



Neve, ghiacciai e permafrost 2013

Il rapporto sulla criosfera delle Alpi svizzere

Una stagione invernale ricca di neve ha riportato i ghiacciai a bilanci di massa equilibrati, ma anche sotto la spessa coltre nevosa il permafrost continua a mantenersi caldo. In alcuni grandi ghiacciai, una parte della lingua si è staccata. La tendenza al riscaldamento a lungo termine della criosfera continua quindi ininterrotta.

Testo: Frank Paul, Andreas Bauder, Christoph Marty e Jeannette Nötzli



Il Triftgletscher, nel 1948 (a sinistra) e nel 2006. Nel tempo la lingua della zona superiore si è staccata dal ghiacciaio. Foto: m.a.d.

L'inverno è iniziato già in ottobre con nevicate fino a sotto i 1000 metri. Con l'eccezione di novembre, secondo le misurazioni di MeteoSvizzera in tutto il Paese sino a marzo ha fatto quasi sempre più freddo rispetto alla media del periodo 1980–2010. Accanto alle precipitazioni leggermente maggiori, soprattutto a nord delle Alpi, in molti luoghi della Svizzera centrale anche le quantità di neve nuova sono risultate superiori alla media. Tra Ginevra, Basilea, Zurigo e San Gallo hanno addirittura raggiunto il doppio del normale. In Ticino, in Engadina e nel Grigioni centrale, la neve fresca è per contro risultata leggermente inferiore alla media. Davvero inconsueto è stato per contro l'elevato numero di giorni di neve nuova: nel Mittelland, una quantità maggiore era stata registrata per l'ultima volta nell'inverno 1986–1987. In parole povere, tra dicembre e marzo al disotto dei 1000 metri ha nevicato ogni quattro a sei giorni; al di sopra, addirittura ogni due a tre giorni. I giorni in cui il sole ha potuto mostrarsi sono quindi stati piuttosto pochi, il che ha fatto registrare una durata dell'insolazione decisamente ridotta.

Le grandi quantità di neve nuova e le temperature piuttosto basse hanno fatto sì che, a metà dicembre, l'altezza della neve a nord delle Alpi fosse da due a tre volte maggiore rispetto alla media pluriennale. Nella Svizzera centrale si è ampia-

mente osservata una coltre nevosa di 30–50 cm. Il successivo disgelo natalizio è tuttavia stato tanto intenso che la neve ha tenuto solo al di sopra degli 800 metri. Altre nevicate si sono avute fino a metà gennaio, e in febbraio, nel nord, ha nevicato spesso e in modo abbondante. A marzo la neve è scesa sino alle basse quote su entrambi i versanti delle Alpi. A fine aprile, nell'ovest, a 2000 metri c'era più neve (ca. 2 metri) rispetto alla media pluriennale. Altrove l'altezza della neve era leggermente al di sotto del valore.

Un'estate troppo calda e un inverno troppo freddo

Normalmente, a maggio le altezze della neve diminuiscono notevolmente. Nel 2013, a causa delle temperature più basse e delle precipitazioni (nevose) superiori alla media sopra i 2000 metri, sono tuttavia cospicuamente aumentate, in particolare lungo la cresta principale delle Alpi. In parte, i valori massimi invernali sono stati raggiunti a fine maggio (grafico 1). Con l'eccezione di novembre e aprile, la prima metà del periodo oggetto del rapporto è perciò stata massicciamente troppo fredda, soprattutto in alta montagna. Sulla Jungfrauoch (3580 m), ad esempio, tra ottobre e giugno si sono registrate le temperature medie più basse da 20 anni. Nel periodo da giugno a settembre, in alta montagna si sono



Lo slittamento della neve dimostra che il terreno sotto la spessa coltre di neve è rimasto relativamente caldo.
Foto: Sezione per i pericoli naturali, Cantone di Berna

avuti sei periodi di importanti nevicate. Ciò nonostante, i mesi estivi si sono rivelati in generale troppo caldi (la settimana estate più calda dall'inizio delle misurazioni) e asciutti. Solo a fine giugno e a fine agosto ha nevicato due volte fino a circa 2000 metri. In settembre, a quella quota la neve è poi caduta più volte, anche se solo in quantità ridotte.

L'altitudine del limite di zero gradi è un valore decisivo in relazione alle nevicate, al permafrost e allo scioglimento dei ghiacciai. Assieme al valore medio, questa sua evoluzione (grafico 2) permette di ricostruire gli eventi citati. Mentre le zone blu indicano una situazione inferiore al normale (nevicate a ottobre, manto nevoso di dicembre, maggio più freddo), quelle prevalentemente rosse mostrano il disgelo di Natale e il periodo caldo intenso di luglio e agosto (limite di zero gradi spesso al di sopra dei 4000 metri).

Finalmente nuove riserve per i ghiacciai

Durante lo scorso autunno si è proceduto all'accertamento del bilancio di massa di 13 ghiacciai svizzeri mediante il rilevamento dettagliato dell'accumulo di neve d'inverno e dello scioglimento estivo. Grazie al tempo freddo e ricco di precipitazioni, i ghiacciai si sono sciolti solo con ritardo. Questo ha fatto sì che, nonostante lo scioglimento intenso dovuto al forte caldo di luglio e agosto, nei ghiacciai siano rimaste riserve di neve invernale maggiori rispetto agli ultimi anni. In generale, quindi, i ghiacciai presentano perdite di massa ridotte o un bilancio equilibrato, mentre alcuni hanno persino conosciuto un leggero aumento della loro massa. Negli ultimi dieci anni, i ghiacciai svizzeri non hanno mai fatto

registrare risultati altrettanto favorevoli (grafico 3). Gli sporadici valori positivi e quelli equilibrati riguardano i ghiacciai a sud della cresta principale delle Alpi, come il ghiacciaio del Basòdino nel Ticino settentrionale e il Findelengletscher, presso Zermatt. Sul versante nordalpino, nei ghiacciai esaminati, come il Pizol e il Silvretta (SG, risp. GR) si sono osservati cali di massa comunque ridotti. I risultati del periodo di misurazione sono così da ascrivere alle nevicate ripetute e intense, nonché al tempo freddo di maggio e giugno, cui si deve il fatto che la coltre nevosa protettrice si è dissolta solo con ritardo nonostante le temperature elevate di luglio e agosto. Le differenze regionali dei bilanci di massa derivano per la gran parte dalla distribuzione delle quantità di neve in primavera e nella prima estate. Per i ghiacciai, tuttavia, un singolo anno favorevole rappresenta non più di un leggero spuntino, tanto più che, sulla media di tutti i ghiacciai, il bilancio di massa risulta negativo.

Persiste il ritiro generale

D'altro canto, ogni anno, al termine dell'estate, si procede al rilevamento delle variazioni di lunghezza presso un centinaio di ghiacciai. Diversamente dal bilancio di massa, queste variazioni riflettono la tendenza delle condizioni climatiche su più anni o decenni. Più il ghiacciaio è grande, maggiore è il rallentamento degli effetti di una tendenza climatica sull'estremità della sua lingua. Lo scorso anno è stato possibile determinare la variazione di 85 ghiacciai: di questi, 66 hanno perso lunghezza, otto sono rimasti invariati e 11 hanno fatto registrare un leggero avanzamento. In diversi

Grafico 1
 Evoluzione dello spessore del manto nevoso alla stazione automatica Bedretto Cavanna (2450 m) nell'inverno 2012-13 (nero). A confronto gli spessori medi (verde), massimi (blu) e minimi (rosa) dal 1997 al 2012.

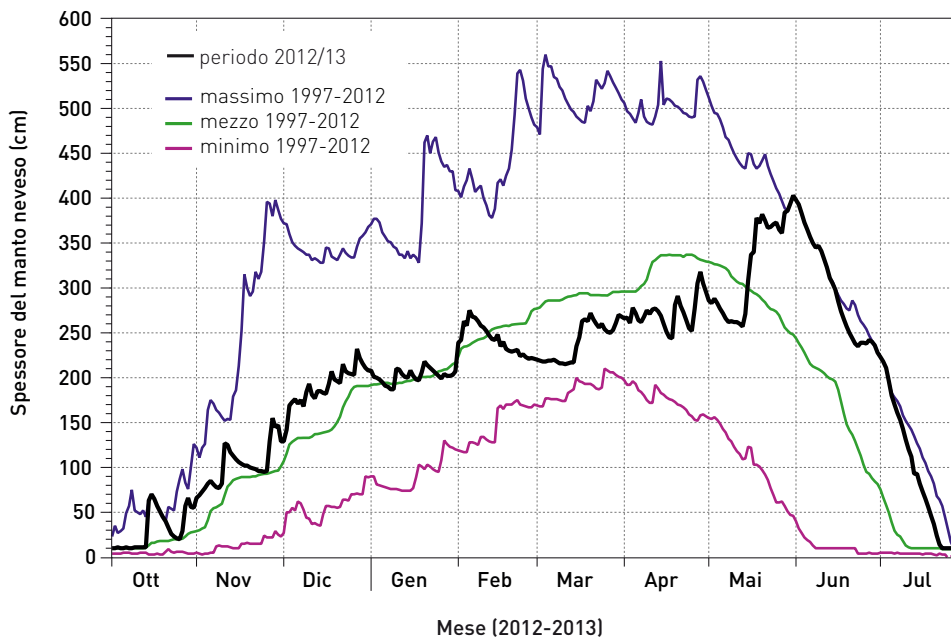
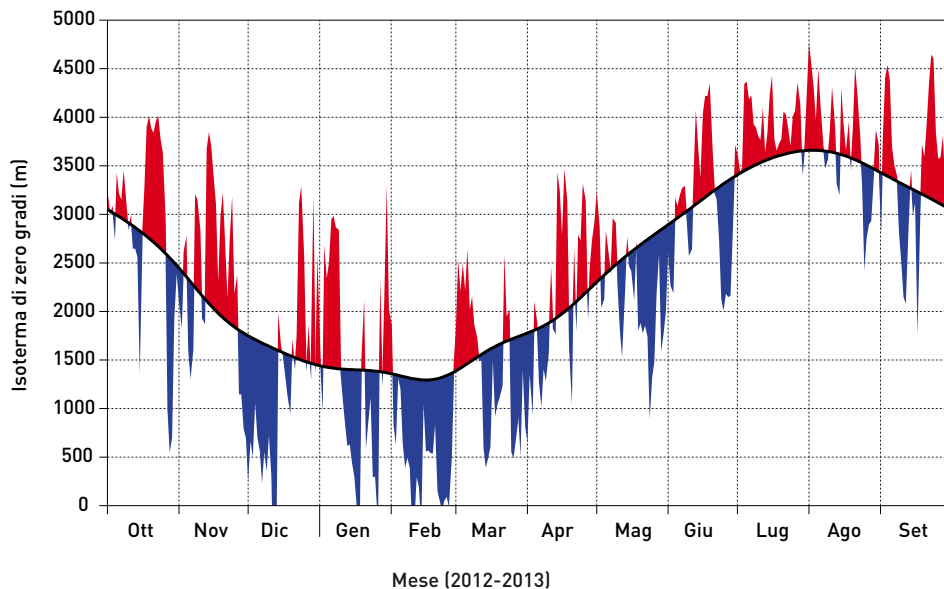


Grafico 2
 Limite degli zero gradi da ottobre 2012 a settembre 2013 a Payerne. In nero la media a lungo termine del medesimo limite (1981-2010).



ghiacciai, in particolare quelli ticinesi, a fine estate le lingue presentavano residui di firn che ne hanno impedito la misurazione, per cui il numero dei ghiacciai misurati risulta inferiore a quello consueto degli ultimi anni. Inoltre, queste condizioni sono anche all'origine della maggior parte delle lingue stazionarie o in leggero avanzamento. Fatte salve tre eccezioni, i valori oscillano da un ritiro di poco meno di 100 metri del Gamchigletscher (BE) e del Vadret da Tschierva (GR) a un avanzamento di 11 metri del Surettagletscher (GR). Circa la metà dei valori misurati è compresa tra -1 e -25 metri (tabella a pagina 47). Dal canto suo, il grafico 4 propone l'evoluzione cumulativa a lungo termine della lunghezza di una selezione di ghiacciai.

Tre grandi lingue si staccano

Le tre eccezioni citate riguardano l'Oberer e l'Unterer Grindelwaldgletscher e il Triftgletscher (tutti BE). Il forte valore di ritiro è in relazione con la loro evoluzione durante l'ultima ventina d'anni. A causa dell'assenza di alimentazione del ghiaccio da parte dei nevai e dell'importante scioglimento, i ghiacciai sono diventati gradualmente più sottili. Nel 2013, il Triftgletscher e l'Oberer Grindelwaldgletscher si sono separati in un tratto ripido, mentre della lingua pianeggiante e ricoperta di detriti dell'Unterer Grindelwaldgletscher non rimangono che singoli corpi di ghiaccio. In tutti e tre i ghiacciai, l'estremità attiva della lingua è così repentinamente arretrata di un tratto molto importante (vedi anche il rap-

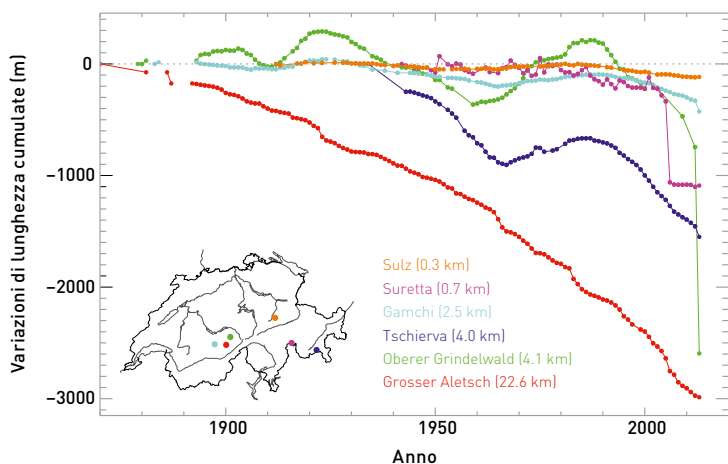


Grafico 3
Le variazioni annuali di lunghezza (in m) cumulate per una selezione di ghiacciai. I dati indicano reazioni e adattamenti diversi al clima.

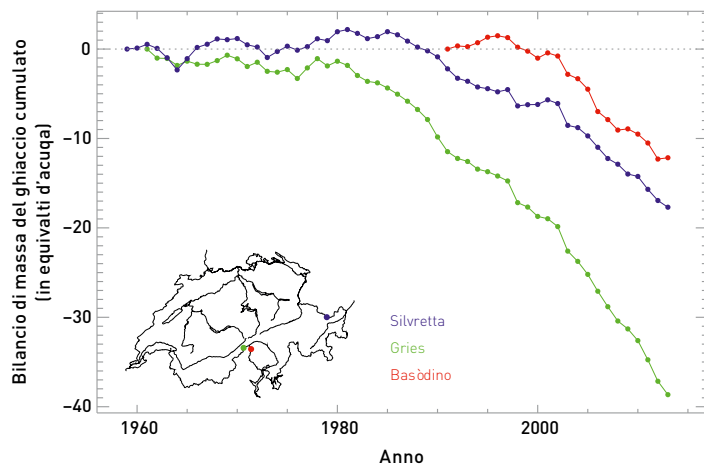


Grafico 4
Bilancio di massa annuo medio cumulado dei ghiacciai Basòdino, Gries e Silvretta.

Frammenti nel permafrost

Nel rapporto dello scorso anno si è parlato dell'importante franamento avvenuto nel versante NE del Piz Cengalo, in Val Bondasca (GR), i cui depositi hanno dato origine nell'estate 2012 a importanti frane di disgregazione che hanno trasportato il materiale roccioso fino a Bondo, nel fondovalle. Nella zona di distacco si osservano tutt'ora dei movimenti, e nell'autunno dello scorso anno si è avuta un'altra frana tra il Bügel-eisen e il Piz Cengalo. Le autorità competenti hanno adottato provvedimenti adeguati: ad esempio il tratto tra le capanne CAS Sciora e Sasc Furà e le scalate al Bügeleisen sono sconsigliate, in valle è stata allestita una sorveglianza degli scoscendimenti e il campeggio di Bondo è stato spostato. La zona di distacco continua a essere monitorata da autorità e istituti di ricerca. Pure interessato da diverse frane di disgregazione nella zona del permafrost è stato nel giugno 2013 il villaggio di Herbriggen, nel comune di St. Niklaus nella Matteredal, dove, al fine di vuotare il collettore di detriti nell'eventualità di nuovi franamenti, numerose escavatrici hanno lavorato incessantemente durante alcuni giorni. Gli abitanti sono stati eva-



Le frane di disgregazione del Gugla/Bielenzug del 17 giugno 2013: è ben visibile l'acqua di fusione che ha attraversato lo strato di permafrost del ghiacciaio roccioso. Foto: Reinald Delaloye

cuati a titolo precauzionale. Le frane di disgregazione si sono staccate dal fronte del ghiacciaio roccioso Gugla nel Bielzug, a circa 2600 metri di quota, per un volume di alcune migliaia di metri cubi. Il ghiacciaio roccioso è monitorato da tempo dall'Università di Friburgo e, con una velocità di parecchi metri all'anno dovuta alla ripidezza, si muove soprattutto nella sua parte anteriore notevolmente più in fretta rispetto agli altri ghiacciai rocciosi studiati nell'ambito di PERMOS. Negli ultimi anni la sua velocità è ulteriormente aumentata e

molti detriti e massi vengono trasportati al suo ripido fronte. A questa accelerazione va ad aggiungersi il fatto che, a inizio giugno, la coltre nevosa era ancora di molto superiore alla media e una fase di calura ha dato origine a uno scioglimento straordinario. L'acqua di fusione ha infine innescato le frane di disgregazione. Dopo alcuni giorni con temperature più fresche e la sparizione della neve, la situazione si è nuovamente tranquillizzata e non si sono avuti danni maggiori.

Variazioni della lunghezza dei ghiacciai delle Alpi svizzeri nel 2012–2013

Ghiacciaio/Cantone	Diff.	Ghiacciaio/Cantone	Diff.	Ghiacciaio/Cantone	Diff.	Ghiacciaio/Cantone	Diff.
Albigna/GR	-16	Gelten/BE	n	Palü/GR	-18	Trift (Gadmen)/BE	-971
Allalin/VS	-13	Giétro/VS	-12	Paneyrosse/VD	2	Tsanfleuron/VS	-15
Alpetli (Kanderfirn)/BE	-53	Glärnisch/GL	4	Paradies/GR	1	Tschierva/GR	-95
Ammerten/BE	-1	Gorner/VS	-30	Paradisino (Campo)/GR	-9	Tschingel/BE	-17
Arolla (MontCollon)/VS	-4	Grand Désert/VS	n	Pizol/SG	-1	Tseudet/VS	-14
Basòdino/TI	n	Grand Plan Névé/VD	2	Plattalva/GL	-3	Tsidjore Nouve/VS	-9
Bella Tola/VS	n	Gries/VS	-19	Porchabella/GR	-13	Turtmann/VS	-30
Biferten/GL	-13 ²	Griess/UR	n	Prapio/VD	0 ^{2s}	Unteraar/BE	n
Blüemlisalp/BE	-38	Griessen/OW	n	Punteglias/GR	5	Unterer Grindelwald/BE	-1005
Boveyre/VS	n	Grosser Aletsch/VS	-14	Rhone/VS	-31	Val Torta/TI	n
Breney/VS	-69	Hohlaub/VS	-2	Ried/VS	-82	Valleggia/TI	n
Bresciana/TI	n	Hüfi/UR	n	Roseg/GR	-31	Valsorey/VS	-20
Brunegg (Turtmann)/VS	-2 ²	Kaltwasser/VS	6	Rossboden/VS	x	Verstankla/GR	-13
Calderas/GR	-3	Kehlen/UR	-50	Rotfirn (Nord)/UR	-4	Vorab/GR	-24 ²
Cambrena/GR	-6	Kessjen/VS	0	Rätzli/BE	n	Wallenbur/UR	-13
Cavagnoli/TI	n	Lang/VS	-19	Saleina/VS	-33	Zinal/VS	-42
Cheillon/VS	-12	Lavaz/GR	-15	SanktAnna/UR	-8		
Corbassière/VS	-22	Lenta/GR	-28	Sardona/SG	-20		
Corno/TI	x	Limmern/GL	-2	Scaletta/GR	0 ^s		
Croslina/TI	n	Lischana/GR	2	Schwarz/VS	x		
Damma/UR	-8	Lämmern/VS	-12	Schwarzberg/VS	-26		
Dungel/BE	n	Moiry/VS	-17	Seewjinen/VS	2		
Eiger/BE	-8	Moming/VS	-7	Sesvenna/GR	-7		
EnDarrey/VS	x	MontDurand/VS	-85	SexRouge/VD	1		
Fee/VS	5	Mont Fort (Tortin)/VS	3	Silvretta/GR	-24		
Ferpècle/VS	-26	MontMiné/VS	-29	Stein/BE	-54		
Fiescher/VS	x	Morteratsch/GR	-22	Steinlimi/BE	x		
Findelen/VS	n	Mutt/VS	n	Sulz/GL	3		
Firnalpeli (Ost)/OW	s	Oberaar/BE	n	Suretta/GR	11		
Forno/GR	-21	Oberaletsch/VS	n	Tiatscha/GR	-43		
Gamchi/BE	-96	Oberer Grindelwald/BE	-1850	Tiefen/UR	-29		
Gauli/BE	-1	Otemma/VS	-18	Trient/VS	-17		

Abbreviazioni

n = non osservato
s = lingua del ghiacciaio con copertura nevosa
x = valore non stabilito
Y² = Se l'indicazione riguarda un intervallo di più anni, la cifra in apice si riferisce al numero di anni. Esempio: Biferten -13² = ritiro di 13 m in due anni.

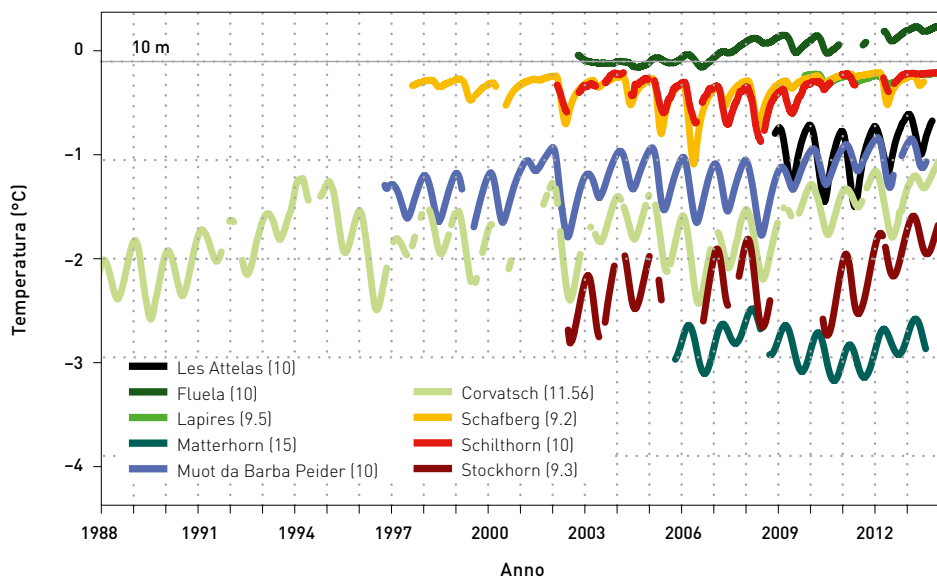
porto sulla criosfera 2010–2011, «Le Alpi» 10/2012). L'istanza di un distacco di questo genere è piuttosto casuale e l'importanza dei tratti è la conseguenza dell'azione atmosferica sull'arco di decenni. Gli avanzamenti non sono tuttavia da ascrivere a un maggiore apporto di ghiaccio da parte dei nevai, ma sono il risultato delle condizioni meteorologiche precedentemente descritte durante il periodo oggetto del rapporto, durante il quale i depositi di firn ai margini delle lingue e lo scioglimento ridotto delle loro estremità hanno fatto registrare valori positivi.

Le nevicite precoci noccono al permafrost

Nel periodo 2012–2013, per il quinto anno consecutivo, dai dati relativi a tutti i settori del monitoraggio del permafrost in Svizzera da parte di PERMOS risultano condizioni estremamente calde, sebbene le differenze delle condizioni atmosferiche e di innevamento fossero a tratti importanti. Le nevicite precoci dell'autunno 2012 e la spessa coltre nevosa dei freddi mesi invernali del 2013 hanno isolato il sottosuolo e, nonostante le temperature dell'aria decisamente basse, hanno dato luogo a un inverno «caldo» alla superficie del terreno, che il disgelo tardivo e la primavera fredda non sono più riusciti a compensare. Al termine del periodo oggetto del

Le reti di monitoring della criosfera

Il monitoraggio della criosfera concerne ghiacciai, neve e permafrost (www.cryosphere.ch). Osservazioni e misurazioni sono coordinate dalla Commissione Criosfera (CC). Le misurazioni relative alla neve sono eseguite dall'Ufficio federale di meteorologia e climatologia MeteoSvizzera e dal WSL – Istituto per lo studio della neve e delle valanghe (SLF) – sulla base dei rilevamenti presso circa 150 stazioni di misura. I rilevamenti sui 155 ghiacciai sono affidati a rappresentanti di scuole politecniche e universitarie, agli uffici forestali cantonali, alle aziende idroelettriche e a privati (glaciology.ethz.ch/swiss-glaciers). La rete del permafrost, composta di 14 perforazioni e 12 siti di monitoraggio del movimento, è gestita da diversi istituti superiori e dallo SLF (www.permos.ch). L'evoluzione meteorologica si basa sui bollettini di MeteoSvizzera e dello SLF.



Grafici 5a (a sinistra) e 5b (in basso)

Andamento delle temperature nelle perforazioni del permafrost, a circa 9-15 m (grafico 5a a sinistra) e a 18-25 m (grafico 5b in basso). La profondità esatta della misura è indicata tra parentesi.

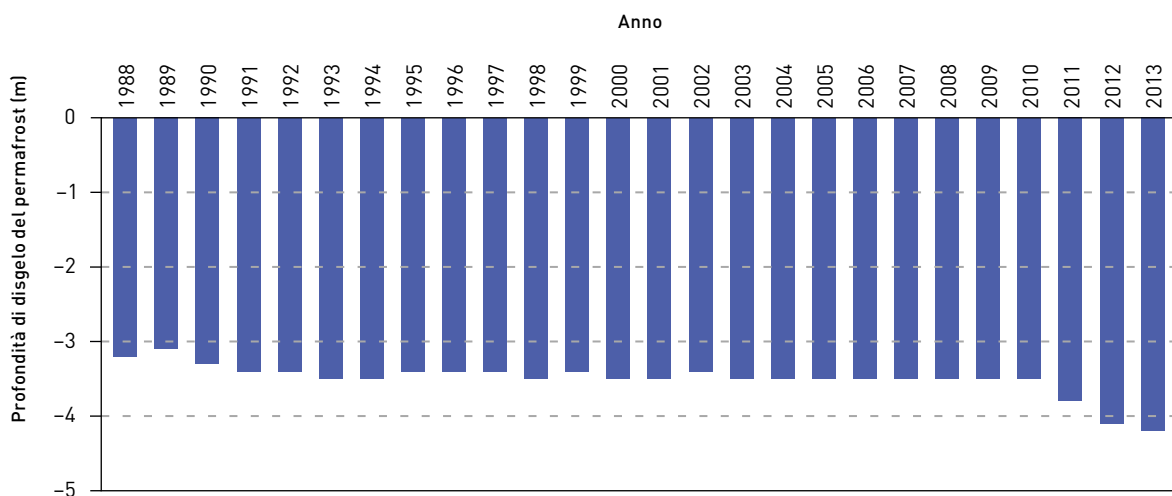
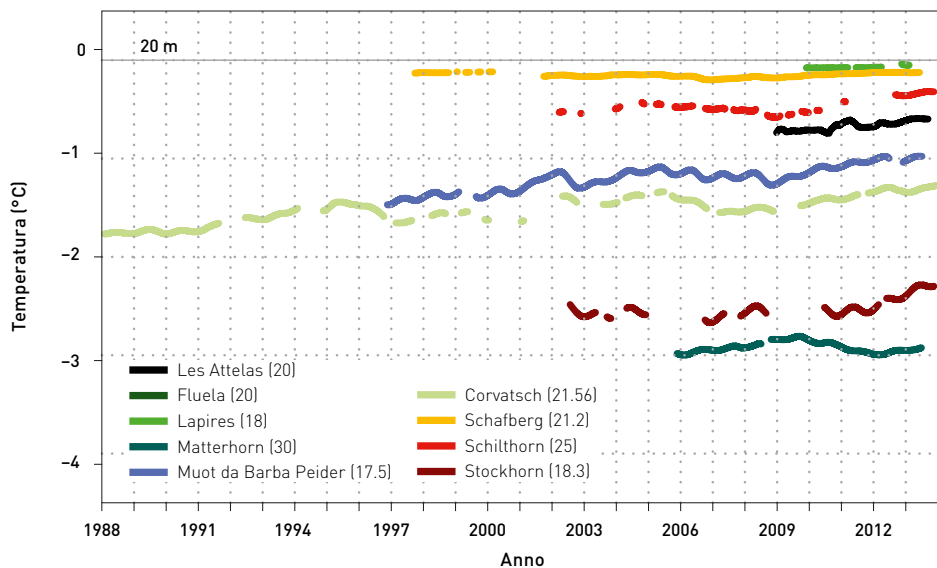


Grafico 6

Profondità di disgelo del permafrost sull'arco di 25 anni alla perforazione del Corvatsch.

1987: lavori in corso nel ghiacciaio roccioso di Murtel, sul Corvatsch, per l'installazione della prima perforazione del permafrost in montagna.

Foto: Daniel Vonder Mühl



rapporto, le temperature erano poco al di sopra della media degli ultimi 15 anni, un intervallo di tempo nel frattempo coperto da una serie di misurazioni del permafrost. Nel 2012, la più lunga serie temporale del permafrost di montagna ha tra l'altro festeggiato il suo 25° anniversario: è quella relativa a una perforazione di 60 metri nel ghiacciaio roccioso di Murtel, presso la stazione intermedia del Corvatsch (grafico 5).

L'aumento delle temperature nelle perforazioni a circa dieci metri di profondità osservato negli ultimi quattro anni si è mantenuto nella gran parte dei siti anche nel periodo oggetto del rapporto. In taluni luoghi, le temperature degli ultimi due anni sono le più elevate mai registrate sinora (grafico 5a). Ad esempio, la serie del Corvatsch-Murtel ha mostrato temperature altrettanto alte solo all'inizio degli anni 1990. Presso gli altri siti, in particolare le temperature invernali degli ultimi cinque anni erano superiori alla media e solo poco al di sotto del punto di congelamento. A profondità di 20 metri e oltre, le oscillazioni stagionali risultano ancora appena visibili, e le tendenze si fanno meno percepibili (grafico 5b). A queste profondità, presso molti siti è riconoscibile un aumento delle temperature, in particolare in quelli più freddi, dove il sovrappiù di energia che penetra nel terreno non è ancora usato per sciogliere il ghiaccio.

Maggiori profondità di disgelo, meno ghiaccio

Anche le profondità massime di disgelo estive sono costantemente molto grandi presso quasi tutti i siti monitorati negli ultimi cinque anni, e in parte risultano decisamente maggiori rispetto a dieci anni prima. Negli ultimi tre anni, nel sito del Corvatsch-Murtel si è osservato per la prima volta un aumento dello strato sgelato di alcuni decimetri (grafico 6). Qui, il terreno ricco di ghiaccio ha compensato a lungo le temperature più elevate con l'energia necessaria allo sciogli-

mento del ghiaccio. Neppure nella torrida estate del 2003 si è osservato uno strato sgelato più grande. Il monitoraggio delle variazioni del contenuto di ghiaccio nel terreno mediante metodi geoelettrici conferma questa tendenza e le resistenze elettriche sono costantemente inferiori alla media. In particolare sullo Schilthorn, presso Mürren, i valori raggiungono per la quarta volta consecutiva dei minimi da primato. La diminuzione della resistenza è notevole sull'intero profilo di profondità di circa dieci metri. Questo indica da un canto il costante calo del ghiaccio a seguito delle maggiori profondità di disgelo e, dall'altro, una quota crescente di acqua non gelata nel permafrost come conseguenza delle temperature più elevate di quest'ultimo.

Rispetto all'anno precedente, le velocità dei ghiacciai rocciosi monitorati hanno continuato ad aumentare, dal +4% dell'Aget al +48% dello Tsarmine. Nell'evoluzione a lungo termine, si osservano grandi differenze tra i vari siti. Con l'aumento delle temperature superficiali, la maggior parte dei ghiacciai rocciosi monitorati ha costantemente aumentato la propria velocità sino dal 2006. Un secondo tipo di ghiacciaio roccioso ha dapprima rallentato durante un paio d'anni per poi tornare ad accelerare nel corso degli ultimi due anni. Queste differenze illustrano un complesso modello spaziale, che deve essere ulteriormente indagato. Ancora da chiarire in particolare è la questione dell'influenza dell'acqua sul movimento dei ghiacciai rocciosi.

→ Altre informazioni

Ghiacciai: Andreas Bauder, VAW, ETH Zurigo, bauder@vaw.baug.ethz.ch, 044 632 41 12

Neve: Christoph Marty, SLF, marty@slf.ch, 081 417 01 68

Permafrost: Jeannette Nötzli, PERMOS, Università Zurigo, info@permos.ch, 044 635 52 24