramente il regresso dei ghiacciai, la degradazione del permafrost, l'incremento della franosità e dei dissesti sui versanti, tutti fenomeni che interferiscono con la frequentazione escursionistica ed alpinistica.



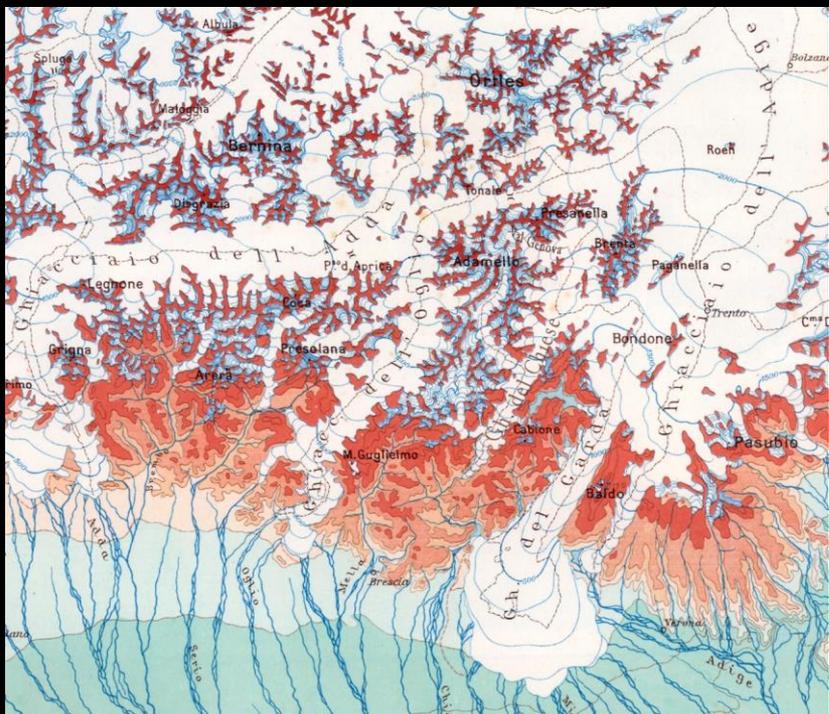
			Area (km ²)	Volume (km ³)	Percentuale sulla massa totale	
Ghiaccio continentale	Calotte Antartiche		13.9 x 10 ⁶	30.1 x 10 ⁶	89.3	
	Calotta Groenlandese		1.7 x 10 ⁶	2.6 x 10 ⁶	8.6	
	Ghiacciai locali (o <i>mountain glaciers</i>)		0.5 x 10 ⁶	0.3 x 10 ⁶	0.76	
	Permafrost	continuo		8 x 10 ⁶	Ice content 0.2 – 0.5 x 10 ⁶	0.95
		discontinuo		17 x 10 ⁶		
	Neve stagionale (media dei valori massimi)	Eurasia		30 x 10 ⁶	2-3 x 10 ³	
		America		17 x 10 ⁶		
Ghiacci marini	Oceani del Sud	max	18 x 10 ⁶	2 x 10 ⁴		
		min	3 x 10 ⁶	6 x 10 ³		
	Oceano Artico	max	15 x 10 ⁶	4 x 10 ⁴		
		min	8 x 10 ⁶	2 x 10 ⁴		



I GHIACCIAI POSSIEDONO TUTTE LE CARATTERISTICHEE NECESSARIE PER ESSERE DEFINITI BENI CULTURALI

ATTRIBUTO CULTURALE

Connessione fra l'evoluzione dell'*homo sapiens* e le pulsazioni glaciali
tardopleistoceniche



(da Castiglioni, 1939)

Arte, miti e leggende



Soreghina-Marmolada (da L. Rota Sperti)



Processione al Mittelberg (Wieland, 1898)



(© Austrian National Library)



(Archivio PNAB)



Eventi bellici del XX secolo (Ortles-
Cevedale, Adamello, Marmolada)

ATTRIBUTO SOCIO-ECONOMICO

Irrigazione (*rue, waale, bisse* in contesti climatici di fondovalle a clima semiarido)



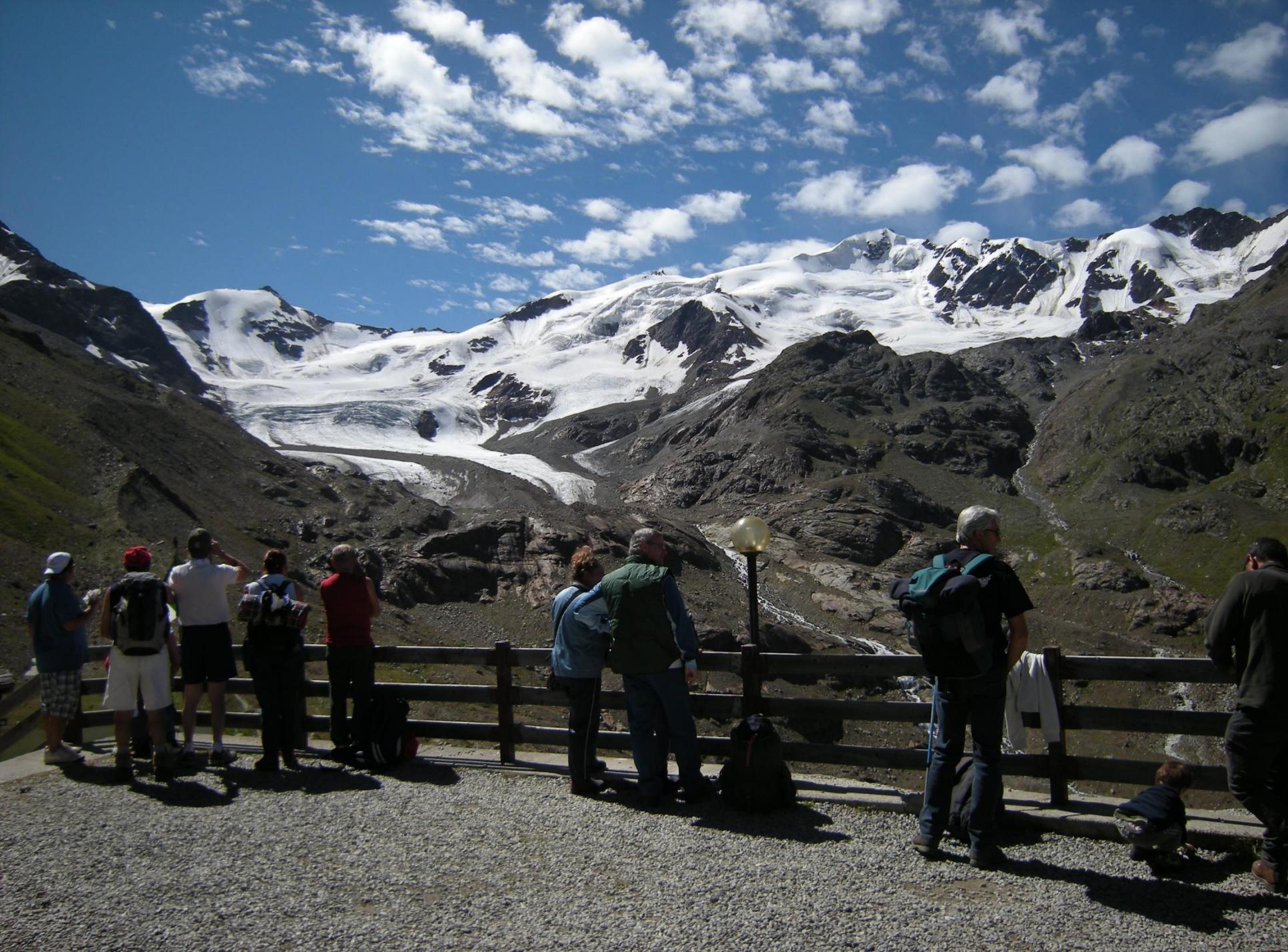


Produzione energia elettrica
(serbatoi artificiali,
impianti a valle)



Alta montagna: polarizzazione turistica







ATTRIBUTO SCENICO





ATTRIBUTO SCIENTIFICO



(foto CAI-Valfurva)



(foto M. Pavan)



Evoluzione tecnologica e/o evoluzione paradigmatica?

potenza di calcolo e sviluppo modellistica
perforazioni
telerilevamento
sviluppo strumenti geofisici
sviluppo strumenti topografici
sviluppo strumenti meteorologici



(foto V. Maggi)

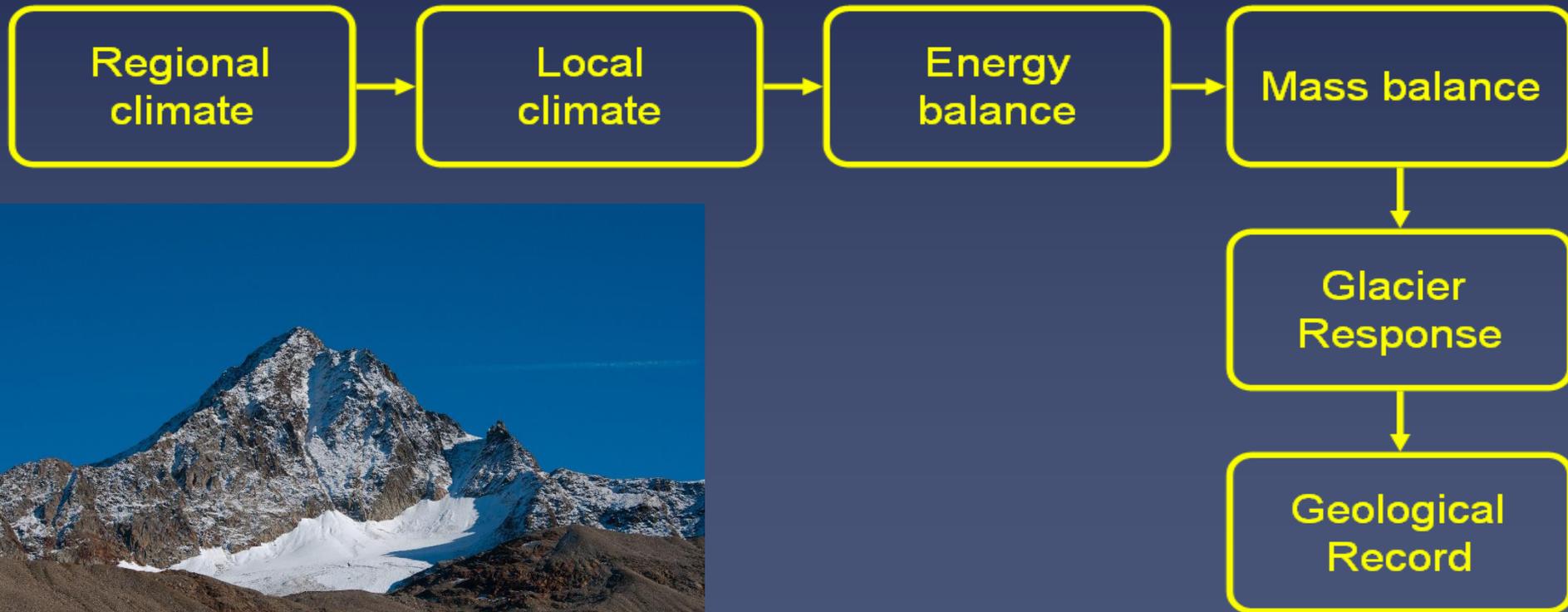
AMBIENTE AD ALTA VARIABILITA' ORMAI NETTAMENTE
FUORI EQUILIBRIO RISPETTO AL CLIMA

*TESTIMONI PRIVILEGIATI
GHIACCIAI E
PERMAFROST*



Foto R. Scotti

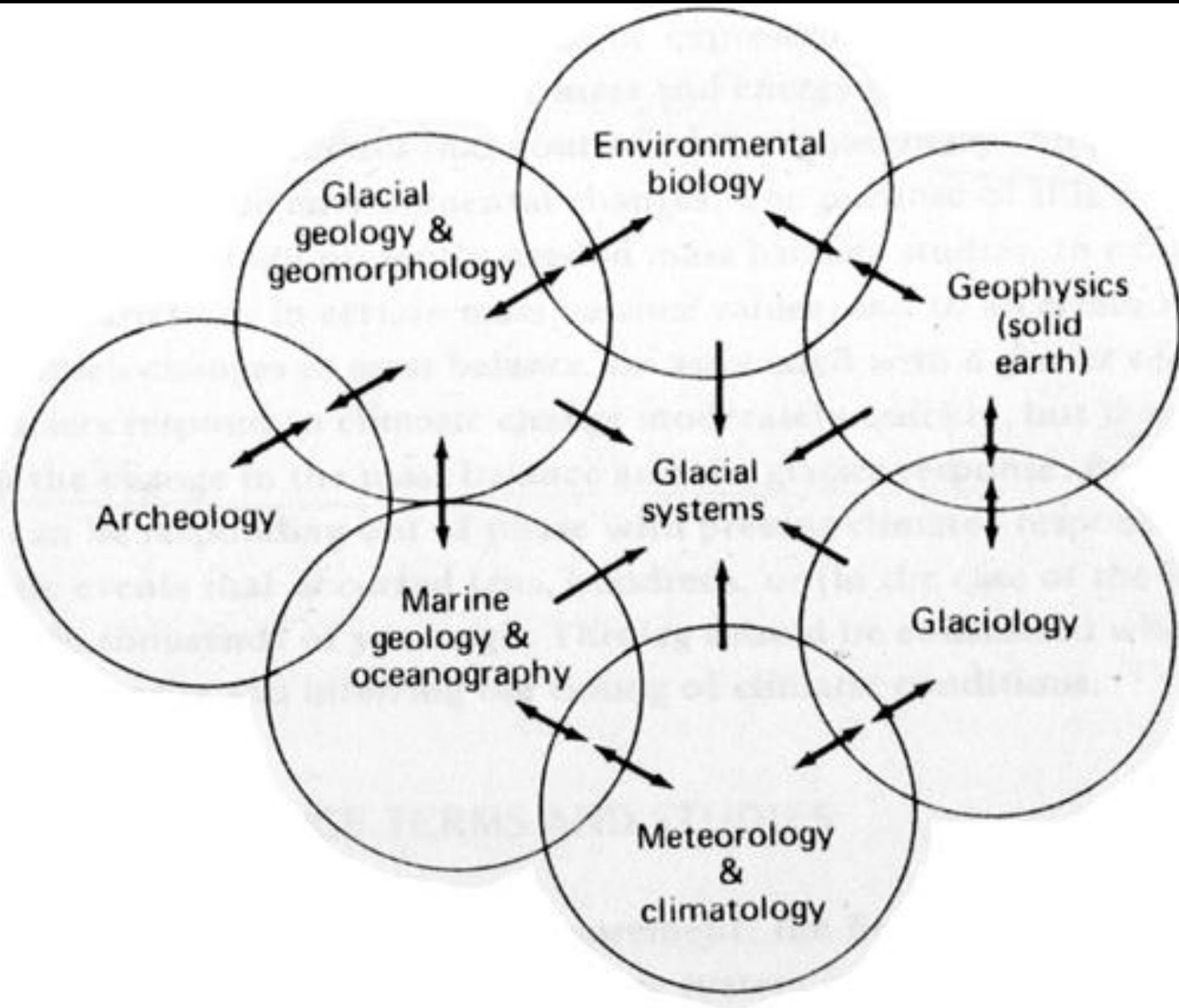
A simple throughput model



SISTEMA GLACIALE

meteorologia
climatologia
geofisica
biologia ambientale
geologia glaciale
geomorfologia
archeologia
geologia marina
oceanografia
glaciologia

...storia
economia
sociologia
marketing...



(Andrews, 1975)

Quanti sono i ghiacciai italiani?

Quant'è la loro superficie attuale?

Come sono cambiati recentemente?

Perché sono cambiati?



(foto L. Mercalli)

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO

CATASTO DEI GHIACCIAI ITALIANI

ANNO GEOFISICO 1957-1958

VOLUME III°

GHIACCIAI DELLA LOMBARDIA E DELL'ORTLES-CEVEDALE

(con carta schematica dei ghiacciai delle Alpi Lombarde)

TORINO
COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO
Palazzo Carignano
1961

**COMITATO
GLACIOLOGICO
ITALIANO – CNR
Catasto dei Ghiacciai
Italiani 1959-1962**

Ghiacciaio ORIENTALE DI S. GIACOMO

508

Alpi Retiche; Gr. Ortles-Cevedale; Valle Fierva || Lt. 46°54'10" N; Lg. 1°53'20" O.
Bac. idr. = —, Frodolfo, ADDA, PO || Cima S. Giacomo 3280; q. più alta del gh. 3050;
q. fr. 2820.
Lungh. 625; largh. max. 375; sup. 14 ha; incl. 20° || Al. diretta e valanghe || Esp. N ||
Pirenaico (circo).
Variat. fr. dal 1925 al 1949 = — 75 m || Bibl. LO (33, 34, 35, 36, 55, 56, 57, 58, 61, 62,
68, 72, 92, 253, 255).

Occupava un basso circo a NE della cima S. Giacomo (3280). Qualche decennio fa costituiva insieme con il Ghiacciaio occidentale di S. Giacomo un unico notevole complesso glaciale.



Al centro, il ghiacciaio orientale di S. Giacomo; alla destra, il ghiacciaio occidentale di S. Giacomo; alla sinistra, una parte alta del ghiacciaio del Forno (Rocca, circa 1935).



dalla tav. S. Caterina Valfurva
(9, 11, 50; z. 1908;
agg. 1922 e 1931).

Operatore: Giuseppe Mangorosi

Redattore: Giuseppe Mangorosi

165

**835 corpi glaciali
superficie totale 527 km²**

LE FONTI PER UN NUOVO CATASTO

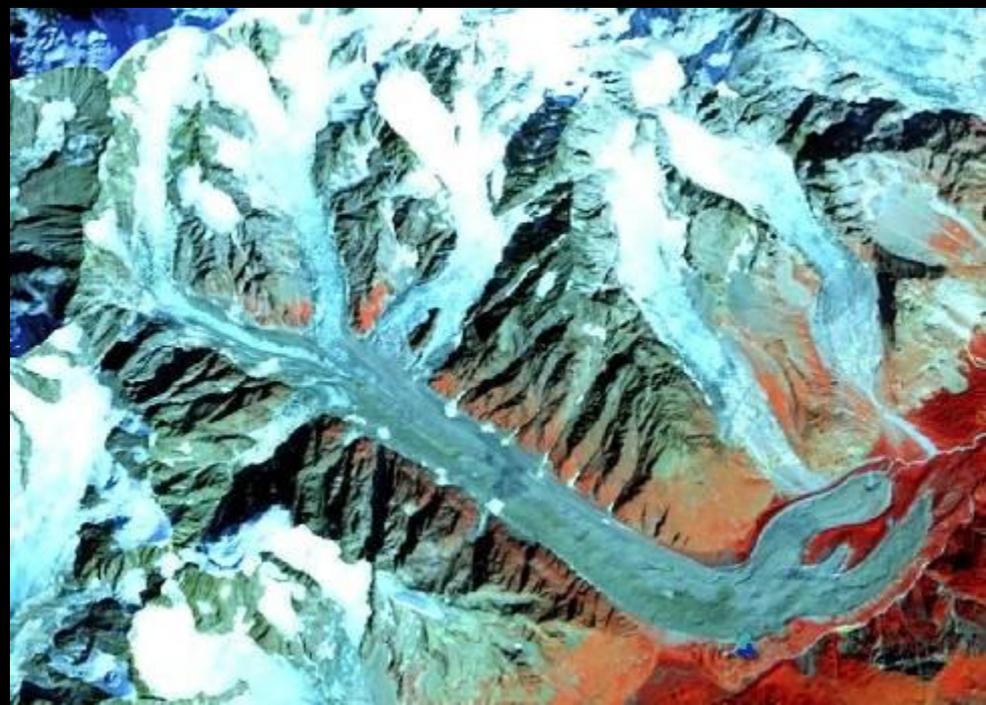
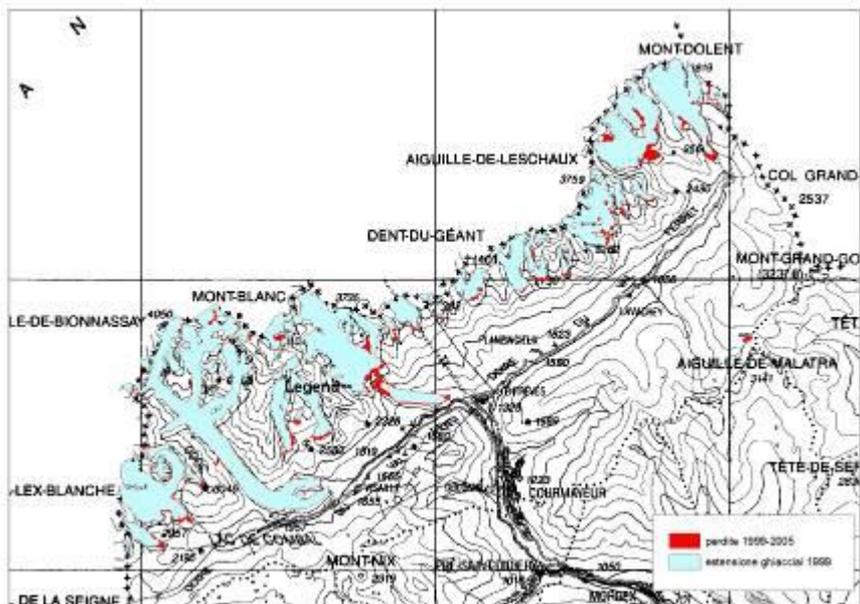
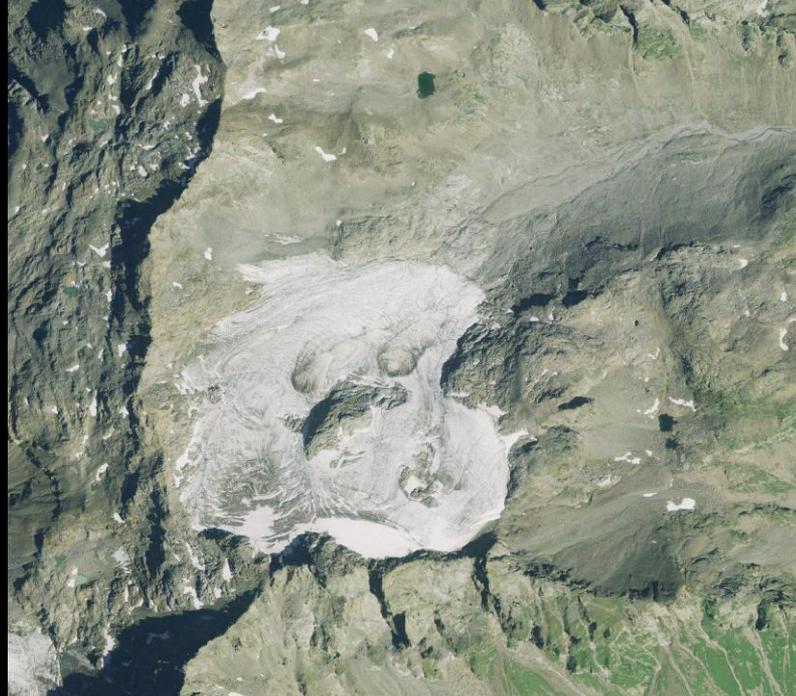
Ortofoto

Immagini satellitari

Cartografia

Rilievi sul campo

Documentazione già esistente



Il Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani

The New Italian Glacier Inventory

a cura di / *Editors*

Claudio Smiraglia and Guglielmina Diolaiuti

con la collaborazione di / *with the scientific and technical support*

Roberto S. Azzoni, Carlo D'Agata, Davide Maragno



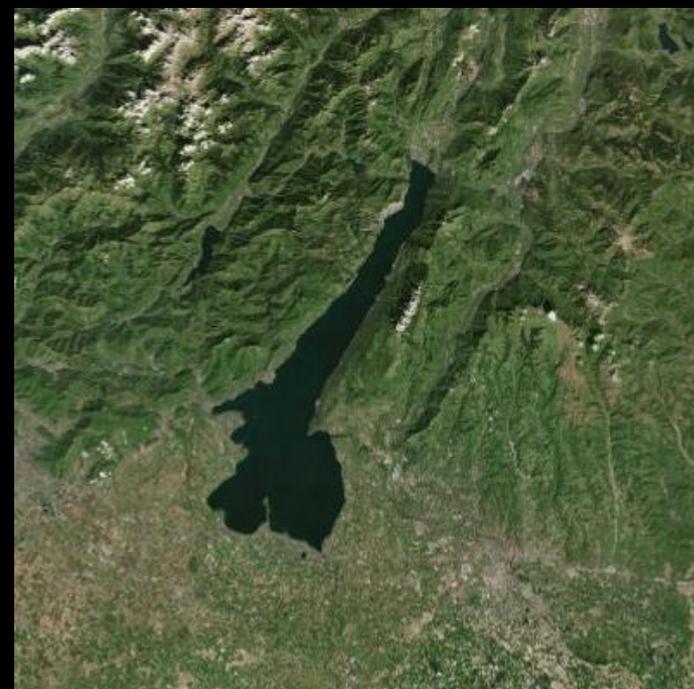
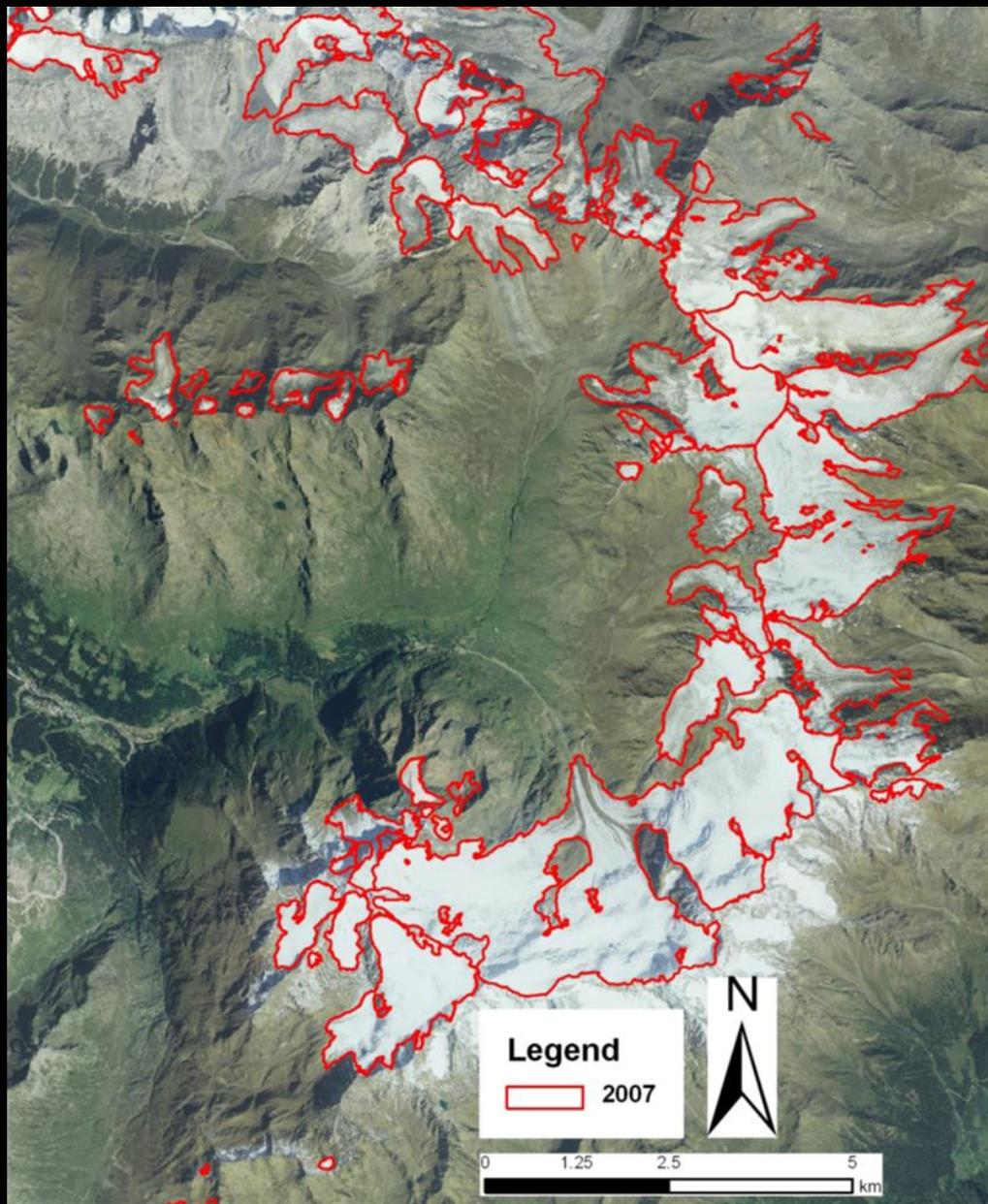
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

**IL NUOVO CATASTO DEI GHIACCIAI
ITALIANI PUO' ESSERE SCARICATO DAL
SITO DELL'UNIVERSITA' DI MILANO
<http://users.unimi.it/glaciol>**

LEVISSIMA



I GHIACCIAI ITALIANI ATTUALI



369 km² 903 CORPI GLACIALI
Area media 0,41 km²

Valle d'Aosta: 134 km²
Lombardia: 88 km²
Alto Adige: 85 km²
Trentino: 46 km²
Piemonte: 29 km²
Veneto: 3 km²
Friuli: 0,2 km²
Abruzzo: 0,04 km²

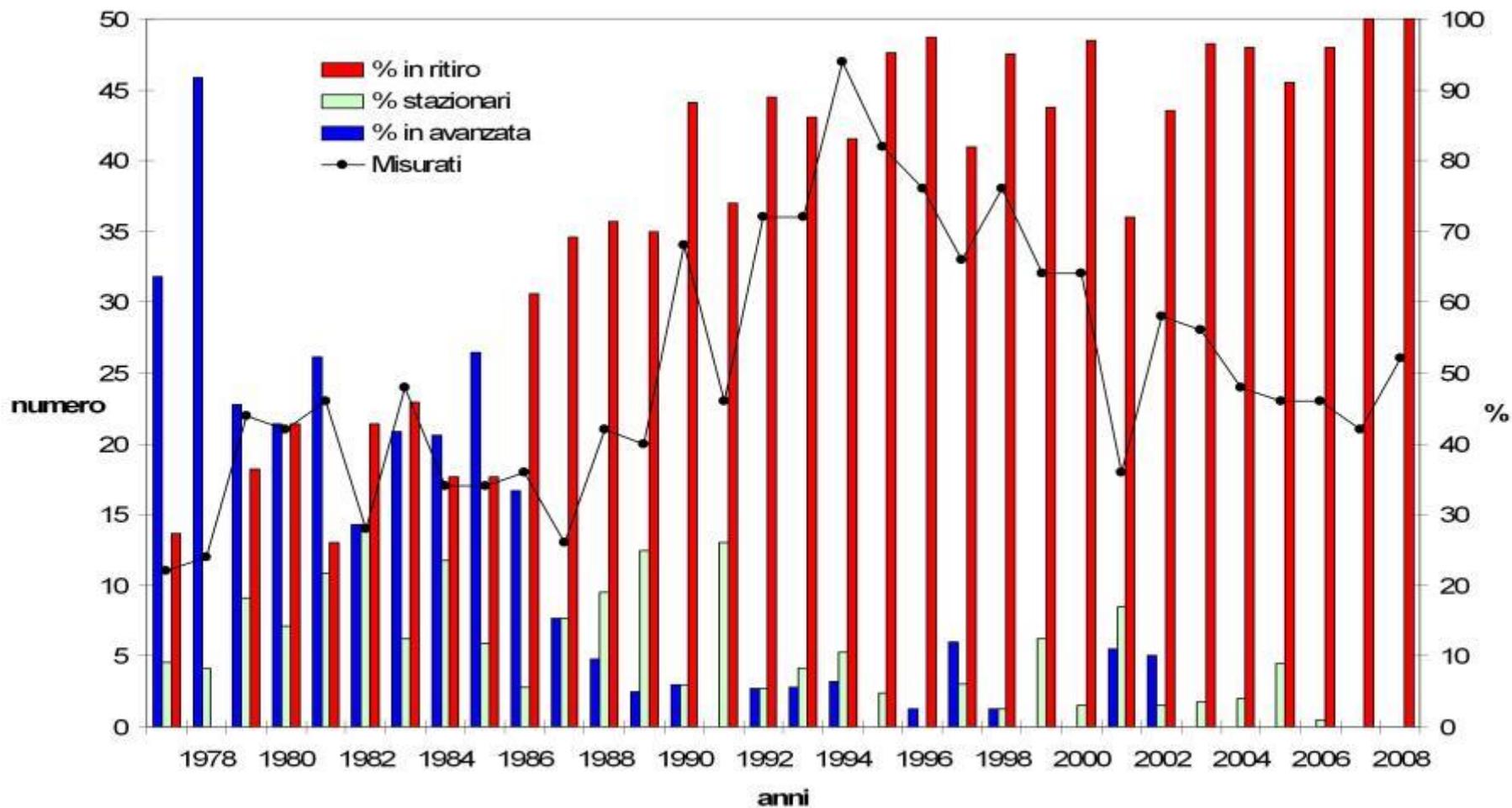
TENTANDO UN CONFRONTO

Un confronto diretto con le aree riportate nel Catasto CGI presenta notevoli problemi (ad esempio i metodi molto diversi di raccolta dati). Il confronto indica tuttavia una chiara tendenza al regresso con una riduzione areale almeno del 30%, insieme a un lieve incremento numerico.

CATASTO CGI	527 KMQ
NUOVO CATASTO	369 KMQ
	-157 KMQ (-30%)

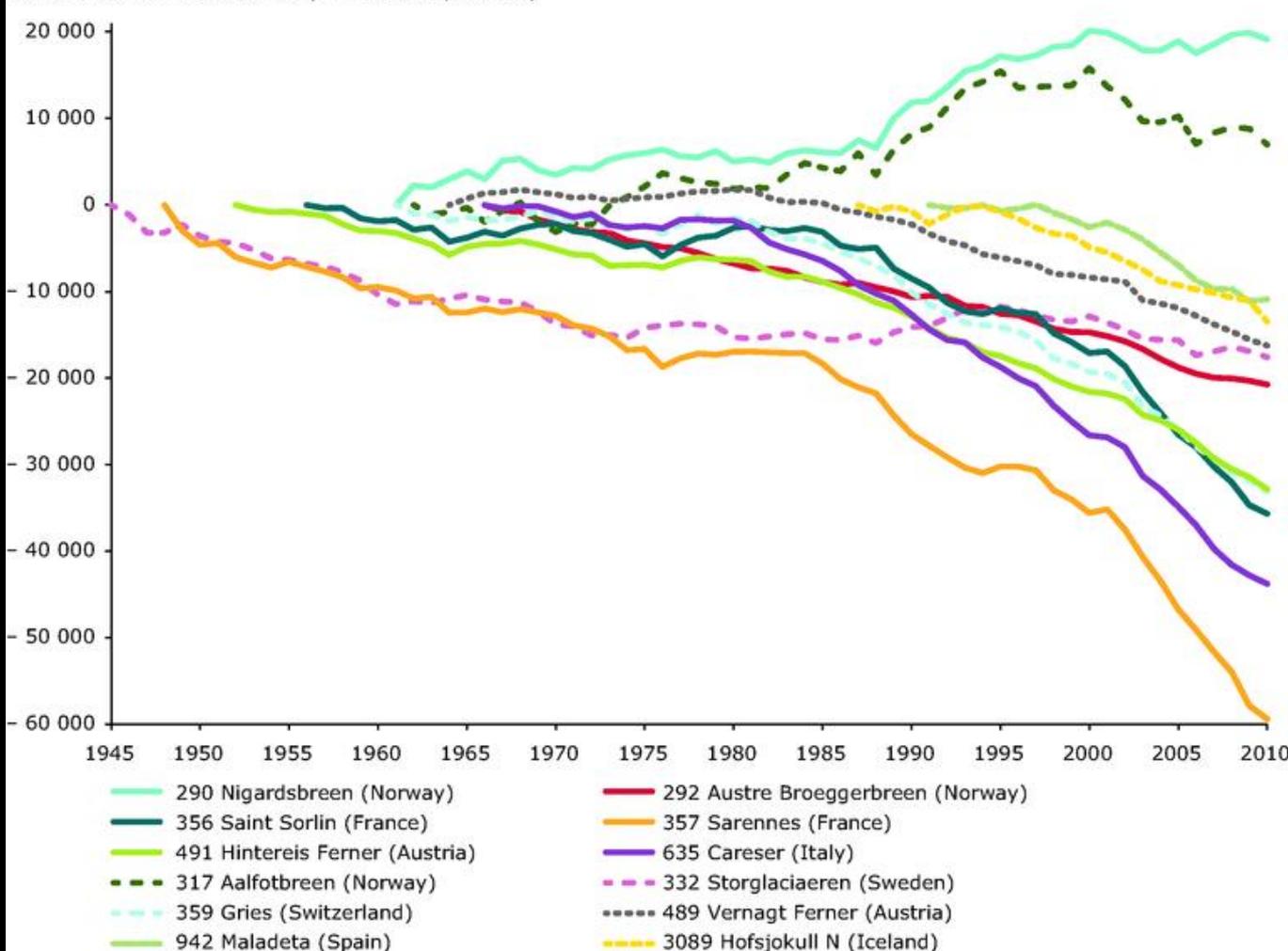
Valle d'Aosta: -48 km ²	-26%
Lombardia: -28 km ²	-24%
Alto Adige: -37 km ²	-30%
Trentino: -16 km ²	-33%
Piemonte: -27 km ²	-48%
Veneto: -2 km ²	-43%
Friuli: - 0,2 km ²	-50%
Abruzzo: -0,02 km ²	-33%





Misure di variazioni di lunghezza dei ghiacciai italiani (elaborazione G. Orombelli, dati CGI)

Cumulative net mass balance (mm water equivalent)



(da World Glacier Monitoring Service)

BILANCI DI MASSA
30 ghiacciai
utilizzati come rete
di riferimento
internazionale

Perdita media
annua di spessore
m w.e.

1976-1985: -0,14 m

1986-1995: -0,25 m

1996-2005: -0,58 m

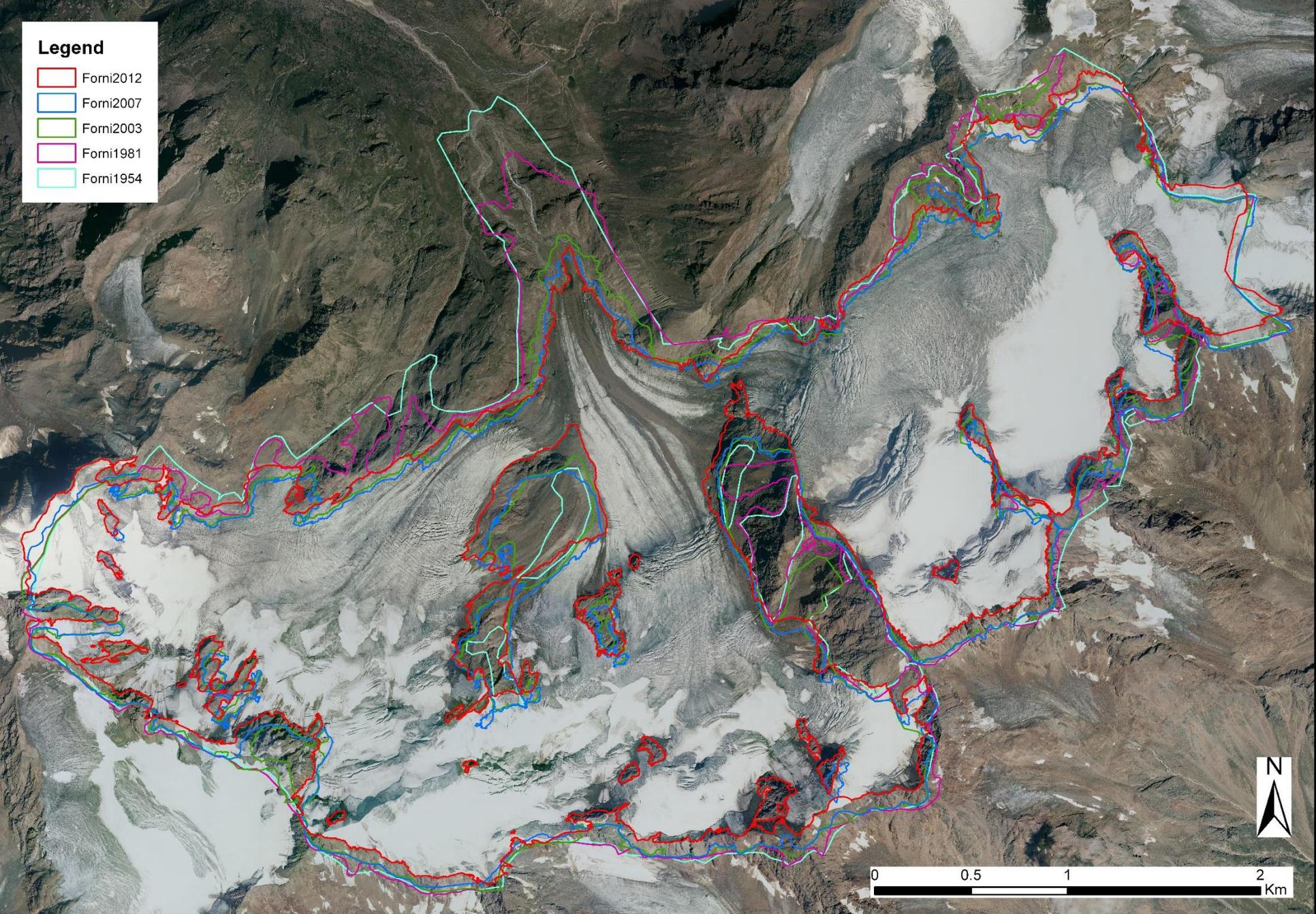
2006-2010: -0,76 m

2011-2016: -0,92 m



Legend

- Forni2012
- Forni2007
- Forni2003
- Forni1981
- Forni1954



(elaborazione D. Maragno-UNIMI)



Ghiacciaio Prè de Bar, Ostervald 1826

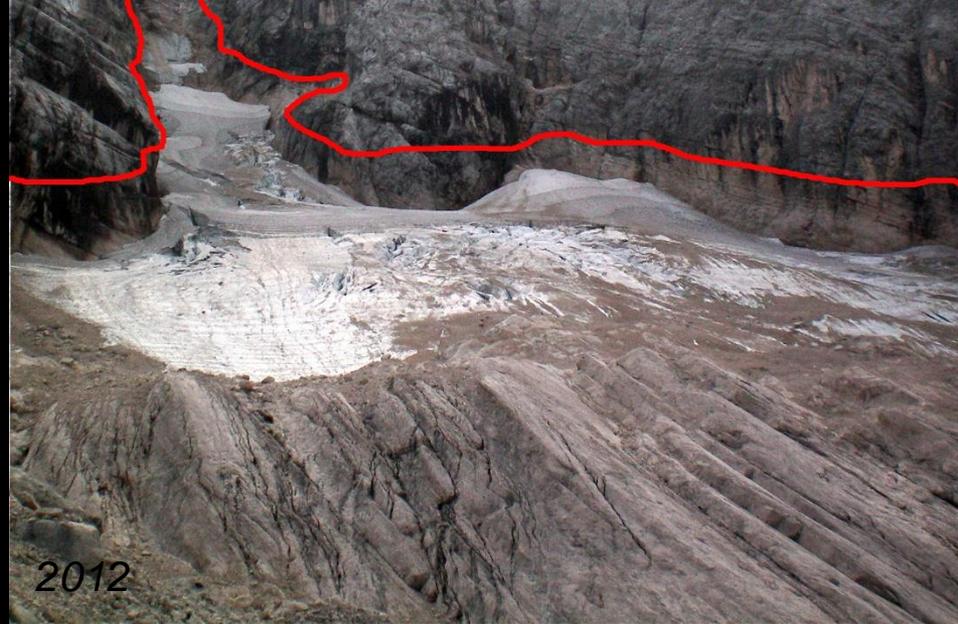
Cette année 1825, les glaciers n'ont pas atteint nos champs. On craignait de voir des maisons détruites comme il y a cent ans. Aujourd'hui, les glaciers avancent et reculent sans que l'on sache pourquoi. Peut-être que dans 200 ans ils auront disparu de nos montagnes: qui sait? (Joseph-Marie Couttet, guide à Chamonix, 1792-1877)



1887 (foto Druetti)



2015 (foto A. Franchino)



(foto G. Perini)

- Incremento degli affioramenti rocciosi
- Frammentazione in più corpi glaciali
- Formazione di laghi proglaciali
- Incremento della copertura detritica sopraglaciaie
- Formazione di crepacci circolari e collassi
- Crolli di seracchi e falesie
- Formazione di bedieres
- Incremento fenomeni di dissesto sulle pareti



(foto G. Kappenberger)



Microbiologia delle polveri sopraglaciali



(da Azzoni et al., 2016)

Analisi delle componenti delle polveri sopraglaciali tramite Microscopio Elettronico

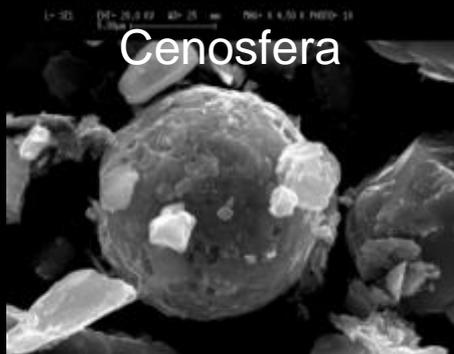
Vegetale



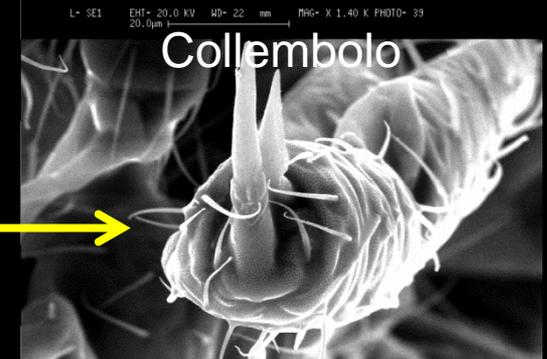
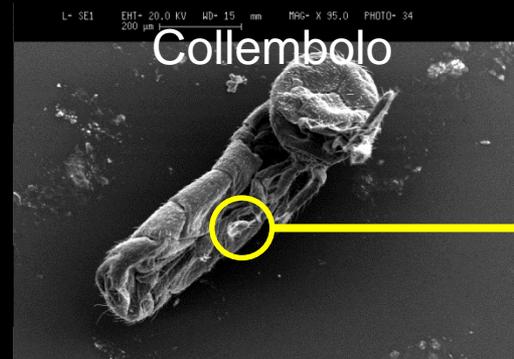
Protista



Antropico



Animale





(foto R. Scotti)



(foto R. Scotti)



“Il regresso continua; continuano inesorabilmente l’impicciolimento e la scomparsa totale o parziale delle nevi persistenti, delle vedrette e dei ghiacciai. All’occhio di chi li ha visti appunto circa 40 anni fa, quando i ghiacciai erano nella massima piena, è uno spettacolo di desolazione: è lo spettacolo che può presentare un campo dopo la grandine, una città dopo un terremoto, o per trovare una similitudine più a proposito, un corpo, già florido e ben nutrito, poi ridotto pelle e ossa dalla tisi.”
(Stoppani, Il Bel Paese, 1876)



Ghiacciaio dei Forni, 2015 (foto E. Meraldi)

EFFETTI DELLA DEGLACIAZIONE ALPINA

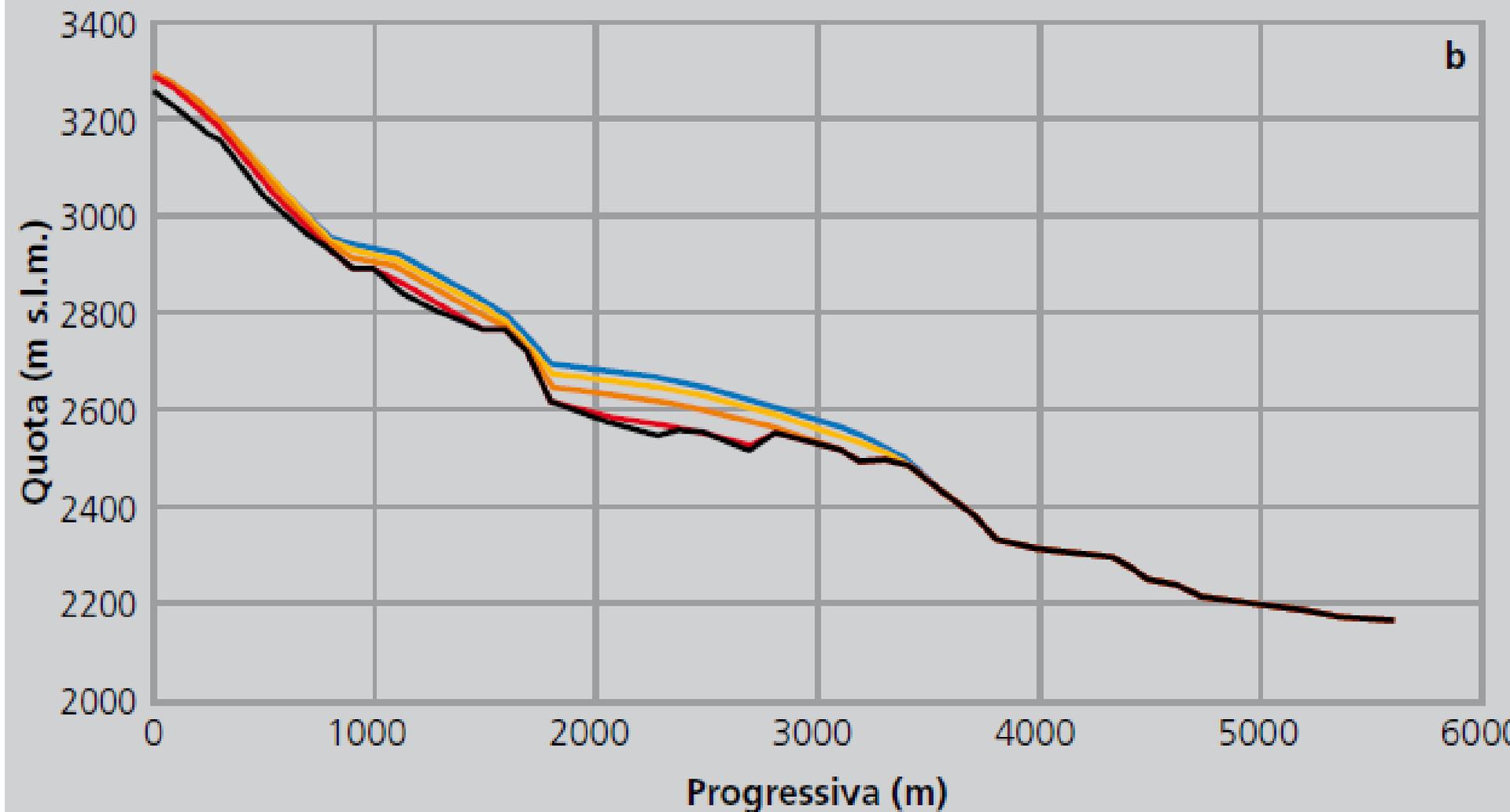
2050?

Riduzione contributo alle risorse idriche ed energetiche

Incremento della pericolosità dell'alta montagna

Riduzione della geodiversità

Riduzione della polarizzazione turistica dell'alta montagna



— Bedrock — ECHAM6 RCP 45 2030 — ECHAM6 RCP 45 2020 — ECHAM6 RCP 45 2015 — Oss 2007

© AINEV

(da Garavaglia et al., 2014)

13/08/2012







(foto R. Scotti, 2017)

*Grazie per
l'attenzione*

