

Marta CHIARLE^{1*}, Aldino BONDESAN², Luca CARTURAN³, Riccardo SCOTTI⁴
editors (a cura di)

Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2023) *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2023)*

Abstract: Chiarle M., Bondesan A., Carturan L., Scotti R., *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2023)*. (IT ISSN 0391-9838, 2024). Results of the 2023 annual glaciological survey conducted on Italian glaciers are here presented. About two-hundred volunteers, assisted by numerous collaborators, operated last year in the three Alpine sectors (Piemonte - Valle d'Aosta, Lombardy and Triveneto) and in the Apennines (Calderone Glacier, Gran Sasso Group) observing two hundred and nine glaciers. One hundred and thirty glaciers were observed in the Piemonte - Valle d'Aosta sector while frontal variation was measured at the snout of fifty-nine glaciers. Twenty-nine and fifty glaciers were visited in the Lombardy Sector and in the Triveneto Sector, respectively (twenty-two and forty-three of which were measured, respectively). Mass balance measurements were conducted on nineteen Italian glaciers during the 2022-2023 hydrological year: four glaciers in the Western Alps (Piemonte - Valle d'Aosta sector), fourteen in the Eastern Alps (three in the Lombardy Sector, the other glaciers in the Triveneto Sector) and one in the Central Apennines.

Key words: Mountain glaciers, Frontal variation, Monitoring, Glaciological survey, Mass balance.

Riassunto: Chiarle M., Bondesan A., Carturan L., Scotti R., *Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2023)*. (IT ISSN 0391-9838, 2024). Vengono illustrati i risultati della campagna glaciologica annuale per il monitoraggio dei ghiacciai italiani. Quasi duecento operatori volontari, coadiuvati da numerosi collaboratori, hanno visitato nel 2023 duecentonove ghiacciai nei tre settori delle Alpi Italiane (Piemontese - Valdostano, Lombardo e Triveneto) e l'unico ghiacciaio dell'Appennino (Ghiacciaio del Calderone, Gruppo del Gran Sasso). Nel settore Piemontese - Valdostano sono stati osservati centotrenta ghiacciai, di cinquantanove dei quali sono state misurate le variazioni frontali; nel settore Lombardo sono stati visitati ventinove ghiacciai, per ventidue dei quali è stata misurata la variazione frontale, mentre nel settore Triveneto sono stati visitati cinquanta ghiacciai (quarantatre dei quali sono stati misurati). Nella sezione dedicata ai bilanci di massa sono riportati i risultati del monitoraggio di diciannove ghiacciai per l'anno idrologico 2022-2023: quattro si trovano nelle Alpi Occidentali (settore Piemontese - Valdostano), quattordici nelle Alpi Orientali (tre nel settore Lombardo e gli altri nel Triveneto) e uno nell'Appennino Centrale.

Termini chiave: Ghiacciai montani, Variazioni frontali, Monitoraggio, Campagna glaciologica, Bilancio di massa.

¹ CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Torino.

² Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità (DiSSGeA) - Sez. di Geografia, Università di Padova.

³ Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università di Padova.

⁴ CGI - Comitato Glaciologico Italiano, Torino e SGL - Servizio Glaciologico Lombardo, Milano.

* *Corresponding author:* Marta Chiarle (marta.chiarle@cnr.it)

Research carried out with the contribution of the Italian Glaciological Committee (CGI), CNR-IGG, CNR-IRPI, Club Alpino Italiano (CAI).

Ricerca effettuata e pubblicata con il contributo del Comitato Glaciologico Italiano, del CNR-IGG, CNR-IRPI, del Club Alpino Italiano (CAI).

OPERATORI (*OPERATORS*)

(I numeri che seguono i nomi degli operatori indicano i ghiacciai controllati)
(*Numbers following the operators names indicate the surveyed glaciers*)

SETTORE PIEMONTESE - VALDOSTANO (*PIEMONTE - VAL D'AOSTA SECTOR*) (pagg. 15-68); coordinatore (*coordinator*): Chiarle Marta, CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Strada delle Cacce 73, 10135 Torino (marta.chiarle@cnr.it).

Alberto Walter (ARPA Piemonte, CGI): 38, 213, 313, 316, 321, 322, 323, 324, 326; Alessi Mattia (PNGP): 131, 132; Aletti Andrea (CGI): 356; Bettio Marco (CGI): 162, 163, 179; Boffelli William (FMS): 227; Bormioli Daniele (ARPA Piemonte): 1, 2, 3, 5, 6, 7, 13, 15, 20, 22; Borre Piero (PNGP): 106, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121; Caminada Chiara (PNGP): 101, 102, 103, 109, 110, 111, 112, 113, 116, 117F; Capo Luca (CGI): 29, 34; Cat Berro Daniele (SMI): 64, 81; Cerise Stefano (PNGP): 134; Costanzo Lorenzo (PNGP): 61; Cullino Pierluigi (PNGP): 64; Deline Philip (CGI): 208; Dematteis Niccolò (CNR-IRPI): 225; Di Sopra Pietro (FMS): 227; Drigo Stefano (PNGP): 128, 129, 130, 131, 132; Faletto Mattia (ARPA Piemonte): 1, 2, 3, 5, 6, 7; Favre Dario (PNGP): 126; Ferraris Stefano (UNITO): 95; Franchino Aristide (CGI): da 208 a 236 (solo foto); Freppaz Michele (UNITO): 306; Fusinaz Alberto (CGI): 209; Fusinaz Andrè (CGI): 209; Fusinaz Paolo (CGI): 197, 198; Gadin Gianluigi (CGI): 232; Gadin Jean-Pierre (CGI): 232F; Garino Roberto (CGI): 189; Gilli Michelangelo (CGI): 162, 163, 166, 176, 177, 178; Giorcelli Marco (CGI): 281, 284, 285, 289; Giordan Daniele (CNR-IRPI): 225; Grosso Federico (ARPA VdA): 236; Jordaney Etienne (PNGP): 126; Jordaney Jean Laurent (PNGP): 145F, 148; Lanteri Luca (ARPA Piemonte): 38, 313, 316, 321, 322, 323, 324, 326; Linty Claudia (PNGP): 116; Massoni Demis (PNGP): 127.1, 127.2, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 138, 139; Mercalli Luca (SMI): 81; Miravalle Raffaella (PNGP): 56, 57-58, 59, 60, 61, 64, 69, 70, 72.1, 72.2, 79, 103; Mondardini Luca (FMS): 221, 226; Morra Di Cella Umberto (ARPA VdA): 236; Motta Michele (UNITO): 272, 278, 280; Naudin Alice (PNGP): 115, 121; Nigrelli Guido (CNR-IRPI, CGI): 162, 200, 201, 202, 203; Oddone Pierre Yves: 60, 72.2, 78, 79; Orazi Valerio (PNGP): 61; Oso-la Raffaella (CGI): 357, 357.1, 360; Panaccio Matteo (PNGP): 57-58, 69, 70, 72.2; Paro Luca (ARPA Piemonte): 337; Peiretti Sergio (CGI): 208; Permunion Roberto (PNGP): 72.1, 78; Perona Stefano (CGI): 181, 184; Perret Paolo (FMS): 225; Peron Alessandro (PNGP): 115, 116; Piccini Paolo (CGI): 306, 311, 312, 314-315; Pogliotti Paolo (ARPA VdA): 236; Pollicini Fabrizio (CGI): 144, 145, 146, 147, 148, 155, 166, 167F, 168, 169F, 172; Princisvalle Tito (CGI): 311, 312, 314-315; Rabellino Bethaz Alberto (PNGP): 79; Rogliardo Franco (CGI): 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52; Roletti Stefano: 72.1F, 74F; Rossotto Alberto (PNGP): 101, 102, 128F, 129F, 134,

140, 142, 144, 145, 146, 147, 154F; Tamburini Andrea (IMAGEO, CGI): 325; Tesoro Marco (CGI): 259, 260; Troilo Fabrizio (FMS): 221, 225, 226, 227; Valfrè Daniele (PNGP): 140; Valisa Paolo (CGI): 356; Vallet Rudy (PNGP): 138, 139; Vallet Valter (PNGP): 126, 127.1, 127.2; Vercellino Irene (UNITO): 200, 201, 202, 203; Versaci Salvatore (CGI): 325; Viani Cristina (UNITO, CGI): 312, 314-315; Villa Vercella Laura (CGI): 259, 260; Zorzan Andrea (UNITO): 162, 200, 201, 202, 203.

SETTORE LOMBARDO (*LOMBARDIA SECTOR*) (pagg. 69-86); coordinatori (*coordinator*): Scotti Riccardo, Comitato Glaciologico Italiano, Torino e Servizio Glaciologico Lombardo, La Valletta Brianza (LC) (riccardoscotti80@gmail.com).

Almasio Andrea (SGL): 422; Amormino Andrea (SGL): 408; Barilli Andrea (SGL): 390; Bolognini Luca (SGL): 512.1; Borghi Aldo (SGL): 512.1; Colombarolli Davide (SGL): 502, 503; Congiu Emanuele (SGL): 365; Crippa Matteo (SGL): 541, 543; D'Adda Stefano (SGL): 567; De Zaiacomo Maurizio (SGL): 411; Di Biase Michele (SGL): 432; Farinella Luca (SGL): 507; Fioletti Matteo (ARPA-Lo): 502, 503; Galluccio Stefano (SGL): 473, 507; Gussoni Mattia (SGL): 416; Lendvai Amerigo (SGL): 608; Leoni Stefano (SGL): 443; Libera Angelo (SGL): 541, 543; Lojacono Giuditta (SGL): 473; Maserini Marco (SGL): 581; Mondati Gianmarco (SGL): 577; Monti Andrea (SGL): 443; Nardon Alessandro (SGL): 512.1; Neri Gionata (SGL): 419; Oreggioni Matteo (SGL): 439-440; Pagliardi Paolo (SGL): 577, 581, 608; Petrone Luca (SGL): 567; Porta Roberto (SGL): 435; Regazzoni Augusto (SGL): 416; Salvetti Andrea (SGL): 432; Scaltriti Andrea (SGL): 608; Scotti Riccardo (SGL): 408.1, 419, 439-440, 507.1, 541, 543; Smiraglia Claudio (CGI): 516; Sosio Valentino (SGL): 507, 507.1; Toffaletti Andrea (SGL): 473; Urso Massimo (SGL): 408; Villa Fabio (SGL): 371; Zandrini Tiziana (SGL): 435

SETTORE TRIVENETO (*TRE VENEZIE SECTOR*) e APPENNINI (pagg. 87-115); coordinatore (*coordinator*) Bondesan Aldino, Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità (DiSSGeA) - Sezione di Geografia, Università di Padova, Via del Santo 26, 35123 Padova (aldino.bondesan@unipd.it).

Alberti Silvio (SAT): 632; Angelino Anna (SGAA): 788; Baraldo Ezio (SGAA): 718, 754, 805; Barison Giuseppe (SGAA): 754, 805; Benetton Giovanni (SGAA): 728,

749, 813, 818, 966, 967, 730, 731, 732, 733; Benetton Stefano (SGAA): 728, 749, 813, 818, 966, 967, 730, 731, 732, 733; Bertinotti Ivan (SGAA): 880; Bertoni Elena (SGAA): 637, 639; Bonazza Claudia (SGAA): 812; Bruschi Pietro (SGAA): 794; Carbone Valter (SGAA): 794; Carturan Luca (CGI): 699, 701; Cibirn Giorgio (CGI): 926, 927; Covi Alessandro (SGAA): 912, 920; Covi Stefano (SGAA): 912, 920; D'Aquila Pinuccio (Engeoneering Srls, Chieti): 1006; D'Amico Franca (SGAA): 812; Da Molin Patrizia (SGAA): 812; Esposito Giulio (CNR – IIA, Roma): 1006; Ferrari Cristian (SAT): 637, 639, 640, 699; Fossati Emanuela (SAT): 690; Franchi Gianluigi (CGI): 875, 876; Gasperini Norman (SAT): 640, 710; Greco Giovanni (SGAA): 788, 794, 812; Le Pera Lorenzo (SGAA): 794; Marchio Nicola (SAT): 941.1; Moreschi Gianni (SGAA): 908; Moro Simone (SAT): 941; Pecci Massimo (CGI): 1006; Perini Giuseppe (CGI): 730, 731, 732, 733, 927, 966, 967; Polloni Antonio (SGAA): 788; Raparelli Edoardo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Rizzi Manuela (SGAA): 828, 829; Rosan Roberta (SGAA): 713; Rosa Silvano (SGAA): 713; Saccon Giovanni (SGAA): 926, 927; Santoni Massimo (SAT): 643; Sartori Guido (SGAA): 762, 771; Scaltriti Andrea (SGAA): 727, 729, 743-744, 777, 778; Seppi Roberto (SGAA): 762, 771; Speri Pier Paolo (SGAA): 640, 710; Taufer Gino (SAT): 947, 950; Toro Matteo (SGAA): 828, 829; Tuccella Paolo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Turra Carlo Albino (SAT): 947, 950; Valcanover Enrico (SGAA): 637, 639, 640, 929; Valentini Mario (SAT): 632; Varotto Mauro (SAT): 941; Zambelli Osvaldo (SGAA): 908; Zotti Pietro Dai (SGAA): 920.

Nelle relazioni ci si è attenuti alle seguenti norme e convenzioni. I numeri che precedono il nome dei ghiacciai sono quelli del «Catasto dei Ghiacciai Italiani», 4 voll., Comitato Glaciologico Italiano, 1959-1962 e successive varianti (v. anche Salvatore *et al.*, 2015). I numeri che identificano le fotografie e le figure corrispondono a quelli di catasto del ghiacciaio. Sono anche indicati, oltre al soggetto, la stazione fotografica, la data e l'autore.

Le lettere, talora accoppiate, tra parentesi e minuscole, poste a fianco dei simboli dei segnali, hanno il seguente significato: c, centro; d, destra; s, sinistra; f, frontale; l, laterale. I simboli (C), (T), (A) e (GPS) indicano che la quota cui si riferiscono, sempre espressa in metri, è stata desunta, rispettivamente, dalla carta topografica, determinata topograficamente, ricavata con altimetro o mediante GPS.

Nelle tabelle riassuntive delle variazioni di ogni ghiacciaio le distanze, espresse in metri, sono approssimate a ± 0.5 m e si intendono come distanze reali. Ove non sia diversamente indicato tra parentesi, per distanza precedente si intende quella dell'anno 2022. Le variazioni sono indicate con i seguenti simboli: - regresso; + progresso; -X regresso non quantificabile; +X progresso non quantificabile; 0 ghiacciaio stazionario; ? variazione incerta; SN fronte innevata per neve residua; NM non misurato. I coordinatori assumono sia la responsabilità scientifica sia quella redazionale per tutte le relazioni dei settori di loro competenza.

BILANCI DI MASSA DEI GHIACCIAI ITALIANI (MASS BALANCE OF ITALIAN GLACIERS) (pagg. 116-128); coordinatore (*coordinator*) Carturan Luca, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università di Padova, Viale dell'Università, 16, 35020, Legnaro (Padova) (luca.carturan@unipd.it).

Bertoni Elena (SAT): 699, 701; Carturan Luca (UNIPD, CGI): 699, 701; Casarotto Christian (MUSE, CGI): 639, 701; Cat Berro Daniele (SMI, CGI): 81; Cazorzi Federico (UNIUD, CGI): 981; Colombarolli Davide (SGL): 997; Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, SMAA, CGI): 978, 982.1, 984; Crippa Matteo (SGL): 543; Cucchiario Sara (UNIUD): 981; De Infantini Riccardo (UNIUD): 981; Del Gobbo Costanza (Soc. Meter. Alpino-Adriatica): 978, 982.1, 984; Di Lullo Andrea (Prov. aut. Bolzano, CGI): 930; Dinale Roberto (Prov. aut. Bolzano, CGI): 733, 875, 876, 930; Ferrari Cristian (SAT): 639, 699, 701; Franchi Gianluigi (CGI): 875, 876; Gaddo Mauro (Metetrentino, PAT): 639, 701; Gallo Paolo (SGL): 371; Galos Stephan P. (ACINN - Innsbruck): 733; Grosso Federico (ARPA VdA): 126, 189; Isabellon Michel (ARPA VdA): 126, 189; Lendvai Amerigo (SGL): 639; Libera Angelo (SGL): 543; Mercalli Luca (SMI, CGI): 81; Morra di Cella Umberto (ARPA VdA): 126, 189; Niccolini Romano (SAT): 699, 701; Pecci Massimo (CGI): 1006; Peri Ivan (SGL): 997; Prandi Giovanni (SGL, CGI): 371, 639; Rossotto Alberto (PNGP): 134; Scotti Riccardo (SGL, CGI): 371, 543, 997, 639; Securo Andrea (UNIVE): 978, 982.1, 984; Tuccella Paolo (Università dell'Aquila, CGI): 1006; Villa Fabio (SGL): 371.

In the reports the following rules and conventions were observed. The numbers preceding the name of the glaciers are those of the «Catasto dei Ghiacciai Italiani» (Inventory of Italian Glaciers), 4 voll., Comitato Glaciologico Italiano, 1959-1962, and subsequent variations (see also Salvatore et al., 2015). The numbers that countermark photographs and figures correspond to those of the glacier inventory. In addition to the subject, the photographic station, the date and the author are also indicated.

The letters, sometime in pairs, between brackets and small, placed next to the symbols of the signals, have the following meaning: c, centre; d, right; s, left; f, frontal; l, lateral. The symbols (C), (T), (A) and (GPS) indicate that the altitude they refer to, always expressed in metres, has been derived from the topographical map, determined topographically, obtained with an altimeter or GPS, respectively.

In the tables summarising the variations of each glacier the distances, expressed in metres, are approximated to ± 0.5 m and are intended as real distances. Unless otherwise indicated in brackets, previous distance means that of the year 2022. Variations are indicated with the following symbols: - retreat; + advance; -X not quantifiable retreat; +X not quantifiable advance, 0 stationary glacier; ? uncertain variation; SN snout covered by residual snow; NM not measured.

The coordinators assume both scientific and editorial responsibility for all reports in the sectors within their competence.

VARIAZIONI DEI GHIACCIAI ITALIANI 2023^(*)
 FLUCTUATIONS OF THE ITALIAN GLACIERS 2023^(**)

bacino e n. catasto basin and n. of Inv.	ghiacciaio glacier	variazione fluctuation	quota fronte snout elevat.
Stura di Demonte - Po			
2	Peirabròc	NM	2580
6	Gelas	NM	2860
Stura di Lanzo - Po			
38	Croce Rossa	NM	3345
40	Bessanese	-3 (2019)	2815
43	Ciamarella	-0.5	3150
45	Tonini	-9	2895
51	Merid. della Levanna Or.	-23 (2015) ¹	2985
52	Sett. della Levanna Or.	NM	3090
Orco - Po			
57-58	Centrale e Occ. di Nel	-2	2840
60	Occ. del Carro	-4.5	2935
61	Capra	-41.5	2500
64	Basei	NM	3050
69	Broglio	-2	3035
70	Ciamousseretto	NM	2990
72.1	Occ. di Noaschetta	-	3145
72.2	Or. di Noaschetta	-	3160
78	Rocciaviva	-6.5	NM
81	Ciardoney	-9	2900
Dora Baltea - Po			
95	Tessonnet Merdionale	-9	3005
101	Arolla	-11.5	2905
102	Sett. delle Sengie	-40	2730
103	Valeille	-23	2685
106	Valletta	-13	NM
109	Coupé di Money	-42	2795
110	Money	-17.5	2665
111	Grand Croux	-1.5	2570
112	Tribolazione	-3.5	2830
113	Dzasset	-6	3030
115	Gran Val	-10	3210
116	Lauson	-17	NM
121	Trajo	-22.5	2955
126	Timorion	-14	NM
127.1	Occ. del Gr. Neyron	-4	3010
127.2	Or. del Gr. Neyron	-8	3000
128	Montandeyné	-12	3140
129	Lavacciù	-	2910
131	Moncorvé	-31.5	3050
132	Monciair	-8	2935
134	Grand Etrèt	-15	2735
138	Aouillié	-13.5	3115
139	Percia	-3	3015
140	Sett. di Entrelor	-11	3045

bacino e n. catasto basin and n. of Inv.	ghiacciaio glacier	variazione fluctuation	quota fronte snout elevat.
144	Lavassey	-12.5	2805 (lobo sinistro)
145	Or. del Fond	-29	2885 (corpo centrale)
146	Occ. del Fond	-11	2740
147	Soches-Tsanteleina	-14	2725
148	Goletta	-7.5	2865 (fronte destra)
155	Torrent	-4	2670
163	Giasson	-	2995
168	Gliaretta-Vaudet	-19.5	2645
172	Plattes des Chamois	-24	2540
189	Rutor	-5	2590
200	Merid. Arguerey	-	2745
201	Sett. Arguerey	-	2740
203	Sett. Breuil	-108 (2019) ²	2855
208	Estellète	NM	2641
225	Planpincieux	NM	2641
227	Prà Sec	NM	2540
232	Or. di Gruetta	-2	2655
272	La Roisette	-2	NM
289	Valtourmanche	-17.5	3100
306	Indren	-306	3180
Sesia - Po			
311	Bors	-12	3195
312	Piode	-18	NM
314-315	Sesia-Vigne	-51	NM
Toce - Ticino - Po			
322	Signal	NM	2610
323	Monte Rosa	NM	2180
324	Nordend	NM	2335
325	Belvedere	-29.5	1840
326	Piccolo Fillar	NM	2710
356	Merid. di Hohsand	-40	2550
Adda - Po			
365	Pizzo Ferrè	-27.5	2700
371	Mer. di Suretta	-12	2705
390	Passo di Bondo	-17	2925
408	Predarossa	-46	2720
408.1	Sella di Pioda	-151 (2016) ³	3160
411	Or. di Cassandra	-8	NM
416	Ventina	-10	2370
419	Disgrazia	-X	NM
422	Sissone	-5	2775
432	Scerscen Inferiore	-70	2785
435	Caspoggio	-13.5	NM
440	Or. di Fellaria	-X	2565

(*) Salvo quando diversamente indicato nella colonna «variazione». Tabella riassuntiva compilata da M. Chiarle sulla base dei dati forniti dai coordinatori. Nel caso di più segnali su di una stessa fronte, viene riportata la media delle variazioni; i dati originali sono pubblicati nelle relazioni sui singoli ghiacciai.

(**) *Apart from when indicated otherwise in the column «variation». Summarising table compiled by M. Chiarle according to the data supplied by the coordinators. In case more signals are present on the same front, the average value of the measured fluctuations is reported; the original data are published in the single glaciers reports.*

¹ Baroni *et al.*, 2016; ² Baroni *et al.*, 2020a; ³ Baroni *et al.*, 2017; ⁴ Armando *et al.*, 2005; ⁵ Baroni *et al.*, 2020b; ⁶ Baroni *et al.*, 2022.

bacino e n. catasto <i>basin and n. of Inv.</i>	ghiacciaio <i>glacier</i>	variazione <i>fluctuation</i>	quota fronte <i>snout elevat.</i>
443	Pizzo Scalino	-27.5	2750
473	Orientale di Dosedè	-21.5	2625
502	Gran Zebrù (ramo centrale)	-17	3100
	Gran Zebrù (ramo occidentale)	-16	3150
	Gran Zebrù (media)	-16.5	
503	Cedèc (lobo settentrionale)	-7	2990
	Cedèc (lobo meridionale)	-43	2850
	Cedèc (media)	-25	
507	Paion della Mare (lobo centrale)	-29.5	NM
507.1	Centrale dei Forni	-29	2515
	Occidentale dei Forni	-16	2726
	Orientale dei Forni	nuovo	2835
512.1	Dosegù	-17.5	2885
516	Sforzellina	-10	2830
541	Marovin	-17	2075
543	Lupo	-13.5	2445
567	Occ. del Trobio o dei Tre Confini	estinto	estinto
Oglio - Po			
577	Occ. del Pisgana	-7	NM
581	Venerocolo	-10.5	2570
Sarca - Mincio - Po			
632	Ghiacciaio di Conca (orientale Carè Alto)	-4.5	3100
637	Ghiacciaio della Lobbia	-2	2755
639	Ghiacciaio del Mandrone	-97.5	NM
640	Ghiacciaio Occidentale di Nardis	-21	2774
643	Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale	-15	2630
Adige			
690	Ghiacciaio Merid. di Taviela	-33 (2004) ⁴	3090
699	Ghiacciaio de La Mare	NM	3101
701	Ghiacciaio del Careser	-20	2966
710	Ghiacciaio di Sternai	NM	2943
718	Ghiacciaio Soi	-19.5	NM
727	Ghiacciaio di Grames	-17.5	2910
728	Vedretta Serana	-17	NM
729	Vedretta Ultima	NM	NM
730	Vedretta Alta	-14	2861
731	Vedretta della Forcola	-7	2764
732	Vedretta del Cevedale	-17	2793
733	Vedretta Lunga	-14	2740

bacino e n. catasto <i>basin and n. of Inv.</i>	ghiacciaio <i>glacier</i>	variazione <i>fluctuation</i>	quota fronte <i>snout elevat.</i>
743-744	Ghiacciaio di Lasa e Basso dell'Angelo	NM	NM
749	Vedretta di Dentro di Zai	-32 (2020) ⁵	2974
754	Ghiacciaio di Rosim	-10	3020
762	Ghiacciaio Solda	-18	2730
771	Ghiacciaio del Madaccio	-3.5	2665
777	Ghiacciaio di Vallelunga - Langtaufemer	-325	2530
778	Ghiacciaio Barbadorso di Dentro - Innerer Baerenbart Ferner	-10	2780
788	Ghiacciaio di Mazia	-19.5	2800
794	Ghiacciaio di Saldura Merid.	-59	3000
805	Vedretta di Lagaun	-9	3050
813	Vedretta del Giogo Alto	-39	NM
818	Vedretta della Grava	-122 (2021) ⁶	3077
828	Vedretta della Croda Rossa	-20	2945
829	Vedretta di Tessa	-51	2825
875	Vedretta di Malavalle	-69	2610
876	Vedretta Pendente	-31	2625
880	Ghiacciaio Montarso	NM	2700
908	Ghiacciaio Rio Torbo	NM	2750
912	Vedretta di Predoi	-91	2581
920	Ghiacciaio Rosso Destro	-26 (2021) ⁶	2675
926	Ghiacciaio Occ. di Sassolungo	-19	2566
927	Ghiacciaio di Collalto	NM	2637
929	Ghiacciaio Gigante Centrale	-9	2800
941	Ghiacciaio Principale della Marmolada fronte orientale	-12 (2021)	2650
	fronte centrale	NM	2830
	fronte occidentale	NM	2800
941.1	Ghiacciaio Principale della Marmolada (settore occidentale)	-207.5	2796
947	Ghiacciaio del Travignolo	-37	2397
Piave			
950	Ghiacciaio della Fradusta	0	2783
966	Ghiacciaio Sup. dell'Antelao	-9.5	2520
967	Ghiacciaio Inf. dell'Antelao	-4	NM
Vomano - Mavone			
1006	Ghiacciaio del Calderone	NM	NM

(*) Salvo quando diversamente indicato nella colonna «variazione». Tabella riassuntiva compilata da M. Chiarle sulla base dei dati forniti dai coordinatori. Nel caso di più segnali su di una stessa fronte, viene riportata la media delle variazioni; i dati originali sono pubblicati nelle relazioni sui singoli ghiacciai.

(**) *Apart from when indicated otherwise in the column «variation». Summarising table compiled by M. Chiarle according to the data supplied by the coordinators. In case more signals are present on the same front, the average value of the measured fluctuations is reported; the original data are published in the single glaciers reports.*

¹ Baroni *et al.*, 2016; ² Baroni *et al.*, 2020a; ³ Baroni *et al.*, 2017; ⁴ Armando *et al.*, 2005; ⁵ Baroni *et al.*, 2020b; ⁶ Baroni *et al.*, 2022.

SETTORE PIEMONTESE - VALDOSTANO

PIEMONTE - VAL D'AOSTA SECTOR

a cura di (*editor*) Marta Chiarle

Nel corso della campagna glaciologica 2023 sono stati complessivamente visitati, da parte di 74 operatori, coadiuvati da numerosi collaboratori, 130 ghiacciai di cui 59 oggetto di misurazione della posizione della fronte. Accanto a queste ultime, si affermano sempre più rilievi realizzati con varie tecniche geomatiche. Per 8 ghiacciai (Grand Etrèt, Lavassey, Soches-Tsanteleina, Goletta, Torrent, Gliaretta-Vaudet, Estellète, Meridionale di Hohsand) è stato eseguito il rilievo topografico del margine frontale mediante GPS, mentre i ghiacciai della Croce Rossa, della Bessanese, della Ciamarella, dell'Albaron di Sea, di Sea, di Ciardoney, del Rutor, la lingua glaciale del Miage, il Prà Sec, il Piccolo Grapillon, il Settentrionale delle Locce, il Signal, il Monte Rosa, il Nordend e il Piccolo Fillar sono stati oggetto di rilievi aerofotogrammetrici. Indagini geomatiche di varia natura hanno riguardato inoltre gli apparati glaciali di Grand Croux, Planpincieux, Grandes Jorasses, Pra Sèc, come illustrato nelle specifiche relazioni. Sono proseguite sul Ghiacciaio del Belvedere le misure di ablazione e velocità superficiale della lingua glaciale. Infine, per i ghiacciai di Ciardoney, del Timorion, del Grand Etrèt e del Rutor sono stati realizzati i consueti bilanci di massa annuali. La distribuzione dei ghiacciai visitati fra i vari gruppi montuosi è la seguente:

Gruppo montuoso	N. ghiacciai visitati
Alpi Marittime	6
Alpi Cozie	6
Alpi Graie	92
Alpi Pennine	21
Alpi Lepontine	5
TOTALE	130

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle misure (per lo più riferite al 2022, tranne una riferita al 2015 e due al 2019) possono essere così sintetizzati (si noti che in 7 casi le rapide trasformazioni occorse alle fronti glaciali hanno reso necessario il posizionamento di nuovi punti segnali, interrompendo la continuità delle serie di misura):

- ghiacciai in ritiro: 52 (100% dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari: 0 (0% “)
- ghiacciai in avanzata: 0 (0% “)

Nevicate non particolarmente abbondanti (ad es. vicine alla media al Ghiacciaio di Ciardoney con 1410 mm di *w.e.*, quarto valore più basso per il Ghiacciaio del Timo-

rión con 630 mm di *w.e.*) e concentrate nel periodo primaverile, ed un'estate lunga e molto calda hanno consegnato l'ennesima annata negativa per i ghiacciai delle Alpi Occidentali. I bilanci di massa restituiscono un quadro di perdite marcate, anche se inferiori a quelle occorse nella drammatica annata 2021/2022, distaccandosi così parzialmente dal quadro internazionale che vede l'annata 2022/2023 come la peggiore dall'inizio delle serie di misura. Per il Grand Etrèt il bilancio specifico di -2386 mm di *w.e.* è il secondo peggiore dall'inizio delle misure (2000) dopo quello del 2021/2022. Per il Ciardoney il dato di -2170 mm di *w.e.* è il doppio della media registrata nella serie di misure ormai trentennale, grazie alla quale il ghiacciaio, secondo in Italia dopo quello del Careser, è divenuto ufficialmente uno dei 50 *reference glaciers* del WGMS per i bilanci di massa. Il quadro è confermato a scala regionale dall'elevato numero di ghiacciai per i quali è riportata neve residua scarsa o nulla al momento dei sopralluoghi. Gli arretramenti frontali confermano l'informazione proveniente dai bilanci di massa, con un arretramento medio pari a circa 20 m, metà di quello documentato per il 2022. Gli arretramenti individuali sono per lo più inferiori ai 20 m, anche se in qualche caso raggiungono i 40-50 m (ad es. Sesia-Vigne -51 m, Coupè di Money -42 m, Capra -41.5). Spicca il dato, fortunatamente isolato, del Ghiacciaio di Indren che, a seguito del distacco di un'ampia porzione del settore frontale dal corpo principale, è arretrato di ben 306 m, con una risalita della quota della fronte di 85 m. Sempre più numerosi poi i ghiacciai per i quali sono riportati assottigliamenti e riduzioni areali riconoscibili ad occhio nudo da un anno all'altro. I modelli fotogrammetrici realizzati per numerosi ghiacciai hanno consentito di generare modelli digitali del terreno aggiornati che, confrontati con quelli disponibili per annate precedenti, hanno permesso di quantificare i tassi di perdita areale e volumetrica in anni recenti. Il Ghiacciaio della Ciamarella (0.5 km²), ad esempio, ha perso tra il 2010 e il 2023 circa il 18% della sua estensione e quasi 8 milioni di m³ ghiaccio, con una perdita media di circa 13 m di spessore. Un tasso analogo di abbassamento della superficie glaciale è stato ricavato per il Ghiacciaio del Piccolo Grapillon per il periodo 2018-2023 (-0.94 m/anno), valori in linea con quelli documentati a scala globale (-1.1 m in media nel 2023, fonte WGMS). Il procedere spedito della fusione glaciale è testimoniato anche dalla presenza di abbondante acqua di fusione sulla superficie dei ghiacciai, sotto forma di *bédière* o ruscellamento superficiale, e dal continuo incremento della copertura detritica, talora dovuta a crolli dalle pareti circostanti, talora riesumata dalla stessa fusione glaciale. Si richiamano a questo riguardo i notevoli eventi di crollo documentati sui ghiacciai della Bessanese, di Bors e del Miage. Accanto ai crolli di roccia, iniziano sempre più frequentemente a interagire con i corpi glaciali anche episodi di colata detritica: caso

emblematico è la colata proveniente dal bacino glaciale del Castelfranco che il 27 agosto è sovrascorsa sul lobo sinistro del Ghiacciaio del Belvedere. La crescente copertura detritica se, da una parte, protegge le masse glaciali dall'irraggiamento solare e dunque ne rallenta la fusione, dall'altra rende talora complessi il riconoscimento del margine frontale e le operazioni di misura. Il regresso e l'assottigliamento glaciale sono altresì testimoniati dalla continua espansione degli affioramenti rocciosi ai margini e all'interno dei corpi glaciali, fino a determinarne lo smembramento e dalla formazione ed espansione dei laghi glaciali.

I dati sono stati raccolti con il contributo di operatori del Comitato Glaciologico Italiano (CGI), del Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP), di ARPA Piemonte, di ARPA Valle d'Aosta (ARPA VdA), di Fondazione Montagna Sicura (FMS), di IMAGEO s.r.l., del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), della Società Meteorologica Italiana (SMI), dell'Università di Torino (UNITO) e del Politecnico di Torino (PoliT). Si ringraziano Cristina Viani e Giovanni Mortara per la preziosa collaborazione all'organizzazione e alla validazione dei dati glaciologici e alla revisione dei testi. Questa campagna è dedicata a due storici operatori del CGI, Alessandro Viotti e Maurizio Tron, che ci hanno lasciato nel 2024. Alessandro Viotti ha documentato per un trentennio l'evoluzione dei ghiacciai del Gruppo Miravidi-Lechaud e Berio Blanc, ma anche delle Alpi Marittime e il Ghiacciaio di Estellète nel Monte Bianco. Maurizio Tron ha legato il suo nome ai ghiacciai Galambra, Agnello e Lamet, che ha monitorato dal 1997 fino al 2022. Entrambi sono stati un esempio di appassionata dedizione alla documentazione delle trasformazioni dei ghiacciai alpini: la loro preziosa eredità risiede non solo nei tanti dati raccolti, ma anche nell'aver trasmesso la propria esperienza e la passione per i ghiacciai.

During the 2023 glaciological campaign, a total of 74 operators, assisted by numerous collaborators visited 130 glaciers, of which 59 were measured. For 8 glaciers (Grand Etrêt, Lavassey, Soches-Tsanteleina, Goletta, Torrent, Gliairetta-Vaudet, Estellète, Meridionale di Hobsand), the topographical relief of the front has been carried out with GPS, while the Croce Rossa, Bessanese, Ciamarella, Albaron di Sea, Sea, Ciardoney and Rutor glaciers, the tongue of the Miage Glacier, and the Prà Sec, Piccolo Grapillon, Settentrionale delle Locce, Signal, Monte Rosa, Nordend and Piccolo Fillar glaciers were the subject of aerophotogrammetric surveys. Various geomatic investigations were also carried out on the glaciers of Grand Croux, Planpincieux, Grandes Jorasses and Pra Sèc, as illustrated in the specific reports. Measurements of glacier surface ablation and velocity continued on the Belvedere Glacier tongue. Finally, the usual annual mass balances were carried out on the Ciardoney, Timorion, Grand Etrêt and Rutor glaciers.

Distribution of the observed glaciers among the northwestern alpine groups is as follows:

Mountain group	N° of observed glaciers
Maritime Alps	6
Cottian Alps	6
Graian Alps	92
Pennine Alps	21
Lepontine Alps	5
TOTAL	130

From the dynamic point of view, the results of the measurements (all referring to 2022, except for one measure referring to 2015 and two referring to 2019) can be summarized as follows (please note that in 7 cases the rapid transformations that occurred at the glacier front made it necessary to position new benchmarks, interrupting the continuity of the measurement series):

- retreating glaciers: 52 (100% of measured glaciers)
- stationary glaciers: 0 (0% “ ”)
- advancing glaciers: 0 (0% “ ”)

Not particularly abundant snowfall (e.g. close to the average at the Ciardoney Glacier with 1410 mm of w.e., fourth lowest value for the Timorion Glacier with 630 mm of w.e.) and concentrated in spring, and a long and very hot summer resulted in another negative year for the glaciers of the Western Italian Alps. The mass balances show marked losses, even if lower than those occurred in the dramatic 2021/2022 year, thus partially differing from what was found at the global scale, with the 2022/2023 year being the worst since the beginning of the measures. For the Grand Etrêt Glacier, the specific mass balance of -2386 mm of w.e. is the second worst since the beginning of the measurements (2000) after that of 2021/2022. For the Ciardoney Glacier, the annual mass balance of -2170 mm of w.e. is double the average loss recorded in the thirty-year series of measurements, thanks to which the glacier, second in Italy after Carreser, has officially become one of the 50 “reference glaciers” of the WGMS for mass balances. This picture is confirmed at a regional scale by the high number of glaciers for which little or no residual snow is reported at the time of the surveys. The frontal retreats confirm the information provided by the mass balances, with an average retreat of about 20 m, half of that documented for 2022. The individual retreats are mostly less than 20 m, although in a few cases they have been of 40-50 m (e.g. Sesia-Vigne -51 m, Coupè di Money -42 m, Capra -41.5). The fortunately unique data of the Indren Glacier stands out, which, following the detachment of a large portion of the frontal sector from the main body, retreated by 306 m, with an 85 m rise in the front eleva-

tion. There is an increasing number of glaciers for which thinning and areal reductions recognizable by eye from one year to the next are reported. The photogrammetric models created for numerous glaciers allowed to generate updated digital terrain models which, compared with those available for previous years, provided a quantification of the rates of areal and volumetric loss in recent years. The Ciamarella Glacier (0.5 km²), for example, lost about 18% of its extent and almost 8 million m³ of ice between 2010 and 2023, with an average loss of about 13 m of thickness. A similar rate of lowering of the glacier surface was obtained for the Piccolo Grapillon Glacier for the period 2018-2023 (-0.94 m/year), values in line with those documented on a global scale (-1.1 m on average in 2023, source WGMS). The rapid progress of glacier melting is also documented by the abundance of meltwater running on the glacier surface, along bédrière or as surface runoff, and by the continuous increase in debris cover, due to rockfalls from the surrounding slopes, or brought to light by glacier melt. In this regard, we recall the large rockfalls documented on the Bessanese, Bors and Miage glaciers. In addition to rockfalls, debris flows are increasingly interacting with the glaciers: a remarkable case is the debris flow initiated in the Castelfranco basin that overflowed the left lobe of the Belvedere Glacier on 27 August. On the one hand, the increasing debris cover protects the glaciers from direct solar radiation and thus slows down ice melting, on the other hand it can make the recognition of the glacier front and measures complex. Retreat and thinning of glaciers are also highlighted by the continuous enlargement of rock outcrops at the margin and inside the glaciers, to the point of causing their dismemberment, and by the growth of glacial lakes.

Data were collected with the contribution of operators of the Italian Glaciological Committee (CGI), the Gran Paradiso National Park (PNGP), ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta (ARPA VdA), Fondazione Montagna Sicura (FMS), IMA-GEO s.r.l., the National Research Council (CNR), the Italian Meteorological Society (SMI), the University of Torino (UNITO) and the Polytechnic of Torino (PoliTO). Cristina Viani and Giovanni Mortara provided a valuable contribution in the organization and validation of the glaciological data and in the revision of the texts.

This glaciological campaign is dedicated to two CGI operators, Alessandro Viotti and Maurizio Tron, who died in 2024. Alessandro Viotti documented the evolution of the glaciers of the Miravidi-Lechaud and Berio Blanc Group for thirty years, as well as the Maritime Alps and the Estellétte Glacier in the Mont Blanc massif. Maurizio Tron linked his name to the Galambra, Agnello and Lamet glaciers, which he monitored from 1997 to 2022. Both were an example of passionate dedication to documenting the transformations of Alpine glaciers: their precious legacy lies not only in the large amount of data collected, but also in having passed on their experience and passion for glaciers.

SETTORE LOMBARDO

LOMBARDIA SECTOR

a cura di (editor) Riccardo Scotti

Dalle relazioni fornite da Servizio Glaciologico Lombardo e dal Prof. Claudio Smiraglia (CGI), la campagna 2023 è stata svolta come di consueto su tutti e 7 i settori montuosi della regione interessando 29 ghiacciai, 22 dei quali monitorati con misura della variazione frontale rispetto al 2022 (Baroni *et al.*, 2023). In seguito allo smembramento del Ghiacciaio di Predarossa è stato individuato il nuovo ghiacciaio della Sella di Pioda (408.1). Su questo apparato glaciale è stato posto un nuovo segnale di misura che raccorda la serie già attiva dal 2016 e ora completamente ricostruita. Altri nuovi segnali alla fronte interessano cinque ghiacciai campione: il Ghiacciaio del Pizzo Scalino nel Gruppo del Bernina, il Ghiacciaio Orientale di Dosdè nel Gruppo Piazzzi-Campo, i ghiacciai del Gran Zebrù, del Cedec, Centrale e Occidentale dei Forni nel Gruppo Ortles - Cevedale.

Suddivisi per gruppi montuosi, i ghiacciai osservati sono così distinti:

Gruppo montuoso	N. ghiacciai visitati
Tambò - Stella	2
Badile - Disgrazia	7
Bernina	5
Piazzzi - Campo	1
Ortles - Cevedale	8
Orobie	3
Adamello	3
TOTALE	29

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle 22 misure eseguite si possono così sintetizzare:

- ghiacciai in ritiro 22 (100% dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari 0 (0% “)
- ghiacciai in avanzata 0 (0% “)

I valori di altezza neve e contenuto in acqua equivalente (SWE) nel manto nevoso ad inizio stagione di ablazione hanno mostrato anomalie tra il -20% e il -30%, con marcato gradiente altitudinale che ha penalizzato maggiormente i ghiacciai alle quote più basse. A fronte di una situazione a inizio stagione di ablazione meno negativa rispetto al 2022, la seconda parte dell'estate, estremamente calda, ha portato per il secondo anno consecutivo ad un azzeramento quasi completo della neve residua con conseguenti notevolissime perdite volumetriche su tutti i ghiac-

ciai oggetto di monitoraggio. Sui due ghiacciai più estesi delle Alpi italiane (Ghiacciaio dell'Adamello e Ghiacciaio dei Forni nel Gruppo Ortles - Cevedale) per il secondo anno consecutivo la neve è scomparsa quasi completamente a tutte le quote. Solo sui ghiacciai Occidentale e Orientale di Fellaria (Gruppo del Bernina) l'innevamento residuo è riuscito a conservarsi sul 30% della superficie a fine stagione.

L'intero campione dei ghiacciai monitorati ha mostrato arretramenti molto significativi. In particolare il Ghiacciaio di Predarossa (Badile - Disgrazia) dopo aver perso 62 m nel 2022 arretra di altri 46 m nel 2023, mentre il Ghiacciaio Inferiore di Scerscen raggiunge il ragguardevole valore di 70 m di arretramento. La contrazione areale e volumetrica dei ghiacciai, tanto intensa quanto equamente distribuita tra i diversi settori, è stata accompagnata anche quest'anno da eventi diffusi di crollo dalle pareti rocciose che hanno favorito il progressivo incremento della copertura detritica superficiale. Notevoli sono stati gli eventi di dissesto legati agli intensi eventi meteorici che si sono alternati alle fasi calde di fine estate. In particolare, l'evento alluvionale del 27-29 agosto contraddistinto da pioggia fino ad oltre 3200-3300 m di quota ha provocato un intenso dilavamento e la mobilitazione di materiale detritico nelle aree glaciali e proglaciali in numerosi settori (in particolare nella zona del Ghiacciaio dei Forni). Un singolo ma significativo evento di crollo in ghiaccio è avvenuto in una ripida porzione del Ghiacciaio Occidentale di Fellaria nei primi giorni di ottobre.

I ghiacciai monitorati con la tecnica del bilancio di massa forniscono dati molto negativi con valori secondi solo al 2022 (v. cap. relativo ai bilanci di massa dei ghiacciai italiani per i dati di dettaglio). Il Ghiacciaio Settentrionale di Campo (n. catasto 997) nel Gruppo Piazz-Campo monitorato dal Servizio Glaciologico Lombardo ha registrato un bilancio negativo, con una perdita pari a -2193 mm *w.e.* In questo contesto non sorprende la completa estinzione del Ghiacciaio del Trobio, il più grande ghiacciaio del gruppo Orobie all'apice della Piccola Età Glaciale (109 ha – Scotti *et al.*, 2014).

According to the reports provided by the Glaciological Service of Lombardy Region (SGL) and Prof. Claudio Smiraglia from the Italian Glaciological Committee (CGI), the 2023 glaciological survey was carried out as usual on all 7 mountain sectors of the region involving 29 glaciers, 22 of which were monitored with frontal measurements with respect to 2022 (Baroni et al., 2023). Following the fragmentation of the Predarossa Glacier, the new Sella di Pioda Glacier (408.1) was identified. A new frontal measurement signal was placed on this glacier that connects the historical series already active since 2016 and now here entirely reconstructed. Other new signals were placed on five sample glaciers: the Pizzo Scalino Glacier in the Bernina Group, the Orientale di Dosdè

Glacier in the Piazz-Campo Group, the Gran Zebrù, Cedec, Centrale and Occidentale dei Forni glaciers in the Ortles - Cevedale Group.

Sub-divided by mountain group, the glaciers observed are classified as follows:

Mountain group	N° of observed glaciers
Tambò - Stella	2
Badile - Disgrazia	7
Bernina	5
Piazz-Campo	1
Ortles - Cevedale	8
Orobie	3
Adamello	3
TOTAL	29

From the point of view of dynamics, the results of the 22 measurements can be summarised as follows:

- retreating glaciers 22 (100% of measured glaciers)
- stationary glaciers 0 (0% “)
- advancing glaciers 0 (0% “)

The snow depth and Snow Water Equivalent (SWE) measurements at the beginning of the ablation season showed anomalies between -20% and -30%, with a marked altitudinal gradient that penalized the glaciers at the lowest altitudes more. In the face of a less negative situation at the beginning of the ablation season compared to 2022, the extremely hot second part of the summer led for the second consecutive year to an almost complete lack of residual snow-cover. This caused a very large volumetric loss on all the monitored glaciers. On the two largest glaciers in the Italian Alps (Adamello Glacier and Forni Glacier in the Ortles - Cevedale Group) for the second consecutive year the snow disappeared almost completely at all altimetric bands. At the end of the ablation season, only the Occidentale and Orientale Fellaria glaciers (Bernina Group) managed to maintain residual snow-cover on 30% of the glacier surface.

The entire sample of monitored glaciers showed very significant frontal retreats. In particular, the Predarossa Glacier tongue (Badile - Disgrazia) after losing 62 m in 2022, retreated another 46 m in 2023 while the Inferiore di Scerscen Glacier showed a remarkable -70 m. The surface and volumetric contraction of the glaciers, as intense as equally distributed between the different sectors, was also accompanied by widespread rock-fall events that favoured the progressive increase in glacier surface debris cover. In particular, in the second part of the summer, an alternation of floods and heat-waves triggered significant mass movement events. In

particular, the flood event of 27-29 August, characterized by rain up to over 3200-3300 m a.s.l., caused intense river erosion and debris mobilization in the glacial and proglacial areas in numerous sectors (in particular in the area of the Forni Glacier). A single but significant ice collapse event occurred in a steep portion of the Western Fellaia Glacier at the beginning of October.

The glaciers monitored with the mass balance technique provide very negative data. The 2023 can be classified as the second most negative after 2022 in the entire long-term time-series (see the chapter on the mass balances of Italian glaciers for detailed data). The Settentrionale di Campo Glacier (inventory no. 997) in the Piazz-Campo Group monitored by SGL recorded a negative balance, with a loss of -2193 mm w.e. The Trobio Glacier, formerly the largest glacier in the Orobic group at the apex of the Little Ice Age (109 ha – Scotti et al., 2014), underwent a complete extinction.

SETTORE TRIVENETO e APPENNINI TRIVENETO SECTOR and APENNINES

a cura di (editor) Aldino Bondesan

I dati del 2023 sono stati raccolti con il contributo di operatori del Comitato Glaciologico Italiano (CGI), del Comitato Glaciologico Trentino della Società degli Alpinisti Tridentini (SAT) e del Servizio Glaciologico del CAI Alto Adige (SGAA). Un ringraziamento speciale va a Pietro Bruschi (SGAA), Franco Secchieri (SGAA), Cristian Ferrari (SAT) e Chiara Levorato per la raccolta e l'organizzazione generale dei dati glaciologici.

Durante la campagna del 2023, sono stati visitati 50 ghiacciai, suddivisi nei seguenti gruppi montuosi e settori alpini:

Gruppo montuoso	N. ghiacciai visitati
Adamello - Presanella (versante trentino)	5
Ortles - Cevedale (versanti trentino e altoatesino)	18
Venoste	10
Breonie	3
Aurine	3
Pusteresi	3
Dolomiti	7
Appennini	1
TOTALE	50

La posizione della fronte è stata misurata su 40 ghiacciai, e la quota minima raggiunta dal ghiaccio è stata misurata su 36 ghiacciai. Dal punto di vista dinamico, i risultati delle misurazioni effettuate sono i seguenti:

- ghiacciai in ritiro: 40 (100 % dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari 0 (0% “)
- ghiacciai in avanzata 0 (0% “)

I ghiacciai del Triveneto, coerentemente con l'andamento osservato in altre aree alpine, hanno mostrato una marcata contrazione nel 2023. Tutte le masse glaciali osservate sono risultate al di sotto della linea di equilibrio e hanno evidenziato un pronunciato assottigliamento e riduzione della superficie. Alcuni ghiacciai sono ormai vicini a condizioni critiche per la loro sopravvivenza, con diverse aree che potrebbero non essere più misurabili nel futuro prossimo. Le osservazioni meteorologiche del 2023 confermano un'annata caratterizzata da scarse precipitazioni nevose e temperature eccezionalmente elevate, che hanno accelerato l'ablazione e ridotto la copertura nevosa residua. Le elevate temperature primaverili hanno portato a un inizio anticipato della fusione, e il manto nevoso invernale si è esaurito già a settembre, con valori di ablazione senza precedenti in alcune aree. Anche alle quote più alte, il ghiaccio ha subito un notevole assottigliamento. I ritiri frontali più consistenti si sono registrati sul Ghiacciaio di Vallelunga (-325 m), sul Ghiacciaio della Marmolada (-207.5 m), sul Ghiacciaio del Mandrone, con un arretramento di 97.5 m, e sulla Vedretta del Pedroi (-91 m). I ghiacciai del Triveneto hanno subito un arretramento medio di 53 m, mentre la mediana è di -20 m e la moda di -7 m.

Un fenomeno osservato frequentemente è l'appiattimento delle fronti glaciali, specialmente in ghiacciai con lingue di ghiaccio molto sottili, dove le perdite volumetriche prevalgono sugli arretramenti frontali. L'accesso alle fronti glaciali è risultato pericoloso in diversi ghiacciai, a causa della fragilità delle aree periglaciali dovuta alla degradazione del permafrost. Questo fenomeno ha provocato l'instabilità delle rocce e l'aumento delle frane, rendendo difficile il controllo glaciologico. Ad esempio, al Ghiacciaio Lasa, l'instabilità ha impedito di accedere alla fronte. In molti ghiacciai si osserva un significativo assottigliamento, accompagnato dall'apertura e dall'ampliamento di finestre rocciose. Questo fenomeno è stato segnalato in almeno un quarto dei ghiacciai rilevati. La perdita di spessore è visibile anche attraverso la crescita delle morene galleggianti e la formazione di nuovi laghi proglaciali, cresciuti ulteriormente di numero anche quest'anno (ad esempio, al Ghiacciaio Barbadorso di Dentro, alla Vedretta di Lagaun o al Ghiacciaio Pizzo Rosso, dove è stato osservato in ciascun settore frontale un lago di recente formazione). Molti ghiacciai hanno re-

gistrato un accumulo crescente di detriti che copre la superficie glaciale, rendendo difficili le misurazioni. Questo fenomeno è particolarmente evidente sul Ghiacciaio Inferiore dell'Antelao, dove la copertura detritica ha impedito l'individuazione precisa della fronte glaciale. Nei settori superiori di diversi ghiacciai si è osservata una crescente fratturazione del ghiaccio, accompagnata da una marcata perdita di spessore.

The 2023 data were collected with contributions from operators of the Italian Glaciological Committee (CGI), the Trentino Glaciological Committee of the Società degli Alpinisti Tridentini (SAT), and the Glaciological Service of CAI Alto Adige (SGAA). Special thanks go to Pietro Bruschi (SGAA), Franco Secchieri (SGAA), Cristian Ferrari (SAT), and Chiara Levorato for their efforts in the collection and general organization of glaciological data.

During the 2023 campaign, 50 glaciers were surveyed, distributed across the following mountain groups and alpine sectors:

Mountain group	N° of observed glaciers
Adamello - Presanella (Trento side)	5
Ortles - Cevedale (Trento and Alto Adige - South Tyrol side)	18
Venoste	10
Breonie	3
Aurine	3
Pusteresi	3
Dolomiti	7
Appennini	1
TOTAL	50

The position of the glacier front was measured on 40 glaciers, and the minimum altitude reached by the ice was measured on 36 glaciers. From a dynamic standpoint, the results of the measurements are as follows:

- retreating glaciers: 40 (100% of the measured glaciers);
- stationary glaciers 0 (0% “)
- advancing glaciers 0 (0% “)

The glaciers in the Triveneto sector, consistent with trends observed in other alpine areas, showed significant retreat in 2023. All surveyed ice masses were below the equilibrium line and displayed pronounced thinning and surface reduction. Several glaciers are approaching critical conditions for their survival, with numerous areas potentially becoming unmeasurable in the near future. Meteorological observations from 2023 confirm a year characterized by low snowfall and exceptionally high temperatures, which accelerated ablation and re-

duced the residual snow cover. The high spring temperatures led to an early onset of melting, and the winter snowpack was depleted by September, resulting in unprecedented ablation levels in some areas. Even at higher elevations, substantial ice thinning was observed. The most significant frontal retreats were recorded on Vallelunga Glacier (-325 m), Marmolada Glacier (-207.5 m), Mandrone Glacier (-97.5 m), and Vedretta del Pedroi (-91 m). On average, the glaciers in the Triveneto sector experienced a retreat of 53 m, with a median of -20 m and a mode of -7 m.

A frequently observed phenomenon is the flattening of glacier fronts, especially in glaciers with very thin tongues, where volumetric losses prevail over frontal retreat. Access to glacier fronts was hazardous in several cases due to the fragility of periglacial areas resulting from permafrost degradation. This phenomenon led to rock instability and increased rockfalls, complicating glaciological monitoring. For instance, at Lasa Glacier, instability prevented access to the glacier front. Many glaciers exhibited significant thinning, accompanied by the opening and expansion of rock windows. This phenomenon was reported in at least a quarter of the surveyed glaciers. The thinning is also visible through the growth of floating moraines and the formation of new proglacial lakes, which increased in number this year as well (e.g., Barbadorso di Dentro Glacier, Lagaun Glacier, or Pizzo Rosso Glacier, where a newly formed lake was observed in each frontal sector). Several glaciers recorded increasing debris accumulation covering the glacier surface, complicating measurements. This phenomenon is particularly evident on the Lower Antelao Glacier, where the debris cover prevented precise identification of the glacier front. In the upper sectors of various glaciers, increasing ice fracturing has been observed, accompanied by marked thinning.

**SINTESI DEI FENOMENI
PIÙ IMPORTANTI OSSERVATI NEL 2023
(I NUMERI SONO QUELLI DEL CATASTO DEI GHIACCIAI)**

**SUMMARY OF THE MOST NOTICEABLE
PHENOMENA OBSERVED IN 2023
(NUMBERS ARE REFERRED TO THE GLACIERS INVENTORY)**

Assottigliamento, riduzione areale (*thinning, areal reduction*): 340, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 59, 60, 64, 70, 78, 81, 101, 126, 127.1, 131, 132, 134, 138, 145, 146, 147, 162, 163, 166, 176, 181, 197, 203, 236, 259, 260, 289, 306, 311, 312, 316, 321, 322, 323, 324, 326, 356, 365, 371, 390, 408, 408.1, 411, 416, 419, 422, 432, 435, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 516, 541, 543, 567, 577, 581, 608, 632, 637, 639, 640, 643, 690, 699, 701, 710, 718, 727, 728, 729, 730, 731, 733, 743-744, 749, 754, 762, 771, 776, 777, 778, 794, 805, 812, 818, 828, 829, 875, 876.

- Bédière*, acqua epiglaciale, mulini (*bédières*, *epiglacial water*, *moulins*): 44, 60, 64, 78, 79, 81, 101, 103, 106, 109, 110, 111, 113, 116, 121, 126, 127.1, 127.2, 129, 131, 132, 134, 139, 144, 145, 146, 147, 148, 163, 179, 200, 201, 203, 272, 278, 289, 325, 356, 371, 408, 416, 432, 435, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507.1, 512.1, 543, 577, 608, 730, 733, 749, 772, 805, 818.
- Cavità in ghiaccio (*caves in ice*): 2, 5, 56, 57-58, 60, 61, 69, 70, 72.1, 78, 101, 106, 109, 111, 121, 134, 162, 312, 356, 365, 507.1, 577, 608, 731, 828, 754, 771.
- Cedimento di argine morenico (*failure of moraine ridge*): 213, 507.1, 743, 744, 754.
- Collassi circolari (*circular collapses*): 443, 507.1, 608, 639, 643, 777.
- Colate di detrito sul ghiacciaio (*debris flow on the glacier surface*): 7, 20, 22, 49, 325.
- Coni detritici a nucleo di ghiaccio (*ice-cored debris cones*): 733, 754, 812.
- Crepacci (*crevasses*): 45, 78, 110, 115, 126, 138, 144, 145, 148, 163, 166, 177, 189, 197, 272, 408, 408.1, 411, 416, 419, 422, 432, 435, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 577, 608, 637, 639, 643, 699, 727, 728, 731, 733, 754, 771, 818, 828, 829, 875.
- Crolli di seracchi o falesie superiori, valanghe di ghiaccio (*falls of seracs or ice walls*, *ice avalanches*): 439, 440, 762, 776, 777.
- Detrito alla fronte (*debris covering the terminus*): 40, 43, 51, 52, 56, 61, 72.1, 72.2, 102, 103, 116, 127.1, 129, 134, 138, 139, 140, 142, 145, 146, 168, 200, 201, 203, 208, 209, 232, 236, 272, 289, 311, 312, 321, 324, 326, 371, 408, 416, 432, 435, 502, 503, 512.1, 516, 541, 581, 710, 718, 729, 730, 731, 733, 749, 754, 762, 771, 818, 829.
- Detrito sulla superficie del ghiacciaio (*debris on the glacier surface*): 1, 2, 3, 5, 7, 13, 15, 20, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 48, 56, 57-58, 60, 61, 64, 69, 70, 72.1, 78, 79, 81, 95, 101, 106, 109, 110, 111, 115, 116, 121, 126, 127.2, 134, 142, 145, 146, 147, 155, 162, 163, 172, 179, 197, 200, 201, 203, 209, 260, 272, 278, 321, 323, 324, 326, 371, 390, 408, 416, 432, 502, 507.1, 516, 541, 543, 581, 699, 710, 718, 729, 733, 754, 762, 771, 805, 829.
- Finestre, formazione e allargamento (*appearance and enlargement of rock outcrops*): 101, 112, 126, 132, 134, 138, 139, 140, 147, 148, 163, 168, 177, 179, 232, 289, 322, 323, 356, 365, 419, 432, 439, 440, 507.1, 512.1, 543, 577, 581, 608, 639, 699, 710, 727, 728, 729, 733, 743-744, 818, 829, 828, 875.
- Frane di roccia sul ghiaccio (*rock falls on ice*): 40, 59, 95, 121, 128, 132, 140, 181, 183, 213, 311, 312, 314-315, 727, 728, 729, 733, 777, 778, 805, 818.
- Fronte crepacciata, sfrangiata, sollevata (*terminus with crevasses*, *fringed*, *lifted*): 45, 47, 323, 419, 440, 507.1, 718, 728, 754, 762.
- Fronte, appiattimento (*flattening of the terminus*): 128, 130, 144, 145, 146, 166, 177, 213, 221, 314-315, 356, 365, 371, 390, 408, 408.1, 411, 416, 419, 422, 432, 435, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 516, 541, 543, 577, 581, 608, 718, 728, 731, 733, 876.
- Fronte, distacchi e crolli (*detachments and ice falls from the terminus*): 57-58, 103, 109, 112, 138, 208, 225, 226, 325, 365, 440, 443, 507.1, 608, 729, 731, 733, 754, 771, 776, 777.
- Ghiaccio morto (*dead ice*): 57-58, 60, 61, 69, 70, 72.1, 103, 145, 162, 166, 168, 208, 272, 306, 326, 356, 357, 416, 443, 502, 512.1, 718, 731, 733, 754, 794, 772.
- Laghi glaciali (*glacial lakes*): 29, 42, 57-58, 69, 70, 72.1, 102, 103, 111, 112, 144, 145, 147, 179, 189, 198, 203, 213, 289, 316, 324, 325, 357, 432, 440, 443, 577, 730, 731, 733, 743-744, 749, 777, 778.
- Morene frontali/laterali (*lateral and terminal moraines*): 710, 729, 731, 733, 754, 762, 771.
- Morene mediane (*medial moraines*): 103, 112, 129, 189, 208, 371, 419, 432, 439, 502, 507, 507.1, 762, 771, 777, 778.
- Neve residua abbondante (*abundant residual snow*): 699, 730, 733, 777.
- Neve residua scarsa o nulla (*few or lacking winter snow*): 20, 29, 34, 41, 43, 44, 45, 46, 51, 64, 70, 78, 79, 81, 95, 101, 102, 103, 106, 111, 113, 115, 121, 126, 127.2, 128, 130, 131, 134, 138, 139, 140, 142, 144, 145, 146, 148, 163, 166, 168, 172, 176, 189, 200, 201, 272, 289, 311, 316, 356, 360, 365, 371, 390, 408, 408.1, 411, 416, 419, 422, 432, 435, 443, 473, 502, 507, 507.1, 512.1, 516, 541, 543, 567, 577, 581, 608.
- Separazione di corpi glaciali (*detachment of ice bodies*): 50, 148, 177, 316, 408, 408.1.
- Svuotamento di lago glaciale (*glacial lake outburst*): 111, 140, 213, 371.
- Termocarsismo, doline in ghiaccio (*thermokarst*, *dolines in ice*): no.
- Valanghe (*snow avalanches*): 44, 64, 162, 172, 179, 280, 285, 313, 324, 326.

Settore Piemontese - Valdostano

(Coordinatore: Marta Chiarle)

ALPI MARITTIME

Bacino: STURA DI DEMONTE - PO

Gruppo Clapièr - Maledia

1 *Ghiacciaio del Clapièr*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.08.09

Ghiaccio scoperto è presente da 2750 m a 2840 m di quota circa, dove hanno inizio le pareti rocciose; il giorno della visita il ghiacciaio era ancora in parte ricoperto da neve dell'ultima stagione invernale. Più in basso, almeno fino a 2650 m di quota, il ghiaccio è sepolto sotto una potente coltre detritica grossolana, ma a tratti risulta visibile in superficie. Le quote sono desunte dalla cartografia ufficiale sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: NM

2 *Ghiacciaio di Peirabròc*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.25

Il glacionevato, estintosi dal 2006, è stato visitato il 9 agosto e il 25 settembre. I sopralluoghi hanno permesso di constatare la presenza di ghiaccio scoperto da 2580 m fino a 2660 m di quota, dove hanno inizio le pareti rocciose; il ghiaccio residuo in parte era ancora ricoperto da neve dell'ultima stagione invernale. Più in basso, fino a 2450 m s.l.m., il ghiaccio è sepolto sotto una potente coltre detritica grossolana. Nel corso del primo sopralluogo sono state rilevate due grotte nel ghiaccio formatesi al di sotto della coltre detritica per il processo di parziale fusione della massa glaciale sepolta, durante la calda stagione estiva del 2022: all'interno della cavità occidentale era infatti presente neve dell'ultima stagione invernale. Lo sbocco delle cavità era collocato a 2455 m di quota; la grotta più occidentale aveva uno sviluppo longitudinale di circa 60 m, la grotta orientale di circa 10 m. Le misure eseguite con distanziometro laser all'interno delle cavità permettono di stimare una massa glaciale sepolta di almeno 10 m di spessore. Durante il secondo sopralluogo si è constatato il crollo delle due cavità e la formazione di una nuova grotta in posizione intermedia. Le quote sono desunte dalla cartografia ufficiale sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: 2580 m (C)

3 *Ghiacciaio della Maledia*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.25

Il ghiaccio non è mai esposto in modo evidente essendo rivestito da una copertura detritica continua sin dalla sommità del versante (Passo del Pagari, 2798 m s.l.m.). Tuttavia, a partire da quota 2735 m e fino nei pressi del Lago del Pagari (2610 m s.l.m.), si riconosce la presenza di ghiaccio in svariati punti al di sotto del detrito, sia ai bordi che al centro dell'accumulo detritico. Le quote sono desunte dalla cartografia ufficiale sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: NM

5 *Ghiacciaio Ciafraión*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.26

Il glacionevato è stato osservato a distanza; il luogo prescelto per le osservazioni è rappresentato dall'insellatura nota come Passaggio dei Ghiacciai (2750 m s.l.m.) che si apre sulla cresta spartiacque tra il Vallone del Gesso della Barra ad Ovest e quello del Monte Colombo a Est. Si è constatata la presenza di due placche di ghiaccio nella parte alta del versante, a ridosso della parete rocciosa del Gelas; più a valle non si sono osservate evidenze della presenza di ghiaccio sepolto.

Quota min. fronte: NM

6 *Ghiacciaio di Gelas*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.26

L'affioramento più significativo di ghiaccio si trova nella parte sommitale del versante tra le quote di 2890 m e 2860 m; complessivamente la superficie di ghiaccio esposta è di circa 2000 m². Al di sotto dei 2860 m e fino a 2720 m di quota, dove non è presente roccia affiorante, il versante è ricoperto da una significativa copertura detritica che maschera il sottostante ghiaccio; intorno a quota 2780 m, in posizione centrale, sono state osservate grotte glaciali e in sinistra idrografica ancora ghiaccio affiorante. Si stima che gli spessori di ghiaccio sepolto siano intorno a 8-10 metri. Le quote sono desunte dalla cartografia ufficiale sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: 2860 m (C)

7 Ghiacciaio di Lourousa

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.11.07

Il glacionevato è stato osservato inizialmente a distanza il 10 ottobre 2023 dal sentiero che conduce alla Punta Stella (2567 m s.l.m.); successivamente, il 7 novembre, è stato rilevato direttamente percorrendolo fin quasi al suo apice. Il ghiaccio è praticamente assente lungo il canalone a monte del bacino di accumulo (Canalone di Lourousa); al contrario, nella conca posta a monte della morena frontale, il ghiaccio, seppure in gran parte ricoperto di detrito, appare ancora abbondante e stratificato. Al momento del sopralluogo il ghiaccio era esposto sia in apice a ridosso della parete rocciosa, sia al centro del bacino, dove probabilmente è stato scoperto da colate detritiche che ne hanno inciso la superficie; è verosimile che il ghiaccio sia presente al di sotto del detrito fino a circa 2430 m di quota. Nel corso della visita è stato possibile rilevare un profondo solco che incide il ghiaccio nella parte centrale del glacionevato, già visibile circa un mese prima ma probabilmente accentuatosi a causa delle piogge concentrate verificatesi il 20 ottobre 2023; il solco è allineato con il soprastante Canalone di Lourousa. Tale elemento morfologico è quasi certamente responsabile di convogliare grandi quantità di acqua contro punti ben individuati della morena frontale e per conseguenza dell'innescio di frane per colamento come si è verificato il 20 ottobre 2023 (cfr. scheda Sifrap: https://webgis.arpa.piemonte.it/geodissesto/sifrap/sifrap_ii_liv_scheda.php?cod_frana=004-77609-00). Le quote sono desunte dalla cartografia ufficiale sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: NM

ALPI COZIE

Bacino: VARAITA - PO

Gruppo Monviso

13 Ghiacciaio Inferiore di Vallanta

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -
Controllo del 2023.10.03

Il glacionevato è stato osservato a distanza dalla Punta Tre Chiosis (3080 m s.l.m.), posta in destra idrografica del Vallo-
ne di Vallanta. Il ghiaccio è mascherato quasi ovunque dal
detrito, rimane parzialmente visibile solo all'apice dell'appa-
rato. Nella conca delimitata dalla morena frontale era ancora
presente neve della passata stagione invernale, a differenza
di quanto osservato nel corso dei rilievi autunnali del 2022.

Quota min. fronte: NM

15 Ghiacciaio Caprera

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -
Controllo del 2023.10.03

L'apparato è stato osservato l'ultima volta nel 1995. Il
glacionevato è stato osservato a distanza dalla Punta Tre
Chiosis (3080 m s.l.m.). Il glacionevato, anche se quasi com-
pletamente mascherato dal detrito, presenta una morfologia
ancora ben individuabile; la sua superficie è approssi-
mativamente pari a 60 000-70 000 m². Il ghiaccio è ancora
ben visibile sui fianchi del corpo glaciale, a ridosso delle
pareti rocciose in cui è incassato; in destra idrografica si
può osservare ghiaccio stratificato. Si può stimare uno spes-
sore residuo di ghiaccio di alcune decine di metri.

Quota min. fronte: NM

20 Ghiacciaio Superiore di Coolidge

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -
Controllo del 2023.10.09

Il ghiacciaio è stato osservato a distanza l'8 settembre
2023 risalendo il sentiero che permette di raggiungere il Ri-
fugio Giacoletti dal lato meridionale. Successivamente, in
data 9 ottobre 2023, è stato effettuato un rilievo fotografico
di dettaglio con la tecnologia Gigapan. Rispetto alla cam-
pagna precedente, non si sono notate particolari differenze
relativamente alla conformazione dell'apparato glaciale:
continuano ad essere presenti due ripide placche di ghiac-
cio addossate alla parete, separate da una probabile massa
ghiacciata coperta interamente da detrito. La neve presente
sul corpo glaciale era riferibile all'episodio di precipitazio-
ne della fine di agosto 2023 e non all'ultima stagione inver-
nale. Di particolare interesse è l'osservazione di una colata
detritica nella parte sinistra orografica del ghiacciaio; dal
momento che il deposito non è ricoperto dalla neve recen-
te, si può ipotizzare che la sua attivazione sia riferibile al
forte temporale che si è verificato tra il 27 e il 28 agosto, che
ha certamente prodotto un importante colamento detritico
in corrispondenza del Ghiacciaio Inferiore di Coolidge.

Quota min. fronte: NM

22 Ghiacciaio Inferiore di Coolidge

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -
Controllo del 2023.09.08

Il glacionevato è stato rilevato direttamente fin dove le
condizioni di sicurezza lo permettevano. Nel corso dei rilie-
vi del 2022 si era osservata la presenza di modesti lembi di
ghiaccio di spessore non superiore a 2 m all'apice del pendio,
subito a valle dello sbocco del Canalone Coolidge, mentre il
resto della superficie era ricoperto da detrito. La situazione

22 - Ghiacciaio Inferiore di Coolidge (foto D. Bormioli, 2023.09.08). Il profondo solco scavato nel corpo del glacione durante il nubifragio del 27-28.08.2023 ha messo in luce placche di ghiaccio sepolto. *The deep incision cut into the glacieret during the storm of 27-28.08.2023 has exposed the ice buried under the debris.*



morfológica ha subito una marcata evoluzione in risposta ad un intenso temporale che si è verificato tra il 27 e il 28 agosto: la precipitazione concentrata ha causato l'attivazione di una colata detritica, il cui innesco si è prodotto in alto, a ridosso della parete rocciosa, mentre l'accumulo ha raggiunto la base del pendio. Nella parte alta del versante si è prodotta un'incisione ampia circa 15 m e con pareti alte circa 5/6 m, alla cui sommità sono visibili residue placche di ghiaccio; il solco di nuova formazione è compreso indicativamente tra le quote 2750 m e 2585 m. Alla quota di 2490 m, è stato rilevato un residuo di ghiaccio in posto. Le quote sono desunte dalla cartografia ufficiale sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: NM

Bacino: DORA RIPARIA - PO

Gruppo Ambin

29 *Ghiacciaio dell'Agnello*

Operatore: Luca Capo (CGI) - Controllo del 2023.09.10

Sempre presente il minuscolo laghetto glaciale osservato negli ultimi anni al di sotto della postazione F1 96. Sono del tutto assenti nevi residui; è stata tuttavia osservata la presenza di neve fresca caduta nei giorni del 26 e 27 agosto (circa 40 cm). Non è stato possibile provvedere alla misura frontale e alla documentazione fotografica a causa del rischio di crolli rocciosi.

Quota min. fronte: NM

34 *Ghiacciaio del Lamet*

Operatore: Luca Capo (CGI) - Controllo del 2023.09.17

totale assenza di nevi residui. Ormai inutili le postazioni fotografiche F1-99 e 1992 in quanto non permettono di vedere la fronte ritirata al di sopra di un ripiano a quota 3250 m circa. Fronte probabilmente raggiungibile dalla cima del Lamet. Presenza di accumuli detritici. Quota della fronte oltre quota 3100 m.

Quota min. fronte: NM

ALPI GRAIE

Bacino: STURA DI LANZO - PO

Gruppo delle Alpi Graie Meridionali

38 *Ghiacciaio della Croce Rossa*

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.26

Il sito è stato visitato con un sorvolo in elicottero. Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio. Durante il sopralluogo il ghiacciaio si presentava coperto da un sottile strato di neve recente, che ostacolava parzialmente il riconoscimento del ghiaccio e della neve residua ma che non ha impedito l'osservazione delle principali caratteristiche morfologiche. La fronte era nascosta dall'accumulo di neve, ma dal confronto con

l'ortofoto 2022 non sembrano esserci evidenze di un suo arretramento, per cui la sua posizione può essere considerata stazionaria nell'anno trascorso. Analogamente, i margini del ghiacciaio nel 2023 non sembrano discostarsi da quelli tracciati nel 2022; piccoli arretramenti metrici si osservano sui costoni rocciosi sul margine NW. Per contro, il margine occidentale appare leggermente più rigonfio di neve, che occupa porzioni dove nel 2022 emergevano rocce e detrito. Il bacino lacustre osservato nel 2022, dopo aver raggiunto la sua massima estensione documentata nel luglio 2022, al momento del sorvolo si presentava vuoto; un accenno di incisione lungo il margine verso valle potrebbe rappresentare la forra di svuotamento. Dall'analisi dei dati satellitari non sono stati riconosciuti riempimenti nel corso del 2023: l'ultima data con evidente riempimento del lago è il 18 settembre 2022 (Google Satellite). Lungo lo scivolo di ghiaccio sommitale rimangono visibili le fasce detritiche già osservate nel 2022, sia sul lato destro che sinistro.

Quota min. fronte: 3345 m (C)

40 Ghiacciaio della Bessanese

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Un modesto innevamento residuo è presente al di sopra dei 3060-3080 m di quota, nel settore più protetto ed elevato del circo collettore, alla base della parete N-NE dell'Uja di Bessanese: indice AAR stimato pari a circa 0.25. Nei settori inferiori dell'apparato la neve residua è praticamente assente, salvo alcuni isolati lembi alla base delle pareti rocciose; risulta invece ben innevato (in parte da neve recente) il glacionevato pensile presente al centro della parete E dell'Uja di Bessanese. L'apparato ha mantenuto la medesima morfologia dell'anno precedente, con margini periferici sostanzialmente invariati; tuttavia, è percepibile una perdita di volume, sebbene non misurabile oggettivamente, che appare significativa a tutte le quote. Il valore di arretramento misurato alla fronte non fornisce una indicazione qualitativamente reale della involuzione in atto. È venuta a giorno nel settore frontale attivo una porzione del margine glaciale, rimasta nei due anni precedenti completamente obliterata da detriti, che attualmente rappresenta il punto più avanzato della fronte monitorata dalla stazione E FR15. Le rilevazioni eseguite negli anni 2021-2022 si riferivano erroneamente ad un limite glaciale più arretrato di quello reale coperto da detriti; pertanto, la serie delle misure riparte dal valore di 121 m rilevato nel 2019. Per un più accurato monitoraggio del margine frontale attivo è stato istituito un riferimento ravvicinato al margine glaciale: E23 a 114 m dal segnale E FR15, coordinate (GPS) UTM-ED50 32TLR53461841, quota 2815 m: la misura continua ad essere riferita alla stazione di origine.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 05/07/2023 e il 26/09/2023; nella prima occasione è stato effettuato un sopralluogo fino al culmine della morena laterale sinistra, mentre nella seconda visita è stato effettuato un sorvolo in elicottero. Durante la visita di inizio stagione il ghiacciaio si presentava ancora totalmente innevato; alcuni precursori segni di instabilità (accumuli detritici freschi) sono stati individuati alla base dello Spigolo Murari. Il 26 settembre il ghiacciaio si presentava coperto da una fascia di neve residua nelle parti addossate alla parete rocciosa; un ampio accumulo di crollo, distaccatosi dalla base dello Spigolo Murari, occupava la porzione frontale del ghiacciaio (per i dettagli si veda più avanti). La fronte, i margini NE e N (a monte e a valle della grande isola rocciosa che borda il fianco sinistro del ghiacciaio) risultano ampiamente coperti da detrito per cui la loro delimitazione è approssimativa; dal confronto fra le ortofoto 2022 e 2023 si osserva un arretramento di 10-15 m di tratti del margine NE, mentre la posizione di tutti i restanti limiti sembra pressoché stabile. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 26 settembre 2023, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori in planimetria ed in quota sono risultati rispettivamente di 2.2 m (media su 69 *check point*) e di 1.5 m (media su 49 *check point*). In base all'analisi delle ortofoto disponibili, la superficie del ghiacciaio risulta essersi ridotta da 320 689 m² nel 2010 a 296 083 m² nel 2018, a 278 788 m² nel 2022 e infine a 271 973 m² nel 2023 (-15% tra il 2010 e il 2023). Il confronto tra i DEM 2010 e 2023 ha permesso il calcolo delle variazioni volumetriche subite dal ghiacciaio e dall'area circostante nell'intervallo di tempo considerato. All'interno dell'estensione del ghiacciaio nel 2010, la perdita di volume è stata di 3 875 000 m³, con un'incertezza di 452 000 m³, pari ad una perdita media di 13 ± 1.5 m di ghiaccio (12 ± 1.4 m *w.e.*). Dal confronto dei DEM si può osservare inoltre che l'abbassamento della superficie ha coinvolto anche aree a N e NE all'esterno del limite sinistro del ghiacciaio come delimitato nel 2010: evidentemente si tratta di aree in cui era presente ghiaccio sepolto dal detrito, non visibile, ma la cui fusione ha comunque determinato un abbassamento della superficie topografica; in quest'area, tra il 2010 e il 2023 sono andati persi altri 950 000 m³ di ghiaccio. La fascia a maggior variazione si dispone lungo tutto il margine sinistro, con valori massimi di 20-25 m, nell'area meno protetta dall'ombreggiamento della parete dell'Uja di Bessanese. Importanti perdite, comprese tra 15 e 20 m, sono distribuite anche alla base della parete rocciosa, dove in passato si accumulavano grandi coni di valanga, oggi molto meno sviluppati. Si riconosce chiaramente l'accumulo di crollo ante-2018, ben visibile sul lato occidentale del ghiacciaio; oltre

allo spessore di detrito accumulato, anche l'effetto protezione ha contribuito a minimizzare le perdite di ghiaccio. Alla base dello Spigolo Murari, classica via alpinistica sul versante settentrionale dell'Uja di Bessanese, si riconosce la depressione dovuta al crollo di fine agosto 2023: l'accumulo si è allungato sul ghiacciaio, coprendo un'area di circa 4 ha e appoggiandosi alla spalla rocciosa in sinistra, dove ha lasciato blocchi di dimensioni plurimetriche. Il confronto tra il DEM 2010 Regione Piemonte e il DEM prodotto da fotogrammetria speditiva da ARPA Piemonte con il sorvolo del 26 settembre 2023 ha permesso di definire il volume della nicchia, pari a 49 300 m³. Il calcolo è per difetto, a causa del parziale accumulo di detrito nella depressione della nicchia e perchè la topografia 2010 è riferita alla superficie del ghiacciaio nel 2010; per eccesso, per la presenza di altri distacchi dalla parete tra il 2010 e il 2023. Non vi sono state testimonianze dirette del crollo, ma l'analisi delle immagini satellitari Sentinel 2 limita l'intervallo di accadimento al periodo 22 agosto - 1° settembre 2023.

Quota min. fronte: 2815 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
E FR15 (cf)	340°	124 *	121 (2019)	-3
G FR90 (sl)	290°	56,5	54	-2,5
I FR20 (sl)	250°	48 **	47	-1

* Il dato corregge i dati pubblicati nella campagna 2020 e 2021 (per la spiegazione vedi testo), misura effettuata con distanziometro.

** Misura effettuata con distanziometro.

41 Ghiacciaio del Pian Gias

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Totale assenza di nevai residui, ad eccezione di qualche isolata chiazza di scarsa consistenza. Il confronto fotografico con le immagini della campagna precedente non evidenzia sostanziali variazioni. La copertura detritica dell'apparato è totale, occasionalmente lo scivolamento localizzato dei detriti pone a giorno la sottostante massa glaciale, che appare compatta e ancora di consistente spessore.

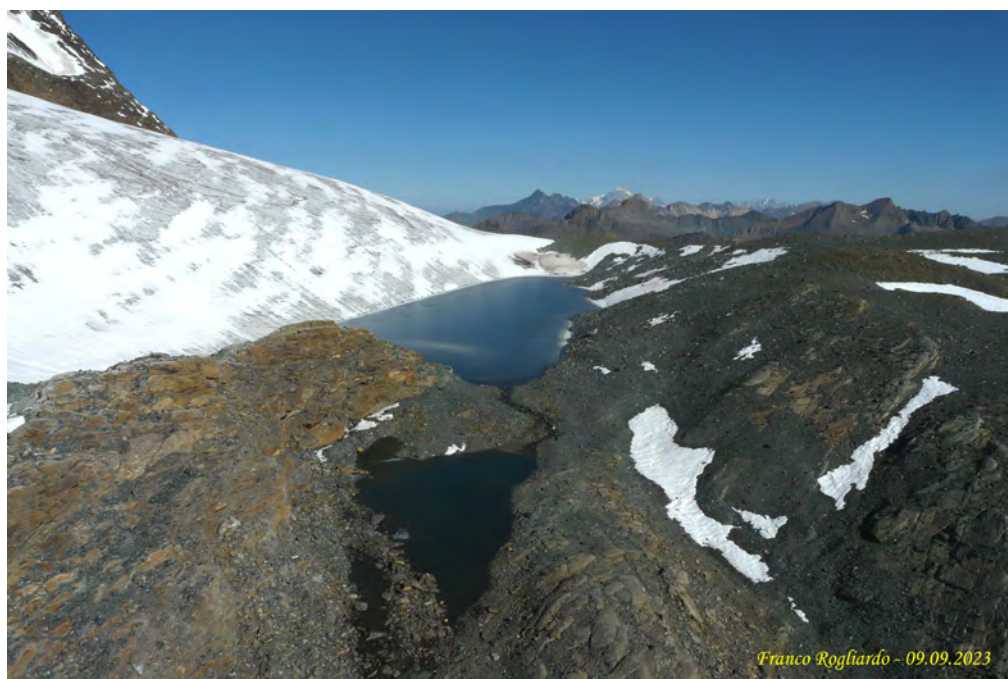
Quota min. fronte: NM

42 Ghiacciaio del Collerin d'Arnas

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Al momento del sopralluogo è presente una discontinua copertura di neve fresca che impedisce l'individuazione della neve residuale, ritenuta però scarsamente estesa e di ridotto spessore. Il ghiacciaio appare sostanzialmente stazionario, non si riscontrano variazioni volumetriche e areali evidenti rispetto all'anno precedente. Tuttavia, il confronto con le riprese fotografiche del 2022 sembra evidenziare nella calotta glaciale sommitale un sensibile assottigliamento del ghiaccio. La contrazione della calotta avvenuta negli ultimi anni, ha liberato dal ghiaccio un avvallamento naturale della spianata detritica a quota 3320 m, poco sotto il Passo di Chalanson Superiore. In questo avvallamento (situato

42 - Ghiacciaio del Collerin d'Arnas (ripresa aerea, F. Rogliardo, 2023.09.09). Lago di contatto glaciale venuto a crearsi in prossimità della sella di transfluenza con il ghiacciaio francese des Evettes. *An ice-contact lake created near the transfluence saddle with the French Glacier des Evettes.*



Franco Rogliardo - 09.09.2023

in prossimità dello spartiacque e confine Italia-Francia) si raccoglie la locale acqua di fusione del ghiacciaio, creando un lago di contatto glaciale le cui acque defluiscono a S-SE nel bacino italiano del Ghiacciaio del Collerin d'Arnas. Lo sfioro delle acque in soglia rocciosa dovrebbe mantenere costante il livello del lago. Non si esclude la presenza nel settore N-NO del lago, oggi a contatto con il ghiacciaio, di un drenaggio endo-subglaciale delle acque nel sottostante bacino francese del Glacier des Evettes.

Quota min. fronte: NM

43 Ghiacciaio della Ciamarella

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Il ghiacciaio si presenta quasi totalmente privo di neve residua, ad eccezione di alcune piccole chiazze e di una stretta fascia alla base delle pareti della Piccola Ciamarella. La superficie glaciale è interessata dal consueto ruscellamento diffuso senza presenza di *bédière*. Una copertura detritica è presente in alcuni settori delle estremità frontali e alla base delle pareti, particolarmente abbondante nel settore sottostante l'Uja di Ciamarella, pressoché nulla in tutto il ghiacciaio, ad eccezione di blocchi isolati di piccola taglia. Non si riscontrano variazioni areali evidenti del corpo glaciale rispetto all'anno precedente: la posizione del lungo margine frontale è stazionaria, ad eccezione di localizzate contrazioni di piccola entità. Il confronto fotografico con immagini del 2022 mostra perdite di spessore glaciale a tutte le quote: sebbene non misurabili oggettivamente, esse appaiono significative e sono approssimativamente stimate a 0.5-1 m.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 26/09/2023 mediante sorvolo in elicottero. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori in quota sono risultati di 1.7 m (media su 42 check point). L'analisi delle ortofoto disponibili ha consentito di ricostruire l'evoluzione recente della superficie del ghiacciaio, ridottasi da 610 363 m² nel 2010, a 555 630 m² nel 2018, a 503 620 m² nel 2022 e infine 500 652 m² nel 2023 (-18% tra il 2010 e il 2023). Il confronto tra i DEM 2010 e 2023 ha permesso il calcolo delle variazioni volumetriche subite dal ghiacciaio e dall'area circostante nell'intervallo di tempo considerato. All'interno del perimetro del ghiacciaio nel 2010, la perdita di volume è stata di 8 100 000 m³ con un'incertezza di 1 040 000 m³, pari ad una perdita media di 13.2 ± 1.7 m di ghiaccio (11.9 ± 1.5 m *w.e.*). La perdita di spessore è risultata distribuita sull'intera superficie gla-

ciale con i valori più elevati (fino a 30 m) sul margine SW, che è anche quello ad aver subito il maggiore arretramento.

Quota min. fronte: 3150 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Z60 (cf)	350°	265.5*	265.5*	0
B FR22 (sf)	350°	23.5*	22.5*	-1

* Misura effettuata con distanziometro.

44 Ghiacciaio dell'Albaron di Sea

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Dall'osservazione a distanza dei quattro corpi glaciali che compongono l'apparato, non si riscontrano variazioni sensibili rispetto al rilievo del 2022. L'innnevamento residuo si limita ad alcune chiazze discontinue nei settori a maggior accumulo valanghivo, ricoperte da un velo di neve recente in rapida fusione. Le quote minime dei due corpi principali possono essere considerate stazionarie, rispettivamente a quota 3010 m e 3190 m.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 26/09/2023 mediante sorvolo in elicottero. Persiste la *bédière* sul lato sinistro del corpo principale meridionale; alla fronte del corpo principale settentrionale sono visibili due *bédière*, sigillate dalla neve fresca; nella parte sommitale di questo corpo sono ben visibili accumuli detritici. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori in quota sono stimati in 1.5 m. Il confronto tra i DEM 2010 e 2023 ha permesso il calcolo delle variazioni planimetriche e volumetriche intercorse nelle due parti principali del ghiacciaio nell'intervallo di tempo considerato. All'interno del perimetro del ghiacciaio nel 2010, la superficie glaciale si è ridotta da 130 503 m² a 77 751 m² (-40%) in corrispondenza del corpo settentrionale, e da 132 598 m² a 81 709 m² (-38%) in corrispondenza del corpo meridionale. Nello stesso intervallo di tempo, la perdita di volume è stata pari a 1 480 000 m³ ± 196 000 m³ in corrispondenza del corpo settentrionale, e di 1 460 000 m³ ± 199.000 m³ per il corpo meridionale, pari a perdite medie di spessore di 11.4 ± 1.5 m di ghiaccio (10.2 ± 1.4 m *w.e.*) per il corpo settentrionale (con valori massimi di 25 m) e di 11.0 ± 1.5 m di ghiaccio (9.9 ± 1.4 m *w.e.*) per il corpo meridionale (con valori massimi di 22 m).

Quota min. fronte: NM

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

L'innevamento residuo sul dissipatore è praticamente assente, salvo alcune chiazze di *firn* pluriennale al piede della parete Est di Punta Tonini. Un velo di neve fresca ricopre il circo collettore, ma sono presenti alcuni lembi di neve vecchia alla base della parete Nord dell'Uja di Ciamarella. La lingua d'ablazione appare sensibilmente appiattita e con evidente perdita di massa glaciale; nel settore terminale della colata, la venuta a giorno di nuovo substrato roccioso evidenzia una contrazione lungo il margine laterale destro stimata pari a circa 2-3 m ed una lungo il margine laterale sinistro di circa 5-6 m. Le estremità frontali appaiono in sensibile arretramento: l'accentuata contrazione di 9 m misurata alla stazione C GR85 è dovuta ad una localizzata maggiore fusione del margine glaciale.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 26/09/2023 mediante sorvolo in elicottero. La fronte risulta ancora parzialmente rigonfia con segni di detensionamento in corrispondenza delle aree più prossime alla scarpata rocciosa sottostante. La superficie dell'intero ghiacciaio appare fortemente articolata in crepacci parzialmente colmati di neve recente. Il ghiacciaio risulta quasi completamente privo di detrito superficiale, ad esclusione di alcune colate lungo l'estremità orientale. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori in quota sono stimati in 1.5 m. Il confronto tra il dato 2010 e quello 2023 ha permesso il calcolo delle variazioni planimetriche e volumetriche della massa glaciale intercorse nell'intervallo di tempo. All'interno dell'estensione 2010 del Ghiacciaio di Tonini e della porzione riconoscibile del Ghiacciaio di Sea (n. 46 del Catasto CGI-CNR), la superficie glacializzata si è ridotta da 819 964 a 575 191 m² (-30%), mentre la perdita di volume è stata stimata pari a 8 634 000 m³ (con un'incertezza di 1 230 000 m³), pari ad una perdita media di 10.5 ± 1.5 m di ghiaccio (9.5 ± 1.4 m *w.e.*). La perdita di spessore è risultata distribuita sull'intera superficie glaciale con i valori più elevati (fino a 25 m) alla fronte del Ghiacciaio Tonini.

Quota min. fronte: 2895 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C GR85 (cf)	160°	188	179	-9

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Il ghiacciaio si presenta completamente sgombro di neve residua ed in moderata contrazione. Il confronto fotografico con riprese del precedente anno mette in risalto un sensibile assottigliamento del ghiaccio, non esattamente quantificabile a causa della copertura detritica, ma localmente osservabile lungo il margine periferico superiore, a contatto con la scarpata rocciosa. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2745 m. Nel bacino glaciale di questo ghiacciaio sono presenti due piccoli apparati glaciali (non presenti nel catasto CGI ma riportati nelle schede WGI e nel catasto NextData) che hanno subito un forte ridimensionamento. Il Ghiacciaio Meridionale di Bonneval (046a), racchiuso nella conca tra le creste SE e SO di Punta Bonneval, appare in palese sofferenza e prossimo all'estinzione. Rispetto a quanto osservato nel corso di una visita effettuata nell'estate del 1987, la contrazione planimetrica e di volume è stata ingente: nel settore più elevato del ghiacciaio, dove è ancora presente una placca di ghiaccio a ridosso delle pareti rocciose, la perdita di spessore nel periodo 1987-2023 può essere stimata nell'ordine di 45-50 m. La copertura detritica che maschera quasi totalmente l'apparato impedisce di verificare i limiti periferici e l'effettiva consistenza della massa glaciale. Il Ghiacciaio Meridionale di Bonneval Meridionale (046a.1), è costituito attualmente da una placca di glacionevato, adagiata poco sotto il crinale della cresta Nord di Punta Sea, che evidenzia una accentuata perdita di spessore ma senza significative contrazioni areali.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 26 settembre 2023 mediante sorvolo in elicottero. Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto+DEM di buona qualità dell'intera superficie glaciale, utilizzati per il confronto dei limiti del ghiacciaio e per la valutazione delle variazioni volumetriche (vedi relazione n. 45). Il residuo del Ghiacciaio di Sea è ormai ridotto a un cono di ghiaccio coperto di detrito con una limitata alimentazione dal sovrastante Ghiacciaio Tonini; le perdite di spessore dal 2010 hanno raggiunto valori di 30-35 m alla base della scarpata rocciosa che lo borda a SW.

Quota min. fronte: NM

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Il ghiacciaio, osservato solo attraverso rilievo fotografico, non presenta variazioni sensibili rispetto al 2022. Il margine frontale attivo, pensile su un ripido gradino roccioso, mantiene posizione e spessore glaciale dello scorso

anno. Nel settore di testata è presente un manto uniforme di neve residua al di sopra dei 2900 m di quota, mentre alcune chiazze alla base della costiera Malatret si protraggono sino a circa 2850 m: l'indice AAR è stimato a circa 0.35. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2745 m.

Quota min. fronte: NM

48 *Ghiacciaio Settentrionale del Mulinet*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Il confronto fotografico con riprese del precedente anno non evidenzia particolari modificazioni nella morfologia del ghiacciaio. I margini periferici a contatto con le pareti rocciose appaiono invariati e le estremità frontali attive, sempre attestate al bordo della scarpata rocciosa, mantengono posizione e potenza dello scorso anno. Il limite inferiore dell'innevamento residuo si colloca intorno ai 2900 m di quota e si estende in modo irregolare su circa un terzo della superficie del ghiacciaio. Gli accumuli detritici presenti sull'apparato sono risultato di frane provenienti dalle pareti sovrastanti. In particolare, il consistente accumulo detritico visibile nel settore centrale del ghiacciaio ha origine dal canalone detritico che adduce al colletto Mezenile, ed è in gran parte attribuibile ad alcuni intensi eventi pluviometrici dell'estate 2019. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2760 m.

Quota min. fronte: NM

49 *Ghiacciaio Martellot*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Il glacionevato si presenta coperto da neve residua per circa il 40% della sua superficie. Il modesto ampliamento degli affioramenti del substrato roccioso, nelle aree marginali e nelle finestre, testimonia un contenuto assottigliamento della massa glaciale, in parte attribuibile alle fasi finali della precedente estate. Il glacionevato è costituito ormai da limitate placche discontinue, di estensione ridotta e con spessori di ordine metrico, ma ancora fra loro connesse da scivoli di ghiaccio. La quota minima dell'unghia terminale del conoide principale "Martellot" può essere considerata invariata a circa 2610 m. Una placca di glacionevato, separata dal corpo principale da una barra rocciosa, si protrae più in basso sino a circa quota 2575 m. Evidenti colate di detrito solcano l'apparato glaciale nella porzione sinistra del cono di ghiaccio principale (n.d.r.).

Quota min. fronte: NM

50 *Ghiacciaio Talancia Girard*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Del corpo glaciale originale non rimane più traccia, se non un piccolo glacionevato addossato alla parete Est della Punta Clavarino, quest'anno suddiviso in due parti di estensione e consistenza molto ridotta. La porzione inferiore mantiene la posizione, come nei precedenti anni, di fronte al segnale B GR85. Nel couloir Girard si rileva la totale assenza di ghiaccio e neve. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2755 m.

Quota min. fronte: NM

51 *Ghiacciaio Meridionale della Levanna Orientale*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Sul settore mediano-inferiore del ghiacciaio la neve invernale ha cominciato a esaurirsi alla fine di luglio ed è scomparsa del tutto entro fine agosto, esponendo alla radiazione solare di fine estate tutta la superficie glaciale. Rispetto all'anno precedente, l'apparato risulta sensibilmente assottigliato, senza tuttavia evidenziare al controllo fotografico evidenti contrazioni areali. Solamente in zona frontale, dove lo spessore del margine glaciale è estremamente ridotto, si rileva rispetto all'ultima misura del 2015 un arretramento frontale alla stazione B GR84 di 23 m; l'arretramento è da imputare solamente alle sfavorevoli annate: 2016, 2017, 2022, 2023, poiché nei restanti anni le estremità frontali erano rimaste nel corso della stagione estiva quasi sempre innestate e verosimilmente stazionarie. Le aree di emersione del substrato roccioso presenti al margine laterale destro (comparse nel 2016 alla radice della lingua meridionale di deflusso) si sono nei precedenti anni notevolmente espanse, interrompendo quasi completamente il flusso glaciale al settore inferiore del ghiacciaio; il margine frontale attivo dell'apparato si sta gradualmente attestando al di sopra degli affioramenti rocciosi a quota 2985 m. Il settore inferiore, ormai privo di alimentazione, appare depresso e assottigliato; la copertura detritica che oblitera le estremità inferiori impedisce il monitoraggio alla stazione A GR84 e limita l'individuazione esatta della quota del margine frontale di questo settore, approssimativamente valutata come nei precedenti anni a 2950 m.

Quota min. fronte: 2985 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B GR84 (cf)	300°	138*	115 (2015)	-23

* Misura effettuata con distanziometro.



51 - Ghiacciaio Meridionale della Levanna Orientale (ripresa aerea, F. Rogliardo, 2023.09.09). Evidente assottigliamento del corpo glaciale, con frammentazione del margine frontale. *Evident thinning of the glacier, with fragmentation of the frontal margin.*

52 *Ghiacciaio Settentrionale della Levanna Orientale*

Bacino: ORCO - PO

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -
Controllo del 2023.09.09

Gruppo Levanne

Il nevato stagionale ha ricoperto il ghiacciaio per buona parte dell'estate: solo a fine luglio le estremità frontali hanno iniziato a liberarsi della neve invernale. Al momento del sopralluogo, l'innnevamento residuo è presente su circa il 30% della superficie glaciale e si estende in modo irregolare sui settori più elevati dell'apparato alla base della parete Est della Levanna Orientale. Il ghiacciaio non presenta variazioni sensibili: il lungo margine latero-frontale e quello periferico superiore, addossato alla parete rocciosa, appaiono invariati rispetto alle riprese fotografiche del 2022. La fronte, come nei precedenti anni, è coperta da detrito grossolano; pertanto, la quota minima viene rilevata (con altimetro) nel margine inferiore del ghiaccio visibile scoperto da detrito: essa risulta essere a 3090 m s.l.m. (rispetto alla quota di 3070 m stimata in precedenza da cartografia CTR).

Quota min. fronte: 3090 m (A)

56 *Ghiacciaio Orientale di Nel o della Levannetta*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -
Controllo del 2023.08.26

Il ghiacciaio presenta una ridotta fascia di nevato residuo a ridosso della parete della Levannetta, ad una quota di circa 2900 m. La copertura detritica si estende ormai su buona parte del corpo glaciale e si presenta di piccola pezzatura nella zona centrale e in sinistra laterale, mentre in destra è caratterizzata da blocchi di grandi dimensioni. Sono ancora ben visibili le cavità glaciali in corrispondenza della fronte, la più ampia delle quali è posizionata in destra. Sempre ben visibile e di dimensioni significative la grotta glaciale ubicata nella parte frontale della lingua di ghiaccio sepolto che si estende in sinistra laterale, a valle del margine frontale attivo, sino ad una quota di 2460 m.

Quota min. fronte: NM

57-58 Ghiacciaio Centrale e Occidentale di Nel

Operatori: Raffaella Miravalle e Matteo Panaccio (PNGP) -
Controllo del 2023.09.19

Si osservano fasce di nevato residuo addossate alle pareti delle Levanne Centrale e Occidentale, a circa 3100 m di quota. In destra laterale, un'evidente unghia di ghiaccio si protende dalla fronte sui salti rocciosi liberati dal regresso del Centrale di Nel. Ai lati si osservano blocchi di ghiaccio staccatisi dalla seraccata frontale. Una vasta area del settore centro-frontale del ghiacciaio risulta ricoperta da detriti di varie dimensioni. Al segnale CC la misura è stata eseguita con telemetro Swarovski poiché la fronte non è più raggiungibile in sicurezza. La porzione occidentale del ghiacciaio presenta una copertura detritica pressoché continua, punteggiata da innumerevoli cavità in ghiaccio e con frammentazione e isolamento di blocchi di ghiaccio morto dal corpo principale. È ricomparso un modesto e torbido laghetto proglaciale a contatto con la fronte sotto la Punta dell'Uja. Invariati i laghetti glaciali a valle delle fronti dei ghiacciai Nel Centrale e Occidentale. Al momento del sopralluogo la fusione risultava in pieno corso.

Quota min. fronte: 2840 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CC(cf)	220°	262	260	-2
CC1 (sf)	240°	36	34	-2

59 Ghiacciaio Orientale del Carro

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -
Controllo del 2023.08.25

Il ghiacciaio si presenta sempre più ridotto e addossato alla parete della Punta dell'Uja. Una fascia di nevato residuo permane nella parte superiore del corpo glaciale ad una quota di circa 3020 m. Il 10 settembre una poderosa frana partita dalla parte superiore della parete tra la Punta dell'Uja e il Colle del Carro ha coinvolto il settore sinistro del ghiacciaio, ricoprendone di detrito una vasta area.

Quota min. fronte: NM

60 Ghiacciaio Occidentale del Carro

Operatori: Raffaella Miravalle e Pierre Yves Oddone (PNGP) - Controllo del 2023.09.08

Il giorno del sopralluogo, con temperature decisamente estive, il ghiacciaio presenta un diffuso ruscellamento superficiale, con numerose *bédière* attive lungo entrambi i rami del ghiacciaio. Un accumulo di neve residua nella conca presente presso il segnale CFL1 occulta la fronte del ramo sinistro

del ghiacciaio, impedendone la misura. In ampliamento gli accumuli detritici alla destra e alla sinistra di questo ramo, prodotti dai distacchi di roccia provenienti dalle pareti sovrastanti: l'accumulo in destra si caratterizza per la presenza di massi di notevoli dimensioni staccatisi dalla cima quotata (3183 m) che divide i due rami. L'instabilità di questa parete rocciosa rende sempre più complesso e delicato l'avvicinamento al vecchio segnale CFL, che pertanto viene definitivamente abbandonato. Un sottile strato di neve recente, caduta durante la perturbazione di fine agosto, è ancora visibile a 3200 m di quota, nella conca sotto Cima Carro e nel settore di congiunzione dei due rami glaciali che appare in progressivo assottigliamento. Prosegue il regresso della fronte monitorata dal segnale FC. Alla base della lingua di ghiaccio coperto, separata dal corpo principale, che lambisce in destra idrografica i contrafforti rocciosi del Colle del Carro, si evidenzia l'apertura di un'ampia cavità glaciale.

Quota min. fronte: 2935 (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FC (df*)	240°	81	76.5	-4.5

* Il segnale era erroneamente indicato come "dl" nelle precedenti relazioni.

61 Ghiacciaio della Capra

Operatori: Raffaella Miravalle, Lorenzo Costanzo e Valerio Orazi (PNGP) - Controllo del 2023.10.09

La fronte nel ripiano dov'è collocato il segnale CA2 risulta di sempre più complessa definizione e misura. La lingua di ghiaccio coperto di detrito, che scende dal corpo glaciale principale arroccato sotto i contrafforti della Cima d'Oin, risulta esilmente collegata alla porzione superiore: dal prossimo anno si renderà necessario istituire un nuovo segnale 150 m più in alto, sopra la bastionata rocciosa che sovrasta il pianoro. Sia la zona frontale che la parte superiore del ghiacciaio presentano un'estesa copertura detritica di varia pezzatura. Nella parte inferiore, al margine della lingua di ghiaccio coperto oggetto di misura, si osservano grossi blocchi isolati di ghiaccio e separati dalla restante parte di ghiacciaio. È ancora visibile una delle due piccole grotte glaciali segnalate nel 2022. Modeste placche di nevato residuo persistono addossate alla parete della Cima d'Oin. Al momento del sopralluogo la fusione appariva in pieno corso a causa delle miti temperature tardo-autunnali.

Quota min. fronte: 2500 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CA2 (cf)	180°	120.5	79	-41.5

64 *Ghiacciaio Basei*

Operatori: Daniele Cat Berro (SMI), Raffaella Miravalle e Pierluigi Cullino (PNGP) - Controllo del 2023.09.11

Il ghiacciaio nel suo insieme è quasi completamente sgombro di neve residua e in assottigliamento. Tuttavia, nonostante le elevate temperature estive e le condizioni nettamente sfavorevoli (in parte attenuate rispetto al 2022 solo dal ritorno di copiose nevicate in tarda primavera 2023), come osservato anche in altri anni recenti la persistenza di una lunga “cintura” di nevato a ridosso della fronte ne ha impedito la misurazione. Tale persistenza locale della neve (facilitata dalla morfologia di una “valletta nivale”) e la deducibile stazionarietà della fronte, sono da considerarsi non rappresentative della situazione generale del ghiacciaio, negativa. Alla data del sopralluogo la fusione è ancora sostenuta, con ruscellamento dell’acqua lungo le numerose *bédière* che solcano il ghiacciaio, due delle quali, nella parte centrale e in destra laterale, risultano maggiormente marcate, come già segnalato dal 2021. La neve residua si attesta ad una quota di circa 3200 m, nella parte superiore del ghiacciaio, ricoprendo irregolarmente il plateau sommitale e lasciando sgombra ed esposta a fusione ed ulteriore perdita di massa la vasta porzione sottostante. Un ridotto accumulo di valanga è osservabile, a valle della fronte, in destra orografica in prossimità del vecchio segnale CL59; altrove la conca risulta pulita e lascia spazio a piccoli bacini di raccolta dell’acqua di fusione. I margini del ghiacciaio sono interessati da copertura detritica di piccola e media dimensione, sia in sinistra laterale, nei pressi dell’esteso gradino roccioso che conduce ai colli Basei e Nivoletta, sia in destra laterale, sotto l’ampia cengia su cui poggia la fronte, che dal segnale FL1 si espande in direzione Sud. La parte superiore del ghiacciaio risulta ancora lievemente imbiancata da un sottile strato di neve recente, esito della perturbazione di fine agosto. Il giorno del rilievo, con temperature persistentemente elevate e sopra la media stagionale, sono state osservate a 3200 m dell’anticima Basei due femmine di stambecco con un piccolo ed è stata rinvenuta una penna di Pernice bianca a 3150 m tra Col Basei e Nivoletta, ulteriore indizio della “fuga” in quota di queste specie particolarmente sensibili ai cambiamenti climatici.

Quota min. fronte: 3050 m (A)

69 *Ghiacciaio del Broglio*

Operatori: Raffaella Miravalle e Matteo Panaccio (PNGP) - Controllo del 2023.08.23

Il ghiacciaio presenta un’estesa copertura detritica di medie e piccole dimensioni, con ridotte placche di nevato residuo addossate alla parete del Ciarforon ad una quota di circa 3200 m, e alla base dei ripidi pendii rocciosi e

detritici della Becca di Monciair. Esigue placche di neve residua sono altresì presenti in destra laterale nei pressi del laghetto proglaciale formatosi nel 2019 e in continua espansione, e accanto al lago preesistente situato sotto la barriera rocciosa che delimita la conca del Broglio. Rimane sostanzialmente invariato il deposito di limo in sinistra laterale in direzione del Colle della Torre, alla cui base si segnalano placche di ghiaccio separate dal bacino glaciale principale e depositi detritici di grandi dimensioni. In destra laterale, al centro del ripido conoide di detriti che ricopre il ghiaccio addossato al pendio della Becca di Monciair, è stata notata l’apertura di una grotta di difficile ispezione a causa del terreno acclive ed instabile. I rilievi sono stati effettuati con GPSmap Garmin 60CSx.

Quota min. fronte: 3035 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
EM 1 (cf)	1°	38	36	-2

70 *Ghiacciaio di Ciamousseretto*

Operatori: Raffaella Miravalle e Matteo Panaccio (PNGP) - Controllo del 2023.08.23

Continua la progressiva riduzione di questo glacio-nevato, la cui superficie risulta occultata da vaste aree di detrito di varie dimensioni. Esigue placche di nevato residuo sono visibili, alla data del sopralluogo, alla base delle pareti rocciose del Ciarforon e in misura minore della Tresenta, ad una quota di circa 3300 m. Il rilievo al sito e alla stazione fotografica nei pressi del lago proglaciale, unico punto dove il ghiaccio in sinistra laterale è osservabile, rivela ancora una modesta porzione del corpo glaciale ricoperto da detrito e limo sia in sinistra laterale che in zona centro-frontale, con parti frammentate e scollegate dal corpo principale. Benché il margine frontale non sia monitorabile a causa della copertura detritica e della presenza del lago proglaciale, la quota minima della fronte può essere considerata coincidente con quella del lago proglaciale stesso, in cui la fronte immerge. In quest’area sono ancora visibili le due grotte segnalate nei rilievi degli anni precedenti: quella più a monte (sita a quota 3040 m) è ridotta ormai ad un sottile “arco” di ghiaccio. Quella più imponente e più a valle (a quota 3028 m) è stata nuovamente misurata: si è rilevata una lunghezza di 34.5 m, con una perdita di sviluppo di 31.5 m rispetto alla precedente misura effettuata nel 2021. I rilievi sono stati effettuati con GPSmap Garmin 60CSx. Ha partecipato ai rilievi Alex Bellè (UNITO).

Quota min. fronte: 2990 m (GPS)

72.1 Ghiacciaio Occidentale di Noaschetta

Operatori: Roberto Permunian e Raffaella Miravalle
(PNGP) - Controllo del 2023.09.27

La misura dal segnale NP non è più rappresentativa in quanto la lingua di ghiaccio rilevata fino al 2022 si è definitivamente staccata dal corpo principale, trasformandosi in blocchi di ghiaccio isolati: pertanto il segnale verrà definitivamente abbandonato. La recente fusione della lingua glaciale è testimoniata dalla presenza di blocchi di ghiaccio di varie pezzature alternati a limo intriso d'acqua. Sempre più esteso il lago proglaciale presente nella conca a monte della barriera rocciosa che delimitava la vecchia fronte, circondato da altri quattro laghetti. Al momento del sopralluogo la fusione è ancora importante, complici le miti temperature del tardo autunno. Un'ampia cavità in ghiaccio coperto da detrito si apre a lato del corso d'acqua di ablazione che scorre in destra laterale verso i ripidi pendii della conca dei Goi. È stato istituito un nuovo segnale CD3 a 3144 m s.l.m. (coordinate 32T366022 E, 5040418 N) in corrispondenza di un poderoso spallone di ghiaccio coperto in destra laterale dove la fronte a valle

risulta ben distinguibile (in altre zone non è altrettanto individuabile a causa della copertura detritica). Il settore dove si attesta il nuovo segnale è sito in una conca: pertanto la quota della fronte rilevata risulta inferiore a quella indicata lo scorso anno. La parte superiore del ghiacciaio risulta più libera da detrito. Sempre presente il lago proglaciale in destra laterale in direzione della Tresenta e del Colle del Gran Paradiso. I rilievi sono stati effettuati con GPSmap Garmin 60CSx. Hanno collaborato: Matteo Panaccio, Pierre Yves Oddone, Valerio Sedran, Alberto Rabellino Bethaz (PNGP).

Quota min. fronte: 3145 m* (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CD3 (dl)	232°	40.5	-	-

*Il dato è inferiore rispetto a quello indicato nel 2022: vedi testo per spiegazione.



72.1 - Ghiacciaio Occidentale di Noaschetta (foto S. Roletti da Punta Ceresole, 2023.08.22). Veduta generale del ghiacciaio, del tutto spoglio di neve residua e sempre più confinato nella parte alta del bacino. Ben visibile la morena mediana, lunga circa 1400 m. *General view of the glacier, completely devoid of winter snow and increasingly confined to the upper part of the basin. The medial moraine, about 1400 m long, is clearly visible.*

72.2 Ghiacciaio Orientale di Noaschetta

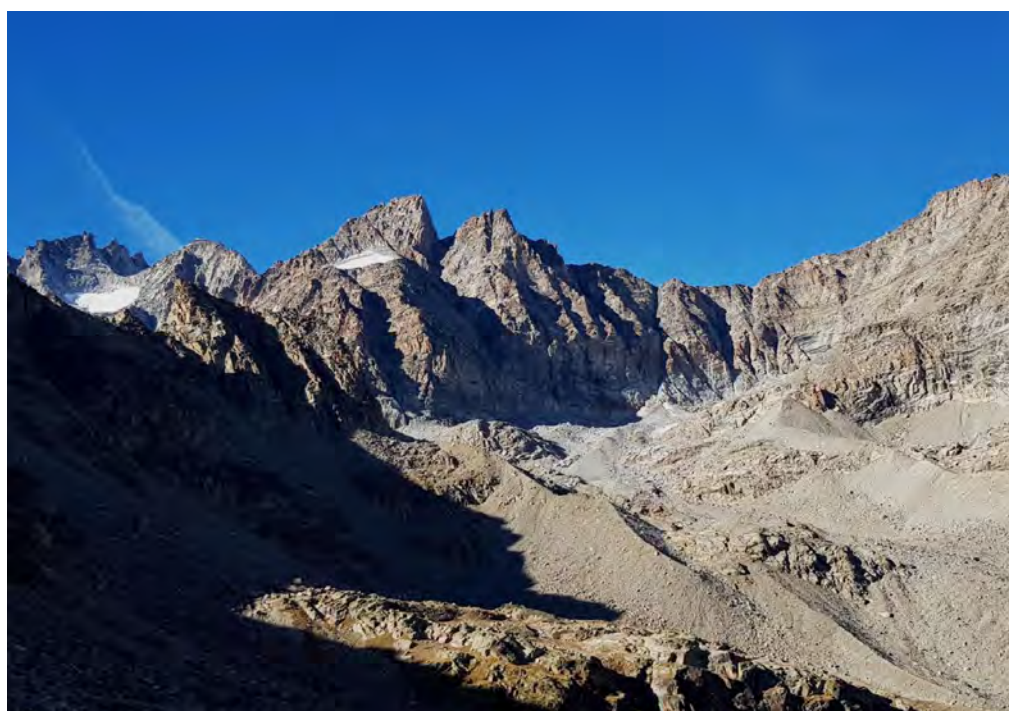
Operatori: Raffaella Miravalle, Matteo Panaccio e Pierre Yves Oddone (PNGP) - Controllo del 2023.09.27

Il ghiacciaio si estende nel circo delimitato dalla possente parete rocciosa di Punta Ceresole e dal ripido pendio che conduce alla Becca di Noaschetta. Una sottile lingua di ghiaccio coperto da detriti si protende in destra laterale in direzione del Gias della Losa, fino ad una quota di circa 3050 m s.l.m. Poiché questa lingua di ghiaccio non è più ben identificabile e poiché non è stato possibile rinvenire segnali precedenti, si è deciso di isti-

tuire un nuovo segnale di misura che monitora quella, più evidente e continua, che può essere considerata l'attuale fronte attivo (punto segnale MP, 3160 m s.l.m., coordinate 32T 366819 E, 5041094 N). I rilievi sono stati effettuati con GPSmap Garmin 60CSx.

Quota min. fronte: 3160 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MP(cf)	165°	5,5	-	-



72.2 - Ghiacciaio Orientale di Noaschetta (sopra: foto P. Paganini, 1881 ca; sotto: foto R. Miravalle, 2023.10.15). Il confronto fotografico evidenzia la contrazione del ghiacciaio, ormai confinato alla base della Punta Ceresole. *The photographic comparison highlights the retreat of the glacier, now confined to the base of Punta Ceresole.*

74 *Ghiacciaio di Punta Ceresole*

Operatore: Stefano Roletti (PNGP) -
Controllo del 2023.08.22

Solo fotografia.

78 *Ghiacciaio di Roccia Viva*

Operatori: Roberto Permunion e Pierre Yves Oddone
(PNGP) - Controllo del 2023.09.09

L'arretramento frontale è stato contenuto, nonostante la generale diminuzione dello spessore glaciale. L'intensa ablazione estiva (con completa fusione della neve residua) ha enfatizzato la forma a cuneo della fronte, che assume sempre più la forma di un'unghia sollevata, con frammentazione delle porzioni più sottili. Si è formata una grotta della larghezza di circa 2.5 m e un'altezza di soli 0.5 m, della quale non è stato possibile valutare la lunghezza. Iniziano a evidenziarsi crepacciature trasversali, in particolare in corrispondenza del cambio di pendenza nella parte centrale della massa glaciale. Al momento del sopralluogo la fusione appariva intensa e generalizzata, con numerosi solchi di ruscellamento sull'intero corpo glaciale. I detriti provenienti dalle pareti del Monte Nero e della Roccia Viva ricoprono i fianchi sinistro e destro del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RM2 (cf)	164°	12	5.5	-6.5

79 *Ghiacciaio di Teleccio (o del Piantonetto)*

Operatori: Raffaella Miravalle, Pierre Yves Oddone
e Alberto Rabellino Bethaz (PNGP) -
Controllo del 2023.10.12

Il perdurare di tempo stabile e mite nel tardo autunno ha consentito il sopralluogo diretto a questo ghiacciaio non più osservato dal 2010. Il rilievo eseguito in questo sito racchiuso tra la Torre del Gran San Pietro, il Colle di Teleccio e la Punta di Ondezana, difficilmente osservabile a distanza, ha evidenziato la presenza di un'ancora ragguardevole massa di ghiaccio, sebbene largamente ricoperta da detriti di varie dimensioni provenienti da crolli delle pareti circostanti. Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio appariva in piena fusione, con presenza di numerose *bédière*. Una stretta lingua di ghiaccio coperto di detrito si allunga verso il canale che conduce al ripiano glaciale. Non sono stati rinvenuti vecchi segnali di misura e non ne sono stati posizionati di nuovi, considerato che la fronte ricoperta da detrito appare prossima al distacco dal corpo principale del ghiacciaio. Una modesta placca di ghiaccio permane addossata alla parete NW dell'Ondezana, isolata dalla ripida e ampia fascia rocciosa che circonda la conca glaciale. Il Colle di Teleccio è libero dal ghiaccio, che permane a ridosso della bastionata rocciosa sottostante, completamente mascherato da copertura detritica. Massi di grosse dimensioni dovuti a frane recenti sono visibili sotto le pareti della Torre del Gran San Pietro. Non è stato osservato nevato residuo.

Quota min. fronte: NM



74 - Ghiacciaio di Punta Ceresole (foto S. Roletti da Punta Ceresole, 2023.08.22). Piccolo ghiacciaio sospeso, di accesso solo alpinistico. Non è mai stato figurato e misurato. *Small hanging glacier, accessible only by mountaineers. It has never been illustrated or measured.*

Operatori: Luca Mercalli e Daniele Cat Berro (SMI) -
Controllo del 2023.09.14

Nonostante le copiose nevicate di maggio 2023, giunte dopo un inverno nuovamente secco, abbiamo riportato la stagione di accumulo vicino alla normalità (bilancio invernale di 1410 mm di *w.e.* il 1° giugno), per il terzo anno consecutivo l'estate lunga e molto calda ha determinato la totale scomparsa della neve residua dal ghiacciaio, anche nelle posizioni più elevate e ombreggiate. Perciò, al momento del sopralluogo su tutta la superficie affiorava il ghiaccio "vivo" e annerito dai detriti rocciosi, inclusi massi di grandi dimensioni franati dalle pareti circostanti e anno dopo anno sempre più numerosi, specialmente nel settore destro orografico sotto le Uje di Ciardoney. Rispetto al precedente rilievo del 20 settembre 2022 si sono rilevate perdite di spessore glaciale variabili da 178 cm (palina n. 1, Colle Ciardoney, 3119 m) a 303 cm (palina n. 4, settore mediano, 3008 m). Il bilancio di massa specifico, riferito alla superficie glaciale 2022 di 0.47 km² (calcolata da ortofoto Google Maps del 18 settembre 2022), è stato valutato in -2.17 m di *w.e.*, valore al sesto posto tra i peggiori nella serie di misure iniziata nella stagione idrologica 1991-92 (dopo i casi del 2021-22, 1997-98, 2002-03, 1998-99 e 2004-05). Si tratta inoltre di quasi il doppio di quanto in media si è rilevato, annualmente, nel già sfavorevole periodo di deglaciazione 1992-2022 (-1.4 m di *w.e.*). La nevicata del 28 agosto 2023, l'unica di tutto il trimestre estivo alla stazione meteorologica a 2850 m (stimata da webcam circa 5 cm di neve fresca), ha imbiancato il ghiacciaio per quasi una settimana, evitando perdite di spessore glaciale ancora maggiori. Dopo il sopralluogo del 14 settembre l'ablazione è proseguita ancora a lungo, con alterna intensità, fino al 14 ottobre (osservazioni del torrente da webcam), tuttavia non è stato possibile pianificare un ulteriore rilievo alle paline. Probabilmente un contributo non trascurabile alla fusione del ghiaccio è derivato anche da alcuni violenti temporali avvenuti sotto forma di pioggia a tutte le quote del bacino glaciale, il più intenso dei quali, accompagnato da un'impetuosa piena torrentizia che ha alluvionato tutta la piana proglaciale, è occorso il 24 agosto (23.0 mm di pioggia in 1h e 10 minuti, di cui 7.8 in 10 minuti). Nonostante una perdita di spessore dell'ordine di 2.5-3 m sul pendio inferiore, il regresso del margine frontale rispetto a settembre 2022 è stato relativamente moderato, pari a -9 m al segnale di misura A4G, grazie a fattori morfologici locali. L'inattesa erosione al piede del grande masso su cui nel 2022 venne collocato il segnale A4G - avvenuta probabilmente durante la piena del 24 agosto 2023 - ne ha determinato il basculamento di 90° verso Nord; tuttavia, ciò non ha alterato la distanza del segnale dal margine del ghiaccio, per cui la misura di variazione frontale non ne ha risentito. In vista della campagna di misure 2024, un nuovo caposaldo (A4H) è stato istituito in posizione più stabile,

pochi metri a Sud, mantenendo invariata la direzione di misura (230°). Sempre presenti i "pozzi" glaciali poco a monte della palina ablatometrica n. 3, nel settore mediano, ma in numero e dimensioni ridotti rispetto ai decenni passati.

Oltre al personale SMI e Parco Nazionale Gran Paradiso, alla missione ha partecipato anche un gruppo di operatori afferenti ad ARPA Piemonte e al DiSAFA dell'Università di Torino, per la manutenzione della stazione meteorologica e l'esecuzione - tramite sorvolo con drone - di un nuovo modello fotogrammetrico del ghiacciaio. Confrontato con quello precedente del settembre 2019, il nuovo modello ha permesso l'aggiornamento dei dati di superficie glaciale e il calcolo del bilancio di massa con metodo geodetico. In quattro anni il ghiacciaio ha perso l'11% della superficie, passando da 0.516 km² a 0.458 km². Considerando la superficie ottenuta da fotointerpretazione di immagini aeree Regione Piemonte 2010 (0.57 km²), si ottiene che il tasso di riduzione areale è più che raddoppiato rispetto al precedente periodo 2010-2019 (-9% in 9 anni). Il bilancio geodetico 2019-2023 indica in 4 anni una perdita media di spessore di 8.2 m, pari a 7.1 m di *w.e.* e 3.6 milioni di m³ d'acqua. Il metodo è più preciso del bilancio glaciologico diretto (condotto dal 1992 tramite paline ablatometriche), grazie alla possibilità di modellizzare le variazioni altimetriche di tutta la superficie glaciale, ma è di più complessa realizzazione. Poiché con le paline ablatometriche non è possibile monitorare la zona coperta da detrito e dunque caratterizzata da fusione minore (in destra orografica sotto le Uje di Ciardoney), il bilancio glaciologico diretto (-8.3 m di *w.e.*) ha sovrastimato del 17% le perdite di massa nel periodo 2019-2023 (-7.1 m da bilancio geodetico), discrepanza che tuttavia risulta relativamente contenuta e accettabile nel quadro dell'incertezza che inevitabilmente caratterizza questo tipo di stime. Per quanto riguarda il bilancio geodetico, poiché l'incertezza della costruzione delle topografie da drone è stimata in ±20 cm, l'incertezza totale della differenza di volume 2019-2023 è stimata pari al 4.6% del volume perso in tale periodo: la perdita di volume tra il 2019 e il 2023 può dunque essere stimata in $3.6 \times 10^6 \pm 170\,000$ m³, mentre in termini di altezze il bilancio può essere espresso in -8.2 ± 0.4 m (ghiaccio) oppure -7.4 ± 0.36 m (*w.e.*). Dal 2023 il Ghiacciaio di Ciardoney, secondo in Italia dopo quello del Careser nel gruppo del Cevedale, e insieme ad altri 49 ghiacciai di diverse catene montuose del mondo, è divenuto ufficialmente un *reference glacier* del WGMS/*World Glacier Monitoring Service* (Zurigo) per i bilanci di massa, avendo la sua serie di misura superato i 30 anni di lunghezza.

Segnaliamo inoltre che nell'estate 2023, su iniziativa del Parco Nazionale Gran Paradiso e della SMI, e in collaborazione con il Comune di Ronco Canavese, è stato segnalato con apposite stazioni di riferimento il sentiero che dal Bivacco Revelli (2610 m) in circa un'ora di cammino porta alla stazione meteorologica del Ciardoney (2850 m), passando per le morene della Piccola Età Glaciale. Il percorso gla-

ciologico didattico è stato intitolato all'illustre paleontologo e glaciologo piemontese Federico Sacco (1864-1948), a lungo Vice Presidente del Comitato Glaciologico Italiano. Info e dépliant: <http://www.nimbus.it/ghiacciai/PercorsoGlaciologicoCiardoney.htm>. Hanno partecipato ai rilievi: Walter Alberto (ARPA Piemonte), Luigi Perotti e Francesco Parizia (DiSAFA, UNITO), Gianpaolo Palladino (PNGP).

Quota min. fronte: 2900 m (GPS differenziale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A4G	230°	15	6	-9
A4H	230°	23,5	-	-

Bacino: DORA BALTEA - PO

Gruppo Tersiva

95 Ghiacciaio Meridionale del Tessonet

Operatore: Stefano Ferraris (UNITO) -
Controllo del 2023.09.08

Il ghiacciaio risulta scoperto da neve residua. Immediatamente sotto la cima della Tersiva, lungo la parete NW, è presente una estesa copertura detritica originata dai numerosi crolli che interessano la suddetta parete. La misura frontale viene eseguita in sinistra idrografica dove la fronte raggiunge la quota più bassa ed appare più evidente in quanto libera da detrito. In occasione del sopralluogo, alle ore 14, si è assistito a crolli di roccia da quota 3400 m circa.

Quota min. fronte: 3005 m (C)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CV	150°	56	47	-9

Gruppo Torre Gran San Pietro

101 Ghiacciaio dell'Arolla

Operatori: Chiara Caminada e Alberto Rossotto (PNGP) -
Controllo del 2023.09.19

Il ghiacciaio alla data del rilievo si presenta completamente privo di neve residua. Si segnala la formazione di tre piccole grotte glaciali lungo il margine frontale centrale, prossime al collasso per assottigliamento del ghiaccio al tetto. La copertura detritica è abbondante sia in destra che in sinistra laterale del corpo glaciale; la porzione centrale, invece,

si mantiene libera dal detrito, salvo blocchi sparsi di media pezzatura, e con caratteristica forma a calotta. Dal confronto fotografico con il 2022 si può tuttavia osservare come la calotta appaia meno potente ed in evidente contrazione. Presenza di alcune piccole *bédière* attive al momento del rilievo. L'emersione di una lunga fascia rocciosa in sinistra laterale lascia presagire la separazione e l'isolamento della porzione superiore del ghiacciaio. Nel corso del rilievo si è proceduto a rilevare con il GPS il margine frontale del settore centrale, ben riconoscibile. Le operazioni di misura dell'arretramento frontale sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2905 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Mx2 (sf)*	120°	44,5	33	-11,5

*Il segnale è stato erroneamente denominato Mx1 nella campagna 2022.

102 Ghiacciaio Settentrionale delle Sengie

Operatori: Chiara Caminada e Alberto Rossotto (PNGP) -
Controllo del 2023.09.19

Il ghiacciaio si presenta quasi completamente privo di neve residua, ad eccezione di qualche piccola placca alla base delle pareti più in quota (neve residua <5%). La galleria glaciale documentata lo scorso anno è completamente scomparsa, e la fronte del ramo destro (oggetto di misurazione) si è ritirata in cima allo stretto canale nel quale era incassata. L'ampia copertura detritica rende di difficile individuazione il margine frontale e dunque la misurazione potrebbe divenire difficoltosa nei prossimi anni. Il laghetto glaciale non pare essersi ampliato in modo significativo rispetto allo scorso anno. Le operazioni di misura dell'arretramento frontale sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2730 m (ramo destro, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VS1 (dl)	120°	132	92	-40

103 Ghiacciaio di Valeille

Operatori: Raffaella Miravalle e Chiara Caminada (PNGP) - Controllo del 2023.10.04

La fronte del ghiacciaio si presenta scoperta e ben delineata. Nel corso della stagione estiva la conca che ospita la lingua glaciale, precedentemente occupata da depositi di limo e ristagni di acqua, è stata quasi del tutto invasa da un laghetto proglaciale, abbastanza profondo da sommergere

anche il masso su cui era stato collocato il segnale LP2. Ciò nonostante, è stato possibile ricavare l'arretramento frontale sfruttando la posizione GPS della fronte rilevata lo scorso anno, fortunatamente rinvenuta su un banco di sabbia ancora accessibile. Da tale punto si è quindi provveduto a misurare l'arretramento lungo l'angolo di misura consueto. Vista l'impossibilità di proseguire le misure dal segnale LP2, e la probabile evoluzione del settore prospiciente il margine frontale del ghiacciaio, si è resa necessaria l'istituzione di un nuovo segnale LP3 (WGS84: 5043166 N; 373702 E) con angolo di misura 140°. In corrispondenza di questo punto segnale, ampi crolli del margine frontale hanno creato delle cavità sotto le cui volte giacciono blocchi di ghiaccio sparsi. Durante il sopralluogo non sono stati rari gli echi di fessurazione del ghiaccio, mentre la giornata decisamente calda per il periodo favoriva il ruscellamento superficiale lungo le sottili *bédière* che solcano il ghiacciaio. Per quanto riguarda le due piccole morene viaggianti già segnalate in precedenza in destra orografica, non si sono riscontrate variazioni di rilievo. In destra laterale, a ridosso della parete Ovest di Punta Valeille, la lingua glaciale è completamente celata da una spessa coltre detritica. Nella parte centrale, invece, la superficie del ghiacciaio, pur punteggiata da blocchi di pezzatura media-grossa, è ancora ben visibile con la sua morfologia ondulata. Percentuale nevato residuo: 10%. Da segnalare, oltre a un leggero ampliamento della fascia di ghiaccio scopertasi l'anno scorso alla base della parete Est della Torre di Sant'Orso, l'affioramento di una fascia di ghiaccio più a valle, nell'anfiteatro morenico sotto il bivacco Antoldi, portato probabilmente alla luce da piogge intense e incisione della coltre detritica nel corso dei mesi estivi.

Quota min. fronte: 2685 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
LP2 (cf)	170°	101	78	-23
LP3 (cf)	140°	20,5	-	-

106 Ghiacciaio della Valletta

Operatore: Piero Borre (PNGP) - Controllo del 2023.09.17

Al momento del sopralluogo la fronte si presenta sgombra di detrito; tuttavia, nel punto di misura, è stato rilevato il collasso del margine frontale con formazione di una cavità larga circa 3 m, con ristagno di acqua e sedimento limoso sul substrato roccioso. Nella porzione centrale e in sinistra laterale il ghiacciaio è punteggiato da detrito grossolano e la superficie è solcata da *bédière*, attive al momento del sopralluogo. La copertura detritica è più estesa in destra laterale, dove si ha l'accumulo di materiale franoso proveniente dalla parete Ovest di Punta Valletta. Percentuale di nevato residuo: 5%.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AP 2022 (cf)	164°	15,5	2,5	-13

109 Ghiacciaio del Coupè di Money

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) - Controllo del 2023.09.11

In corrispondenza del segnale AM7 la fronte del ghiacciaio si mostra netta, sgombra di detrito, con fessure e cavità che si inoltrano, incidendolo, nello spessore del ghiaccio. L'arretramento del ghiacciaio è stato importante, a causa del crollo e del conseguente distacco di una cospicua porzione del margine destro della lingua glaciale. La fronte, in corrispondenza di questo ramo, si posiziona a quota 2860 m (GPS). Già lo scorso anno questa parte si presentava assottigliata rispetto al resto della calotta collocata sui risalti rocciosi che si innalzano immediatamente a monte del ripiano ove, fino all'anno scorso, si attestava la fronte. Gli scarsi apporti nevosi invernali, uniti alle alte temperature estive, ne hanno accelerato la fusione e la conseguente frammentazione. L'accentuata pendenza delle rocce montonate che danno accesso alla fronte ha reso necessario istituire un nuovo segnale AM9 (WGS84 5043810 N; 370408 E) con angolo 120°, spostato leggermente più a sinistra (orografica) rispetto al segnale AM7, che andrà a sostituire. Presso il segnale AM9 la fronte si attesta a 2855 m (GPS). Nel complesso, il ghiacciaio si presenta ancora imponente, con scarsa copertura detritica, per lo più di media pezzatura; la superficie è segnata da piccole *bédière*, attive al momento della misura. Non si segnala nessuna variazione di rilievo per quanto riguarda la fascia detritica a valle della cresta Paganini. La fronte del ramo sinistro del ghiacciaio misurata dal segnale AM8 (che ha sostituito il segnale AM6, abbandonato) si incunea ancora marcatamente nel canale del torrente glaciale e mantiene una forte pendenza. Il margine frontale è evidente, la superficie del ghiacciaio è sgombra da detrito e solcata da sottili *bédière*, poco attive al momento della misura. Percentuale nevato residuo: <20%.

Quota min. fronte: 2795 m (ramo sinistro, GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AM 7 (df)	120°	172	95	-77
AM 8 (sf)	110°	11,5	4,5	-7
AM 9 (df)*	120°	12,5	-	-

* Nuovo segnale, coordinate WGS84 5043810 N, 370408 E.

110 Ghiacciaio di Money

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -
Controllo del 2023.09.11

La fronte si sviluppa in modo ancora piuttosto evidente, con solo una sottile coltre di detrito fine in corrispondenza del punto di misura, dove il ghiaccio risulta scavato alla base dal torrente glaciale. La copertura detritica va però inspessendosi, e in maniera considerevole, sia immediatamente a monte che ai lati del margine frontale, seppellendo in modo pressoché continuo il ghiaccio, che emerge soltanto più a monte, dove il substrato roccioso si fa più ripido. Quest'ingente quantità di materiale detritico, con massi anche di cospicue dimensioni, è il risultato dei reiterati crolli delle soprastanti pareti della Roccia Viva, che apporta sempre nuovo detrito su tutta la porzione in sinistra laterale del ghiacciaio. Da segnalare il progressivo assottigliamento del margine frontale rispetto alla porzione centrale del ghiacciaio, molto crepacciata e ancora relativamente sgombra di detrito. Ciò lascia supporre che in un prossimo futuro tale porzione, abbastanza considerevole, si separerà completamente dal corpo principale, finendo sepolta sotto la coltre detritica. Laddove è priva di copertura detritica, la superficie del ghiacciaio è solcata da marcate *bédière*, attive al momento del sopralluogo. Per facilitare la misura è stato istituito un richiamo del segnale PB2 a 57 m dal segnale originario. Percentuale nevato residuo: <20%.

Quota min. fronte: 2665 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PB2 (df)	110°	61	43.5	-17.5

111 Ghiacciaio di Grand Croux

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -
Controllo del 2023.09.11

Al momento della misura non è stato riscontrato un evidente ampliamento né del lago proglaciale nei pressi del segnale CC 2021 né della caverna glaciale che l'anno scorso hanno modificato considerevolmente con la loro presenza la morfologia del margine frontale. Sono presenti blocchi di ghiaccio sul pavimento della caverna, dovuti a crolli della volta. Questa modesta evoluzione è testimoniata dall'esiguo arretramento della fronte. Per quanto riguarda la porzione di ghiacciaio che ancora riempie con dolci ondulazioni l'ampia conca alla base della parete Nord della Becca di Gay, si segnala, rispetto all'anno scorso, un inspessimento importante della copertura detritica. La superficie del ghiacciaio è solcata da numerose *bédière* attive al momento del sopralluogo. Per quanto ri-

guarda il settore non più soggetto a misura (Grand Croux Ovest), il ghiaccio è quasi del tutto coperto da materiale franoso proveniente dalla Testa del Grand Croux, con soltanto qualche porzione affiorante nella zona centrale. In sinistra laterale è inoltre osservabile l'accumularsi di blocchi di ghiaccio precipitati dalla seraccata con cui termina il ramo destro laterale del Ghiacciaio della Tribolazione. Percentuale nevato residuo: 5%. Il lago proglaciale, nel 2016 soggetto a improvviso svuotamento, nel mese di luglio si presentava colmo, anche se diviso in due piccoli bacini delimitati a monte da scarpate di ghiaccio alte all'incirca 3 m che si tuffavano direttamente nello specchio lacustre.

Integrazioni a cura di Luca Mondardini e Pietro Di Sopra (FMS). Prosegue anche nel 2023 l'attività di monitoraggio del lago proglaciale del Grand Croux. Il bacino lacustre è andato incontro a riempimento totale, situazione non verificatasi nel 2022 e proseguita fino al mese di agosto. Nel mese di luglio è stato realizzato il consueto rilievo di terreno che ha compreso il rilievo aerofotogrammetrico per monitorare l'evoluzione morfologica dell'area e per determinare la stima del volume del bacino. Durante il mese di agosto, grazie all'analisi di immagini satellitari (ESA Sentinel-2) è stato osservato il completo svuotamento del bacino. Hanno collaborato: Fabrizio Troilo, Paolo Perret e William Boffelli (FMS).

Quota min. fronte: 2570 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CC 2021 (cf)	173°	68	66.5	-1.5

Gruppo Gran Paradiso

112 Ghiacciaio della Tribolazione

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -
Controllo del 2023.09.12

La fronte del ramo sinistro, l'unico ancora misurato, è facilmente individuabile, con accumulo di detrito medio-fine sul margine. Esso presenta lungo il suo perimetro alcune porzioni crollate con formazione di piccole cavità e spaccature. Il piccolo lago proglaciale formatosi l'anno scorso in destra laterale ha subito un ampliamento, mentre non si sono riscontrate variazioni rilevanti nella morena viaggiante che solca longitudinalmente la lingua glaciale. Si segnala che, da confronto fotografico, risulta ampliata la finestra di roccia presente nella zona sinistra-centrale di tale ramo. Prosegue inarrestabile l'arretramento del ramo destro e di quello centrale, che si manifesta sonoramente con crolli, a volte anche impor-

tanti, delle seraccate incombenti sulla conca del Ghiacciaio del Grand Croux Ovest. Durante la seconda metà del mese di agosto è stata inoltre segnalata la formazione di una prorompente cascata, precipitante dal ramo destro della Tribolazione sulla conca suddetta. Tale fenomeno trova la sua spiegazione nel considerevole aumento della portata del torrente glaciale in quei giorni molto caldi e nella morfologia della parete rocciosa lungo la quale scorre l'acqua: la presenza di uno scivolo di roccia fa sì che la massa d'acqua venga spinta in fuori con veemenza, creando lo spettacolare effetto visibile dal fondovalle. Da segnalare che l'impetuosa corrente del torrente ha in quei giorni divelto parzialmente la passerella che conduce al bivacco Borghi. La cascata si è poi ridimensionata nelle settimane successive, con l'abbassarsi delle temperature. Percentuale nevato residuo: 25%.

Quota min. fronte: 2830 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BV6 (sl)	210°	70.5	67	-3.5

113 Ghiacciaio di Dzasset

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) - Controllo del 2023.09.12

La copertura di neve residua è inferiore al 10% della superficie glaciale. Nessuna variazione degna di nota nella morfologia del ghiacciaio, che si presenta completamente sgombro di detrito. *Bédière* pronunciate in prossimità della fronte, ma al momento del rilievo non è stato osservato ruscellamento superficiale.

Quota min. fronte: 3030 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MM2 (cf)	270°	81	75	-6

115 Ghiacciaio di Gran Val

Operatori: Alice Naudin, Piero Borre e Alessandro Perron (PNGP) - Controllo del 2023.09.24

Al momento della misura l'intero ghiacciaio risultava coperto da 2-3 cm di neve fresca, caduta tra il 21 e il 22 settembre. Il sopralluogo effettuato il 19 settembre al Ghiacciaio di Valletta, sito sul versante opposto della vallata, ha comunque permesso di constatare che, prima di tale evento nevoso, il ghiacciaio conservava soltanto una fascia discontinua di neve residua nella sua parte sommitale (5% della superficie glaciale). La fronte si presenta

sgombra di detrito, come anche gran parte del corpo glaciale, fatto salvo alcuni accumuli più evidenti in destra laterale e nella parte sommitale a ridosso delle pareti del Grand Sertz, sopra la zona crepacciata del ghiacciaio. Il giorno del sopralluogo non è stato riscontrato ruscellamento superficiale, ma la neve recente non ha permesso di identificare con chiarezza le *bédière*. Da segnalare il distacco di un lembo di ghiaccio di circa 4 x 3 m dalla fronte in corrispondenza del segnale DM1 2022. Il punto di richiamo dello storico segnale DM e il segnale DM1 2022, entrambi istituiti l'anno scorso, sono stati evidenziati con vernice rossa.

Quota minima fronte: 3210 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
DM (sf)	240°	224	217	-7
DM1 2022 (df)	224°	14	1	-13

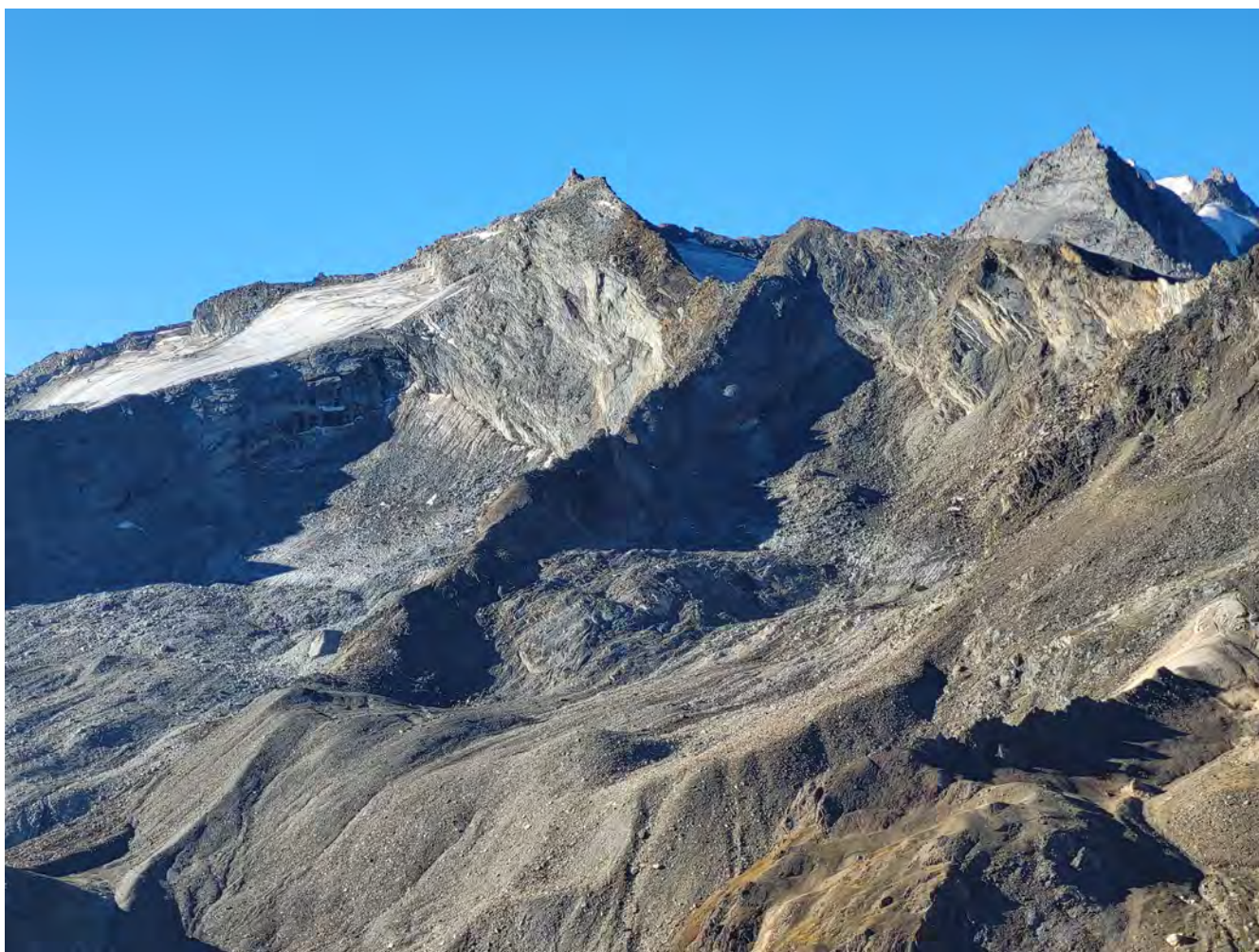
116 Ghiacciaio del Lauson

Operatori: Chiara Caminada, Claudia Linty e Alessandro Perron (PNGP) - Controllo del 2023.08.21

La fronte del ghiacciaio risulta ben evidente da entrambi i segnali, con accumuli di limo al margine. L'intero corpo glaciale è punteggiato da detrito di media-grossa pezzatura, frutto dei continui apporti franosi dalle pareti che cingono la conca in cui il ghiacciaio è ubicato e che ne incidono la superficie. Tale materiale si accumula maggiormente sui bordi del ghiacciaio, a esclusione della fronte, fino a diventare una coltre pressoché continua che nasconde il ghiaccio sempre più sottile. Tale copertura è ben evidente nella porzione frontale in sinistra laterale dove il ghiaccio, quasi del tutto ricoperto da detrito, si spinge una decina di metri a valle rispetto alla fronte misurata dal segnale SC1. La piramide di ghiaccio sepolto segnalata lo scorso anno risulta ancora di considerevole spessore. Sul lato a monte il detrito è in parte scivolato, lasciando intravedere il ghiaccio sottostante che presenta nella parte inferiore una cavità profonda almeno 1.5 m. Il ghiacciaio, nella porzione sgombra da detrito, risulta solcato da numerose *bédière*, attive al momento della misura.

Quota minima fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SC1 (sf)	180°	341	307	-34
SC2 (cf)	210°	260.5	260.5	0



116-117 - Ghiacciai del Lauson e del Meridionale del Tuf (foto C. Caminada dai tornanti per il Colle della Rossa, 2023.08.22). Vista panoramica di due apparati glaciali in fortissima sofferenza. A sin.: il Ghiacciaio del Lauson, fino agli anni 2005 ancora collegato con il soprastante Ghiacciaio di Gran Val. A destra: il Ghiacciaio Meridionale del Tuf, sostanzialmente estinto. *Panoramic view of two glaciers in very severe suffering. On the left: the Lauson Glacier, until 2005 still connected to the overlying Gran Val Glacier. On the right: the Meridionale di Tuf Glacier, essentially extinct.*

121 Ghiacciaio del Trajo

Operatori: Piero Borre e Alice Naudin (PNGP) -
Controllo del 2023.09.20

La fronte del ghiacciaio risulta ben evidente e sgombra di detrito grossolano. Dove lo spessore del ghiaccio è limitato a causa dell'intensa attività del torrente subglaciale, alcune porzioni del margine frontale sono parzialmente collassate: di particolare interesse è la formazione di un piccolo "calderone" in prossimità del punto di misura, largo 8 m in superficie e profondo 2 m; lungo il perimetro il ghiaccio è spesso al massimo 1 m. Nella porzione centrale il corpo glaciale è punteggiato da detrito di media-grossa pezzatura, mentre sui bordi, a ridosso delle pareti rocciose nelle quali è incastonato, la coltre detritica è continua e nasconde completamente il ghiaccio sottostante. Invariata la profonda *bédière* che incide longitudinalmente al centro la lingua glaciale: ai suoi lati

si è osservato un accumulo di detrito fine. Al momento della misura, per via delle basse temperature, non è stato osservato ruscellamento superficiale, mentre era attivo quello alla fronte del ghiacciaio. Durante l'estate si sono verificati alcuni piccoli eventi franosi dall'Arête des Clochettes che hanno contribuito ad incrementare lo spessore della coltre detritica depositata dalla frana avvenuta nel 2017 dalla stessa cresta. Sul finir dell'estate il ghiacciaio non presentava neve residua, se non qualche piccola chiazza a ridosso del Colle della Nera e della Punta Rossa.

Quota min. fronte: 2955 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SP3 (cf)	210°	22.5	0	-22.5

Operatori: Dario Favre, Etienne Jordaney e Valter Vallet (PNGP) - Controllo del 2023.09.02

È stato riscontrato un generale appiattimento dell'intera massa glaciale. È stato posizionato un richiamo del segnale PV a 200 m dall'originale, lungo la direzione di misura (coordinate WGS 84: 5046475 N, 365441 E). Del tutto assente il nevato residuo. Continua ad ingrandirsi verso la testata del ghiacciaio la fascia di rocce che in futuro probabilmente taglierà in due il ghiacciaio. Al momento della visita erano presenti circa 5 cm di neve fresca depositata dalle nevicate di fine agosto. Le due grosse *bédière* già segnalate in zona centro-frontale non erano attive al momento della visita.

Integrazione a cura di Umberto Morra di Cella, Federico Grosso, Paolo Pogliotti (ARPA VdA). Prosegue l'arricchimento di materiale detritico sul fianco sinistro del ghiacciaio. Le ampie fessure distribuite soprattutto nella parte alta dell'apparato sono la testimonianza di una progressiva ed intensa attività morfologica. Lo scorso inverno ha registrato il quarto valore più basso di accumulo nevoso nell'arco di 23 anni di misurazioni, posizionandosi dietro al 2008, che detiene il record di valore minimo, al 2022 e al 2005. L'8 maggio 2023 sono state condotte 118 misurazioni manuali sul ghiacciaio, rivelando spessori nevosi medi di circa 200 cm nella zona di accumulo, situata a un'altitudine media di 3350 m, e di 150 cm nelle zone più basse, corrispondenti a un'altitudine media di 3250 m. La densità media, rilevata in due punti considerati significativi del comportamento degli accumuli per le diverse zone del ghiacciaio, risulta essere pari a 297 kg/m³, determinando un accumulo specifico di 630 mm *w.e.* (nel 2022 questo valore era di circa 469 mm *w.e.*). Nel corso del 2023, la stima dell'ablazione è stata effettuata confrontando la superficie del ghiacciaio alla fine della stagione con quella dell'anno precedente. I DSM (*Digital Surface Model*) sono stati elaborati utilizzando tecniche di fotogrammetria applicate a immagini acquisite tramite drone. L'ablazione specifica della sola componente glaciale (non è stata rilevata la presenza di neve residua), così calcolata, ha raggiunto il valore di 1814 mm *w.e.* Questo valore, sommato alla perdita di massa dovuta alla completa fusione del manto nevoso invernale, ha comportato una perdita complessiva pari a 2444 mm *w.e.* Nel corso dell'ultimo anno, sebbene i dati registrati non abbiano raggiunto livelli così preoccupanti come quelli dell'anno precedente, è emerso un accumulo invernale inferiore rispetto alla media degli ultimi 22 anni, accompagnato da un tasso di fusione più elevato. Questo fenomeno evidenzia la delicata situazione dei ghiacciai valdostani situati a quote intermedie: caratterizzati da bacini di accumulo relativamente ridotti, rispondono più velocemente e marcatamente rispetto ad apparati con dimensioni maggiori, e dunque faticano a sopravvivere all'incessante

aumento delle temperature stagionali, segno inequivocabile del loro stato di grave sofferenza. Le misure effettuate sulla fronte del ghiacciaio mostrano un arretramento della lingua (lungo la direzione storica di osservazione corrispondente a un azimut di 110°) di circa 8 metri rispetto al 2022, una diminuzione inferiore rispetto alle stagioni precedenti in cui erano stati registrati arretramenti di circa 20 metri. Il bilancio di massa complessivo del ghiacciaio rimane fortemente negativo, in linea con il trend attualmente osservato in tutta la regione alpina.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PV (sl)	120°	231	217	-14

127.1 *Ghiacciaio Occidentale del Gran Neyron*

Operatori: Demis Massoni e Valter Vallet (PNGP) - Controllo del 2023.08.24

Si nota un generale abbassamento ed appiattimento della massa glaciale: l'arretramento è comunque contenuto per via della morfologia della zona frontale, che conserva un discreto spessore ed una pendenza del ghiaccio notevole. Presenti ampie aree di nevato residuo, sia sopra che sotto l'isola rocciosa posta a circa 3300 m di quota, stimabili nel 15% della superficie totale. Numerose porte glaciali sono visibili in zona centro-frontale. Discreta copertura detritica nella zona frontale, estesa per una fascia di circa 20 m. Diverse *bédière* convergono in due di maggiori dimensioni nella zona sinistro-frontale, attive al momento della visita. Hanno collaborato: Stefano Drigo e Etienne Jordaney (PNGP).

Quota min. fronte: 3010 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C3 (cf)	186°	280	276	-4

127.2 *Ghiacciaio Orientale del Gran Neyron*

Operatori: Demis Massoni e Valter Vallet (PNGP) - Controllo del 2023.08.24

È stato istituito un nuovo segnale denominato PV1 in zona centro-frontale che va a sostituire i vecchi segnali D1, D2, D3, molto distanti dalla fronte e le cui misure, con il ritiro del ghiacciaio, risultano ormai ridondanti. Si nota una discreta copertura detritica in zona sinistra e centro-frontale, che si estende fino alla zona centrale del ghiacciaio. Il ghiaccio risulta coperto di detriti anche nella parte sommi-

tale, sotto le pareti dell'Herbetet, a causa di frane di piccole dimensioni. Non si notano *bédière* di dimensioni rimarchevoli sulla superficie glaciale. Al momento della visita si registra la presenza di copiosa acqua di fusione sulla superficie, fatto dovuto al grande caldo dell'ultima settimana. Innevamento residuo quasi nullo, fatta eccezione per qualche piccola porzione di nevato alla base delle pareti. Hanno collaborato: Stefano Drigo e Etienne Jordaney (PNGP).

Quota min. fronte: 3000 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
D1 (cf)	150°	198	192	-6
D2 (cf)	145°	192.5	185	-7.5
D3 (cf)	130°	196	186	-10
PV1 (cf)*	137°	77.5	-	-

* Nuovo segnale, coordinate WGS84 5046023 N, 365020 E, quota 2998 m.

128 Ghiacciaio di Montandeyné

Operatori: Demis Massoni e Stefano Drigo (PNGP) -
Controllo del 2023.08.23

Si è effettuata per l'ultima volta la misurazione ai segnali ET1 ed ET2, in quanto le direzioni di misura si incrociano ed ormai monitorano un margine glaciale che

non rappresenta più la porzione più avanzata del corpo glaciale. La parte frontale del ghiacciaio, di notevole estensione, presenta ora due lingue più pronunciate, una misurata dal segnale BN e che corrisponde al margine frontale più avanzato, ed una seconda, posta più a sud, dove si è deciso di istituire un nuovo segnale denominato SD1 a 29 m dalla fronte in zona sinistro-frontale su una roccia montonata (coordinate WGS84: 5044224 N, 364147 E). La quota del margine frontale monitorato da SD1 è pari a 3164 m. Permane poco nevato sul corpo glaciale sotto forma di una striscia larga circa 30 m in corrispondenza della crepaccia terminale sotto il Colle di Montandeyné: nevato residuo circa 5%. Si nota un evidente appiattimento della zona frontale. Un'evidente frana ha interessato, in destra orografica in direzione del Colle di Montandeyné, la zona centrale del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 3140* m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
ET1 (cf)	86°	317	302	-15
ET2 (cf)	116°	365.5	352	-13.5
BN (cf)	110°	9.5	2	-7.5
SD1 (sf)	127°	29	-	-

* Il dato rettifica il valore pubblicato nella campagna 2022.



128 - Ghiacciaio di Montandeyné (foto A. Rossotto dalla Cresta di Cima Percia, 2023.10.07). Il ghiacciaio, spoglio di neve residua, presenta un lungo e frastagliato margine frontale e un ripido scivolo di raccordo con la Becca di Montandeyné. In primo piano le morene della PEG. *The glacier, devoid of residual snow, has a long and jagged frontal margin and a steep ramp connecting with the Becca di Montandeyné. In the foreground the LIA moraines.*



129-130 - Ghiacciai di Lavacciù e del Gran Paradiso (foto A. Rossotto dalla Cresta della Cima Percia, 2023.10.07). Il Ghiacciaio di Lavacciù riveste la parete Nord del Gran Paradiso (in ombra) e si allarga a ventaglio alla confluenza con il sinuoso Ghiacciaio del Gran Paradiso. Evidenti la morena mediana e le morene della PEG. *The Lavacciù Glacier covers the north face of the Gran Paradiso (in the shade) and widens like a fan at the confluence with the winding Gran Paradiso Glacier. The medial moraine and the LIA moraines are evident.*

129 Ghiacciaio di Lavacciù

Operatori: Demis Massoni e Stefano Drigo (PNGP) -
Controllo del 2023.09.07

La parete Nord del Gran Paradiso è completamente priva di neve. ELA stimata a 3650 m di quota, non di facile individuazione a causa delle abbondanti nevicate in quota nell'ultima settimana di agosto (AAR: 0.2). Non è stato possibile effettuare la misurazione dal segnale ST perché la direzione di misura non intercetta più la fronte. È stato quindi istituito un nuovo segnale in zona centro-frontale denominato CF (coordinate WGS84: 5043363 N, 362867 E, direzione di misura 98°, a quota 2910 m). In zona sinistra frontale si nota una grossa *bédière*, non attiva al momento della visita. Sempre più evidente la morena mediana, formatasi dall'incontro dei due rami del ghiacciaio, che prosegue fino alla zona frontale. Durante il sopralluogo è stato osservato l'inusuale attraversamento della porzione frontale del ghiacciaio ricoperta di detriti da parte di tre camosci.

Quota min. fronte: 2910 m (GPS)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CF(cf)	98°	27.5	-	-

* Il dato corregge il dato pubblicato in precedenza.

130 Ghiacciaio del Gran Paradiso

Operatori: Demis Massoni e Stefano Drigo (PNGP) -
Controllo del 2023.09.02

La zona frontale del ghiacciaio è interessata da caduta massi dalle pareti rocciose poste nella zona in destra orografica; pertanto, non viene più effettuata la misura. Da un esame visivo la zona frontale risulta ulteriormente assottigliata. Nessuna traccia di nevato residuo. Poco visibile il crepaccio terminale a causa delle nevicate in quota di fine agosto.

Quota min. fronte: NM

131 Ghiacciaio di Moncorvé

Operatori: Demis Massoni, Stefano Drigo e Mattia Alessi (PNGP) - Controllo del 2023.09.10

Prosegue il rapido arretramento frontale dovuto all'esiguo spessore della lingua di ghiaccio, adagiata su rocce montonate. La direzione di misura, che risulta essere ancora ottimale, nei prossimi anni probabilmente porterà ad avvicinarsi ad una zona soggetta ai continui crolli che si verificano dalla parete nordovest del Ciarforon. La porzione di ghiacciaio presente in sinistra orografica del Colle di Moncorvé risulta notevolmente ridotta. Molto evidente l'assottigliamento della calotta sommitale del Ciarforon. Al momento del sopralluogo è stato osservato nevato residuo solamente ai piedi della parete nordovest del Ciarforon, stimato in circa il 5% della superficie glaciale. Osservate due *bédière* nella zona centro-frontale, non attive al momento della visita.

Quota min. fronte: 3050 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RV(cf)	170°	155*	123.5	-31.5

* Misura effettuata con distanziometro.

132 Ghiacciaio di Monciair

Operatori: Demis Massoni, Stefano Drigo e Mattia Alessi (PNGP) - Controllo del 2023.09.10

Si osserva un generale assottigliamento dell'intera massa glaciale. A partire da fine agosto, sono stati osservati diversi crolli (i cui accumuli sono ben visibili sul ghiacciaio) dal canalino che scende alla sinistra orografica dell'ultimo gendarme prima della cima della Becca di Monciair. Una fascia di nevato residuo (stimata pari al 15% della superficie glaciale) era presente al centro del ghiacciaio ed ai piedi delle pareti esposte ad Ovest, probabilmente frutto degli accumuli di valanghe invernali. Prosegue l'emersione verso monte di rocce montonate in zona destro-frontale. Risulta altresì ampliata la fascia di rocce montonate in sinistra orografica della direzione di misura, che si stima ora dell'altezza di 6 m. Una grossa *bédière* in zona centro-frontale ed una in zona destro-frontale erano attive al momento della visita.

Quota min. fronte: 2935 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MB1 (cf)	105°	87*	79*	-8

* Misura effettuata con distanziometro.

134 Ghiacciaio del Grand Etrèt

Operatori: Stefa Cerise, Demis Massoni e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2023.09.20

Ennesima annata di sofferenza per il ghiacciaio. L'estate 2023 è stata caratterizzata da temperature elevate (salvo qualche giorno più fresco a inizio agosto) che hanno esaurito completamente tra luglio ed agosto le scorte di neve accumulate sul ghiacciaio, grazie soprattutto alle precipitazioni nevose del mese di maggio. Solo la nevicata del 28 agosto, con l'apporto sopra i 2400 m di quota di diversi centimetri di neve, ha permesso un rallentamento della fusione, ricoprendo il ghiacciaio per parecchi giorni. La superficie glaciale alla data del rilievo si presentava pressoché priva di neve residua (indice AAR = 0); qualche esigua chiazza di neve era presente alla base delle pareti alle quote più alte e nel settore destro orografico della crepaccia terminale, che si presentava pertanto chiusa per circa metà della sua lunghezza. Ancora presente (seppur ridotta rispetto allo scorso anno per effetto dell'ablazione estiva) la fascia di *firn* pluriennale, situata oltre i 3075 m di quota circa fino al margine della crepaccia terminale. L'ELA si situa oltre il limite superiore del ghiacciaio. La "strozzatura" del ghiacciaio, generatasi nel 2021 a circa 2960 m di quota a causa dell'emersione del substrato roccioso, si è ristretta ulteriormente, riducendosi da 81 a 73 m. Proprio in tale settore, inoltre, in destra orografica, è presente un'ampia fascia di ghiaccio collassato, prossimo alla scomparsa. In destra orografica, alla base delle pareti, dalla quota di 2900 m circa fino alla fronte, si è ampliata la fascia di detrito prodotta da frane di piccole e medie dimensioni. Presenti due *bédière* di grosse dimensioni, attive al momento del rilievo, che solcano longitudinalmente la parte bassa del ghiacciaio. Si è conservato il mulino glaciale costituito di 3 inghiottitoi (rinvenuto e mappato nel 2022 alla quota di 2815 m circa) mentre è scomparso il mulino che lo scorso anno era presente più in basso. Poco a monte del margine frontale, in posizione centrale, a quota 2745 m circa, è stata osservata una cavità circolare ("calderone"), prodotta dal collasso della superficie glaciale (coordinate WGS84: 5037741 N, 360816 E), con al fondo un piccolo laghetto; la profondità stimata della cavità è di circa 10 m. La cavità appare in ampliamento, come testimoniato da indizi di collasso delle aree circostanti. La dinamica di formazione della cavità è stata molto rapida: durante un sopralluogo del 17 agosto, infatti, essa non era ancora presente: dall'analisi delle immagini satellitari Sentinel 2 sembra essersi formata tra il 6 e l'11 settembre. Questa forma glaciale, molto diffusa nelle Alpi Centrali ed Orientali, viene osservata per la prima volta su uno dei ghiacciai del Gran Paradiso. Si è proceduto a ripiantare le paline II e III, cadute durante l'estate, e le paline I e IV ormai prossime alla fuoriuscita. L'accumulo nevoso è stato misurato il giorno 29 maggio 2023 dal personale del Corpo di Sorveglianza del PNGP

mediante scavo di cinque pozzi da neve in prossimità delle paline ablatometriche. L'accumulo medio di neve sul ghiacciaio è risultato di 275 cm (media aritmetica), valore inferiore di circa il 15% rispetto alla media del periodo 2000-2022 (323 cm). La densità media della neve è risultata di 378 kg/m³ (media aritmetica), inferiore di circa il 19% rispetto al valore medio del periodo 2000-2022 (466 kg/m³). Tale valore eguaglia il dato peggiore della serie storica (stagione 2012-2013), ed è da imputarsi all'assenza di spessi strati di neve compatta e pesante all'interno del manto nevoso, considerato che una grossa parte della neve è giunta sul ghiacciaio con le precipitazioni abbondanti del mese di maggio. Sono giunti sul ghiacciaio 240 546 m³ di acqua sotto forma di neve e sono fusi tutti insieme ai 559 486 m³ di acqua in forma di ghiaccio e *firn* pluriennale, per un totale di 800 032 m³ di acqua persi. L'accumulo specifico è stato di 1026 mm *w.e.* e rappresenta il secondo peggior dato della serie storica (superiore solo al drammatico dato della scorsa stagione), inferiore di circa il 34% rispetto alla media del periodo 2000-2022 (1544 mm *w.e.*). La valutazione dell'ablazione della stagione idrologica 2022-2023 in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche si è conclusa il giorno 20 settembre 2023 con le misurazioni finali. Si segnala che durante l'estate si sono resi necessari due sopralluoghi intermedi: il primo il 9 agosto per eseguire il controllo delle condizioni delle paline ed una misurazione intermedia, il secondo il 17 agosto per ripiantare la palina II caduta. L'ablazione specifica è stata di -3412 mm *w.e.*, decisamente più sfavorevole rispetto al dato medio del periodo 2000-2022 (-2527 mm), che viene superato di circa il 35%, risultando il secondo peggior valore della serie storica, migliore solo del dato record della stagione 2021-2022 (-4268 mm *w.e.*). Il bilancio di massa specifico per l'anno idrologico 2022-2023 è risultato anche quest'anno molto negativo, con un valore di -2386 mm *w.e.*, che porta il totale cumulato dal 1999 al 2023 a -25 045 mm *w.e.* Il bilancio specifico 2022-2023 rappresenta il secondo peggior dato della serie storica, con un valore più del doppio del dato medio 2000-2022 (-986 mm *w.e.*), che viene superato, in negativo, di circa il 142%. Risulta migliore esclusivamente del dato record della stagione 2021-2022 (-3662 mm *w.e.*). Il ghiacciaio nel corso della stagione 2023 ha perso uno spessore medio di 2.7 m; dal 1999 la perdita totale media è stata di circa 29 m. Anche quest'anno, nel corso del rilievo, si è provveduto a ripermire con GPS palmare l'intero corpo glaciale: la superficie del ghiacciaio si è ridotta a 212 652 m², rispetto ai 234 469 m² di settembre 2022, con una perdita di 21 817 m², pari a una contrazione del 9%. Dal 1999 la superficie del ghiacciaio si è ridotta di circa il 62%.

Sopralluogo del 15 ottobre 2023. Le alte temperature di fine settembre e della prima metà di ottobre hanno mantenuto condizioni prettamente estive in Valle d'Aosta. Al fine di valutare gli effetti sul ghiacciaio di tale anomalia

termica autunnale si è deciso di effettuare un ulteriore sopralluogo. Il ghiacciaio oltre i 3000 m di quota si presentava coperto da un leggero strato di neve fresca caduta il giorno precedente. La poca neve caduta il 21 e 22 settembre, nonostante si sia mantenuta a lungo sul ghiacciaio, è scomparsa quasi del tutto, ad eccezione di qualche chiazza residua all'ombra delle pareti sotto il Colle Occidentale del Gran Etrèt. La presenza di qualche centimetro di ghiaccio di rigelo su tutta la superficie del ghiacciaio è da imputarsi probabilmente proprio a cicli di fusione e rigelo di questa neve. L'arretramento frontale è risultato invariato rispetto al 20 settembre. Il calderone documentato il 20 settembre si presentava ampliato ulteriormente e la superficie dell'imbocco ellittico della cavità era di circa 430 m² (asse verticale: 26 m; asse orizzontale: 21 m). Gli assestamenti avvertiti nel ghiaccio e le crepe e le fessure che dipartono dalla cavità glaciale soprattutto in sinistra orografica (e che non erano presenti il 20 settembre) lasciano supporre una vasta area di instabilità e di vuoto sotto la superficie glaciale che potrebbe portare al collasso di una grossa porzione frontale fin verso la posizione della palina I. La grossa *bédière* che termina poco sopra la palina I nel punto con coordinate WGS84 5037671 N, 360782 E a 2755 m di quota si presentava inattiva in superficie. Grazie all'assenza di acqua è stato possibile osservare come tale *bédière* incida il ghiacciaio in profondità, probabilmente fino al letto. Infatti, seppur in assenza di acqua in superficie, si poteva udire lo scorrere di acqua in profondità. Le dimensioni della "strozzatura" sita a 2960 m di quota sono rimaste invariate rispetto al 20 settembre; tuttavia, la porzione di ghiaccio in destra orografica prossima al collasso si è visibilmente ingrandita. La crepaccia terminale risultava ancora chiusa per circa metà della sua estensione in destra orografica; tuttavia, rispetto al 2022 la porzione aperta appariva più larga. L'ablazione del periodo 20 settembre - 15 ottobre è stata pari a 202 mm *w.e.* Il ghiacciaio in 25 giorni di fusione autunnale ha perso uno spessore medio di 23 cm di ghiaccio, con un trend di fusione medio giornaliero di circa 1 cm/giorno. Il dato rilevato è risultato fortunatamente inferiore rispetto a quanto si temesse; più fattori hanno contribuito a mantenere contenuta l'ablazione nonostante le temperature elevate del periodo: l'esposizione NW del ghiacciaio, le ridotte ore di sole, la minore inclinazione dei raggi solari, ma soprattutto la nevicata del 21-22 settembre. Si è deciso di non includere l'ablazione verificatasi in questo periodo nel bilancio 2022-2023 al fine di mantenere l'uniformità della serie storica. Il dato è tuttavia di grande importanza sia per comprendere quanto abbia influito sull'ablazione l'anomalia termica autunnale 2023, sia per fare chiarezza nel bilancio di massa del prossimo anno su quale sarà il reale peso dell'ablazione estiva 2024. Hanno collaborato: Alessi M., Bethaz S., Borney S., Jordaney E., Jordaney J.L., Miravalle R., Panaccio M., Valfrè D., Vallet R. (PNGP).

Quota min. fronte: 2735 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
DM2 (cf)	175°	62	47	-15

Gruppo *Teu Blanc*

138 *Ghiacciaio di Aouillie*

Operatori: Rudy Vallet e Demis Massoni (PNGP) -
Controllo del 2023.09.13

Si riscontra un abbassamento generale dell'intera massa glaciale, reso ben visibile dalla progressiva espansione verso l'alto della penisola roccioso-detritica che parte dalla zona sinistra-laterale del ghiacciaio. Nevato residuo assente; al momento della visita permaneva sulla superficie glaciale qualche piccola striscia di neve recente caduta a fine agosto. Sempre presenti numerosi crepacci nella zona centrale del ghiacciaio. Nella zona destro-frontale sono crollate alcune porte glaciali che si erano aperte nella lingua monitorata dal segnale NV21. Il settore frontale più avanzato è visibilmente annerito dalla crescente copertura detritica (n.d.r.).

Quota min. fronte: 3115 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NM13 (sf)	265°	95,5	90	-5,5
NV21 (cf)	230°	69	47	-22

139 *Ghiacciaio di Percia*

Operatori: Rudy Vallet e Demis Massoni (PNGP) -
Controllo del 2023.09.14

È stato istituito un nuovo segnale denominato AM che andrà a sostituire il segnale VN21, non più rilevante ai fini della misurazione frontale. Il segnale AM si trova in zona sinistro-frontale su un masso ciclopico a 6 m dal ghiacciaio, a quota 3015 m s.l.m. (coordinate WGS84: 5044256 N, 356476 E). Neve residua assente su tutta la superficie del corpo glaciale; è presente qualche traccia di neve recente. La copertura detritica in zona sinistro-frontale risultata aumentata. La barra rocciosa che taglia trasversalmente il ghiacciaio in zona centro-frontale è quasi totalmente venuta a giorno. Permane ancora una sottile lingua di ghiaccio ricoperta da detriti in sinistra orografica, che per il momento impedisce di considerare la porzione frontale completamente staccata dal corpo principale del ghiacciaio. Sempre presente un grosso mulino a 3250 m di quota in zona centrale. Presenti tre piccole *bédière*, che dalla

parte centrale confluiscono in una più grossa nella zona centro-frontale, attive al momento della visita.

Quota min. fronte: 3015 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VN21 (df)	200°	42*	36*	-6
NV21 (sf)	210°	75*	74,5*	-0,5
AM (df)	215°	6	-	-

* Misura effettuata con distanziometro.

140 *Ghiacciaio Settentrionale di Entrelor*

Operatori: Alberto Rossotto e Daniele Valfrè (PNGP) -
Controllo del 2023.09.06

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presentava ricoperto da un sottile strato di neve recente caduta il 28 agosto e non ancora fusa che gli conferiva un aspetto imbiancato che ingannava circa le sue reali condizioni. Prima della nevicata, infatti, il ghiacciaio era pressoché privo di neve residua, stimabile in circa il 5% della superficie totale e localizzata in alcune piccole placche collocate sotto la Cima di Entrelor, e presentava ampie porzioni di ghiaccio "nero" per via di detrito di piccole dimensioni presente soprattutto sotto le pareti dell'anticima di Entrelor. Il piccolo lago situato presso la fronte misurata da A(BP-04-40m) si è prosciugato nel corso dell'estate, senza segni di svuotamento verso valle, lasciando al suo posto una distesa di limo e fango, con a tratti presenza di ghiaccio: si ipotizza pertanto che il fondo del lago presentasse ghiaccio e che lo svuotamento sia avvenuto per infiltrazione dell'acqua direttamente nel terreno attraverso fratture nel ghiaccio sottostante. Il lago era certamente presente il 17 luglio, mentre il 17 agosto era già parzialmente prosciugato come riferisce un gestore del Rifugio delle Marmotte salito in tale data nel corso di un'escursione. La *bédière* segnalata lo scorso anno è scomparsa e la copertura detritica nei pressi della fronte misurata da A(BP-04-40m) è aumentata notevolmente. Si segnalano fenomeni di frana attivi alla data del rilievo ed iniziati il giorno 2 settembre dalla cresta del Colle di Percia che interessano la zona soprastante la suddetta fronte. Si è ampliato, rispetto allo scorso anno, il settore in roccia che, in testata, separa il ghiacciaio dal margine sinistro del Ghiacciaio di Percia, così come si è accresciuta l'isola rocciosa collocata sotto la Cima di Entrelor. Lo spessore del ghiaccio appare ormai esiguo, soprattutto nel settore in destra laterale ed in quello in corrispondenza del segnale P4. Le operazioni di misura sono state eseguite mediante rotella metrica. Rilevata la quota della fronte misurata da P4 (3135 m, A), e da AR 2020 (3117 m, A).

Quota min. fronte: 3045 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P4 (cf)	145°	179	161	-18
A(BP-04-40m) (df)	160°	159	149	-10
AR 2020 (cf)	150°	35	30	-5

142 Ghiacciaio della Vaudaletta

Operatore: Alberto Rossotto (PNGP) -
Controllo del 2023.09.07

Il ghiacciaio si presenta quasi completamente coperto di detrito. Esigue porzioni di ghiaccio affiorante sono visibili solo sul pendio sotto Punta Leynir, fino alla quota del segnale PR3. Alla data del rilievo il ghiacciaio appare del tutto privo di neve stagionale residua. Resti di neve recente (nevicata del 28 agosto) si sono conservati nei pendii all'ombra sotto le pareti di Punta Leynir. Le misurazioni alla fronte non sono state effettuate a causa del detrito e del limo glaciale che impediscono di identificare il margine del ghiaccio nel pianoro antistante il segnale PR3. Nel corso del sopralluogo è stato rinvenuto il vecchio segnale PR1 del 1984 di cui sono state prese le coordinate (WGS84: 5042576 N, 354160 E) e la quota (2895 m, A). Durante l'estate, a differenza degli scorsi anni, non si sono verificati eventi di frana di rilievo dalle pareti sottostanti la Punta Leynir.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Granta Parei

144 Ghiacciaio di Lavassey

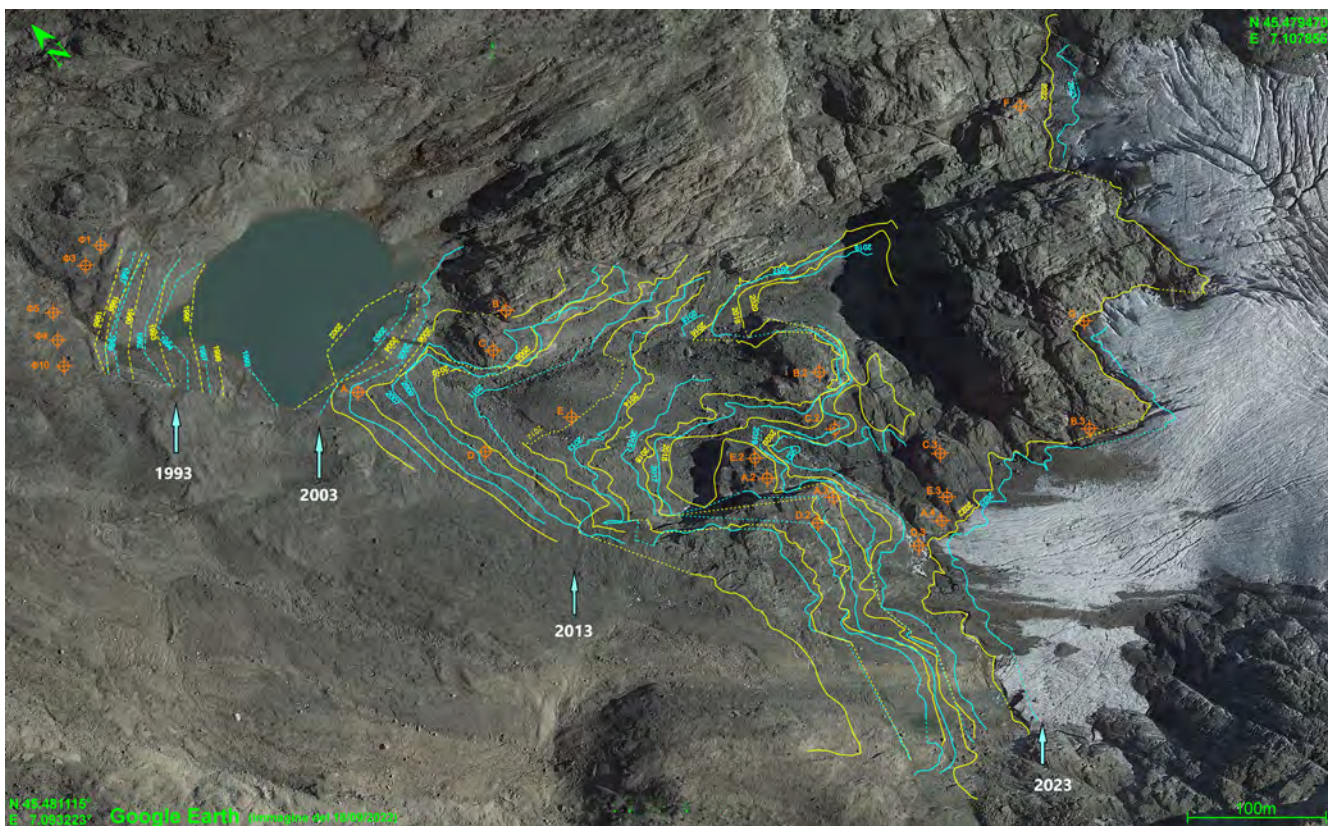
Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2023.08.22

Il ghiacciaio è stato visitato in date diverse da fine luglio alla prima decade di settembre. Le misure strumentali sono state effettuate il 22 di agosto. Alla data dell'ultima osservazione (10/09) l'innevamento residuo è risultato praticamente assente: visibile solo una debole copertura di neve vecchia (*firm*), piuttosto sporca, nel circo sottostante la Punta Bousson, al di sopra dei 3050 m di quota. Sul corpo glaciale sono evidenti, a tutte le quote, diversi sistemi di crepacci ben aperti. Il dissipatore principale (sinistro) presenta, come l'anno scorso, delle *bédière* marcate (almeno 3) che si originano intorno a 2950 m s.l.m. Il laghetto proglaciale segnalato in formazione l'anno scorso non si è ampliato e si è in parte svuotato. La copertura detritica, piuttosto sottile, è li-

mitata a piccole aree presso le fronti sinistra e destra e a quella alla base della parete occidentale della Punta Basei da cui provengono crolli. Relativamente alle misure strumentali si riporta che: i) il segnale B3 è ormai diventato di tipo laterale per cui è stato escluso dal calcolo della variazione frontale media; considerato che si tratta di un caposaldo ridondante per questa fronte (ve ne sono altri quattro) non si ritiene si debba proseguire con la serie di misure; ii) è stato posto un nuovo segnale G(PR-2023-18m) per il monitoraggio del lobo centrale: la sua posizione è 32TLR51903812 (UTM ED50), la quota è 2860 m (A); iii) a partire dall'anno scorso è stato possibile determinare posizione e quota ellissoidica di alcuni segnali (A3, A4, B2, C2, C3, D2, D3, E2, E3 ed F) utilizzando un ricevitore GNSS che permette la correzione in post processo con le stazioni fisse della rete piemontese e valdostana. Per i detti segnali è stata poi ottenuta la quota ortometrica utilizzando il servizio online offerto dall'International Service for the Geoid. Confrontando i valori ottenuti con quelli ricavabili dal DEM della RAVA del 2005 (quando i siti dove poi sono stati materializzati i punti segnale erano ancora coperti dal ghiaccio) si ha una stima dello spessore della lingua glaciale in corrispondenza dei capisaldi stessi nell'anno sopra indicato: il valore medio di spessore di ghiaccio ai punti segnale è risultato secondo questo calcolo pari a circa 24 m, con valori massimi (31 m) in corrispondenza dei punti segnale D3 ed E3, e valore minimo (15 m) al segnale A3; iv) il margine frontale è stato tracciato con ricevitore GNSS e riportato in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2805 m (lobo sinistro, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.4(JP-2022-13m) (sf)	140°	31	13	-18
B.3(JP-2022-29m) (sl)	140°	36	29	-7
C.3(JP-2022-40m) (sf)	140°	48.5	40	-8.5
D.3(JP-2022-12m) (sf)	140°	25.5	12	-13.5
E.3(JP-2022-27m) (sf)	140°	36	27	-9
F(JP-2022-24m) (df)	140°	44	24	-20
G(PR-2023-18m) (cf)	140°	18	-	-



144 - Ghiacciaio di Lavassey (rilievi di F. Pollicini). Carta del margine frontale dal 1984 al 2023. *Map of the front margin from 1984 to 2023.*

145 Ghiacciaio Orientale del Fond

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2023.09.03

Le misure strumentali sono state eseguite il 3 settembre, mentre l'innevamento residuo è stato controllato il 10 settembre, in quanto una nevicata precoce ne ha ostacolato l'osservazione alla data precedente. La neve residua è risultata di fatto assente: solo su di un ripiano della colata orientale (destra), intorno alla quota 3100 m, era presente un po' di neve vecchia (*firn*). Vi sono masse di ghiaccio morto e laghetti (di cui alla relazione 2022) addirittura presso il settore sommitale della Punta Galisia, che è la massima elevazione della zona. Il piccolo lago retrostante la quota 3288.7 (CTR RAVA 2005), presumibilmente in territorio francese, è apparso ancora più ricco d'acqua rispetto al 2022. Il ghiacciaio presenta sistemi di crepacci ben aperti a tutte le quote e settori distali decisamente assottigliati. La copertura detritica si concentra in prossimità delle fronti (dove rende difficoltosa l'individuazione del margine glaciale per la misura strumentale) ed alla base delle pareti rocciose, soprattutto di quella di quota 3288.7 m menzionata in precedenza. Nella parte meno elevata della colata centrale sono presenti alcune *bédière* e, intorno alla quota 3030 m circa, il substrato roccioso

è a giorno in una finestra. La quota minima dell'apparato è riferita al corpo centrale ma si ricorda che esistono masse di ghiaccio, considerato morto, a quote inferiori alla base del Roc Basagne. Sulla base di calcoli effettuati secondo la metodologia descritta per il Ghiacciaio di Lavassey, in corrispondenza dei punti segnale lo spessore del ghiacciaio nel 2005 è stato valutato in circa 16 m. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP-66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2885 m (corpo centrale, A)

Segnale	Direzione della misura	Distanze (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.2(PR-2022-27m) (df)	138°	46.5	27	-19.5
B.3(PR-2022-22m) (cf)	165°	61	22	-39



145 - Ghiacciaio Orientale di Fond (foto J.L. Jordaney da Punta Galisia, 2023.08.21). La sella di transfluenza tra il ghiacciaio francese di Bassagne (in primo piano) e il ghiacciaio valdostano ospita un lago epiglaciale, già in formazione nel 2018. *The transfluence saddle between the Bassagne Glacier in France (foreground) and the Aosta Valley glacier hosts an epiglacial lake, already forming in 2018.*

146 Ghiacciaio Occidentale del Fond

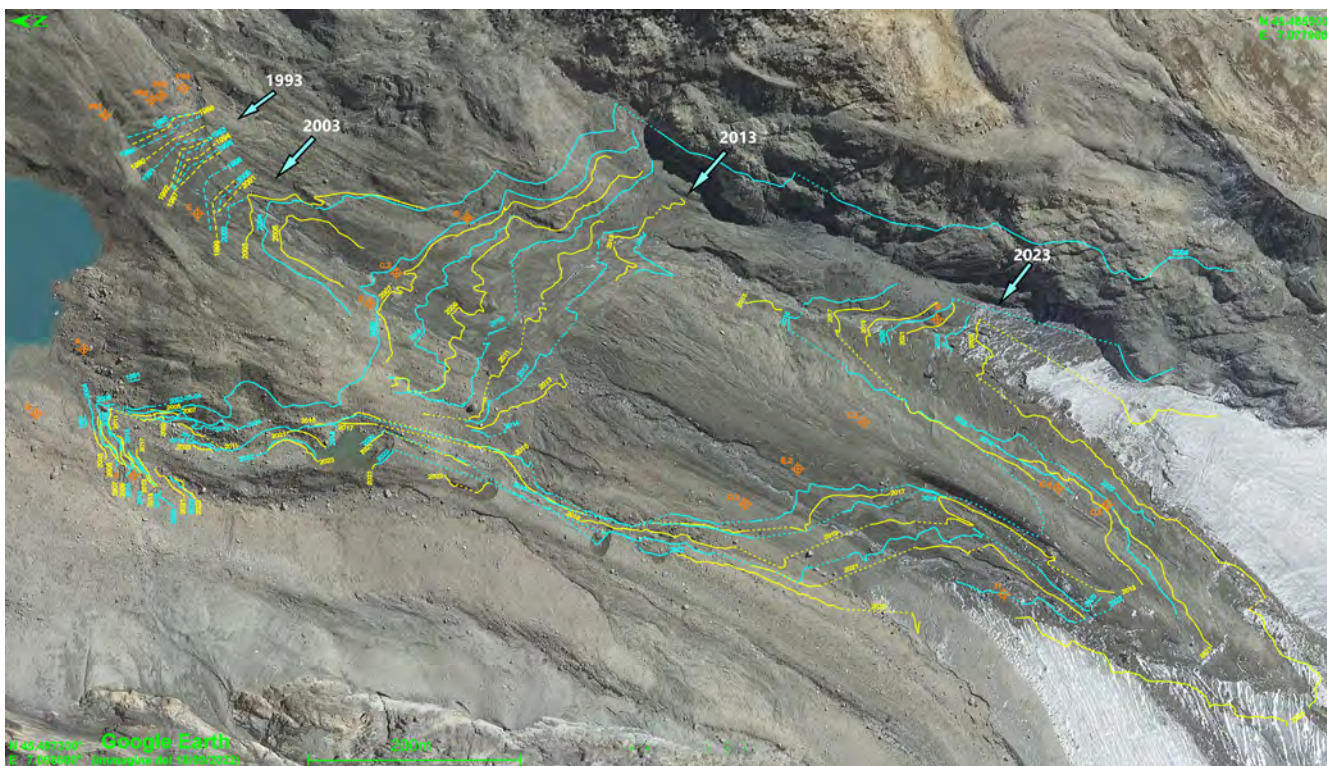
Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2023.09.03

Già in occasione di un primo sopralluogo, effettuato il 13 agosto, l'innevamento residuo risultava quasi completamente scomparso, per cui si può assumere che alla data del secondo (03/09) non fosse rimasta neve residua, anche se una spruzzata di neve recente non ha permesso una verifica diretta. Gran parte del ghiacciaio rimane coperto da detrito, dovuto ai continui franamenti provenienti dal Roc du Fond. L'unico settore libero da detrito è la porzione destra del circo orientale e del dissipatore che si protende verso il segnale D. Qui il ruscellamento è prevalentemente diffuso, ma sono presenti anche alcune piccole *bédière*. Il ghiaccio dei due circhi è ancora in continuità, sebbene sempre meno potente. Laddove manca la protezione della copertura detritica, il ghiaccio è decisamente assottigliato. Non sono state effettuate le misure dai segnali PR10 e C: per il primo si tratta di una misura laterale non più significativa, per il secondo non è stato possibile identificare la posizione del

marginale glaciale coperto dal detrito. Sempre il detrito ha reso difficoltosa l'operazione di misura dal segnale B. Sono state ricontrollate le quote dei segnali e delle stazioni fotografiche utilizzando le procedure illustrate nella relazione del Ghiacciaio Lavessey (n. 144). Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2740 m (settore occidentale, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B(BP-08-12m) (df)	170°	149	134	-15
D(BP-2019-17m) (df)	180°	42.5	35	-7.5



147 - Ghiacciaio di Soches-Tsanteleina (rilievi di F. Pollicini). Carta del margine frontale dal 1984 al 2023. *Map of the front margin from 1984 to 2023.*

147 Ghiacciaio di Soches-Tsanteleina

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2023.09.03

Il grande dissipatore che scende dal circo Soches è sempre più marcatamente diviso in due lingue dal progredire dell'emersione del substrato roccioso, a testimonianza di una considerevole perdita di potenza glaciale. L'emersione risale verso i 3000 m di quota senza quasi soluzione di continuità, con un'ulteriore finestra poco più in alto, alla base della Punta Calabre. La lingua occidentale costeggia la parete Est della Granta Parei ed è largamente coperta da detrito. Il laghetto proglaciale che lambisce il margine glaciale si è quasi svuotato. A monte di questo, in tre punti diversi, vi sono stati evidenti scivolamenti della copertura detritica. Questa lingua viene monitorata dai segnali F, D2 ed E2. Quest'anno, però, non è stato possibile effettuare le misure dagli ultimi due, decisamente più significativi, a causa della copertura detritica. Si è quindi resa necessaria la posa di un nuovo caposaldo prospiciente la parte scoperta della fronte. Il segnale è più a monte degli altri: è denominato H(PR-2023-26m) ed è posto a quota 2790 m (A) e alle coordinate UTM-ED50 32TLR49323927; l'azimut è 240°. La lingua orientale, che continua ad essere monitorata dai segnali C5 e G, è molto assottigliata ed appare estremamente depressa rispetto alle morene la-

terali. Essa possiede una ridotta copertura detritica sul suo margine Ovest e sulla fronte, dovuta ad alcuni frammenti del dosso che la separa dalla lingua occidentale. Su entrambe le colate sono presenti alcune *bédière*. Una nevicata precoce ha impedito di valutare la presenza di neve residua: si può solo affermare che è rimasta un po' di neve vecchia (*firn*) nella parte del circo Soches protetta dalle pareti delle Punta Quart dessus e Tsanteleina oltre i 3200 m s.l.m. e sul ripiano a quota 3300 m. Anche in questo caso è stata effettuata una stima della potenza del ghiacciaio nel 2005, calcolata con il metodo illustrato per il Ghiacciaio di Lavessey (n. 144) in corrispondenza di alcuni segnali posizionati successivamente al suo ritiro: il valore medio di spessore glaciale è risultato pari a 32 m, con un valore massimo di 54 m circa in corrispondenza del caposaldo H, ed un valore minimo di 6 m al caposaldo F. Il margine frontale è stato tracciato con ricevitore GNSS e riportato in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP-66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2725 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C.5(PR-2022-23.5m) (df)	195°	43	23.5	-19.5
F(BP-2015-12.5m) (sf)	190°	45	40	-5
G(FP-2021-7m) (df)	205°	49.5	32.5	-17
H(PR-2023-26m) (cf)	240°	26	-	-

148 Ghiacciaio di Goletta

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Jean Laurent Jordaney (PNGP) - Controllo del 2023.09.10

L'innnevamento residuo è risultato assente alla data del sopralluogo. Non vi è praticamente copertura detritica, salvo piccole aree sotto la parete Nord della Granta Parei. Alle già segnalate *bédière* sul settore francese, se ne aggiunge una piuttosto rilevante anche in quello italiano, che si origina dal plateau appena sotto il Colle di Goletta e scompare in una zona crepacciata sulla colata orientale (destra) intorno a 3030 m di quota. In realtà, però, quasi l'intero apparato è solcato da piccoli rivoli che diventano più evidenti quando della neve precoce vi permane all'interno più a lungo che nelle parti in rilievo. Il substrato roccioso continua ad emergere. In particolare si segnala che: a) sul versante nord-est della Becca della Traversière vi sono due corpi glaciali ormai separati dal resto dell'apparato, quello inferiore (compreso tra le quote 3070 e 3150 m) si è distaccato quest'anno; b) anche la massa di ghiaccio alla base della parete Nord della Granta Parei (in corrispondenza del segnale E3) sta per separarsi dal ghiacciaio principale per effetto dell'emersione di un lungo dosso roccioso; la continuità col corpo principale è ormai limitata ad un tratto di circa novanta metri. La quota minima del ghiacciaio (2865 m) si riferisce alla fronte orientale, mentre quella occidentale (sinistra) si arresta a quota 2895 m (A). La fronte francese dovrebbe collocarsi intorno ai 2900 m (dato ricavato dal "Géoportail" ufficiale francese). Anche per questo ghiacciaio è stata effettuata una stima dello spessore di ghiaccio presente nel 2005 in corrispondenza di alcuni caposaldi posizionati posteriormente a tale data, con il metodo illustrato per il Ghiacciaio di Lavassey (n. 144). Si è così ricavato uno spessore medio di 20 m circa, con un valore massimo di 37 m al caposaldo H.2 e un valore minimo di 12 m ai caposaldi B.4 e F.3. I margini frontali italiani sono stati tracciati con ricevitore GNSS e riportati in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometro Nikon Laser 400 e binocolo con distanziometro laser Swarowski EL Range 10x42, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS

per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2865 m (fronte destra, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.4(BP-2019-10m) (df)	205°	47.5	42	-5.5
B.4(PF-2021-10m) (df)	205°	42	31.5	-10.5
E.3(PF-2020-18.5m) (df)	205°	82	60.5	-21.5
F.3(JP-2022-20m) (sf)	150°	25	23.5	-1.5
G.2(JP-2022-10.5m) (sf)	150°	15.5	12.5	-3
H.2(JP-2022-16m) (sf)	150°	27	24.5	-2.5

Gruppo Traversière - Grande Rousse - Grande Sassièr

154 Ghiacciaio di Pelaud

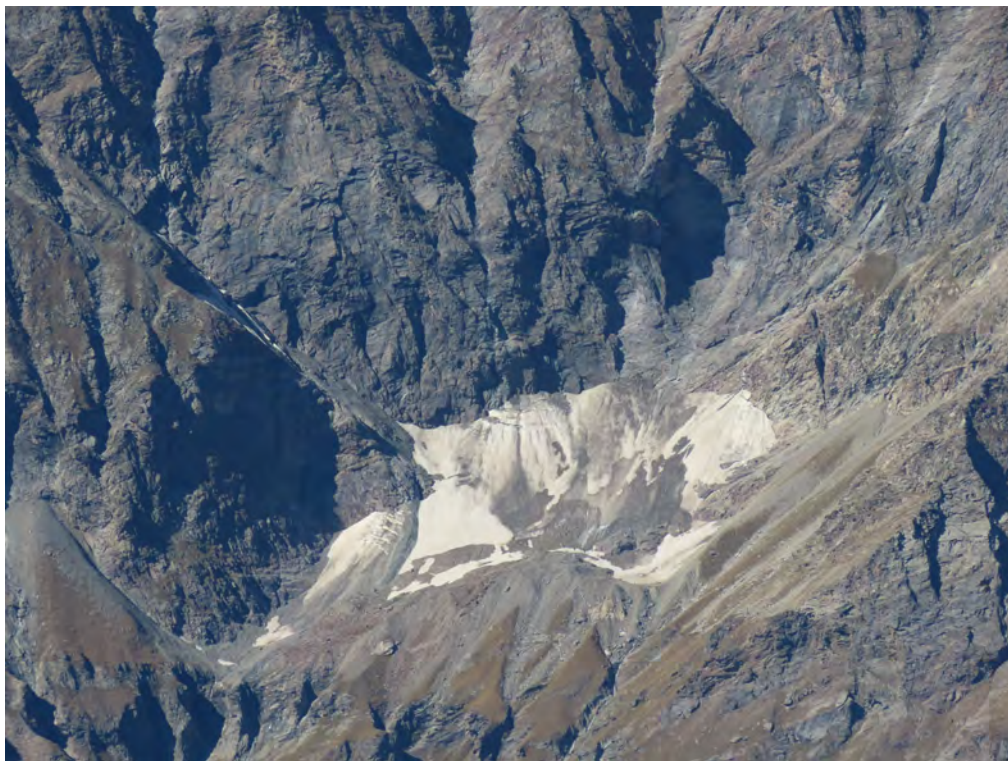
Operatore: Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2023.10.07

Solo fotografia.

155 Ghiacciaio del Torrent

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) - Controllo del 2023.08.16

L'innnevamento residuo è presente in poche chiazze confinate nelle zone più riparate dall'irraggiamento solare alla base della Grande Rousse e della Punta Rabuigne, al di sopra di 2700 m di quota. La copertura detritica viene alimentata dai crolli della parete sovrastante ed è decisamente estesa nella porzione inferiore dell'apparato, dove tende ad accumularsi per la minor acclività. I due settori (superiore e inferiore) del ghiacciaio sono ancora in continuità, ma l'ampiezza del collegamento si sta riducendo. Per osservare meglio l'evoluzione del ghiacciaio, è stato riutilizzato il punto di ripresa già usato nel 2019, prossimo alla quota 2853.4 m (CTR RAVA 2005), formalizzato come stazione PF-T4-2850-2019 (coordinate UTM-ED50 32TLR51334841 q. 2850 m, A). Relativamente al rilievo strumentale si riporta che: a) il segnale C.3 è stato avvicinato al ghiaccio di 95 m, azimuth 230°, ponendo il nuovo C.4(PF-2023-34m) alle coordinate UTM-ED50 32TLR51004880 (dati WGS84 N45,5749985-E7,0892677 corretti in post processo) e alla quota 2667 m (quota ortometrica su geoidi EGG2015). Per questo caposaldo è stato utilizzato anche l'azimut di misura 225°, che sembra offrire maggiori garanzie di continuità; b) è stato posto il nuovo segnale E(PF-2023-35m) nella zona che attualmente appare meno ingombra di detrito. Le sue coordinate UTM-ED50 sono 32TLR50994876 (dati WGS84 N45,5746314-E007,0891710 corretti in post processo) e la sua quota è 2678 m (quota ortometrica su geoidi EGG2015),



154 - Ghiacciaio di Pelaud (foto A. Rossotto dalla Cresta della Cima Percia, 2023.10.07). Piccolo ghiacciaio ospitato sul ripido versante NE della Grande Rouse. Non più figurato dal 1975, si presenta attualmente coperto da colate di detrito. *Small glacier hosted on the steep NE slope of Grande Rouse. No longer illustrated since 1975, it is currently covered by debris flows.*

l'azimut è 215°; c) sono stati tracciati con ricevitore GNSS i margini frontale e laterale destro e riportati in carta in scala 1: 2.500. Dal confronto con il rilievo del 2003, il ritiro laterale destro tra le quote 2720 m e 2800 m varia da 25 m a 125 m circa. Anche per questo ghiacciaio è stata effettuata una stima dello spessore di ghiaccio presente nel 2005 in corrispondenza di alcuni caposaldi posizionati posteriormente a tale data, con il metodo illustrato per il Ghiacciaio di Lavassey (n. 144). Si è così ricavato uno spessore medio di 32 m circa, con un valore massimo di 38 m al caposaldo E e un valore minimo di 27 m al caposaldo B.3. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometro Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2670 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B.3(PF-2021-38m) (cf)	210°	64	58	-6
C.3(PF-2010-22.5m) (df)	230°	129	127	-2
C.4(PF-2023-34m) (df)	230°	34	-	-
C.4(PF-2023-34m) (df)	225°	35	-	-
E(PF-2023-35m) (df)	215°	35	-	-

162 Ghiacciaio dell'Invergnan

Operatori: Marco Bettio e Michelangelo Gilli (CGI), Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI) e Andrea Zorzan (UNITO) -
Controlli del 2023.08.08, 2023.08.18, 2023.09.03

Prosegue il processo di generale riduzione del corpo glaciale, sempre più ridotto a placche isolate e ormai ampiamente ricoperto da detrito. Da rilievo fotografico eseguito presso la località Grand Alpe nei pressi del pilastro commemorativo delle vittime della valanga del 1944, si può osservare la parte alta del ghiacciaio con una nuova fronte aggettante, anche se il ghiaccio risulta fortemente assottigliato anche in questo settore. L'innnevamento residuo è scarso ed è presente solo nella piccola depressione sottostante la bastionata della Grande Rouse Sud e alla base del versante, grazie a consistenti accumuli di valanga. Un po' di neve fresca è stata portata dalla perturbazione del 27-28 agosto. La zona un tempo occupata dalla lingua frontale si presenta ormai in via di deglaciazione, con copertura detritica sempre più consistente. È scomparsa la falesia di ghiaccio (*ice cliff*) ben visibile gli scorsi anni, localizzata a 2620 m di quota, alta circa 4-5 metri e interpretata come margine frontale della lingua glaciale coperta dal detrito. Altre falesie di ghiaccio sono invece comparse nella zona di accumulo della frana del novembre 2014 (ancora ben visibile grazie al contrasto cromatico con il materiale morenico), a testimonianza di una evidente dinamicità di questo settore in continua trasformazione soprattutto a causa della fusione del ghiaccio presente

in superficie e al disotto della copertura detritica e del suo movimento sotto l'effetto della gravità. Queste falesie formano un cordone di ghiaccio pressoché continuo che, dall'area della falesia collassata, si protende quasi trasversalmente alla linea di massima pendenza in direzione della morena laterale destra del ghiacciaio, confermando la presenza di ghiaccio morto di qualche metro di spessore che lo scorso anno poteva solo essere ipotizzata. Una di queste falesie può considerarsi a tutti gli effetti una piccola galleria glaciale, essendo aperta sia a monte che a valle. I piccoli laghi proglaciali osservati negli scorsi anni sono quasi del tutto scomparsi.

Quota min. fronte: NM

163 *Ghiacciaio di Giasson*

Operatori: Marco Bettio e Michelangelo Gilli (CGI) -
Controlli del 2023.08.18 e 2023.09.03

Il ghiacciaio si è ridotto notevolmente e il corpo principale occupa ormai solo la conca sottostante il Col Giasson. Tale corpo ha visto l'emersione di una piccola isola rocciosa non presente nel 2022. Le sottili lingue presenti nel circo roccioso sotto la P.te de Barmaverain emergono solo parzialmente dalla cospicua coltre detritica che le ricopre. Sporadici lembi di ghiaccio annerito sopravvivono alla base della parete rocciosa della Becca di Giasson. Il corpo principale è caratterizzato dalla presenza di crepacci con andamento trasversale ed è solcato da numerose *bédière*. L'innnevamento residuo è assente o limitato a piccoli accumuli di valanga alla base delle pareti rocciose. Al controllo del 03.09 si segnala la presenza di innnevamento recente risalente alla perturbazione del 27-28 agosto. È stata istituita una nuova stazione di misura, denominata BM-2023-24 m (cf), coordinate 32TLR48434682, a quota 2990 m (GPS). I segnali di misura precedenti non sono stati rinvenuti, tuttavia, calcolando la distanza tra le coordinate del vecchio caposaldo B(PF-03-35 m) e la posizione attuale della fronte, si evince un arretramento di circa 570 m. Sono state inoltre istituite due nuove stazioni fotografiche: la prima denominata A(BM-2023-166°), prossima al nuovo segnale di misura e la seconda denominata B(BM-2023-154°), ubicata non lontano dalla vecchia stazione F(PF-1999-6°). Nel vallone sottostante si osserva la presenza di un ampio lago alimentato dalle acque di fusione del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2995 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BM-2023-24m (cf)	140°	24	-	-

166 *Ghiacciaio di Bassac*

Operatori: Fabrizio Pollicini e Michelangelo Gilli (CGI) -
Controlli del 2023.09.03 e 2023.09.24

Il ghiacciaio è stato visitato più volte dal 20 agosto al 24 settembre. Alla fine della stagione di ablazione l'innnevamento residuo è risultato assente. Al controllo del 3 settembre si segnala la presenza di innnevamento recente risalente alla perturbazione del 27-28 agosto. Non sono state osservate variazioni significative se non l'ulteriore smagrimento dell'apparato e l'assottigliamento delle due fronti. Si evidenzia la presenza di un'estesa crepacciatura. Perdura la presenza di ghiaccio morto coperto da detrito sul ripiano inferiore. La quota minima dovrebbe attestarsi intorno ai 3110 m presso la fronte occidentale (stima da foto aerea 2022 e CTR).

Quota min. fronte: NM

167 *Ghiacciaio di Bassac Deré*

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2023.09.08

Solo fotografia.

168 *Ghiacciaio di Gliairretta-Vaudet*

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2023.08.20

Il ghiacciaio è stato visitato in date diverse dalla seconda metà di agosto a fine settembre. L'innnevamento residuo, a fine periodo di ablazione, si era ridotto a qualche piccolo accumulo di valanga sottostante la parete orientale della Grande Sassièr. L'aspetto evolutivo più evidente è la continua emersione del substrato in diverse zone: presso il margine frontale, presso quelli laterali, nel mezzo del corpo glaciale sotto forma di finestre rocciose e anche al margine superiore. Le misure strumentali sono state effettuate il 20 agosto. Si riporta che: a) è stato possibile utilizzare ancora il segnale C.3 ma in seguito, prima dell'8 settembre, il ghiaccio relativo alla misura è diventato ghiaccio morto. La perdita di continuità col corpo principale si è avuta per il crollo dell'arco sovrastante la porta glaciale. La misura è stata ugualmente inserita in relazione. L'area frontale prima e dopo l'evento di cui sopra è stata ripresa da una nuova stazione fotografica denominata PF-GV3-2829-2023 (presso il punto quotato 2829 m CTR RAVA 2005 alle coordinate UTM-ED50 33TLR46184271); b) la copertura detritica ha impedito il rilievo dai segnali D.3 ed F; c) un controllo sulla posizione di alcuni segnali ha evidenziato un errore nella misura della distanza tra C e C.2 che è di 128 m e non di 140 m come indicato nel 2014; d) il margine frontale è stato tracciato (parzialmente) con ricevitore GNSS e riportato in carta in scala 1: 2.500. Anche per questo ghiacciaio è sta-



167 - Ghiacciaio di Bassac Derè (foto F. Pollicini, 2023.09.08). Placche residue della porzione settentrionale di un ghiacciaio raramente osservato e in via di scomparsa. *Remnant ice patches from the northern part of a rarely observed and vanishing glacier.*

ta effettuata una stima dello spessore di ghiaccio presente nel 2005 in corrispondenza di alcuni caposaldi posizionati posteriormente a tale data, con il metodo illustrato per il Ghiacciaio di Lavessey (n. 144). Si è così ricavato uno spessore medio di 20 m circa, con un valore massimo di 31 m al caposaldo C.3 e un valore minimo di 12 m al caposaldo D.3. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometro Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost. Servizi online utilizzati: SPIN3 GNSS per i dati delle stazioni fisse, ISG per la conversione delle quote, GPS Visualizer per le quote sul DEM RAVA 2005.

Quota min. fronte: 2645 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B.4(PF-12-10m) (df)	180°	240	204	-36
C.3(PF-2020-67m) (df)	180°	160	149	-11
E.3(PF-2020-17.5m) (cf)	180°	60	42	-18
G(PF-2022-27.5m) (sf)	180°	41	27.5	-13.5

169 *Ghiacciaio della Grande-Sassiere*

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2023.08.20

Solo fotografia.

172 *Ghiacciaio Plattes des Chamois*

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2023.09.24

Sul corpo superiore l'innnevamento residuo è apparso praticamente assente e la copertura detritica è sempre limitata alla piccola porzione sul margine occidentale che mantiene la continuità tra le due parti tendenti a separarsi verso i 3150-3200 m di quota circa. Sul corpo inferiore permangono invece alcuni accumuli di valanga alla base delle pareti e la copertura detritica è pressoché completa. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometro Nikon Laser 400, bussola Wilkie.

Quota min. fronte: 2540* m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.2(PF-2013-40m) (cf)	260°	94	63.5	-30.5
A.2(PF-2013-40m) (cf)	280°	72	65	-7
B(PF-2008-15m) (cf)	260°	83	48	-35

*Il dato riportato nella campagna 2022 (2550 m) è errato e va corretto con il valore 2530 m.



168 - Ghiacciaio Gliairetta-Vaudet (foto F. Pollicini, 2023.09.08). La fronte dell'unico ghiacciaio vallivo della Valgrisenche sta retrocedendo verso l'ampio bacino alimentatore, con abbandono di masse di ghiaccio morto. *The front of the only valley glacier of the Valgrisenche is retreating towards the large accumulation basin, abandoning masses of dead ice.*



169 - Ghiacciaio della Grande Sassièrè (foto F. Pollicini, 2023.08.20). Questa piccola massa di ghiaccio sospesa sul Ghiacciaio di Gliairetta-Vaudet ha perduto il turgore ancora marcato nel quindicennio precedente. *This small ice body hanging on the Gliairetta-Vaudet Glacier has lost the turgidity that was still evident in the previous fifteen years.*



172 - Plattes des Chamois (foto F. Pollicini, 2023.08.20). Il ghiacciaio tende ad appiattirsi e a portarsi verso la sella di transfluenza con il ghiacciaio francese di Vaudet. *The glacier is thinning and moving towards the transfluence saddle with the French Vaudet Glacier.*

Gruppo Rutor - Valaisan

176 Ghiacciaio di Suzzei

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2023.09.03

Il circo occupato un tempo dal ghiacciaio si presenta pieno di detriti. Non si segnalano modificazioni significative rispetto al 2022. Sempre presente la massa ghiacciata sovrastante il suddetto contrafforte, ma con superficie ridotta rispetto agli anni precedenti. Innevamento residuo assente.

Quota min. fronte: NM

177 Ghiacciaio di Ormelune

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2023.09.03

Il corpo glaciale orientale si presentava, al momento dell'osservazione, coperto da un sottile strato di neve recente dovuta alla perturbazione del 27-28 agosto. L'innnevamento residuo era invece costituito da piccole placche situate sotto la vetta Ormelune Est e nel valloncetto sottostante. La massa glaciale è caratterizzata da una fronte convessa e molto sottile. Permangono crepacci radiali e longitudinali sulla superficie. La fronte è in fase di ritiro e riduzione di spessore. La roccia affiorante poco a monte della fronte lobata è ulteriormente aumentata di superficie. Il corpo glaciale occidentale presentava un innnevamento residuo costituito da nevai attorno al ghiacciaio. Esso risulta ormai suddiviso in tre parti: una parte è sot-

tostante la Cima Ormelune Ovest ed ha fronte a V; un'altra parte si trova sotto la Cima La Goraj (quota 3149 m sulla carta n. 27 Valgrisenche, editore Fraternali) e nel 2023 si è ulteriormente suddivisa in una parte superiore e una inferiore per l'affioramento di un gradino roccioso già segnalato negli scorsi anni. Tutti i torrenti proglaciali segnalati negli anni precedenti e indicati nella cartografia risultano alimentati.

Quota min. fronte: NM

178 Ghiacciaio della Sachère

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2023.09.03

Innevamento residuo costituito da poche placche distribuite. Innevamento recente assente. Il ghiacciaio già da molti anni è suddiviso in più placche, segnalate in precedenza. Non si rilevano variazioni significative rispetto al 2022.

Quota min. fronte: NM

179 Ghiacciaio Occidentale di Morion

Operatore: Marco Bettio (CGI) - Controllo del 2023.09.29

Il ghiacciaio è ormai rappresentato solo da un ridotto lembo che occupa una piccola conca sottostante la vetta del M. Rutor; esso appare parzialmente annerito, diffusamente ricoperto da detrito e solcato da numerose *bédière*

con fusione ancora molto attiva al momento dell'osservazione. Nel 2023 si è aperta una serie di finestre rocciose nella parte centrale del ghiacciaio, che lasciano presagire l'emersione di un gradino roccioso e la prossima frammentazione del corpo glaciale. I piccoli e frammentati glacionevati, presenti fino al 2021 sotto la vetta del M. Château Blanc, sono completamente scomparsi. L'innevamento residuo è limitato a sporadici accumuli di valanga presenti nella bastionata rocciosa sottostante il corpo glaciale e lungo il suo margine superiore. Sempre presente e con caratteristiche invariate il lago proglaciale già segnalato alla base del versante.

Quota min. fronte: NM

181 *Ghiacciaio di Château Blanc*

Operatore: Stefano Perona (CGI) -
Controllo del 2023.09.19

Il ghiacciaio è stato solamente osservato. Si ricorda infatti che dall'anno scorso, dopo il progressivo abbandono dei segnali istituiti in precedenza, si è reso impossibile continuare ad eseguire misurazioni significativamente rappresentative dell'evoluzione dei margini del lobo destro (SE). Questi, infatti, risultano sempre più frastagliati e difficilmente raggiungibili, a causa delle forme molto marcate e irregolari del substrato roccioso che la copertura glaciale, continuando a perdere spessore, non riesce più ad attenuare. L. Pannunzi, l'operatore al quale si devono i primi segnali di misura per questo ghiacciaio, nel 1961 (vedi campagna glaciologica, Boll. CGI S.2 n. 11), aveva giustamente ritenuto che questo settore fosse l'unico a poter essere raggiunto agevolmente e a consentire lo svolgimento delle attività senza pericolo di crolli di ghiaccio, avendo gli altri due settori fronti sospese. Le condizioni di queste ultime, con il ritiro e l'appiattimento degli ultimi anni, sono però mutate al punto da far intravedere la possibilità di iniziare una nuova serie di misure per il lobo centrale e/o per quello sinistro (settentrionale). Alle quote inferiori non sono visibili evidenti variazioni negative per le fronti del lobo centrale e sinistro (settentrionale) rispetto al 2022. Indicativamente la quota della fronte del lobo centrale, la più bassa, risulta da Google Earth di 2845 m (immagine ad alta risoluzione del 18/09/2022). Per il lobo destro, invece, la consistenza del collegamento tra l'apofisi di ghiaccio che scende nel canale roccioso a destra del dosso su cui si trovavano i segnali e il bacino di alimentazione si è ulteriormente ridotta e la cesura completa potrebbe avvenire già nel 2024. Indicativamente al di sopra dei 3100 m, in particolare sui versanti Nord della Punta Doravidi e del dosso a quota 3327 m sulla cresta tra le punte Doravidi e Flambeau, il confronto con la documentazione fotografica della cam-

pagna 2022 mostra che l'innevamento residuo di fine settembre 2023 è sensibilmente più abbondante. Presente anche una rada velatura di neve recente. Da segnalare che sulla parete del contrafforte del Monte Flambeau che delimita a sinistra il lobo settentrionale, poco a monte della fronte di questo, si è attivata una frana di crollo. L'accumulo era già presente nel 2022 ma non era stato menzionato nella precedente relazione. A distanza di un anno il suo volume appare notevolmente incrementato. Durante il sopralluogo è anche stato udito un boato imputabile alla caduta di una scarica di una certa entità presumibilmente proveniente dalla stessa zona. La vicinanza dell'area di accumulo alla fronte potrebbe peraltro esporre l'eventuale svolgimento di operazioni di monitoraggio al rischio legato al rotolamento di blocchi sulla superficie del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Paramont

184 *Ghiacciaio di Paramont*

Operatore: Stefano Perona (CGI) -
Controllo del 2023.09.25

La situazione del ghiacciaio appare differenziarsi da quella del 2022 solo per la presenza di una lieve copertura di neve recente. Il limite inferiore del ghiacciaio è tuttavia perfettamente visibile e non si notano arretramenti dal confronto con le immagini della precedente campagna. Indicativamente, la quota minima della fronte risulta 3045 m da Google Earth (immagine ad alta risoluzione del 18/9/2022). Anche la rocciosa parete NO del Paramont e gli accumuli di depositi di valanga e detrito al suo piede si presentano spruzzati di neve. Il Catasto dei Dissesti della Regione Valle d'Aosta riporta che il 4 gennaio 2023 è avvenuto un crollo di roccia dalla Parete Est della Tête de Paramont che ha interessato il circo del Ghiacciaio della Tête de Paramont. Di quest'ultimo si ricorda che l'effettiva estinzione indicata nel Catasto CGI rimane dubbia. Non si può infatti escludere (ma non è possibile effettuare verifiche per motivi di sicurezza) che il detrito che continua ad accumularsi all'interno dell'imponente apparato morenico nasconda ancora un corpo glaciale. I depositi valanghivi provenienti dalla parete NO del Paramont – la loro persistenza è stata sempre riscontrata nel corso di questi ultimi anni – ne potrebbero verosimilmente rappresentare la principale fonte di alimentazione.

Quota min. fronte: NM

Operatore: Roberto Garino (CGI) -
Controllo del 2023.09.27

L'arretramento della fronte glaciale si mantiene su valori pressoché simili a quelli registrati nel 2022. Il 2023 può essere definito come un anno di sostanziale invarianza anche nelle condizioni morfologiche della fronte e delle zone limitrofe, rispetto a quanto rilevato nel corso delle ultime campagne. Prosegue il ritiro della fronte destra del ghiacciaio sulla parete retrostante il pianoro dove è attualmente attestato il margine attuale. Anche la situazione dei laghi proglaciali è sostanzialmente invariata rispetto a quella degli anni precedenti, così come quella dell'area paludosa compresa tra i segnali 3 (df) e 2 (cf). Permane anche il diffuso ruscellamento in corrispondenza della fronte e, di conseguenza, la presenza di un considerevole corso d'acqua con andamento parallelo alla fronte in direzione del segnale 2 (c, a dimostrazione che la fusione della massa glaciale prosegue come già segnalato negli ultimi anni. La distesa di sabbia limosa alternata a ruscelli e pozze d'acqua, là dove un tempo il ghiaccio si addossava alla roccia, ha completamente modificato il paesaggio nell'area prospiciente la fronte. La morena mediana posta al di sopra della bastionata rocciosa in corrispondenza del segnale 2 (cf), comparsa recentemente, nel corso degli ultimi due anni è diventata sempre più imponente e osservabile anche da grande distanza. Ampie crepacciature solcano tutta la fronte del ghiacciaio. Innevamento residuo presente solo alla testa del ghiacciaio. Le misurazioni sono state effettuate con l'ausilio di cordella metrica e GPS.

Integrazione a cura di Umberto Morra di Cella, Federico Grosso, Paolo Pogliotti (ARPA VdA) e Diego Franco (POLITO). L'anno glaciologico 2022/23 conferma il trend marcatamente negativo per il bilancio di massa del ghiacciaio, che si allinea a quanto diffusamente registrato su tutto l'arco alpino. Durante la stagione di accumulo, il bacino del Rutor ha beneficiato maggiormente degli apporti di perturbazioni di provenienza atlantica che, dopo aver attraversato le ampie pianure francesi, giungono fino alla cresta di confine con l'Italia rilasciando il loro prezioso carico: gli accumuli misurati risultano essere maggiori se confrontati con quelli rilevati nei settori più interni della nostra regione. La valutazione degli accumuli è stata eseguita mediante un approccio che integra le tradizionali misurazioni manuali, effettuate con una sonda da valanga centimetrata, con tecniche indirette basate sull'uso del GPR (Ground Penetrating Radar). Quest'ultimo metodo, utilizzato dai tecnici del Dipartimento DIATI del Politecnico di Torino, consente di ottenere una misurazione continua dello spessore del

manto nevoso lungo percorsi specifici, riducendo al contempo potenziali errori dovuti alla presenza di strati di ghiaccio nel manto e alla complessa morfologia del terreno. Partendo da un dato rilevato costituito da 192 misurazioni manuali e 401 estratte dal dataset GPR (ogni 20 metri lungo i profili misurati), l'accumulo medio è stato calcolato pari a 411 cm, con minimi di 210 cm nella parte anteriore destra e massimi di 670 cm nell'ampio plateau sommitale. La densità media del manto, ottenuta da quattro misurazioni della copertura nevosa sul ghiacciaio, si attesta a 477 kg/m³, con un valore massimo di 589 kg/m³ e un minimo di 384 kg/m³; di conseguenza, l'accumulo specifico calcolato è di 1882 mm *w.e.*, che classifica l'inverno del 2023 al terzo posto per abbondanza di massa durante il periodo di monitoraggio di 19 anni. Per la quantificazione dell'ablazione glaciale, considerata la difficoltà oggettiva di procedere con la misura puntuale in corrispondenza di riferimenti fissi data la significativa dinamicità dell'apparato, si è seguito l'ormai consueto approccio geodetico basato sulla differenza tra i modelli digitali del terreno. Sono stati impiegati i DSM derivati dai rilievi aerofotogrammetrici ottenuti tramite voli con drone nel 2023 (condotto da ARPA VdA in collaborazione con la Fondazione CIMA - Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale), insieme ai dati acquisiti tramite rilievo aereo nel 2022 e 2023. Calcolando la differenza di quota della superficie glaciale tra fine settembre 2022 e fine estate 2023, è stato possibile determinare le variazioni avvenute durante questo periodo per ogni punto del ghiacciaio, discretizzato in celle quadrate di 50 cm di lato. I tassi di ablazione misurati nelle diverse zone a valle delle seraccate sono significativi, mostrando un abbassamento della superficie di 7.60 m sulla fronte destra (a 2560 m s.l.m.), 4.60 m sulla fronte sinistra (a 2660 m s.l.m.) e 3.50 m sul plateau inferiore da cui si originano le due fronti (a 2750 m s.l.m.). L'ablazione registrata durante i 20 giorni tra l'8 settembre (rilievo aereo) e il 27 settembre (rilievo con drone) rappresenta una percentuale variabile tra il 12% (fronte destra) e il 17% (zona media sinistra) dell'intera fusione estiva annuale, evidenziando il forte impatto delle temperature elevate anche durante periodi normalmente meno critici per i ghiacciai, con una fusione media giornaliera nel periodo di 4.5 cm al giorno. Sul plateau superiore del ghiacciaio, a monte delle seraccate, si è conservato solo il 10% della neve caduta durante la stagione invernale, con altezze medie di poco superiori a 1 m: il limite inferiore di neve residua si attesta a circa 3120 m s.l.m. Complessivamente, l'ablazione specifica si attesta a 1184 mm *w.e.* Tale valore, unito alla perdita di massa dovuta alla fusione del manto nevoso accumulatosi durante l'inverno, al netto di quanto rimasto al termine dell'estate, porta a un bilancio annuale di massa pari a -2832 mm *w.e.* I dati di temperatura, rilevati nelle vicinanze della Testa

del Rutor, indicano una stagione contrassegnata da periodi ripetuti e prolungati con temperature al di sopra della media della serie storica. Si evidenzia in particolare che, da fine maggio fino alla fine di settembre del 2023 (ad eccezione di un breve raffreddamento verso la fine di agosto), ad altitudini elevate, sono state registrate temperature sopra lo zero, compatibili con un generale stato di fusione anche della parte superiore del bacino di accumulo.

Integrazione a cura di Marco Piantini (CNR-IRPI). Ad inizio luglio 2023 sono stati installati tre sensori sismici (geofoni) sulla sponda destra del corso d'acqua proglaciale che fuoriesce dal lobo frontale destro. I sensori, operativi fino a settembre 2023, si trovano a circa 200 metri a valle della fronte e ad una distanza media di circa 5 metri dal corso d'acqua stesso. L'obiettivo della campagna è la stima del trasporto solido al fondo in continuo associato con le variazioni di portata del torrente proglaciale. Al fine di ricavare la relazione tra il trasporto solido al fondo ed il segnale sismico generato dal corso d'acqua, il 18 luglio ed il 14 settembre sono state effettuate misure dirette di trasporto tramite trappola portatile Bunte a circa 20 metri dalla fronte glaciale. I valori di trasporto solido più intensi sono stati rilevati durante le misure pomeridiane, con picchi di 9 e 10 kg/m/min nella giornata del 18 luglio. Un totale di circa 15 misure dirette sarà utilizzato per la definizione delle curve di calibrazione. Nelle due stagioni precedenti, l'utilizzo dei geofoni aveva già mostrato la capacità di catturare le variazioni di portata liquida uscente dal ghiacciaio, verosimilmente associate con variazioni di trasporto solido al fondo (Corte *et al.*, 2024).

Quota min. fronte: 2590 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
3 (df)	170°	262	257	-5

197 Ghiacciaio Occidentale di Freduáz

Operatore: Paolo Fusinaz (CGI) - Controllo del 2023.09.05

Il ghiacciaio, indicato come estinto nel catasto CNR-CGI (1961), sopravvive grazie all'esposizione favorevole e alla particolare conformazione della conca glaciale che lo ospita. Nonostante ciò, si osserva una riduzione lenta ma continua dello spessore. A partire dal 2010, detriti di frana obliterano parzialmente il bordo destro sempre nello stesso punto, quest'anno particolarmente abbondanti come nel 2011 e 2015. Alla base della Chaîne de Freduáz, il ghiacciaio presenta una limitata crepacciatura.

Quota min. fronte: 2700 m (C)

198 Ghiacciaio di Valaisan

Operatore: Paolo Fusinaz (CGI) - Controllo del 2023.09.05

Dell'originario ghiacciaio, indicato come estinto nel catasto CNR-CGI (1961), ma ancora ben sviluppato fino agli anni '90, rimangono alcune placche di ghiaccio annerite dal detrito alla base della parete Nord della dorsale Freduaz Occidentale - Valaisan. Il laghetto proglaciale, scomparso e ricomparso più volte nel corso degli anni, si trova a quota 2660 m circa.

Quota min. fronte: NM

200 Ghiacciaio Meridionale di Arguerey

Operatori: Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI), Irene Vercellino e Andrea Zorzan (UNITO) - Controllo del 2023.09.06

Il ghiacciaio è quasi del tutto privo di neve residua, presente solo in piccole aree localizzate alla base del versante. La copertura detritica, che dall'Aiguilles de l'Hermitte si estende fino al margine frontale del ghiacciaio, è più abbondante rispetto al rilievo precedente (12.09.2022), ed interessa circa il 75-80% della superficie del ghiacciaio. Questa copertura detritica è in larga parte frutto dei processi di gelificazione che avvengono nelle pareti rocciose sovrastanti. Si rileva la presenza di abbondante acqua di fusione, sia superficiale sia nelle cavità presenti tra il detrito grossolano e il ghiaccio. Come per i rilievi precedenti, anche quest'anno la fronte si presenta irregolare nel suo andamento trasversale e nello spessore: per alcuni tratti essa risulta coperta da detrito grossolano, attraverso il quale si intravede la presenza di ghiaccio, per altri tratti invece è ben visibile, con uno spessore dell'ordine di qualche decimetro. L'alternanza di una fronte in parte coperta e in parte scoperta da detrito rende molto difficile l'individuazione del suo limite inferiore. In tali circostanze è quindi necessario fare riferimento alla quota minima della fronte scoperta, che quest'anno risulta essere posizionata a 2745 m di quota (coordinate 45° 42' 09.76" N, 6° 50' 39.21" E). I rilievi fotografici sono stati eseguiti facendo riferimento al tradizionale punto stazione VT85 (2724 m, coordinate 45° 42' 15.1" N, 6° 50' 42.7" E). Per la misura delle distanze, il punto segnale NC15 (2734 m, coordinate 45° 42' 12.2" N, 6° 50' 38.0" E) è stato ancora utilizzato, ma non è stato possibile effettuare la misura mantenendo la direzione presa come riferimento nei precedenti rilievi (180°) a causa dell'assenza di una fronte visibile in tale direzione: la misura è stata pertanto effettuata con direzione 155°. In assenza di una continuità nelle misurazioni, ma tenendo conto dello sviluppo del ghiacciaio per quanto riguarda la sua fronte, è possibile stimare un arretramento medio della stessa di circa 8-10 m rispetto al 2022. Tutte le quote e le coordinate sono state acquisite mediante ricevitore GPS (accuratezza ± 3 m), le distanze sono state misurate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2745 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NC15 (sf)	155°	43	-	-

201 *Ghiacciaio Settentrionale di Arguerey*

Operatori: Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI),
Irene Vercellino e Andrea Zorzan (UNITO) -
Controllo del 2023.09.06

Il ghiacciaio è totalmente privo di neve residua e, per contro, presenta un'abbondante copertura detritica, concentrata soprattutto nel settore sinistro, alla base del versante roccioso. Questa copertura detritica, frutto dei processi di disgregazione del versante, è composta da clasti di dimensioni variabili da centimetriche a decimetriche. Da segnalare anche la presenza di blocchi di dimensioni metriche, già visibili durante il rilievo precedente (12.09.2022): vista la mancanza di evidenze di crolli di roccia recenti, sia sulla superficie del ghiacciaio e sia sul versante, si ipotizza che questi blocchi siano il risultato di vecchi accumuli di frana riemersi a causa della fusione glaciale. L'acqua di fusione, presente nella parte a monte del ghiacciaio in forma diffusa, forma, nella parte medio-bassa, veri e propri ruscelli epiglaciali che incidono la superficie del ghiacciaio per una profondità variabile da 10 cm a 40 cm. Il ghiacciaio è ormai attestato al di sopra delle balze rocciose che, nel 2015, erano ancora del tutto ricoperte dal ghiaccio. La fronte si presenta irregolare per quanto riguarda andamento trasversale e spessore del ghiaccio: per alcuni tratti essa risulta coperta da detrito grossolano immerso in una matrice fine, al momento dell'osservazione intrisa di acqua di fusione, per altri tratti invece ben visibile e di spessore centimetrico. I rilievi fotografici sono stati eseguiti facendo riferimento al punto stazione 201-17 (2701 m, coordinate 45° 42' 24.5" N, 6° 50' 16.9" E) materializzato nel 2017. Il confronto fotografico evidenzia una ridotta variazione dell'estensione del ghiacciaio tra il precedente rilievo e l'attuale. Per le variazioni frontali è stato utilizzato il punto segnale NBV22 (2734 m, coordinate 45° 42' 19.7" N, 6° 50' 07.6" E), anche se è stato necessario modificare la direzione di misura. Infatti, mantenendo la direzione di misura precedente (220°), la fronte scoperta risulta molto distante e difficilmente raggiungibile a causa di abbondante detrito fangoso. Si è pertanto deciso di effettuare due misurazioni in direzione 190° e 165° più rappresentative dell'attuale distanza frontale effettiva. È opportuno segnalare che la notevole risalita della quota minima della fronte tra il 2023 (2740 m) e il 2022 (2690 m) è da attribuirsi al fatto che la misura del 2022 faceva riferimento a una piccola lingua di ghiaccio larga non più di qualche metro in sinistra orografica, non più visibile alla data del rilievo 2023. Tutte le quote e le coordinate sono state acquisite mediante ricevi-

tore GPS (accuratezza ± 3 m), le distanze sono state misurate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2740 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NBV22 (sf)	190°	30	-	-
NBV22 (sf)	165°	41	-	-

202 *Ghiacciaio Meridionale del Breuil*

Operatori: Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI),
Irene Vercellino e Andrea Zorzan (UNITO) -
Controllo del 2023.09.29

Dal 2010 la fronte di questo ghiacciaio è posizionata alla testata di un ripido scivolo roccioso. Da confronto fotografico, il corpo glaciale non sembra evidenziare riduzioni significative rispetto al precedente rilievo del 2019 salvo nella zona frontale, i cui margini risultano arretrati e modificati nella forma a causa della progressiva venuta a giorno, a scapito del ghiaccio, del substrato roccioso. Alla data del sopralluogo, il ghiacciaio è coperto da un sottile strato di neve caduta nei giorni precedenti.

Quota min. fronte: NM

203 *Ghiacciaio Settentrionale del Breuil*

Operatori: Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI),
Irene Vercellino e Andrea Zorzan (UNITO) -
Controllo del 2023.09.29

Il ghiacciaio risulta ricoperto da un sottile strato di neve caduta nei giorni precedenti il rilievo, in minima parte trasformata in neve granulare e in larga parte già in rapida fusione, dando origine a numerosi piccoli ruscelli che scorrono sulla superficie del ghiacciaio. Significativa è anche la quantità di detrito, in parte accumulato sulla zona più a monte del ghiacciaio, al piede del versante, e in parte sulla sua sinistra idrografica, in corrispondenza della fronte. Detrito di pezzatura decimetrica è altresì presente in grande quantità su tutto l'ampio ripiano proglaciale e nasconde masse di ghiaccio a volte ancora in continuità con il corpo glaciale principale. Questa situazione rende difficoltosa l'individuazione della fronte in diversi tratti e la sua quota minima. Le dimensioni del ghiacciaio si sono notevolmente ridotte rispetto al 2019: un confronto effettuato utilizzando immagini *Sentinel-2* L2A restituisce una stima della perdita di superficie del ghiacciaio, scoperta da detrito, di quasi il 50%, passando da circa 0.18 km² nel 2019 a circa 0.1 km² nel 2023. Da segnalare la significativa espansione di un lago proglaciale la cui superficie nel 2019 era di poche decine di metri quadrati ed ora è stimabile

in circa 10 000 m² (misura effettuata utilizzando l'immagine acquisita l'11 ottobre 2023 dal satellite *Sentinel-2 L2A*). A causa dell'espansione di questo lago proglaciale, il punto segnale NC15 non è più utilizzabile (dall'immagine *Sentinel* prima citata è possibile stimare una distanza frontale di circa 130-140 m in direzione 270°). Inoltre, in questo settore del ghiacciaio non è possibile materializzare un nuovo punto segnale poiché, oltre alla presenza del lago, non vi sono roccia in posto o massi di grosse dimensioni adeguati allo scopo, ma solo un ammasso caotico di detriti eterometrici che, per alcuni tratti, coprono lenti di ghiaccio morto. Anche il punto segnale AV12 non è più utilizzabile per l'eccessiva distanza dalla fronte: è stato pertanto materializzato il nuovo punto segnale NVZ23 (quota 2850 m, coordinate 45° 43' 25.01" N, 6° 49' 01.04" E) ad una distanza di 104 m da AV12 lungo la medesima direzione di misura (270°). Pertanto, nota la distanza della fronte da AV12 nel 2019 (66 m), l'arretramento della fronte scoperta da detrito in questo settore del ghiacciaio dal 2019 al 2023 può essere quantificato in 108 m. Tutte le quote e le coordinate sono state acquisite mediante ricevitore GPS (accuratezza ±3 m). A causa della notevole distanza e della morfologia dell'area esistenti tra il punto segnale AV12, il punto segnale NVZ23 e l'attuale fronte glaciale, non è stato possibile effettuare una misurazione diretta delle distanze mediante rotella metrica: si è proceduto pertanto a rilevare i punti di interesse con il GPS, trasferirli in ambiente GIS e qui effettuare le misure delle distanze.

Ad integrazione dei dati riguardanti i ghiacciai di Argueyre e del Breuil, si riportano alcuni dati climatici osservati alla stazione meteorologica automatica di La Thuile La Grande Tête, calcolati per il periodo ottobre 2022 - settembre 2023. La stazione è localizzata ad una quota di 2430 m s.l.m. alle coordinate 45° 41' 00.2" N, 6° 54' 57.6" E, dista circa 7 km dai ghiacciai, in direzione SE ed è gestita dal Centro Funzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta. I valori medi delle temperature minime e massime giornaliere, calcolati sull'intero periodo, sono rispettivamente -0.2 °C e 4.7 °C. Il valore minimo assoluto di temperatura è stato osservato il 19 gennaio 2023 (-17.2 °C), mentre quello massimo assoluto il 18 luglio 2023 (21.2 °C). I giorni di gelo (T_{max} < 0 °C) sono stati 111, mentre quelli con gelo (T_{min} < 0 °C) 186. La presenza di neve al suolo si è avuta per 207 giorni e questa, il 18 gennaio 2023 ha raggiunto la sua massima altezza (158 cm). Il totale delle precipitazioni liquide è di 521 mm con un valore massimo di 36 mm osservato il 24 ottobre 2022.

Quota min. fronte: 2855 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AV12 (cf)	270°	174*	66 (2019)	-108
NVZ23 (cf)	270°	70	-	-

* Distanza ottenuta dalla somma della distanza frontale da NVZ23 e della distanza tra NVZ23 e AV12.

208 Ghiacciaio d'Estellétte

Operatori: Philip Deline e Sergio Peiretti -
Controllo del 2023.09.29

Se il ritiro della fronte tra il 2021 e il 2023 è stato più marcato che tra il 2018 e il 2021, esso appare comunque contenuto. In due anni la quota minima della fronte è leggermente aumentata da 2637 m a 2641 m, mentre nel settore distale oggetto del rilevamento mediante dGPS l'arretramento è stato di 15-25 m e nullo lungo il margine sinistro. La porzione di fronte glaciale scoperta da detrito presenta un'altezza di circa 25 m che diminuisce di anno in anno ed è soggetta a numerosi crolli di ghiaccio di piccolo volume. Essa risulta incorniciata da due settori frontali ricoperti da detrito che scendono a quota più bassa per effetto della protezione esercitata dalla copertura detritica; il settore in destra è più sviluppato perché alimentato dalla morena mediana, la cui porzione di monte è stata in parte smantellata nel 2023 perché più ripida e accidentata. La placca di ghiaccio morto ricoperta da detriti situata immediatamente a valle del salto roccioso frontale è quasi completamente scomparsa. Il ghiaccio sul fianco interno della morena laterale destra è invece ancora presente in abbondanza come testimoniano alcuni affioramenti prodotti dallo scivolamento in alcuni punti della copertura detritica. La superficie del settore frontale del ghiacciaio si è ridotta solo di circa 4500 m² tra il 2021 e il 2023 (-6000 m² tra il 2018 e il 2021, -7.000 m² tra il 2016 e il 2018, -16.000 m² tra il 2014 e il 2016).

Quota min. fronte: 2641 m (dGPS)

209 Ghiacciaio di Lex Blanche

Operatori: Alberto Fusinaz e André Fusinaz (CGI) -
Controllo del 2023.08.08

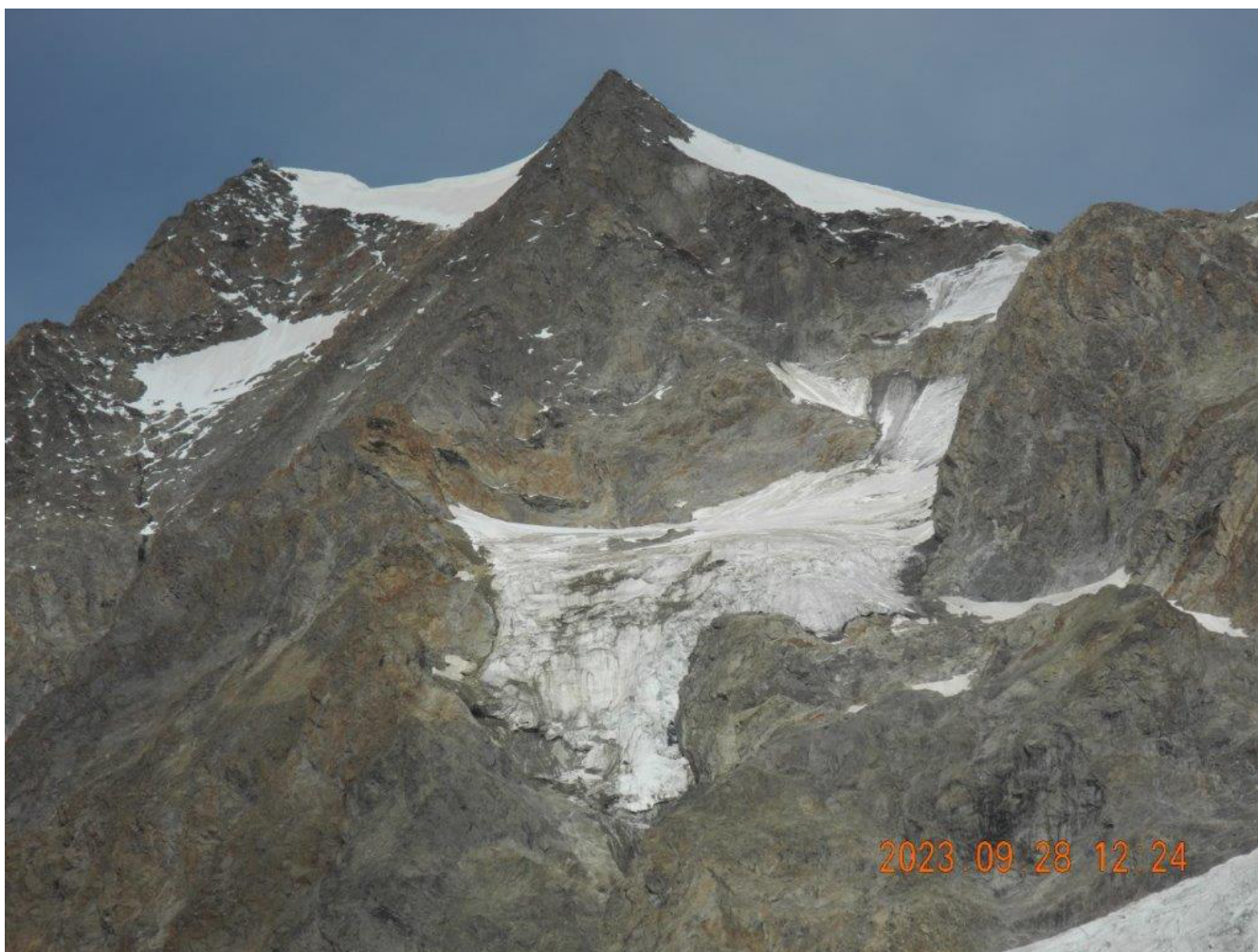
Non si riscontrano significative variazioni della fronte rispetto allo scorso anno, salvo la presenza più abbondante di detrito. Più evidente del 2022 la confluenza tra la colata del Petit Mont Blanc e l'Aiguille des Glacier, in parte obliterata dal detrito della frana del 2008.

Quota min. fronte: NM

211 Ghiacciaio Orientale di Trélatete

Operatore: Aristide Franchino (CGI) -
Controllo del 2023.09.28

Solo fotografia.



211 - Ghiacciaio Meridionale di Trelatête (foto A. Franchino, 2023.09.28). Piccolo ghiacciaio sospeso, interposto tra le grandi colate della Lex Blanche e del Petit Mont Blanc, denota un'accentuata perdita di spessore. *This small hanging glacier, located between the large flows of the Lex Blanche and Petit Mont Blanc glaciers, shows a marked loss of thickness.*

213 Ghiacciaio del Miage

Operatore: Walter Alberto (ARPA Piemonte, CGI) -
Controllo del 2023.09.02

Il ghiacciaio è stato visitato più volte nel corso dell'estate 2023, permettendo di osservare e talora misurare importanti trasformazioni correlate al secondo anno consecutivo di siccità: l'esigua neve invernale è stata accompagnata da precipitazioni primaverili che hanno portato un po' di accumulo nevoso nel mese di aprile; le elevate temperature di maggio però hanno consumato velocemente la neve, determinandone la sparizione precoce sulla lingua glaciale. Contestualmente alla scomparsa della copertura nevosa sulla lingua glaciale, si osserva il riempimento dei bacini epiglaciali e proglaciali dell'area del Lago del Miage, come ben visibile nelle immagini *Planetscope* (fonte: F. Parizia). Il massimo riempimento sembra raggiungersi a fine maggio, mentre lo svuotamento dei due bacini proglaciali avviene già entro la metà di giugno, senza effetti

rilevanti sul reticolo idrografico vallivo. Durante l'estate, all'interno dell'anfiteatro sopravvive solo il lago centrale (fonte: A. Franchino), evidentemente non in collegamento idraulico con i laghi proglaciali, nonostante siano separati solo da un setto di depositi glaciali. Nel complesso, le maggiori trasformazioni sono osservabili nell'evoluzione delle numerose *ice-cliff* distribuite in vari punti dell'intera lingua glaciale; in particolare continua l'arretramento (25-30 m tra agosto 2022 e settembre 2023) della grande scarpata arcuata alla fronte del lobo Nord (ben visibile dalla stazione fotografica n.3) e che sembrerebbe rappresentare la fronte attiva. L'area del lago del Miage è stata inoltre rilevata con drone il 2 settembre 2023, in occasione di una missione di osservazione e misura organizzata insieme a Greenpeace. Il confronto tra il modello fotogrammetrico rilevato nel 2023 con quello rilevato nel 2022 ha permesso di determinare che: i) nel settore rilevato, 0.25 km² di area, l'abbassamento medio della superficie è stato pari a 2.7 m di ghiaccio e il volume di ghiaccio perso

è stato pari a circa 660 000 m³. Nell'area rilevata, circa il 30% (209 000 m³) della perdita di volume è imputabile all'arretramento delle *ice-cliff* presenti; ii) la depressione del lago proglaciale continua il suo allungamento verso Est, seguendo il flusso del ghiacciaio ed estendendosi ulteriormente per evoluzione retrogressiva dell'*ice-cliff* che ne determina il margine orientale; iii) prosegue il collasso della morena destra, sia a monte che a valle del lago del Miage, con abbassamenti cumulati in 15 anni di 25-30 m in entrambi i casi. Inoltre, sono state eseguite riprese fotografiche panoramiche dal versante destro della Val Veny, ripetendo foto storiche; per i dettagli si rimanda alla relazione eseguita a termine della missione (<https://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2023/10/ed903f98-ghiacciai-def10ott23.pdf>). Si segnala infine che il 20 gennaio 2023 un grande crollo di roccia sotto il Col Infrachissable si è propagato lungo l'asse del ghiacciaio per una lunghezza di circa 500 m. La presente relazione è stata possibile grazie al prezioso contributo di A. Franchino, L. Perotti, F. Parizia, M. Giardino, P. Deline.

Quota min. fronte: NM

221 *Ghiacciaio di Toula (o di Toules, o di Toule)*

Operatori: Luca Mondardini e Fabrizio Troilo (FMS) -
Controllo del 2023.09.04

Al controllo fotografico, il ghiacciaio si presenta in gran parte privo di innevamento recente, esponendo ampie aree di nevato residuo e ghiaccio. Il nevato si concentra nelle aree a più bassa acclività e alla base dei canaloni, mentre nei settori più acclivi e presso la fronte affiora il ghiaccio. Si rilevano diversi crolli rocciosi soprattutto sul lato orientale del ghiacciaio. La fronte risulta in posizione pressoché invariata rispetto all'anno precedente. Prosegue la tendenza all'assottigliamento del settore frontale che si sta differenziando in due distinti lobi glaciali. Hanno collaborato: Paolo Perret, Pietro Di Sopra e William Boffelli (FMS).

Quota min. fronte: NM

225 *Ghiacciaio di Planpincieux*

Operatori: Fabrizio Troilo, Paolo Perret (FMS),
Niccolò Dematteis e Daniele Giordan (CNR-IRPI)

Continua il monitoraggio del lobo destro (Montitaz) del ghiacciaio, attivo sin dal 2013 da parte di Fondazione Montagna Sicura e del CNR-IRPI di Torino. Nel 2023 sono stati effettuati cinque rilievi della topografia di tale lobo al fine di individuare e determinare in maniera quantitativa le variazioni morfologiche della zona attenzionata. I rilievi fotogrammetrici sono stati effettuati tramite l'utilizzo di una macchina fotografica gestita dall'operatore a bordo di

elicottero oppure da drone. La sequenza di immagini raccolta è stata elaborata per generare dati del terreno in tre dimensioni. Al controllo di settembre la posizione dei due lobi frontali permane pressoché invariata rispetto all'anno precedente. Rispetto al 2022, la velocità superficiale del ghiacciaio è leggermente diminuita così come la frequenza ed il numero dei crolli di ghiaccio dal lobo frontale destro. Per quanto riguarda il Report di Allertamento sintetico (procedura redatta a partire dal 2021 e trasmessa alla Struttura Assetto idrogeologico dei bacini montani della Regione Autonoma Valle d'Aosta e al Comune di Courmayeur) il Livello di Rischio (Basso, Medio, Elevato) durante l'anno 2023, è stato: per il 79% Basso, per il 16% Medio e per il 5% Elevato, con una riduzione di oltre 5 punti percentuali di giornate a rischio Elevato rispetto all'anno precedente. Hanno collaborato: Luca Mondardini, Pietro Di Sopra e William Boffelli (FMS).

Quota min. fronte: 2641 m (T, lobo destro)

226 *Ghiacciaio delle Grandes Jorasses*

Operatori: Fabrizio Troilo e Luca Mondardini (FMS)

È proseguito nel 2023 il monitoraggio del Seracco Whymper mediante i sistemi topografico, fotografico e radar. Durante l'anno sono stati svolti significativi interventi ad alcuni di questi sistemi, tra cui la sostituzione del Radar GBInSAR, che ora monitora sia il Ghiacciaio di Planpincieux sia il Seracco Whymper, e la sostituzione della stazione totale Leica TM-30, con una nuova Leica TM-60. Cinque sono stati i principali crolli registrati durante l'anno, di cui soltanto due con volumetrie superiori a 1000 m³: il primo nella notte tra il 31 gennaio ed il 1° febbraio di circa 7500 m³, il secondo avvenuto il 24 aprile di circa 2000 m³. Fatta eccezione per i periodi di accelerazione pre-crollo, le velocità di spostamento del seracco si sono mantenute stabili intorno ai 2-6 cm/giorno, dato confermato da tutti i sistemi di monitoraggio attivi.

Quota min. fronte: NM

227 *Ghiacciaio di Prà Sec*

Operatori: Fabrizio Troilo, Pietro Di Sopra e
William Boffelli (FMS) - Controllo del 2023.08.23

A seguito dell'individuazione nell'anno passato di un'anomalia nelle velocità di spostamento della massa glaciale, con accelerazioni estremamente anomale, durante la stagione estiva 2023 è stata installata una fotocamera per l'ottenimento di immagini fotografiche multitemporali ad alta risoluzione da punto fisso. Sono inoltre stati realizzati tre rilievi fotogrammetrici con drone per la stima e la comparazione dei volumi glaciali. Durante l'anno non sono



227 - Ghiacciaio di Prà Sec (foto FMS da fotocamera fissa, 2023.08.23). Ghiacciaio fortemente crepacciato, occupa un ripido canalone che scende dalla Punta Walker (Grandes Jorasses). In passato è stato soggetto a crolli di ghiaccio e rotte glaciali. *This heavily crevassed glacier is located in a steep channel that descends from the Pointe Walker (Grandes Jorasses). It has been affected by ice failures and GLOFs in the past.*

stati individuati crolli di grandi dimensioni alla fronte; la morfologia e l'evoluzione osservate durante la stagione estiva sono risultate coerenti con quelle osservate nelle serie di osservazioni fotografiche storiche disponibili. Hanno collaborato: Paolo Perret e Luca Mondardini (FMS).

Quota min. fronte: 2540 m (C)

232 Ghiacciaio Orientale di Gruetta

Operatore: Gianluigi Gadin (CGI) -
Controllo del 2023.09.24

L'innevamento residuo è praticamente inesistente. Il lobo inferiore del ghiacciaio, appiattito su rocce poco inclinate, e in parte ricoperto da detriti superficiali, presenta un arretramento ed un assottigliamento contenuti. Esso è alimentato da blocchi di ghiaccio che si staccano dalla parte superiore a cui è ancora collegato sulla sinistra orografica. Gli affioramenti rocciosi individuati negli anni precedenti risultano più ampi.

Quota min. fronte: 2655 m

Segnale	Direzione della misura	Distanze (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P2 2011	285°	83	81	-2

236 Ghiacciaio del Piccolo Grapillon

Operatori: Umberto Morra di Cella, Federico Grosso e Paolo Pogliotti (ARPA VdA)

Le condizioni morfologiche della massa glaciale non permettono più un accesso in sicurezza degli operatori sulla sua superficie, i dati riportati sono quindi stati desunti utilizzando tecniche fotogrammetriche da remoto. In particolare, sono stati confrontati i dati ottenuti dal rilievo drone effettuato da ARPA VdA nel settembre 2018 con quelli del rilievo aereo, a cura della Struttura Attività Geologiche della Regione Autonoma Valle d'Aosta dell'agosto 2023, riguardante il Massiccio del Monte Bianco. La stima dell'ablazione

nei 5 anni è stata effettuata confrontando la superficie del ghiacciaio libero rappresentata dai DEM elaborati utilizzando tecniche di fotogrammetria applicate alle immagini aeree acquisite; grazie a questo approccio è stato quindi possibile spazializzare il valore di abbassamento su tutta la superficie del ghiacciaio calcolando la differenza tra la superficie modellata nel 2018 rispetto a quella del 2023. L'analisi dei dati permette di valutare valori di abbassamento che raggiungono i 7 m nella parte superiore, dove è praticamente scomparsa la porzione posta più a Nord-Ovest. Nella parte frontale si sono osservati abbassamenti della superficie che raggiungono i 12 m, con un arretramento della porzione più evidente della fronte di circa 120 m: si segnala la presenza di una parte di ghiaccio coperta da detriti nella parte frontale, che rendono difficile valutare il suo grado di attività (potrebbe essere considerata ghiaccio morto). Il volume glaciale totale perso dal ghiacciaio nel periodo 2018–2023 ammonta a circa 278 000 m³, a cui corrisponde un valore di ablazione della sola componente glaciale, mediato su tutta la superficie, di 4.69 m nei cinque anni (0.94 m/anno).

Quota min. fronte: NM

ALPI PENNINE

*Gruppi Grandes Murailles - Petites Murailles -
Dent d'Hérens - Cervino - Breithorn*

259 Ghiacciaio di Tza de Tzan

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2023.09.10

Dal confronto con le foto delle precedenti campagne, scattate dalle stazioni AC81 e MT16, si rileva un assottigliamento ed un arretramento del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

260 Ghiacciaio des Grandes Murailles

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2023.09.10

Sono state effettuate riprese fotografiche dalle stazioni dell'Alpe Tza de Tzan, che permette una visione generale del ghiacciaio, dalla stazione MT16, per una visione della lingua settentrionale del ghiacciaio, dalla stazione SFG-MA95, per la ripresa della lingua centrale. Il confronto con le foto scattate negli anni precedenti mostra inequivocabilmente una contrazione del ghiacciaio ed un aumento del detrito sulla sua superficie.

Quota min. fronte: NM



232 - Ghiacciaio Orientale di Gruetta (foto J.P. Gadin da Mont-Chéarfière, 2023.10.01). Vista panoramica. Il ghiacciaio sta innalzando la sua fronte all'interno del canalone che solca la Punta Grueita. All'inizio degli anni 1990 occupava buona parte dell'area delimitata dalle morene della PEG. *Panoramic view. The glacier is raising its terminus inside the channel that cuts Punta Grueita. At the beginning of the 1990s it occupied a large part of the area delimited by the LIA moraines.*

272 Ghiacciaio di La Roisette

Operatore: Michele Motta (UNITO) -
Controllo del 2023.09.09

Dell'apparato glaciale si sta conservando, con solo un leggero arretramento, solo il settore destro orografico a ridosso della parete Nord della Punta di Cian. Il ghiacciaio presenta una strettissima fascia di neve residua lungo il bordo superiore, a quota 3000 m circa, crepacciatura scarsa, fronte molto sottile. Nel resto del vallone, sino a pochi anni fa occupato dal ghiacciaio, stanno progressivamente

scomparendo le masse di ghiaccio sepolte sotto al detrito; il canalone fra Punta di Cian e Dôme di Cian, un tempo il punto più elevato del ghiacciaio, sicuramente è ormai completamente deglacializzato. Tutta la superficie di ghiaccio libera da copertura detritica ha profondi solchi da ruscellamento concentrato. La quota minima della fronte non è individuabile con precisione a causa della copertura detritica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B04 (sf)	230°	13	11	-2

278 *Ghiacciaio di Vofrède*

Operatore: Michele Motta (UNITO) -
Controllo del 2023.09.10

Assenza di neve fresca, neve residua limitata a piccole chiazze presso il limite superiore del corpo in destra orografica, ELA sopra alla quota massima del ghiacciaio. Dei cinque corpi minori in cui il ghiacciaio appariva smembrato nel 2022, osservazioni da un'angolatura diversa mostrano che il più grande non è quello indicato in precedenza, ma quello alla sua destra orografica: entrambe le masse di ghiaccio sono ancora considerabili corpi glaciali. La quota minima del corpo in sinistra orografica può essere stimata, su base cartografica, a 2920 m s.l.m., quella del corpo in destra a 2800 m s.l.m. circa. Non si osservano crepacci, la copertura morenica è discontinua e sembra leggermente aumentata rispetto al 2022. Tracce di ruscellamento sono visibili nella parte inferiore del corpo in destra orografica.

Quota min. fronte: NM

280 *Ghiacciaio dei Jumeaux*

Operatore: Michele Motta (UNITO) -
Controllo del 2023.09.10

Perdura la situazione già descritta nella relazione del 2021: nell'area un tempo occupata dal ghiacciaio permane il nevaio già segnalato nel 2020 che, frammentato nel 2021, si è saldato in un unico nevaio con due porte, di volume nettamente superiore a quello del 2021. Si conferma quindi che la particolare conformazione dell'area favorisce l'accumulo di grandi valanghe di neve, senza uno stretto legame con l'andamento meteorologico dell'anno. I residui valanghivi si spingono sino a circa 2300 m s.l.m.

Quota min. fronte: NM

281 *Ghiacciaio di Mont Tabel*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -
Controllo del 2023.08.09

Rispetto all'estate precedente, il ghiacciaio e i versanti circostanti presentano una maggiore copertura nevosa. Non sono apprezzabili significativi cambiamenti della morfologia delle lingue frontali.

Quota min. fronte: NM

284 *Ghiacciaio di Tyndall*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -
Controllo del 2023.08.09

Rispetto alla situazione della precedente campagna del 2022, da confronto fotografico, il ghiacciaio e i pendii sottostanti risultano aver ricevuto nell'inverno e nella primavera del 2023 maggiori apporti di neve, con residuo accumulo sotto la fronte e copertura della parte alta del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 3200 m (C)

285 *Ghiacciaio del Cervino*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -
Controllo del 2023.08.09

A seguito delle abbondanti nevicate della tarda primavera, il ghiacciaio residuo si presenta in buona parte coperto da accumuli di valanga nella parte alta dei coni di ghiaccio che lo costituiscono.

Quota min. fronte: NM

289 *Ghiacciaio di Valtournenche*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -
Controllo del 2023.08.09

Il ghiacciaio si presenta completamente sgombro di neve residua. La fronte è ricoperta di detriti e solcata da marcato ruscellamento diffuso; il laghetto proglaciale si è moderatamente allargato, così come la penisola rocciosa che si incunea nel corpo del ghiacciaio presso la zona centrale del margine destro. Si segnala la presenza di neve residua esclusivamente sotto la Gobba di Rollin, in corrispondenza del tracciato della pista da sci dove la neve è stata accumulata e compattata in previsione di una gara pianificata a novembre. I lavori di preparazione del tracciato hanno portato alla demolizione della roccia sulla quale era posto il segnale MG '20. Il confronto fotografico con le riprese dell'anno precedente rivela un assottigliamento del ghiaccio.

Quota min. fronte: 3100 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MG '20 B (cf)	110°	30	25	-5
MG '20 C (df)	110°	70	40	-30

Gruppo Monte Rosa

306 Ghiacciaio d'Indren

Operatori: Paolo Piccini (CGI) e Michele Freppaz
(UNITO, CGI) - Controllo del 2023.09.03

Il ghiacciaio registra il maggior arretramento frontale dall'inizio delle misurazioni nel 1927, dovuto al distacco di un'ampia porzione di ghiaccio dal corpo principale, con risalita della quota minima di 85 m. Tutto ciò era già prevedibile negli scorsi anni, ma si è verificato con tempi accelerati negli ultimi due anni. Si renderà pertanto necessario il posizionamento di nuovo segnale di misura durante la prossima campagna. La recente nevicata non nasconde l'evidente ridimensionamento del ghiacciaio a tutte le quote.

Quota min. fronte: 3180 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MW21 (cf)	360°	384	78	-306

Bacino: SESIA - PO

Gruppo Monte Rosa

311 Ghiacciaio di Bors

Operatori: Paolo Piccini e Tito Princisvalle (CGI) -
Controllo del 2023.08.25

Il ridimensionamento del corpo glaciale risulta accelerato e generalizzato a tutte le quote e la copertura detritica aumentata nella zona frontale misurata. La copertura nevosa residua all'epoca del sopralluogo risulta limitata e diverrà assente in ottobre al termine della lunghissima stagione di ablazione.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 7 settembre mediante sorvolo in elicottero. Al momento del sorvolo il ghiacciaio presentava scarsa copertura di neve residua. Un crollo in roccia ha coinvolto il lato destro del ghiacciaio. L'accumulo si è allungato sul ghiacciaio fino a raggiungere la fronte, a oltre 800 m di distanza dalla nicchia, dove ha

abbandonato alcuni blocchi di grandi dimensioni: l'analisi delle immagini Sentinel ha permesso di limitare l'accadimento all'intervallo 20-30 luglio 2023.

Quota min. fronte: 3195 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PT20 (cf)	360°	39	27	-12

312 Ghiacciaio delle Piode

Operatori: Paolo Piccini, Tito Princisvalle (CGI) e
Cristina Viani (UNITO, CGI) - Controllo del 2023.11.03

Prosegue la contrazione del ghiacciaio, evidente nella generalizzata perdita di potenza anche alle quote superiori ai 3500 m, con appiattimento della caratteristica seraccata del ramo orientale, ancor più che nel dato puntuale di regresso lineare. L'aumento di copertura detritica nella zona frontale, progressivamente più acclive, rende sconsigliabile il rilievo della quota minima della fronte, sempre in progressiva risalita. Si segnalano recenti frane nei settori più elevati sottostanti il Colle Vincent, a cui si è assistito anche nel corso delle riprese fotografiche effettuate il 6 ottobre.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 7 settembre mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita il ghiacciaio mostrava una copertura di neve residua sopra i 3500 m di quota, all'interno del bacino di accumulo; è stato osservato un grosso accumulo detritico proveniente dal versante meridionale della Punta Parrot, di cui non è noto il momento di messa in posto. Verso valle anche tutto il lato destro del ramo occidentale risulta interessato da scariche di detrito. Nella strettoia da cui prende origine il ramo orientale, si osserva una cavità nel ghiaccio che lascia intravedere il substrato roccioso, indicando uno scarso spessore della colata di ghiaccio.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P14 (sf)	312°	207	189	-18

313 Ghiacciaio Parrot

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero e mai descritto in passato ad eccezione del Catasto dei Ghiacciai Italiani, vol. II, 1961. Al momento della visita il

ghiacciaio si presenta ormai limitato ad una piccola placca di glacionevato, larga meno di 100 m ed allungata per meno di 150 m, con la fronte a quota circa 3450 m (misure e quote stimate sulla base di raffronti tra fotografie e cartografia). Il residuo corpo glaciale risulta limitato al lato meridionale della conca superiore rispetto alla barra rocciosa di quota 3300-3400 m, che un tempo separava il ghiacciaio in due parti. Alcuni accumuli di valanga sono presenti a lato della fronte, sul lato settentrionale della conca superiore e al centro della conca inferiore.

Quota min. fronte: 3450 m (C)

314-315 Ghiacciaio Sesia-Vigne

Operatori: Paolo Piccini, Tito Princisvalle (CGI) e Cristina Viani (UNITO, CGI) - Controllo del 2023.11.03

Prosegue il regresso della fronte comune delle due colate di Sesia e Vigne, che si riuniscono ai piedi della Punta Gnifetti. Il regresso annuale è il secondo più elevato dalla ripresa delle misure nel 1996. Si segnalano recenti crolli dalle Rocce Sesia sul piede della colata del Ghiacciaio del Sesia. La separazione delle due masse glaciali nella zona frontale non sembra imminente, appaiono comunque progressivamente assottigliate entrambe le colate, anche alle quote più elevate delle seraccate al di sotto dei 3700 m di quota del Pianoro Ellermann.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 7 settembre mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita il ghiacciaio mostrava una copertura di neve residua solo all'interno del Pianoro Ellermann, sopra i 3600 m di quota circa. La parete di roccia della Punta Gnifetti ha prodotto numerose scariche di detrito, i cui accumuli si allungano sulle pendici settentrionali del ghiacciaio, raggiungendo in alcuni casi il pianoro.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
TP18	352°	228	177	-51

316 Ghiacciaio Meridionale delle Locce

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita il ghiacciaio presenta una copertura di neve residua quasi assente, limitata a una sottile striscia a ridosso delle pareti rocciose in testata. Il ghiacciaio (misurato l'ultima volta nel 1988 e raffigurato nel

la Campagna 2016, vedi Baroni *et al.*, 2017, n.d.r.) risulta suddiviso in un corpo principale e due placche residuali di glacionevato in destra orografica, in gran parte sepolte dal detrito. È presente un piccolo lago proglaciale alla fronte della placca centrale (già visibile dal 2018 – volo Agea). Dall'analisi delle ortofoto storiche si osserva una continua contrazione dei margini glaciali, in particolare sul lato orientale dove il ghiacciaio appoggia su un ampio plateau roccioso poco inclinato. Fino al 2018 il ghiacciaio aveva continuità laterale estendendosi per circa 2 km di larghezza in senso WNW-ESE, benché alcuni setti andassero man mano riducendosi di consistenza. Nel 2023 si osserva la chiara separazione in tre corpi glaciali distinti: Occidentale, area circa 50 000 m², fronte quota 3310 m; Centrale, circa 93 000 m², fronte quota 3090 m; Orientale, area circa 154 000 m², fronte quota 3070 m (tutte le quote sono tratte dal DTM Regione Piemonte 2010). In base all'analisi delle ortofoto storiche, l'area glacializzata complessiva si è ridotta da 727 825 m² nel 1994 a 298 019 m² nel 2023 (-59%), con una perdita media annua in rapida accelerazione negli ultimi 5 anni. Una misura realizzata su ortofoto nella direzione N 71, seguendo l'asse della lingua più prominente (ben riconoscibile nel 2010), ha consentito di stimare un arretramento frontale planimetrico pari a 87 m tra il 2018 e il 2023.

Quota min. fronte: 3070 m (C)

Bacino: TOCE - TICINO - PO

Gruppo Monte Rosa

321 Ghiacciaio Settentrionale delle Locce

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita il ghiacciaio si presenta con una copertura di neve (fresca e residua) in tutta la parte medio alta. Il ghiacciaio è costituito da tre colate che confluiscano in una lingua principale, la cui fronte è arretrata negli anni fin sulle balze rocciose a circa 2580 m di quota. La definizione di un margine univoco del ghiacciaio è complicata dall'affioramento di numerose dorsali rocciose che interrompono la continuità del ghiacciaio, isolandone dei lembi, e dalla presenza di corpi detritici, in particolare il grande cono che scende dal versante orientale della Punta Tre Amici. Sul lato destro a ridosso della cresta rimangono placche di ghiaccio isolate. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale

del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. Dove chiaramente riconoscibile sull'ortofoto, è stata tracciata la posizione dei limiti 2010 e 2023, il cui andamento è piuttosto articolato; la perdita di superficie nell'intervallo di tempo è stata di quasi 200 ha. L'evoluzione del corpo glaciale avvenuta tra il 2010 e il 2023 è sintetizzata nei seguenti punti: i) il settore terminale si è separato in due corpi glaciali distinti, uno Nord-Orientale, disgiunto dal flusso glaciale principale, ma apparentemente alimentato da valanghe e seracchi in quanto ben riconoscibile la forma a cono, la cui fronte si trova alla quota minima di circa 2510 m; ii) la colata principale si attesta più a Ovest ad una quota poco più elevata (circa 2580 m), dove non è chiaro se esista ancora collegamento con la lingua del Belvedere: infatti il margine glaciale è nascosto e sepolto dal grande cono misto di valanga e detritico della Punta Tre Amici. Il settore di versante sede dell'omonima frana del 2015 appare tuttora instabile, solcato da incisioni ed ammantato da detritico sciolto; al piede, il grande accumulo sopraccitato, costituito da materiale sia detritico che da neve di valanga, si allunga per circa 1 km in direzione Nord fino a raggiungere il Ghiacciaio del Belvedere. L'analisi ortofotografica ha evidenziato come la superficie del ghiacciaio si sia ridotta da 1 100 639 m² nel 2010 a 903 554 m² nel 2023 (-18%).

Quota min. fronte: 2580 m (C)

322 Ghiacciaio del Signal

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Il ghiacciaio presenta un ampio corpo glaciale che dalla cresta omonima scende fino ad una linea quasi continua di seracchi ad una quota di circa 3150 m; al di sotto di questa linea sopravvive, all'estremità orientale del ghiacciaio, una stretta lingua (larghezza minima di circa 55 m nel 2023, contro gli oltre 80 m del 2010), seppur relativamente potente; questa poi si allarga in un cono che raggiunge i 2610 m di quota, attuale fronte glaciale. Nel 2023 sono completamente scomparsi i cono di valanga (e forse di ghiaccio rigenerato) che occupavano i canali al di sotto dei seracchi e poi fino alla lingua del Belvedere: attualmente, al di sotto della fronte, è presente uno scivolo in roccia e detrito che si estende per oltre 500 m fino al Belvedere. Inoltre, rispetto al 2010, si sono aperte due finestre rocciose a quota 3300-3350 m e 3460-3470 m circa. Al momento del sopralluogo sul ghiacciaio rimane neve residua a partire da quota 3200 m circa. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. Dove chiaramente riconoscibile sull'ortofoto, è stata tracciata la posizione dei limiti 2010 e 2023; la perdita di superficie nell'intervallo di tempo è stata di quasi 10 ha (-15%).

Quota min. fronte: 2610 m (C)

322 - Ghiacciaio del Signal (W. Alberto ripresa aerea, 2023.09.07). Vista panoramica. Il frastagliato margine frontale è sovente troncato dai crolli dei seracchi che si arrestano sul sottostante Ghiacciaio del Belvedere. A sinistra è ben riconoscibile la nicchia di distacco della grande frana di crollo del 16-17.12.2015 che coinvolse anche porzioni del ghiacciaio. *Panoramic view. The jagged front edge of the glacier is often truncated by collapses of seracs that stop on the underlying Belvedere Glacier. On the left, the detachment niche of the large rock avalanche of 16-17.12.2015, which also involved portions of the glacier, is clearly recognizable.*



Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presentava con una copertura di neve (sia residua che recente) in tutta la parte medio-alta. Il ghiacciaio è costituito da una colata che si origina al Colle Signal e che confluisce nella lingua del Belvedere 1500 m più in basso; sul lato occidentale, sotto le punte Gnifetti, Zumstein e Dufour, il ghiacciaio ammantava il versante con un andamento piuttosto articolato, caratterizzato da imponenti fronti seraccate. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. Dove chiaramente riconoscibile sull'ortofoto, è stata tracciata la posizione dei limiti 2010 e 2023, il cui andamento è piuttosto articolato; la perdita di superficie nell'intervallo di tempo è stata di quasi 19 ha (-9%). L'evoluzione del corpo glaciale avvenuta tra il 2010 e il 2023 può essere così sintetizzata: i) tutti i margini glaciali, sia di monte che di valle, presentano un generalizzato ritiro, di entità variabile, ma dell'ordine di alcune

decine di metri; ii) lungo il versante si assiste ad una generale deglaciazione dei pendii ghiacciati e degli scivoli nevosi a margine dei corpi glaciali; tale ritiro è la principale causa sia della perdita di superficie nel periodo indagato che dell'aumento del detrito sul ghiacciaio: emblematico è il caso del canalone Marinelli, dove si è completata la deglaciazione ed è diventato sede di transito del detrito; iii) la colata principale presenta limitate variazioni di estensione, ma un significativo aumento della copertura detritica, alimentata dai crolli dall'imponente versante roccioso ed in particolare dal trasporto lungo il Canalone Imseng (e in parte anche dal Canalone Marinelli) alla cui base è presente un lungo cono detritico appoggiato sul ghiacciaio e che raggiunge il Belvedere; iv) l'area di confluenza nel Ghiacciaio del Belvedere presenta l'allargamento delle finestre rocciose, fatto che ne fa ipotizzare una diminuzione di potenza; per contro, l'alimentazione rimane attiva come dimostrato dalle ogive nella depressione occupata in precedenza dal Lago Effimero ed attualmente completamente colmata da ghiaccio e detrito; v) le fronti seraccate che caratterizzano la parete Est del Monte Rosa non presentano significative variazioni, la loro posizione rimane sostanzialmente stabile.

Quota min. fronte: 2180 m (C, quota confluenza nel Ghiacciaio del Belvedere)



323 - Ghiacciaio del Monte Rosa (W. Alberto ripresa aerea, 2023.09.07). Il seraccato Ghiacciaio del Monte Rosa è rimasto l'unica colata alimentatrice del Ghiacciaio del Belvedere in cui si immette con una serie di ogive. È evidente la diffusa copertura detritica. *The hanging Monte Rosa Glacier remains the only flow feeding the Belvedere Glacier, on which it merges with a series of ogives. The widespread debris cover is evident.*

324 Ghiacciaio di Nordend

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presenta con una copertura di neve (sia residua che recente) nella sola parte alta, sopra i 3000 m di quota. La colata di ghiaccio presenta una cospicua copertura detritica, alimentata sul suo lato sinistro dai canali in roccia che solcano il versante del Monte Rosa. La copertura detritica diventa pressoché continua verso la fronte, al di sotto dei 2550 m di quota. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010/Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. La perdita di superficie glaciale tra il 2010 e il 2023 è stata di oltre 17 ettari. L'evoluzione del corpo glaciale avvenuta tra il 2010, il 2018 e il 2023 può essere sintetizzata nei seguenti punti: i) tutti i margini glaciali, sia di monte che di valle, presentano un generalizzato ritiro, di entità molto variabile tra pochi metri ed un centinaio di metri; ii) la fronte glaciale tra il 2010 e il 2018 ha perso tutta la parte prossima alla confluenza nel Ghiacciaio del Belvedere, arretrando in direzione Ovest di circa 630 m, calcolati in planimetria ed in linea retta. Dal 2018 al 2023 l'arretramento è stato contenuto a circa 40 m, mentre i fianchi hanno subito poche variazioni. L'attuale fronte si trova a quota 2335 m, nel 2018 si trovava pochi metri più in basso, a quota circa 2331 m (quote ortometriche misurate sul DEM prodotto da ARPA Piemonte col volo del 07/09/2023); iii) nella conca dove era posizionata la fronte nel 2010, oggi è presente un piccolo lago alimentato dal torrente proglaciale; iv) si è verificata una diminuzione molto marcata della dimensione dei coni di valanga ancora ben sviluppati nel 2018 e invece limitati alla sola parte alta nel 2023; v) la copertura detritica è aumentata su gran parte del ghiacciaio, anche come conseguenza del ritiro dei coni di valanga; l'apporto principale sembra giungere sul ghiacciaio dal Canalone Solitudine, ai piedi del quale si sviluppa un lungo accumulo detritico che raggiunge la fronte del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2335 m (C)*

* La differenza con la quota di 2355 m misurata con GPS ed indicata nella campagna 2018 potrebbe imputarsi alle incertezze dei diversi metodi di misura oppure all'utilizzo di sistemi di riferimento diversi.

325 Ghiacciaio del Belvedere

Operatori: Andrea Tamburini (IMAGEO, CGI) e
Salvatore Versaci (CGI) - Controllo del 2023.10.04

Il ghiacciaio è stato oggetto di sopralluoghi ripetuti nel corso dell'anno. Sopralluogo del 10 giugno: lettura

paline ablatometriche. La rete di paline ablatometriche attualmente operativa non è variata rispetto agli anni scorsi e consta di tre punti di misura: uno in posizione centrale all'altezza della breccia della Cappella Pisati, uno sul lobo destro e uno sul lobo sinistro. A sinistra della palina del lobo sinistro si è osservata una profonda *bédière*, che verrà successivamente allargata e approfondita dalla colata del 27 agosto. L'ablazione puntuale totale rispetto alla lettura del 5 ottobre 2022 è compresa tra 78 cm (Pisati) e 105 cm (lobo sinistro). È stata realizzata dal Comune di Macugnaga una nuova pista di attraversamento del lobo destro del ghiacciaio in direzione del Rifugio Zamboni-Zappa, a spese di un imponente intaglio nella morena sotto il dismesso Ristoro Miravalle. Come prevedibile, il tratto che attraversa il ghiacciaio risulterà vistosamente danneggiato già nel mese di luglio. Sono ancora presenti i laghi sopragliaciali già segnalati negli scorsi anni all'altezza dello sbocco nel ghiacciaio delle acque del Lago delle Locce. Queste ultime, scorrendo lungo il fianco interno della morena, alimentano ristagni d'acqua lungo il margine destro del ghiacciaio all'altezza della breccia Pisati. Sopralluogo del 21 luglio: lettura paline ablatometriche. L'ablazione media giornaliera del periodo 10 giugno - 21 luglio è di 2.5 cm. Viene installata una nuova palina all'altezza della breccia della Cappella Pisati, a fianco di quella precedente, quasi completamente emersa.

Il 27 agosto una colata detritica proveniente dal T. Castelfranco ha provocato l'esteso alluvionamento del conoide presente alla base della parete in corrispondenza dell'Alpe Fillar e l'ulteriore rimodellamento dei varchi nella morena sinistra del Belvedere, attraverso i quali l'acqua ed una parte del materiale detritico hanno raggiunto la superficie del ghiacciaio. Un evento simile si era verificato il 9 settembre 2008, arrestandosi tuttavia contro il fianco sinistro del Ghiacciaio del Belvedere senza raggiungerne la superficie. Il detrito della colata del 27 agosto si è espanso a ventaglio sulla superficie del ghiacciaio, ostruendo temporaneamente l'inghiottitoio attraverso il quale le acque provenienti dall'Alpe Fillar raggiungono la fronte glaciale. A causa di questa temporanea ostruzione, l'acqua è fluita sulla superficie glaciale scavando due profonde rigole, per poi immettersi a cascata nel T. Anza in corrispondenza della bocca glaciale. Parte del materiale detritico ha raggiunto l'area antistante la fronte glaciale, modificandone in maniera apprezzabile la morfologia. In occasione del sopralluogo del 2 settembre, le acque provenienti dall'Alpe Fillar avevano ripreso a defluire attraverso il condotto endoglaciale. Le riprese da drone eseguite da Manuele Bettoni e dal Politecnico di Milano subito dopo l'evento hanno consentito di effettuare una prima quantificazione del detrito mobilizzato dalla colata in almeno 200 000 m³.

Sopralluogo del 16 settembre: installazione di una nuova palina al lobo sinistro in posizione più interna al ghiacciaio e lettura finale di tutte le paline. I valori puntuali di

ablazione sono comparabili a quelli della stagione precedente, salvo quelli misurati alla palina del lobo sinistro, che sono falsati dall'erosione superficiale innescata dalla colata detritica del 27 agosto, che ha rimosso la copertura detritica attorno alla palina. Per tale ragione la palina è stata spostata in posizione più interna. I valori di ablazione puntuale ammontano rispettivamente a 339 cm/anno (Pisati), 345 cm/anno (lobo destro) e 473 cm/anno (lobo sinistro). La velocità di flusso superficiale misurata con GNSS in corrispondenza della palina del lobo destro è pari a circa 1 m/anno, quella del lobo sinistro è di circa 2.8 m/anno, mentre al centro del ghiacciaio, in corrispondenza della Cappella Pisati, si misurano circa 18.8 m/anno. Anche quest'anno la velocità è in diminuzione in corrispondenza dei due lobi, mentre all'altezza della Cappella Pisati si mantiene su valori simili a quelli registrati l'anno precedente. La misura della posizione frontale è stata eseguita il 4 ottobre mediante utilizzo di un distanziometro laser LTI Truepulse 360 (precisione nominale ± 1 m). Il deflusso nel T. Anza è ancora consistente. La colata detritica del 27 agosto ha provocato il trasporto e la deposizione di materiale detritico nell'area antistante la fronte glaciale, modificandone vistosamente l'aspetto. Si sono verificati inoltre crolli di ghiaccio dalla volta della caverna di uscita del torrente ablatore, che hanno contribuito ad aumentare il ritiro frontale.

Quota min. fronte: 1840 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S 2018	281°	247	217.5	-29.5

326 Ghiacciaio del Piccolo Fillar

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2023.09.07

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presenta con copertura di neve residua praticamente assente: solo alcuni piccoli accumuli di valanga sopravvivono sopra i 2950 m di quota. Nel complesso il ghiacciaio si presenta annerito. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 07/09/2023, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. Sulle ortofoto, è stata tracciata la posizione dei limiti 2010 e 2023, il cui andamento è piuttosto ben riconoscibile; la perdita di superficie nell'intervallo di tempo è stata di circa 6.6 ha, passando da 394 299 a 327 771 m² (-17%). L'evoluzione del corpo glaciale avvenuta tra il 2010, il 2018 e il 2023 può essere sintetizzata nei seguenti punti: i) tutti i margini glaciali, sia di monte che di valle, presentano un generalizzato ritiro, di entità molto variabile tra pochi metri ed una cinquantina di metri; ii) la fronte glaciale tra il 2010 e il 2023 ha mantenuto una posizione pressoché stazionaria, posizionata sopra un gradino roccioso, al di sotto del quale sembra sopravvivere un piccolo corpo di ghiaccio morto completamente ricoperto di detriti. Dal 2018 al 2023 l'arretramento è stato limitato a circa 5 m. L'attuale fronte si trova a quota 2710 m (quota ortometrica misurata sul DEM prodotto da ARPA Piemonte col volo del 07/09/2023); iii) si è verificata una diminuzione



325 - Ghiacciaio del Belvedere (foto A. Tamburini, 2023.09.02). L'ingente colata detritica del 27.08.2023, proveniente dal bacino glaciale del T. Castelfranco, ha raggiunto la superficie del Ghiacciaio del Belvedere attraverso un varco della morena laterale sinistra del lobo sinistro. *The large debris flow of 27.08.2023, coming from the Castelfranco glacial basin, reached the surface of the Belvedere Glacier through a cut in the left lateral moraine of its left lobe.*



molto marcata della dimensione dei coni di valanga ancora ben sviluppati nel 2018 e invece limitati alla sola parte alta nel 2023; iv) la copertura detritica è aumentata su gran parte del ghiacciaio, anche in conseguenza del ritiro dei coni di valanga: la copertura detritica occupa il settore frontale, parte del lato sinistro del ghiacciaio e anche gran parte delle zone sommitali, a ridosso delle pareti rocciose dove sono presenti alcuni potenti accumuli detritici.

Quota min. fronte: 2710 m (C)*

* La differenza con la quota di 2730 m misurata con GPS ed indicata nella campagna 2018 potrebbe imputarsi alle incertezze dei diversi metodi di misura oppure all'utilizzo di sistemi di riferimento diversi.

ALPI LEPONTINE

Bacino: TOCE - TICINO - PO

Gruppo Monte Leone

337 Ghiacciaio del Leone

Operatore: Luca Paro (ARPA Piemonte) -
Controllo del 2023.10.04

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Nell'area del Monte Leone si segnala la presenza di seracchi instabili in corrispondenza della lingua glaciale nota con il toponimo locale "ul Paretun" che si diparte dal ghiacciaio principale Chatwasser (CH) a quota 3150 m circa e discende per circa 200-250 m in direzione est-nord. La lingua, un tempo, alimentava il sottostante Ghiacciaio del Leone (noto anche con il toponimo locale di "ul Giascé 'd la Sc-ciüira") ma, come già osservato nel 2022, attualmente non è più in diretto collegamento.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Árbola

356 Ghiacciaio Meridionale di Hobsand (o del Sabbione)

Operatori: Paolo Valisa e Andrea Aletti (CGI) -
Controllo del 2023.09.10

Anche quest'anno è stato fortemente negativo per il bilancio dei ghiacciai della Val Formazza. Sulle Alpi occidentali è stato registrato il record di quota dello zero termico il 20 agosto (radiosondaggio Payerne 5298 m, Cameri 5328 m) e il secondo valore il 3-4 settembre (5235 m Payerne). Anche quest'anno la ELA è superiore alla quota massima della Cima d'Árbola (3250 m) e conseguentemente AAR=0. Già il 12 agosto l'innevamento era presente solo in maniera di-



326 - Ghiacciaio del Piccolo Fillar (in alto: ARPA Piemonte, ripresa aerea, 2023.09.07; in basso: foto ETH-swisstopo, ripresa aerea 1919). Il confronto fotografico evidenzia la fortissima contrazione subita dal ghiacciaio in un secolo. *The photographic comparison highlights the very strong contraction undergone by the glacier in a century (left: aerial photo ARPA Piemonte, 2023.09.07; right: aerial photo ETH-swisstopo, 1919).*

scontinua al di sopra di 3100 m. Non è presente neve residua nel vallone del Vannino. Continua la perdita di spessore con emersione di morene e dossi rocciosi montonati, tanto che entro pochi anni il ghiacciaio risulterà completamente frammentato. La quota del ghiaccio presso il P.so del Vannino si trova ormai 35 m (± 5 m, misure differenziali con altimetro) più in basso del colle, che ancora era coperto dal ghiaccio nel 2005, con dunque una perdita di spessore media di circa 2 m/anno a 2700 m s.l.m. La parete Est dell'Arbola è già separata dal bacino di accumulo tra quota 2800 e 2900 m, salvo un'esile striscia di ghiaccio al di sotto della cresta NE. Il pianoro di accumulo tra le quote 2800 e 2900 m sarà separato entro pochi anni dalla lingua di ablazione da un dosso roccioso che sta emergendo a quota 2750 m e che taglia il ghiacciaio trasversalmente. Anche tra le quote 2600 e 2650 m la morena che scende dalla Punta di Lebendun emerge sempre più dal ghiacciaio. A monte della morena è scomparso il laghetto che si era formato nel 2022. Lo scivolo di massima pendenza della lingua di ablazione (2600-2650 m s.l.m.) presenta ormai ghiaccio scuro e sottile, che lascia presumere un prossimo distacco dall'attuale settore frontale. Il ruscellamento superficiale è molto attivo, perlomeno fino a 2800 m s.l.m.: un grosso torrente emerge verso 2650 m di quota e costeggia il lato orientale del ghiacciaio sotto la Punta Lebendun. Sono presenti due nuovi calderoni, uno poco sotto il P.so del Vannino ed il secondo non lontano dalla fronte, sotto la Punta Lebendun. Sotto la parete Ovest della Punta Lebendun è ormai presente ghiaccio morto, in parte coperto da blocchi di roccia staccatisi dalla parete sovrastante. La parte più occidentale della fronte è separata ormai da qualche anno dalle lingue di ghiaccio che scendono dalla parete Nord dell'Arbola e dal Passo del Sabbione: la separazione è accentuata dall'emersione di un torrione roccioso, percorso da una cascata. Per documentare la posizione della linea frontale e il limite destro idrografico si è percorso il margine del ghiacciaio con GPS.

Quota min. fronte: 2550 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2012=18 (cf)	230°	490	450	-40

357 Ghiacciaio Settentrionale di Hobsand (o del Sabbione)

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -
Controllo del 2023.10.01

Al momento del rilievo, ormai all'inizio della stagione autunnale, il ghiacciaio si presentava coperto da innevamento recente: tuttavia nel corso di una precedente visita il 20 agosto 2023, si è potuto osservare come la neve residua fosse presente solo nei pressi della sommità del ghiacciaio (ca. 3100 m s.l.m.). La superficie del ghiacciaio nei pressi

del punto di misura non presentava copertura detritica, né ruscellamento superficiale. Il corpo glaciale ha perso la sua unità e si distinguono chiaramente quattro piccoli corpi glaciali che fino a qualche anno fa appartenevano alla zona di accumulo. In destra idrografica permane una massa di ghiaccio isolata, completamente coperta di detrito, che riesce a conservarsi per via dell'esposizione a Nord. La morena laterale presenta tracce di fenomeni franosi di modeste dimensioni, con inizio di colonizzazione vegetale.

Integrazione a cura di Luca Paro (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 4 ottobre mediante sorvolo in elicottero. Si segnala la presenza di un piccolo lago proglaciale formatosi recentemente alla fronte del piccolo corpo glaciale anonimo la cui testata raggiunge il Blinnenjoch e che un tempo costituiva una delle aree di alimentazione del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RO22 (cf)	244°	63	-	

357.1 Ghiacciaio di Punta Hobsand

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -
Controllo del 2023.10.01

Il ghiacciaio occupa la conca della parte sommitale della cima Punta Hobsand. Corpo unico fino a pochi anni fa, attualmente si presenta separato in due corpi minori da una cengia rocciosa. Non presenta copertura detritica. Al momento della visita, ormai all'inizio della stagione autunnale, si è osservato innevamento recente nella parte superiore del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Blindenborn

360 Ghiacciaio Superiore del Blinnenborn

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -
Controllo del 2023.10.01

Al momento della visita, la porzione del ghiacciaio visibile dalla stazione fotografica era spolverata da una recente nevicata. Una visita nella zona in data 28 agosto aveva consentito di rilevare assenza di neve residua. Le piogge torrenziali delle settimane precedenti la visita hanno prodotto notevoli cambiamenti al letto del torrente proglaciale, con profonda erosione e lieve deviazione del corso del torrente stesso.

Quota min. fronte: NM

Settore Lombardo (Coordinatore: Riccardo Scotti)

ALPI LEPONTINE

Bacino: ADDA - PO

Gruppo Tambò - Stella

365 Ghiacciaio del Pizzo Ferrè

Operatore: Emanuele Congiu (SGL) -
Controllo del 2023.09.04

I sopralluoghi sono stati effettuati in due occasioni: il 21 agosto per realizzare le foto dalla stazione fotografica SF012 e il 4 settembre, per eseguire le misure frontali e realizzare le foto dalla SF003. Già il 21 agosto non era più presente neve residua ad eccezione di uno strettissimo orlo di neve nella zona sommitale e qualche piccolissima chiazza nelle zone di maggior accumulo invernale. Prosegue la riduzione della superficie glacializzata in tutti i settori dell'apparato, dalla zona sommitale alla fronte. Il collegamento in sinistra idrografica tra la zona superiore e quella inferiore del ghiacciaio è ancora presente. Tra i giorni 26 e 28 agosto l'alta Valle Spluga è stata interessata da abbondanti precipitazioni che hanno provocato una piena anomala del torrente Liro; presumibilmente il giorno 26 si è verificato il crollo parziale della volta della cavità glaciale presente alla fronte del ghiacciaio (cavità già segnalata lo scorso anno). In questo punto si è formato

un piccolo lago di circa 40 m di lunghezza che si sviluppa in parte all'esterno del ghiacciaio e in parte all'interno della grotta. Durante il sopralluogo del 4 settembre, nel laghetto erano presenti ancora i blocchi di ghiaccio a testimonianza del crollo avvenuto e sulla volta della grotta alcune lastre di ghiaccio sembravano prossime alla caduta. Dalla stazione di misura EC106 bis non è stato possibile eseguire una misurazione precisa dell'arretramento dal ghiacciaio sia per la presenza del lago, sia per motivi di sicurezza, vista la precarietà della volta della grotta. Approssimativamente in questo settore il ghiacciaio è arretrato di 11.5 m. I cambiamenti più significativi si sono verificati nella porzione più occidentale della fronte. Alla stazione di misura EC206 bis l'arretramento è stato di ben 44 m. L'arretramento in questo settore è stato notevole, per questo motivo è stato posizionato un nuovo ometto (EC3 23) sopra una roccia affiorata quest'anno, più a Ovest della stazione EC206 bis, a contatto col ghiacciaio. Le coordinate (rilevate col GPS del telefonino) di questa stazione sono: 46° 28' 05" N - 9° 16' 53.8" E, quota 2721 m. L'azimut di 180° indicato in passato per il segnale EC106 bis è errato, le misure sono sempre state effettuate su azimut 230°.

Quota min. fronte: 2700 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
EC 106 bis	230°*	98	86.5	-11.5
EC 206 bis	230°	120.5	76.5	-44

* Il dato corregge quanto pubblicato in precedenza.

365 - Ghiacciaio del Pizzo Ferrè; stazione fotografica SF012 (foto E. Congiu, 2023.08.21). Panoramica del ghiacciaio che mostra la completa assenza di neve e la prossima frammentazione. *Overview of the glacier highlighting the lack of residual snow-cover and the upcoming fragmentation.*



371 *Ghiacciaio Meridionale di Surette*

Operatore: Fabio Villa (SGL) -
Controllo del 2023.09.30

Il rilievo è stato eseguito dopo la prima nevicata di fine settembre che, una settimana prima, aveva depositato circa 30 cm di neve fresca. A seguito del caldo dei giorni seguenti, con zero termico intorno ai 4000 m, dopo 7 giorni tutta la neve era scomparsa e il ghiacciaio appariva con qualche residua traccia di neve recente. Il regresso appare evidente anche quest'anno. La parte alta del ghiacciaio, quella dove è infissa la palina n° 4, risulta completamente separata dalla parte sottostante. Il lago che si era formato negli ultimi anni alla fronte del ghiacciaio non è più presente; probabilmente si è creata una via di fuga che ha svuotato il piccolo invaso. Le misure alla fronte riportano un regresso lineare di circa 12 m rispetto all'anno precedente e di 97 m rispetto al 2009, quando il segnale era stato definito, in prossimità della fronte stessa. E' stato eseguito il controllo delle paline e un rilievo fotogrammetrico con UAV (pilota: Paolo Gallo). Le paline hanno registrato, rispetto all'anno precedente, 3.60 m di perdita nella parte bassa e 1.15 m nella parte alta.

Quota min. fronte: 2705 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MV09 (cf)	45°	97	85	-12

Bacino: ADDA-PO

Gruppo Badile - Disgrazia

390 *Ghiacciaio del Passo di Bondo*

Operatore: Andrea Barilli (SGL) -
Controllo del 2023.09.10

Per buona parte della sua superficie il ghiacciaio quest'anno appare pulito e libero di detrito, probabilmente rimosso dalle forti fusioni estive o da piogge recenti, tanto che i margini della fronte, un tempo sempre difficili da individuare a causa dell'abbondante copertura detritica, affiorano ormai chiaramente in molti punti. Dal confronto fotografico con il 2022 anche i margini superiori del ghiacciaio sembrano essersi abbassati di almeno 4-5 metri ed è evidente l'ulteriore riduzione di spessore su tutta la superficie del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2925 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
1	120°	185	160*	-25
2	100°	37.5	28.5	-9

* Dato non pubblicato nella campagna precedente.

408 *Ghiacciaio di Predarossa*

Operatori: Massimo Urso e Andrea Amormino (SGL) -
Controllo del 2023.09.24

Il ghiacciaio risulta essere completamente libero dalla neve annuale e in evidente progressivo disfacimento, solcato peraltro da parecchio detrito di valanga. Nel 2022 si è completata la separazione fisica in due distinti ghiacciai. La parte "storica" del Predarossa vero e proprio è quella sottostante, meridionale, alimentata in buona parte dal versante serpentinoso sinistro del Monte Disgrazia e coperta per quasi metà superficie da detrito (continue scariche di piccole e medie dimensioni). La parte "nuova", quella superiore, settentrionale, prodotta soprattutto con accumulo diretto e terminante a ridosso della Sella di Pioda viene catastata quest'anno come ghiacciaio indipendente, codice 408.1 "Ghiacciaio della Sella di Pioda". La fronte inferiore, storica, risulta arretrata di 46 metri rispetto allo scorso anno (quota 2720 - 46.257960 N, 9.738925 E). Continua la "disintegrazione" della fronte stessa, che ora è più facilmente individuabile rispetto ai passati decenni. Essa presenta sempre una variabile copertura detritica, ma più superficiale rispetto al passato. Lo spessore del ghiaccio risulta sensibilmente diminuito. Sul versante in forte pendenza a sud rispetto al Ghiacciaio di Corna Rossa (al di sopra dell'attuale Ghiacciaio di Predarossa) si notano delle piccole emersioni di ghiaccio (probabilmente fossile, residuo del ghiacciaio di qualche decennio fa) tra la coltre di detrito che caratterizza da decenni il versante sinistro. Ha collaborato Riccardo Scotti con osservazioni fotografiche.

Quota min. fronte: 2720 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
1.15 (df)	20°	216	170	-46

408.1 *Ghiacciaio della Sella di Pioda*

Operatori: Massimo Urso, Andrea Amormino
e Riccardo Scotti (SGL) - Controllo del 2023.09.24

Ghiacciaio di neo-formazione dovuto alla separazione completa (avvenuta nel 2022) dell'ultimo lembo di

ghiaccio che, a ridosso della parete sud-ovest del Monte Disgrazia, lo collegava al sottostante Ghiacciaio di Predarossa, del quale rappresentava il principale bacino di accumulo. Il ghiacciaio di neo-formazione presenta una fronte e una dinamica sostanzialmente indipendente da almeno 20 anni. La superficie, derivata dall'immagine di Google Earth del 17 ottobre 2022, è pari a 10.32 ha. È tutt'oggi dotato di un bacino di accumulo tra i 3300 e i 3387 m della Sella di Pioda che riesce di norma a conservare la neve (tranne nell'anno in corso e nel 2022), una lunghezza planimetrica di circa 350 m con esposizione sud; fronte a quota circa 3160 m (46.2683680 N, 9.7411670 E), per un dislivello di circa 210 m. Il ghiacciaio è ancora particolarmente dinamico, ne è testimonianza la forte crepacciatura presente sia nel bacino di accumulo che nella porzione centrale mentre la fronte, visitata dopo 7 anni, risulta molto appiattita e mostra i segni del fortissimo arretramento degli ultimi anni. Nelle immediate vicinanze della fronte stessa è stato posizionato il nuovo segnale (2.23) corrispondente ad una misura di 0 metri e allineato ai precedenti segnali storici. Quest'anno il ghiacciaio, privo di neve residua, risulta essere in gran parte libero da detrito, se non in corrispondenza del canalone che scende dalla cima del Monte Disgrazia. Durante il rilievo era in atto una consistente fusione del ghiaccio. In data 20 luglio 2023 l'operatore Amormino Andrea ha recuperato la posizione dei segnali del periodo 2010-2016, ancora visibili. Le misure frontali, iniziate nel 2007 quando la nuova fronte era chiaramente distinguibile, forniscono una variazione complessiva di 195.5 m. Negli anni sono stati utilizzati 3 segnali: "nuo-

vo" dal 2007 al 2010, 3.1 dal 2010 al 2012 e 2.1 dal 2010 al 2023.

Quota min. fronte: 3160 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2.10 (df)	9°	166	15 (2016)	-151
2.23	9°	0	-	-

Riassunto delle variazioni frontali del Ghiacciaio della Sella di Pioda dal 2007 al 2023:

Anno	variazione	segnali	Direzione misura
2007		"nuovo"	8°
2008	-14.0	"nuovo"	8°
2009	-7.5	"nuovo"	8°
2010	-21.5	"nuovo"	8°
2011	-6.5*	2.1 e 3.1	9° e 350°
2012	0.0*	2.1 e 3.1	9° e 350°
2015	4.0	2.1	9°
2016	1.0	2.1	9°
2023	-151.0	2.1	9°
totale	-195.5		

* Il dato rappresenta la media tra la variazione dei segnali 2.1 (2011: -7 m e 2012: 0 m) e 3.1 (2011 -5.5 m e 2012: 0 m).



408-408.1 - Ghiacciai di Predarossa e della Sella di Pioda; (foto G. Rovedatti, 2023.10.15). Evidente la completa separazione della porzione superiore del Ghiacciaio di Predarossa (ora chiamato della Sella di Pioda) dal corpo principale. *Complete isolation of the upper portion of the Predarossa Glacier (now called Sella di Pioda) from the main body.*

411 Ghiacciaio Orientale di Cassandra

Operatore: Maurizio De Zaiacomò (SGL) -
Controllo del 2023.10.17

L'innnevamento annuale è praticamente assente sul ghiacciaio e su tutto il versante sud-est del Monte Disgrazia. Prosegue la progressiva perdita di volume del ghiacciaio, nella zona frontale di ablazione ma anche nella zona superiore del bacino ai piedi delle pareti e dei canali. In queste zone localmente si notano alcune macchie di *firn* delle annate precedenti che sono state consumate nel corso di quest'ultima stagione. Inoltre si osserva un aumento dei detriti superficiali. Il margine frontale registra una contrazione per tutti i segnali di misura, la variazione media, pari a -8 m, è piuttosto significativa per il secondo anno consecutivo per questo ghiacciaio, la cui fronte ha sempre mostrato variazioni annuali dell'ordine di pochi metri. Prosegue l'appiattimento e assottigliamento lungo tutta la fronte. La lingua che si allunga nel vallone in sinistra idrografica, piuttosto stabile fino al 2021, si è ulteriormente ritirata in modo evidente, assottigliandosi e restringendosi con alcuni crolli. Il ghiaccio della lingua appare spesso sporco e rigato di detriti scuri e colate, segno di uno spessore ormai ridotto del ghiaccio. La quota minima non è misurabile per il rischio di caduta massi e crolli.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SPO18 (cf)	345°	17.5	7	-10.5
SAB18 (dl)	315°	38	26	-12
MDZ15 (sl)*	300°	24	23	-1
TSO21*	350°	22	15	-7
OME18*	0°	25	17	-8
SAN18*	45°	26	17	-9

* Lobo destro.

416 Ghiacciaio della Ventina

Operatori: Mattia Gussoni e Augusto Regazzoni (SGL) -
Controllo del 2023.09.17

Il ghiacciaio registra importanti perdite sia di volume che di lunghezza. La parte in destra idrografica, coperta da detrito, è più spessa e si trova diverse decine di metri più a valle rispetto alla porzione in sinistra idrografica ed è attualmente la fronte attiva del ghiacciaio. Dal nuovo segnale di misura (GR-22, 46° 16' 38.8992" N - 9° 46' 51.66336" E), posizionato nel corso del rilievo del 2022, la fronte è arretrata di 10 metri. La neve della stagione di accumulo è sparita su oltre il 90% del ghiacciaio ed anche il *firn* degli ultimi 2 anni è venuto a giorno specie al di sotto della parete Nord

del Pizzo Cassandra. In questo settore appare sempre più evidente uno sprofondamento della massa glaciale. Sul fianco destro, nella fascia tra il Pizzo Cassandra ed il Pizzo Giu-mellino, la finestra rocciosa già segnalata negli scorsi anni ha evidenziato un notevole incremento dimensionale. La ELA è di difficile individuazione a causa della disomogenea ed esigua copertura nevosa, solo la parte più alta del bacino di accumulo, da quota 2900 m circa, presenta neve stagionale. Materiale detritico ricopre totalmente la parte in destra idrografica della fronte, preservando in parte il ghiaccio dall'ablazione. Gli operatori Fausto Nonini e Marco Bongio hanno effettuato un rilievo aerofotogrammetrico con drone della lingua valliva. Ha collaborato Valentina Gatti.

Quota min. fronte: 2370 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GR-22 (cf)	186°	10	0	-10

419 Ghiacciaio del Disgrazia

Operatori: Riccardo Scotti e Gionata Neri (SGL) -
Controllo del 2023.09.30

Nel bacino di accumulo alla base della parete nord del Monte Disgrazia, che anche nel 2022 era riuscito a conservare un minimo di innnevamento stagionale, permane quest'anno una copertura nevosa leggermente superiore, con una ELA attorno ai 3000 m di quota. La neve dell'anno è invece completamente assente alla base delle pareti rocciose a nord della Sella di Pioda e del Passo di Mello, lasciando emergere *firn* pluriennale in rapido ridimensionamento. Il lungo e articolato margine frontale ha subito un netto arretramento valutato da confronto fotografico. Le misure, oggi ancora più che negli anni precedenti, sono rese pericolose dai continui scivolamenti di materiale detritico galleggiante. Il margine destro idrografico della fronte, alimentato direttamente dalla porzione più elevata del ghiacciaio, ha perso completamente la piccola lingua ancora presente nel 2022 e si trova ora su un risalto roccioso con una fronte a falesia di notevole potenza. A ovest, permane invece il collegamento laterale tra il ghiacciaio e la porzione a valle del Passo di Mello.

Quota min. fronte: NM

422 Ghiacciaio del Sissone

Operatore: Andrea Almasio (SGL) -
Controllo del 2023.09.02

Quest'anno la neve recente è quasi completamente assente, mentre il *firn* pluriennale di colore grigio-mar-

rone è evidente nel pianoro sopra alla fronte principale e forma una fascia continua lungo la parte alta del ghiacciaio, a testimonianza degli storici accumuli da valanga dalle sovrastanti pareti rocciose. La caratteristica rete di solchi di ruscellamento e di dilavamento superficiali dei settori centrale e sinistro del ghiacciaio è stata messa in evidenza dal contrasto della neve recente con quella vecchia e scura. Come segnalato lo scorso anno, dopo il distacco dal corpo principale del ghiacciaio, la parte ormai relitta del lobo superiore sinistro, prosegue nella riduzione di superficie e di spessore. La seraccata sopra la fronte principale si presenta con il caratteristico profilo laterale concavo, con l'elemento terminale appiattito e completamente coperto da detrito. Nella zona morenica frontale si è mantenuto il piccolo lago segnalato lo scorso anno e la fronte ha subito un arretramento di pochi metri rispetto all'anno precedente.

Quota min. fronte: 2775 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
3B(cf)*	240°	59	54	-5

* Fronte principale.

432 Ghiacciaio Inferiore di Scerscen

Operatori: Andrea Salvetti e Michele Di Biase (SGL) -
Controllo del 2023.09.30

Il giorno del sopralluogo, le condizioni meteorologiche erano ottime, cielo sereno per gran parte della giornata. Alle ore 8.00 la temperatura era pari a +11 °C alla stazione ARPA Lombardia dell'Alpe Entova e +5.9 °C presso il Passo Marinelli. La temperatura massima ha raggiunto +18.6 °C all'Alpe Entova e +9.5 °C al Passo Marinelli. Il ghiacciaio si presentava interamente coperto da neve fresca, a causa delle precipitazioni nevose verificatesi tra la fine del mese di agosto e metà settembre. Le precipitazioni sono state consistenti con 165.2 mm complessivi tra il 26 e il 28 agosto misurati all'Alpe Entova (98.4 mm solo nella giornata del 27 agosto). Altre precipitazioni il 13 settembre (26.6 mm), il giorno 18 (35.8 mm) e il giorno 22 (90.4 mm). Ciononostante, la stagione di ablazione avrebbe ripreso vigore dalla settimana del rilievo fino ad ottobre inoltrato. Il calcolo della *snow line* è stato effettuato ricorrendo ad immagini satellitari *Sentinel-2*, catturate in data 24 agosto 2023, ultima data in cui viene fornita un'immagine con il ghiacciaio libero dalle successive nevicate. Da queste immagini è stato calcolato l'indice di NDSI che è stato poi utilizzato per individuare la quota della *snow line* a circa 3100 m; l'unica porzione di ghiacciaio in cui è ancora possibile individuare neve è compresa tra il Piz

419 - Ghiacciaio del Disgrazia da drone (foto R. Ganassa, 2023.08.12). Vista generale del ghiacciaio, la porzione in sinistra idrografica (in primo piano) è prossima alla separazione dal corpo principale. *General overview. The left portion of the glacier (in the foreground) is close to the isolation from the main glacier body.*



Tremoggia e la Sassa d'Entova. In linea con i rilievi degli anni precedenti, prosegue l'incremento della copertura detritica sulla lingua settentrionale, ai piedi del versante sud del Piz Sella. Si osserva, oltre all'arretramento della fronte, un evidente e ulteriore diminuzione generale dello spessore glaciale, su cui oltre alle scarse precipitazioni invernali ha gravato anche il caldo intenso registrato ad alta quota durante la stagione estiva (giornate con zero termico previsto superiore ai 4000 m s.l.m.). Come negli anni precedenti, la misura della fronte è stata eseguita tramite distanziometro. Il caposaldo di riferimento è stato il segnale AD09, ben visibile e segnato su un blocco roccioso della morena centrale (5 misure successive). Il segnale MDZ15 non è stato individuato e non si è proceduto a posizionarne uno nuovo; per l'anno successivo si programma di individuare un altro caposaldo a distanza intermedia tra il segnale AD09 e la futura posizione della fronte. Rispetto alla misura del 2022, la fronte è arretrata di 70 m ed è individuata considerando la presenza di ghiaccio che emerge tra i detriti in sinistra orografica, ghiaccio che si ritiene ancora connesso al corpo principale dell'apparato. Nei prossimi anni, con il probabile progressivo arretramento della fronte sulla roccia di fondo potrebbe diventare più evidente la differenza tra ghiaccio morto e fronte glaciale ancora attiva. Anche in sponda idrografica destra è progredita molto rapidamente l'attività erosiva del torrente ablatore, determinando un'ulteriore incremento di superficie del lago proglaciale.

Quota min. fronte: 2785 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AD09 (cf)*	300°	534	464	-70

* Lobo settentrionale, principale.

435 Ghiacciaio di Caspoggio

Operatori: Roberto Porta e Tiziana Zandrini (SGL) - Controllo del 2023.10.01

Si è completata (probabilmente già nel 2022) la separazione della porzione occidentale dal corpo principale del ghiacciaio che si presenta in marcata contrazione frontale. La superficie è quasi totalmente scoperta fatta eccezione per i piccoli accumuli di *firn* pluriennale sotto i versanti. Sono presenti 2-3 cm di neve recente. Il ghiacciaio è coperto da detriti soprattutto sulla destra orografica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
TZ13	116°	35	18	-17
PR28	130°	21	11	-10



432 - Ghiacciaio Inferiore di Scerscen; stazione fotografica SF432 (foto R. Porta, 2023.09.01). Assenza di neve residua e frammentazione in diverse placche di ghiaccio sempre più accentuata. *Absence of annual residual snow-cover and increasingly accentuated fragmentation into several ice bodies.*

439-440 Ghiacciai Occidentale e Orientale di Fellaria

Operatori: Riccardo Scotti e Matteo Oreggioni (SGL) -
Controllo del 2023.10.08

L'indice AAR, dopo il record negativo del 2022 (10%), aumenta quest'anno al 30% in virtù di una copertura nevosa che diventa continua attorno ai 3450-3500 m sull'altopiano di Fellaria. Il dato è stato calcolato integrando l'innnevamento visibile sulle immagini *Sentinel-2* dell'8 settembre 2023 con la superficie complessiva del ghiacciaio aggiornata al 17 ottobre 2022 (7.3 km², dato ricavato su base immagini *Google Earth*). Il valore AAR è stato calcolato quest'anno escludendo le due porzioni del ghiacciaio separatasi lo scorso anno che, di fatto, non hanno più alcun collegamento diretto con il corpo principale del ghiacciaio: considerandole, il dato scenderebbe al 29%. Tra queste, il nuovo e ripido ghiacciaio che scende compreso tra i Pizzi Zupò e Argient, presenta innnevamento residuo nella sua porzione superiore e orientale arrivando ad un AAR del 32% su una superficie glaciale complessiva di 0.12 km² (dato 17 ottobre 2022). La fronte triangolare del nuovo ghiacciaio che si infilava in un ripido canale ha subito un crollo significativo tra l'1 e il 2 ottobre, ripreso dalla time-lapse camera della Cima dei Sassi Rossi. A seguito di tale evento il margine frontale prende ora la forma di una falesia verticale. Al momento non è ancora possibile catastare questa porzione come nuovo ghiacciaio proprio per la possibile prosecuzione della dinamica di crollo della falesia frontale che potrebbe generare un collegamento dinamico con il sottostante ghiacciaio di Fellaria per mezzo di ghiaccio di rimpasto.

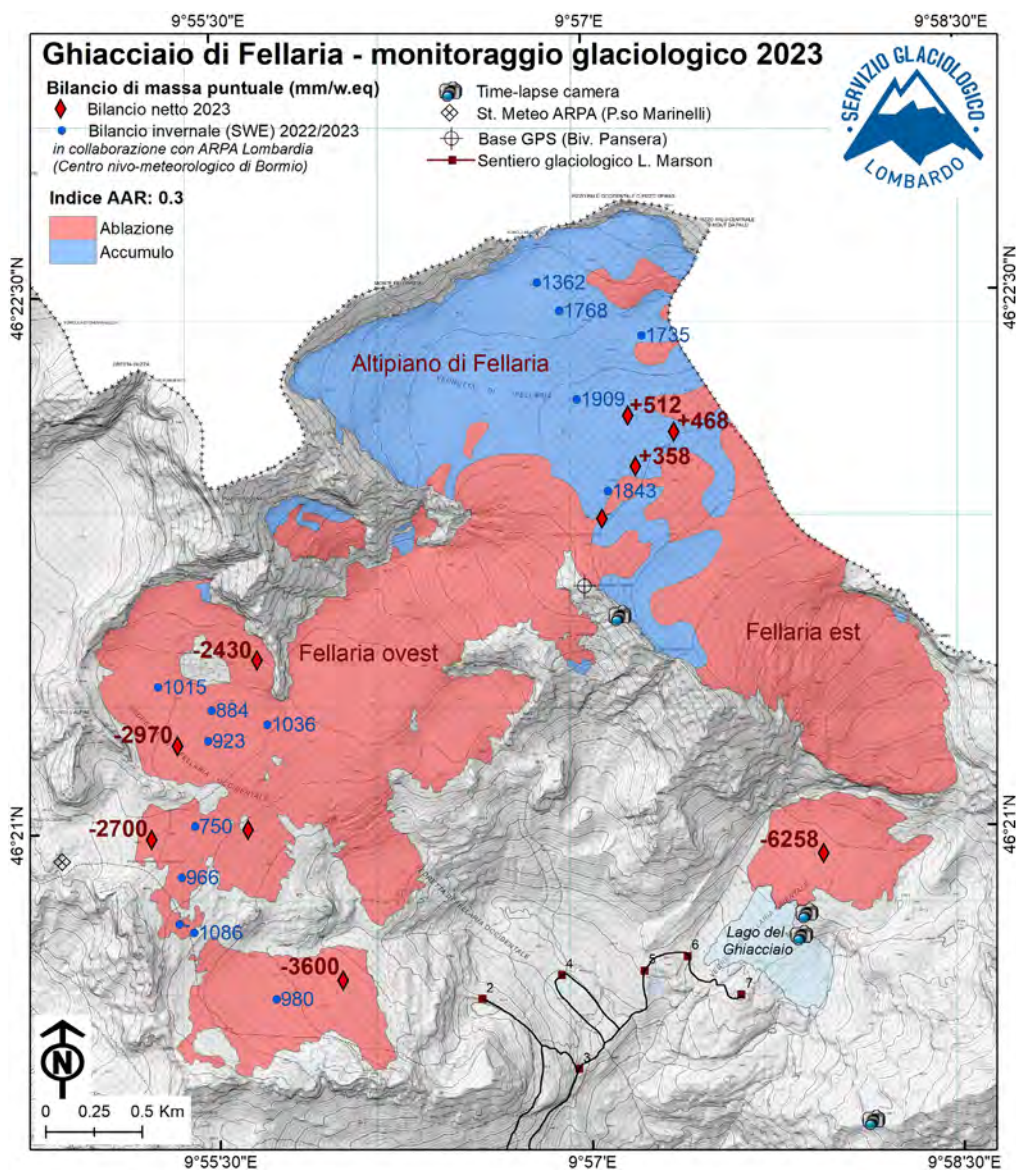
Lungo l'isoipsa 3500 m, che taglia trasversalmente l'Altipiano di Fellaria, il bilancio annuale è stato valutato grazie

alla riemersione di 3 delle 4 paline ablatometriche in alluminio posizionate nel 2020 e delle successive paline temporanee in legno. Tale bilancio puntuale è quest'anno positivo in tutte e 3 le paline per un valore medio di 0.8 m di neve pari a 0.45 m *w.e.* Nel settore occidentale, presso il sito di misura della fusione superficiale del Passo Marinelli a 3080 m attivo dal 2012, il ghiacciaio ha subito una perdita di spessore di 3 m per 2.7 m *w.e.*, secondo valore peggiore della serie dopo il 2022. Presso la lingua orientale del ghiacciaio, monitorata con bilancio puntuale dal 2019, la perdita di spessore a 2650 m di quota, ha raggiunto i 6.95 m, anche in questo caso secondo valore peggiore dopo il 2022. Tale valore è stato misurato quest'anno sia con paline ablatometriche (dato parziale) che con rilievo aereofotogrammetrico dell'intera lingua orientale (a cura di Fausto Nonini e Marco Bongio). La fronte orientale continua e accentua il suo regresso lineare rispetto al 2022, facilitato dal calving del lago glaciale sempre a contatto con il margine del ghiacciaio. I conoidi di ghiaccio rigenerato continuano a perdere estensione e spessore, a testimonianza di una riduzione del flusso di ghiaccio dal bacino di accumulo e di una forte ablazione. Per la prima volta da quando questo ghiacciaio viene osservato è stata riscontrata l'apertura di una finestra rocciosa nella porzione seraccata poco a monte della grande falesia rocciosa che interrompe il flusso del ghiacciaio.

Il ghiacciaio è stato visitato numerose volte durante la stagione estiva in conseguenza delle varie attività di monitoraggio in corso nelle sue diverse zone che comprendono: bilancio di massa puntuale (sia di accumulo che netto), monitoraggio fotografico con time-lapse camera, bilancio geodetico puntuale con GPS, bilancio geodetico con tecnica aereofotogrammetrica. Hanno collaborato: Matteo Fioletti

439 - Ghiacciaio Occidentale di Fellaria; stazione fotografica SF-Pilastro (foto di R. Scotti, 2023.09.29). Si noti il continuo arretramento della fronte ed emersione sempre più importante di nunatak nel bacino di accumulo. *The front of the Western Fellaria Glacier. Note the continuous retreat of the front and the increasingly important emergence of nunataks in the accumulation basin.*





439-440 - Ghiacciai Orientale e Occidentale di Fellaria. Il rilievo eseguito dal Servizio Glaciologico Lombardo mostra le aree in accumulo (in blu) e in ablazione (in rosso), la superficie nel 2023 e i dati registrati dalle singole paline (mm w.e.). In azzurro è indicato il lago proglaciale alla fronte del Ghiacciaio di Fellaria Orientale. The survey carried out by the Servizio Glaciologico Lombardo shows the accumulation basins (in blue) and the ablation area (in red), the 2023 glacier surface as well as data recorded at each stake (mm w.e.). The proglacial lake at the front of the Ghiacciaio Orientale di Fellaria is indicated in blue.

(ARPA Lombardia), Fausto Nonini, Marco Bongio, Angelo Libera, Davide Colombarolli, Simone Colombarolli, Simone Ialongo, Antonio Galluccio, Michele Oggioni, Gionata Neri, Marco Manni (SGL), Bruno Pisani, Simone Pandini, Umberto Isman e Lorenzo Cremonesi.

Quota min. fronte: 2565 m

443 Ghiacciaio del Pizzo Scalino

Operatori: Andrea Monti e Stefano Leoni (SGL) -
Controllo del 2023.09.09

Ghiacciaio senza alcuna copertura di neve residua. La porzione inferiore del ghiacciaio ha mostrato un arretramento alquanto considerevole della fronte a causa del cedimento della volta di un calderone formatosi l'anno pre-

cedente. La formazione di un lago di contatto glaciale ha impedito di eseguire la misura dell'arretramento frontale, per la quale si stima una perdita di non meno di 60 m, basandosi sull'osservazione di foto satellitari (*Google Earth*, immagine del 17 ottobre 2022). Si è quindi scelto di individuare un nuovo punto di misura, 60 m più a est, e con il medesimo azimuth della serie storica (SL23). La porzione più orientale del ghiacciaio, ubicata sotto la cima del Pizzo Cancian si è staccata dal corpo principale, essendosi fuso il lembo di ghiaccio di poche decine di metri di sviluppo che negli ultimi anni aveva mantenuto la continuità del corpo glaciale. La porzione superiore mostra un'importante riduzione di spessore (palina 3_2018: -135 cm) e ridimensionamento laterale (-8.5 m), valori secondi solo a quelli registrati nel 2022, con forte allargamento della finestra rocciosa comparsa nel corso dell'estate precedente a quota 2980 m e la formazione di 2 strutture di crepac-

ci concentrici a quota 3050 m. Tali forme, di cui quella più occidentale si trova a stretta vicinanza con la palina 4_2018, in corrispondenza della via alpinistica normale per il Pizzo Scalino, si ritiene siano causate dell'elevato tasso di fusione delle ultime 2 stagioni di ablazione in una sezione di ghiacciaio che, tendenzialmente, risultava al di sopra della *snow line* e quindi non strutturata per volumi idrici considerevoli.

Si segnala che la palina 4_2018, ubicata in corrispondenza di un corpo di frana accumulatosi successivamente alla sua installazione, a partire dall'anno in corso evidenzia una protezione dall'ablazione esercitata dal corpo di frana stesso. Sono state utilizzate 3 stazioni fotografiche non ancora codificate, ma già usate negli anni precedenti (AM22, SL23 e SL22). Si specifica che da SL22, nonostante prosegua la serie storica delle misure frontali della fronte del "cornetto", attualmente non si misura una regressione frontale ma laterale del corpo principale del ghiacciaio. Il segnale, ereditato dagli operatori precedenti, è stato monitorato per proseguire la serie storica ma non viene considerato per il calcolo della variazione frontale media. Hanno collaborato gli accompagnatori: A. Riva, E. Lietti, P. Impiombato.

Quota min. fronte: 2750 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AM22 (lobo destro)	215°	32	4,5	-27,5
SL23 (lobo centrale) [§]	184°	14	-	-
SL22*	140°	9	0,5	-8,5

* Propaggine del "Cornetto".

§ Nuovo segnale, coordinate SL23 (WGS84-UTM 575943E, 5126572N).

Gruppo Piazzi - Campo

473 Ghiacciaio Orientale di Dosdè

Operatori: Andrea Toffaletti, Stefano Galluccio e Giuditta Lojacono (SGL) - Controllo del 2023.09.30

Al momento dell'osservazione, il ghiacciaio si presenta coperto da uno strato di neve caduto nelle settimane precedenti. Tuttavia, precedenti immagini e osservazioni effettuate nel corso delle settimane estive ci consentono di avere un



473-474 - I ghiacciai Orientale e Centrale di Dosdè; stazione fotografica SF416 (foto G. Lojacono, 2023.09.30). Panoramica del ghiacciaio. Si noti la totale assenza di neve residua e l'incremento della copertura detritica. *Note the complete absence of residual snow-cover and the increase in supraglacial debris cover.*

quadro preciso sull'andamento dell'innnevamento stagionale: già a fine luglio l'apparato risultava in gran parte scoperto da neve residua ed esposto alla fusione che è proseguita intensa e senza interruzioni fino alla metà del mese di settembre quando una nevicata ha rallentato la fusione. Un'altra nevicata si è registrata il giorno 28 agosto, preceduta però da ingenti precipitazioni piovose su tutto l'apparato. L'ingente fusione estiva ha prodotto modifiche morfologiche di rilievo: è andata di molto espandendosi la costolatura rocciosa in zona mediana dell'apparato con un'ulteriore emersione di nuove finestre rocciose che andranno ad aumentare progressivamente la fusione e provocheranno nel prossimo futuro un frazionamento dell'apparato glaciale. Il ghiaccio sepolto da detrito in sinistra orografica appare in fase di disgregazione con ampie cavità endoglaciali che ne minano la stabilità. Il margine glaciale in corrispondenza della fronte appare sollevato dal substrato roccioso con un collasso di una piccola porzione frontale di circa 6 m di lunghezza che ha generato una piccola falesia di circa 4 m di altezza. Presenza di varie *bédière* in zona frontale. Sono state effettuate le riprese fotografiche dalla SF416 anche se non risultano più significative per l'osservazione della lingua glaciale che risulta per buona parte nascosta. È stata posta una nuova stazione fotografica (SF448) sulle rocce montonate appena a valle della fronte con coordinate WGS84-UTM 593304.10 m E - 5138954.36 m N. Viene creato un nuovo segnale di misura GLT23 nel settore destro della fronte per monitorare meglio e in modo più completo le variazioni su tutto il margine frontale. Ha collaborato Valentino Sosio (SGL).

Quota min. fronte: 2625 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Toffa21*	165°	49	24	-25
Toffa22 (cf)	175°	49	31	-18
GLT23 (df) [§]	145°	48	-	-

* Coordinate corrette: WGS84-UTM 593340.11, 5138777.31.

[§] Nuovo segnale, coordinate WGS84-UTM 593394.12, 5138720.35.

Bacino: ADDA - PO

Gruppo Ortles - Cevedale

502 Ghiacciaio di Gran Zebrù

Operatori: Davide Colombaroli (SGL) e Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) - Controllo del 2023.10.04

Il ramo occidentale del ghiacciaio continua a essere caratterizzato da una morfologia complessa a causa dell'abbondante detrito sopraglaciale, di origine calcarea, che ri-

copre interamente la parte basale del ghiacciaio e ne rende difficile la comprensione della dinamica. Dalle evidenze di campo si può supporre la presenza di due aree distinte: la prima, posta più a valle, risulta abbondantemente ricoperta da detrito. La morfologia evidenzia come sia ancora presente del ghiaccio sottostante (il quale affiora in più punti specialmente nelle incisioni provocate dai torrenti di fusione), tuttavia si ritiene non vi sia flusso, e che tale settore sia non più alimentato da monte, quindi sostanzialmente ghiaccio morto coperto da detrito. La parte superiore invece è caratterizzata dalla presenza del ghiacciaio vero e proprio il cui andamento rispecchia il trend in atto, ossia quello di un progressivo regresso. Gli spessori della fronte sono ridotti, sebbene il collegamento con la zona di accumulo sia diretto, e l'alimentazione sia favorita anche dall'intensa attività valanghiva invernale correlata ai ripidi pendii sud del Gran Zebrù. Presenza di massi e detriti sopraglaciali di pezzatura medio-grossa. Il ramo centrale invece appare con spessori ridottissimi ed è ormai arroccato sul cambio di pendenza, privo di una vera e propria lingua, e totalmente senza movimento. È ancora presente il piccolo lago glaciale marginale, ormai notevolmente distanziato dal limite della lingua.

Quota min. fronte: 3100 m (fronte centrale), 3150 m (fronte occidentale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
COFI21*	0°	56	39	-17
CFG23 [§] *	34°	33	-	-
BCF20 (cf)**	337°	76	60	-16
GFC23 [§] **	326°	48	-	-

* Fronte centrale.

** Ramo occidentale.

[§] Nuovo segnale, CFG23: coordinate WGS84-UTM: 0621215, 5147344, quota 3088 m; GFC23: coordinate WGS84-UTM: 0620566, 5147408, quota 3122 m.

503 Ghiacciaio di Cedèc

Operatori: Davide Colombaroli (SGL) e Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) - Controllo del 2023.10.04

Permane anche quest'anno un minimo di accumulo stagionale nei pianori superiori al di sopra dei 3500 m s.l.m. di difficile valutazione. Il ghiacciaio presso la lingua a sud si è progressivamente ritirato dalla piana basale, e attualmente la fronte è arroccata nella parte inferiore del ripido pendio sovrastante. La spinta dal bacino di accumulo è sempre più debole; pertanto, la lingua anno dopo anno appare smagrita e ridotta sia come estensione longitudinale che come spessore. Per tale motivo le variazioni annuali sono decametriche. Presenza di massi di pezzatura medio-grossa (provenienti

dai ripidi pendii prospicienti la lingua), sull'intero corpo frontale, al di sotto della seraccata mediana. Sulla piana sottostante, in destra idrografica, è sempre presente un piccolo lago periglaciale. La parte frontale del ramo settentrionale appare fortemente ridimensionata in termini di spessore di ghiaccio. Sebbene la variazione frontale 2022-2023 sia risultata contenuta (soli 7 m), la morfologia della lingua glaciale appare fortemente modificata rispetto all'anno precedente. Gli spessori sono calati drasticamente. La conca glaciale che ospita la fronte è svuotata e appiattita, pertanto gli spessori della lingua sono modesti. Presenza di detrito sopra glaciale, di pezzatura medio-grossa, sparso sull'intera fronte.

Quota min. fronte: 2850 m (lingua meridionale) e 2990 m (lingua settentrionale)*

* La quota indicata lo scorso anno per la lingua meridionale era in realtà riferita a quella settentrionale.

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FC20*	157°	79	36	-43
FCG23§	131°	33	-	-
CF21**	122°	55	48	-7

* Lobo meridionale.

** Lobo settentrionale.

§ Nuovo segnale, coordinate WGS84-UTM: 622118, 5145284, quota 2810 m.

507 Ghiacciaio del Palon della Mare

Operatori: Luca Farinella, Valentino Sosio e Stefano Galluccio (SGL) - Controllo del 2023.10.01

Dalle foto scattate il 29 luglio 2023 presso la SF 515 dall'op. Alessandro Galluccio l'apparato mostra una copertura nevosa molto ridotta, limitata ad una modesta porzione del bacino sommitale, posta quasi completamente al di sopra dei 3450 m di quota. Nonostante la data precoce dello scatto, la copertura nevosa è simile a quella rilevabile al 27 agosto 2022, dato che induce a riflettere se si considera che la fine di luglio corrisponde ad appena 1/3 della stagione di ablazione. Continua la progressiva riduzione di spessore dell'apparato, facilmente visibile nello smagrimento sempre più accentuato della seraccata nel settore mediano. Numericamente, dal confronto dei rilievi fotogrammetrici eseguiti l'8 ottobre 2022 e il 1° ottobre 2023 in zona frontale, si nota come il ghiacciaio perda più elevazione lungo il bordo est (fino a 3.6 m attorno a quota 3100 m) rispetto alle parti centrale e occidentale (fino a 2.7 m attorno a quota 2100 m), forse maggiormente interessate dal flusso principale che scende dalla cima. In prossimità della fronte in alcuni punti il ghiacciaio perde fino a 4.5 m di elevazione. Nella foto scattata in data 1 ottobre 2023 dall'op. Valentino Sosio si può notare, alla base della parete rocciosa che delimita il ghiacciaio verso sud-est (zona soggetta solitamente ad intensi accumuli da valanga e che mantiene pertanto una buona copertura nevosa fino alla fine della



503 - Panoramica del Ghiacciaio di Cedèc (foto D. Colombarolli, 2023.08.21). Le due fronti glaciali si assottigliano e coprono di detrito sempre di più. *The two fringed fronts are increasingly thinning and covering with supraglacial debris.*

stagione di ablazione), soltanto qualche esigua placca di nevato dell'anno: tale situazione, congiuntamente ai dati di perdita di spessore lungo il bordo est dell'apparato citati più sopra (sebbene riferiti ad una quota leggermente inferiore), dimostrano scarsità di innevamento invernale e apporti da valanga modesti. La finestra rocciosa alla base della seraccata, ulteriormente accresciutasi rispetto al 2022, dimezza rispetto a pochi anni fa il collegamento con la parte superiore del ghiacciaio. Ha collaborato l'accompagnatore Demis Sosio.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
D3 (cf)*	22°	179.5	150	-29.5

* Lobo centrale.

507.1 Ghiacciaio dei Forni

Operatori: Valentino Sosio e Riccardo Scotti (SGL) -
Controlli del 2023.09.24, 2023.10.01 e 2023.09.30

Ghiacciaio dei Forni Centrale - Grazie alla permanenza di un minimo di innevamento residuo alle quote più elevate, l'estate 2023 è stata complessivamente meno negativa della precedente. La neve residua si concentra nel pianoro tra la Punta S. Matteo e il Monte Giumella (ELA ~3450 m s.l.m.) e in una limitata porzione di ghiacciaio tra il Colle degli Orsi e la base della parete nord della Punta Cadini (ELA ~3350 m s.l.m.). La progressiva risalita estiva della ELA si è bloccata con la nevicata del 28 agosto. Tuttavia sotto i 3300 m di quota, le alte temperature fondono la neve recente facendo riprendere la fusione fino alla serie di nevicata che a partire dal 21 ottobre chiudono definitivamente la lunghissima stagione di ablazione. Il ghiacciaio nella sua porzione inferiore continua il trend di regresso con l'ampliamento delle finestre rocciose e la formazione di nuovi crepacci circolari. Le variazioni di quota della lingua valliva sono state valutate per mezzo di modelli digitali del terreno prodotti ogni anno con tecnica aereofotogrammetrica. La superficie del ghiacciaio in prossimità della fronte tende a perdere più elevazione lungo i bordi est e ovest (fino a 5.5/6.5 m) rispetto alla parte centrale ricoperta da detrito (fino a 3/4 m). In prossimità della fronte a 2510 m s.l.m., in alcuni punti il ghiacciaio è collassato completamente con una conseguente variazione di quota della sua superficie che raggiunge anche localmente i 30 m. Alle coordinate della vecchia palina 5.20 (2642 m s.l.m.), il ghiacciaio perde quest'anno 6 m rispetto ai 7.15 m del 2022 e ai 4.25 m del 2021. Considerata l'evidente scarsissima dinamicità della lingua valliva, tali differenze di quota possono essere assimilate a perdite di spessore superficiale di ghiaccio. Si

osserva ancora la presenza di ghiaccio ricoperto di detrito lungo il bordo ovest a quota 2620/2640 m. Evidente l'allargamento degli inghiottitoi fino a quota 2700 m e la formazione di un calderone nel ghiacciaio per il collasso dello stesso dove si infiltra acqua proveniente dal Ghiacciaio Occidentale dei Forni a quota 2670 m, qui il ghiacciaio risulta spesso soli 8 m. Altri collassi più a est a quota 2750 m fanno affiorare nuova roccia riducendo a 200 m di larghezza la seraccata che scende dalla Cadini. L'arretramento frontale tra il 2022 e il 2023 è stato valutato su un segnale con metodo cartografico (SPP22) e con la tradizionale bindella metrica presso i segnali SGL22 e CO22. Considerata l'assenza di dislivello tra i segnali e la fronte, le due tecniche portano a risultati simili e complessivamente coerenti tra i segnali SPP22 e CO22 che indagano la stessa porzione di fronte. Il valore più elevato di arretramento di CO22 rispetto a SPP22 è dovuto in larga parte alle variazioni morfologiche dell'area dogliaciale che hanno reso poco lineare la misura sul campo. In destra idrografica, oltre il principale torrente ablatore, è stato posizionato un nuovo segnale (SL23) su un grande masso, contrassegnato da triangolo azzurro sul suo lato occidentale. La fronte presenta alla data del rilievo una grande "bocca" contornata a ovest da un caotico accumulo di blocchi e porzioni di ghiaccio in via di disfaccimento. Tale zona prefrontale ha subito significativi sconvolgimenti morfologici in seguito all'evento alluvionale del 26-29 agosto. Il più settentrionale dei due torrenti glaciali che nascono Ghiacciaio Occidentale dei Forni ha provocato un solco di incisione profondo un paio di metri provocando una parziale rotazione del masso CO22. Più a valle ulteriori profonde incisioni del torrente principale hanno movimentato enormi blocchi e divelto il ponte di collegamento tra il ramo occidentale del sentiero glaciologico e la traccia per il rifugio Branca a quota 2300 m. Hanno collaborato gli accompagnatori Samuele Bedogné, Elia Canclini e Stefano Losa.

Ghiacciaio Orientale dei Forni - L'estate 2023 è stata complessivamente meno negativa della precedente, soprattutto alle quote più elevate, per la permanenza di un minimo di innevamento rispetto allo scorso anno. Il rilievo effettuato il 1° ottobre 2023 ha evidenziato come il ghiacciaio abbia perso 2 m di elevazione dal precedente rilievo del 16 agosto 2023 in prossimità della fronte a quota 2835 m. Più in alto nello stesso periodo il ghiacciaio perde 2 m dove più crepacciato e 1 m nelle aree con crepacci poco profondi e con pendii inferiori. A quota 3270 m in corrispondenza della palina 9.20 il ghiacciaio perde 2.5 m dallo scorso autunno, rispetto ai 3.85 m nel 2022 e ai 0.3 m nel 2021. Da una lettura delle ortofoto, l'arretramento della fronte a quota 2835 m è pari a 6 m dal 16 agosto 2023. Interessante la traslazione a valle dei crepacci a quota 3000 m di oltre un metro (130 cm). L'acqua proveniente dall'ablazione oltre i 3300 m s.l.m. si infiltra sotto il ghiacciaio scorrendo a valle lungo tutto il bordo nord. Ha collaborato D. Sosio.

Ghiacciaio Occidentale dei Forni - La neve residua è limitata a singole piccole chiazze discontinue lungo la parete nord della Punta S. Matteo e nei pianori poco a valle del Pizzo Tresero. Questa porzione del ghiacciaio è ora collegata soltanto grazie a un corridoio di ghiaccio al di sotto della parete est della Punta Pedranzini e dinamicamente rappresenta un ghiacciaio indipendente. La fronte principale, ben evidente formata da ghiaccio pulito e di spessore ancora considerevole, è alimentata quasi esclusivamente dal flusso di ghiaccio alimentato dalla parete nord della Punta S. Matteo. Il ghiacciaio perde in prossimità della fronte più spessore lungo i bordi nord e sud (fino a 4.8 m) rispetto alla parte centrale che presenta una maggiore dinamicità (-2.4 m a quota 2820 m). In prossimità della fronte a 2730 m s.l.m., in alcuni punti il ghiacciaio perde oltre 5 m di spessore. A quota maggiore, a 2980 m s.l.m., in corrispondenza della palina 13.20 il ghiacciaio perde 2.5 m rispetto ai 4.05 m del 2022 e a 1.75 m del 2021. Per quanto riguarda l'arretramento della fronte, quest'anno il ghiacciaio è arretrato lungo l'azimut di 227° passante per SM23 (triangolo giallo su masso) di 16 m. Si consideri che dal 2013 al 2021 il ghiacciaio è arretrato 91 + 41 m, mediamente 17 m all'anno. Rilievo del 2023.09.30, ha collaborato l'accompagnatore Samuele Bedognè.

Quota min. fronte: 2515 m (centrale), 2835 m (orientale), 2726 m (occidentale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SPP22*	140°	36	27	-9
SGL22*	138°	71	17.5	-53.5
CO22*	134°	45	21	-24
SL23 ^{§*}	162°	18	-	-
SL23 ^{§*}	177°	23	-	-
SMO23 ^{§***}	227°	36	20	-16
SME23 ^{§***}	107°	6	-	-

* Ghiacciaio Centrale dei Forni.

** Ghiacciaio Occidentale dei Forni.

*** Ghiacciaio Orientale dei Forni.

§ Nuovo segnale, SL23: coordinate WGS84-UTM32T: 621934.70, 5139815.83; SMO23 dato non pubblicato nel 2022 coordinate WGS84-UTM32T: 621441, 5139360, materializzato nel 2022 con triangolo giallo; SME23, segnale non materializzato, ricavato da rilievi aerofotogrammetrici, coordinate WGS84-UTM32T: 622753, 5138538.



507.1 - Ghiacciaio dei Forni (foto V. Sosio, 2023.08.20). Sia la fronte orientale (in alto a sinistra) che quella centrale sono in evidente ritiro a causa delle alte temperature estive. *Both eastern (top left) and central fronts are clearly retreating due to very high summer temperatures.*

512.1 Ghiacciaio del Dosegù

Operatori: Aldo Borghi, Luca Bolognini
e Alessandro Nardon (SGL) - Controllo del 2023.09.17

L'ELA risulta sostanzialmente assente anche se l'indice AAR è superiore a zero (circa 0.05), grazie ad alcune zone del ghiacciaio poste sotto le pareti rocciose che risultano ancora coperte (forse anche grazie a qualche accumulo valanghivo) e ad un paio di bacini di accumulo verso i 3500 m s.l.m. ancora parzialmente coperti. Oltre ai segnali di misura sono state controllate la Palina 1 e la Palina 2 Bis (non rilevata lo scorso anno). Il segnale AB18 è diventato definitivamente inutilizzabile a causa della situazione della fronte in quella zona, caratterizzata da ampie zone di ghiaccio collassate, da aree caratterizzate da grandi quantità di limo e probabilmente ghiaccio morto, che impediscono di individuare in modo certo la fronte. La misura al segnale BP08 effettuata quest'anno risulta "non compatibile" con quanto è stato misurato lo scorso anno e pertanto è stata esclusa dal computo complessivo in attesa, il prossimo anno, di una nuova valutazione della situazione: in questa zona la determinazione della fronte risulta molto difficile, le ampie zone di limo e di ghiaccio collassato hanno probabilmente tratto in inganno durante la misura del 2022. Unitamente all'indice AAR, la condizione della seraccata assottigliata, soggetta a colate di massi detritici dall'interno a causa della gran quantità di acqua di fusione, i circa 3 m di perdita di ghiaccio alla Palina 1 e i 2.5 m della Palina 2 Bis posta a più di 3000 m di quota, portano a valutare la situazione complessiva del ghiacciaio di forte decremento.

Quota min. fronte: 2885 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2ter	50°	131	116	-15
A08ter	40°	89	62	-27
AB22	105°	28.5	18.5	-10

516 Ghiacciaio della Sforzellina

Operatore: Claudio Smiraglia (CGI) -
Controllo del 2023.09.14

Ghiacciaio completamente privo di accumulo. È notevolmente aumentata l'estensione della copertura detritica anche nel settore superiore, dove gli usuali coni di valanga ai piedi della parete rocciosa del Corno dei Tre Signori sono in gran parte ricoperti da detrito. In sinistra e in destra idrografica stanno emergendo vaste placche montonate che nel settore intermedio stanno interrompendo la continuità del ghiacciaio. La zona frontale, bordata da piccoli laghi di contatto glaciale, è totalmente ricoperta da detrito, il che

rende molto difficoltosa e imprecisa la delimitazione. La misura è stata effettuata lungo la direzione usuale dal segnale CS2 fino al punto dove con scavi manuali è stato individuato il ghiaccio situato più a valle.

Quota min. fronte: 2830 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CS2 (cf)	130°	28	18	-10

Bacino: ADDA - PO

Gruppo Orobie

541 Ghiacciaio dei Marovin

Operatori: Riccardo Scotti, Angelo Libera
e Matteo Crippa (SGL) - Controllo del 2023.10.01

Come nel 2022 l'innnevamento invernale è scarsissimo con alcune zone centrali coperte da detrito già libere da neve al primo rilievo del 9 giugno. La caldissima seconda metà dell'estate provoca, oltre alla completa scomparsa della neve dell'anno, anche la completa fusione del *firn* pluriennale. Al 1 ottobre il ghiacciaio versa in pessime condizioni, con ingenti perdite di spessore a tutte le quote e la copertura detritica che si è ridotta in alcune zone rispetto al 2022. Questa particolare dinamica può essere spiegata con i forti episodi perturbati di fine stagione che hanno dilavato la superficie glaciale con piogge violente e concentrate. A rendere ancora più particolari le condizioni del rilievo, durante il sopralluogo il cielo tra i 1800 e i 2000 m s.l.m. è significativamente offuscato dal fumo di una serie di incendi avvenuti nell'artico canadese nei giorni precedenti, convogliato sulle Alpi da forti correnti occidentali. Ha collaborato l'accompagnatore Matteo Pellicanò.

Quota min. fronte: 2075 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UB19	155°	32	15	-17
UB19	140°	18.5	-	-

543 Ghiacciaio del Lupo

Operatori: Riccardo Scotti, Angelo Libera
e Matteo Crippa (SGL) - Controllo del 2023.10.01

Il ghiacciaio è stato visitato come di consueto in 4 occasioni durante il semestre estivo. I rilievi nivologici per il calcolo del bilancio invernale ed i sondaggi della



543 - Panoramica del Ghiacciaio del Lupo; stazione fotografica SF 708 (foto R. Scotti, 2023.10.01). Completa assenza di neve residua, emersione di un nunatak nella porzione inferiore e significativo incremento della copertura detritica. *Complete absence of annual residual snow-cover, emerging of a nunatak in the lower portion of the glacier and strong increase in supraglacial debris cover.*

neve su tutta la superficie del ghiacciaio sono stati effettuati il 9 giugno (Riccardo Scotti e Angelo Libera). Il 23 luglio è stata effettuata la completa ripalinatura del ghiacciaio (Michele Ruffoni, Angelo Libera e Marco Masserini) e il 2 settembre la lettura intermedia delle paline (Marco Masserini e Claudio Ferrari). Il rilievo finale è stato effettuato il 1 ottobre in occasione della solita visita ai ghiacciai della Val d'Arigna. Alla data del 2 giugno la media dell'altezza neve nei 3 punti campione è di 273 cm, il terzo valore più scarso (dopo il 2022 e il 2007) dell'intera serie di dati iniziata nel 1996 (deficit del 39%). Il ghiacciaio inizia a scoprirsi attorno al 20 giugno, 10-15 giorni dopo l'eccezionale 2022 ma pur sempre con quasi 1 mese e mezzo di anticipo rispetto alla media. Già al 23 luglio si registrano perdite comprese fra i 30 cm (P4) e i 150 cm (P1-P3), rilevanti ma inferiori alla fusione del 2022 a inizio stagione. Dal 23 luglio al 2 settembre le perdite variano da 190 cm (P4) a 240 cm (P6) per tassi

giornalieri quasi identici al medesimo periodo del 2022 e compresi tra 4.6 e 5.9 cm/giorno. Nell'ultimo intervallo dal 2 settembre al 1 ottobre la fusione è fisiologicamente meno importante seppur ancora molto forte stante le elevatissime temperature di settembre. Si perdono ancora dai 50 cm (P4) agli 80 cm (P1-P3) con tassi tra 1.7 e 2.8 cm/giorno ancora simili al 2022. Complessivamente l'estate 2023 ha provocato perdite di spessore di ghiaccio comprese tra 270 cm (P4) e 460 cm (P3), valori inferiori solo al 2022 quando alle medesime paline le perdite di spessore erano state rispettivamente 330 cm e 525 cm. La palina 7 è stata abbandonata poiché non più ricadente sulla superficie del ghiacciaio. Il valore di bilancio di massa medio delle paline di misura è di -3470 mm *w.e.*, secondo valore dopo il 2022 (-4227 mm *w.e.*). Dai primi di agosto a monte della palina n° 3 è emersa una finestra rocciosa che a fine stagione sporge per alcuni metri rispetto alla superficie del ghiacciaio. Si tratta della prima



567 - Le due placche residue del Ghiacciaio Occidentale del Trobio o dei Tre Confini (foto B. Valle, 2023.08.10). Le due placche di ghiaccio sono scomparse nei due mesi successivi, portando alla completa estinzione del ghiacciaio. *The two ice patches disappeared within the next two months, leading to the complete extinction of the glacier.*

evidenza di questo tipo negli ultimi decenni su questo ghiacciaio normalmente molto “compatto”. Il ghiacciaio vede così per il secondo anno consecutivo la completa assenza di innevamento residuo con una fortissima perdita volumetrica e la dissipazione di quasi tutti i residui di *firn* pluriennale. La copertura detritica si fa sempre più estesa soprattutto sui margini del ghiacciaio. Ha collaborato: Matteo Pellicanò.

Quota min. fronte: 2445 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SM11	190°	62	38.5	-23.5
UT22	180°	6.5	1.5	-5
UM22	212°	13	1	-12

567 *Ghiacciaio Occidentale del Trobio o dei Tre Confini*

Operatori: Stefano D’Adda e Luca Petrone (SGL) -
Controllo del 2023.09.24

Al termine dell’estate 2023 le ultime due placche di ghiaccio, ancora presenti nel 2022, sono completamente scomparse. Dopo l’estinzione avvenuta negli scorsi anni dei limitrofi ghiacciai del Gleno e di Trobio centrale, è così da considerarsi estinto quello che fu il più grande ghiacciaio della Provincia di Bergamo e della catena Orobica all’apice della Piccola Età Glaciale. Proseguiranno gli annuali rilievi ecologici, botanici e biologici a cura del gruppo del Prof. Marco Caccianiga (UNIMI) e della Dott.ssa Barbara Valle (UNISI) con i quali è in preparazione un lavoro riassuntivo sulla storia di questo importante ghiacciaio. Ha collaborato l’accompagnatore G. D’Adda.

Bacino: OGLIO - PO

Gruppo Adamello-Presanella

577 *Ghiacciaio Occidentale di Pisgana*

Operatori: Paolo Pagliardi e Gianmarco Mondati (SGL) -
Controllo del 2023.08.23

Nonostante le forti perdite di spessore a tutte le quote, superiori ai 250 cm alla palina 1 a 3119 m s.l.m., si mantiene il collegamento tra il bacino superiore e la piccola lingua ancora presente nel settore più orientale. La forte perdita di spessore negli ultimi due anni della porzione più elevata, a ridosso del Monte Venerocolo e Monte Narcanello ha provocato numerose frane di blocchi granitici, soprattutto ai piedi di quest'ultimo. Non è stato possibile effettuare la foto per il confronto annuale dalla stazione fotografica posta sulla Cima di Salimmo, a causa di fenomeni franosi che hanno interessato l'itinerario di salita in prossimità della Bocchetta di Valbione. Per questioni di sicurezza personale, si è scelto di non proseguire oltre. Tuttavia, una foto trovata in rete scattata il 9 settembre 2023 (Angelo Castagna) dalla Bocchetta della Calotta, mostra un apparato glaciale in

forte sofferenza. L'intera superficie risulta essere totalmente priva della copertura nevosa dell'inverno precedente, salvo piccoli accumuli alla base dei versanti della Punta del Venerocolo, Monte Narcanello e Monte Mandrone. Anche il *firn* delle annate precedenti sembrerebbe essere completamente assente. I fenomeni di collasso glaciale in prossimità della fronte del settore inferiore contribuiscono all'ampliamento dei laghi proglaciali, comportando un cambiamento in rapida evoluzione della morfologia della fronte, la quale si presenta appiattita e parzialmente ricoperta da detrito. Sussiste il collegamento tra il bacino superiore orientale e il bacino inferiore, nonostante il canale glaciale di congiunzione mostri ogni anno una riduzione in termini di larghezza, anticipando uno smembramento dell'apparato in un bacino di accumulo superiore e, con molta probabilità, un settore inferiore che risentirà del mancato apporto dal settore superiore. La porzione del bacino superiore mostra oramai da anni una perdita di turgore del ghiacciaio che presenta una fronte molto appiattita. Il graduale arretramento e perdita di spessore del bacino superiore potrebbe comportare, negli anni a venire, una divisione dell'apparato glaciale in due sub-unità, separazione che potrebbe avvenire in corrispondenza del piccolo nunatak superiore e dell'affioramento roc-



581 - Ghiacciaio del Venerocolo (foto F. Rephisti, 2023.09.09). Panoramica del ghiacciaio; la finestra rocciosa che tende a dividere il bacino di accumulo dalla lingua coperta da detrito è in netto incremento di superficie. *The rock hole that tends to divide the accumulation basin from the debris-covered tongue is clearly increasing in surface area.*

cioso ad alto rilievo posto immediatamente a quote inferiori. Il rilievo dei bacini superiori presso il Passo Venerocolo è stato effettuato il 17 agosto 2023 mentre il 23 agosto 2023 è stata effettuata la misura frontale in prossimità del segnale PSG22, il quale è risultato essere posto ad una distanza dalla fronte di 27 m, rispetto ai 20 m dello scorso anno. Tuttavia, questa misura è stata effettuata mentre il processo di ablazione era in atto, processo che avrebbe continuato il suo corso, perlomeno, per l'intero mese successivo. Il dato è stato inserito, ma deve essere considerato non totalmente rappresentativo della stagione di ablazione del periodo estivo 2023. Ha collaborato M. Facchetti.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PSG22	105°	27	20	-7

581 Ghiacciaio del Venerocolo

Operatori: Paolo Pagliardi e Marco Masserini (SGL) - Controllo del 2023.09.17

Il residuo di *firn* delle scorse stagioni, presente solo a ridosso delle pareti, appare smagrito, soprattutto sopra la finestra rocciosa centrale, che si è allargata ulteriormente. Al di sopra della stessa i seracchi appaiono molto smussati rispetto allo scorso anno e privi di copertura di *firn*, presente lo scorso anno. Anche nella porzione superiore, rinominata Vedretta dei Frati, si nota un assottigliamento generale, più marcato nella fascia crepacciata mediana. La fronte del corpo principale è ulteriormente arretrata di una decina di metri. Ha collaborato M. Facchetti.

Quota min. fronte: 2570 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VEN20*	153°	40.5	30	-10.5



608 - Ghiacciaio dell'Adamello, visione del Pian di Neve da Passo Salarno (foto M. Di Biase, 2023.08.23). Per il secondo anno consecutivo assenza di neve residua sull'intero bacino di accumulo. *View of the accumulation basin; for the second consecutive year absence of residual snow-cover.*

608 Ghiacciaio dell'Adamello

Operatori: Amerigo Lendvai, Andrea Scaltriti e Paolo Pagliardi (SGL) - Controllo del 2023.10.13

Dopo i buoni apporti nevosi di maggio, anche se sono risultati significativi solo sopra i 2800 m di quota e crescenti fino a 3500 m, a inizio giugno iniziava la stagione di ablazione anche sul Ghiacciaio dell'Adamello-Mandrone. Il 9 giugno è stato rilevato il bilancio di accumulo con trincea nivologica presso il sito del Pian di Neve, nei pressi anche della palina 4, pari a di 245 cm equivalenti a 1100 mm di acqua. Tale copertura nevosa è rimasta efficace fino alla fronte fino al 20 giugno circa, per poi risalire rapidamente a 2900 m di quota nei 15 giorni successivi e sopra i 3000 m al 15 luglio. Una breve parentesi più fresca ha consentito il rallentamento dell'ablazione fino al 10 agosto, per cui al Pian di Neve il bilancio era pressoché nullo a tale data. Condizioni di caldo umido persistente hanno quindi portato a registrare perdite di spessore vicine alle medie degli ultimi 15 anni al 24 agosto, per poi proseguire ancora per tutto settembre e buona parte di ottobre soprattutto alle quote inferiori ai 2900 m, fino a raggiungere valori al secondo posto tra i peggiori mai registrati dal 2008, anche se con netto distacco del 2022. Si va dai 695 cm alla fronte fino ai 180 cm del Pian di Neve, anche a quote superiori a 3200 m. Il bilancio di massa calcolato con interpolazione dei dati delle paline restituisce un valore di -2.45 m *w.e.* Le ampie crepacciate scoperte nel 2022 tra il Corno Bianco e i Corni di Salarno risultano ora molto smussate e al contempo più facili da attraversare. Permangono due enormi inghiottitoi sul Pian di Neve con notevoli portate di acqua anche sotto il rigelo superficiale al 13 ottobre. La porzione sottostante Cresta Croce è ora definitivamente staccata dal corpo glaciale principale. La fronte del Mandrone è ancora una volta in fortissima contrazione, con l'allargamento delle grandissime voragini circolari in sinistra idrografica e una nuova finestra rocciosa comparsa solo nel mese di settembre in corrispondenza del primo cambio di pendenza. Hanno collaborato: Giovanni Prandi (SGL), Segio Benigni (PAT) e Cristian Ferrari (SAT).

Settore Triveneto

(Coordinatore: Aldino Bondesan)

ALPI RETICHE

Bacino: SARCA - MINCIO - PO

Gruppo Adamello - Presanella

632 Ghiacciaio di Conca (Orientale Carè Alto)

Operatori: Mario Valentini e Silvio Alberti (SAT) -
Controllo del 2023.09.24

È stata osservata la presenza di neve fresca, risultante da una precipitazione con spessori variabili tra 0 e 5 cm. Si è stimata la presenza di neve vecchia da foto scattata il 20 settembre.

Quota min. fronte: 3100 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 2-19	295°	74.5	70	-4.5

637 Ghiacciaio della Lobbia

Operatori: Elena Bertoni, Enrico Valcanover
e Cristian Ferrari (SAT) - Controllo del 2023.09.24

Il ghiacciaio si presentava coperto da pochi centimetri di neve fresca, caratterizzato da fratture profonde e collassi localizzati. Al limite del ghiacciaio erano presenti blocchi di ghiaccio isolati e dal settore sinistro della fronte si originava un torrente proglaciale di notevole portata.

Quota min. fronte: 2755 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 3A-18	178°	105	103	-2
SAT 3A-23	178°	2	-	-

639 Ghiacciaio dell'Adamello/Mandrone

Operatori: Elena Bertoni, Enrico Valcanover
e Cristian Ferrari (SAT) - Controllo del 2023.09.24

È stata osservata l'emersione di una finestra rocciosa a livello della seraccata sul primo cambio di pendenza. Sul lato sinistro, il ghiacciaio si è ristretto, facendo emergere il substrato roccioso. Al di sotto della seraccata sono stati identificati tre crolli circolari. Il torrente proglaciale si

origina dalla profonda porta glaciale presente nel settore centrale della fronte.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT4a -18	222°	324	221	-103
SAT4a -23	222°	284	-	-
SAT3b -11	209°	435	343	-92

640 Ghiacciaio Occidentale di Nardis

Operatori: Enrico Valcanover, Pier Paolo Speri
e Norman Gasperini (SAT) - Controllo del 2023.09.30

È stata rilevata una significativa perdita di spessore del ghiacciaio, rendendo probabile il distacco di una parte del ghiacciaio nei prossimi anni. Si dovrà valutare come procedere con le misurazioni future, considerando il possibile posizionamento di nuovi punti di misura.

Quota min. fronte: 2774 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 20-1	308°	111	90	-21

643 Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale

Operatore: Massimo Santoni (SAT) -
Controllo del 2023.09.15

Rispetto all'anno scorso, è stato rilevato un arretramento più marcato, probabilmente dovuto al ridotto spessore residuo dell'attuale fronte del ghiacciaio. Analogamente, sul fianco sinistro, si sono osservate porzioni di ghiaccio ormai ridotte a pochi decimetri di spessore, in parte sospese. Non vi sono tracce di neve residua, e l'intera superficie del ghiacciaio presenta un'elevata attività di fusione, con numerosi piccoli torrenti epiglaciali. Al centro del ghiacciaio, al limite della copertura detritica in sponda destra, è stato osservato un crepaccio, interamente riempito dall'acqua di fusione, con una parte visibile di circa 4 × 1 m. Il confronto fotografico con le immagini del 2021 evidenzia una consistente perdita di spessore e un aumento della copertura detritica su entrambi i versanti.

Quota min. fronte: 2630 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 90+56	140°	72	57	-15



632 - Ghiacciaio di Conca (Orientale Carè Alto) (foto C. Ferrari, 2023.09.24). Panoramica della fronte glaciale ripresa dal segnale SAT 1-08, marcato su un blocco roccioso. In primo piano si osservano depositi di detriti glaciali e massi erratici, testimonianza dei processi erosivi e deposizionali del ghiacciaio. Nella parte superiore, è ben visibile la seraccata, con evidenti stratificazioni e foliazioni del ghiaccio, che si inserisce in un contesto di pareti rocciose scoscese. La stretta interazione tra il ghiaccio e il substrato roccioso evidenzia l'azione di abrasione glaciale, che modella le superfici rocciose circostanti. *Overview of the glacier's front taken from the SAT 1-08 marker on a rocky block. In the foreground, glacial debris deposits and erratic boulders are visible, indicating the glacier's erosional and depositional processes. The serac is clearly visible in the upper section, with evident stratifications and foliations in the ice, framed by steep rock walls. The close interaction between the ice and the bedrock highlights the glacial abrasion shaping the surrounding rocky surfaces.*



639 - Ghiacciaio dell'Adamello/Mandrone (foto C. Ferrari, 2023.09.02). In secondo piano è visibile la seraccata sul primo cambio di pendenza del ghiacciaio, al di sotto della quale si notano tre crolli circolari. Alla sinistra dell'immagine si osservano depositi morenici lungo il versante roccioso, indicativi del ritiro del ghiacciaio. Al centro, una vasta area piatta è composta da sedimenti proglaciali, rielaborati dallo scaricatore. Sulla destra, il torrente proglaciale scorre dall'ampia porta glaciale al centro della fronte. Si osservano inoltre evidenti segni di ablazione sulla superficie del ghiacciaio. *In the background, the serac is visible at the first slope change of the glacier, with three circular collapses beneath it. On the left, morainic deposits along the rocky slope indicate glacier retreat. In the center, a wide flat area is composed of reworked proglacial sediments. On the right, the proglacial stream flows from the large glacial gate at the center of the glacier front. Clear signs of ablation are visible on the glacier surface.*

Bacino: NOCE - ADIGE

699 Ghiacciaio de La Mare

Gruppo Ortles - Cevedale

Operatori: Luca Carturan (CGI) e Cristian Ferrari
(CGT-SAT) - Controllo de 2023.09.11

690 Ghiacciaio Meridionale di Taviela

Operatori: Nicola Marchio e Emanuela Fossati
(CGT-SAT) - Controllo del 2023.09.29

Dopo 19 anni di assenza di misurazioni, l'ambiente del ghiacciaio è cambiato in maniera significativa. La copertura detritica è aumentata notevolmente, mentre il ghiacciaio ha subito un notevole ritiro della fronte e una importante diminuzione dello spessore. Si sono aperte molte finestre rocciose, in particolare nella parte alta del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 3090 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PM2	280°	142	109 (2004)	-33

A inizio luglio 2023 il ghiacciaio era ancora in gran parte coperto di neve residua ma, a causa delle elevate temperature e dell'assenza di nevicate, il limite della neve residua è rapidamente risalito entro il 20 luglio a 3200-3300 m s.l.m. In questa data si osservavano già ampie aree prive di copertura di neve e *firn* fino alle quote più elevate del ghiacciaio. La stagione di fusione è poi proseguita con lunghe ed intense ondate di caldo, mentre le nevicate sono state episodiche e hanno depositato pochi cm di neve, rapidamente scomparsa nei giorni successivi (eventi del 21 luglio, 25 luglio, 5-6 agosto, 27-28 agosto). Molto frequenti sono state invece le precipitazioni piovose fino a quote elevate, oltre i 3400-3500 m. L'ablazione è proseguita su gran parte del ghiacciaio fino al 18 settembre, data della prima nevicata persistente sul ghiacciaio. A fine estate la neve residua era praticamente assente e limitata a piccole chiazze oltre i 3300 m nelle zone a maggiore accumulo eolico. La modi-



699 - Ghiacciaio de La Mare (foto C. Ferrari, 2023.09.17). Panoramica del ghiacciaio ripreso da drone. La fronte principale, al centro della foto, non è al momento misurabile perché su un ripido gradino roccioso. Il ghiacciaio presenta qualche chiazza di *firn* sulla parte superiore, mentre la neve residua è praticamente assente. *Overview of the La Mare Glacier taken by UAV. The main front of the glacier, in the center of the photo, is currently not measurable because it is on a steep rock step. Few patches of firn can be seen on the upper part, whereas residual snow is nearly absent.*

ficazione morfologica più evidente è stata l'ampliamento e la formazione di nuovi affioramenti rocciosi alle quote più elevate, sopra i 3300 m, a testimonianza dei ridotti spessori del ghiacciaio nella parte alta. Non è stato possibile misurare la variazione della fronte principale (si vedano le note alla campagna 2022) perché al momento collocata sopra un ripido gradino roccioso.

Quota min. fronte: NM

701 Ghiacciaio del Careser

Operatore: Luca Carturan (CGI) -
Controllo del 2023.10.01

L'accumulo nevoso misurato sul ghiacciaio il 23 maggio è risultato inferiore alla media del 12%. Fino a metà giugno le condizioni sono state abbastanza conservative, con tempo instabile e rovesci nevosi pressoché quotidiani fin verso i 2900-3000 m s.l.m. La fusione è stata intensa da

metà giugno a metà settembre, portando al rapido esaurimento della neve, sulla fronte già entro fine giugno, e su gran parte del ghiacciaio entro il 20 luglio. Ad eccezione di due deboli nevicate tra il 5-6 agosto e il 28 agosto (persistite pochi giorni), il ghiacciaio è stato quindi interamente privo di copertura nevosa fino al 20 settembre, e soggetto a forte fusione durante le lunghe ed intense ondate di calore protrattesi fino alla prima metà di settembre. Tra il 21 e 23 settembre una nevicata più consistente ha bloccato la fusione per qualche giorno, prima che le elevate temperature di fine settembre e inizio ottobre scoprissero nuovamente il ghiacciaio. Anche nel 2023 l'AAR è quindi stato pari a zero, la ELA si è collocata oltre la quota massima del ghiacciaio, e il bilancio annuale è risultato pari -2855 mm *w.e.*, terzo valore più negativo dal 1967 dopo 2022 (-3965 mm *w.e.*) e 2003 (-3317 mm *w.e.*). Dal punto di vista morfologico si è osservato un arretramento piuttosto uniforme di tutto il margine occidentale del ghiacciaio, pari a circa 20-30 m, mentre il margine superiore ha subito modificazioni meno significative. La propaggine più settentrionale, estesa su



701 - Ghiacciaio del Careser (foto L. Carturan, 2023.10.01). Il ghiacciaio è in rapido assottigliamento e ritiro, mentre il lago proglaciale va progressivamente ingrandendosi. *The glacier is rapidly thinning and retreating, while the proglacial lake is progressively expanding.*

circa 3 ha, ha proseguito la sua fase di rapido disfacimento, con crolli e nuovi affioramenti rocciosi che ne rendono imminente il distacco.

Quota min. fronte: 2966 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C19	63°	79	59	-20

710 *Ghiacciaio di Sternai*

Operatore: Norman Gasperini (SAT) -
Controllo del 2023.09.29

Rispetto al 2021, quando si è ripreso il monitoraggio di questo ghiacciaio, la parte più a valle si trova sul versante in destra orografica della valle, non essendo più allineata in direzione azimutale rispetto al punto di misura FS 21-2. Quest'area è ora completamente ricoperta da abbondanti detriti, che rendono estremamente difficile identificare la presenza del ghiaccio sottostante. La presenza di questi detriti è aumentata progressivamente, complicando ulteriormente il monitoraggio delle condizioni glaciali in questa porzione del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

Bacino: VALSURA - ADIGE

713 *Ghiacciaio Fontana Bianca - Weissbrunnferner*

Operatori: Giuseppe Barison, Silvano Rosa, Guido Sartori e Roberta Rosan (SGAA) - Controllo del 2023.09.02

È stata creata una nuova stazione fotografica per monitorare meglio lo stato del ramo sinistro del ghiacciaio. Da questa posizione si può osservare che il ramo si è frammentato in tre parti, ora non più collegate tra loro e, quindi, da considerarsi come ghiaccio morto. Sebbene l'arretramento frontale non sia stato particolarmente significativo, poiché la parte inferiore della lingua si trova in un avvallamento, la perdita di spessore risulta notevole. Le variazioni dei valori misurati devono essere considerate nell'arco degli ultimi due anni, poiché nel 2021 i dati erano falsati dalla presenza di neve fresca. Dal segnale BG18m13, situato sulla destra orografica del ghiacciaio, sono stati rilevati, in modo anomalo, valori positivi indicanti un'avanzata. Questo fenomeno potrebbe essere spiegato da un possibile scivolamento della parte terminale della fronte. Tuttavia, tali valori non sono stati presi in considerazione nel calcolo complessivo dell'arretramento. In ogni caso, la perdita di spessore è stata significativa.

718 *Ghiacciaio Soi - Soyferner*

Operatori: Giuseppe Barison e Ezio Baraldo (SGAA) -
Controllo del 2023.08.12

La fronte del ramo sinistro ha subito un notevole arretramento, accompagnato da una significativa perdita di massa, particolarmente evidente nel settore superiore. Sul ramo destro, la presenza di una copertura detritica consistente e una fronte sottile e frastagliata rendono il monitoraggio estremamente difficoltoso. Durante il sopralluogo, il torrente glaciale mostrava una portata considerevole.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BR18m37	210°	95	80	-15
BR19m45	150°	90	66	-24

727 *Ghiacciaio di Grames - Gramsenferner*

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) -
Controllo del 2023.10.08

Il settore frontale del ghiacciaio continua a mostrare una significativa riduzione di spessore e un arretramento sia nella colata principale che in quella minore di destra. Durante il controllo non è stata riscontrata la presenza di neve vecchia, e si sono rilevati pochi crepacci, di dimensioni ridotte, a causa della riduzione dello spessore glaciale. Le finestre rocciose si sono ampliate soprattutto nella colata di destra, mentre la parte sinistra è caratterizzata da un abbondante accumulo di detriti provenienti dai crolli delle pareti sovrastanti. In sinistra idrografica, la fronte piatta si trova vicino a un piccolo laghetto, mentre in destra idrografica la fronte termina nel lago proglaciale, risultando sempre più sottile. Durante il sopralluogo, i torrenti avevano una portata ridotta.

Quota min. fronte: 2910 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB19m4 (sf)	160°	144	127	-17
SB19m8 (df)	175°	72	54	-18

728 *Vedretta Serana - Schranferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -
Controllo del 2023.08.23

Il ghiacciaio si presenta prevalentemente in ghiaccio vivo, estendendosi fino ai ripidi tratti sommitali. La perdita di spessore è evidente, soprattutto grazie all'emersio-



718 - Ghiacciaio Soi - *Soyferner* (foto G. Barison, E. Baraldo, 2023.08.12). La fronte del ramo destro del ghiacciaio appare sottile e frastagliata, con una copertura detritica, visibile in primo piano, che nasconde il limite inferiore. Sono ben visibili le stratificazioni del ghiaccio e i crepacci nella parte superiore della fronte, evidenziando una dinamica di movimento e fratturazione. *The front of the right branch of the glacier appears thin and jagged, with a debris cover in the foreground that hides the lower boundary. Ice stratifications and crevasses are clearly visible in the upper part of the glacier front, highlighting a dynamic of movement and fracturing.*

ne di una finestra rocciosa nel settore inferiore destro del ghiacciaio, che ora sporge di diversi metri. Non si osservano tracce di neve invernale al di fuori del ghiacciaio. Grandi crepacci trasversali sono presenti, in particolare nei settori superiore e centrale, mentre alcuni crepacci longitudinali sono visibili al centro del ghiacciaio. Le finestre rocciose che erano separate fino al 2022 nel settore inferiore della destra idrografica si sono ora unite. Una nuova finestra rocciosa è emersa nel settore centrale della sinistra idrografica, con altre aperture vicino alla cresta rocciosa. Le finestre rocciose del settore inferiore destro hanno dato origine a morene contenenti blocchi di varie dimensioni, alcuni dei quali raggiungono diversi metri cubi. Detriti in forma di blocchi si accumulano soprattutto sotto la cresta rocciosa di Cima Martello e sotto la cresta orientale che sovrasta il ghiacciaio, con

una distribuzione limitata sotto Cima Venezia. La fronte del ghiacciaio è molto ampia e si estende dal settore occidentale, che un tempo rappresentava la lingua glaciale quando scendeva verso la piana antistante la Vedretta Ultima, fino ai settori centrale e orientale. Questi ultimi non rappresentano più il lato destro del ghiacciaio, il quale si è ritirato, conferendo una nuova dinamica alla fronte anche in quest'area. La fronte si presenta piatta e priva di detriti in sinistra idrografica. Nella zona nord-orientale, l'arretramento è stato meno marcato grazie alla presenza di una copertura detritica. Sono presenti diversi piccoli torrentelli proglaciali, un laghetto proglaciale nel settore centrale e un altro di nuova formazione in destra idrografica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB22m0 (cf)*	150°	20	0	-20
CS06m10 (df)	150°	113	99	-14
SB23m12 (df)**	150°	12	-	-

* Il dato non era stato pubblicato nella campagna 2022.

** Coordinate del nuovo segnale WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 630514.547, 5147615.495.

729 Vedretta Ultima - Ultenmarkferner

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) -
Controllo del 2023.10.08

Nel settore centrale del ghiacciaio è stata rilevata una limitata area di neve vecchia o nevato, mentre la neve vecchia è completamente assente alle quote più elevate. Sono presenti larghi crepacci trasversali, visibili in corrispondenza dei due cambi di pendenza e nel settore superiore del ghiacciaio. Il numero di finestre rocciose è aumentato significativamente. Alla fronte, si osserva un accumulo abbondante di detriti, con blocchi derivanti da frane recenti disseminati lungo tutta l'area. Durante il rilevamento, si è verificato il crollo di blocchi di ghiaccio dalla superficie in destra idrografica. La riduzione della massa glaciale ha portato all'emersione del letto roccioso e alla formazione di due lingue distinte nella parte frontale del ghiacciaio. Al di sotto della fronte della lingua di destra, è presente ghiaccio morto, mescolato a grandi massi caduti. Dalla fronte in destra orografica fuoriesce un torrente, sebbene la sua portata sia ridotta. Di particolare interesse è la morena di neoformazione, che si è generata durante la più recente fase di espansione del ghiacciaio e che ora si trova a una certa distanza dall'attuale fronte. All'interno di questa morena sono presenti piccoli laghi, mentre il torrente glaciale principale esce sul lato sinistro.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MASSO Q. 2825*	140°	265	-	-

* Utilizzato masso in loco segnalato in passato con 2 bolli gialli. Coordinate WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 629282.757, 5145424.199.

730 Vedretta Alta - Höhenferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2023.08.22

Il ghiacciaio ha mostrato una notevole riduzione della massa, con il ritiro della fronte particolarmente accentuato in sinistra idrografica, dove il punto monitorato è

anche quello altimetricamente più basso. Non vi è alcuna traccia di neve residua, anche al di fuori del ghiacciaio. Sono presenti alcuni crepacci nel settore superiore. La copertura detritica è quasi assente, salvo una piccola area nei pressi del margine glaciale in destra idrografica. In questa zona, si sono osservate diverse frane. Davanti alla fronte sinistra sono presenti due laghi proglaciali di notevoli dimensioni, alimentati anche da una *bédière*. Un altro lago proglaciale, più piccolo, si è formato più in basso sul lato sinistro. Il torrente proglaciale proveniente dalla Vedretta Ultima si unisce a quello della Vedretta Alta sotto la ripida rampa.

Quota min. fronte: 2861 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP22m0 *	195°	14	0**	-14

* Il nuovo segnale GP22m0 è situato 126 m a monte del segnale GP19m13 lungo la direzione di misura N 180°. Coordinate: WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 629466.636 5146730.84.

** Il dato non era stato pubblicato nella campagna 2022.

731 Vedretta della Forcola - Fürkele Ferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2023.08.22

La Vedretta della Forcola e la Vedretta del Cevedale rimangono ancora collegate sotto un'estesa copertura morenica. Il ghiacciaio si trova in fase di ritiro, con una consistente perdita di spessore, soprattutto nella parte inferiore. Sono presenti pochi crepacci longitudinali nel settore centrale e in sinistra idrografica attorno ai 3000 m di quota, mentre altri crepacci trasversali si osservano sul ripido pendio sotto la Zufallspitze e nei pressi della fronte, nel centro-destra idrografico. La crepacciata terminale, visibile sotto le pareti rocciose sommitali, indica una continua evoluzione della struttura glaciale. Si nota un ampliamento della finestra rocciosa formatasi nel 2022 verso quota 2900 m e una crescita della finestra rocciosa longitudinale situata in sinistra idrografica a circa 2950 m s.l.m. La morena centrale, attorno ai 2900 m di quota, risulta in ulteriore espansione, così come l'area morenica superficiale sulla destra idrografica negli ultimi 100 m di quota del ghiacciaio.

Una grande quantità di materiale detritico si è accumulata attorno al contrafforte roccioso situato in sinistra idrografica. La morfologia della fronte glaciale è in continua evoluzione a causa della perdita di spessore e del conseguente ritiro, sebbene minore rispetto all'anno precedente. La fronte in sinistra idrografica si è ulteriormente appiattita, specialmente in destra idrografica, dove raggiunge un'al-

tezza di circa 3 m. In quest'area, la caverna glaciale non è più presente, e sono visibili blocchi di ghiaccio collassati e in fase di distacco. La fronte del ghiacciaio si immerge in un laghetto proglaciale, e al momento del sopralluogo il torrente glaciale aveva una portata nella media. Si è osservata la formazione di un nuovo laghetto proglaciale, largo circa 40 m e lungo circa 20 m, nell'area precedentemente occupata dal ghiaccio. Sono state inoltre segnalate alcune frane dalle pareti rocciose del settore superiore del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2764 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP22m40*	245°	47	40	-7

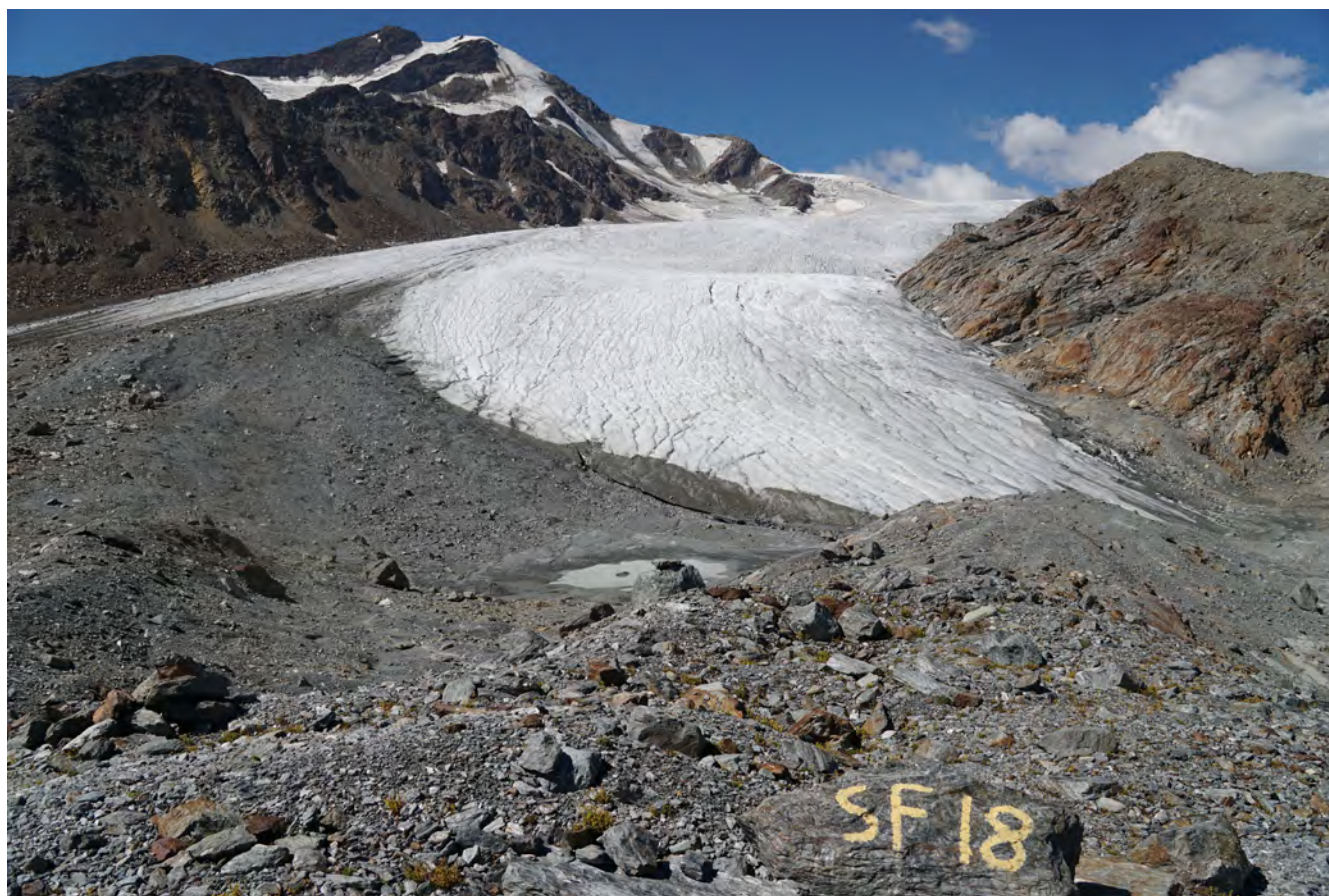
* Il dato non era stato pubblicato nella campagna 2022.

732 Vedretta del Cevedale - Zufall Ferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2023.08.22

La morfologia del ghiacciaio è rimasta invariata rispetto alla campagna glaciologica precedente. Il ghiacciaio termina in due lobi, dei quali viene monitorato principalmente quello sinistro, sia per importanza che per dimensioni. Il ghiaccio vivo è presente fino a oltre i 3100 m per la maggior parte dell'area, con modeste placche di nevato presenti sopra i 3000 m, sotto la parete della Zufallspitze. I crepacci più significativi sono localizzati nel settore centrale e superiore della destra idrografica, in corrispondenza delle maggiori pendenze. Permangono piccoli crepacci radiali nel settore destro della porzione terminale del lobo sinistro. Sono stati osservati due crepacci longitudinali a circa 2850 m di quota.

Grandi finestre rocciose sono presenti solo sul pendio della Zufallspitze, sulla destra del flusso principale, e alcune di queste sono in fase di unione. Si segnala la presenza di una vasta area morenica galleggiante tra la



732 - Vedretta del Cevedale - Zufall Ferner; stazione fotografica SF18 (foto S. Benetton, G. Benetton, G. Perini, 2023.08.22). Il ghiacciaio si divide in due lobi, con il lobo sinistro ben visibile. La superficie del ghiacciaio è caratterizzata da crepacci longitudinali e trasversali. In primo piano si osservano depositi morenici e il segnale SF18. Tra la fronte e l'accumulo morenico si scorge un piccolo lago proglaciale. *The glacier splits into two lobes, with the left lobe clearly visible. The glacier surface is characterized by longitudinal and transverse crevasses. In the foreground, morainic deposits and the SF18 marker are visible. A small proglacial lake can be seen between the glacier front and the morainic accumulation.*

Vedretta del Cevedale e la Vedretta della Forcola, al di sotto della quale è ancora presente ghiaccio, mantenendo la continuità tra le vedrette della Forcola, del Cevedale e Lunga. Un'ampia falda detritica è visibile sotto le pareti rocciose in destra idrografica, accompagnata da depositi detritici galleggianti. Inoltre, il lobo destro del ghiacciaio è ricoperto da abbondante detrito. La fronte del ghiacciaio presenta una conformazione a "unghia" che emerge da un piccolo pianoro.

Il giorno del sopralluogo, la portata dei torrenti proglaciali era nella norma. In corrispondenza del lobo sinistro si osserva un torrente proglaciale più grande, che ha origine dall'estrema sinistra idrografica, e un altro torrente proglaciale più piccolo nella zona centrale. Sono presenti vari laghetti proglaciali, alimentati dalle acque di fusione del lobo destro, che confluiscono in uno di questi laghi.

Quota min. fronte: 2793 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP19m29	200°	90	73	-17

733 Vedretta Lunga - Langen Ferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2023.08.21

La parte inferiore del ghiacciaio si presenta in ghiaccio vivo, con il settore terminale coperto da detrito. L'evoluzione morfologica di questa porzione del ghiacciaio è notevole, in parte dovuta all'aumento della copertura detritica. Grandi crepacci trasversali sono presenti in corrispondenza del cambio di pendenza a circa 2950 m s.l.m., così come lungo il pendio che sale verso il rifugio Casati, intorno ai 3150 m di quota. In destra idrografica, si registra l'ampliamento della finestra rocciosa situata sotto Cima Tre Cannoni, ormai quasi congiunta a una seconda finestra rocciosa più recente. Quest'ultima si trova a una distanza di circa 20-30 m dal margine del corpo glaciale. La riduzione dello spessore del ghiaccio ha portato alla comparsa di una nuova finestra rocciosa lungo il pendio che sale verso il rifugio Casati, a circa 3150 m di quota.

Il detrito è in aumento, soprattutto negli ultimi 100 m di quota, dove ricopre il ghiacciaio anche nella parte superiore in destra idrografica, estendendosi fino alla cascata. La fronte del ghiacciaio ha subito un evidente restringimento e arretramento. In sinistra idrografica, la fronte scoperta si trova ora al di là di un accumulo di rocce e detriti che, fino all'anno scorso, era coperto da ghiaccio. Dietro quest'area, era visibile un crepaccio che ne circoscriveva l'estensione. Negli ultimi anni, la copertura morenica è aumentata e si estende ora completamente sul settore inferiore centro-destro idrografico, rendendo

incerta l'individuazione della quota minima della fronte. Il torrente proglaciale in destra idrografica è il più importante, alimentato da una cascata situata più a monte. In sinistra idrografica è presente un altro torrente, con un flusso intermedio, nei pressi del quale è collocato un segnale di misura.

Quota min. fronte: 2740 m circa

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP22m33*	240°	47	33	-14

* Il dato non era stato pubblicato nella campagna 2022. Coordinate WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 624419.464, 5147838.454.

Bacino: RIO LASA - ADIGE

743-744 Ghiacciaio Lasa e Basso dell'Angelo - Laasertal Ferner u. Angelus Ferner

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) - Controllo del 2023.09.17

Nel 2023, l'accesso alla fronte glaciale non è stato considerato sicuro, dato che lo zero termico è rimasto costantemente oltre i 4000-4400 m per mesi, determinando un'elevata franosità dei versanti e l'instabilità dei detriti depositati sulle lingue glaciali. Questo fenomeno è stato probabilmente aggravato dalla fusione del permafrost. Il 17 settembre è stato tentato un nuovo accesso alla fronte glaciale dall'alto, attraverso il passo di Rosim. Tuttavia, anche questo percorso si è rivelato impraticabile a causa della riduzione dello spessore del ghiacciaio, stimata in circa una decina di m tra il 2022 e il 2023. Questa diminuzione ha destabilizzato le rocce del passo, ora fratturate in blocchi e a rischio di crollo sul versante nord. Dalle fotografie scattate dal passo e da Cima Vertana risultano evidenti le dinamiche in corso: una continua riduzione dello spessore di tutti i rami glaciali dell'apparato, un ulteriore aumento della copertura detritica e l'accumulo di massi di dimensioni plurimetriche sul ghiacciaio, provenienti dalle pareti delle vette circostanti che hanno perso la loro copertura glaciale. Non vi è traccia di neve residua, né dell'anno corrente né degli anni passati, su tutta la superficie del ghiacciaio. L'apparato si trova in pessime condizioni generali, caratterizzato dall'apertura di nuove finestre rocciose, dall'allargamento di quelle esistenti e dal distacco di diversi settori del ghiacciaio dal fondo roccioso. Lo spessore e l'estensione del ghiacciaio risultano sempre più ridotti e frammentati.

Quota min. fronte: NM



749 - Vedretta di Dentro di Zai - *Innerer Zayferner* (foto S. Benetton, G. Benetton, 2023.08.20). La fronte del ghiacciaio è completamente esposta, piatta e ben riconoscibile, con diverse *bédière* che alimentano il lago proglaciale le cui dimensioni sono simili a quelle degli anni precedenti. In primo piano si scorge il segnale GB20m6. *The glacier front is fully exposed, flat, and well-defined, with several bédieres feeding the proglacial lake, whose size is similar to previous years. In the foreground, the GB20m6 marker can be seen.*

Bacino: SOLDA - ADIGE

Quota min. fronte: 2974 m

749 Vedretta di Dentro di Zai - *Innerer Zayferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -
Controllo del 2023.08.20

L'intera superficie del ghiacciaio è principalmente composta da ghiaccio vivo, ad eccezione di un piccolo settore inferiore in destra idrografica coperto da neve invernale e alcune placche verso le cime soprastanti. Il ghiacciaio termina con una pendenza accentuata. Non è visibile la porzione superiore, ormai staccata da quella inferiore da alcuni anni. Crepacci e finestre rocciose sono assenti. Nel settore centrale, si trovano blocchi rocciosi crollati dalle pareti soprastanti, e una modesta copertura detritica è presente sia in destra che in sinistra idrografica. La fronte si presenta piatta e facilmente riconoscibile, con una conformazione ad unghia. Sono presenti diverse *bédière* che alimentano il torrente glaciale, che il giorno del sopralluogo mostrava una portata normale. Il lago proglaciale mantiene dimensioni simili a quelle degli anni precedenti.

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AUF02m9.2 (df)	80°	183	151 (2020)	-32
GB23m8*	70°	8	-	-
GB20m6	70°	38	6 (2020)	-32

* Coordinate WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 625646.506, 5157784.443.

754 Ghiacciaio di Rosim - *Rosimferner*

Operatori: Giuseppe Barison e Ezio Baraldo (SGAA) -
Controllo del 2023.09.06

La fronte sinistra del ghiacciaio si presenta sottile, frastagliata e in posizione quasi verticale rispetto al canale sottostante, mentre la destra è più compatta e di uno spessore discreto. Sulla corona superiore del ghiacciaio si osserva un'emersione sempre più ampia di superfici rocciose. L'instabilità del detrito morenico ha impedito di raggiungere la stazione fotografica.

Quota min. fronte: 3020 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UF07m20	130°	123	113	-10

762 Ghiacciaio Solda - Suldenerferner

Operatori: Guido Sartori e Roberto Seppi (SGAA) -
Controllo del 2023.08.25

Il settore inferiore del ghiacciaio è interamente ricoperto da materiale morenico, sotto il quale si distingue ancora una notevole massa di ghiaccio. I due circhi occidentali del Gran Zebrù mostrano una dinamica attiva, con seraccate che precipitano verso il ghiacciaio sottostante. Nel settore destro, tra le colate provenienti da Cima Solda e Punta Graglia, si osserva l'espansione della morena mediana, originata a valle delle rocce centrali. Il ritiro della fronte è stato più marcato nel settore destro, dove il ghiaccio è più sottile, e si sono ampliate le aree di affioramento roccioso. Si segnala la presenza di materiale detritico, causato da una frana significativa nei pressi del Passo della Bottiglia. Il sentiero per raggiungere il ghiacciaio risulta instabile a causa della franosità del materiale morenico di superficie.

Quota min. fronte: 2730 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SG23 m24*	188°	24	-	-
	210°	21	-	-
RR15m56**	174°	223	205	-18
	200°	190	155	-35
SG21 m14	155°	34	24	-10
	150°	39	25	-14
	180°	33	22	-11

* Individuato un nuovo segnale per misurare la parte in destra orografica (SG 23 m24) per il momento identificato il punto di misura con un bollo giallo e ometto; coordinate WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 622686.896, 5148640.634.

** Dal segnale RR15 è stata fatta l'ultima misura (oramai troppo distante dalla fronte).

771 Ghiacciaio del Madaccio - Madatschferner

Operatori: Guido Sartori e Roberto Seppi (SGAA) -
Controllo del 2023.09.11

Il settore centrale della lingua glaciale ha subito una consistente riduzione, più marcata rispetto all'arretramento relativamente modesto. Sul lato destro orografico è presente una profonda grotta che si incunea per diversi metri, mentre a sinistra della fronte è ancora presente

una massa di ghiaccio isolata, parzialmente ricoperta da detriti. L'estensione delle rocce affioranti sul lato sinistro della lingua è aumentata significativamente. Sono particolarmente evidenti le due morene mediane, che scendono dalla parete rocciosa che delimita il settore centrale destro del ghiacciaio. Si osserva una progressiva riduzione dell'area di contatto con l'attigua Vedretta Piana, mentre ai piedi delle pareti sommitali rimangono solo ristrette fasce di nevato.

Quota min. fronte: 2665 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SG22m38	190°	38	38	0
	150°	42	35	-7

Bacino: CARLIN - ADIGE

Gruppo Venoste Occidentali

777 Ghiacciaio di Vallelunga - Langtaufener

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) -
Controllo del 2023.10.01

Una leggera copertura di neve recente, di spessore inferiore ai 10 cm, è presente oltre circa 3000 m di quota. Il limite della neve residua, rilevato da foto aerea, si trova sopra i 3250 m. Si osserva un notevole calo volumetrico della lingua glaciale, la cui fronte è arretrata di 450 m negli ultimi due anni, anche a seguito del crollo frontale avvenuto nel 2018, che ha accelerato la fusione della massa glaciale. Nel settore inferiore della lingua glaciale permangono i resti di due cordoni glaciali definiti dalle morene mediane; di questi, il cordone settentrionale si è definitivamente isolato, mentre quello meridionale, in sinistra idrografica, è ancora collegato da ghiaccio ricoperto da morena. Si rileva una consistente diminuzione della massa della parte destra della lingua, completamente ricoperta da morena galleggiante.

Le finestre rocciose sono in espansione a causa della riduzione volumetrica della massa glaciale. L'acqua fuoriesce copiosamente dalla bocca del ghiacciaio, con un'uscita particolarmente pronunciata dal soprastante Gepatsch Ferner, la cui seraccata continua a ridursi di volume. Numerose frane sono precipitate sul ghiacciaio dalle pareti rocciose sottostanti la Punta di Vallelunga, Cima Vernaga e Palla Bianca. Si stima un calo di spessore della lingua glaciale, pari ad almeno 50 m negli ultimi 15 anni, tra il torrente ablatore attuale, dove una volta scorreva la lingua glaciale, e i resti del ghiaccio sepolto, ora in forte disfacimento a causa delle temperature elevate persistenti.

Quota. fronte: 2530 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS13m70 (cf)	100°	450	125	-325

778 Ghiacciaio Barbadorso di Dentro - Innerer Baerenbart Ferner

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) -
Controllo del 2023.10.01

Il giorno del sopralluogo, una copertura di neve recente, di circa 10 cm, era presente oltre i 2750 m di quota. Per approfondire le osservazioni si è fatto ricorso alle foto aeree di settembre. La riduzione complessiva della massa glaciale è proseguita, con una diminuzione dello spessore che ha portato a un incremento delle finestre rocciose, particolarmente nel settore centrale. La fronte ha subito una modifica significativa, con un ulteriore aumento della copertura morenica.

È probabile la presenza di ghiaccio morto, coperto da detriti, nell'estesa area proglaciale. Le due grandi morene galleggianti, che separano il settore terminale della lingua glaciale, sono in aumento. Si segnalano notevoli frane dalla parete della Palla Bianca. Davanti alla fronte, in sinistra orografica, si è formato un lago proglaciale di recente origine. Sono presenti due torrenti glaciali, che confluiscono a valle della grande morena storica.

Quota min. fronte: 2780 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS 22m55*	200°	65	55	-10

* Dato non riportato nella campagna 2022. Coordinate WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 631026.128, 5185882.58.

Bacino: SALDURA - ADIGE

788 Ghiacciaio di Mazia

Operatori: Giovanni Greco, Paolo Tosi, Anna Angelino,
Franca D'amico e Antonio Polloni (SGAA) -
Controllo del 2023.08.24

Il ghiacciaio è soggetto a una significativa riduzione, sia in termini di massa che di ritiro delle fronti. La crepacchia risulta abbondante e ben visibile, così come l'accumulo di materiale morenico galleggiante, presente sia nella parte inferiore che in destra idrografica del ghiacciaio. Nel settore centrale, le rocce emergenti sono in continua espansione

a causa della progressiva perdita di massa e della conseguente riduzione di spessore. Un notevole accumulo di materiale morenico galleggiante sta progressivamente ricoprendo il settore terminale. Sopra la grande isola rocciosa centrale, sono presenti numerosi crepacci. Il ritiro delle fronti è particolarmente marcato nella lingua centrale e in quella di sinistra orografica. Una piccola area di neve residua è presente esclusivamente ai piedi della parete sud-ovest della Palla Bianca.

Due torrenti glaciali, uno proveniente dalla lingua e l'altro dal lato sinistro, presentano una portata significativa. Un ulteriore torrente di modesta portata fuoriesce dalla cavità formatasi sulla lingua glaciale.

Quota min. fronte: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
TP14m112	120°	211	205	-6
GG11m68	92°	172	150	-22
GG04m48	110°	337	335	-2
GG15m59	50°	250	202	-48

794 Ghiacciaio di Saldura Meridionale - Suedl. Saldur Ferner

Operatori: Giovanni Greco, Valter Carbone, Pietro Bruschì
e Lorenzo Le Pera (SGAA) - Controllo del 2023.09.12

Il settore inferiore del ghiacciaio si è, come già segnalato negli anni precedenti, definitivamente staccato da quello superiore, costituendo ora ghiaccio morto destinato a scomparire. La lingua principale si è ridotta e frammentata fino a raggiungere il primo dei tre crepacci presenti nella parte centrale; gli altri due sono scomparsi a causa della riduzione di massa e spessore.

Il settore di sinistra ha origine dai crepacci superiori e scompare dietro uno sperone di roccia. Non si tratta di una vera e propria lingua, ma della parte terminale del ghiacciaio, che forma una leggera curva. La neve vecchia è praticamente assente su tutta la superficie, segnalando un bilancio glaciale estremamente negativo. Una consistente copertura morenica è presente sulle aree laterali del ghiacciaio. Diversi torrenti sono stati osservati fuoriuscire dalla fronte glaciale.

Quota min. fronte: 3000 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RE03m45	166°	519	440	-79
GG10m53	136°	479	428	-51
GG15m37	148°	294	210	-84
LG18m23	120°	117	95	-22



788 - Ghiacciaio di Mazia (foto G. Greco, P. Tosi, A. Angelino, F. D'Amico, A. Polloni, 2023.08.24). La fronte del ghiacciaio è ben visibile, caratterizzata da una significativa riduzione della massa e da un accumulo di materiale morenico galleggiante. La finestra rocciosa in primo piano divide in due la lingua terminale. *The glacier front is clearly visible, marked by a significant reduction in mass and an accumulation of floating morainic material. The rock window in the foreground divides the terminal tongue into two sections.*

Bacino: SENALES - ADIGE

Gruppo Venoste Orientali

805 *Vedretta di Lagaun - Lagaun Ferner*

Operatori: Giuseppe Barison e Ezio Baraldo (SGAA) -
Controllo del 2023.08.21

Si osserva una grave perdita di spessore nella fronte sinistra, alla cui base si sta formando un lago di dimensioni crescenti. La parte destra della fronte appare sottile e frastagliata. Sul ghiacciaio sono presenti profonde fessure, attraversate da diversi torrenti d'acqua (*bédière*). Nel complesso, si rileva una significativa perdita di massa glaciale, accompagnata da un marcato arretramento frontale.

Quota min. fronte: 3050 m

Segnale	Direzione della misura	Distanze (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BRG 19- m23	270°	45	40	-5
	300°	48	35	-13

812 *Vedretta delle Frane - Steinschlag Ferner*

Operatori: Giovanni Greco, Paolo Tosi, Patrizia Da Molin,
Claudia Bonazza e Franca D'Amico (SGAA) -
Controllo del 2023.09.30

Il ghiacciaio è ricoperto da neve caduta una settimana prima; pertanto, alcune misurazioni potrebbero risultare imprecise e dovranno essere confermate. L'ambiente proglaciale e lo stesso ghiacciaio sono in continua evoluzione a causa delle frequenti frane. Le molteplici morene, in continuo accrescimento a seguito dei crolli, hanno creato difficoltà nell'individuazione di alcuni punti di misurazione, come nel caso del PB05, dove il ghiaccio è coperto da detriti, rendendo impossibile individuare il limite esatto della fronte. L'anno prossimo sarà necessario posizionare un nuovo segnale e correggere la direzione di misura per un secondo punto. Le lingue glaciali mostrano una generale regressione, visibile nonostante la copertura morenica. I torrenti sono sempre più numerosi e presentano una notevole portata, segno di una fase di fusione intensa. Sono presenti alcuni crepacci appena sopra l'affioramento roccioso centrale. La neve residua invernale è praticamente assente.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PB05m85	254°	262	262	0
PT10m32	250°	187	178	-9
PT11m113	285°	297	220	-77
PT12m37	244°	170	170	0
GC21m10	300°	140	32	-108

813 *Vedretta del Giogo Alto - Hochjoch Ferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -
Controllo del 2023.08.18

La morfologia glaciale complessiva risulta simile a quella del 2022, con una perdita di volume nel settore centrale e l'assenza quasi totale di nevato invernale. Alcuni accumuli di neve invernale sono protetti da teli geotermici sotto l'hotel Grawand e verso il passo in direzione della valle di Finale. Non è stato possibile definire l'ELA e l'AAR a causa della presenza parziale dei teli geotermici e dei lavori effettuati sul ghiacciaio con mezzi meccanici per l'attività sciistica.

Nel settore inferiore del ghiacciaio sono presenti piccoli crepacci trasversali. Una finestra rocciosa nel settore superiore è in fase di ampliamento e dista circa una decina di metri dal bordo glaciale. Morene assenti, mentre detriti sono presenti solo nell'estrema destra idrografica a causa della caduta di massi dalla Croda Nera. La fronte glaciale appare piatta, con un margine ben definito. Le acque di fusione sono abbondanti, con la presenza di tre torrenti: uno in destra idrografica, uno centrale e uno in sinistra idrografica. Una grande *bédière* si sviluppa nel settore centrale e inferiore del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB18m52	150°	622	583	-39

818 *Vedretta della Grava - Graf Ferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -
Controllo del 2023.08.19

Il ghiacciaio si presenta con ghiaccio vivo nella parte inferiore, con poche chiazze di neve invernale residue, presenti sia all'esterno che sopra il ghiacciaio. La morfologia ha subito variazioni significative, soprattutto nel settore orientale, con un arretramento di centinaia di metri rispetto al 2021, che ha lasciato a valle ampie porzioni di ghiaccio morto. I crepacci sono praticamente assenti nel settore

inferiore, mentre solo pochi, di modeste dimensioni, sono presenti nel settore superiore. Finestre rocciose assenti. Dai punti osservati, il detrito è visibile solo nell'estrema destra e sinistra idrografica, sotto le pareti del Similaun e della Croda Marcia. La fronte del ghiacciaio appare generalmente piatta e ben riconoscibile. Durante il sopralluogo, era in corso una forte ablazione, con conseguenti elevate portate nei torrenti proglaciali. Erano inoltre presenti marcate *bédière*, specialmente nel settore occidentale e centrale in destra orografica. Si segnala una grande frana dalla parete sud-est del Similaun.

Quota min. fronte: 3077 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB18m16	360°	27	21 (2021)	-6
GD94m35	350°	410	172 (2021)	-238
SB23m1 (cf)*	350°	1	-	-
SB15m2	360°	606	101 (2017)	-505 (2017)

* Nuovo segnale, coordinate WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 644358.192 5179726.069.

828 *Vedretta della Croda Rossa - Rotwand Ferner*

Operatori: Matteo Toro e Manuela Rizzi (SGAA) -
Controllo del 2023.09.01

Il corpo glaciale ha mantenuto complessivamente la stessa morfologia dell'anno precedente, pur mostrando un ulteriore assottigliamento. Durante il sopralluogo, erano presenti circa 5 cm di neve fresca, che non hanno consentito di individuare il limite della neve vecchia. Alcuni crepacci trasversali sono visibili a valle del cambio di pendenza, situato circa 50 m a monte della fronte. Sono state osservate alcune finestre rocciose in destra idrografica, poco a monte del settore ispezionato.

Nella zona frontale sono presenti accumuli di morene di copertura, mentre il detrito è assente sulla superficie del settore frontale esaminato. La fronte ha una forma ad unghia, con pendenza uniforme. In prossimità della fronte è stata rilevata una cavità a forma triangolare, all'interno della quale sono visibili i vari strati che compongono il corpo glaciale. È presente un unico torrente con portata al centro della fronte. Si presume l'assenza di neve vecchia anche nel settore più elevato.

Quota min. fronte: 2945 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB1301	162°	116	96	-20



818 - Vedretta della Grava - *Graf Ferner* (foto S. Benetton, G. Benetton, 2023.08.19). Il ghiacciaio mostra ghiaccio vivo nella parte inferiore, con poche chiazze di neve residua. La fronte appare piatta e ben definita, mentre il detrito è visibile lungo i margini del ghiacciaio. In primo piano, si nota una marcata ablazione, con torrenti proglaciali ben visibili. *The glacier shows live ice in the lower part, with few patches of residual snow. The glacier front appears flat and well-defined, while debris is visible along the glacier's edges. In the foreground, significant ablation can be seen, with well-defined proglacial streams.*

829 *Vedretta di Tessa - Texel Ferner*

Operatori: Matteo Toro e Manuela Rizzi (SGAA) -
Controllo del 2023.09.01

A causa della nevicata del 28-29 agosto, le condizioni generali del ghiacciaio non sono facilmente rilevabili; la fronte è mascherata dai detriti, sebbene sia parzialmente visibile grazie alle incisioni generate dai torrenti proglaciali. La copertura detritica sull'intero corpo glaciale rimane estesa e il ghiacciaio appare complessivamente meno voluminoso. I crepacci non sono rilevabili. Il contrafforte roccioso a quota 3100 m è sempre più evidente. I detriti coprono il ghiacciaio nella parte più alta del bacino e sono diffusi sia in sinistra che in destra idrografica. Nella parte terminale formano un massiccio corpo, suddiviso in tre lobi principali, dai quali il ghiacciaio affiora solo in aree limitate.

La fronte è sepolta sotto i detriti e suddivisa in tre lobi principali che si estendono progressivamente verso la piana proglaciale, da ovest a est. La posizione della fronte è stata determinata grazie all'incisione di uno dei torrenti proglaciali, che ha portato alla luce il ghiaccio sul lobo mediano,

consentendo di stabilirne la connessione con la parte affiorante, situata circa 50 m più in alto. Gli scaricatori principali emergono sia dalla destra che dalla sinistra idrografica, mentre i torrenti proglaciali centrali appaiono più modesti. La torbidità e la portata sono elevate (misurate alle 15:30), nonostante le temperature contenute.

Da metà giugno fino alla nevicata del 28-29 agosto, la stazione meteo più vicina al bacino (Senales Teufelsegg, quota 3035 m s.l.m., circa 17 km a ovest) ha registrato temperature medie giornaliere sempre superiori a 0 °C, con l'eccezione di 4 giorni. Nelle prime ore pomeridiane del 22 e 24 agosto, la temperatura ha raggiunto i 15 °C. È stata rilevata la presenza di diversi tipi di aracnidi in prossimità della fronte.

Quota min. fronte: 2825 m

Segnale	Direzione della misura	Distanze (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UM79m138	175°	516	465	-51



875 - Vedretta di Malavalle - Uebeltal Ferner (foto F. Secchieri, 2023.09.30). Il complesso di lingue glaciali mostra estesi accumuli di depositi morenici. Numerose le morene mediane e gli accumuli di detriti e crolli sui fianchi vallivi. A valle della fronte principale si osservano ampi depositi proglaciali. Lo scaricatore è ulteriormente alimentato dagli emissari dei laghetti proglaciali che si scorgono in destra. *The complex of glacial tongues shows extensive morainic deposit accumulations. Numerous medial moraines and debris accumulations from valley wall collapses are visible. Below the main glacier front, large proglacial deposits are observed. The outlet is further fed by streams from proglacial lakes visible on the right.*

Bacino: ISARCO - ADIGE

Gruppo Breonie

875 Vedretta di Malavalle - Uebeltal Ferner

Operatore: Gianluigi Franchi (CGI) -
Controllo del 2023.09.30

Dall'anno idrologico 2001/02 è in atto su questo ghiacciaio lo studio del bilancio di massa. Il bilancio invernale del 2022/23 (con accumulo nevoso rilevato il 22 maggio) ha registrato 858 mm di *w.e.*, risultando inferiore del 32% alla media dei 22 anni, pari a 1264 mm *w.e.*, e collocandosi al ventesimo posto della serie. Come l'anno scorso, l'estate molto calda ha provocato la fusione della scarsa neve invernale su tutto il ghiacciaio (AAR = 0%), oltre alla fusione di parte del nevato alle alte quote.

Il bilancio specifico annuale 2022/23 (conclusosi il 30 settembre) con -2303 mm *w.e.* si colloca al 21° posto su 22 anni, con una media annuale di -1052 mm *w.e.* Per quanto riguarda la perdita di spessore, presso le 15 paline situate sotto i 3000 m, è stata rilevata una riduzione media di -343 cm di ghiaccio, mentre la media annuale in 22 anni è stata di -149 cm.

L'ELA è stata calcolata a 3419 m, pochi metri sotto la quota massima del ghiacciaio, e circa 400 m al di sopra dei 3005 m dell'ELA, la quota teorica per l'equilibrio. Il ghiacciaio ha subito un forte arretramento (-69 m) e un restringimento della zona frontale, a causa dei bilanci negativi degli ultimi due anni e dell'ampliamento delle zone rocciose precedentemente coperte dal ghiaccio.



875 - Vedretta di Malavalle - *Uebeltal Ferner* (foto G. Franchi, 2023.09.30). In primo piano si scorge un lago di circo dalle acque blu intense, formatosi a seguito del ritiro del ghiacciaio. Sullo sfondo, il complesso delle lingue glaciali mostra estesi depositi glaciali e morene mediane. I fianchi vallivi sono caratterizzati da depositi morenici e fenomeni di crollo. *In the foreground, a blue-colored cirque lake is visible, formed as a result of the glacier's retreat. In the background, the complex of glacial tongues shows extensive glacial deposits and medial moraines. The valley walls are characterized by morainic deposits and collapse phenomena.*

Quota min. fronte: 2610 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF15m200 Quota 2583 m	240°	406	337	-69

876 *Vedretta Pendente - Hangender Ferner*

Operatore: Gianluigi Franchi (CGI) -
Controllo del 2023.09.30

Dall'anno idrologico 1995/96 è in corso su questo ghiacciaio lo studio del bilancio di massa. L'accumulo nevoso invernale, misurato a partire dal 1999, quest'anno (rilievi del 22 maggio) ha registrato 1211 mm di *w.e.*, risultando inferiore alla media del 25%, collocandosi al 22° rango della serie di 25 anni.

Alla fine di luglio, il ghiacciaio risultava quasi completamente privo di copertura nevosa; al termine della stagione, il 30 settembre, il bilancio specifico annuale è stato di -3703 mm *w.e.* (media della serie di 28 anni pari a -1331 mm), posizionandosi al 28° posto e risultando addirittura inferiore al minimo storico registrato l'anno scorso. In ventotto anni, la perdita globale sul Pendente è stata pari a una lama d'acqua di 37 m *w.e.*, corrispondente a una riduzione di spessore di 41 m di ghiaccio.

Il destino della Vedretta Pendente appare ormai segnato: i bacini Occidentale e Centrale mantengono ancora una struttura sufficiente, mentre quello Orientale è quasi scomparso, con la superficie glaciale che si restringe, liberando aree rocciose e coprendosi di detriti che scivolano sulle placche ghiacciate a sud della Cresta Rossa. La fronte, che era collassata lo scorso anno, si è ulteriormente ritirata di 31 m, apparendo appiattita e frantumata, e si trova ancora su un pianoro.

Quota min. fronte: 2625 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF90m5 (cf) Quota 2607 m	345°	358	327	-31

880 Ghiacciaio Montarso - Feuersteinferner

Operatore: Ivan Bertinotti (SGAA) -
Controllo del 2023.10.04

Si conferma la separazione del bacino tra Punta Lorenzo e Punta Rocol, che ha portato al raddoppio del lago glaciale (di margine glaciale). Il ghiacciaio ha evidenziato la mancanza di un bacino di accumulo. Aree di nevato delle annate precedenti sono visibili sotto Punta Lorenzo, con esposizione NNE, mentre la fascia rocciosa sotto il passo dell'Acla si è completamente scoperta. La distanza di separazione della massa glaciale, ora isolata dal corpo principale, supera ormai i 50 m.

Il corpo principale ha subito una significativa perdita di massa, con una riduzione dello spessore di circa 5 m. La fase di fusione in atto era resa evidente, durante il sopralluogo, dall'abbondante portata dei torrenti glaciali, incluso il torrente principale. In sinistra orografica, il restringimento della lingua glaciale continua, alimentando la lingua pensile. La neve vecchia era già completamente assente ad agosto.

La grande massa d'acqua portata dagli intensi temporali estivi ha causato una piena del ruscello principale (Rio Fleres), con incisione dell'alveo tra quota 2200 e 2350 m e un dislivello in alcuni punti superiore ai 15-18 m. Numerose frane si sono verificate dalle pareti rocciose del settore superiore, a causa dalla fusione del permafrost, con la conseguente formazione di conoidi sulla superficie ghiacciata.

Quota min. fronte: 2700 m

ALPI NORICHE

Bacino: RIENZA - ISARCO

Gruppo delle Aurine

908 Ghiacciaio Rio Torbo - Trippach Kees

Operatori: Gianni Moreschi e Osvaldo Zambelli (SGAA) -
Controllo del 2023.10.31

La fronte del ghiacciaio appare libera da detriti e ben delineata, con un notevole ruscamento frontale. Il ghiacciaio mostra un lieve ritiro frontale e una riduzione dello spessore. La parte sommitale è ancora ricoperta da modeste placche di nevato, ma la neve vecchia è assente.

Nel settore sinistro si osserva un notevole affioramento del letto roccioso. Sono presenti alcuni crepacci, con ruscamento sottostante, che non erano stati rilevati negli anni precedenti. La superficie è ricoperta da uno strato di neve di circa 10 cm, caduta nei giorni precedenti.

Si segnala la possibile presenza di una massa di ghiaccio morto, coperta da detriti, pochi metri a valle della fronte.

Quota min. fronte: 2750 m

Gruppo delle Pusteresi

912 Vedretta di Pedroi - Prettau Kees

Operatori: Stefano Covi e Alessandro Covi (SGAA) -
Controllo del 2023.09.01

La fronte del ghiacciaio appare ricoperta da un leggero strato di neve fresca. La superficie del ghiacciaio è molto irregolare, con una notevole presenza di crepacci nel corpo centrale e superiore, e numerosi detriti sul lato sinistro. La zona meridionale ha subito una significativa riduzione di spessore, con una consistente presenza di massi e detriti. Un copioso ruscamento è stato osservato sul lato destro della fronte. Il ghiacciaio e le cime sovrastanti sono ricoperti da un leggero strato di neve fresca, caduta nei giorni precedenti. È visibile a occhio nudo il notevole ritiro rispetto al precedente rilevamento.

Quota min. fronte: 2581 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MC14m58	130°	296	205	-91*

* La fronte è di difficile individuazione per la presenza di numerosi detriti sulla superficie meridionale del ghiacciaio. Di conseguenza la misurazione della distanza dal segnale è stimata.

920 Ghiacciaio Rosso Destro - Rotkees

Operatori: Stefano Covi e Pietro Dai Zotti (SGAA) -
Controllo del 2023.09.05

La fronte del ghiacciaio appare in evidente ritiro, tanto che ora è appena visibile dal segnale, poiché si trova sopra un salto roccioso. Di conseguenza, dal prossimo rilevamento sarà necessario individuare un nuovo segnale più vicino alla fronte. Il ghiacciaio si trova in uno stato di riduzione significativo, sia per l'arretramento della fronte, sia per la diminuzione della massa glaciale complessiva. Sono presenti numerosi crepacci e detriti rocciosi, particolarmente concentrati nella zona destra.



920 - Ghiacciaio Pizzo Rosso - *Rotkees* (foto S. Covi, P. Dai Zotti, 2023.09.05). La fronte del ghiacciaio è in evidente ritiro, situata appena sopra un salto roccioso. In primo piano, si scorge un piccolo lago proglaciale, formatosi recentemente. Sulla sinistra idrografica, il torrente glaciale scorre in una incisione tra roccia e depositi detritici, mentre al centro, in distanza, è visibile una copertura di materiale franato dalla parete sovrastante. *The glacier front is in clear retreat, located just above a rock step. In the foreground, a small proglacial lake can be seen, recently formed. On the left bank, the glacial stream flows through an incision between rock and debris deposits, while in the center, a layer of material collapsed from the overlying wall is visible.*

Il torrente glaciale scorre sul lato sinistro, dove si è formato un piccolo lago in prossimità del segnale, lago che non era presente negli anni precedenti. Al centro del settore centrale è visibile un'estesa copertura di materiale detritico franato dalla sovrastante parete in sinistra orografica. Una fascia di nevato si estende ai piedi della grande parete sommitale. Quota min. fronte: 2675 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
DF12m20	158°	247	221 (2021)	-26

926 *Ghiacciaio Occidentale di Sassolungo - Westl. Lenkestein Ferner*

Operatori: Giovanni Saccon (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2023.09.17

Il ghiacciaio si presenta quasi completamente privo di neve invernale, che ricopre solo il lembo sommitale sotto le pareti rocciose della cima del Collalto. Nel settore superiore

sono presenti numerosi crepacci che caratterizzano quasi interamente la superficie. Finestre rocciose assenti. Si osserva una notevole presenza di copertura morenica, in aumento su tutta la superficie, con maggiore concentrazione nel settore centrale e inferiore. Attualmente, l'altezza della fronte è stata stimata a 4 m, ma è in fase di riduzione, anche a causa del crollo di blocchi di ghiaccio lungo fratture semicircolari.

Per quanto riguarda le acque, non si segnalano variazioni rispetto agli anni precedenti. Non sono presenti torrenti epiglaciali, ma la portata del torrente principale è notevole, a causa della consistente fusione della massa glaciale. Si segnala la possibile presenza di ghiaccio morto, coperto da detriti, a valle della fronte in destra orografica.

Quota min. fronte: 2566 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GS22m17	150°	36	17	-19
GS22m17	180°	44	-	-

Operatore: Giorgio Cibir (CGI) - Controllo del 2023.10.01

Il settore frontale e i fianchi del ghiacciaio mostrano un evidente assottigliamento. La porta glaciale appare ampia e segnata da vistosi crolli.

Quota min. fronte: 2640 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FS79	140°	510	480	-30

927 Ghiacciaio di Collalto - Hochgall Kees

Operatori: Giovanni Saccon (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2023.09.17

Il ghiacciaio si presenta privo di neve invernale. Quest'anno si è registrato un ritiro superiore alla media degli anni precedenti, con una sensibile perdita di spessore. Sono presenti pochi crepacci di dimensioni contenute. È stata osservata una nuova, piccola finestra rocciosa al centro del ghiacciaio, in prossimità del cambio di pendenza, con dimensioni stimate di 8 × 6 m. Morene e detriti non hanno subito variazioni significative rispetto agli anni precedenti, ma la copertura morenica nel settore inferiore rimane consistente. La cavità formatasi nella fronte lo scorso anno mantiene notevoli dimensioni, con uno sviluppo stimato tra 35 e 40 m, una larghezza di 8 m e un'altezza di 3.5 m. La portata del torrente che origina dalla fronte del ghiacciaio non ha subito variazioni rispetto all'anno precedente. Le dimensioni del lago proglaciale sono rimaste invariate e non sono presenti torrenti epiglaciali.

Quota min. fronte: 2637 m

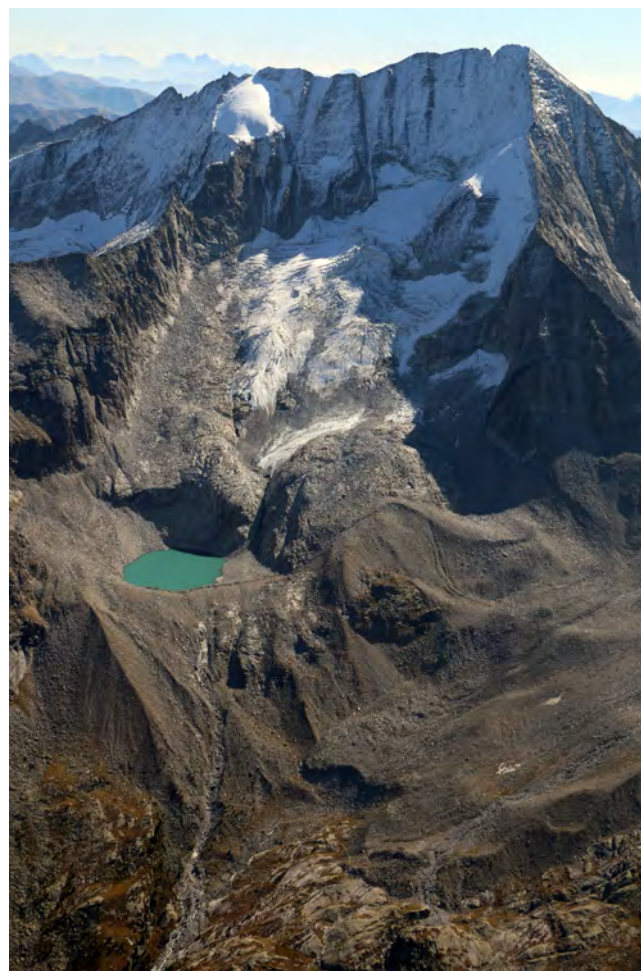
929 Vedretta del Gigante Centrale- Zentrales Rieser Kees

Operatore: Enrico Valcanover (SGAA) - Controllo del 2023.10.01

Il ghiacciaio ha registrato una notevole perdita di estensione e spessore nella zona frontale. Non è visibile neve vecchia sulla superficie. Crepacci e finestre rocciose sono assenti nel settore centrale e inferiore. È presente abbondante materiale detritico nel settore superiore di destra, sotto la cima del Collaspro. Si segnala la possibile presenza di una modesta quantità di ghiaccio sepolto nel settore sinistro della fronte. La fronte ha una morfologia piatta, ad unghia. Il settore di sinistra idrografica è di difficile individuazione a causa della copertura di materiale morenico. Sono presenti alcune *bédière*, prive di portata al momento del rilievo. Il torrente glaciale principale mostrava una portata relativamente modesta.

Quota min. fronte: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
93 P.P.P.	140°	1106	1097	-9
EV18m496	125°	580	571	-9
EV19m1	125°	84	75	-9



927 - Ghiacciaio di Collalto - Hochgall Kees (foto F. Secchieri, 2023.09.17). Il ghiacciaio appare interessato da una leggera nevicata che interessa il tratto superiore. La superficie è fittamente crepacciata e interessata da coperture detritiche sparse, particolarmente abbondanti sui fianchi. In primo piano si scorge il lago proglaciale, mentre una nuova finestra rocciosa è visibile al centro del ghiacciaio, in prossimità del cambio di pendenza. La cavità che alimenta lo scaricatore glaciale, presente alla fronte, ha mantenuto dimensioni notevoli. *The glacier appears to have been lightly snowed on, particularly in the upper section. The surface is densely crevassed and scattered with debris, especially abundant along the flanks. In the foreground, the proglacial lake is visible, while a new rock window has appeared at the glacier's center, near the slope change. The cavity feeding the glacial outlet at the front has maintained significant dimensions.*



929 - Vedretta del Gigante Centrale - *Zentrales Rieser Kees* (foto F. Secchieri, 2023.10.01). Il ghiacciaio, particolarmente evidente nel circo sulla destra della foto, presenta una fronte piatta, parzialmente ricoperta da detrito, che si estende con spessori significativi anche nei tratti frontali esterni al ghiacciaio. Il settore sinistro idrografico è caratterizzato da detriti morenici, mentre sul lato destro, sotto la cima del Collaspro, si accumula materiale di crollo. *The glacier, particularly prominent in the cirque on the right of the photo, shows a flat front partially covered by debris, which extends with significant thicknesses even in the outer frontal sections. The left-hand hydrological sector is characterized by morainic debris, while on the right, beneath the Collaspro peak, collapse material accumulates.*

DOLOMITI

Bacino: AVISIO - ADIGE

Gruppo Marmolada

941 *Ghiacciaio Principale della Marmolada*

Operatori: Mauro Varotto, Giovanni Benetton
e Simone Moro (SAT) - Controlli del 2023.10.26-28

Al momento del sopralluogo, il ghiacciaio appariva completamente sgombro e privo di neve residua, ad eccezione di alcuni limitati settori protetti in prossimità delle creste di Serauta e sotto Punta Penia. Rispetto alla rilevazione precedente del 2021, si segnala il fenomeno paros-

sistico avvenuto il 3 luglio 2022, quando il crollo di un lembo di ghiacciaio, fortemente seraccato a monte, sotto Punta Rocca, ha generato una valanga di circa 64 000 m³ di ghiaccio e detriti, che ha travolto e ucciso 11 alpinisti lungo la via normale sul ghiacciaio, non lontano dal segnale M1.

Nel settore orientale, tutte le misure indicano un arretramento accompagnato da un evidente assottigliamento dello spessore. La differenza di altezza, superiore ai 5 m, tra l'accumulo pluriennale della pista da sci, indotto dai teli geotessili della società funivie Marmolada Spa, e la superficie circostante del ghiacciaio, sempre più bassa e ricoperta da abbondante detrito superficiale, ne è una chiara dimostrazione. A valle di S5, il detrito ricopre quasi completamente la falda glacializzata.

Nel settore centrale, caratterizzato da spessori sempre più ridotti, l'arretramento è più marcato in corrispondenza di F1, mentre in F2 la posizione rimane pressoché stabile, seppur con un progressivo assottigliamento.

I maggiori valori di arretramento sono stati misurati sulla fronte occidentale, in corrispondenza di M1, con un ritiro di quasi 90 m/anno. Questo settore presenta una consistente scia di detrito superficiale, derivata dal passaggio della valanga di ghiaccio del 3 luglio 2022.

Anche quest'anno, la campagna glaciologica ha coinvolto un gruppo di 20 persone, in collaborazione con il Museo di Geografia (IV edizione), per sensibilizzare la popolazione sugli effetti del riscaldamento globale.

Quota min. fronte orientale: 2650 m; fronte centrale: 2830 m; fronte occidentale: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Fronte orientale				
S2m250 (cf)	180°	107	86 (2021)	-21
S3m100 (df)	180°	173	168 (2021)	-5
S4m50 (df)	180°	150	140 (2021)	-10
S5m100 (df)	180°	149	96 (2019)	-53
Fronte centrale				
F1m450 (sf)	180°	374	316 (2021)	-58
F2m450 (cf)	180°	348	348 (2021)	0
Fronte occidentale				
M1 (cf)	210°	290	112 (2021)*	-178
M2 (df)	180°	381	368 (2021)*	-13

* Dato non pubblicato nella campagna 2021.

941.1 Ghiacciaio Principale della Marmolada (settore occidentale)

Operatore: Gino Taufer e Nicola Marchio (SAT) - Controlli del 2023.10.07

L'apparato non presentava alcuna copertura nevosa, né di neve fresca, né di neve residua dell'inverno precedente. L'unica misura significativa è stata effettuata dal punto S1_Bis_18, segnalato con vernice rossa sul posto alle coordinate indicate, allineato sull'azimut 185. Non è stato necessario rinnovare la colorazione del punto di misura, poiché era ancora ben visibile. La misura rilevata, con diverse prove, è stata di 247.5 metri fino al primo punto visibile di ghiaccio sicuro, rispetto ai 40 m del 2022. La parte sottostante questa misura, se ancora esistente, risulta staccata dal resto e completamente coperta da detriti. Le acque di scorrimento hanno modellato significativamente il terreno, scavando canali e trasportando detriti; sono inoltre emerse rocce lisce, ora

scoperte dal ghiaccio. La misurazione è stata eseguita, come l'anno precedente, con un telemetro digitale Rxiry modello XR1800C, dotato di bussola integrata. L'apparato glaciale risulta staccato dalla fascia rocciosa centrale, mentre la parte bassa è completamente coperta da detriti. Nella parte alta, il detrito è scarso e non sono visibili crepacci.

Quota min. fronte: 2796 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S1bis/18	185°	247.5	40	-207.5

Gruppo Pale

947 Ghiacciaio del Travignolo

Operatori: Gino Taufer e Carlo Albino Turra (SAT) - Controlli del 2023.10.02

L'apparato si presenta completamente privo di neve, con un'abbondante copertura detritica nella parte bassa e, seppur in misura minore, anche nella parte alta. Sono presenti numerosi crepacci nella parte medio-alta, simili a quelli osservati lo scorso anno. Il laghetto di fusione posto sulla fronte del ghiacciaio, segnalato già nel 2022, persiste. L'arretramento della fronte, sebbene registrato negli ultimi anni, risulta meno significativo rispetto alla marcata diminuzione di spessore lungo tutto l'apparato. I segnali generali (crepacci, crolli, assenza di neve vecchia) indicano una condizione di estrema sofferenza e una continua contrazione in volume e superficie.

Come lo scorso anno, il rilievo è stato eseguito utilizzando un telemetro digitale Rxiry modello XR1800C, dotato di bussola integrata per fornire l'azimut. Il telemetro è stato posizionato su un cavalletto amagnetico. Data la disponibilità dell'attrezzatura, oltre alle solite misurazioni frontali sugli azimut assegnati, sono state eseguite misurazioni su una sezione con azimut 150°, rispetto a un nuovo punto di misura, denominato T7, materializzato sul terreno. Da questo nuovo punto è stata rilevata la distanza della fronte (30 m), e verrà utilizzato anche nei prossimi anni.

Quota min. fronte: 2397 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
T5	150°	175	138	-37
T7	150°	30	-	-



947 - Ghiacciaio del Travignolo (foto C. Ferrari, 2023.11.24). Il ghiacciaio appare completamente privo di neve, con una copertura detritica abbondante soprattutto nella parte bassa. Numerosi crepacci sono presenti nella parte medio-alta. In primo piano si scorge il laghetto di fusione alla fronte del ghiacciaio, formatosi già nel 2022 e ancora presente. La riduzione dello spessore è evidente lungo tutto l'apparato, segno di una continua contrazione. *The glacier is completely snow-free, with abundant debris cover, especially in the lower part. Numerous crevasses are present in the mid-to-upper section. In the foreground, the meltwater lake at the glacier front, which formed in 2022, is still present. The reduction in thickness is evident across the entire glacier, indicating continuous contraction.*

Bacino: CORDEVOLE - PIAVE

950 Ghiacciaio della Fradusta

Operatori: Gino Taufer e Carlo Albino Turra (SAT) -
Controlli del 2023.09.28

Il 28/09/2023 sono stati eseguiti i rilievi delle misure frontali dai punti F5 e dal nuovo F6. I dati, sovrapposti ai rilievi topografici degli anni precedenti e integrati nel GIS, hanno evidenziato una riduzione della superficie, passando dai 26 668 m² del 2019 ai 23 029 m² del 2022 e ai 21 398 m² del 2023. Questa diminuzione, seppur significativa, non

risulta particolarmente rilevante su un periodo di 4 anni, considerando che nel 2019 era presente neve residua dal nevoso inverno precedente.

Il dato più importante è la sovrapposizione della sezione principale (azimut 144°), che evidenzia una perdita di spessore medio di 5.45 m negli ultimi 4 anni e di 9.35 m medi tra il 2016 e il 2023. La perdita di spessore medio nel solo 2023 è stimata in 1.95 m. Si presume che lo spessore residuo nella parte centrale sia ridotto a pochi metri.

La superficie del ghiacciaio è scarsamente coperta da detriti, che si concentrano principalmente nella parte bassa, e non è presente neve vecchia dall'inverno precedente, neppure nella zona alta protetta dalla falesia rocciosa, dove solitamente si conservava. La parte centrale mostra segni di sofferenza, essendo quella più esposta alla radiazione solare, e ha assunto una marcata conformazione concava. Al momento del rilievo, l'acqua di fusione risultava abbondante, con la presenza di numerosi laghetti effimeri di medie dimensioni, non rilevati negli anni precedenti.

È stato creato il nuovo punto F6, distante 8 m dalla fronte, poiché dal punto F5 la misura risultava imprecisa e difficile da rilevare. Il rilievo topografico con la stazione Wild non viene più effettuato; al suo posto è stato eseguito un rilievo con telemetro digitale Rxiry modello XR1800C, dotato di bussola azimutale, montato su un cavalletto magnetico di altezza nota. Questo ha permesso di calcolare con discreta precisione le coordinate e la quota dei punti rilevati. Sebbene la precisione sia inferiore rispetto al rilievo topografico, presenta vantaggi in termini di sicurezza, velocità di esecuzione e la possibilità di operare con un solo rilevatore (anziché i tre richiesti per il rilievo topografico).

Quota min. fronte: 2783 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
F5	174°	126	126	0
F6	156°	8	-	-

Bacino: OTEN - PIAVE

Gruppo Antelao

966 Ghiacciaio Superiore dell'Antelao

Operatori: Giuseppe Perini (CGI), Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2023.08.24

Dopo un secondo inverno consecutivo con scarse nevicate, le precipitazioni sono riprese nella tarda primavera, principalmente nel mese di maggio. Tuttavia, l'ennesima estate calda, seppur leggermente meno intensa rispetto all'anno precedente, ha favorito la fusione della neve fino alle quote



950 - Ghiacciaio della Fradusta (foto: G. Taufer, C. A. Turra, 2023.09.28). Il ghiacciaio mostra una riduzione significativa di superficie e spessore rispetto agli anni precedenti. Non è presente neve residua dall'inverno precedente, neppure nella parte alta protetta dalla falesia rocciosa. La conformazione centrale del ghiacciaio appare concava, sintomo della fusione accelerata che sta subendo. Si osservano diversi laghetti effimeri formatisi dall'acqua di fusione, non rilevati negli anni precedenti. *The glacier shows a significant reduction in both surface area and thickness compared to previous years. No residual snow from the previous winter is present, not even in the upper section protected by the rock cliff. The central part of the glacier appears concave, a sign of accelerated melting. Several ephemeral meltwater lakes have formed, which were not observed in previous years.*

più elevate. Al momento dei rilievi, era visibile del nevato solo nel bacino di accumulo, a ridosso della parete dell'Antelao, a quote superiori ai 2850 m. Il lobo destro presenta un restringimento significativo, situato decisamente più a monte della fronte. Sono presenti crepacci trasversali in corrispondenza del cambio di pendenza alla base del bacino di accumulo, quest'anno più evidenti rispetto allo scorso anno. Finestre rocciose assenti. La copertura detritica è rimasta simile a quella dell'anno precedente, ricoprendo gran parte del settore inferiore e centrale del ghiacciaio.

Il lobo destro, che ricorda un lungo cordone morenico, è completamente ricoperto da detriti, con un margine frontale evidente ma assottigliato rispetto al 2022, arrivando ancora con la parte inferiore a lambire il lago proglaciale. La fronte appare asimmetrica, con il lobo destro completamente coperto da detriti e situato a una quota sensibilmente inferiore. Il margine frontale è prevalentemente riconoscibile.

I due laghi proglaciali non presentano affluenti o effluenti, a causa della natura carsica della zona, e mantengono condizioni simili a quelle dello scorso anno. Sono presenti due *bédière* nel settore in destra idrografica: una a sinistra e l'altra a destra del grande cono di ghiaccio, coperto da detriti, attraverso cui scorre abbondante acqua di fusione, rilevata durante questa calda giornata estiva.

Quota min. fronte: 2520 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP2014m15	240°	96	85	-11
GP2017m7 (cf)	230°	37	17 (2020)	-20
GP2007m5	250°	48	40	-8
GP23m4 (sf)*	240°	4	-	-

* Coordinate: WGS84/UTM, 32N (EPSG:32632): 751284.75, 5150104.15.

967 Ghiacciaio Inferiore dell'Antelao

Operatori: Giuseppe Perini (CGI), Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2023.08.24

Non si osservano finestre rocciose esposte, mentre abbondanti depositi detritici, compresi grandi massi, si trovano sia sulla superficie glaciale sia a valle. La fronte del ghiacciaio, coperta da detriti, risulta difficile da delineare chiaramente, con l'acqua che scorre in piccoli ruscelli proglaciali.

Il ghiacciaio si presenta quasi del tutto privo di neve stagionale, con solo alcune aree nevose residue, formatesi a seguito di valanghe lungo le pareti rocciose. Nel canale centrale si osservano soltanto alcune chiazze di neve e blocchi isolati di ghiaccio morto. A monte di questa zona, nonostante l'estesa copertura di detriti, il limite glaciale rimane individuabile. I crepacci, quasi interamente celati dalla coltre detritica, sono visibili solo in alcune zone alla base del canale Menini.

Complessivamente, la fase attuale del ghiacciaio è caratterizzata da un ritiro progressivo e da una copertura detritica molto estesa.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GPI2m5 (cf)	180°	17	13	-4

APPENNINI

Bacino: MAVONE - VOMANO

Gruppo Gran Sasso d'Italia

1006 Ghiacciaio del Calderone

Operatori: Massimo Pecci (PCM-Dipartimento per gli affari regionali e le autonomie, CGI), David Cappelletti (Università di Perugia, CGI), Giulio Esposito (CNR-IIA, Roma), Pinuccio d'Aquila (Engeoneering Srls, Chieti), Mattia Pecci (CGI, UniSapienza, Roma), Paolo Tuccella (Cetemps, L'Aquila) - Controlli del 2023.06.17 e del 2023.09.18

La prima parte della stagione estiva 2023, sul Centro Italia, è stata caratterizzata da anomalie termiche contenute rispetto alla media 1991-2020, ma allo stesso tempo le temperature sono state di circa 2 °C più elevate, se confrontate con il clima del trentennio 1961-1990. Le precipitazioni invece sono state poco al di sopra dei valori di riferimento degli ultimi trenta anni. Le condizioni climatiche di luglio e agosto, invece, sono state caratterizzate dalla persistenza sul Mediterraneo di anomalie positive di geopotenziale, associabili alla presenza persistente dell'anticiclone africano, con anomalia termiche sul Centro di circa 1.5 °C alla quota di 850 hPa (circa 1500 m s.l.m.). Le condizioni di stabilità e temperature al di sopra delle medie hanno caratterizzato anche i primi due mesi dell'autunno, si sono interrotte solamente per un breve periodo a inizio settembre e, poi, a fine ottobre.

Il primo sopralluogo è stato condotto nella giornata di sabato 17 giugno 2023, con un po' di ritardo per via del maltempo e delle abbondanti precipitazioni nevose,

che hanno mantenuto condizioni del terreno e della relativa sicurezza di tipo invernale fino a inizio giugno; tale ritardo è stato, però, confrontabile con quello degli anni precedenti (che era dovuto agli effetti della Pandemia), permettendo, comunque, la continuità della serie storica delle osservazioni glacio-nivologiche, a partire dal 1994. Le condizioni ambientali e di innevamento riscontrate sono ben rappresentate in Fig. 1, e hanno permesso l'esecuzione del profilo del manto nevoso e il campionamento della neve al suolo, effettuato nel consueto sito di scavo della trincea di neve a quota 2.700 m circa, ben visibile in Fig. 1, nel glacionevato del Calderone inferiore, poco al di sotto delle rocce montonate, e di campioni di acqua di fusione.

Dal punto di vista nivologico, sul manto nevoso che ricopriva interamente il circo del Calderone, nel glacionevato inferiore sono stati misurati spessori variabili tra 4.1 m e 10.5 m di neve di accumulo invernale, mentre, nel glacionevato superiore, gli spessori sono risultati variabili tra 2.3 m e 4.6 m, superiori rispetto all'anno precedente, a causa delle abbondanti precipitazioni che si sono protratte nel periodo inizio aprile - fine giugno.

Il 18 settembre 2023, sono state svolte le consuete attività di monitoraggio di fine stagione di ablazione, dopo un'estate costantemente calda, ma tale da evidenziare ancora l'abbondante presenza di neve al suolo in entrambi i *glacieret*, come si evince dalla Fig. 2. Nel corso del sopralluogo sono state rilevate le 4 zone ben visibili anche in Fig. 2, in cui la neve stagionale, riferibile all'inverno precedente, si è conservata, con uno spessore massimo stimato in circa 2.5 m (spessore medio stimato in circa 1.0 m). Nella parte più depressa del glacionevato inferiore è affiorato del nevato degli anni precedenti, in corso di trasformazione in ghiaccio, evidentemente non più protetto dalla neve di accumulo dell'inverno 2022-2023.

Sulla placca di neve residua in corrispondenza della trincea, a quota 2700 m circa, sono stati effettuati i rilievi nivologici descrittivi e sono stati prelevati i campioni utili per le successive analisi di laboratorio chimico-ambientale. In particolare, è stata scavata una trincea fino a una profondità di 70 cm, in cui la stratigrafia era riferibile a 2 strati (il primo superficiale di qualche cm) costituiti entrambi da cristalli (grani) da fusione, in condizioni umide-bagnate in superficie e umide nello strato sottostante con profilo isotermico e densità media superficiale (primi strati) pari a circa 430 kg/m³.

È stato parallelamente condotto un rilievo fotogrammetrico da drone, con camera ad alta risoluzione e in modalità RTK (Real Time Kinematic), in modalità cinematica real-time; per il controllo dei dati e della georeferenziazione del rilievo fotogrammetrico sono stati utilizzati anche alcuni CCP (Check Control Point), i "punti noti" acquisiti mediante rilievo GPS-RTK e Celerimetrico nella precedente campagna geodetica di settembre 2021.



1006 - Fig. 1 - Ghiacciaio del Calderone (foto M. Pecci, 2023.06.17). Nel cerchio in rosso, sul sito di esecuzione della trincea nel manto nevoso, si notano, a monte e a valle della trincea, numerosi alpinisti e sci-alpinisti, al di sotto della strettoia, in tutto il pendio più ripido del glacieret inferiore, le vistose tracce di numerose valanghe di neve umida superficiale *Overview of the Calderone Glacier on 17 June 2023. The red circle highlights the site where a trench was dug in the snowpack. Numerous mountaineers and ski mountaineers can be seen both above and below the trench. On the steeper slope of the lower glacieret, below the narrow section, the prominent traces of numerous surface wet-snow avalanches are visible.*



1006 - Fig. 2 - Ghiacciaio del Calderone (foto M. Pecci, 2023.09.18). Panoramica del Ghiacciaio del Calderone con la presenza di quattro placche di nevato residuo. *Overview of the Calderone Glacier with four patches of remaining snowpack visible.*

In Fig. 3 è presentata la restituzione del mosaico delle ortofoto da drone, e, in Fig. 4, il confronto/sottrazione delle superfici digitali ottenute dall'analisi in ambiente GIS.

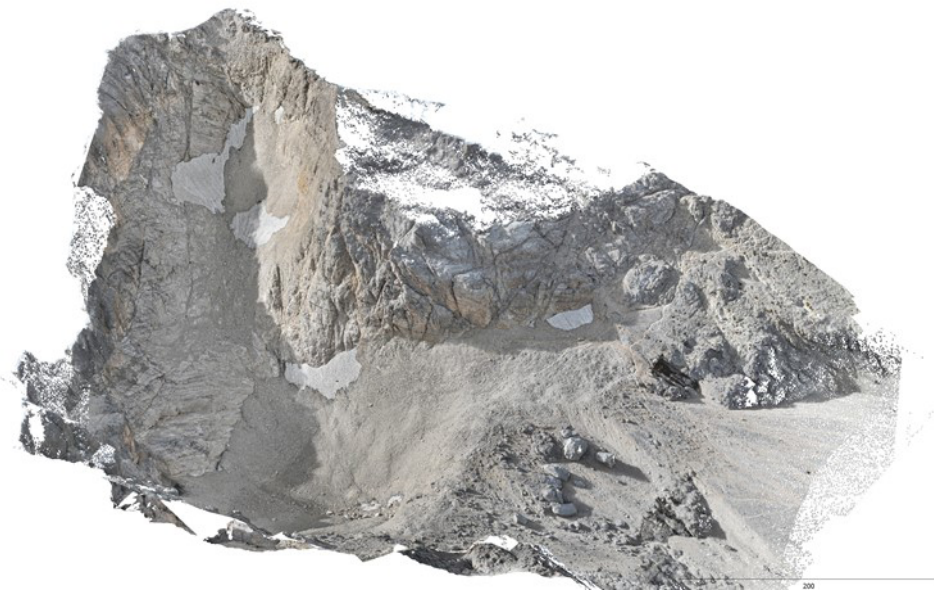
In particolare, la restituzione delle foto da drone, che hanno coperto tutta l'area di interesse con una accuratezza e precisione, maggiore che non nel 2022 (con un errore di ± 8 cm), è tale da poter considerare la superficie digitale che ne è stata generata "di riferimento", non solo rispetto al 2022, ma anche per il futuro e da permettere la determinazione dei volumi utili per il calcolo del bilancio di massa di cui all'approfondimento nell'allegata SCHEDA. Risulta che l'area del glacionevato inferiore è pari a $57\,550\text{ m}^2$ e a $17\,380\text{ m}^2$ nel glacionevato superiore, per una area totale di $74\,930\text{ m}^2$. An-

che quest'anno, la diminuzione di spessore del ghiaccio, per ablazione, si è manifestata, come variazione altimetrica, soprattutto nel glacionevato inferiore, con un volume di perdite che, complessivamente, è stato pari a $-71\,780\text{ m}^3$; viceversa si è registrato un minimo accumulo, (evidenziato dalle aree in blu della Fig. 4), in particolare nel glacionevato superiore, pari ad un volume positivo di $13\,430\text{ m}^3$, che, solo in parte trascurabile, ha compensato le perdite.

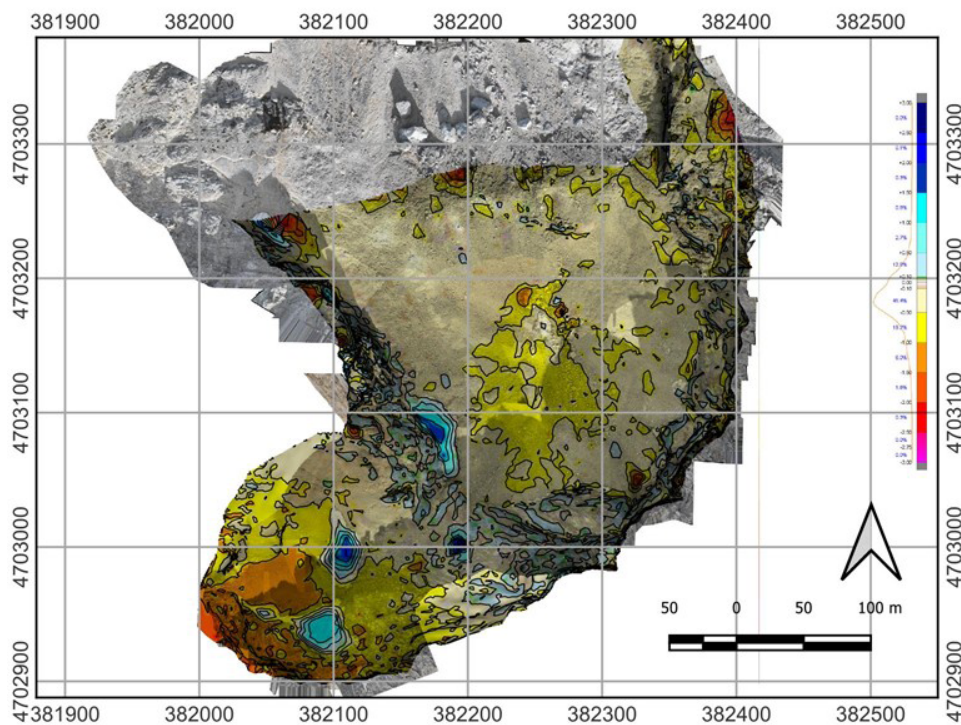
Ai fini del calcolo del bilancio di massa, quindi, sulla superficie totale dell'area glaciale di riferimento, pari a $74\,930\text{ m}^2$, è risultata una variazione volumetrica:

$$13\,430\text{ m}^3 - 71\,780\text{ m}^3 = -58\,350\text{ m}^3$$

1006 - Fig. 3 - Mosaico fotogrammetrico delle immagini acquisite tramite drone con camera ad alta risoluzione in modalità RTK (Real Time Kinematic). *Photogrammetric mosaic of images acquired by drone with high-resolution camera in Real Time Kinematic (RTK) mode.*



1006 - Fig. 4 - Cartografia di sintesi ottenuta dal confronto e sottrazione delle superfici digitali di settembre 2022 e settembre 2023, utilizzata per determinare i volumi di bilancio di massa. La legenda a colori a destra rappresenta gli spessori di neve accumulata e di nevatoghiaccio perduto durante l'estate 2023. *Summary map obtained from the comparison/subtraction of digital surfaces from September 2022 and September 2023, used as a basis for determining mass balance volumes. The color legend on the right represents the thickness of accumulated snow and the lost snow/ice during summer 2023.*



Tenuto conto che al volume, principalmente di *firn* e di ghiaccio, fuso in acqua, in accordo con quanto suggerito da Huss (2013), può essere attribuito un fattore di conversione di volume in massa (f_{DV}) pari a 850 ± 60 kg/m³, si ottiene, dividendo il volume risultante (in perdita), pari a $-58\,350$ m³, per l'area di riferimento calcolata secondo quanto precedentemente dettagliato, nel periodo considerato, pari a $74\,930$ m² e moltiplicando per il fattore di conversione di volume in massa, un bilancio

di massa specifico netto pari a -662 mm *w.e.* Tale stima tiene conto degli errori già menzionati, della conversione di volume in massa, e assume che sia ancora valido il contributo di entrambe le placche di glacionevato alla sopravvivenza dell'apparato, considerato come se fosse unitario.

RINGRAZIAMENTI

L'attività di monitoraggio è stata svolta nel corso del 2022 con il sostegno economico dell'ASI e con il conseguente contributo economico dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" – DISET, nell'ambito del progetto biennale SMIVIA (Contratto ASI & DIET-SAPIENZA "SMIVIA" n.2021-9-U.0 - CUP F85F21001230005), conclusosi a maggio 2023; l'attività di monitoraggio del 2023 è stata svolta con il contributo economico della CarispAq, che ha sostenuto il progetto *Nuove tecniche di monitoraggio del Ghiacciaio del Calderone*, di durata annuale.

CARTOGRAFIA/SITOGRAFIA

C.T.R.N. Regione Abruzzo scala 1:5000 - Edizione 2001-05 - Formato SHP

ALLEGATO

Scheda relativa alla nuova metodologia di calcolo del bilancio di massa adottata

Come già da tempo anticipato nei precedenti report, soprattutto i modesti accumuli, facilmente rilevabili sul terreno ed evidenziati a valle dei confronti tra superfici digitali annuali all'interno del circo glaciale come zone di aumento di spessore di ghiaccio, in passato venivano comunque calcolati anche se risultanti prevalentemente da locali movimenti di origine gravitativa, in una prospettiva di evoluzione paraglaciale (*sensu* Ballantyne, 2002), a carico del deposito glaciale superficiale.

Al fine di eliminare questi contributi non direttamente legati all'evoluzione degli apparati glaciali è stata proposta la seguente nuova metodologia, che è stata applicata per la

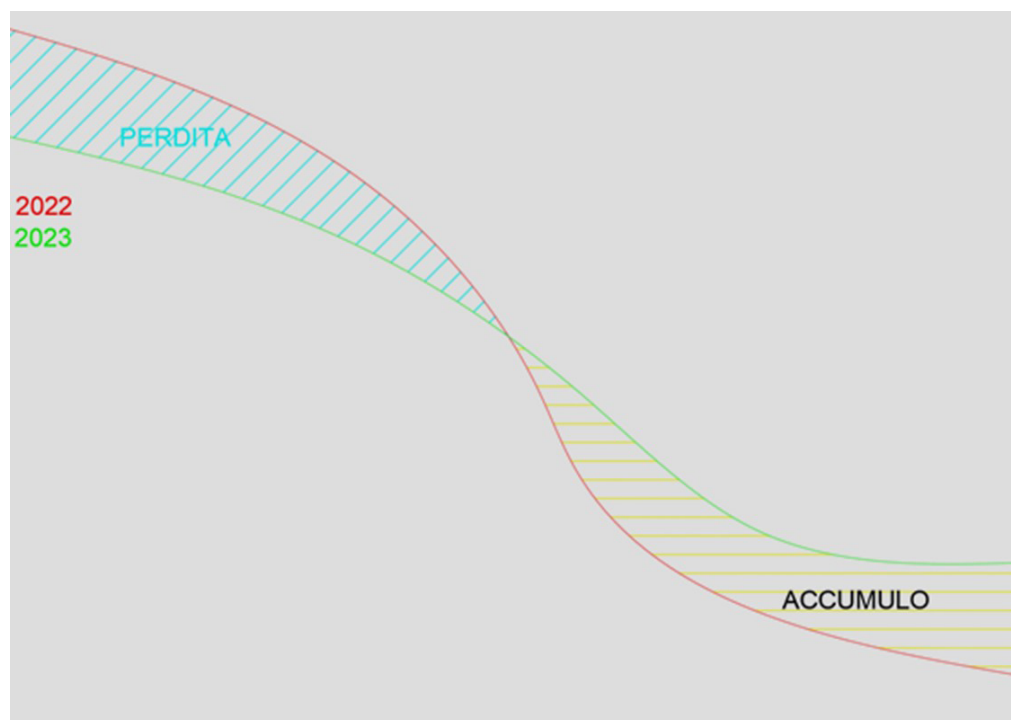
prima volta, a cominciare dal presente bilancio di massa e che viene sinteticamente descritta, al fine di una ulteriore sperimentazione, auspicabilmente anche in contesti geografici e glaciologici diversi.

Razionale: nell'ipotesi di apparati glaciali confinati all'interno di un circo, prendendo come riferimento non più il limite della/e placca/e glaciale/i (ma varrebbe anche per un apparato), ma la forma, vale a dire il bacino che ospita il circo stesso (limiti del bacino idrografico), che viene considerato come un «contenitore geomorfologico invariante» si possono annullare gli effetti delle dinamiche gravitative (frane, flussi di neve/detrito, vedi Fig. 5) che tendono ad obliterare e/o alterare le variazioni del ghiaccio dell'apparato glaciale, come avveniva utilizzando le precedenti tecniche.

Partendo dai risultati della sottrazione digitale delle superfici relative al 2022 e al 2023 e al fine di valutare se le variazioni di altezza della superficie digitale (risultante) sono attribuibili ad aumento di spessore del ghiaccio o ad accumulo gravitativo di detrito/deposito glaciale mobilizzati, è necessario procedere all'interpretazione di sezioni rappresentative dalle quali possano risultare evidenti le variazioni, come nel caso rappresentato in Fig. 6.

Una volta effettuata questa analisi geomorfo-topografica preliminare in tutte le aree contraddistinte da accumuli/perdite per aumento/diminuzione di spessore, che viene schematizzata in maniera più semplice ed esemplificativa in Fig. 7, è possibile procedere al calcolo, automatico su GIS, dei volumi risultanti, che per l'anno idrologico 2022-2023, è stato contraddistinto da una perdita reale di ghiaccio/neve, ai fini del bilancio di massa, di $-58\,350\text{ m}^3$.

Fig. 7 - Sezione tipo, schematica, della nuova metodologia proposta a «contenitore geomorfologico invariato», in cui sono riportate le tracce delle due superfici relative a due annate dell'anno idrologico di bilancio. Il calcolo dei volumi è effettuato attraverso il confronto tra le intersezioni delle due superfici. *Schematic type section of the proposed new methodology with an "unchanged geomorphological container," showing the traces of the two surfaces corresponding to two years of the hydrological balance year, with volume calculation performed by comparing the intersections of the two surfaces.*





1006 - Fig. 5 - Ghiacciaio del Calderone (foto M. Pecci, 2022.06.14). Il sistema glaciale del Calderone, con evidenziati (freccia tratteggiata arancione) gli accumuli di neve derivanti da scorrimenti al contatto con le rocce montonate della strettoia mediana, che hanno interessato lo strato più superficiale del sottostante deposito glaciale (glacionevato del Calderone inferiore) e (freccia continua rossa) l'accumulo di detriti causato da un originario crollo roccioso dalle pareti verticali del circo, con scorrimento verso valle della massa di detrito e neve mobilizzata. *The Calderone glacial system, with highlighted (dashed orange arrow) snow accumulations from snow slides in contact with the polished rocks of the median narrows, affecting the upper layer of the underlying glacial deposit (lower Calderone glacieret), and (solid red arrow) the debris accumulation from an initial rockfall originating from the cirque walls, causing a downslope slide of mobilized debris and snow.*

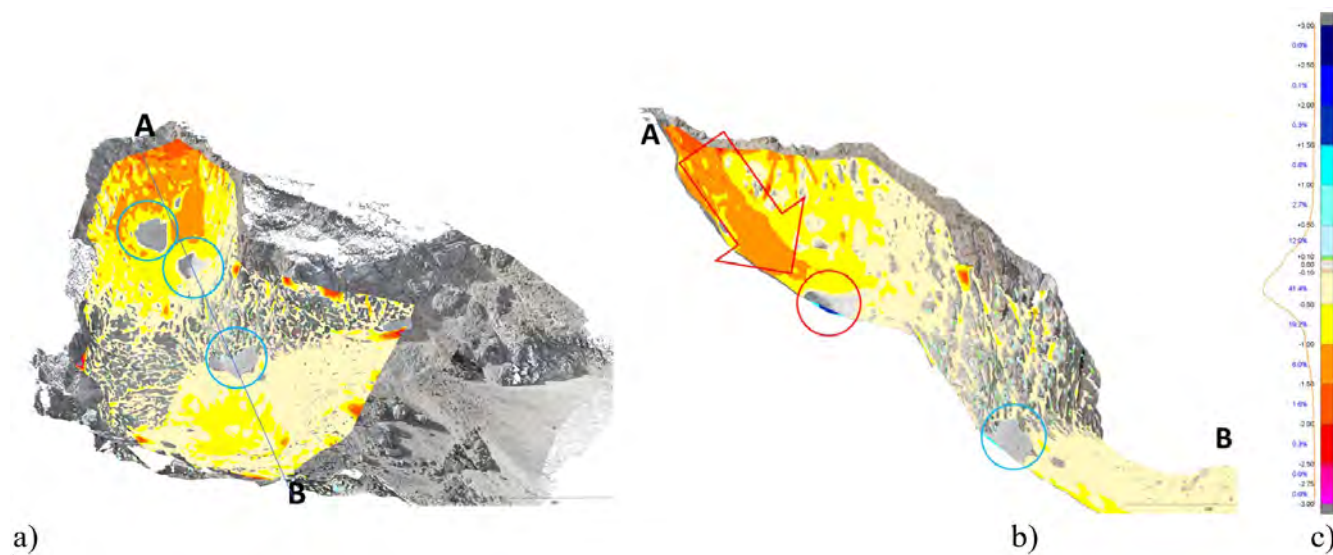


Fig. 6 - Rendering dell'intero bacino glaciale (circo) del Calderone con drappeggiate le variazioni di spessore (a) di cui alla legenda nella parte (c) con indicata la traccia della sezione AB (b); risulta evidente come l'accumulo evidenziato dai colori blu nel cerchio rosso in (b) sono attribuibili al movimento del detrito (freccia rossa in b) che si è mosso verso valle, nel tratto più inclinato del pendio, con la risultante perdita complessiva di alcuni decimetri di spessore nel suo tragitto, evidenziata dall'area in arancione. *Calderone glacial basin (cirque) with draped thickness variations (a) as per the legend in part (c) and showing the trace of section AB (b); it is evident that the accumulation highlighted in blue within the red circle in (b) is attributable to the movement of debris (red arrow in b) which moved downslope along the steeper part of the slope, with a resulting overall thickness loss of several decimeters along its path, highlighted in the orange area.*

**Bilanci di massa dei ghiacciai italiani
nell'anno 2023**
Mass balance of italian glaciers in 2023
(a cura di / *editor*: Luca Carturan)

GHIACCIAI MONITORATI, OPERATORI
ED ENTI FORNITORI DEI DATI
MONITORED GLACIERS, OPERATORS
AND AFFILIATIONS

- 81 Ghiacciaio di Ciardoney: Mercalli Luca, Cat Berro Daniele (SMI, CGI);
- 126 Ghiacciaio del Timorion: Morra di Cella Umberto, Grosso Federico, Isabellon Michel (ARPA Val d'Aosta);
- 134 Ghiacciaio del Grand Etrèt; Rossotto Alberto, (Parco Nazionale Gran Paradiso);
- 189 Ghiacciaio del Rutor: Morra di Cella Umberto, Grosso Federico, Isabellon Michel (ARPA Val d'Aosta);
- 371 Ghiacciaio Meridionale di Suretta (Suretta Sud): Scotti Riccardo (SGL, CGI), Gallo Paolo, Villa Fabio, Prandi Giovanni (SGL);
- 543 Ghiacciaio del Lupo: Scotti Riccardo (SGL, CGI), Crippa Matteo, Libera Angelo (SGL);
- 639 Ghiacciaio del Mandrone: Lendvai Amerigo, Scotti Riccardo, Prandi Giovanni (SGL), Gaddo Mauro, (Meteotrentino - Provincia Autonoma di Trento), Ferrari Cristian (Commissione Glaciologica SAT), Casarotto Christian (MUSE, CGI);
- 699 Ghiacciaio de La Mare: Carturan Luca (Università di Padova, CGI), Ferrari Cristian, Bertoni Elena, Niccolini Romano (Commissione Glaciologica SAT);
- 701 Ghiacciaio del Careser: Carturan Luca (Università di Padova, CGI), Gaddo Mauro (Meteotrentino - Provincia Autonoma di Trento), Bertoni Elena, Niccolini Romano, Ferrari Cristian (Commissione Glaciologica SAT), Casarotto Christian (MUSE, CGI);
- 733 Vedretta Lunga (*Langenferner*): Galos Stephan P. (University of Innsbruck); Dinale Roberto (Agenzia per la Protezione civile, Provincia autonoma di Bolzano, CGI);
- 875 Vedretta di Malavalle (*Uebeltal Ferner*): Franchi Gianluigi, Dinale Roberto (Provincia Autonoma di Bolzano, CGI);
- 876 Vedretta Pendente (*Hangender Ferner*): Franchi Gianluigi, Dinale Roberto (Provincia Autonoma di Bolzano, CGI);
- 930 Ghiacciaio Occidentale di Ries (Vedretta Gigante Occidentale - *Westl. Rieser Kees*): Dinale Roberto, Di Lullo Andrea (Agenzia per la Protezione civile, Provincia autonoma di Bolzano, CGI);

- 978 Ghiacciaio Alto di Popera: Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, Società Meteorologica Alpino-Adriatica, CGI), Del Gobbo Costanza (Società Meteorologica Alpino-Adriatica), Securo Andrea (Università di Venezia);
- 981 Ghiacciaio Occidentale di Montasio: Cazorzi Federico (Università di Udine, CGI), Cucchiario Sara, de Infanti Riccardo (Università di Udine);
- 982.1 Ghiacciaio di Conca Prevala: Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, Società Meteorologica Alpino-Adriatica, CGI), Del Gobbo Costanza (Società Meteorologica Alpino-Adriatica), Securo Andrea (Università di Venezia);
- 984 Ghiacciaio Orientale del Canin: Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, Società Meteorologica Alpino-Adriatica, CGI), Del Gobbo Costanza (Società Meteorologica Alpino-Adriatica), Securo Andrea (Università di Venezia);
- 997 Ghiacciaio Settentrionale di Campo (Campo Nord): Scotti Riccardo (SGL, CGI), Colombarolli Davide, Peri Ivan (SGL);
- 1006 Ghiacciaio del Calderone: Pecci Massimo (CGI), Tuccella Paolo (Università dell'Aquila, CGI).

INTRODUZIONE
E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
INTRODUCTION
AND GEOGRAPHIC SETTING

Per l'anno idrologico 2022-23 si riportano i risultati delle misure di bilancio per 19 ghiacciai italiani, di cui quattro sulle Alpi Occidentali, 14 sulle Alpi Orientali, e uno sull'Appennino Centrale (fig. MB1). Su 12 ghiacciai le misure sono state eseguite con il 'metodo glaciologico' (detto anche 'diretto'), che consiste nella misurazione in-situ di accumulo e ablazione in corrispondenza di alcuni punti sulla superficie glaciale, interpolando ed estrapolando in seguito le misure sull'intero ghiacciaio. Sugli altri sette ghiacciai le misure sono state eseguite con il 'metodo geodetico', che consiste nel confronto di rilievi topografici multi-temporali della superficie glaciale, al fine di calcolare la variazione altimetrica, che viene convertita in bilancio di massa usando opportuni valori di densità (Cogley *et al.*, 2011; Huss, 2013).

Here we report the results of mass balance measurements for the year 2022-23 on 19 Italian glaciers. Four of them are located in the Western Alps, 14 on the Eastern Alps and one in the Central Apennines (Figure MB1). On 12 glaciers measurements were acquired using the 'glaciological method' (also called 'direct'), which consists of in-situ measurements of surface accumulation and ablation at selected points, which are

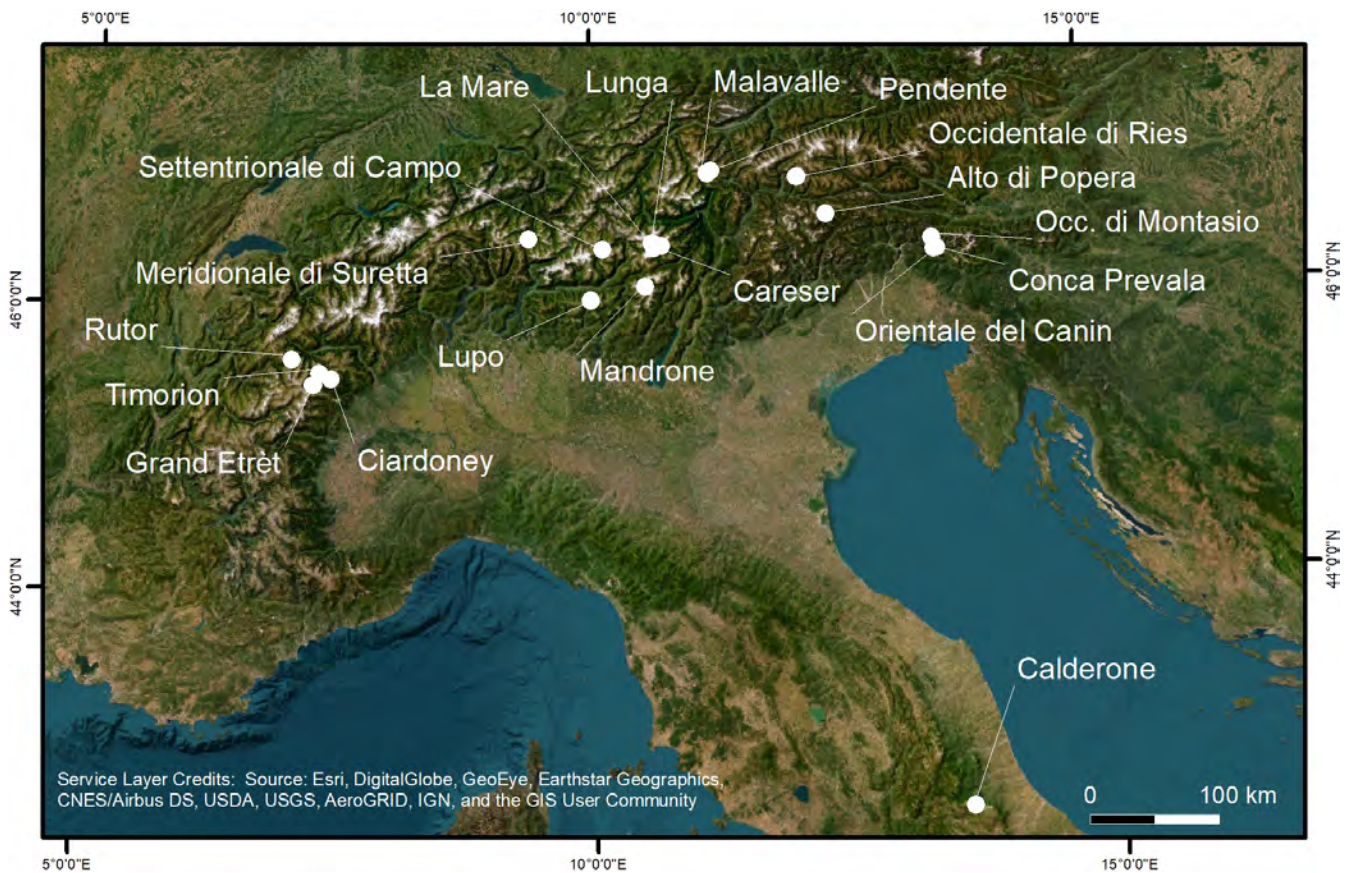


Figura MB1 - Collocazione geografica dei ghiacciai italiani per i quali si riportano i valori di bilancio di massa nell'anno 2023. *Geographic setting of the Italian mass balance glaciers with reported data for 2023.*

interpolated and extrapolated to yield the mass balance of the entire glacier. On the other seven glaciers the mass balance was measured using the 'geodetic method', which is aimed at calculating the elevation change of a glacier by multi-temporal mapping of its surface topography. The elevation changes are converted to mass balance using the density of the mass lost or gained (Cogley et al., 2011; Huss, 2013).

PARTE GENERALE - GENERAL INFORMATION

Come l'anno idrologico precedente, anche l'anno idrologico 2022-23 è stato caratterizzato da bilanci di massa negativi su tutti i ghiacciai monitorati (Tabella MB1). I valori vanno da un massimo -474 mm *w.e.* per il glacionevato di conca Prevala, nelle Alpi Giulie, ad un minimo di -3703 mm *w.e.* per la Vedretta Pendente, nelle Alpi Breonie. Come si può vedere in Figura MB2, il valore medio del bilancio annuale di tutti i ghiacciai osservati è stato pari a -1990 mm *w.e.* (mediana = -2170 mm *w.e.*), decisamente meno negativo rispetto al valore registrato nel 2022 (-3298 mm *w.e.*), ma di gran lunga più negativo rispetto alla media del quinquennio 2017-2021 (-1041 mm *w.e.*).

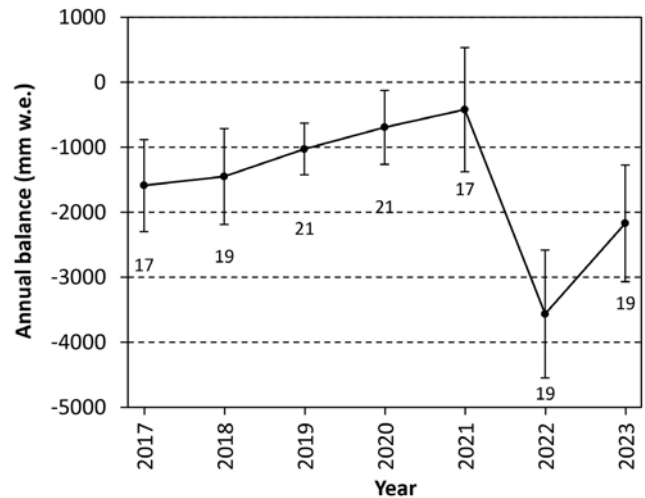


Fig. MB2 - Valori mediani (punti neri) e ± 1 deviazione standard (barre verticali) dei bilanci annuali su tutti i ghiacciai italiani oggetto di misurazione. Per ogni anno è riportato il numero di ghiacciai misurati. *Median (black dots) and ± 1 standard deviation (vertical bars) of the annual balances on all measured Italian glaciers. The figure reposts the number of measured glaciers for each year.*

I bilanci annuali più negativi sono stati misurati sui ghiacciai Pendente (-3703 mm *w.e.*), Lupo (-3150 mm *w.e.*), Careser (-2855 mm *w.e.*), e Meridionale di Suretta (-2849 mm *w.e.*). Particolarmente rilevante è stato il valore misurato sulla Vedretta Pendente, che risulta essere il più basso di tutta la serie di misura, iniziata nel 1996. Come riportato in Tabella MB2, nel 2023 questo ghiacciaio ha avuto accumuli particolarmente scarsi (-26% rispetto alla media) e ablazione molto intensa (+66% rispetto alla media, il maggiore della serie storica). Anche su Suretta e soprattutto sul Lupo, gli accumuli invernali sono stati decisamente scarsi e l'ablazione risulta seconda solo a quella del 2022. Sul Ghiacciaio del Careser l'andamento del bilancio risulta influenzato soprattutto dall'intensa fusione estiva (al terzo posto dopo 2022 e 2003), mentre l'anomalia nell'accumulo invernale è stata meno rilevante (-12% rispetto alla media), considerando anche che, storicamente, il bilancio annuale di questo ghiacciaio è maggiormente influenzato dalla fusione estiva, rispetto all'accumulo invernale.

I bilanci meno negativi sono stati misurati sui corpi glaciali Prevala (-474 mm *w.e.*), Montasio (-630 mm *w.e.*), Calderone (-662 mm *w.e.*), Rutor (-1010 mm *w.e.*) e Alto di Popera (-1036 mm *w.e.*). Con l'eccezione del Rutor, questi corpi glaciali sono caratterizzati da piccole dimensioni, diffusa copertura detritica e significativa alimentazione valanghiva, oltre a un certo riparo orografico dalla radiazione solare, ad evidenziare probabili fattori locali di protezione delle masse glaciali residue. Per quanto riguarda invece il Ghiacciaio del Rutor, si evidenzia come sia stato l'unico ghiacciaio tra tutti quelli misurati ad avere un AAR significativamente superiore a zero (0.33 nella fattispecie), probabilmente beneficiando di maggiori accumuli nevosi grazie alla sua posizione prossima allo spartiacque principale alpino. Con correnti nord-occidentali, frequenti durante l'inverno 2022-23, questo ghiacciaio probabilmente ha ricevuto precipitazioni consistenti a differenza di gran parte dei ghiacciai sul versante italiano (www.nimbus.it).

Dal punto di vista meteorologico, gran parte della stagione di accumulo è stata caratterizzata da precipitazioni scarse (soprattutto a ottobre, febbraio e marzo) e da temperature piuttosto elevate (in particolare ad ottobre, gennaio e febbraio). Si sono inoltre avuti importanti episodi con föhn e forte vento da NW, che hanno certamente redistribuito la neve in quota. Nel mese di marzo quindi il manto nevoso si presentava di spessore decisamente scarso, ma ad aprile e soprattutto a maggio si sono verificate alcune abbondanti nevicate che hanno in qualche misura ridotto le forti anomalie negative di innevamento, pur persistite su gran parte dei ghiacciai fino a fine stagione di accumulo (Tabella MB2).

Nel 2023 la prima parte della stagione di fusione è stata conservativa, con temperature non troppo elevate e frequenti rovesci nevosi che hanno continuato ad interessare i ghiacciai oltre i 2800-3000 m fino a metà giugno. Ciò ha consentito un ritardo di circa un mese nell'avvio della fusione intensa sui ghiacciai, rispetto al 2022.

Nonostante ciò, da metà giugno a gran parte di settembre si sono verificate ripetute e intense ondate di calore, che hanno portato ad una rapida fusione della scarsa neve presente. A metà luglio i ghiacciai erano già ampiamente scoperti, non solo nelle aree di ablazione ma anche su ampi settori alle quote più elevate, interessati da erosione eolica. I forti e persistenti calori di agosto e settembre hanno poi completamente esaurito la neve residua, salvo in piccoli settori ad accumulo eolico o valanghivo, e fortemente intaccato il ghiaccio e il *firn*, dove ancora presente dopo l'annata estrema 2022. Durante l'estate le precipitazioni sono state spesso piovose sui ghiacciai, salvo rari episodi con deboli nevicate il 25 luglio, 5-6 agosto, 27-28 agosto e 21-23 settembre, dissoltesi in pochi giorni a causa delle elevate temperature.

Like the previous hydrological year, the hydrological year 2022-23 was characterised by negative mass balances on all monitored glaciers (Table MB1). Values ranged from a maximum of -474 mm w.e. for the Prevala Glacier, in the Julian Alps, to a minimum of -3703 mm w.e. for the Pendente Glacier, in the Breonie Alps. As can be seen in Figure MB2, the average value of the annual balance of all observed glaciers was -1990 mm w.e. (median = -2170 mm w.e.), significantly less negative than the value recorded in 2022 (-3298 mm w.e.), but far more negative than the average of the five-year period 2017-2021 (-1041 mm w.e.).

The most negative annual balances were measured on the Pendente (-3703 mm w.e.), Lupo (-3150 mm w.e.), Careser (-2855 mm w.e.), and Meridionale di Suretta (-2849 mm w.e.) glaciers. Remarkably, the mass balance measured at the Pendente Glacier was the lowest of the entire series, which began in 1996. As reported in Table MB2, in 2023 this glacier had poor snow accumulation (26% lower than average) and intense ablation (66% above average, the highest in the historical series). On the Suretta and especially Lupo glaciers, winter accumulation was also poor, and ablation was second only to that of 2022. On Careser Glacier, the mass balance looks mainly influenced by the intense summer melt (ranking third after 2022 and 2003), while the anomaly in winter accumulation was less significant (12% lower than average), also considering that, historically, the annual balance of this glacier is more influenced by summer melt than by winter accumulation.

The least negative balances were measured on the Prevala (-474 mm w.e.), Montasio (-630 mm w.e.), Calderone (-662 mm w.e.), Rutor (-1010 mm w.e.), and Alto di Popera (-1036 mm w.e.) glaciers. With the exception of Rutor, these glaciers are characterized by small size, widespread debris cover, and significant avalanche supply, as well as orographic shading, highlighting the influence of local factors that preserve the residual ice masses. The Rutor Glacier, on the other hand, was the only glacier among all those measured having an AAR significantly higher than zero (0.33), possibly benefiting from greater snow accumulation due to its location close

Tabella MB1 - Bilanci di massa dei ghiacciai italiani 2023.

Metodo di misura: GLAC = glaciologico (diretto); GEOD = geodetico. Tra parentesi: per il metodo glaciologico è riportata la tecnica di spazializzazione e calcolo del bilancio (AUTO = automatica mediante software GIS; RL = regressione lineare quota-bilancio; MAN = tracciatura manuale delle isoline di bilancio; DA = ghiacciaio suddiviso in aree a bilancio uniforme; COM = combinazione dei precedenti). Per il metodo geodetico è riportata la tecnica di rilievo (TS = stazione totale; GPS = rilievo mediante GPS; FT = fotogrammetria terrestre; FA = fotogrammetria aerea, TLS = LiDAR da terra; ALS = LiDAR aereo).

Table MB1 - MASS BALANCE OF ITALIAN GLACIERS 2022.

Measurement method: GLAC = glaciological (direct); GEOD = geodetic. In brackets: for the glaciological method the interpolation and calculation method is reported (AUTO = automatic by means of GIS software; RL = linear regression of mass balance vs. elevation; MAN = manual drawing of mass balance isolines; DA = glacier divided in areas with uniform mass balance; COM = combination of other methods). For the geodetic method the survey technique is reported (TS = total station; GPS = GPS survey; FT = terrestrial photogrammetry; FA = aerial photogrammetry, TLS = ground-based LiDAR; ALS = aerial LiDAR).

Bacino e n. catasto Basin and n. of inv.	Ghiacciaio Glacier	Metodo di misura* Measurement method [†] *	Da (data iniziale) From (initial date)	A (data finale) To (end date)	Bilancio invernale (mm w.e.) Winter balance (mm w.e.)	Bilancio estivo (mm w.e.) Summer balance (mm w.e.)	Bilancio annuale (mm w.e.) Annual balance (mm w.e.)	ELA (m slm)	AAR
Dora Baltea - Po									
126	Timorion	GEOD (FA)	20220923	20230923	630	-2444	-1814	>3470	0.000
134	Grand Etrèt	GLAC (DA)	20220916	20230920	1026	-3412	-2386	>3200	0.000
189	Rutor	GEOD (FA)	20220910	20230927	1822	-2832	-1010	3150	0.330
Orco - Po									
81	Ciardoney	GLAC (DA)	20220920	20230914	1390	-3560	-2170	>3150	0.000
Adda - Po									
371	Mer. di Suretta (Suretta Sud)	GLAC (AUTO/COM)	20221002	20230930	1759	-4608	-2849	>2925	0.000
Inn - Danubio									
997	Settentrionale di Campo (Campo Nord)	GLAC (MAN)	20221002	20231007	N.D.	N.D.	-2193	>3145	0.000
Adda - Po									
543	Lupo	GLAC (AUTO/COM)	20220919	20231001	1675	-4825	-3150	>2760	0.000
Noce - Adige									
701	Careser	GLAC (AUTO)	20220921	20231001	856	-3711	-2855	>3112	0.000
699	La Mare (settore meridionale)	GLAC (COM)	20220906	20230911	868	-2544	-1676	>3583	0.020
Sarca - Mincio - Po									
639	Mandrone	GLAC (COM)	20220923	20231013	N.D.	N.D.	-2449	>3423	0.000
Plima - Adige									
733	Vedretta Lunga	GLAC (MAN)	20221005	20231002	804	-2924	-2120	>3365	0.006
Isarco - Adige									
930	Occidentale di Ries (Vedretta Gigante Occidentale)	GLAC (MAN)	20221006	20230929	900	-2734	-1834	>3225	0.000
876	Pendente	GLAC (DA)	20221008	20230930	1211	-4914	-3703	>2950	0.000
875	Malavalle	GLAC (DA)	20221008	20230930	858	-3161	-2303	3419	0.010
Piave									
978	Alto di Popera	GEOD (TS)	20220907	20230912	N.D.	N.D.	-1036	>2815	0.000
Fella - Tagliamento									
981	Montasio	GEOD (FA)	20221003	20230927	2760	-3390	630	>2050	0.000
982.1	Conca Prevala	GEOD (TS)	20221003	20230927	N.D.	N.D.	-474	>1963	0.000
984	Orientale del Canin	GEOD (TS)	20221003	20230927	N.D.	N.D.	-2491	>2240	0.000
Mavone - Vomano									
1006	Calderone (glacieret)	GEOD (FA-TLS)	20220914	20230918	N.D.	N.D.	-662	N.D.	N.D.

Tabella MB2 - Anomalie di bilancio annuale e stagionale di alcuni ghiacciai italiani nel 2023. Il ranking esprime la posizione del bilancio 2023 rispetto alla serie storica (ranking = 1 corrisponde al valore massimo della serie).

Table MB2 - Annual and seasonal mass balance anomalies of some Italian glaciers in 2023. Ranking expresses the position of the 2023 balance compared to the historical series (ranking = 1 means the highest value in the series).

ANOMALIE - ANOMALIES								
	Periodo di osservazione <i>Observation period</i>	N. anni osservazione <i>N. years of observation</i>	Bilancio invernale <i>Winter balance</i>	Ranking invernale <i>Winter balance ranking</i>	Bilancio estivo <i>Summer balance</i>	Ranking estivo <i>Summer balance ranking</i>	Bilancio annuale <i>Annual balance</i>	Ranking annuale <i>Annual balance ranking</i>
Ciardoney	1992-	32	+16%	11/32	-37%	28/32	-55%	27/32
Meridionale di Suretta (Suretta Sud)	2010-	14	-27%	12/13	-23%	12/13	-144%	13/14
Lupo	2010-	14	-47%	13/14	-21%	13/14	-295%	13/14
Careser	1967-	57	-12%	32/50	-73%	48/50	-142%	55/57
Langenferner - Vedretta Lunga	2004-	20	-18%	16/20	-29%	18/20	-66%	18/20
Pendente	1996-	28	-26%	22/25	-66%	25/25	-198%	28/28
Calderone	1995-	27					-59%	20/27

to the main Alpine divide. Unlike most glaciers on the Italian side of the Alps, this glacier probably received significant precipitation brought by north-westerly currents, frequent during the 2022-23 winter (www.nimbus.it).

From a meteorological point of view, much of the accumulation season was characterized by low precipitation (especially in October, February, and March) and rather high temperature (especially in October, January, and February). There were also significant episodes with föhn and strong winds from the NW, which certainly redistributed the snow at high altitude. Consequently, in March the snowpack was remarkably thin, but in April and especially in May there were some snowfalls that reduced to a certain degree the strong negative snow accumulation anomaly. The snowfalls in April and May, however, were not sufficient to fill the gap in accumulation, which persisted on most glaciers until the end of the accumulation season (Table MB2).

In 2023, the first part of the melt season was conservative, with moderate warmth and frequent snow showers on glaciers above 2800-3000 m until mid-June. Compared to 2022, this allowed a delay of about one month in the start of intense melting on glaciers.

Recurrent intense heat waves occurred from mid-June through most of September, leading to a rapid melt of the scarce snow accumulated on glaciers. By mid-July, glaciers were largely without snow cover, not only in ablation areas but also over large areas at higher elevation, affected by wind erosion. The strong and persistent heat of August and September completely depleted the residual snow, except in small areas of wind or avalanche accumulation. Ice and firn, where still present after the extreme 2022 year, underwent large melt. During the summer, precipitation was often liquid on glaciers, except for rare and weak snowfalls on July 25, August 5-6, August 27-28, and September 21-23, which dissipated within a few days due to high temperature.

INFORMAZIONI DI DETTAGLIO - DETAILED INFORMATION

Vengono fornite le informazioni di dettaglio relative al bilancio di massa di alcuni ghiacciai per l'annata di bilancio 2022-23. Il paragrafo è suddiviso in sotto-paragrafi, uno per ogni ghiacciaio, all'interno dei quali si riportano alcune informazioni generali sui ghiacciai, la loro serie di misurazioni e informazioni sull'annata in oggetto, seguite da una foto del ghiacciaio, una figura che mostra la distribuzione spaziale del bilancio annuale, e un grafico che riporta i risultati dall'inizio delle misurazioni.

This section presents the detailed information on the mass balance of selected glaciers for the year 2022-23. This section is divided in sub-sections, one for each glacier, composed by a description of the glaciers, their observation series and the current year, followed by a picture of the glacier, a map with the spatial distribution of the annual balance, and a chart that reports the measurements results since the beginning of the series.

699 Ghiacciaio de La Mare

Luca Carturan (Università di Padova, CGI); Elena Bertoni, Romano Niccolini (Commissione Glaciologica SAT)

Il Ghiacciaio de La Mare è un ghiacciaio montano collocato nel settore centrale del gruppo Ortles-Cevedale. Il ghiacciaio occupa una superficie di 3.03 km² (settembre 2022), ed è composto da due unità principali, che si sono separate nel corso dell'estate 2019. Nel 2022 è avvenuta un'ulteriore frammentazione dell'unità meridionale, su cui si svolgono le misure di bilancio di massa, a causa del di-

stacco di due placche di ghiaccio morto (12.5 ha in totale) nel settore inferiore, con un ritiro frontale di più di un chilometro in un solo anno. L'area del settore meridionale è di 1.73 km² e la quota è compresa tra 2972 e 3583 m. La quota mediana è di 3231 m.

Le misure di bilancio di massa sono iniziate nel 2003, con l'obiettivo di affiancare ed eventualmente sostituire la serie di bilancio del vicino Ghiacciaio del Careser, in rapido dissolvimento (Carturan, 2016). In gran parte del periodo di osservazione il Ghiacciaio de La Mare ha conservato un'area di accumulo, che tuttavia è di dimensioni troppo ridotte per consentire condizioni di equilibrio. Di conseguenza, il bilancio è stato prevalentemente negativo (-931 mm *w.e.* in media dal 2003 al 2022), causando una consistente perdita di superficie e di volume dall'inizio delle misurazioni.

Nel 2023 l'accumulo nevoso è stato del 12% inferiore alla media e l'ablazione estiva è stata superiore del 37% rispetto alla media. Di conseguenza, il bilancio annuale è

risultato fortemente negativo, pari a -1676 mm *w.e.* e quarto peggior bilancio dal 2003. La ELA si è collocata al di sopra della quota massima del ghiacciaio e l'AAR è stato pari a 0.020.

The La Mare Glacier is a mountain glacier located in the central part of the Ortles-Cevedale Group. Its area is of 3.03 km² (September 2022) and is composed of two main sub-units, which separated in summer 2019. In 2022 two dead-ice patches (total area 12.5 ha) detached from the southern unit, subject to mass balance measurements, leading to a frontal retreat larger than a kilometre in just one year. The area of the southern unit is now 1.73 km² and the elevation ranges between 2972 and 3583 m a.s.l. The median elevation is 3231 m a.s.l.

The mass balance measurements started in 2003, to ensure mass balance observations in the area of the vanishing Careser Glacier (Carturan, 2016). The glacier kept an accumulation area in most of the observation period, which



Fig. MB3 - Il Ghiacciaio de La Mare ripreso il 27 settembre 2023 dalla fotocamera automatica installata nei pressi di cima Nera (foto L. Carturan). *Photo of the La Mare Glacier on 27 September 2023, taken by the automatic camera mounted close to Cima Nera.*

however is much smaller than required for balanced-budget conditions. Consequently, the mass balance has been mostly negative in the observation period (-931 mm w.e. on average between 2003 and 2021), leading to a considerable loss in area and volume.

In 2023 the snow accumulation has been 12% lower than average, and the summer ablation has been 37% larger than average. Consequently, the annual balance has been strongly negative (-1676 mm w.e.), which is the fourth lowest value since 2003. The ELA was above the maximum elevation and the AAR was 0.02.

701 Ghiacciaio del Careser

Luca Carturan (Università di Padova, CGI);
Mauro Gaddo (Metetrentino-Provincia autonoma di Trento); Elena Bertoni, Romano Niccolini (Commissione Glaciologica SAT)

Il Ghiacciaio del Careser occupa una superficie di 0.65 km² (settembre 2022) e la sua quota varia tra i 2966 e i 3112 m quota massima. Il ghiacciaio è prevalentemente esposto ad ovest ed è piuttosto pianeggiante. Il 93% della sua superficie si trova tra i 3000 e i 3100 m s.l.m. e la quota mediana è di 3054 m. La temperatura media annua alla quota mediana del ghiacciaio è di circa -3/-4 °C e la precipitazione media annua è di 1450 mm (Carturan *et al.*, 2013).

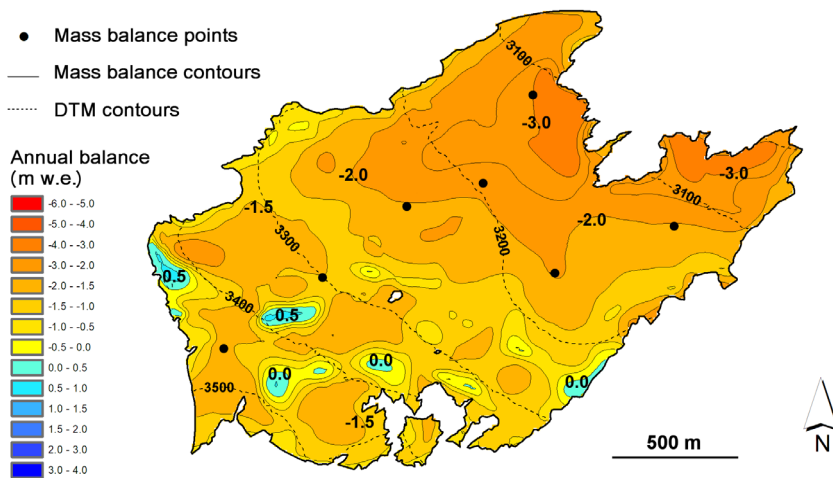


Fig. MB4 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sul Ghiacciaio de La Mare (unità meridionale) nel 2023. Annual balance distribution on the La Mare Glacier (southern unit) in 2023.

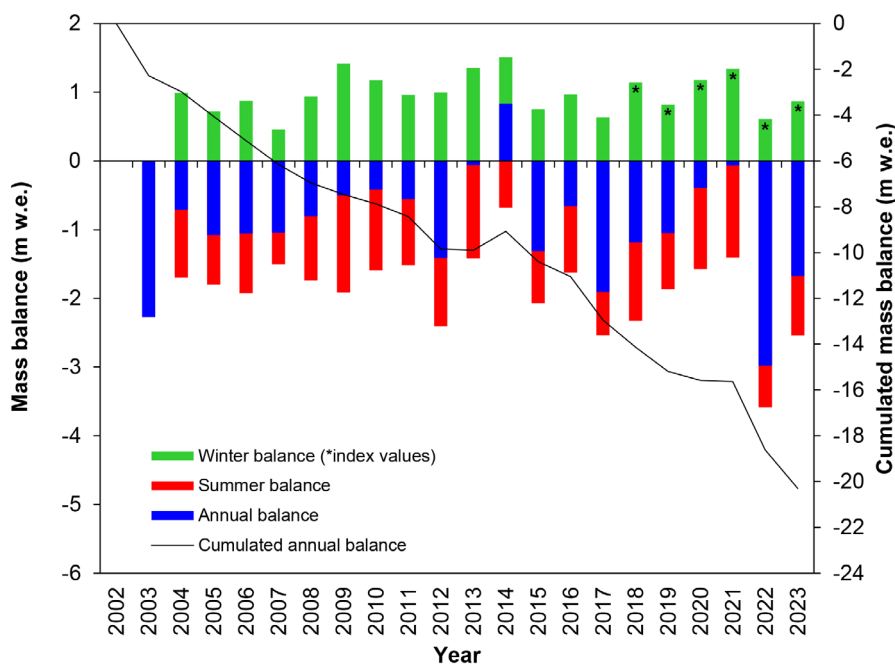


Fig. MB5 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul Ghiacciaio de La Mare dal 2003. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. Results of the mass balance measurements on the La Mare Glacier since 2003. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.

Le misure di bilancio con il metodo glaciologico sono iniziate sul Careser nel 1967, e fino al 1980 il bilancio è stato prossimo all'equilibrio (Zanon, 1992). Successivamente hanno prevalso condizioni di bilancio negativo, e negli ultimi tre decenni la linea di equilibrio si è collocata prevalentemente oltre la quota massima del ghiacciaio (Carturan *et al.*, 2013). Il bilancio annuo medio tra il 1981 e il 2001 è stato pari a -1195 mm *w.e.*, sceso a una media di -1864 mm *w.e.* tra il 2002 e il 2022.

Nel 2023 gli accumuli di neve invernali sono stati del 12% inferiori alla media (Tabella MB2). La fusione estiva è stata superiore del 73% rispetto alla media dal 1967 al 2022. A fine estate la neve residua era totalmente assente (AAR = 0, ELA superiore alla quota massima). Il bilancio annuale è quindi stato fortemente negativo anche nel 2023 e pari a -2855 mm *w.e.*, terzo peggior valore della serie dal 1967.

The Careser Glacier occupies an area of 0.65 km² (September 2022) and its elevation ranges from 2966 to 3119 m a.s.l. The glacier is mainly exposed to the west and is rather

*flat. The 93% of the glacier area lies between 3000 and 3100 m a.s.l. and the median elevation is 3054 m a.s.l. The mean annual air temperature at the median elevation is about -3 to -4 °C and precipitation averages 1450 mm (Carturan *et al.*, 2013).*

*Direct mass balance investigations on Careser Glacier started in 1967, and until 1980 the mass balance was close to equilibrium (Zanon, 1992). Imbalanced conditions and steadily negative mass balances followed, and in the last three decades the ELA was mostly above the maximum elevation of the glacier (Carturan *et al.*, 2013). The mean value of the annual balance was -1195 mm *w.e.* from 1981 to 2001, and decreased to -1864 mm *w.e.* from 2002 to 2022.*

*In 2023, the winter snow accumulation was 12% lower compared to the long-term mean (Table MB2). The summer melt was 73% larger than the 1967-2021 mean. At the end of the ablation season, the residual snow was completely absent (AAR = 0, ELA above the maximum elevation). The annual balance was strongly negative and equal to -2855 mm *w.e.*, which is the third lowest balance since 1967.*



Fig. MB6 - Il Ghiacciaio del Careser fotografato il 1° ottobre 2023 dal dosso roccioso di quota 3054 m (foto L. Carturan). *The Careser Glacier on 1 October 1, 2023 from the rock bump at 3054 m a.s.l.*

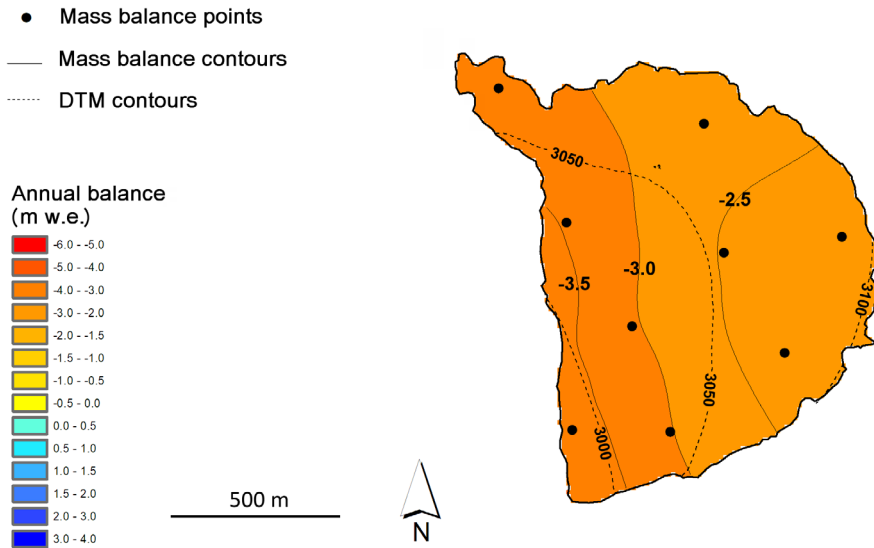


Fig. MB7 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sul Ghiacciaio del Careser nel 2023. *Annual balance distribution on the Careser Glacier in 2023.*

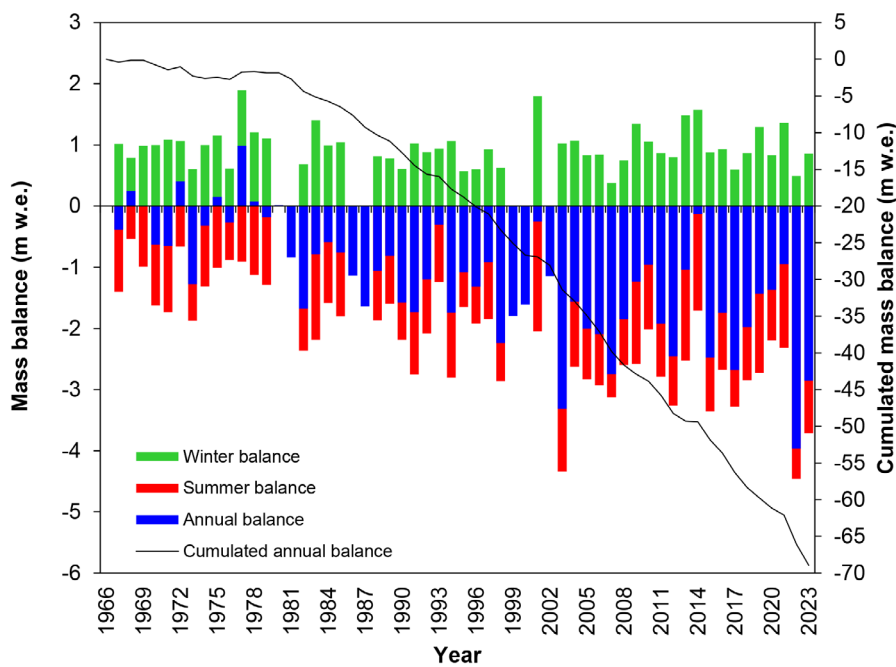


Fig. MB8 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul Ghiacciaio del Careser dal 1967. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the Careser Glacier since 1967. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

733 Vedretta Lunga (*Langenferner*)

Stephan P. Galos (University of Innsbruck); Roberto Dinale (Agenzia per la Protezione civile, Provincia autonoma di Bolzano, CGI)

Il Ghiacciaio della Vedretta Lunga è situato alla fine della Val Martello nel gruppo dell'Ortles-Cevedale, nella Provincia Autonoma di Bolzano. Il ghiacciaio copre un'area di circa 1.44 km² con un'altitudine che si estende dai 3365 m ai 2720 m (2019). La parte superiore del ghiacciaio è esposta a Nord mentre la parte inferiore ad Est.

Il monitoraggio del ghiacciaio della Vedretta Lunga è effettuato annualmente a partire dall'anno idrologico 2003/04. Il bilancio di massa annuale e invernale è determinato applicando il metodo glaciologico diretto a date fisse.

Per le valutazioni del bilancio invernale sono stati utilizzati i dati di tre trincee di densità e 90 sondaggi di spessore della neve, eseguiti il 2 maggio 2023. Nell'estate del 2023 sono state effettuate altre tre campagne di misurazione, mentre il controllo finale è stato effettuato il 2 ottobre 2023. I dati ottenuti hanno permesso di determinare il bilancio annuale specifico in 27 punti di misurazione.

Le analisi mostrano un bilancio invernale significativamente inferiore alla media, pari a 804 mm *w.e.*, per il periodo compreso tra il 1° ottobre 2022 e il 30 aprile 2023, con la maggior parte dell'accumulo sul ghiacciaio associato agli eventi di precipitazione di ottobre e novembre 2022. A parte l'aprile 2023, piuttosto fresco, il resto del semestre idrologico invernale è stato mite e molto secco. Il mese di febbraio è stato particolarmente secco, con precipitazioni praticamente assenti.

L'accumulo nevoso relativamente scarso del semestre invernale è stato ancora una volta significativamente migliorato dalle abbondanti nevicate di maggio, che hanno fatto sì che l'ablazione del ghiaccio sul ghiacciaio rimanesse limitata fino all'inizio di agosto, nonostante le temperature in molti casi significativamente superiori alla media. Dopo la quasi completa fusione del manto nevoso invernale, tuttavia, un'ondata di calore a partire dalla seconda decade di agosto con temperature estremamente elevate, soprattutto a partire dal 20 agosto circa, e le temperature eccezionalmente alte di settembre hanno provocato notevoli perdite di massa sul ghiacciaio. Il bilancio annuale, pari a -2120 mm *w.e.*, è stato il terzo più negativo nella serie ventennale di misurazioni dopo i bilanci del 2022 (-3408 mm *w.e.*) e del 2018 (-2534 mm *w.e.*).

Nell'estate del 2023, piccoli resti di neve invernale sono riusciti a sopravvivere sul ghiacciaio solo in aree di sovraccumulo eolico vicino alle creste rocciose o in avvallamenti. Di conseguenza, l'AAR è stato pari a 0.006 e la ELA si è collocata oltre la quota massima del ghiacciaio.

Langenferner (Vedretta Lunga) is located at the head of Martell-Valley in the Ortles-Cevedale Group, Autonomous Province of Bolzano. The glacier covers an area of 1.44 km² and extends from 3365 m down to 2720 m (year 2019). While the upper glacier part is exposed to the North, the lower part faces east.

Mass balance measurements have been carried out at Langenferner since the hydrological year 2003/04. These measurements comprise both the winter and the annual mass balance of the glacier and follow the fixed date direct glaciological method.

For the evaluations for the winter balance, data from three snow pits and 90 snow depth soundings were used, which were taken on May 2, 2023. Three further measurement campaigns were carried out in the summer of 2023, with the final inspection taking place on October 2, 2023. The data obtained made it possible to determine the specific annual balance at 27 measuring points.

Die Gletscher des Cevedale-Gebiets - Martell, Südtirol
20.09.23 06:40 1.8°C



interreg
Italia-Österreich
www.interregitalia-osterreich.it



GLISTT



Fig. MB9 - Veduta della Vedretta Lunga (Langenferner) ripresa il 20 settembre 2023 dalla webcam installata al Butzenspitze, subito prima della nevicata che ha posto fine alla fusione del ghiaccio nel settore superiore del ghiacciaio (foto S. Galos). *View of the Vedretta Lunga (Langenferner) taken by the webcam at Butzenspitze on 20 September 2023, just before the snowfall that stopped ice ablation in the upper part of the glacier.*

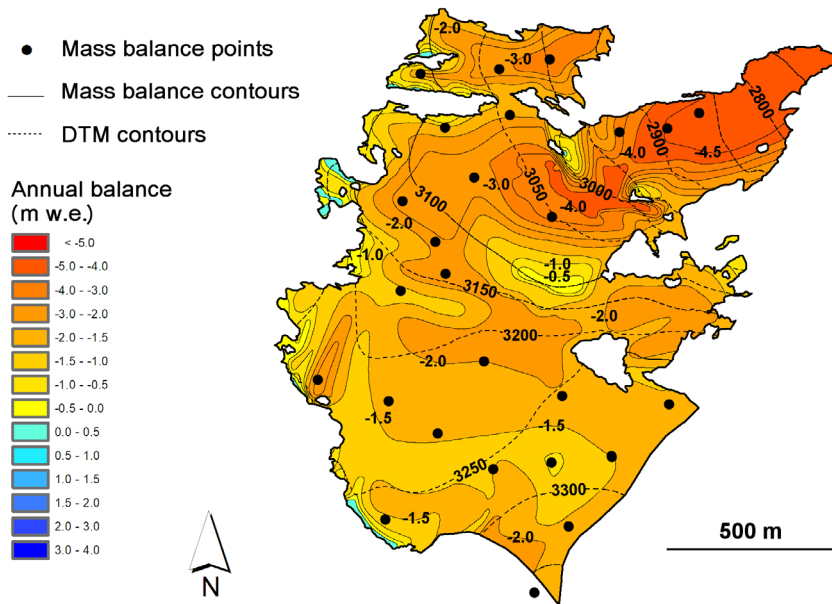


Fig. MB10 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sulla Vedretta Lunga nel 2023. *Annual balance distribution on the Vedretta Lunga (Langenferner) in 2023.*

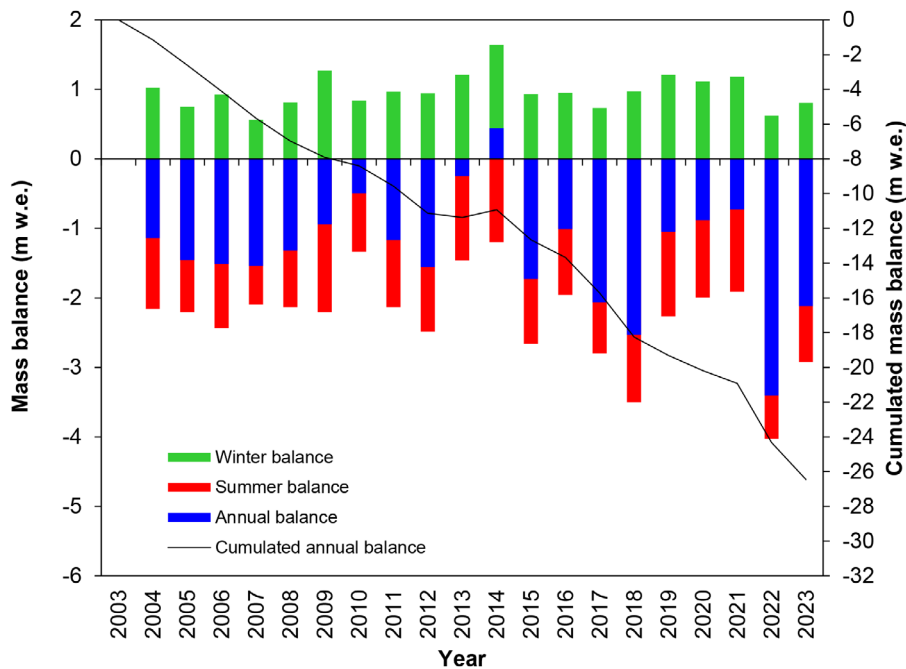


Fig. MB11 - Risultati delle misure di bilancio di massa sulla Vedretta Lunga dal 2004. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the Vedretta Lunga (Langenferner) since 2004. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

The analyses show a significantly below-average mean specific winter balance of 804 mm w.e. for the period from October 1, 2022 to April 30, 2023, with the gross part of the accumulation on the glacier being associated with precipitation events in October and November 2022. Apart from the rather cool April 2023, the rest of the hydrological winter half-year was mild and very dry. February was particularly dry, with virtually no precipitation worth mentioning.

The relatively low snow accumulation from the winter half-year were once again significantly improved by abundant snowfall in May, which kept low the ice ablation on the glacier until the beginning of August, despite significantly above-average temperatures. After the almost complete melting of the winter snow cover, however, a heat wave from the second decade of August with extremely high temperatures, especially from around August 20, and the exceptionally high

temperatures in September resulted in remarkable mass losses on the glacier. The resulting mean specific annual balance of -2120 mm w.e. is the third most negative in the 20-year series of measurements on the Vedretta Lunga after 2022 (-3408 mm w.e.) and 2018 (-2534 mm w.e.).

In the summer of 2023, small remnants of winter snow could only survive on the glacier in particularly blown-in areas near the ridge or in favorable hollows. Accordingly, the accumulation area ratio (AAR) was 0.006 and the ELA was above the glacier's maximum elevation.

REFERENCES

- Armando E., Baroni C., Meneghel M. (Eds), 2005. *Report of the glaciological survey 2004. Relazioni della campagna glaciologica 2004*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 28 (2), 233-290.
- Ballantyne C.K., 2002. *Paraglacial geomorphology*. Quaternary Science Reviews, 21, 1935-2017. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(02\)00005-7](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00005-7)
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M. (Eds), 2020a. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2019). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2019)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 43 (1), 45-142. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2020.43.4>
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M. (Eds), 2020b. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2020). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2020)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 43 (2), 221-314. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2020.43.10>
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M., Scotti R. (Eds), 2022. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2021). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2021)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 45 (1), 69-167. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2022.45.5>
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M., Scotti R. (Eds), 2023. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2022). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2022)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 46, 2-123. <https://doi.org/10.4454/gfdq.v46.883>
- Baroni C., Bondesan A., Chiarle M. (Eds), 2017. *Report of the Glaciological Survey 2016. Relazioni della Campagna Glaciologica 2016*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 40 (2), 233-320. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2017.40.14>
- Baroni C., Bondesan A., Mortara G., (Eds), 2016. *Report of the Glaciological Survey 2015. Relazioni della Campagna Glaciologica 2015*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 39 (2), 215-295. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2016.39.20>
- Carturan L., 2016. *Replacing monitored glaciers undergoing extinction: A new measurement series on La Mare Glacier (Ortles-Cevedale, Italy)*. Journal of Glaciology, 62 (236), 1093-1103. <https://doi.org/10.1017/jog.2016.107>
- Carturan L., Baroni C., Becker M., Bellin A., Cainelli O., Carton A., Casarotto C., Dalla Fontana G., Godio A., Martinelli T., Salvatore M.C., Seppi R., 2013. *Decay of a long-term monitored glacier: Careser Glacier (Ortles-Cevedale, European Alps)*. The Cryosphere, 7, 1819-1838. <https://doi.org/10.5194/tc-7-1819-2013>
- Cogley J.G., Hock R., Rasmussen L.A., Arendt A.A., Bauder A., Braithwaite R.J., Jansson P., Kaser G., Möller M., Nicholson L., Zemp M., 2011. *Glossary of glacier mass balance and related terms*. IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, UNESCO-IHP, Paris.
- Corte E., Ajmar A., Camporeale C., Cina A., Coviello V., Tonolo G.F., Godio A., Macelloni M.M., Tamea S., Vergnano A., 2024. *Multi-temporal characterisation of a proglacial system: A multidisciplinary approach*. Earth System Science Data, 16 (7), 3283-3306. <https://doi.org/10.5194/essd-16-3283-2024>
- Huss M., 2013. *Density assumptions for converting geodetic glacier volume change to mass change*. The Cryosphere, 7, 877-887, <https://doi.org/10.5194/tc-7-877-2013>
- Scotti R., Brardinoni F., Crosta G.B., 2014. *Post-LIA glacier changes along a latitudinal transect in the Central Italian Alps*. The Cryosphere, 8, 2235-2252. <https://doi.org/10.5194/tc-8-2235-2014>
- Zanon G., 1992. *Venticinque anni di bilancio di massa del ghiacciaio del Careser, 1966-67/1990-91*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 15, 215-220.

