CAMPAGNA GLACIOLOGICA 2021

Alpi Centrali Italiane (settore Lombardia)

Coordinamento scientifico, elaborazione di testi e dati:
Amerigo Lendvai e Riccardo Scotti

Immagini:
Riccardo Scotti

Segnali di misura frontale:
Gianmarco Mondati

Bilanci di massa puntuali:
Andrea Monti

Analisi dati telerilevamento:
Paolo Gallo

Operatori:

A. Almasio, A. Barilli, A. Borghi, A. Camisasca, A. Galluccio, A. Lendvai, A. Monti, A. Salvetti, A. Scaltriti, A. Toffaletti, C. Bessi, C. Nardon, C. Smiraglia, D. Colombarolli, D. Fugazza, E. Cassader, E. Congiu, E. Lietti, E. Rossini, E. Triglia, F. Fazzini, F. Villa, G. Mondati, G. Neri, G. Prandi, I. Peri, L. Bonetti, L. Carricato, L. Farinella, L. Kataoka, L. Pironi, M. De Zaiacomo, M. Fioletti, M. Gussoni , M. Izzo, M. Oreggioni, M. Ruffoni, M. Urso, M. Vener, M. Zambenedetti, P. Gallo, P. Pagliardi, R. Bonanno, R. Porta, R. Scotti, S. Confortola, S. Grasso, S. Ialongo, S. Leoni, S. Pirola, S. Repetto, V. Cipriani, V. Paneri, V. Sosio

VARIAZIONI FRONTALI

GRUPPO I			GRUPPO II		
Ghiacciaio	**Variazione media segnali (anno)**	**Variazione media annua**	**Ghiacciaio**	**Variazione media segnali (anno)**	**Variazione media annua**
Pizzo Ferrè	-6,5	-6,5	Suretta Sud	-40 (2016)	-8
Passo di Bondo	non misurabile*		Cima di Lago Ovest	-10 (2019)	-5
Ventina	-30	- 30	Pioda Sud	0	0
Vazzeda	-15	-15	Predarossa	-26	-26
Scerscen Inf.	-18	-18	Cassandra Est	0 (2019)	0
Caspoggio	-2	-2	Disgrazia	non misurabile***	
Scalino	-13,5	-13,5	Sissone	-4	-4
Dosdè Est	-8,5	-8,5	Pizzo Tre Mogge	-1	-1
Campo Nord	-4,5	-4,5	Fellaria - Palù	non misurabile**	
Vitelli	-16,5	-16,5	Val Viola Ovest	-96 (2013)	-12
Gran Zebrù (media)	-10,5	-10,5	Forà	-18	-18
Forni Est	non misurabile***		Zebrù Est	-1	-1
Forni	-20	-20	Alpe Sud	non misurabile**	
Forni Ovest	non misurato		Lupo	non misurabile*	
Cedec (media)	-18,5	-18,5			
Palon de La Mare	-7,5	-7,5	**GRUPPO III**		
Dosegù	-15	-15	Sivigia Nord-Est	-1,5	-1,5
Sforzellina	-3,5	-3,5	Marinelli	-11 (2019)	-5,5
Venerocolo	-9	-9			
Pisgana Ovest	non misurabile**				
Marovin	non misurabile*				
Trobio Ovest	non misurabile*				

Variazioni rispetto al 2020*:*	**ritiro**: 22	**avanzata**: 0	**stazionari**: 1
Variazioni rispetto ad anni precedenti il 2020:	**ritiro**: 4	**avanzata**: 0	**stazionari**: 1

Tab. 4: campagna glaciologica 2021: variazioni lineari delle fronti dei ghiacciai campione lombardi, la fase dinamica è espressa secondo il segno algebrico.

* non misurabile per neve dell'anno che maschera la fronte

** non misurabile per presenza di lago proglaciale

*** non misurabile per eccessiva pericolosità da crolli in roccia/ghiaccio in prossimità del segnale

SPLUGA-LEJ

365.0	**Pizzo Ferrè**		Data: **2021.08.15 - 2021.09.06**		Operatori: E. Congiu, L. Pironi	
QMF: n.d.	ELA: 2980	AAR: 9%	IBM annuale: **Decremento moderato**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 012, 003, 999* (vedi note)			Variazione frontale	**-6,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	Metri
EC 106 bis	180	74,5	71	2020	-3,5	-3,5	-3,5 (2020)
EC 206 bis	230	66,5	57	2020	-9,5	-9,5	-9,5 (2020)
						Variazione frontale	**-6,5**

Il controllo del Ghiacciaio del Pizzo Ferrè è stato effettuato in due occasioni: il 15 agosto 2021 per realizzare le foto dalla stazione fotografica SF012 e il 6 settembre, per eseguire le misure frontali e fotografare la fronte dalle stazioni SF003 e SF999.
Durante il primo sopralluogo il ghiacciaio presentava già una copertura di neve residua poco estesa; il 6 settembre l'innevamento residuo era limitato a una strettissima fascia al di sotto della cima e a poche altre piccole chiazze vicine alle pareti che orlano ghiacciaio e al di sotto del nunatak centrale. Prosegue l'arretramento del ghiacciaio; sia alla stazione di misura EC 106 bis che EC 206 bis il ghiacciaio è arretrato di 3,50 metri. Prosegua anche, in misura maggiore, la perdita di volume di ghiaccio e il conseguente allargamento delle finestre rocciose già presenti sul ghiacciaio. La porzione in destra idrografica della lingua glaciale è definitivamente scollegata dalla zona superiore; si tratta ormai di una placca di ghiaccio ad alimentazione quasi esclusivamente diretta. Anche in sinistra idrografica l'allargamento delle finestre rocciose sta portando alla separazione della parte superiore del ghiacciaio da quella inferiore. La diminuzione di spessore del ghiacciaio è molto visibile anche alla fronte del ghiacciaio. In corrispondenza del punto di misura dalla EC106, in particolare, il ghiacciaio si è abbassato dallo scorso anno di almeno un metro. Le misurazioni dalla EC 106 bis sono state particolarmente difficoltose a causa della presenza del gradino roccioso situato in prossimità della fronte presente dal 2017. Per facilitare le prossime misure è stato posizionato un nuovo ometto di sassi al di sopra del dosso roccioso che il ritiro del ghiacciaio ha portato alla luce lo scorso anno. L'ometto si trova esattamente a 70 metri dalla EC106 bis (117 metri dalla EC106) e a 4,5 metri dalla fronte. Nei pressi della fronte in corrispondenza del punto di misura della stazione di misura EC206bis sono presenti piccole chiazze di neve rossastra.
Come anticipato nel 2014, la stazione fotografica SF003 non consente di apprezzare al meglio le variazioni morfologiche del fronte glaciale, per cui si propone di aggiungere una nuova stazione fotografica: questa si trova sul rilievo roccioso di colore bianco situato in prossimità della stazione di misura EC 206bis. Coordinate (GPS fotocamera): 46°28'8" N, 9°17'4" E. Per riprendere la porzione sinistra del ghiacciaio, focale 24mm e Azimut 240°. Per riprendere la porzione destra del ghiacciaio, focale 24 mm e Azimut: 190°.

0371.0	**Suretta Sud**		Data: **2021.09.30**		Operatori.: F. Villa	
QMF: 2702	ELA: 2825	AAR: 19%	IBM annuale: **Decremento moderato**		Rilievo precedente	**2021**
SF: 005			Variazione frontale	**-40 m**	Misura frontale precedente	**2016**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
MV09	20°	70	3	2016	-40	-8 (2016)	-40 (2016)
MV09	45°	75	-	-	-	-	-
						Variazione frontale	-40 (2016)

Il ghiacciaio si presenta con una leggera copertura nevosa recente di circa 2 cm di spessore medio dovuta alle recenti nevicate. La perdita di massa è evidente, il ghiacciaio risulta sempre più coperto da detriti a causa dei frequenti crolli dalle pareti sovrastanti; a tal proposito l'accesso alla palina 4 è reso sempre più rischioso a causa dei distacchi di grossi blocchi dalla parete.
È stata eseguita la misura delle paline, è stata scattata la foto dalla stazione fotografica SF005 ed è stata eseguita la misura dalla fronte rispetto al segnale MV09. La fronte risulta arretrata di 40 m rispetto all'ultima misura effettuata nel 2016. Successivamente le misure di erano arrestate a causa della copertura detritica che non permetteva una corretta identificazione della fronte glaciale; negli ultimi anni si è creato un piccolo lago proglaciale e la posizione della fronte è ora facilmente tracciabile. E' stata eseguita una doppia misura di distanza dal segnale MV09 con angoli di misura differenti perché l'orientazione a 20° non permette più di incrociare la fronte glaciale nella sua zona centrale e a breve diventerà inutile. E' stata eseguita quindi una misura a 45°, che verrà mantenuta anche nei prossimi anni. La misura è stata eseguita cartograficamente, utilizzando le posizioni GPS della fronte e del segnale misurate durante il rilievo e non mediante bindella, a causa della presenza del lago. Le paline hanno fatto registrare una perdita di 220cm nella parte bassa (Palina 1), 120cm (Palina 3), e perdite più contenute nella parte alta: 70cm in corrispondenza della Palina 2 e 20cm alla Palina 4.
Il bilancio di massa calcolato con metodo glaciologico vede un bilancio di accumulo di 3538 mm w.eq, un bilancio di ablazione di 4275 mm w.eq per un **bilancio netto di – 737 mm w.eq.**

1004.0	**Cima di Lago Ovest**		Data: **2021.10.01**		Operatori: G. Prandi, E. Rossini	
QMF: 2800	ELA: 2770	AAR: 23%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2019**
SF:10			Variazione frontale	**-10 m**	Misura frontale precedente	**2019**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
LC10	130°	180	170	2019	-10	-5 (2019)	-10 (2019)
						Variazione frontale	-10 (2019)

La neve caduta nei giorni precedenti la data del rilievo ha coperto tutta la superficie del ghiacciaio, pertanto non permette di valutare direttamente la ELA e la AAR (calcolate con dati Landsat del 1° settembre 2021). Dall'analisi dei contorni rocciosi con il confronto fotografico del 2020 non risulta un deterioramento eccessivo della superficie del ghiacciaio. Sempre nel settore Est si osserva una

copertura di detriti rocciosi non dovuti al substrato che si è scoperto e diverse formazioni di grotte di piccole profondità. Permane un residuo di lingua glaciale sulla destra orografica. La misura frontale non evidenzia un forte arretramento rispetto agli anni scorsi, probabilmente dovuto al fatto che la lingua ha superato le rocce montonate e si è avvicinata all'apparato glaciale con maggiore spessore. Visto la lunga distanza della fronte si consiglia il prossimo anno lo spostamento in avanti della SM LC 10 e considerare di installare una SM sulla destra orografica per monitorare la lingua parzialmente coperta da detriti. Sono presenti a quote più alte, vicino alle cime, dei piccoli distretti di nevato che non si sono fusi.

1005.0	**Ponciagna**		Data: **2021.10.01**			Operatori: G. Prandi, E. Rossini	
QMF: 2600	ELA: 2850	AAR: 30%*	IBM annuale: **Decremento lieve**			Rilievo precedente	**2020**
SF:10				Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

*dato incerto

La neve caduta nei giorni precedenti il rilievo ha coperto tutto l'apparato glaciale, pertanto non è stato possibile valutare direttamente la ELA e la AAR (si ricorrerà ai dati satellitari). Dal confronto fotografico dello scorso anno, anche se inganna la copertura nevosa, evidenzia una situazione di decremento.

CODERA-MASINO

376.0	**Sivigia Nord Est**		Data: **2021.09.18**			Operatori: A. Barilli	
QMF: 2490	ELA: 2580	AAR: 39%	IBM annuale: **Decremento lieve**			Rilievo precedente	**2020**
SF: 999				Variazione frontale	**-1,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
AB	150	46	-44,5	2020	-1,5	-1,5	-1,5
						Variazione frontale	**-1,5**

L'innevamento dell'anno è buono e copre tutto il bordo superiore del ghiacciaio e la parte inferiore più a Sud, direttamente sotto al canalone del Porcellizzo. La parte più settentrionale del ghiacciaio è come sempre quella che presenta gli arretramenti maggiori, favoriti da una copertura detritica discontinua e di poco spessore. Si rileva un arretramento di 1,5 metri dal segnale AB, mentre la copertura nevosa dell'anno non permette di individuare la fronte in corrispondenza del segnale I.

390.0	**Passo di Bondo**		Data: **2021.09.12**			Operatori: A. Barilli	
QMF: 2910	ELA: 3060	AAR: 54%	IBM annuale: **Stazionario**			Rilievo precedente	**2020**
SF: 999				Variazione frontale	**n.r.**	Misura frontale precedente	**2020**

L'innevamento dell'anno è buono e copre oltre un terzo della superfice del ghiacciaio che resta esposto nella parte inferiore e centrale, ove è evidente la riduzione di spessore rispetto al rilievo del 2020 e degli anni precedenti. Anche quest'anno non è possibile determinare con esattezza la linea della fronte: nella parte più bassa del ghiacciaio c'è come sempre un accumulo nevoso che nasconde l'eventuale presenza di ghiaccio, mentre nella parte centrale la fronte è appiattita e si insinua sotto il detrito, rendendo non individuabile il limite della fronte. Si assume per il segnale 2 la distanza rilevata lo scorso anno mentre il segnale I è probabilmente da abbandonare in quanto non è più visibile il rigonfiamento al di sotto dei detriti che faceva pensare alla presenza di ghiaccio sottostante.

407.0	**Pioda Sud**		Data: **2021.08.29**			Operatori: A. Camisasca	
QMF: 2866	ELA: irreg.	AAR: 40%	IBM annuale: **Decremento lieve**			Rilievo precedente	**2020**
SF: 115, 999				Variazione frontale	**0 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
AM01	122	48	48	2020	0	0	0
						Variazione frontale	0

Rilievo effettuato con anticipo di circa 20 giorni rispetto al termine della stagione di ablazione. Posizione della fronte immutata rispetto al 2020. Innevamento ancora discreto, confermato da rilevazione satellitare dell'AAR.

DISGRAZIA-MALLERO

408.0	**Predarossa**		Data: **2021.09.22**			Operatori: M. Urso
QMF: 2700	ELA: 3280	AAR: 39%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 201, 245			Variazione frontale	**-26 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
1.15	20	108	82	2020	-26	-26	-26
						Variazione frontale	**-26**

È presente neve recente sull'intera superficie del ghiacciaio. Per cui non è stato possibile rilevare il limite delle nevi dell'anno che viene così calcolato su base Landsat del 1° settembre. La ELA sulla porzione superiore del ghiacciaio, a valle della Sella di Pioda si attesta sui 3280 m mentre nella porzione inferiore sotto la parete sud del M. Disgrazia, raggiunge i 3100-3150 m. Si evidenzia una particolare sofferenza alla fronte ove si è verificato il collasso della fronte stessa. La parte frontale superiore, se pur non visualizzata direttamente, rimane sostanzialmente stabile nella forma e nella consistenza.

411.0	**Cassandra Est**		Data: **2021.09.17**			Operatori: M. De Zaiacomo
QMF: 2925	ELA: 3160	AAR: 45%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2019**
SF: 206			Variazione frontale	**0 m**	Misura frontale precedente	**2019**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
SAB18	315	16	16	2019	0	0 (2019)	0 (2019)
MDZ15	300	9	9	2019	0	0 (2019)	0 (2019)
SPO18	345	2	1.5	2019	-0.5	-0.25 (2019)	-0.25 (2019)
OME18	0	-	6	2019	-	-	-
SAN18	45	-	5	2019	-	-	-
						Variazione frontale	0 (2019)

Nuovi segnali di misura posizionati nell'anno:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Coordinate (WGS84 UTM32)	
codice	Gradi °	metri	x	y
TSO21	*	5	558050	5123229

* Direzione vetta del M. Disgrazia da controllare e validare nel 2022.

Rispetto all'ultima buona immagine dalla SF206 del 2018 la posizione della fronte, parzialmente coperta da neve dell'anno, appare stabile, eccetto per la lingua più orientale che è stata interessata da un crollo e da una leggera perdita di volume. Tutti i segnali misurati confermano la sostanziale stabilità della fronte rispetto al 2019. I segnali OME18 e SAN18, che rilevano la parte occidentale della fronte, non sono stati misurati poiché coperti da neve annuale. Vista la dinamicità del ghiacciaio, il cui movimento verso valle è bilanciato dalla fusione, non si assegna alcun valore alla misura, poiché presumere una stazionarietà potrebbe essere un errore. L'innevamento annuale è abbastanza abbondante sui pianori, ai piedi delle pareti e sulle conoidi di accumulo. Si stima una copertura di circa il 40-50% della superficie. La crepacciata terminale, sotto il canale che sale alla cima orientale del Disgrazia, mostra uno spessore dell'innevamento residuo annuale stimato in alcuni metri. Si osserva un aumento dei crolli di roccia e dei detriti, una leggera diminuzione della crepacciatura ed appiattimento del margine. La perdita di spessore e potenza di questo ghiacciaio è lenta ma costante negli ultimi anni, dopo la leggerissima avanzata del 2013-2014. In linea con questa tendenza il bilancio di massa annuale è di decremento lieve.

415.0	**Pizzo Rachele**		Data: **2021.09.01**			Operatore: A. Almasio
QMF: 2592	ELA: 2750	AAR: 35**%**	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 221			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**
Variazione di massa pluriennale			**Decremento**		Rilievo precedente	**2014**

L'ultimo rilievo risale al 2014, anno nel quale la superficie innevata era comparabile a quella attuale, mentre lo spessore doveva essere più cospicuo visto il detrito morenico in emersione quest'anno. Nell'intervallo temporale intercorso dal precedente rilievo, tramite le osservazioni fotografiche annuali si evidenzia la scomparsa della neve residua nel periodo 2015-19, con l'emersione del firn nel biennio 2015-16, la successiva esposizione del ghiacciaio in parete nel periodo 2017-19 e la progressiva ricomparsa della neve stagionale, ai piedi delle pareti del circo glaciale, nel biennio 2018-19. Lo scorso anno la superficie innevata è risultata comparabile con quella attuale. Considerato l'innevamento residuo delle ultime due annate, l'indice dinamico si mantiene stazionario.

416.0	**Ventina**		Data: **2021.10.10**			Operatori: M. Gussoni
QMF:	ELA: 2750-3150	AAR: 30%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF:250			Variazione frontale	**-30 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
GR-19	174	81	51	2020	-30	-30	-30
						Variazione frontale	**-30**

Il ghiacciaio anche per quest'anno registra importanti perdite sia di volume che di lunghezza. Importanti variazioni morfologiche nel settore frontale: in sinistra idrografica il ghiaccio è sostanzialmente sparito; al centro appare molto assottigliata e solcata da numerose *bediérès* e c'è pure una frattura/grotta di grosse dimensioni; la parte in destra idrografica invece, coperta da detrito, è molto più spessa e si trova qualche decina di metri più a valle. Il regresso frontale registrato rispetto all'anno scorso è di 30 m. Sulla destra idrografica, in corrispondenza della ripida parte terminale della colata, si è formata una fessura perpendicolare al flusso, che fa presagire il distacco di una porzione di ghiaccio entro pochi anni. Alla palina ablatometrica a quota 2500 metri (coordinate N 46.2725 E 9.7780) è stata registrata una perdita di spessore di 3,2 metri. Una nevicata, in data 5 ottobre, non permette l'esatta localizzazione della ELA, ma grazie alle fotografie dei giorni precedenti è possibile stimare che la neve della stagione di accumulo è sparita su oltre il 70% 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.

418.0	**Pizzo Ventina**		Data: **2021.10.10**		Operatori: M. Gussoni	
QMF: 2515	ELA: 2600	AAR: 45%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 250, 217, 221			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Il piccolo ghiacciaio, fotografato più volte durante la fine della stagione di ablazione, presenta un innevamento su quasi metà della superficie per un bilancio sostanzialmente stazionario.

419.0	**Disgrazia**		Data: **2021.09.04**		Operatori: G. Neri, R. Scotti (rel.)	
QMF: 2445	ELA: 2750	AAR: 45%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2021**
SF: 209, 221, 999			Variazione frontale	n.r.	Misura frontale precedente	**2019**

Alla data del 4 Settembre l'innevamento appariva ancora buono con una copertura vicina al 50% della superficie complessiva e con neve fresca sulle pareti della cima. La superficie del ghiacciaio molto crepacciata che denota un substrato ricco di piccole asperità, causa una distribuzione della neve molto irregolare con riempimenti delle concavità fino a quote molto basse. Ne deriva una ELA estremamente irregolare che potrebbe genericamente avvicinarsi ad un valore medio di 2750 m. Sono state effettuate molteplici osservazioni fotografiche dalle SF. Permane la pericolosità da scivolamenti di massi in prossimità della fronte che ne impedisce le misurazioni.

422.0	**Sissone**		Data: **2021.08.31- 2021.09.01**		Operatore: A. Almasio	
QMF: 2775	ELA: 2950	AAR: 33%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 221, 999			Variazione frontale	**-4 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
3B	240	49	45	2020	-4	-4	-4 (2020)
						Variazione frontale	**-4**

Lieve decremento della copertura nevosa rispetto al 2020, specialmente nella parte superiore del ghiacciaio e nel settore sinistro, in corrispondenza del lobo superiore. Il limite delle nevi si è comunque mantenuto sui 2900-2950 m, in linea con lo scorso anno. Il nevato e la superficie del ghiacciaio presentavano la caratteristica rete di solchi di ruscellamento e di dilavamento. Il ghiacciaio ha subito un arretramento lieve in corrispondenza della fronte principale, mentre la copertura nevosa mascherava la posizione effettiva dell'articolata fronte del lobo superiore, che è rimasta pressoché stazionaria. La copertura nevosa nella parte superiore del settore sinistro, a monte della fascia rocciosa in progressiva emersione dal 2015, ha protetto anche quest'anno l'esile collegamento tra il lobo superiore ed il resto del ghiacciaio. Nel settore sinistro erano presenti alcuni funghi di ghiaccio a conferma del progressivo assottigliamento della massa glaciale, inoltre della grossa frana segnalata lo scorso anno è rimasta una fascia detritica trasversale nella zona frontale, mentre a monte risultava coperta dalla neve. La seraccata sopra alla fronte principale si presentava con il caratteristico profilo laterale concavo, con l'elemento terminale appiattito e completamente coperto da detritico morenico. La fronte principale era priva di neve e col ritiro è risalita di quota, anche a causa dell'accumulo morenico frontale.

425.0	**Vazzeda**		Data: **2021.09.12**		Operatori: L. Carricato, V. Cipriani, F. Fazzini, M. Ruffoni, E. Triglia	
QMF: 2850	ELA: 3030	AAR: 43%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 217			Variazione frontale	**-15 m**	Misura frontale precedente	**2018**
Variazione di massa pluriennale			**Decremento**		Rilievo precedente	**2019**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata al 2018
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
VZS 20A	220	Non rilevabile	-26	2018	-	-	-
VZS 27	260	Non rilevata	-72	2016			
VZS 28	240	45	-7	2016	-38	-7,5 (-38/5)	-23 (2018)
VZS 29	225	27,5	-2	2016	-25,5	-5 (-25,5/5)	-15 (2018)
VZL F.12	230	62	-61,5	2018	-0,5	-0 (-0,5/3)	-0 (2018)

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata al 2018
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
VZS 16B	225	69	-32	2016	-37	-7,5 (-37/5)	-22,5 (2018)
VZS 26	250	Non rilevata	-62	2016			
VZS 1B	245	Non rilevata	-110	2016			
						Variazione frontale	-15

Alla data del rilievo il ghiacciaio presenta accumuli nevosi lungo tutta la fascia appena al sotto della parete del Vazzeda costituiti da firn e neve recente. È inoltre presente della neve stagionale lungo le due fasce laterali e in alcune aree più ridotte in prossimità della fronte in corrispondenza di conche e zone meno ripide. La ELA si stima attorno ai 3030 metri. Ad inizio agosto, il ghiacciaio presentava ancora una significativa copertura di neve residua e solamente nella fascia intermedia erano presenti esigui settori scoperti, a conferma delle abbondanti nevicate primaverili. La zona centrale del ghiacciaio presenta alcune *bediérès* di piccole dimensioni anche se complessivamente l'acqua superficiale di ruscellamento è abbondante. Si nota una discreta quantità di detriti, anche di notevoli dimensioni, soprattutto nella destra orografica e nella zona centrale del ghiacciaio in corrispondenza di un canale franoso sulla parete della cima di Vazzeda. Alla stazione VZS20A non è stato possibile effettuale la misurazione in quanto presente una discreta copertura di neve residua che non permetteva l'individuazione della fronte. Le stazioni VZS27, VZS1B e VZLF16 si sono rivelate ormai non più ottimali in quanto si trovano al di sotto di un salto roccioso. La stazione VSZ16B si trova in corrispondenza di una porzione ridotta di ghiaccio in sinistra orografica ormai completamente staccato e a sé stante rispetto al corpo glaciale principale, così come la VZS26 che si trova ancor più in basso e per la quale non è stato possibile effettuare la misurazione. In linea generale andrebbe valutata per la prossima campagna una riorganizzazione delle stazioni di misura, eliminando quelle non più ottimali e facendo avanzare quelle che attualmente si trovano troppo distanti dalla fronte. Le paline sono state reinfisse il 10/08/2019. Il 12/09/2021 la palina 1 non è stata ritrovata, probabilmente coperta o distrutta da scariche di detriti cadute sulla zona di posizionamento. Per quanto riguarda la palina 2 in data 10/08/2019, giorno di infissione della stessa tuttora presente, si segnala emersione della precedente vecchia palina di 100 cm nero. Al 14/09/2019 possibile emersione della nera per 180 cm, poi andata persa. Al prossimo rilievo verificare le coordinate che risultano comunque imprecise.

431.0	**Pizzo Tremogge**		Data: **2021.10.12**		Operatori: L. Kataoka	
QMF: 3028	ELA: 3120	AAR: 80%	IBM annuale: **Incremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 234, 999 (circa 221)			Variazione frontale	**-1 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
2	43°	Non misurabile	13	2020	-	-	-
2a	71°	Non misurabile	16	2020	-	-	-
3	21°	3	2	2020	- 1	-1	-1
3	6°	-	-	-	-	-	-
Variazione frontale							-1

Permane la chiazza di neve residua a nord del segnale 3 riscontrata nel 2020, anche se dal confronto con i massi affioranti appare di spessore ridotto. Su buona parte del ghiacciaio sono presenti circa 10 cm di neve fresca (nevicata dei giorni precedenti), che rendono non valutabile la *snow-line*. Accumuli di neve fino a 60 cm sui detriti che ricoprono la fronte rendono impossibile anche la misurazione della fronte dai segnali 2 e 2a. L'indice AAR deriva dall'estensione dell'innevamento calcolata su base Landsat del 1 settembre.

BERNINA

432.0	**Scerscen Inferiore**		Data: **2021.09.30**		Operatori: A. Salvetti	
QMF: 2770	ELA: 3100	AAR: 38%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF:307			Variazione frontale	**-18 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
AD09	300	420	401	2020	-19	-19	-19
MDZ15	290	170	153	2020	-17	-17	-17
						Variazione frontale	**-18**

Il rilievo è stato effettuato in data 30 settembre 2021; le condizioni meteoroloighce erano buone; temperatura intorno ai 3 °C alla stazione ARPA di Passo Marinelli. Nei giorni precedenti alcuni passaggi perturbati hanno portato precipitazioni il giorno 26 (precipitazioni ancora liquide) e il giorno 29, circa 12 mm di precipitazione, in parte nevose, ma rapidamente fuse nelle ore successive. La fronte del ghiaccaio, lungo la morena centrale, risultava libera da neve e ben visibile. Una spolverata di neve fresca era ancora visibile sopra i 3100-3200 m s.l.m. circa. La stagione di fusione era proprio al termine e si sarebbe conclusa nei primi giorni di ottobre.
La copertura di detriti della lingua risultava sempre cospicua, come negli anni precedenti, a causa dell'abbassamento generale dello spessore glaciale. La misura della fronte è stata eseguita sia dal segnale AD09, ben visibile e segnato su una roccia della morena centrale, tramite distanziometro laser (4 misure successive, Azimut 300°) sia, per verifica, dal segnale MDZ15, (ometto su un sasso piatto), Come del 2020 le due misure risultano sostanzialmente congruenti. Rispetto all'anno precedente, la fronte è arretrata di ulteriori 18 metri. Nella lingua ormai residua in sinistra idrografica, tra la morena centrale e il versante in roccia, la riduzione dello spessore del ghiaccio è ulteriormente progredita, mentre a destra della morena il torrente ablatore ha ormai asportato il ghiaccio residuo, mettendo a nudo in larga parte la roccia sottostante. La quota minima della fronte è stata stimata pari a circa 2770 m s.l.m. Si stima una superficie coperta da neve

dell'anno di circa il 20% del ghiacciaio alla data del rilievo, ma la rilevazione da satellite al 01/09 era del 38% e si riporta questo dato per allinearlo agli altri della campagna.

433.0	**Scerscen superiore**		Data: **2021.09.08 – 2021.09.04**		Operatori: A. Galluccio, M. Vener	
QMF: 2780	ELA: 3070	AAR: 54%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 301, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Le immagini di Massimo Vener, relative alla prima decade di settembre 2021, suggeriscono un rallentamento della riduzione di massa in questo ultimo anno rispetto ai precedenti. Stabile o in minimo incremento, al confronto con il 2020, il residuo nevoso stagionale, disposto al solito alla base delle pareti di testata in vasti e irregolari campi tra loro anche collegati lateralmente. La snow-line può così essere indicata una quota media di circa 3070 m per un indice AAR del 54% (misurato su base Landsat del 1 settembre). In ulteriore ritiro la fronte principale centrale, di pochi metri nel punto più avanzato (7-10 m stimabili con una certa precisione) ma assai più erosa e assottigliata sul bordo destro idrografico, dove ha lasciato affiorare un banco roccioso di apprezzabili dimensioni. La fronte generata dal settore orientale del ghiacciaio, autonoma da almeno 130 anni, è planimetricamente stabile ma del tutto affossata al centro rispetto ai suoi margini coperti di morenico, aspetto tipico delle colate poco o nulla alimentate dal trasferimento di massa da monte. Nel corso del 2020 è stata approntata una monografia che riassume la storia del Ghiacciaio di Scerscen a partire dal 1850 (in collaborazione con Riccardo Scotti).

434.0	**Marinelli**		Data: **2021.09.25**		Operatori: M. Zambenedetti, A. Galluccio (rel.)	
QMF: 3050	ELA: irreg.	AAR: 20%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 303, 999			Variazione frontale	**-11 m**	Misura frontale precedente	**2019**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
ARPA	70	59	48	2019	-11	-5,5 (11/2)	-11
						Variazione frontale	**-11**

Il modesto dato di ritiro frontale sottostima largamente l'importante riduzione di massa del ghiacciaio, in una fase di ulteriore depauperamento che è iniziata con la caldissima estate 2018. In quell'anno descrivemmo la comparsa di alcune pozze d'acqua a contatto con il margine frontale: ampliatesi notevolmente nei due anni successivi (vedi l'incidente occorso a M. Zambenedetti nel 2020), sono oggi un vero lago proglaciale, a forma di ferro di cavallo irregolare, profondo alcuni metri, largo fino a 15 e lungo oltre 100. La stazione meteorologica ARPA di Passo Marinelli Orientale è quindi oggi situata tra due specchi d'acqua, il nostro e quello più vecchio e stabile posto ormai da molti anni poco più a valle. Si è così imposta una variazione della tecnica di misura della fronte dal palo del nivometro, che è il caposaldo di riferimento: si è provveduto con il lancio di un estremo della bindella, corredato da un peso. Tale modalità resterà in vigore fino a quando la fronte non prenderà terra sulla sponda a monte.

8303.3	**Punta Marinelli Est**		Data: **2021.09.25**		Operatori: M. Zambenedetti, A. Galluccio	
QMF: 2800	ELA: n.v.	AAR: n.v	IBM annuale: **Incerto**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**
Variazione di massa pluriennale			**Incremento**		Rilievo precedente	**2018**

La piccola massa occidentale, delle due che compongono l'apparato, mostra una forte variabilità annuale, chiarendo come la sua l'alimentazione sia solo valanghiva. Nel 2018 era ridotta a pochi resti coperti di morenico: nel triennio successivo si è ricostituita.

435.0	**Caspoggio**		Data: **2021.08.18**		Operatori: R. Porta	
QMF: 2752	ELA: 2890	AAR: 29%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 307, 999			Variazione frontale	**-2 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

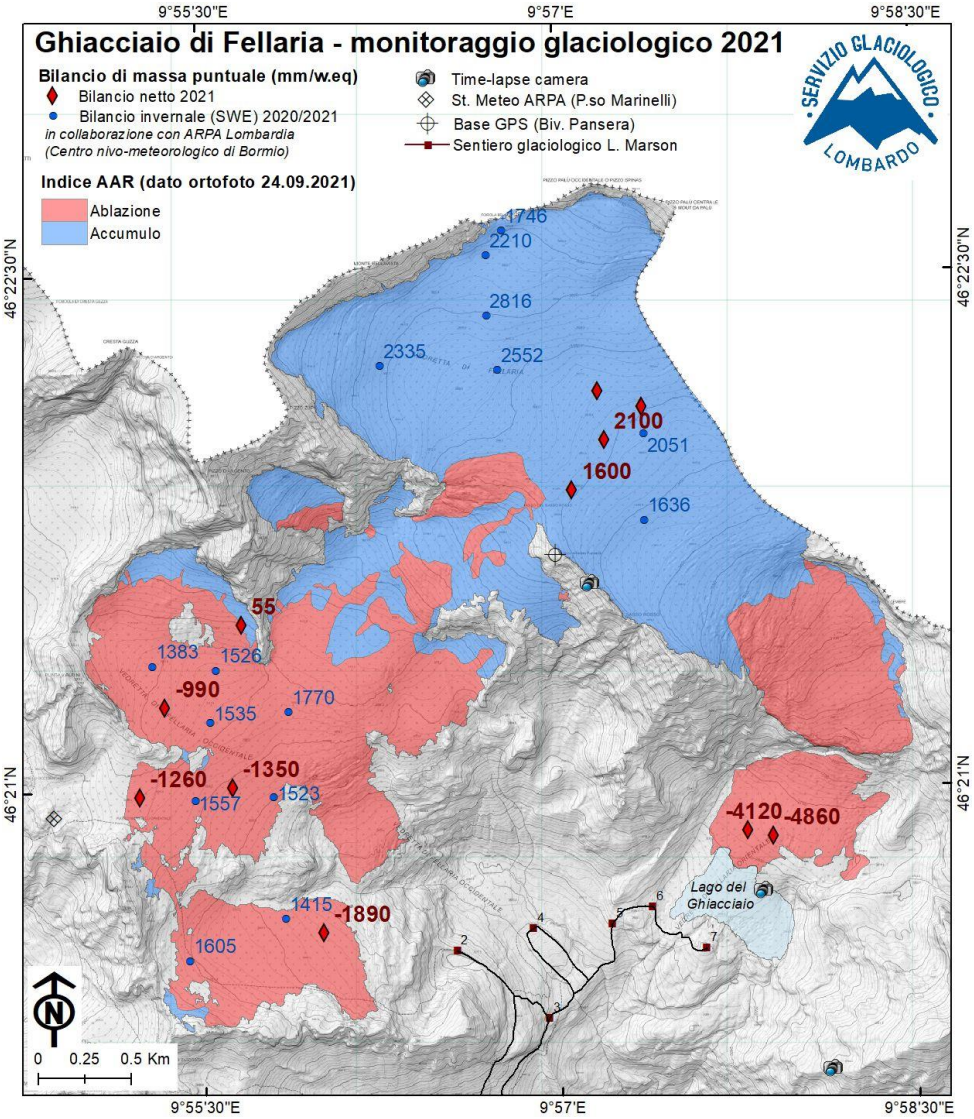
Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
SA16	120	56.5	52.5	2020	-4	-4	-4
DVD18	135	3	3	2020	0	0	0
						Variazione frontale	**-2**

Rallenta leggermente la fase di contrazione frontale del ghiacciaio grazie a un lembo di neve che ha protetto la fronte nella zona del segnale DVD18 per tutta l'estate. Il bilancio di massa annuale, in virtù dell'esteso innevamento residuo annuale di origine valanghiva, può essere considerato di decremento lieve. Difatti l'indice AAR che al 18 agosto raggiungeva ancora gli 0.55 (sentinel-2), al 1° settembre si riduce a circa 0.3. La ELA chiaramente distinguibile in entrambi i circhi che formano il corpo glaciale e si assesta sui 2890 m con alcune porzioni laterali dove il ghiaccio vivo si spinge più in alto.

440.0	**Fellaria - Palù**		Data: **2021.10.18 – 2021.09.24**		Operatori: R. Scotti, M. Oreggioni	
QMF: 2565 (E), 2805 (O)	ELA: 3300	AAR: 52%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 320, 313, P6, P7, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

L'articolato complesso glaciale del Fellaria – Palù, nella sua porzione in territorio italiano, continua a mostrare segnali contrastanti. Le fronti continuano a perdere spessore, seppur con valori leggermente inferiori rispetto agli altri anni mentre l'innevamento residuo risulta quest'anno esteso su oltre la metà della superficie glaciale per un indice di bilancio stazionario per il secondo anno consecutivo. La snow-line, definita sulla base dell'ortofoto acquisita da CGR per SGL il 24 settembre, ha permesso di ricavare l'indice AAR in modo molto

accurato. Il dato di 0.52 è sostanzialmente identico al 2020 (0.49) e più elevato che nel 2019 (0.37) e nel 2018 (0.35). L'innevamento residuo copre completamente l'Altipiano di Fellaria fino a 3300 m lungo l'effluenza orientale mentre verso la colata occidentale si arresta a circa 3200 m. La neve risulta invece anche quest'anno stanzialmente assente nelle porzioni sub-pianeggianti più occidentali, ormai completamente prive di dinamicità e posizionate a quota troppo poco elevata per garantire accumuli nevosi. Lungo l'isoipsa di 3500 m che taglia trasversalmente l'Altipiano, il 28 giugno 2020 erano state posizionate 4 paline utili alla misura dell'accumulo nevoso. Dalle misure effettuate nel 2020 la media delle paline aveva visto un accumulo di oltre 3.8 m di neve per valori di SWE superiori a 2.1 m w.eq. Nel 2021 le paline in alluminio non sono più riemerse mentre sono state infisse il 2 luglio 4 spezzoni da 2 m in legno utili a valutare la fusione/compattazione estiva. Dalla serie di rilievi di altezza neve e densità iniziata da ARPA Lombardia il 1 giugno ed il 2 luglio e dai sondaggi effettuati il 23 settembre da G. Prandi, S. Ialongo, M. Sotgiu e D. Colombarolli si può valutare in circa 3.7 m l'accumulo di neve residua per 1.85 m w. eq, valore leggermente inferiore rispetto al 2020 a fronte di un innevamento complessivo leggermente più esteso. Nel settore occidentale al sito di misura della fusione superficiale del Passo Marinelli a 3100 m il ghiaccio ha perso 140 cm di spessore contro i 50 cm dell'anno precedente, tale valore è superiore alla media di 115 cm di ghiaccio perso all'anno dei 9 anni precedenti. Nelle zone di ablazione continua il disfacimento glaciale della lingua orientale, alimentata dai continui crolli di ghiaccio provenienti dalla falesia di roccia che divide il flusso della colata orientale. I conoidi di rimpasto continuano la loro contrazione volumetrica. Il fenomeno del calving è stato nel 2021 meno intenso rispetto al 2020 con un arretramento, non quantificabile linearmente, ma apparentemente meno intenso rispetto agli anni precedenti forse per il graduale restringimento della fronte a falesia che potrebbe ora muoversi su fondali meno profondi. Anche quest'anno durante l'estate si sono sviluppate due grotte sui due margini laterali della lingua con la volta superiore a 10-15 m dalla superficie lacustre. In sinistra idrografica sta venendo sempre più alla luce un torrente subglaciale visibile lungo la barra rocciosa che tende a dividere in due la lingua glaciale. Tale corso d'acqua è l'emissario di un nuovo lago di neoformazione presente ad un livello altimetrico più elevato lungo il margine sinistro della lingua. 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. Hanno collaborato: M. Fioletti e S. Grasso (ARA Lombardia), D. Colombarolli, S. Ialongo, M. Zanbenedetti, A. Galluccio, G. Prandi, P. Gallo, V. Paneri, R. Bonanno, R. Porta, M. Ruffoni, E. Triglia.



SCALINO-PAINALE

443.0	**Pizzo Scalino**		Data: **2021.09.18**	Operatori: A. Monti, S. Leoni, E. Lietti		
QMF: 2750	ELA: 2950	AAR: 33%	IBM annuale: **Decremento lieve**	Rilievo precedente		**2020**
SF:325, 999			Variazione frontale:	**- 13,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti)

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
AMSL19	184	39	20	2020	-19,0	-19,0	-19,0
AM19	215	16,5	8,5	2020	-8,0	-8,0	-8,0
						Variazione frontale	-13,5

Misure laterali (stazioni di misura esistenti)

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
SL17*	140	19,5	17	2019	-2,5	-2,5	-2,5
						Variazione laterale	-2,5

La neve residua copre circa 1/5 della superficie del ghiacciaio, a partire mediamente da 2950 metri di quota. Al di sopra dei 3000 metri lo spessore della neve residua risulta anche considerevole, localmente superiore ad 1 metro. Tuttavia la porzione inferiore del ghiacciaio ha mostrato un arretramento della fronte e una riduzione di spessore maggiori rispetto al 2020. La porzione più orientale del ghiacciaio risulta collegata al corpo principale da un lembo di ghiaccio di poche decine di metri di sviluppo. Individuata una nuova stazione fotografica dedicata alla porzione orientale prossima a separazione, presso il punto di misura laterale SL17.
*si specifica che la misura SL17, nonostante prosegua la serie storica delle misure frontali della fronte del "Cornetto", attualmente non misura una regressione frontale ma laterale del corpo principale del ghiacciaio, in quanto la fronte è ormai completamente assente da anni. 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.

DOSDE'-PIAZZI

463.0	**Sasso Torto**		Data: **2021.08.29**	Operatori: D. Colombarolli		
QMF: 2689	ELA: irreg.	AAR: 46%	IBM annuale: **Stazionario**	Rilievo precedente		**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**
Variazione di massa pluriennale			**Decremento**		Rilievo precedente	**2010**

Il glacionevato è stato visitato l'ultima volta nel 2010, anno in cui si ipotizzava la presenza di ghiaccio sotto il detrito nella zona frontale più bassa (evidente solo nei primi anni novanta) e sotto i detriti del ripido pendio soprastante. Durante la visita di quest'anno, le condizioni di innevamento stagionale e firn dell'anno precedente rendono visivamente simile la situazione al 2010, con la zona detritica centrale contornata da due lingue di neve ai lati e nella parte frontale bassa. Se vi era ghiaccio sotto la parte detritica allora, oggi pare non essercene più. Osservando da vicino la parte bassa del ripido pendio, non si hanno evidenze di ghiaccio sepolto e si possono osservare delle semplici forme vegetali laddove il detrito è più fine. Da un attento confronto fotografico 2010/2021, il pendio pare ora più appiattito, a conferma di quanto osservato sul campo. L'area pianeggiante frontale che inizia a quota 2690m, presenta su di essa delle colate detritiche, sotto le quali non c'è evidenza di ghiaccio; dove c'è presenza di neve (sia stagionale che firn dello scorso anno) non si riesce a capire cosa in realtà ci sia sotto di essa. L'unica area dove si vede tracce di ghiaccio, è quella tra la fine del pendio detritico centrale e l'inizio del piano (2690 m). Un debole ruscellamento ha creato una piccolissima *bediérè* lunga circa un metro e profonda 20/30 cm, in quello che a tutti gli effetti è ghiaccio coperto da una un sottile strato di fanghiglia. Si rende pertanto inutile misurare la distanza della fronte dal segnale preposto, mentre può essere interessante per il futuro effettuare con visite più frequenti il monitoraggio del glacionevato.

468.0	**Cardonnè**		Data: **2021.08.14** (1), **2021.09.24** (2)	Operatori: V. Sosio (1), A. Galluccio (2), S. Confortola (2)		
QMF: 2550	ELA: irreg.	AAR: 39%	IBM annuale: **Decremento lieve**	Rilievo precedente		**2020**
SF: 426, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

(1) La superficie del ghiacciaio di Cardonnè appare negli ultimi anni poco ritirata, ad eccezione dei crolli delle ormai piccole lingue glaciali, che prima del 2012 scendevano in una seraccata unica verso valle. La riduzione dello spessore generale del ghiacciaio sotto quota 3000 metri fa emergere nuovi cordoni di roccia. Durante il 2017 affiora un nuovo cordone in posizione centrale a quota 2630m; alla sua destra idrografica lo spessore del ghiacciaio si assottiglia collassando in più punti. Nel 2018 si forma un nuovo laghetto ed i torrenti subglaciali contribuiscono alla formazione di grotte, prossime al collasso. Il terminale del ghiacciaio rimane da decenni invariato per via dei notevoli apporti valanghivi e la ristrettezza del vallone che lo contiene. Dove affiorano i due ammassi rocciosi a quota 2600 e 2700 m (a monte del nuovo laghetto) il vallone è meno stretto e lo spessore limitato del ghiacciaio determinerà un definitivo scollegamento col terminale. Appena sotto il corpo roccioso a quota maggiore si è formato un cratere profondo una decina di metri dove l'acqua si infiltra e contribuisce alla fusione subglaciale. Il ritiro del ghiacciaio sotto lo sperone che separa il Lia dal Cardonnè è più evidente negli ultimi 3 anni, segno che lo spessore lungo il bordo a quota inferiore i 2800 m è molto limitato. Lia e Cardonnè restano comunque collegati da uno spessore di ghiaccio a quota 3000 m, poco assottigliato nel corso degli anni. Quest'anno lo spessore del ghiaccio appare più stabile sotto i Corni di Verva, destinati ad estinguersi per via dell'elevata pendenza che limita l'accumulo di neve.

(2) Rispetto ai due anni precedenti, può essere rilevata la scomparsa di una corta lobatura lanceolata nei pressi dell'angolo estremo destro idrografico del margine frontale. Sul lato opposto, alla base dei Corni di Verva, è emerso ulteriormente il grande nunatak di quota 2700-2750 m circa: in questo settore la neve vecchia è comunque assai più abbondante che nel recente passato, al punto che gran parte

delle colate detritiche superficiali visibili in precedenza ne risultano occultate. Nulla si può comunque dire, dal materiale disponibile, della posizione della fronte, che qui raggiunge la quota minima, data la completa copertura morenica. I campi alti del ghiacciaio non mostrano variazioni significative, con dimensioni stabili o in lieve riduzione dei numerosi inserti rocciosi apparsi negli ultimi venti anni sul ripido versante settentrionale della Cima Piazzi (3441 m) e dei suoi contrafforti occidentali. Coperte da un leggero strato di neve recente, si intuiscono diverse chiazze di neve vecchia anche al di sotto dei 2900 m di quota (detto dei conoidi di valanga dei Corni di Verva che attingono i 2600 m), con una snow-line media situabile attorno ai 3050 m.

473.0	**Dosdè Est**		Data: **2021.09.05** (1) **- 2021.09.26** (2)		Operatori: (1) A. Toffaletti, (2) V. Sosio	
QMF: 2625	ELA: irreg.	AAR: 35%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 424, 448			Variazione frontale	**-8,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
TB18*	200	39	31	2020	-8	-8	-8 (2020)
Toffa17	185	45	35	2020	-10	-10	-10 (2020)
Toffa17	200	39	34	2020	-5	-5	-5 (2020)
Toffa17	160	54	43,5	2020	-10,5	-10,5	-10,5 (2020)
						Variazione frontale	**-8,5**

*Misura effettuata il 5 settembre

Al momento del rilievo il ghiacciaio si trova coperto per circa il 30/35% della sua superficie da neve residua della passata stagione invernale per un AAR pari allo 0.35 che fa sì che il ghiacciaio si trovi in un bilancio di massa negativo anche se in misura leggermente inferiore rispetto alle annate precedenti. I dati satellitari al 01/09 invece restituiscono un AAR del 45% con IBM stazionario; si considera questo valore per allinearlo agli altri della campagna. Gli accumuli risultano presenti nella parte superiore del bacino di alimentazione e nel tratto pianeggiante a valle dello stesso con un'ampia zona priva di innevamento nei settori più ripidi del settore di alimentazione e sulla lingua. Lo stato di sofferenza del ghiacciaio viene evidenziato dalla continua espansione della costolatura rocciosa presente nel bacino di accumulo e dai bordi sollevati del settore frontale in destra orografica. Profonde *bediérès*, al solito, solcano la parte frontale della lingua glaciale arrivando fino al *bedrock* sottostante. La cospicua copertura morenica dovuti a crolli dalle pareti soprastanti presente in sinistra orografica determina una differente ablazione tra i due settori frontali: in sinistra orografica il ghiacciaio risulta di maggiore spessore, dove è ancora presente un'ampia grotta glaciale sebbene di dimensioni rispetto agli anni precedenti.
Limitati spessori di ghiacciaio sopravvivono sotto la parete Ovest grazie ai più frequenti crolli di materiale, che vanno a proteggere il ghiaccio dalla radiazione. In relazione alle precedenti considerazioni, tra il 2015 ed il 2016 si apre una grotta sotto la parete del Lago Spalmo, crollata negli anni successivi, andando a collassare totalmente nel 2020. Tra il 2018 ed il 2019 la perdita di spessore del ghiacciaio anche a quote più elevate determina l'affioramento di un cordone roccioso centrale, laddove il ghiacciaio si presenta più ripido e probabilmente meno spesso. L'abbassamento del terminale del ghiacciaio rilevato dal 2017 è pari a 5 m, mentre lo spessore di ghiaccio perso verrà rilevato in modo più preciso il prossimo anno, grazie alla differenza dei modelli 3D.

477	**Val Viola Ovest**		Data: **2021.10.16**		Operatori: V. Sosio	
QMF: 2880	ELA: irreg.	AAR: 60%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2018**
SF: 422, 999			Variazione frontale	**-96 m**	Misura frontale precedente	**2013**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
2DF	215	136*	40	(2013)	- 96	-12 (96/8)	- 96 (2013)
						Variazione frontale	**- 96**

Nuovi segnali di misura posizionati nell'anno:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Coordinate (WGS84 UTM32)	
codice	gradi °	metri	x	y
SPP21 (est)	7	35	589905	5138108
SPP21 (ovest)	49	52	589871	5138108

*Da misura topografica risulta un arretramento di 122 m con azimut 215 dalla stazione 2DF che, considerato l'incremento di quota di 60 m dal segnale alla fronte, può portare ad una stima di distanza lungo il pendio di 136 m.

A causa dell'accumulo di neve ancora presente (oltre 1,5 m), il 7 agosto 2021 sono state realizzate due nuove stazioni di misura attraverso due omini in pietra verniciati di colore giallo, poggiate sui due affiori di roccia ai lati del terminale del ghiacciaio. Dal 2010 inizia ad affiorare il corpo roccioso a Ovest che attualmente contiene il ghiacciaio in prossimità del terminale. Come per il Viola Est, il ghiacciaio si è ritirato su tutti i fronti e sopravvive oggi grazie agli apporti valanghivi, laddove i pendii sono meno ripidi. Nel 2012 si verifica un grosso crollo nella parte alta. Tra il 2009 e il 2012 l'unica lingua glaciale si suddivide in tre diramazioni a causa dell'affioramento di due corpi rocciosi. Nel 2021 la lingua ovest è ormai estinta, mentre la lingua est risulta completamente staccata da quella centrale. Il ritiro della fronte più a valle è meno rapido grazie al favorevole apporto valanghivo, che deposita parecchia neve nel pianoro terminale. Più soggetta a perdita di spessore è la parte centrale del ghiacciaio (circa 2 m/anno), così come la parte sommitale, dove la pendenza è molto elevata e l'accumulo di neve minore (nel 2016-2017 nuovo materiale affiora sulla destra idrografica).

LIVIGNO

996.0	**Val Nera Occidentale**		Data: **2020.09.14**		Operatori: I. Peri	
QMF: 2780	ELA: 2840	AAR: 29%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 436, 999			Variazione frontale		Misura frontale precedente	
Variazione di massa pluriennale			**Decremento**		Rilievo precedente	**2011**

L'abbondante accumulo nevoso presente nella fascia a ridosso della parete rocciosa delimita una ELA ad una quota media di 2840 m, accumulo si presenta più consistente della passata stagione. Il ghiaccio sembrerebbe non aver subito evidenti rimaneggiamenti e si presenta grosso modo invariato rispetto allo scorso anno sia in termini di estensione che di spessore. Anche per quanto riguarda la parte di ghiacciaio che scende dal Colle di Val Nera si presenta in buona parte ancora coperto da neve stagionale che lo ha risparmiato in buona parte dalla fusione ad eccezione di una chiazza centrale tra i 2930 m e i 2880 m. Resiste ancora comunque il collegamento al corpo centrale tramite un piccolo lembo di ghiacciaio coperto da detrito.

997.0	**Campo Nord (Paradisin)**		Data: **2021.09.14**		Operatori: D. Colombarolli, I. Peri, S. Repetto	
QMF: 2844	ELA: 3090	AAR: 30%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF:441,439,999			Variazione frontale	**-4,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
DC16	133	34	34	2020	0	0	0
BC115**	119	-	50	2020	-	-	-
BC215	113	70	61	2020	-9	-9	-9
						Variazione frontale	-4,5

** Misurazione non più attendibile per la presenza di uno scivolamento di detrito che rende impossibile il riconoscimento del fronte del ghiaccio rimasto sepolto

Nuovi segnali di misura posizionati nell'anno:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Coordinate (WGS84 UTM32)	
codice	Gradi °	metri	x	y
ACP21	157	5,5	0585199	5142489
CFP20	124	22,5		

ACP21 Nuovo Caposaldo che andrà a sostituire il BC115

Nonostante l'ottimo innevamento rilevato al 30 maggio (298 cm, secondo solo ai 420 cm del 2001) il ghiacciaio rimane in condizioni di acuta sofferenza. Le paline al piano di riferimento di quota 2960 m testimoniano una perdita pari a 160 cm con l'innevamento stagionale che è terminato attorno al 23 luglio (osservazione dalla webcam). Situazione simile anche sulla fronte; purtroppo la nuova infissione su quest'ultima non ci ha permesso di forare oltre 610 cm, spessore che ne determinerà la scomparsa pressoché totale nei prossimi 3 / 4 anni. Da segnalare in sinistra idrografica poco prima del pendio che porta al piano superiore, la permanenza nell'area di circa 200x150 m di nevato stagionale e firn. Ottimo invece l'innevamento sul piano superiore dove si è riusciti a sondare dai 240 ai 300 cm di neve stagionale/firn dello scorso anno. Difficile stabilire quanto attribuire all'uno o all'altro, verosimilmente, attorno ai 240/250 cm è stato rilevato uno strato più compatto; questo spessore potrebbe essere il nevato 2020/21. La palina 2 di riferimento ovviamente non è visibile, lo scorso anno sporgeva dalla neve di 5 cm. Nella zona della fronte in sx orografica, una frana ha coperto l'esile collegamento di ghiaccio, che allo stato attuale mantiene unito il ghiacciaio al lobo che scende sotto la parete fino alla quota di 2850 m. Per questo è stato necessario abbandonare il segnale BC115 che era il caposaldo per misurare la distanza in quel punto. Potrebbe essere corretta la misura di 50 m presa nel 2019 in quanto i detriti che ora coprono l'area, hanno quasi certamente protetto il ghiaccio dalla fusione estiva e quindi mantenuto per il momento la posizione. Il lago di quota 2950 m è stato osservato con dimensioni maggiori rispetto allo scorso anno a causa di un piccolo crollo di rocce e residuo di neve stagionale che ne sbarra il deflusso. L'aumento del livello ha causato il contatto diretto con la fronte del ghiacciaio che sembra scivolato in avanti di circa 50 cm rispetto lo scorso anno (segnale CFP20 +50 cm). Per tale incertezza si è valutato di tenere in tabella la distanza della fronte pari a 0. Da valutare il prossimo anno lo spostamento del segnale in base al comportamento del lago stesso.

Il **bilancio di massa netto** calcolato con metodo glaciologico è di **-0.35 m w.eq**., leggermente più negativo rispetto ai -0.22 m w.eq del 2020. Il bilancio cumulato complessivo dal 2006 mostra una perdita di 19.5 m w.eq. Considerando solo le paline di riferimento (bilancio puntuale) di quota 2960 m il bilancio è stato negativo per 1.4 m w.eq per un bilancio cumulato dal 2006 che arriva a -28.7 m w.eq.

ORTLES-CEVEDALE

481.0	**Platigliole**		Data: **2021.10.15**		Operatori: A. Scaltriti, A. Galluccio	
QMF: 2980	ELA: assente	AAR: ~0%	IBM annuale: **Decremento forte**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999 Filone del Mot			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**
Variazione di massa pluriennale			**Decremento**		Rilievo precedente	**2010**

A seguito del fortissimo ridimensionamento occorso nel ventennio 1990-2010, il ghiacciaio, un tempo collegato lateralmente verso Nord con la Vedretta Piana, è oggi un modesto apparato di falda, alimentato dalle valanghe in origine dal versante settentrionale della Punta del Chiodo (3270 m). Al confronto con la più recente immagine in archivio disponibile (23 settembre 2010), si nota altresì una discreta

tenuta decennale della massa, che ha perso una decina di metri di spessore, ma ha mantenuto quasi intatta la propria superficie, erosa solo nel settore meridionale di testata, oggi largamente ricoperto da detrito affiorante e di crollo e, forse, discontinuo. Appare anche sorprendentemente stabile la quota minima frontale, in destra idrografica, dove il ghiacciaio pone il suo limite a 2980 m.

482.0	**Vitelli**		Data: **2021.10.15-2021.10.01**		Operatori: A. Scaltriti, A. Galluccio	
QMF: 2750	ELA: 3150	AAR: 45%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999 Filone e Lago del Mot			Variazione frontale	**-16,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	attuale	precedente	variazione
AS18m.21	110°	73	56,5 (2020)	- 16,5

Il ghiacciaio prosegue senza soste nel suo ritiro ormai più che trentennale. Dopo i devastanti ridimensionamenti degli anni passati, che hanno visto dissolversi ciò che rimaneva della lingua valliva e della sua estesa morena mediana principale (che conteneva ghiaccio plurisecolare), oggi il ritmo del regresso appare abbastanza contenuto. Ciò si deve soprattutto all'attuale giacitura della colata terminale, ormai adagiata all'interno di una vallecola dai bordi rocciosi ripidi, alla base del versante Nord Ovest del Monte Cristallo. Qui, oltre a qualche corpo di valanga, durante la stagione estiva i coni d'ombra garantiscono molte ore al giorno di protezione orografica. Nessuna variazione morfologica significativa interessa anche il ramo pensile settentrionale, un tempo sede della più bella seraccata lombarda: si annota però un ulteriore affievolimento della colata. Nulla si può dire dell'innevamento stagionale residuo, stante una modesta ma estesa copertura nevosa autunnale all'atto del rilievo. Sono invece da rimarcare le imponenti manomissioni del manto nivale alle quote superiori per la pratica dello sci estivo: quest'anno si osservano, poco a valle del Passo di Sasso Rotondo, due enormi gobbe costruite per le prove acrobatiche. Sono state rilevate con precisione le coordinate del segnale AS18m.21: N 46°30.146' E 010°26.950'; Quota 2730 m. La ELA e l'indice AAR sono stati calcolati sulla base delle immagini Sentinel-2 del 26 agosto.

490.0	**Zebrù Ovest**		Data: **2021.09.18**		Operatori: E. Triglia	
QMF: n.v.	ELA: 3250	AAR: 55%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 515, 508			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Dal confronto fotografico con il 2020 della porzione inferiore del ghiacciaio, la copertura nevosa nella parte superiore del ghiacciaio risulta pressoché invariata, con una ELA stimata attorno a quota 3250 m. Il dato è confermato dalle immagini sentinel-2 del 26 agosto dalle quali è stato derivato l'indice AAR che, stante la scomparsa di parte dell'innevamento in settembre, risulta leggermente sovrastimato. Osservando il lato in destra idrografica, a ridosso della parete rocciosa, è evidente la progressiva perdita di spessore dell'apparato che, stante la copertura nevosa nella porzione superiore risulta di sostanziale stazionarietà.

490.1	**Zebrù Est**		Data: **2021.09.18**		Operatori: E. Triglia	
QMF: n.v.	ELA: 3130	AAR: 30%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 515, 508			Variazione frontale	**-1 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
Δ3	15	35	34	2020	-1	-1	-1
Δ5	60	20,35	43	2020		n.a.	n.a.
						Variazione frontale	-1

Drasticamente modificata risulta la situazione alla fronte del ghiacciaio Zebrù Est fotografata dalla stazione 508. Il lago periglaciale formatosi negli ultimi anni è completamente estinto scoprendo la parte terminale della fronte precedentemente nascosta dall'acqua. Nell'area glaciale prima occupata dal lago si notano profonde spaccature con un modesto deflusso di acqua di fusione; tale modificazione potrebbe essere la causa della scomparsa del lago stesso. Il confronto dal segnale Δ5 posto in prossimità del lago risulta ora impossibile con gli anni precedenti. Il dato riportato in tabella non tiene in considerazione le modeste porzioni di ghiaccio coperto da detrito che si sono separate dal corpo principale. Decisamente contenuto l'arretramento della fronte dal segnale Δ3 (1 m) mentre nella parte centrale della fronte inoltre si evidenzia il progressivo cedimento di un'altra porzione di ghiaccio. La copertura detritica in destra idrografica resta piuttosto marcata. ELA e AAR sono state derivate dalle immagini Sentinel-2 del 26 agosto.

496.0	**Forà**		Data: **2021.09.18**	Operatori: V. Cipriani, A.C. Galluccio		
QMF: 2860	ELA: 3100	AAR: 11%	IBM annuale: **Decremento moderato**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 508, 999, 515			Variazione frontale	**-18 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
∆5	160°	107	93,5	2020	-13,5	-13,5	-13,5
∆4	155°	96	74	2020	-22	-22	-22
						Variazione frontale	**-18**

Introduzione di un nuovo segnale di misura:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Quota	Coordinate WGS84 UTM32	
codice	gradi °	metri	Metri	X	Y
∆6	175°	53	2849	0616085	5145969

Il ghiacciaio si presenta completamente privo di neve nella parte inferiore e appena sopra il salto di roccia. La ELA può essere stimata con ragionevole precisione attorno ai 3100 m. La parte superiore dell'apparato glaciale presenta una leggera copertura di neve dovuta alle recenti precipitazioni settembrine stimabile attorno a 5-10cm.
Nella parte centrale, la finestra rocciosa si è ulteriormente allargata: i due affioramenti di roccia**,** ancora separati nel 2020**,** sono ora collegati tra di loro formando un fronte roccioso unico. Il ghiaccio sciogliendosi ha inoltre allargato ulteriormente tale fascia di roccia ed assottigliandosi lascia intravedere in sinistra orografica ulteriore roccia affiorante. Si può notare inoltre una *bediérè* di notevoli dimensioni che taglia il ghiaccio verticalmente nella zona del salto di roccia non presente fino all'anno scorso.
La falesia di ghiaccio presente in sinistra idrografica a quota 2900 m in corrispondenza del contrafforte roccioso di Monte Confinale, appare, rispetto alle immagini 2020, arretrata, più verticale e priva di residui nevosi. Anche la copertura detritica è notevolmente ridotta e la base in corrispondenza del laghetto inizia a sfaldarsi. Il laghetto periglaciale alla base della falesia si è allargato di dimensioni.
In prossimità di questa falesia di ghiaccio si è formato un secondo laghetto di notevoli dimensioni anche se con profondità limitate (20-30 cm). Questo nuovo bacino è racchiuso a nord da una spalla detritica in corrispondenza del ghiacciaio. Al momento non è chiaro se al di sotto dello sfasciume ci sia del ghiaccio che fondendo ha dato origine al laghetto. La fronte è completamente libera da neve recente ed è attraversata diagonalmente da una *bediérè* di dimensioni simili all'anno precedente anche se meno profonda. Il ghiacciaio presenta parecchia acqua di fusione superficiale tanto che il terreno in corrispondenza della fronte risulta saturo e non portante. Dal confronto fotografico si percepisce una riduzione dello spessore della fronte e un leggero aumento del numero dei crepacci disposti parallelamente alla fronte stessa. Persiste una buona copertura detritica di origine franosa su entrambe le porzioni laterali del ghiacciaio paragonabile agli anni precedenti. Il margine frontale è individuabile e misurabile.

502.0	**Gran Zebrù**		Data: **2021.09.06**		Operatori: D. Colombarolli, M. Fioletti	
QMF: 3040	ELA: 3300	AAR: 32%	IBM annuale: **Decremento Lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**-10,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):
Fronte centrale

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	Anno	metri	metri	metri
BCF18	0	65	53	2020	-12	-12	-12
						Variazione frontale	**-12**

Nuovi segnali di misura posizionati nell'anno:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Coordinate (WGS84 UTM32)	
codice	Gradi °	metri	x	Y
COFI21	0	13.5	0621187	5147307

Fronte occidentale

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	Anno	metri	metri	metri
BCF20	337	26,5	18	2020	-8,5	-8,5	-8,5
						Variazione frontale	**-8,5**

Il ghiacciaio appare con spessori ridottissimi ed è ormai arroccato sul cambio di pendenza, privo di una vera e propria lingua, e totalmente senza spinta. È ancora presente il piccolo lago margino-glaciale, ormai notevolmente distanziato dal limite della lingua.
Il ramo glaciale occidentale è caratterizzato da una morfologia complessa. La lingua appare strutturata in due sistemi distinti: il primo, posto più a valle, risulta abbondantemente ricoperto 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 dinamica, e che tale settore sia sostanzialmente non più alimentato da monte, quindi ascrivibile alla categoria dei paleo-ghiacciai ricoperti da detrito.
La parte superiore, priva di detrito e direttamente collegata alla zona di accumulo, è quella attualmente misurata, e il trend in atto è quello di un progressivo regresso. L'innevamento stagionale alla data del rilievo è presente ancora nell'area superiore del ghiacciaio ricoprendone un'area stimata tra il 20 e il 30%, in particolare a ridosso della parete del Gran Zebrù. I dati satellitari del 01/09 confermano AAR del 32%.

503.0	**Cedec**		Data: **2021.09.06**		Operatori: D. Colombarolli, M. Fioletti	
QMF: 2750	ELA: 3200	AAR: 40%	IBM annuale: **Decremento Lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 520			Variazione frontale	**-18,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):
Fronte Sud

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
FC20	157	29	18,5	2020	-10,5	-10,5	-10,5
						Variazione frontale	**-10,5**

Fronte Nord

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
BCF18	105	80,20	54	2020	-26	-26	-26
						Variazione frontale	**-26**

Nuovi segnali di misura posizionati nell'anno:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Coordinate (WGS84 UTM32)	
codice	Gradi °	metri	x	Y
CF21	122	13	0622588	5145764

Il ghiacciaio sta progressivamente abbandonando la piana posta a quota 2750 m. La spinta dal bacino di accumulo è sempre più flebile, pertanto la lingua meridionale anno dopo anno appare smagrita e ridotta sia come estensione longitudinale che come spessore (gli spessori maggiori (5-15 m) si trovano in destra orografica). È sempre presente un piccolo laghetto periglaciale in destra idrografica. La porzione frontale del ghiacciaio appare quasi completamente ricoperta da detriti anche di grosse dimensioni. Quota neve intorno ai 3200 m. La lingua settentrionale si presenta di modeste dimensioni e di spessore non molto consistente nella sua parte frontale. La stessa è limitatamente ricoperta da detrito di medio-grosse dimensioni (soprattutto sul bordo). Affiorano diffusamente parecchi pezzi di assi di legno risalenti agli eventi bellici del passato. Quota neve recente ubicata sempre intorno ai 3200 m.

507.0	**Palon de la Mare**		Data: **2021.10.10**		Operatori: L. Farinella, M. Izzo	
QMF: 3094	ELA: 3300	AAR: 45%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF:515			Variazione frontale	**-7,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
Δ1	15	194,0	192,0	2020	-2,0	-2,0	-2,0 (2020)
Δ2	45	abbandonato	145,0	2020	-	-	-
Δ3	22	99,5	86,0	2020	-13,5	-13,5	-13,5 (2020)
						Variazione frontale	**-7,5**

La misura di variazione frontale presso il segnale D1 è stata effettuata sull'azimut reale (15°), non essendo stato possibile effettuare la misura cosenica a causa del forte innevamento presente alla fronte. Si sottolinea che nel 2020 era stata misurata sia la distanza su azimut reale (192 m) sia la distanza cosenica (175 m). Relativamente al segnale D3 è stata invece misurata sia la distanza su azimut reale (22°, 113 m), sia la distanza cosenica (99,5): quest'ultima è quella riportata in tabella. Alla data del rilievo l'apparato glaciale si mostra completamente coperto dalla neve caduta nella settimana precedente, in spessori variabili, a causa azione eolica, dai 10 ai 40 cm.
Dalle foto scattate in data 21/08/2021 presso la SF 515 dall'op. A. Borghi (la stazione fotografica SF116 è risultata irraggiungibile causa neve), l'apparato mostra un'ottima copertura nevosa del bacino sommitale, posto al di sopra dei 3400 m s.l.m., e dell'adiacente effluenza delle Rosole, che si spinge più in basso e fino a circa 3250 m s.l.m. Neve dell'anno si riscontra anche in piccole porzioni nella porzione superiore della parte mediana, presso la seraccata, e estesamente a ridosso della cresta rocciosa in sinistra idrografica, dove appare continua e con margini molto incrementati se confrontati alla situazione rinvenuta nel 2020. Si stima una ELA media prossima ai 3300 m.

507.1	**Forni Centrale**		Data: **2021.09.18** **2021.10.17**		Operatori: V. Sosio, G. Prandi, D. Colombarolli, S. Grasso, I. Peri	
QMF: 2520	ELA: irreg.	AAR: 42%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**-20 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
3B	175	591	532.5	2020	-58.5	-58.5	-58.5 (2020)
SPP20	191	120	103.5	2020	-16.5	-16.5	-16.5 (2020)
SPP20	170	202	198	2020	-4	-4	-4 (2020)
SPP20	154	232	232	2020	0	0	0 (2020)
						Variazione frontale	**-20**

Nuovi segnali di misura posizionati nell'anno:

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Coordinate (WGS84 UTM32)	
codice	gradi °	metri	x	y
SPP21	141	87	621758	5139933

L'azimut indicato lo scorso anno per la misura SPP20 era di 191° non 170° (distanza 2020 103.5). Non indicate in relazione altre due misure dal medesimo segnale con azimut differente (170° e 154°)

Nel 2015 il Forni Est ed il Forni Ovest si separano dal ghiacciaio dei Forni centrale; il mancato afflusso determina un rapido ritiro dei bordi essendo lo spessore del ghiacciaio inferiore (abbassamento medio di 4,5 metri annui dal 2017). Inoltre, a causa della fusione subglaciale si formano alcune depressioni, che collassano lasciando lenti di ghiaccio più o meno grandi, destinate a morire nel corso delle estati successive. Nel 2017 si va a formare una grande depressione nella grande lingua terminale del ghiacciaio ricoperta di uno spesso strato di detrito. Nel mese di settembre del 2018 il grande cratere formatosi l'anno precedente collassa completamente formando poco più a valle piccoli laghetti e lasciando sul posto molto materiale fine. Nel 2016 emerge un affioro roccioso poco ripido sulla sinistra idrografica del torrente Sud che scende dal Forni Ovest. Nel 2018 il ghiacciaio, nella sua ablazione, lascia affiorare un secondo gradino di roccia poco più in basso del precedente. Nel 2019 la valletta precedentemente ancora ricoperta di ghiaccio si libera. Nel 2021 il ghiacciaio si ritira ulteriormente sul pianoro occupato in precedenza. Alla stessa altezza due piccoli crateri profondi 8 e 10 m, il secondo collegato al grande cratere di 25 m alla confluenza del torrente Forni Ovest, lasciano prevedere prossimi crolli che faranno ritirare il ghiacciaio verso la lingua centrale entro pochi anni. La stessa valutazione si evidenzia per il bordo orientale, destinato a ritirarsi fino alla lingua principale coperta di detrito. All'altezza della palina 5bis sì è aperto un mulino profondo circa 35 m che si sviluppa fino al suolo, rilevato da un'indagine georadar effettuata nell'estate 2021. Rimane invece protetto da detrito e apparentemente immutato il residuo del ghiacciaio sulla destra del torrente Sud che scende dal Forni Occidentale. In generale si nota come il ritiro del ghiacciaio dei Forni centrale, a quota inferiore i 2700 m, riguarda tutto il perimetro, in costante abbassamento.
Nel 2019-2020 la riduzione del ghiaccio all'altezza della seraccata a quota 2800 m sotto la Cadini comporta l'affioramento di una nuova finestra rocciosa. Alla stessa altezza, nel 2021 si estingue definitivamente la lingua glaciale che fino al 2010 alimentava il residuo glaciale collegato con la lingua ovest del Forni Centrale. L'AAR pari al 42% è stato ricavato da dati satellitari del 01/09 ed è riferito all'intero ghiacciaio dei forni, incluse quindi le sezioni Est e Ovest seguenti.

507.3	**Forni Est**		Data: 2021.09.18			Operatori: V. Sosio
QMF: 2835	ELA: irreg.	AAR: 42%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Nel 2015 il Forni Est si stacca definitivamente dal ghiacciaio centrale (nel momento della foto resiste un limitato spessore di ghiaccio sotto il quale scorre il torrente nella stretta gola). L' imponente e compatta seraccata nel 2013 inizia a suddividersi in una parte più esile a destra idrografica e una più compatta a sinistra. La seraccata più a ovest scende fino ad un pianoro su un pendio di pendenza inferiore che ne consente uno spessore maggiore (negli anni 2000 questa scendeva fino ad alimentare il Forni centrale). La parte più a Est della seraccata poggia su pendii molto più ripidi e gli spessori del ghiaccio sono minimi: nel 2015 si apre una prima finestra rocciosa. Nel 2017 la finestra rocciosa nel centro della seraccata si libera di molto ghiaccio perimetrale; più a valle la ritirata verso monte della terminale fa emergere un altro affioro roccioso. Nel 2018 la lingua che evidenziava la finestra rocciosa si ritira dal corpo centrale; a valle il ghiaccio si ritira sul pianoro emerso l'anno precedente. Il mancato apporto da monte porterà nel pianoro a destra significativi scioglimenti subglaciali che formeranno la grotta Lapislazzuli con ingresso nei pressi del grosso masso che il ghiacciaio ha trasportato. Nel 2018 emerge una nuova finestra rocciosa che delimita meglio la seraccata Ovest: meno ripida e con spessore maggiore. Nel 2019 l'ingresso della grotta collassa; nello stesso anno un circoscritto corpo di ghiaccio della seraccata Est che resisteva si stacca dal corpo a monte. Nel 2020 crolla il corpo di ghiaccio sospeso collassa lasciando nuda la roccia. Si nota dal 2015 una forma via via più convessa della seraccata di Ovest. Evidente anche la riduzione di spessore dal 2015 del corpo glaciale più a monte che discende dal Vioz, causa della ritirata a monte del ghiacciaio una volta collegato al Forni Centrale. La ridotta lingua di ghiaccio sotto la seconda finestra che definisce la seraccata Ovest più spessa, ha resistito quest'anno 2021 e potrebbe essere un segnale di bilancio stazionario. Non è stata effettuata la misurazione dalla stazione FE; il ghiaccio morto che nel 2021 sopravvive è coperto da uno strato di detriti che lo protegge dalla radiazione diretta.

507.4	**Forni Ovest**		Data: 2021.09.18			Operatori: V. Sosio
QMF: 2770	ELA: irreg.	AAR: 42%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Nel 2015 (estate tra le più calde) anche il Forni Occidentale di stacca definitivamente dal Forni Centrale. La risalita è relativamente lenta per via dello spessore importante alimentato dagli accumuli nel pianoro a 3000 metri. L'abbassamento ai bordi della grande lingua glaciale che scendeva fino ai Forni Centrale è ben visibile osservando l'affioramento di roccia sempre maggiore sul bordo Ovest. Nel 2016 il ritiro del ghiaccio determina la formazione sul bordo sinistro di un laghetto. Non è stata rilevata la misura dalla stazione FO. Le due grandi finestre di roccia all'altezza del colle tra Tresero e S. Giacomo, separate da un'imponente seraccata anche negli anni 2000, risultano nel 2021 separate da un ridottissimo spessore di ghiaccio destinato a scomparire entro l'estate 2022. Si evidenziano gli imponenti collassi di ghiaccio e roccia dalla sommità del S. Matteo accumulatisi sul pianoro a quota 3000 metri.

510.0	**Cerena**		Data: 2021.08.21			Operatori: V. Cipriani
QMF: 2770	ELA: irreg.	AAR: 30%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2010**
SF: 515			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

512.1	**Dosegù**		Data: **2021.09.11**			Operatori: A. Borghi, V. Cipriani
QMF: 2885	ELA: 3250	AAR: 62%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 576			Variazione frontale	**-15 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
2Ter	50	nm					
BP08	73	nm					
A08-bis	40	142	127	2020	-15	-15	-15 (2020)
A08 Ter	40	37	Prima				
AB18	110	nm					
						Variazione frontale	**-15**

Il raggiungimento di quota 3.300 metri ci ha consentito una valutazione piuttosto accurata della ELA posizionata alla quota di 3250 m e dell'Indice AAR che valutiamo in circa 60%, valori simili a quelli dell'anno precedente. I bacini di accumulo dei ripiani superiori del ghiacciaio confermano la presenza di neve dell'anno mentre nei cambi di pendenza più accentuati anche a quote elevate è evidente la presenza di ghiaccio vivo. Il segnale BP08 tornato misurabile lo scorso anno e lAB18 non sono stati raggiunti causa meteo e il poco tempo rimasto. L'A08Bis è stato l'unico segnale misurabile e presenta 15 metri di arretramento. Il nuovo segnale che chiamiamo A08 Ter (segnato con triangolo rosso e numero arabo 3 coordinate - WGS84 UTM32 - 1618545, 5136389), può essere definitivamente essere considerato un punto di riferimento affidabile e in considerazione del fatto che l'A08 Bis si trova in una posizione prospicente ad una dolina e potrebbe crollare nei prossimi mesi, sostituirà a tutti gli effetti A08 Bis.
La situazione morfologica che caratterizza il segnale 2TER è invece particolarmente critica (si osservi la foto allegata Area 2 Ter), non siamo riusciti a raggiungerlo causa i canaloni scavati dal torrente di ablazione ma dalle foto scattate in lontananza si evince come ormai questo segnale misuri una zona del ghiacciaio completamente coperta da detrito che non sembra essere soggetta a ritiro ma che probabilmente non rappresenta in modo realistico il comportamento del ghiacciaio. Nella foto con teleobiettivo del segnale 2 ter si vede molto bene il masso su cui è apposto il segnale. La palina 1 ha registrato una perdita di 217 cm, in linea con quella dell'anno precedente. Tutte le altre paline sono considerate perse e sostituite dalla nuova palina denominata 2bis, posizionata a oltre 3228 m di quota e infissa per 690 centimetri nel ghiaccio (lo spezzone giallo non è stato infisso causa l'impossibilità di giuntare i due cavi della sonda vapore). Si presume che la palina a differenza di quelle poste a quote superiori sarà rintracciabile e misurabile ogni anno infatti la neve residua dovrebbe essere limitata. Ha collaborato il compagno di V. Cipriani.

516	**Sforzellina**		Data: **2021.09.17**			Operatori: C. Smiraglia, D. Fugazza
QMF:	ELA:	AAR: 24%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**

SF: 999	Variazione frontale	**-3,5 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
CS2 (cf)	130	14	10.5	2020	-3,5	-3,5	-3,5
						Variazione frontale	**-3,5**

Ghiacciaio totalmente privo di neve recente e nevato alla data del rilievo, mentre da satellite risulta un AAR del 24% al 01/09. L'unico accumulo visibile è ai piedi della parete del Corno dei Tre Signori dove si localizzano imponenti coni di valanga, sui quali sono visibili colate detritiche derivanti da frane di crollo. Continua l'ampliamento della superficie coperta da detrito (attualmente superiore al 70% dell'area totale), che tende ad assumere una morfologia convessa rispetto alle limitate fasce laterali prive di copertura. Il Ghiacciaio della Sforzellina può ormai essere considerato un vero e proprio *debris covered glacier*. La fronte, completamente ricoperta da morenico, come gran parte del settore medio-inferiore del ghiacciaio, continua il lieve arretramento. Tenendo conto dell'ormai ridotta significatività e delle difficoltà dovute alla presenza del detrito, si è deciso di non proseguire con la valutazione del bilancio di massa con il tradizionale metodo glaciologico di terreno, iniziato nel 1987 (variazione totale di spessore 37 m w.e.). Si è proceduto a un rilievo aerofotogrammetrico con drone (DJI Phantom 4 RTK del Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali dell'Università degli Studi di Milano), che si pensa di effettuare a cadenza almeno biennale.

519.0	**Alpe Sud**		Data: **2021.10.20**		Operatori: L. Bonetti, M. Fioletti	
QMF: 3120	ELA: assente	AAR: 0%	IBM annuale: **Decremento forte**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999			Variazione frontale	**n.m.**	Misura frontale precedente	**n.m.**

Il ghiacciaio si presenta alla fine della stagione di ablazione totalmente privo di neve residua stagionale (al 01/09 da satellite permaneva un 2% di AAR). La palina ablatometrica 1B infissa nel ghiaccio per 444 cm, indica con tutta probabilità lo spessore residuo nella parte da metà apparato verso monte. In occasione della palinatura del 13 agosto 2019, la palina è stata infissa per soli 760 cm ed i rilievi radar fatti successivamente da Arpa Bormio (centro nivometeo) certificano l'ormai esiguo spessore dell'apparato. Per contro la parte più spessa quantificabile in circa 10/15 m residui si trova da metà ghiacciaio in giù, alla fronte del quale ormai da qualche anno si è formato un laghetto periglaciale di discrete dimensioni (circa 80 m di larghezza e 30 di lunghezza) che non permette più la rilevazione delle misure frontali.

OROBIE

535.0	**Cagamei III**		Data: **2021.09.07-25**		Operatori: R. Scotti	
QMF: n.v.	ELA: n.v.	AAR: 50%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 791, 766, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**
Variazione di massa pluriennale			**Decremento**		Rilievo precedente	**2014**

Nonostante la tipica forte variabilità stagionale dei bilanci di massa dei piccoli ghiacciai orobici, complessivamente il ghiacciaio ha visto un chiaro decremento dal 2014, evidente soprattutto nella porzione centrale mentre sia la zona di accumulo che la porzione frontale, abbondantemente coperta da detrito, hanno visto una riduzione meno significativa. L'innevamento stagionale a fine estate copre completamente il bacino di accumulo del ghiacciaio per AAR grossolanamente stimato attorno al 50% per un bilancio annuale sostanzialmente stazionario. Un significativo evento franoso ha interessato il bacino di accumulo del ghiacciaio nel periodo intercorso fra il 23 luglio e il 6 settembre. Nelle immagini del 23 luglio erano già visibili i prodromi del crollo testimoniati da un piccolo accumulo detritico ai piedi del versante lungo la traiettoria poi seguita dal crollo principale. La frana si è mossa lungo la linea di flusso principale del piccolo ghiacciaio muovendosi sulla neve residua che ancora lo copriva abbondantemente. L'estensione dell'accumulo franoso, difficilmente quantificabile, ha provocato la copertura di almeno 1/4 dell'intera superficie del ghiacciaio che, nella sua zona terminale, era già completamente protetto da copertura detritica. Osservazioni fotografiche complementari ad opera di A. Micheletti e M. Butti.

541.0	**Marovin**		Data: **2021.10.01**		Operatori: R. Scotti, M. Oreggioni	
QMF: 2070	ELA: irreg.	AAR: 63%	IBM annuale: **Stazionario**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 746, 712, 301, 766, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Rispetto al 2020 il ghiacciaio presenta un innevamento più esteso e consistente nella parte frontale impedendo anche quest'anno le misure. Al contempo la porzione mediana è largamente scoperta con ghiaccio vivo, detrito e firn 2020 esposto. L'indice AAR ancora stimabile attorno al 90% alla data del 26 agosto, si riduce significativamente nel mese di settembre. L'indice AAR, valutato in modo dettagliato sulla base dei rilievi di terreno al 1° ottobre vede un valore del 63%, il 5% inferiore rispetto al 2020 per una complessiva stazionarietà del volume di ghiaccio complessivo nel 2021. Osservazioni fotografiche complementari ad opera di M. Butti.

543.0	**Lupo**		Data: **2021.10.01 - 2021.09.05**		Operatori: R. Scotti, M. Oreggioni, M. Masserini, S. Grasso (ARPA Lombardia)	
QMF: 2440	ELA: 2600	AAR: 32%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 708, 746, 766, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Il ghiacciaio come di consueto è stato visitato in 4 occasioni durante il semestre estivo. I rilievi nivologici per il calcolo del bilancio invernale ed i sondaggi della neve su tutta la superficie del ghiacciaio sono stati effettuati il 13 giugno mentre il 6 agosto sono stati ripetuti i sondaggi nei 3 punti campione mentre il 5 settembre è stato effettuato un controllo delle paline ablatometriche. Il rilievo finale è stato effettuato il 1°

ottobre in concomitanza con la ricostruzione aereofotogrammetrica del ghiacciaio svolta dalla società TERR.A.IN per conto di ARPA Lombardia (Centro Nivo-Meteorologico di Bormio).
Alla data del 13 giugno la media dell'altezza neve nei 3 punti campione è di 592 cm, sesto valore più elevato dal 1996. Il bilancio di accumulo distribuito sull'intera superficie del ghiacciaio (**3921 mm w.eq**) è il 4° più abbondante della serie di misure (2007-2021) dopo 2009, 2019 e 2014. A differenza dello scorso anno l'ablazione è molto intensa ma il forte accumulo iniziale permette al ghiacciaio di iniziare a scoprirsi attorno al 31 luglio, circa una settimana dopo il 2000 e oltre un mese dopo il 2018 (annata particolarmente negativa).
Al 6 agosto la neve è ancora presente nei 3 punti di misura per uno spessore medio di 155 cm. Nel corso del mese di agosto l'innevamento si riduce ulteriormente soprattutto nella porzione centrale del ghiacciaio. Al 5 settembre la neve rimane ancora al punto di misura 1 (80 cm) mentre è scomparsa ai punti 2 e 3. La prima nevicata arriva il 19 settembre e rallenta o blocca l'ablazione fino al 26 quando un po' di pioggia esaurisce la neve fresca. La nevicata che chiude definitivamente la stagione di ablazione arriva invece il 6 ottobre, pochi giorni dopo il rilievo finale. Grazie alle immagini in continuo della fotocamera time-lapse del Bivacco Corti, alle foto di terreno ed all'ortofoto della porzione inferiore del ghiacciaio fornita da ARPA Lombardia è stato possibile definire con particolare accuratezza l'estensione della neve residua al 1° ottobre per un AAR di **0.32 (32%)**. A differenza dei limitrofi ghiacciai di Porola e Marovin, l'innevamento è più esteso che nel 2020. Invece, come al ghiacciaio del Marovin, è più abbondante nella porzione inferiore sia in destra che, soprattutto, in sinistra idrografica, dove gli accumuli valanghivi hanno permesso ad un consistente accumulo residuo di proteggere la fronte del ghiacciaio. Nella parte alta, alla base delle pareti rocciose la neve è invece meno estesa che nel 2020. Il perdurare di accumuli valanghivi nella porzione inferiore del ghiacciaio ha reso impossibili quest'anno le misure di fluttuazione frontale. Nel suo complesso la neve residua presenta anche quest'anno una distribuzione particolarmente complessa tanto che la quota della ELA di 2600 m può essere considerata come un dato medio poco indicativo. Il bilancio di massa netto esteso all'intera superficie del ghiacciaio è pari a **–211 mm w.eq**, leggermente meno negativo rispetto al 2020. Con il 2021 si è giunti al settimo anno consecutivo di bilanci negativi mentre il bilancio netto cumulato dal 2010 (inizio della serie) raggiunge i **–6320 mm w.eq**. Hanno collaborato ai rilievi o hanno fornito immagini con: S. Vaninetti, F. Fazzini, S. Losa, M. Ruffoni, L. Bongio, G. Mazzoletti, A. Curtoni, L. Galbiati, E. Nicoli, A. Micheletti, M. Butti.

549.0	**Porola**		Data: **2021.09.04**	Operatori: D. De Felice, C. Speranza, R. Scotti		
QMF: n.v.	ELA: 2760	AAR: 52%	IBM annuale: **Stazionario**	Rilievo precedente		**2020**
SF: 725, 999			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Il ghiacciaio prosegue il tentativo di adattamento alle attuali condizioni climatiche con un graduale ritiro della fronte, sempre impossibile da misurare per pericoli oggettivi dovuti a scivolamenti di massi sul ripido scivolo frontale. Tale contrazione è negli ultimi anni ben bilanciata dagli accumuli nevosi che permangono nel bacino di accumulo del ghiacciaio garantendo anche quest'anno un innevamento continuo sopra i 2760 m per un indice AAR del 52%. Tale valore è stato definito sulla base dell'immagine scattata il 6 settembre da Alessio Micheletti che evidenzia un innevamento leggermente meno esteso rispetto al 2020 ma complessivamente fra i più significativi a scala regionale.
Un evento franoso ha interessato la parete nord est della Punta di Scais producendo un accumulo di massi ciclopici che si estende linearmente per circa 250 m (da 2850 a 2760 m s.l.m.) fino a collegarsi con il vecchio accumulo galleggiante dell'evento del 1999 (derivato da un crollo in destra idrografica). La larghezza dell'accumulo può essere stimata in circa 30 m a contatto con la parete e 50 m nella zona di contatto con il vecchio accumulo di frana. Dall'analisi delle foto da terra la frana è avvenuta prima del 31 luglio ma quasi sicuramente non prima della primavera 2021 visto che il corpo frana localmente tende a proteggere l'accumulo nevoso 2021 formando "funghi di neve". Hanno collaborato con osservazioni fotografiche A. Micheletti ed E. Nicoli.

ADAMELLO

0577.0	**Pisgana Ovest**		Data: **2021.08.26** (1), **2021.09.04** (2)	Operatori: G. Mondati (1), A. Lendvai (2), C. Nardon (2)		
QMF: 2690	ELA: 3150 irr.	AAR: 21%	IBM annuale: **Decremento lieve**	Rilievo precedente		**2020**
SF: 607, 611, 999 (M. Frati, Venerocolo)			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

I rilievi nivologici del 20 Giugno hanno riscontrato un manto nevoso di 280 cm di spessore e 1561 mm di equivalente in acqua. Le condizioni di caldo eccezionale della settimana precedente il rilievo hanno compromesso la bontà del dato e si ritiene più coerente un accumulo nivale di 1900-2000 mm di acqua equivalente, basandosi anche sui rilievi effettuati da ARPA a fine maggio. Tale accumulo risultava di certo al di sopra della media degli ultimi dieci anni, ma la fusione estiva l'ha comunque consumato interamente sull'altopiano nei pressi di Passo Venerocolo, esponendo il ghiaccio attorno al 15-20 agosto. Alla data del rilievo delle paline si erano già persi 50cm di ghiaccio (media semplice delle due paline) ed è proseguita l'ablazione fino al 21 settembre.
Al momento del rilievo fotografico, effettuato in data 26 Agosto dalla vetta della Cima di Salimmo (SF 611, 3115 m), la copertura nevosa, riferibile all'inverno trascorso, dell'intero apparato glaciale risultava essere già inferiore al 40 %, con un valore di AAR stimato di 0.3 e una quota della snow-line (ELA) dedotta intorno ai 3100 m s.l.m. in seguito alla consultazione delle curve di livello riportate sulle mappe del catasto SGL, tuttavia non delimitata in modo nitido. Bisogna precisare che l'area al di sopra della ELA non è completamente coperta di neve dell'inverno appena passato, né tanto meno sembra essere presente del firn delle annate precedenti, in quanto sono presenti aree, probabilmente caratterizzate da una esposizione meno congeniale, in cui il ghiacciaio risulta scoperto.
Analizzando il settore inferiore del ghiacciaio di Pisgana Ovest, risulta ancora essere collegato al bacino superiore da una stretta lingua di ghiaccio la quale, oltre a mostrare evidenti crepacci, non lascia intendere la presenza di una dinamica glaciale tuttora attiva. Il settore inferiore continua a mostrare un ulteriore assottigliamento e decremento, elementi messi in evidenza dalla presenza di due collassi settoriali ben visibili, il primo formatosi alla fronte oramai non più attiva, generando una piccola grotta glaciale con un piccolo lago proglaciale, mentre il secondo si presenta come una dolina di crollo in una posizione leggermente più interna, con alla fronte un secondo lago proglaciale. Le cause che potrebbero aver indotto questi collassi possono essere ricondotte all'alto tasso di ablazione con conseguente presenza di torrenti ablatori alla base del ghiacciaio. L'intero settore potrebbe essere interessato in futuro da ulteriori collassi, ipotesi sostenuta dalla presenza di numerose fratture circolari e semicircolari nelle aree marginali a contatto con il substrato.
Il settore superiore mostra una larga fronte glaciale molto assottigliata, in alcuni settori sono visibili delle piccole cavità che mettono in luce il substrato tonalitico affiorante. Rispetto agli anni precedenti, questa fronte continua ad assottigliarsi e a ritirarsi. Il grande nunatak centrale non può essere più definito tale, in quanto non più circondato nella sua parte inferiore dal ghiacciaio, ne rimane uno più piccolo a quote più elevate. Sulla base di questo rilievo fotografico e di una successiva ispezione alla fronte del ghiacciaio passando per la Val Sozzine e il Lago di Pisgana, cominciare a prendere le misure frontali del settore superiore potrebbe essere un'attività concretizzabile, da valutare per l'anno 2022.

0581.0	**Venerocolo**		Data: **2021.09.04**		Operatori: A. Lendvai, C. Nardon	
QMF: 2570	ELA:	AAR: 20%	IBM annuale: **Decremento moderato**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 999 (varie, M. dei Frati)			Variazione frontale	**-9 m**	Misura frontale precedente	**2020**

Misure frontali (stazioni di misura esistenti):

Segnale	Azimut	Distanza attuale	Distanza precedente		Variazione segnale	Variazione annua	Variazione uniformata
codice	gradi °	metri	metri	anno	metri	metri	metri
VEN20	153	25	16	2020	-9	-9	-9
						Variazione frontale	**-9**

La neve residua sul corpo glaciale principale è limitata quasi esclusivamente ai conoidi valanghivi a ridosso della parete nord dell'Adamello, divenendo quasi continua sopra quota 2800 m, mentre sulla porzione distaccata occidentale la ELA, seppur irregolare si può individuare attorno a quota 3100 m. La finestra rocciosa centrale continua ad ingrandirsi. La fronte del corpo principale continua ad arretrare nel pianoro detritico e la parete quasi verticale è ormai smussata e presenta una pendenza di 45°circa. La grotta si è ridotta ulteriormente presentando uno sviluppo quasi parallelo alla fronte. Complessivamente non si notano variazioni di aspetto della porzione coperta di detrito.
Data la notevole distanza dal segnale BTP15, approfittando del superamento del torrente ablatore, è stato utilizzato il nuovo segnale VEN20, identificato temporaneamente nel 2020 su un masso con un ometto con un sasso rossastro al vertice, in attesa di contrassegnare con apposita vernice il segnale nel 2022.

583.0	**Avio Centrale**		Data: **2021.09.18**		Operatori: S. Pirola, C. Bessi	
QMF: nr	ELA: 3150	AAR: 23%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 614			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Rispetto all'anno precedente, la copertura nevosa sul ghiacciaio risulta pressoché invariata per estensione ma più spessa, specie nelle zone addossate alla parete Nord dell'Adamello e anche la crepacciata terminale presente nel bacino più meridionale è più chiusa. Si osservano, inoltre, chiazze di neve al di fuori del corpo glaciale. La fronte non mostra significative differenze al precedente rilievo, solo leggermente più frastagliata nel settore meridionale.

591.0	**Aviolo**		Date: **2021.09.04**		Operatori: E. Cassader	
QMF: 2720-2740	ELA: irreg.	AAR: 40%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 621			Variazione frontale	**-**	Misura frontale precedente	**-**

Rilievo effettuato dalla stazione fotografica 621 del Pianaccio. Si presuppone che ci sia stata ulteriore ablazione, vista la chiusura stagionale avvenuta solo con le nevicate di inizio ottobre. Si riscontrano estesi accumuli nevosi, di origine valanghiva, che coprono buona parte della superficie di ghiacciaio, in particolare la zona sottostante la fronte e meno la zona ripida a ridosso delle pareti rocciose. Per questo motivo la fronte non è individuabile.

608.0	**Adamello**		Date: **1) 2021.07.03** **2) 2021.07.25** **3) 2021.08.21** **4) 2021.08.27** **5) 2021.09.04** **6) 2021.09.26**	Operatori: A. Lendvai (1,3,4,5), A. Scaltriti (1), SAT (1), G. Prandi (4), P. Pagliardi (2, 5). Ale. Galluccio (2)		
QMF: 2570	ELA: 3150	AAR: 38%	IBM annuale: **Decremento lieve**		Rilievo precedente	**2020**
SF: 640, 655, 660, 661, Webcam Punta Venerocolo, TL Camera Valletta, TL Camera Mandrone			Variazione frontale	**n.d.**	Misura frontale precedente	**n.d.**

Il 3 Luglio sono state controllare le paline 1, 2, 3. La neve stagionale era continua da quota 2650 con spessore di 120 cm presso la palina 3. Il 21 Agosto è stata visitata la zona del Pian di Neve superiore, il Corno Miller e la cima del Monte Adamello. La neve residua non superava gli 80 cm di spessore sull'altopiano di quota 3200, mentre era più abbondante sul pendio a ridosso del Corno Miller. Risultava chiuso il crepaccio terminale di accesso al Bivacco Ugolini e, sulla via per la Cima erano presenti alcuni nevai, oltre alla placca di ghiaccio a NNE della cima, completamente coperta di neve. L'Effluenza Miller non mostra variazioni rispetto al 2019. Anche l'Effluenza Salarno, rilevata fotograficamente dal Corno Miller, appare immutata nel profilo della fronte, ormai risalita sopra un gradino roccioso di quota 3000 m. Il 27 Agosto sono state rilevate le paline nei pressi del Passo Salarno, che mostravano una variazione nulla rispetto all'anno precedente, seppur con una copertura nevosa residua ormai esigua. L'ablazione di circa 30cm in questa zona è quindi imputabile al solo mese di settembre. Presso la stazione fotografica della Cima Pian di Neve è stata rilevata fotograficamente anche l'Effluenza Adamè, che evidenzia un lieve arretramento, ma senza modifiche rilevanti del profilo della fronte.
L'effluenza pensile del Cornetto di Salarno invece non è variata, se non per uno smussamento dei bordi della frattura dell'ultimo crollo, risalente all'inverno 2019-2020. La fronte del Mandrone, visitata in ultimo il 26 Settembre, ha subito una significativa contrazione, con arretramento lineare più marcato in sinistra idrografica. La fusione superficiale rilevata dalle paline in questa zona è stata di 140 cm in soli 23 giorni (3-26 Luglio) e di 495 cm complessivi. I rilievi fotografici sono stati svolti in anticipo rispetto alle prime nevicate del 18 e 19 Settembre, che hanno fermato l'ablazione alle quote sopra i 2900 m. Tuttavia, dall'analisi delle immagini della webcam di Punta Venerocolo e delle timelapse-camera si è rilevata una quasi identica estensione della neve residua al 17 Settembre, che anche nel 2020 è stato l'ultimo giorno della stagione di fusione. Come nel 2020 solo il settore esposto a WNW del Dosson di Genova presentava innevamento residuo esteso, mentre i versanti esposti a ESE avevano neve residua solo a tratti al di sopra dei 3200 m, con il plateau superiore del Pian di Neve che quasi totalmente coperto, ma con spessori certamente molto ridotti. Si può quindi affermare che, nonostante i cospicui apporti nevosi dell'inverno 2020-21, superiori al 2019-20, la fusione è stata nettamente superiore alla stagione precedente, in quanto la neve residua è inferiore e i dati delle paline sono peggiori.

Sono state fissate le seguenti stazioni fotografiche con segnale rosso per replicare al meglio i confronti già presenti in archivio:
660: sopra Rifugio Mandrone, fuori dal sentiero verso ovest presso grande masso e piccolo rudere, coordinate 46,2067 N 10,5723 E
661: sulla sella di vecchio accesso al ghiacciaio, coordinate 46,1859 N 10,5582 E.