

DIPARTIMENTO “RISCHI NATURALI E AMBIENTALI”
Struttura Semplice “Geologia e nivologia”

CAMPAGNA GLACIOLOGICA 2025



Marzo 2026

Sommario

1.	Introduzione.....	1
2.	Piano di lavoro	2
2.1.	Raccolta dati.....	4
2.2.	Elaborazioni.....	6
3.	Rilievi eseguiti	7
3.1.	Alpi Marittime	9
3.2.	Alpi Cozie Sud: il Massiccio del Monviso.....	17
3.3.	Alpi Graie: le alte Valli di Lanzo	21
3.4.	Alpi Graie: il Massiccio del Gran Paradiso.....	41
3.5.	Alpi Pennine: Il Massiccio del Monte Rosa	47
3.6.	Alpi Lepontine: i Massicci dell'Ossola	77
4.	I prodotti	86
5.	Considerazioni di sintesi	87

1. Introduzione

Il Tavolo Tecnico nazionale "*Rischio connesso ai fenomeni di dissesto in ambienti glaciali e periglaciali*" coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile ha definito i criteri per il monitoraggio dei ghiacciai, illustrati in un documento tecnico¹ presentato il 16 dicembre 2025. La campagna glaciologica 2025 di ARPA Piemonte è stata svolta sulla base delle indicazioni già discusse durante l'anno e d'intesa con la Fondazione Glaciologica Italiana.

Nella programmazione dei tempi e dei modi di rivisitazione dei ghiacciai si è seguito il piano di monitoraggio definito l'anno passato (cfr. Relazione annuale 2024), articolato in pluriennale, annuale e biennale sulla base della distanza dalle aree di frequentazione antropica e del grado di evoluzione della dinamica morfologica.

Tra i mesi di luglio e novembre 2025 sono state condotte 14 missioni di osservazione e monitoraggio dell'ambiente glaciale piemontese: su 161 corpi glaciali totali, ne sono stati visitati 110. Di questi 11 sono stati raggiunti con sopralluoghi diretti mentre un centinaio sono stati osservati dall'alto con sorvoli da elicottero. Il Settore Protezione Civile della Regione Piemonte ha fornito la logistica aerea per una copertura quasi totale del territorio glacializzato piemontese. Oltre al monitoraggio qualitativo attraverso il confronto fotografico tra l'aspetto del ghiacciaio degli anni scorsi e l'attuale, per 50 ghiacciai è stato elaborato il modello 3D fotogrammetrico che ha permesso la perimetrazione aggiornata e un confronto quantitativo delle trasformazioni avvenute.

Le risultanze dei rilievi 2025 hanno permesso di aggiornare la *baseline* dei ghiacciai piemontesi, il livello minimo ed uniforme di conoscenza che comprende informazioni geografiche sull'ubicazione, sulla tipologia e sulla correlazione con eventi di instabilità.

Nel 2025 si è mantenuta la rete di collaborazioni con i diversi attori in campo glaciologico (CNR-IRPI, Fondazione Glaciologica Italiana-CGI, Società Meteorologica Italiana-SMI, Parco Nazionale Gran Paradiso-PNGP, Protezione Civile Regionale) all'interno della quale ARPA Piemonte può svolgere un ruolo di coordinamento per le attività di osservazione e monitoraggio dei ghiacciai piemontesi. In tale contesto si è consolidata la collaborazione con CGI a cui ARPA Piemonte aderisce come membro dal dicembre 2023: a termine della campagna glaciologica 2025 sono state consegnate 22 schede ghiacciai, dettagli nel testo (cfr. § 3).

¹ <https://www.protezionecivile.gov.it/it/pubblicazione/rischio-glaciale-e-periglaciale-ambiente-alpino-un-quadro-metodologico/>

2. Piano di lavoro

Nell'ambito delle attività avviate nel 2022 in adempimento alle indicazioni del Tavolo Tecnico nazionale "Rischio connesso ai fenomeni di dissesto in ambienti glaciali e periglaciali", l'Agenzia ha prodotto una classificazione preliminare dei ghiacciai in base ad un'analisi speditiva dei pericoli glaciali e periglaciali passati e attuali e degli elementi antropici presenti nelle zone limitrofe; i ghiacciai sono stati suddivisi secondo tre ambiti omogenei (Tabella 1).

Classe	Descrizione
a	aree nelle quali i ghiacciai potrebbero interferire direttamente con territori antropizzati
b	aree di alta montagna ad alta frequentazione (fruizione estesa a non esperti, ad esempio, per facile accessibilità con impianti)
c	aree di alta montagna a bassa frequentazione (fruizione esclusiva da parte di esperti alpinisti e guide alpine)

Tabella 1 – Suddivisione in ambiti omogenei in riferimento al rischio

In base all'analisi preliminare di approfondimento condotta sui principali corpi glaciali piemontesi nel corso del 2022, si è giunti al seguente quadro riepilogativo della classificazione PCN proposta (Tabella 2).

Codice CGI	Nome	Comune	Classificazione PCN proposta
321	Locce N	Macugnaga	a
322	Signal	Macugnaga	a
323-325	MonteRosa-Belvedere	Macugnaga	a
38	Croce Rossa	Usseglio	a
356	Sabbione Sud	Formazza	b/c
357	Sabbione Nord	Formazza	b/c
43	Ciamarella	Balme	b/c
20-22	Coolidge	Crissolo	c
311	Bors	Alagna Valsesia	c
312	Piode	Alagna Valsesia	c
314-315	Sesia-Vigne	Alagna Valsesia	c
326	Piccolo Fillar	Macugnaga	c
337	Aurona-Leone	Varzo	c
40	Bessanese	Balme	c
45-46	Sea-Tonini	Groscavallo	c
47	Mulinet Sud	Groscavallo	c
57-58	Nel	Ceresole Reale	c
60	Carro Ovest	Ceresole Reale	c
64	Basei	Ceresole Reale	c
72	Noaschetta	Noasca	c
72.1	Noaschetta Est	Noasca	c
78	Roccia Viva	Locana	c

Tabella 2 – Classificazione preliminare dei ghiacciai piemontesi svolta nel 2022.

Al fine di raggiungere l'obiettivo preposto su base pluriennale, il lavoro è stato organizzato in una fase conoscitiva svolta nelle campagne glaciologiche 2023/2024, dando priorità ai ghiacciai classificati come "a" e "b" (Tabella 2) e d'intesa con il CGI. La base dati così prodotta (*baseline*) ha alimentato il layer "ghiacciai" nel geoportale istituzionale² pubblicato il 21 marzo 2025, in occasione della Giornata Mondiale dei Ghiacciai.

L'attività di raccolta dati è stata concordata con la Fondazione Glaciologica Italiana, attraverso i momenti di incontro istituzionale (riunione degli operatori glaciologici di Piemonte e Valle d'Aosta tenutasi il 21 giugno

² https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/api/records/aripa_to:07.14.01-D_2025-03-19-10:20

2025 a Cogne – AO) e numerosi momenti di confronto (seminario Padova, 4 luglio; riunioni CGI: 25 luglio e 21 novembre) e visite congiunte (Bessanese, 6 e 30 agosto; Ciamarella, 5 settembre).

Arpa Piemonte con i suoi esperti è stata presente, inoltre, alla tappa piemontese della *Carovana dei Ghiacciai 2025*, la campagna internazionale promossa da Legambiente e CIPRA (Commissione Internazionale per la Protezione delle Alpi) con la partnership scientifica della CGI.

A fine anno, l’Agenzia è stata coinvolta in qualità di stakeholder al progetto Mohycam, coordinato dal Politecnico di Milano, per l’approfondimento delle ricerche nel bacino glaciale del Belvedere: una prima riunione di presentazione delle attività si è svolta a Macugnaga il 27 novembre 2025.

Nell’ambito del Gruppo di lavoro sulla gestione del rischio glaciale, coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, nel 2025 sono conclusi i lavori per il consolidamento del documento di indirizzo; Arpa Piemonte ha contribuito nel sottogruppo “Conoscenza” fornendo inoltre alcuni esempi applicativi nella sezione “Box” della relazione finale sui temi:

- tecniche fotogrammetriche speditive per la cartografia e il monitoraggio dei rischi naturali in ambiente glaciale;
- catasto regionale ghiacciai del Piemonte, aggiornamento 2025;
- monitoraggio dell’ambiente glaciale in Piemonte.

Il documento conclusivo è stato presentato a Roma il 16 dicembre 2025 ed è disponibile online³.

³ <https://www.protezionecivile.gov.it/it/pubblicazione/rischio-glaciale-e-periglaciale-ambiente-alpino-un-quadro-metodologico/>

2.1. Raccolta dati

La campagna di raccolta dati glaciologica svolta nel 2025 ha seguito le tecniche messe a punto nel 2023 e descritte nella relazione annuale a cui si rimanda per una descrizione di dettaglio. In sintesi, le modalità utilizzate sono state le seguenti:

- rilievi a terra, salita in posizione panoramica per l'osservazione quanto più possibile completa dei corpi glaciali, riprese fotografiche da punti noti per garantire la ripetibilità di immagini storiche e futura per i confronti multitemporali; sopralluoghi diretti ai ghiacciai per riconoscere e descrivere lo stato di evoluzione puntuale, in particolare le instabilità. Per i ghiacciai della Bessanese e della Ciamarella, in collaborazione con il CNR-IRPI di Torino, sono stati eseguite le misure di posizione della fronte (Figura 1), per i dettagli si rimanda al § 3.3.



Figura 1 – Misura della posizione del limite del ghiacciaio della Bessanese dal segnale IFR20 (foto W. Alberto, 18/09/2025).

- Sorvoli con elicottero: con il supporto logistico della Protezione Civile Regionale, sono stati organizzati numerosi sorvoli con elicottero, il cui elenco completo è al §3; i sorvoli hanno permesso l'osservazione in posizione frontale dei ghiacciai con possibilità di eseguire riprese foto-video sia ravvicinate che panoramiche in funzione delle eventuali criticità riscontrate. Le stesse riprese sono state utilizzate anche per le elaborazioni fotogrammetriche (vedi oltre).
- Raccolta immagini satellitari Sentinel del progetto di osservazione della Terra Copernicus (<https://browser.dataspace.copernicus.eu>): la disponibilità di immagini rilevate ogni 3-6 giorni ha permesso di osservare l'evoluzione dei ghiacciai e delle aree circostanti; la bassa risoluzione delle immagini (10 m) impedisce il riconoscimento di morfologie di dettaglio ma per contro agevola l'osservazione complessiva dei ghiacciai, in particolare il riconoscimento della neve residua a termine della stagione di ablazione (Figura 2).

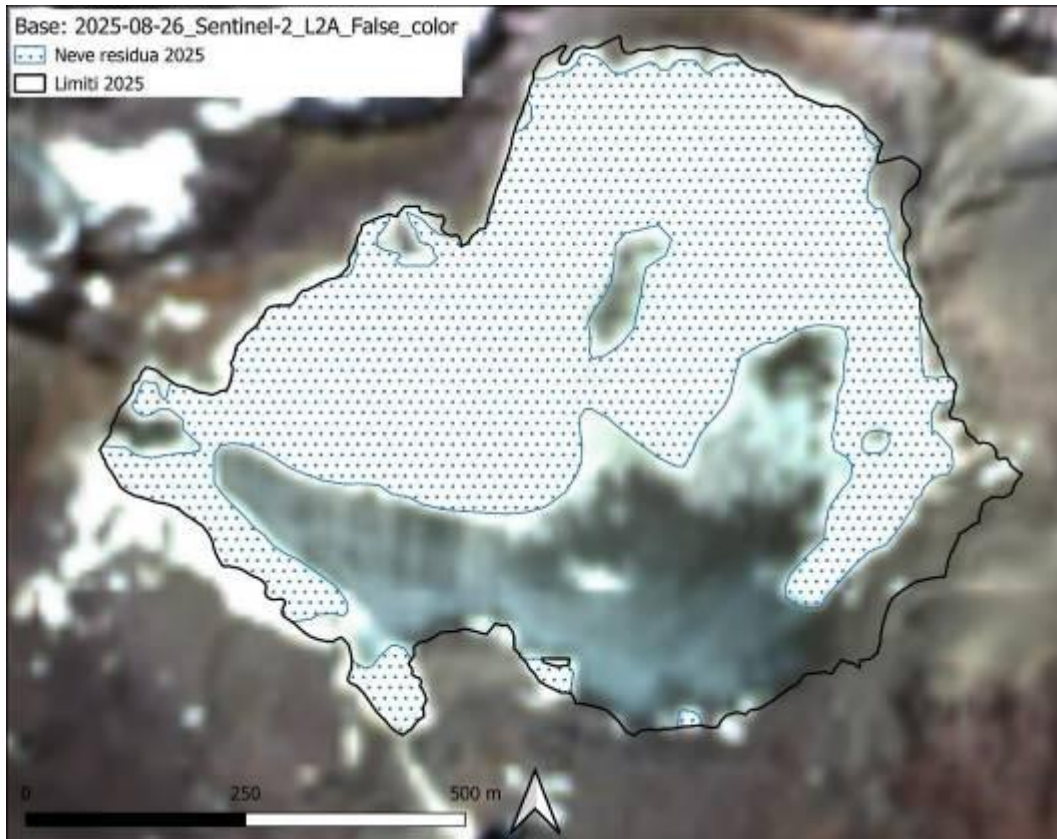


Figura 2 – Ghiacciaio della Ciamarella, immagine Sentinel in falsi colori del 26/08/2025 dove è ben riconoscibile la copertura nevosa residua (di colore bianco) in confronto al ghiaccio scoperto (di colore blu-grigio).

- Rilievo Gigapan, nell'ambito della collaborazione con l'Università La Sapienza di Roma, progetto Geosciences IR (<https://geosciences-ir.it/>): è stata eseguita una nuova misura con tecnologia Gigapan (<http://gigapan.com/>) del versante Est del Monte Rosa, dal ghiacciaio delle Locce Nord allo JagerHorn, effettuando 1300 scatti. Attualmente le immagini scattate sono in elaborazione presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università La Sapienza.

2.2. Elaborazioni

Le elaborazioni dei dati raccolti durante la campagna glaciologica svolta nel 2025 hanno seguito le tecniche messe a punto nel 2023 e descritte nella relazione annuale a cui si rimanda per una descrizione di dettaglio. In sintesi, le tipologie di elaborazioni eseguite sono state le seguenti:

- **Fotogrammetria speditiva:** il materiale foto/video rilevato nel corso dei sorvoli dei ghiacciai è stato utilizzato per la generazione di ortomosaici speditivi (Figura 3), senza l'organizzazione di piani di volo specifici per prese fotogrammetriche ma sfruttando direttamente la rotta dell'elicottero come singolo passaggio o come A/R su ogni ghiacciaio nel contesto del sorvolo su numerosi apparati glaciali. La procedura prevede poi l'elaborazione con un classico flusso fotogrammetrico per la generazione di point-cloud, mesh, DEM e ortofoto. Sono stati utilizzati il software Agisoft Metashape e il modulo web di OpenDroneMap (www.opendronemap.org), standard open source di drone image processing. La georeferenziazione è avvenuta con l'approccio indiretto, tramite il riconoscimento di *Control Point* (CP) sulla cartografia ufficiale. La *Ground Sampling Distance* (GSD) è risultata mediamente di 20-40 cm; gli errori sono risultati di ordine metrico sia in planimetria che in quota. Dai modelli fotogrammetrici sono stati restituiti DEM ed ortofoto; gli elaborati prodotti hanno permesso di aggiornare la cartografia dei limiti dei ghiacciai e degli elementi morfologici significativi; il confronto con DEM disponibili (Regione Piemonte 2011, ARPA Piemonte 2023 e 2024) ha permesso infine di ricostruire le variazioni topografiche della superficie glaciale e quindi calcolare le perdite volumetriche subite. L'elenco delle elaborazioni fotogrammetriche eseguite è al § 3.

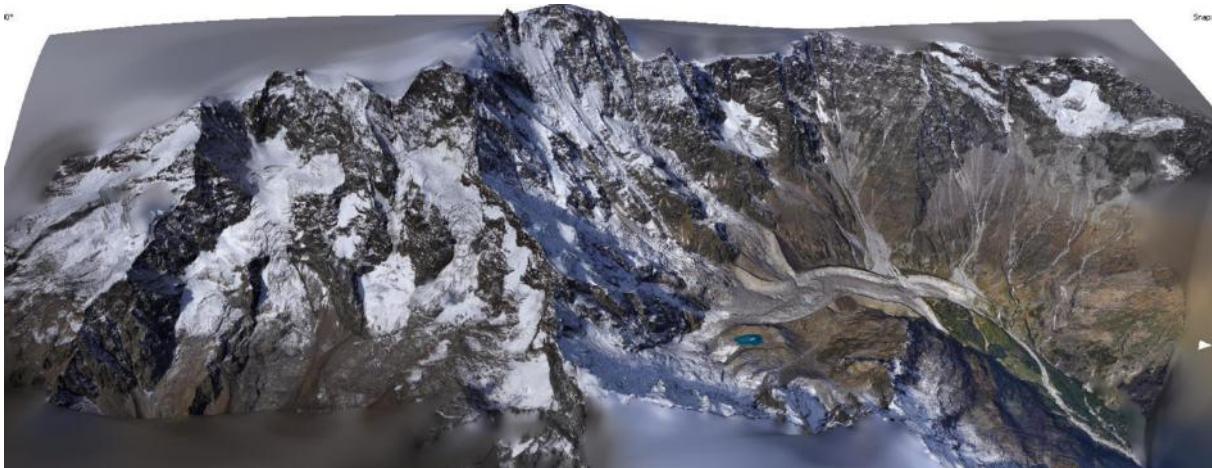


Figura 3 – Modello 3D dei versanti piemontesi del Monte Rosa ottenuto tramite fotogrammetria speditiva da elicottero, sorvolo del 10 ottobre 2025.

3. Rilievi eseguiti

Il monitoraggio è consistito nella valutazione dello stato complessivo dei ghiacciai, della presenza di aree collassate, di dissesti che coinvolgono direttamente i corpi glaciali, di laghi di neoformazione e di eventuali situazioni di evidente pericolo. I rilievi sui ghiacciai sono stati eseguiti attraverso sopralluoghi diretti e sorvoli in elicottero, durante i quali sono stati acquisiti foto/video, rilievi fotogrammetrici e Gigapan, oltre ad osservazioni dirette. Le informazioni raccolte sono state integrate con immagini e dati satellitari, a completamento degli aspetti cartografici e per i confronti multitemporali di breve e medio periodo.

Lo scopo del monitoraggio si articola in più livelli di approfondimento:

- osservazione visiva e raccolta foto/video per l'aggiornamento della baseline;
- oltre a quanto sopra, confronto con le immagini raccolte nel 2023-2024 per il riconoscimento qualitativo delle trasformazioni avvenute nel corso dell'ultimo anno;
- elaborazione fotogrammetrica delle immagini 2025 per la generazione di ortofoto/DEM e confronto quantitativo delle trasformazioni avvenute nel corso dell'ultimo anno in termini di estensione areale, volumetrica dei ghiacciai, ubicazione ed estensione delle instabilità.

Le attività della campagna glaciologica di ARPA Piemonte si sono svolte anche nell'ambito di collaborazioni con la Fondazione Glaciologica Italiana per la programmazione dei rilievi, con il CNR-IRPI per lo studio del bacino glaciale della Bessanese e del Belvedere, con la Società Meteorologica Italiana per lo studio del ghiacciaio di Ciardoney, con il Parco Nazionale Gran Paradiso per i ghiacciai della Valle Orco. I sorvoli in elicottero sono stati eseguiti grazie al supporto con il Settore Protezione Civile della Regione Piemonte e nell'ambito della convenzione con il Soccorso Alpino e Speleologico Piemontese. Nell'ambito della campagna glaciologica annuale, sono state svolte le seguenti missioni di monitoraggio dei ghiacciai delle Alpi piemontesi:

Il 31 luglio è stato condotto un sopralluogo a piedi in alta valle Anzasca per l'osservazione dello stato di evoluzione delle instabilità attive che coinvolgo l'ambiente glaciale e periglaciale dei ghiacciai del Belvedere e delle Locce Nord, con particolare attenzione all'area della rock avalanche di dicembre 2024, sviluppata tra il Colle delle Locce e il lago omonimo, e al settore di ghiacciaio del Belvedere interessato dalla confluenza delle acque dei bacini di sinistra (Castelfranco e Piccolo Fillar).

Il 5 e 6 agosto è stato condotto un sopralluogo per la verifica delle condizioni dei ghiacciai dell'alta Val Formazza (Gh. del Sabbione Meridionale e Settentrionale, Gh. del Blinnenhorn) e di eventuali laghi proglaciali di neoformazione. Il 31 agosto tecnici del CNR-IRPI, della CGI e di Arpa Piemonte hanno partecipato alla Carovana dei ghiacciai di Legambiente, accompagnando un folto gruppo, illustrando la dinamica e gli elementi morfologici dell'ambiente glaciale e periglaciale dal Pian della Mussa alla Bessanese. Attraverso gli studi e i monitoraggi condotti nell'area del rifugio, è stato fornito un quadro di come l'ambiente glaciale di alta montagna sta rispondendo ai cambiamenti climatici in atto.

Il 4 e 5 settembre il personale di Arpa Piemonte ha effettuato rilievi sui ghiacciai Clapier, Peirabroc, Maledia, N e NE del Gelas nel cunese, con riprese fotografiche tradizionali, riprese da elicottero e acquisiti punti significativi con GPS.

Nei medesimi giorni sono state effettuate le misure di arretramento frontale sul ghiacciaio della Ciamarella (valli di Lanzo) con la perimetrazione della fronte tramite rilievo GNSS. Nella stessa zona il 18 settembre è stato condotto il rilievo delle variazioni frontali sul ghiacciaio della Bessanese.

Il 16 settembre è stato condotto un sopralluogo presso la fronte del ghiacciaio di Noaschetta (valle Orco), la quale è caratterizzata dalla presenza di alcuni piccoli laghi epiglaciali; nella stessa occasione sono stati sorvolati con l'elicottero e ripresi i ghiacciai del versante meridionale del Gran Paradiso.

Il 7 ottobre è stato condotto il sorvolo con elicottero dei ghiacciai del massiccio del Monviso, dove grazie anche al trasporto in quota dei tecnici Arpa è stato possibile eseguire un rilievo fotogrammetrico dei ghiacciai Quarnero e Sella.

L'8 ottobre è stato eseguito il sorvolo con elicottero dei ghiacciai dell'Ossola, dalla valle Antrona, Alpe Veglia, Devero, Sabbione.

Il 9 ottobre sono stati sorvolati con elicottero i ghiacciai delle Alte valli di Lanzo: le riprese fotografiche sono state organizzate allo scopo di ottenere un rilievo fotogrammetrico dei ghiacciai Croce Rossa, Bessanese, Ciamarella, Tonini, Sea, Mulinet e Martellot.

Il 10 ottobre è stato eseguito un rilievo sul Monte Rosa: sorvolo dei versanti valsesiano e di Macugnaga, osservazione dei ghiacciai dal passo dei Salati al Corno Nero; rilievo fotogrammetrico da elicottero dell'intera conca dei versanti Sud-Est ed Est del Monte Rosa. Nella stessa occasione i tecnici sono stati trasportati in quota alla morena delle Locce per rilievo con Gigapan del versante Est.

Il 4 novembre è stato effettuato il sopralluogo al ghiacciaio di Lourousa con rilievo fotogrammetrico sia del ghiacciaio, sia della morena interessata dalla colata detritica nel 2023.

3.1. Alpi Marittime

I ghiacciai delle Alpi Marittime sono stati visitati tra settembre e novembre 2025; nel corso dei sopralluoghi sono stati effettuati voli che hanno permesso di raccogliere numerose fotografie delle aree. L'elaborazione di nuovi modelli fotogrammetrici, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero, ha permesso la produzione di ortofoto di dettaglio dei ghiacciai e delle aree circostanti (ad esempio il ghiacciaio del Clapier, in Figura 4) che sono state utilizzate per definire i limiti attuali dei ghiacciai. Per la georeferenziazione sono state utilizzate le posizioni acquisite direttamente on-board, correggendo l'incertezza planimetrica attraverso l'appoggio sulla cartografia ufficiale (Regione Piemonte 2010); lo scarto è risultato di ordine metrico.

Il **ghiacciaio del Clapier** è stato visitato direttamente il 4 settembre 2025. Il ghiaccio vivo era presente da quota 2770 m fino a ridosso delle pareti rocciose superiori; nella parte alta era a tratti mascherato da campi di detrito. A valle di quota 2770 m il ghiaccio è ricoperto da una coltre detritica, ma risulta comunque talvolta visibile in spaccati naturali; l'evidenza di ghiaccio sepolto a più bassa quota è stata individuata a 2650 m. Nel settore medio-inferiore era ancora presente neve rossastra probabilmente della stagione invernale 2023-2024. Le quote indicate sono approssimative. Rispetto all'ultima visita risalente all'autunno del 2023 non sono evidenti significative variazioni delle caratteristiche morfologiche del ghiacciaio.

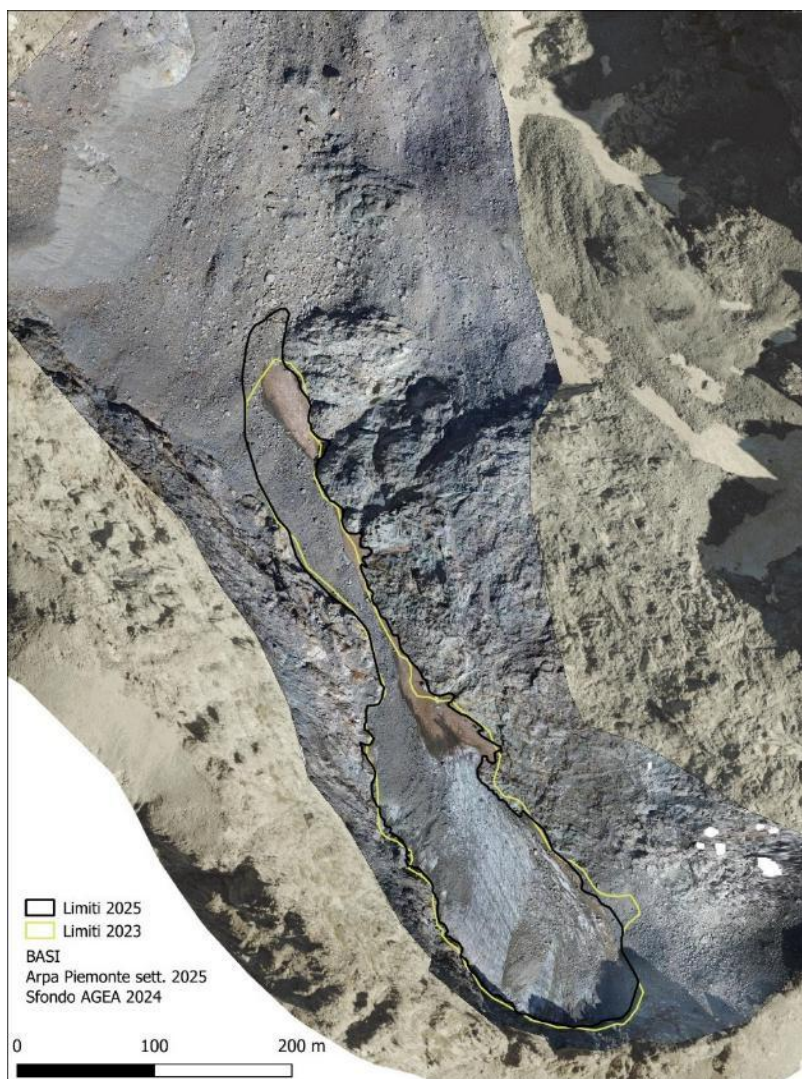


Figura 4 – Ortofoto ottenuta a partire dagli scatti fotografici eseguiti il 04/09/2025; sfondo AGEA 2024. Sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2023. Fonte ARPA Piemonte



Figura 5 – Panoramica sui settori intermedio e superiore del Ghiacciaio del Clapier scattata nel corso del sopralluogo del 2025 dalla Cima Viglino (foto D. Bormioli).



Figura 6 – Parte mediana del Ghiacciaio del Clapier, si noti la transizione tra ghiaccio vivo e neve residua probabilmente della stagione invernale 2023-2024 sulla cui superficie si osservano accumuli di detrito bruno scuro trasportati dalle acque incanalate nelle rigole di fusione (foto D. Bormioli).

Il **ghiacciaio di Peirabroc** è stato visitato direttamente il 4 settembre 2025 (Figura 8). La parte superiore del ghiacciaio, prevalentemente in condizioni di affioramento nel 2023, era in gran parte ricoperta da neve rossastra residuo della stagione invernale 2023/2024. Anche nella zona inferiore era presente un'ampia area di neve vecchia posta al di sopra della copertura detritica, evidente segnale della presenza di ghiaccio sepolto. Nell'area inferiore, in destra idrografica, il ghiaccio sepolto era particolarmente ben visibile in pareti alte qualche metro. La continuità tra la parte superiore e quella inferiore è garantita fino ad ora da un corridoio detritico ampio circa 25 metri, dove la presenza di ghiaccio sepolto è ancora una volta suggerita da residui di neve. Rispetto all'ultima visita risalente all'autunno del 2023 la perimetrazione del ghiacciaio non ha subito particolari variazioni.

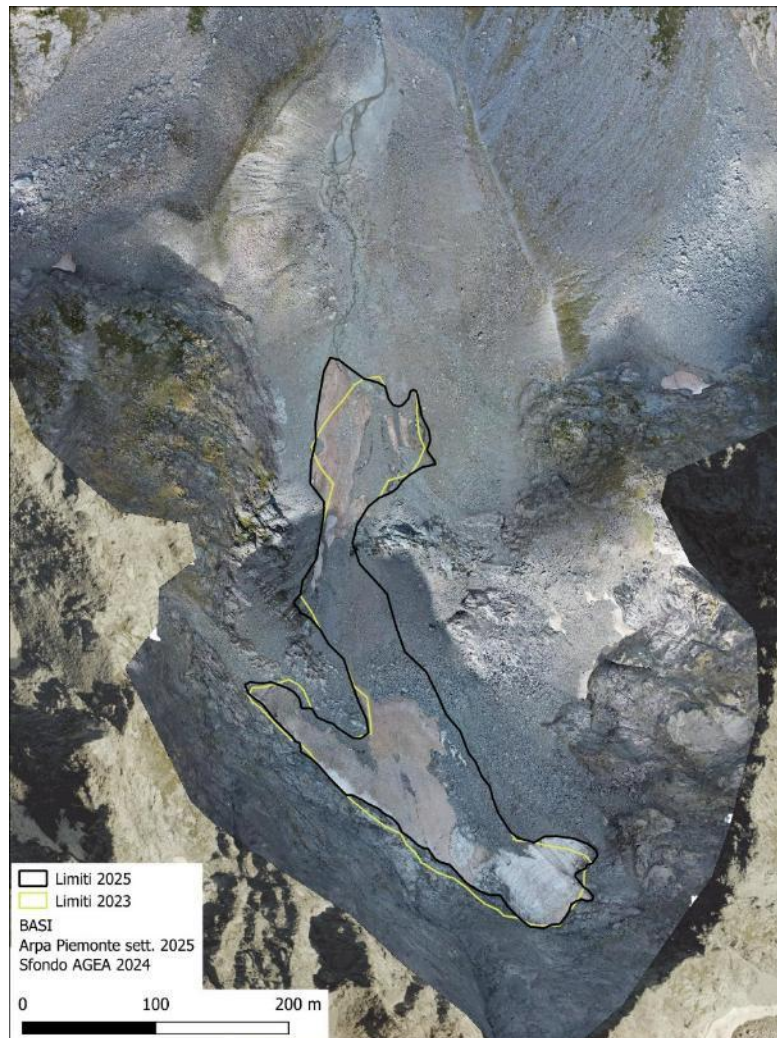


Figura 7 – Ortofoto ottenuta a partire dagli scatti fotografici eseguiti il 04/09/2025; sfondo AGEA 2024. Sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2023. Fonte ARPA Piemonte



Figura 8 – Panoramica del Ghiacciaio di Peirabroc (foto D. Bormioli).

Il **ghiacciaio della Maledia** è stato visitato direttamente il 04 settembre 2025. Il ghiaccio non è mai esposto in modo evidente, in apparenza si osserva una pietraia continua dalla sommità del versante (Passo del Pagari, 2798 m s.l.m.) fino al fondo (Lago del Pagari, 2610 m s.l.m.). Tuttavia, in occasione del sopralluogo è stata rilevata una significativa presenza di neve (Figura 9), dal tipico colore rossastro contenente polveri di probabile origine desertica. Tali residui nevosi sono localizzati precisamente laddove, nel corso della campagna di rilievo precedente (25.09.2023), era stato rilevato ghiaccio sepolto.



Figura 9 – Conca glaciale della Maledia con il Lago Pagari in primo piano, come si presentava il 04 settembre 2025 (Foto D. Bormioli).

Il **ghiacciaio Ciafraion** (o Ghiacciaio della Siula) è stato osservato a distanza il 05 settembre 2025; il luogo prescelto per le osservazioni è rappresentato dall'insellatura nota come Passaggio dei Ghiacciai (2750 m s.l.m.) che si apre sulla cresta spartiacque tra il vallone del Gesso della Barra ad ovest e quello del Monte Colombo a est. Si è constatata la presenza delle due placche di ghiaccio nella parte alta del versante, a ridosso della parete rocciosa del Gelas. Sul ghiacciaio inoltre è stato effettuato un sorvolo il 05/09/2025. Le immagini fotografiche scattate durante il volo hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità (Figura 10), utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio. Tale analisi ha messo in evidenza la presenza più a valle, anche se non vi è la completa certezza, di possibili aree con presenza di ghiaccio sepolto evidenziate dalla neve rimanente delle stagioni precedenti. Si ipotizza inoltre che la neve rossastra sia il residuo della stagione invernale 2023-2024. Dalle foto aeree scattate è stato possibile osservare anche la parte più a ovest del massiccio evidenziando la presenza di neve/ghiaccio residuo anche nella zona poco sotto la cima (Figura 11).

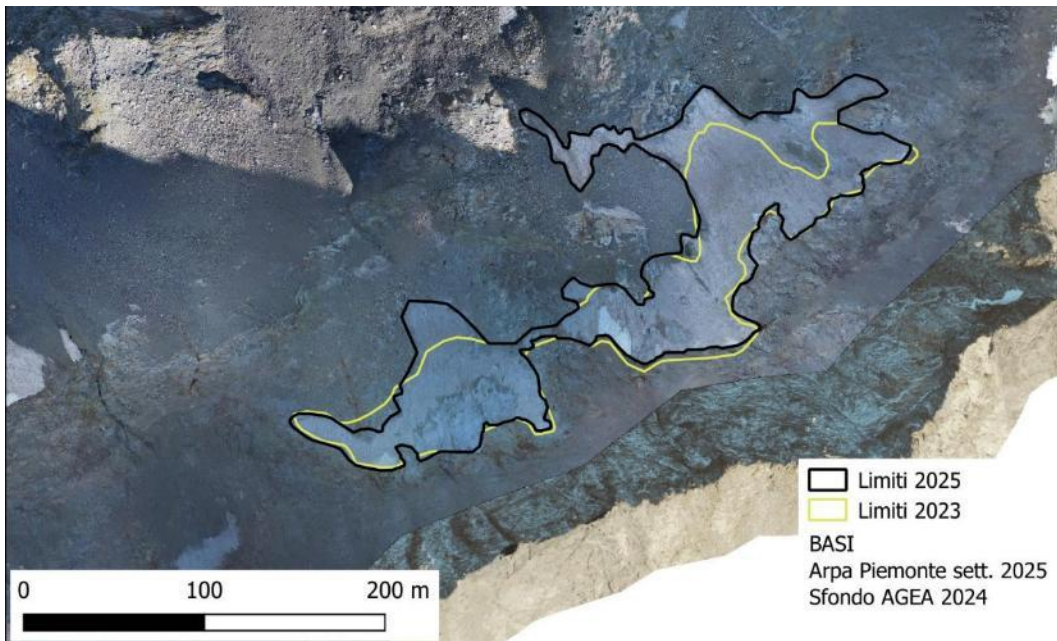


Figura 10 – Ortofoto rilevata nel corso del sorvolo del 05.09.2025; sfondo AGEA 2024. Sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2023; alcune variazioni tra i limiti, in particolare sul margine settentrionale, sono essenzialmente imputabili alla neve rimasta degli ultimi 2 anni (Fonte Arpa Piemonte).



Figura 11 – Fotoconfronto del Ghiacciaio Ciafraion: panoramica scattata dal Passo dei Ghiacciai il 23/09/2023 a sinistra e il 05/09/2025 a destra (foto D. Bormioli).

Il **ghiacciaio del Gelas** (o Ghiacciaio del Lago Bianco) è stato osservato a distanza il 05 settembre 2025; il luogo prescelto per le osservazioni è rappresentato dall'insellatura nota come Passaggio dei Ghiacciai (2750 m s.l.m.) che si apre sulla cresta spartiacque tra il vallone del Gesso della Barra ad ovest e quello del Monte Colombo a est. Dal confronto tra le riprese fotografiche del 2023 e del 2025 di Figura 12 si può notare come la presenza di neve residua sia significativamente superiore rispetto alla campagna precedente (2023). Tenendo conto degli affioramenti di ghiaccio rilevati direttamente sul terreno nel 2023 è plausibile ritenere che la copertura nevosa presente nel 2025 marchi in modo abbastanza fedele la presenza di ghiaccio. La neve rossastra che si osserva nelle riprese fotografiche del 2025 è probabilmente il residuo della stagione invernale 2023-2024. Sul ghiacciaio inoltre è stato effettuato un sorvolo il 05/09/2025. Le immagini fotografiche scattate durante il volo hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio (Figura 13).



Figura 12 – Ghiacciaio del Gelas: fotoconfronto di scatti dal Passaggio dei Ghiacciai il 26/09/2023 a sinistra e il 05/09/2025 a destra (foto D. Bormioli).

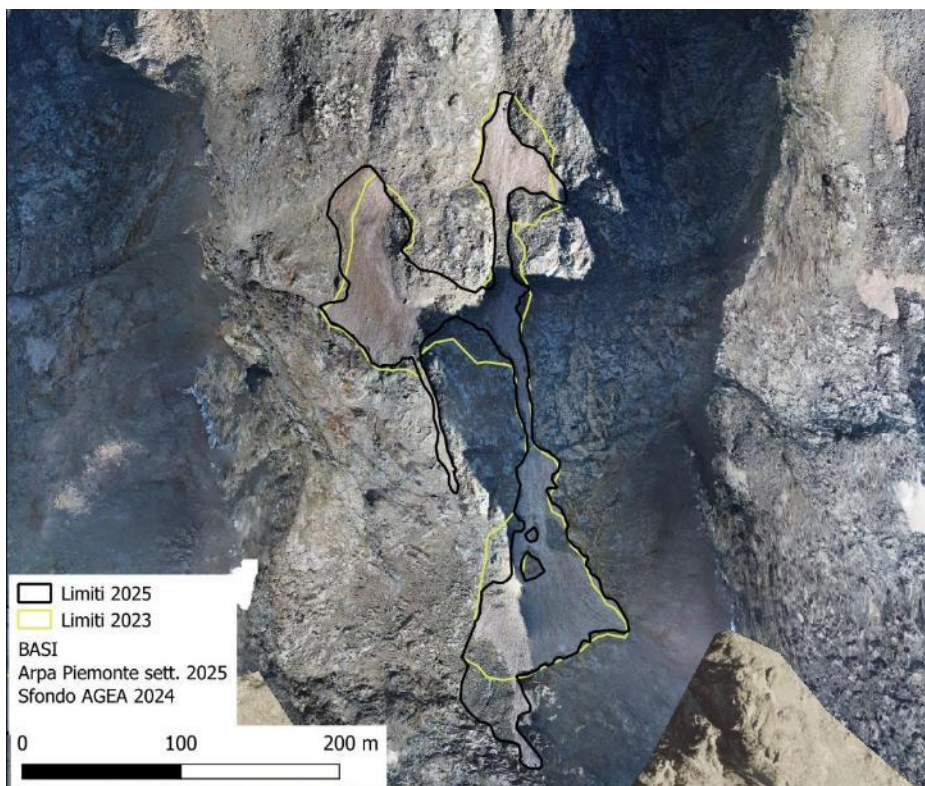


Figura 13 – Ortofoto rilevata nel corso del sorvolo del 05.09.2025; sfondo AGEA 2024. Sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2023; alcune variazioni tra i limiti, in particolare sul margine settentrionale, sono essenzialmente imputabili alla neve rimasta degli ultimi 2 anni che potrebbe anche evidenziare la presenza di ghiaccio sepolto (Fonte Arpa Piemonte).

Il **ghiacciaio di Lourousa** è stato osservato direttamente il 04 novembre 2025. La conca glaciale così come il soprastante Canalone di Lourousa si presentavano imbiancati dalle recenti nevicate autunnali, in condizioni simili a quelle rilevate nel 2024. In tale occasione è stato effettuato un sorvolo, le cui immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio. L'elaborazione del modello fotogrammetrico ha permesso la produzione di un'analisi areale di dettaglio del ghiacciaio e delle aree circostanti (Figura 14). Per la georeferenziazione sono state utilizzate le posizioni acquisite direttamente on-board, correggendo l'incertezza planimetrica attraverso l'appoggio sulla cartografia ufficiale (Regione Piemonte 2010); lo scarto è risultato di ordine metrico. A differenza dei precedenti sopralluoghi condotti nel 2023 e nel 2024 il ghiaccio esposto copre superfici meno ampie probabilmente perché mascherato da detriti rocciosi. Gli effetti della "pulizia" della superficie glaciale nei riguardi dei detriti che la nascondono, realizzata dalle forti piogge autunnali dell'ottobre 2023, sono stati praticamente cancellati nei successivi 2 anni; il grande solco in ghiaccio che era stato rilevato in quell'occasione (2023) è stato completamente colmato da detriti. La grande frana che si innescò il 20 ottobre 2023 sul versante sottostante la morena frontale non ha subito particolari modifiche morfologiche.

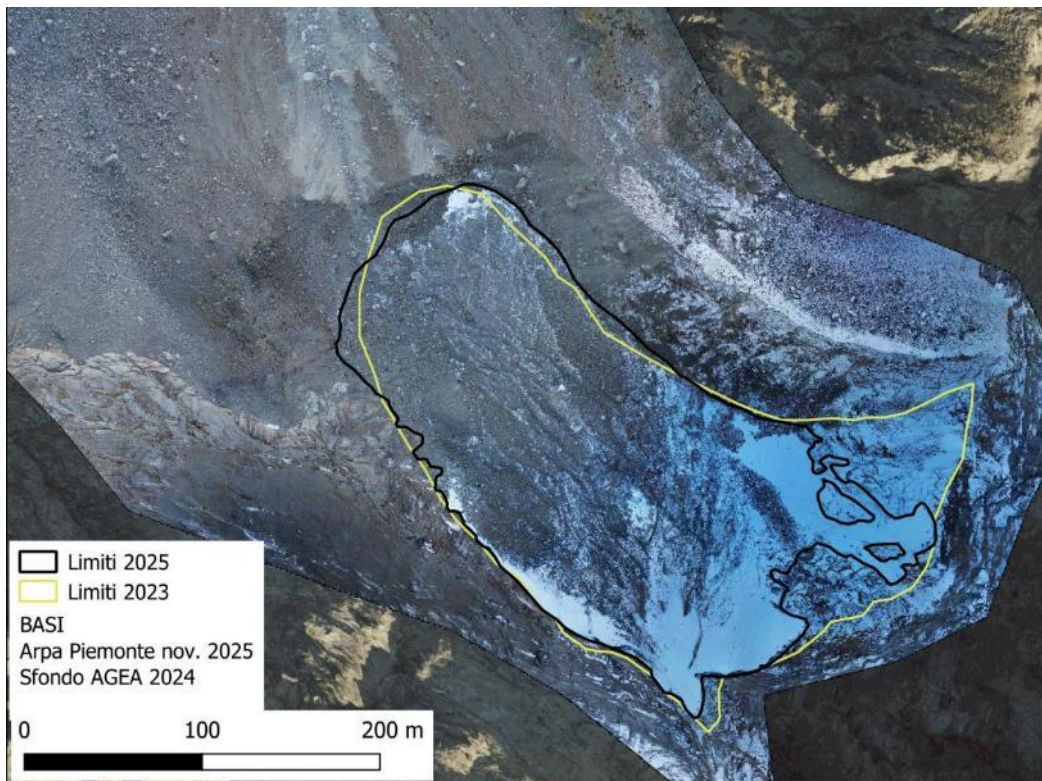


Figura 14 – Ortofoto rilevata nel corso del sorvolo del 04.11.2025; sfondo AGEA 2024. Sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2023; alcune variazioni tra i limiti, in particolare sul margine SW potrebbero essere imputabili agli errori di proiezione delle ortofoto a ridosso della ripida parete del monte Corno Stella. (Fonte Arpa Piemonte)



Figura 15 – Il Ghiacciaio di Lourousa, a sinistra nel 2023 e a destra nel 2024 (fotocomposizione M. Faletto).

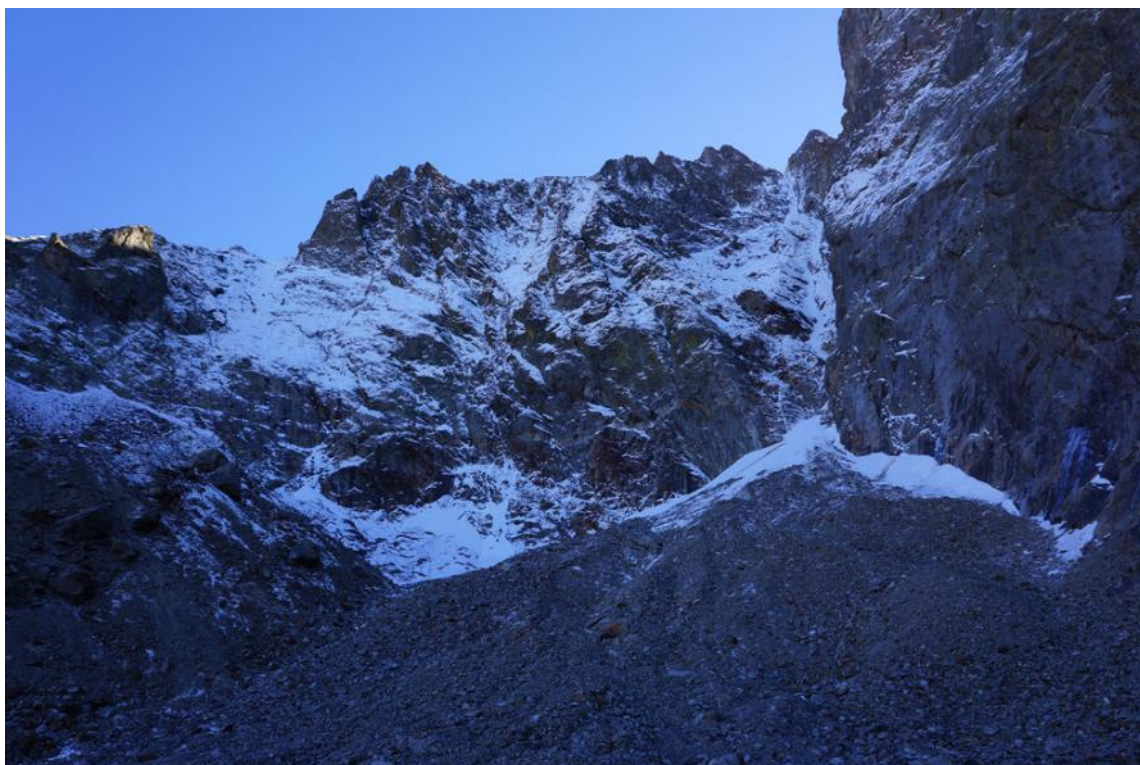


Figura 16 – Il Ghiacciaio di Lourousa come si presentava dal bordo della morena frontale durante il sopralluogo del 04.11.2025. Si noti la parte sinistra della foto, dove è evidente la mancanza di accumulo nevoso rispetto al 2024 (foto D. Bormioli).

3.2. Alpi Cozie Sud: il Massiccio del Monviso

Il **ghiacciaio Superiore di Vallanta**, noto anche come Ghiacciaio del Triangolo, è stato osservato a distanza il 7 ottobre 2025 durante il sorvolo con elicottero. Il ghiaccio si presentava quasi completamente ricoperto da neve recente, solo in apice era visibile ghiaccio.



Figura 17 – Panoramica di dettaglio del Ghiacciaio Superiore di Vallanta (foto D. Bormioli).

L'area del **ghiacciaio Quarnero** è stata sorvolata con elicottero il 7 ottobre 2025: il ghiaccio è mascherato quasi completamente dal detrito, risultando visibile solo sulla sponda occidentale del lago dove forma una scarpata alta qualche metro. Il suo perimetro non risulta aver subito sostanziali modificazioni dal 2023.



Figura 18 – Panoramica del versante sud del Monviso con indicazione della posizione dei 3 corpi glaciali sepolti: 16-Quarnero, 17-Viso, 18-Sella (foto D. Bormioli).



Figura 19 – Lago di Punta Fiume con sponda occidentale scavata nel ghiacciaio Quarnero. Panoramica scattata da elicottero (foto D. Bormioli).

Sul **ghiacciaio di Viso** non è più visibile ghiaccio affiorante, l'area è ricoperta da una potente falda detritica. Nella parte inferiore della stessa, subito a monte della morena frontale, affiora un minuscolo laghetto che al momento del sopralluogo era ghiacciato; tale osservazione fa presupporre la presenza di ghiaccio sepolto, che tuttavia non è stato possibile verificare direttamente.



Figura 20 – Panoramica della zona occupata dal Ghiacciaio di Viso ormai completamente ricoperto di detrito, fotografia scattata da elicottero (foto D. Bormioli)

Tracce di ghiaccio sepolto del **ghiacciaio Sella** (Figura 21) sono emerse nel corso del sopralluogo a monte del Bivacco Andreotti, a circa 3300 m di quota, dove permane esposta una piccola apertura impostata nel ghiaccio sepolto e nel ripiano a valle dove era ancora presente neve della stagione invernale (2024-2025).



Figura 21 – Panoramica del Ghiacciaio Sella (foto M. Faletto).

I ghiacciai Superiore e Inferiore di Coolidge sono stati osservati a distanza il 7 ottobre 2025 durante il sorvolo con elicottero. L'area occupata dal residuo del **Ghiacciaio Superiore di Coolidge** era quasi completamente innevata da neve recente e quindi il ghiaccio vivo era difficilmente osservabile. L'aspetto generale dell'area glaciale non presentava particolari difformità rispetto a quanto osservato nel 2024.

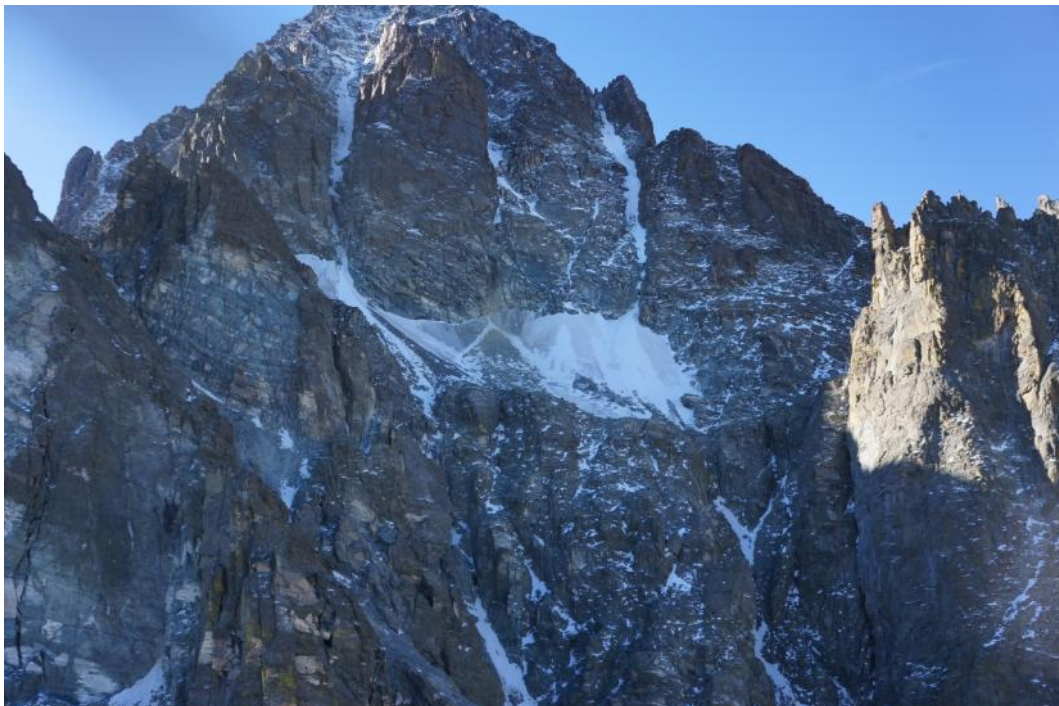


Figura 22 – Panoramica frontale del Ghiacciaio Superiore di Coolidge, fotografia scattata da elicottero (foto D. Bormioli)

L'area medio-alta del **ghiacciaio Inferiore di Coolidge** era in gran parte ricoperta da neve autunnale. Nella zona di apice era visibile una piccola colata detritica recente.



Figura 23 – Panoramica del settore medio-alto del ghiacciaio relitto, fotografia scattata da elicottero (foto D. Bormioli)



Figura 24 – La parte alta del ghiacciaio relitto dove si è innescata una piccola colata detritica, fotografia scattata da elicottero (foto D. Bormioli)

3.3. Alpi Graie: le alte Valli di Lanzo

Il ghiacciaio della **Croce Rossa** è stato fotografato il 26/08/2025 dalla fronte del Ghiacciaio della Ciamarella, in quello che è risultato l'ultimo giorno con buona visibilità e prima della neve autunnale, nuovamente molto precoce. Il ghiacciaio inoltre è stato visitato il 09/10/2025 con un sorvolo in elicottero. Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio, nonostante la presenza diffusa di neve recente. A fine agosto il ghiacciaio presenta una copertura di neve residua disposta a semicerchio a coprire irregolarmente la fascia superiore, sotto le scarpate rocciose (Figura 25); altri lembi di neve residua si allungano sul fianco sinistro e nella parte centrale; la quota minima della copertura di neve residua è 3.413 m slm (tratto da DEM Arpa Piemonte 2025), la quota media è pari a 3.475 m slm (ELA). La superficie minima coperta da neve è pari a 19.000 m² determinando un AAR% di circa 36%. Per il calcolo, oltre alle osservazioni fotografiche, ci si è avvalsi dell'immagine Sentinel del 26/08/2025 (Figura 26). Nella fascia alta del ghiacciaio e sul margine superiore sinistro, si riconosce la copertura nevosa residua della stagione di accumulo 2023/2024, caratterizzata dal colore rossastro dovuto all'accumulo delle polveri sahariane.



Figura 25 – Vista panoramica da Nord-Est del ghiacciaio della Croce Rossa (foto W. Alberto, L. Lanteri, 26/08/2025), ripresa con teleobiettivo (300 mm) dal riferimento B_FR22 della Ciamarella, fonte ARPA Piemonte.

La fronte è risultata libera dalla neve nel rilievo di fine agosto, invece, è coperta di neve recente durante il sorvolo e nell'ortofoto elaborata. Dal confronto qualitativo con le immagini degli anni precedenti non sembrano esserci particolari evidenze di un suo arretramento, per cui la sua posizione si considera come stabile nell'anno trascorso. Come già per il 2024, si conferma la copertura nevosa dell'estremo margine SE, sotto la vetta, per cui i limiti del ghiacciaio sono stati nuovamente estesi a comprendere questo settore, risultato scoperto nel 2022 e invece coperto da neve continuamente dal 2023. Il lago epiglaciale presente fino al 2022 lungo la cresta NW non risulta visibile, nonostante sia presente il cavo da vento a ridosso della cresta. Dall'analisi dei dati satellitari non si riconoscono riempimenti nel corso del 2025, l'ultima data con evidente riempimento del lago rimane il 19/09/2022 (Google Satellite). Il grande crepaccio arcuato, che separa il settore frontale molto acclive dal corpo centrale del ghiacciaio, al momento della visita è sigillato da neve fresca, ma comunque visibile; dai confronti fotografici con la situazione 2024 non si ravvisano evidenti evoluzioni della struttura. Le fasce detritiche già osservate nel 2022 sono nuovamente ben visibili a fine agosto, in particolare si osserva un corpo detritico quasi continuo che si allunga sul lato destro, dalle roccette sommitali fino al crepaccio mediano (Figura 25).

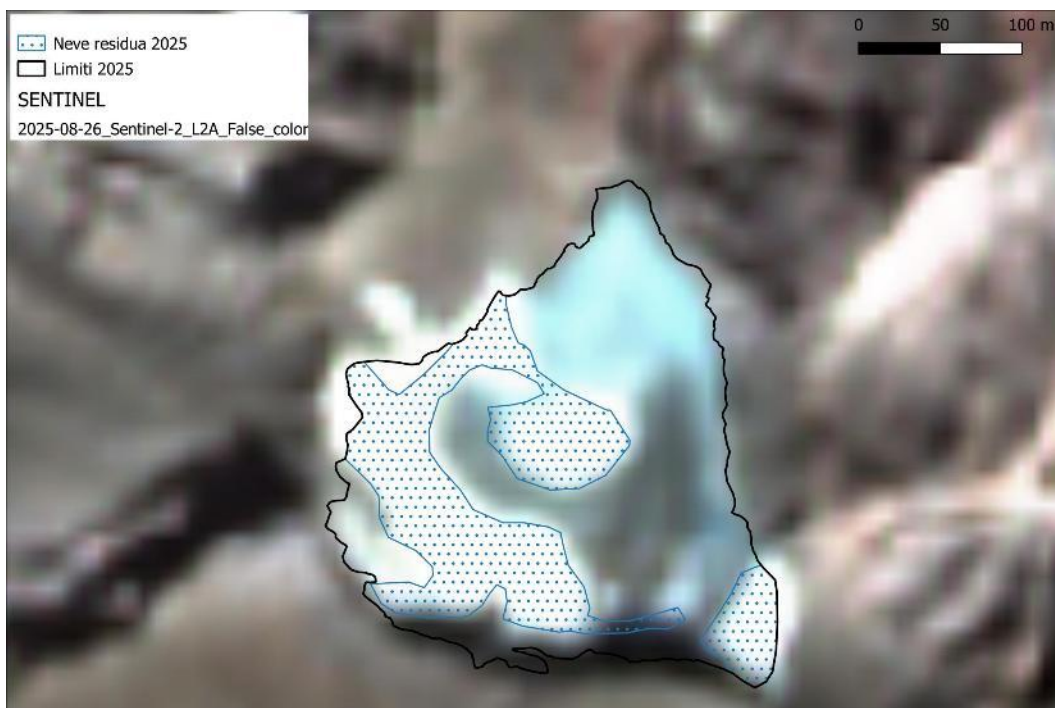


Figura 26 – Immagine satellitare Sentinel del 26/08/2025, con limite del ghiacciaio e copertura di neve residua, fonte ARPA Piemonte.

Una fortunata sequenza di ortofoto rilevate negli anni passati in condizioni tardo estive / autunnali ha permesso il rilievo dell'estensione del ghiacciaio a partire dagli anni '60 del secolo scorso, fino all'ottobre 2025 (Tabella 3):

Anno	Area m ²	Variazione m ²	Variatz. annua m ²	Base riferimento	Fonte
1953	77173	--	--	IGN France 1950-1965	Arpa Piemonte
2000	76374	-799	-17	IT2000	Arpa Piemonte
2006	68631	-7743	-1291	IGN France 2006	Arpa Piemonte
2010	67571	-1060	-265	Regione Piemonte 2010	Arpa Piemonte
2019	60051	-7520	-836	IGN France 2019	Arpa Piemonte
2022	51495	-8556	-2852	Google Satellite 18/09/2022	Arpa Piemonte
2023	51917	+422	+422	Arpa Piemonte 26/09/2023	Arpa Piemonte
2025	52531	+614	+307	Arpa Piemonte 09/10/2025	Arpa Piemonte

Tabella 3 – Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio e relativa superficie planimetrica.



Figura 27 – Parte medio-alta del ghiacciaio ripresa durante il sorvolo del 09/10/2025, in centro alla foto la depressione occupata dal lago epiglaciale fino al 2022, poi non più riempita; in alto a sinistra, sotto la vetta, il settore scoperto dal ghiaccio nell'estate 2022 e poi ricoperto di neve dall'inverno successivo, fonte ARPA Piemonte.

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 09/10/2025, ha permesso la produzione di un'ortofoto (Figura 28) e di un modello digitale del terreno (DEM – Digital Elevation Model) aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / DTM ICE 2011), gli errori in quota sono risultati di 1,6 m (dev. st. su 116 check point esterni al ghiacciaio).

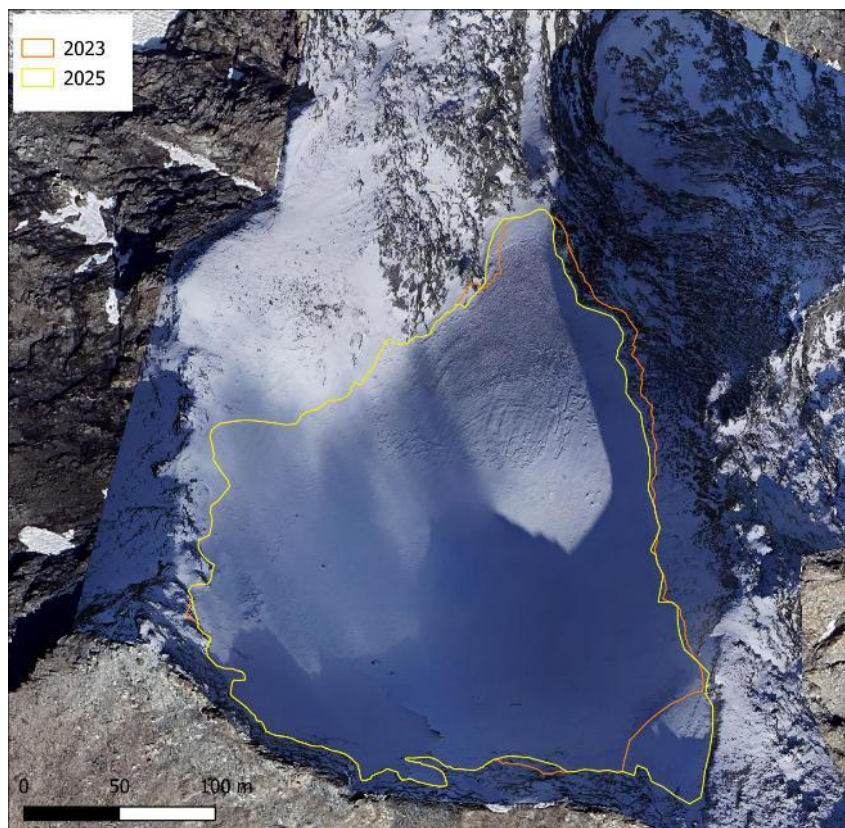


Figura 28 – Ortofoto rilevata nel corso del sorvolo del 09/10/2025; sfondo Google Satellite 21/07/2025. Sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2023; alcune variazioni tra i limiti, in particolare sul margine NE potrebbero essere imputabili agli errori di proiezione delle ortofoto a ridosso della ripida parete; da notare il settore sotto la vetta (angolo inferiore destro dell'immagine), risultato scoperto dal ghiaccio nel biennio 2022-2023 e successivamente non più scoperto dalla neve, fonte ARPA Piemonte.

Il confronto tra i DEM 2011 e 2025 ha permesso il calcolo delle variazioni volumetriche intercorse al ghiacciaio e all'area circostante nell'intervallo di tempo. All'interno dell'estensione del ghiacciaio nel 2010, la perdita di volume è stata di 548.000 m³ con un'incertezza di 107.000 m³. La perdita media nel periodo 2011-2025, riportata sull'areale 2025, è risultata pari a 9.6 ± 1.6 m di ghiaccio (8.6 ± 1.5 m we). La perdita di spessore è risultata (Figura 29) distribuita sull'intera superficie glaciale con i valori più elevati (fino a 24 m) sul margine NW, che è anche quello ad aver subito il maggiore arretramento.

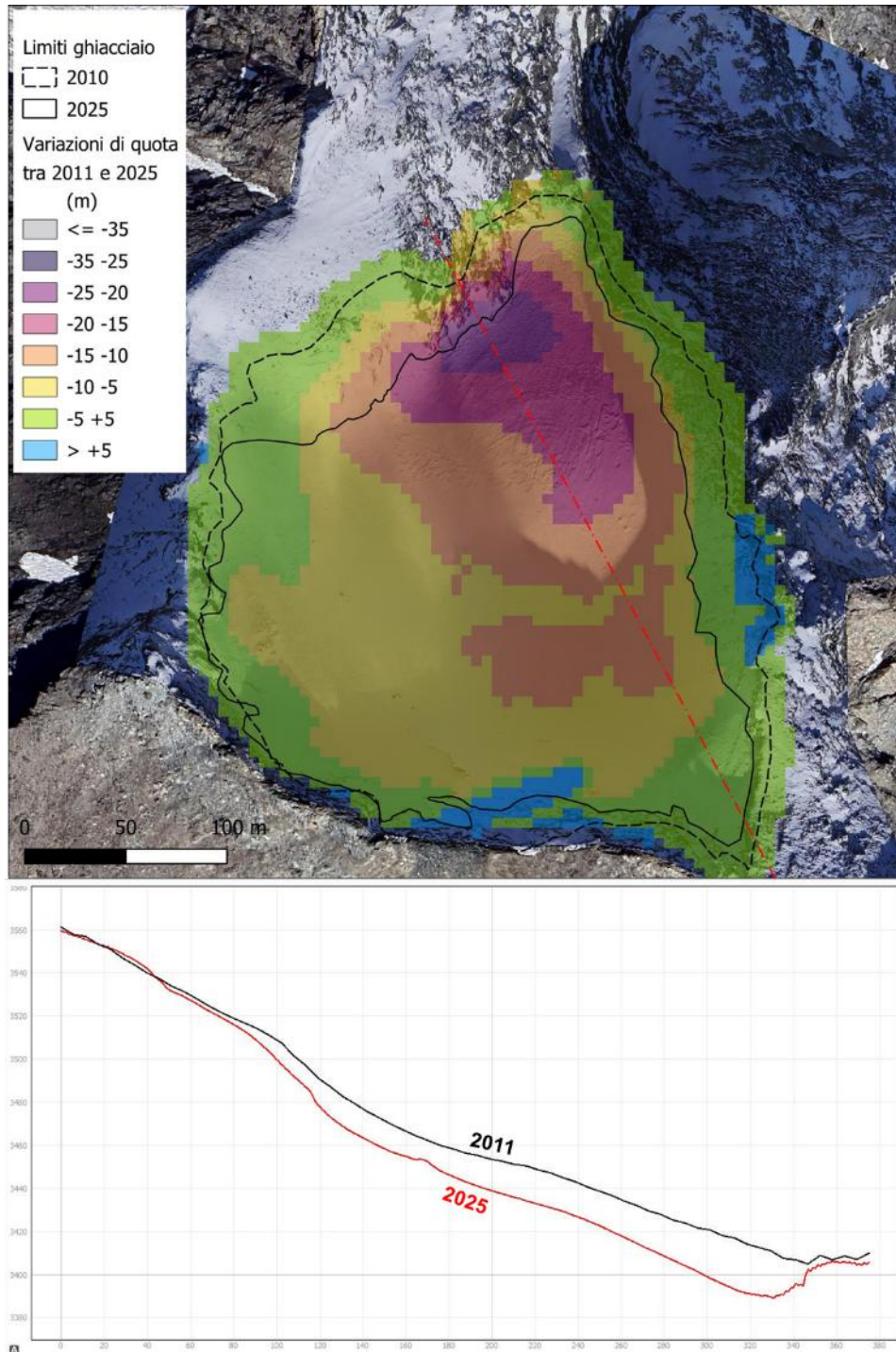


Figura 29 – Confronto altimetrico tra i DEM del 2011 (Regione Piemonte) e 2025 (ARPA Piemonte), con la scala di colore è indicata la differenza in metri tra la superficie del ghiacciaio nel 2011 e nel 2025, per i commenti si veda il testo (base Google Satellite + Arpa Piemonte 2025). Sotto: profilo altimetrico della topografia del ghiacciaio nei due anni confrontati, griglia 20 m, stessa scala X e Y, fonte ARPA Piemonte.

Il **ghiacciaio della Bessanese** è stato visitato dai tecnici ARPA Piemonte il 18/09/2025 e il 09/10/2025; nella prima occasione è stato effettuato un sopralluogo e la misura frontale, mentre nella seconda visita è stato effettuato un sorvolo in elicottero. Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto e di un Modello Digitale di Elevazione (DEM) di buona qualità dell'intera superficie glaciale, utilizzati per il confronto dei limiti del ghiacciaio e per la valutazione delle variazioni volumetriche.



Figura 30 – Ghiacciaio della Bessanese, sopralluogo del 18/09/2025, vista panoramica dal grande dosso montonato presente al margine sinistro del ghiacciaio, in prossimità del segnale G_FR90. Si osserva la neve residua nella fascia sottostante la parete Nord della Bessanese che offre protezione all'irraggiamento; la fascia di neve residua è costituita da un livello più esteso verso valle, di colore bianco sporco, attribuibile alla neve della stagione di accumulo 2023/2024, e una fascia più stretta, a ridosso delle pareti, di colore bianco più brillante, attribuibile all'ultima stagione di accumulo, fonte ARPA Piemonte.



Figura 31 – Ghiacciaio della Bessanese, sopralluogo del 18/09/2025, fonte ARPA Piemonte, vista dal segnale I_FR20; in centro alla foto, al limite tra il detrito e il ghiaccio scoperto, l'occhio roccioso affiorato nell'estate 2025, fonte Arpa Piemonte.

A fine stagione (18 settembre) il ghiacciaio si presenta con una fascia di neve residua nelle parti addossate alla parete rocciosa (Figura 31). La superficie minima coperta da neve è pari a 60.800 m² determinando un AAR% di circa il 23%. Per il calcolo ci si è avvalsi dell'immagine Sentinel del 26/08/2025 e Google del 03/09/2025; utilizzando le osservazioni fotografiche l'areale è stato corretto depurandolo dall'affioramento del firn della stagione di accumulo precedente, 2023/2024 (Figura 31). La quota minima della neve residua 2025 è pari a circa 2980 m slm, sul lato destro del ghiacciaio; la quota media del limite inferiore è compresa tra 3050 e 3100 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025) che può essere interpretata come ELA, al di sopra della quale la copertura di neve residua è continua (Figura 32).

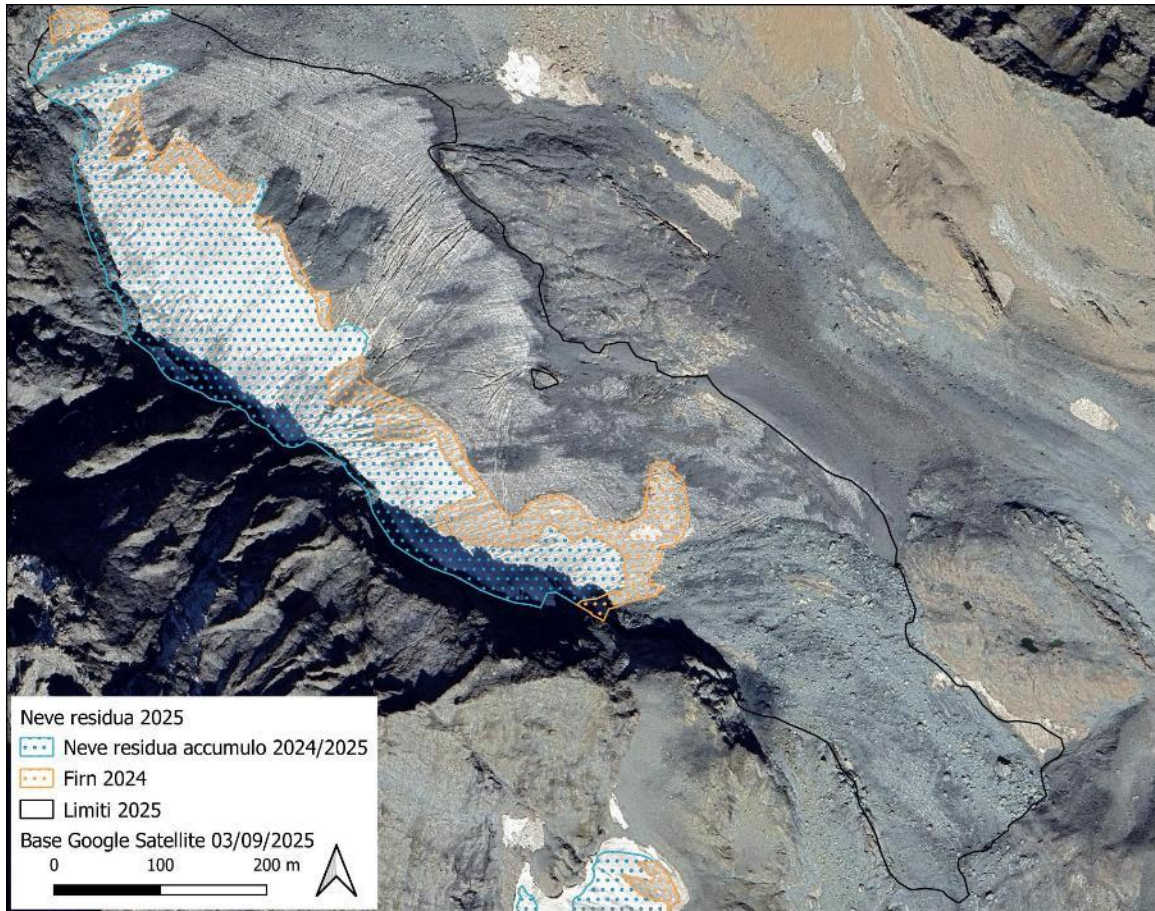


Figura 32 – Immagine satellitare Google del 03/09/2025, con limite del ghiacciaio e copertura di neve residua della stagione 2024/2025 e di quella precedente, 2023/2024, classificata come firn, fonte ARPA Piemonte.

La fronte, i margini NE e N (a monte e a valle della grande isola rocciosa che borda il fianco sinistro del ghiacciaio) risultano ampiamente coperti da detrito per cui la loro cartografia è approssimativa; le misure frontali (Figura 37) indicano una posizione stabile per la fronte (Figura 34), ricoperta dal detrito anche proveniente dal crollo del 2023, e un ridotto arretramento del fianco latero-frontale sinistro (Figura 35, segnale G_FR90: -7 m in due anni); più a monte, in corrispondenza del segnale I_FR20, la distanza misurata nella campagna 2025 è pari a 96 m, in buon accordo con la posizione dei limiti del ghiacciaio riportati sull'ortofoto del 09/10/2025. Il confronto tra i limiti osservati sulle ortofoto 2023/2025 indicano per quel settore un arretramento di circa 8 m, in accordo con quanto osservato anche al segnale G_FR90; da segnalare l'apertura di un piccolo "occhio" di roccia frontalmente al segnale I_FR20 (Figura 31, Figura 36 e Figura 37).

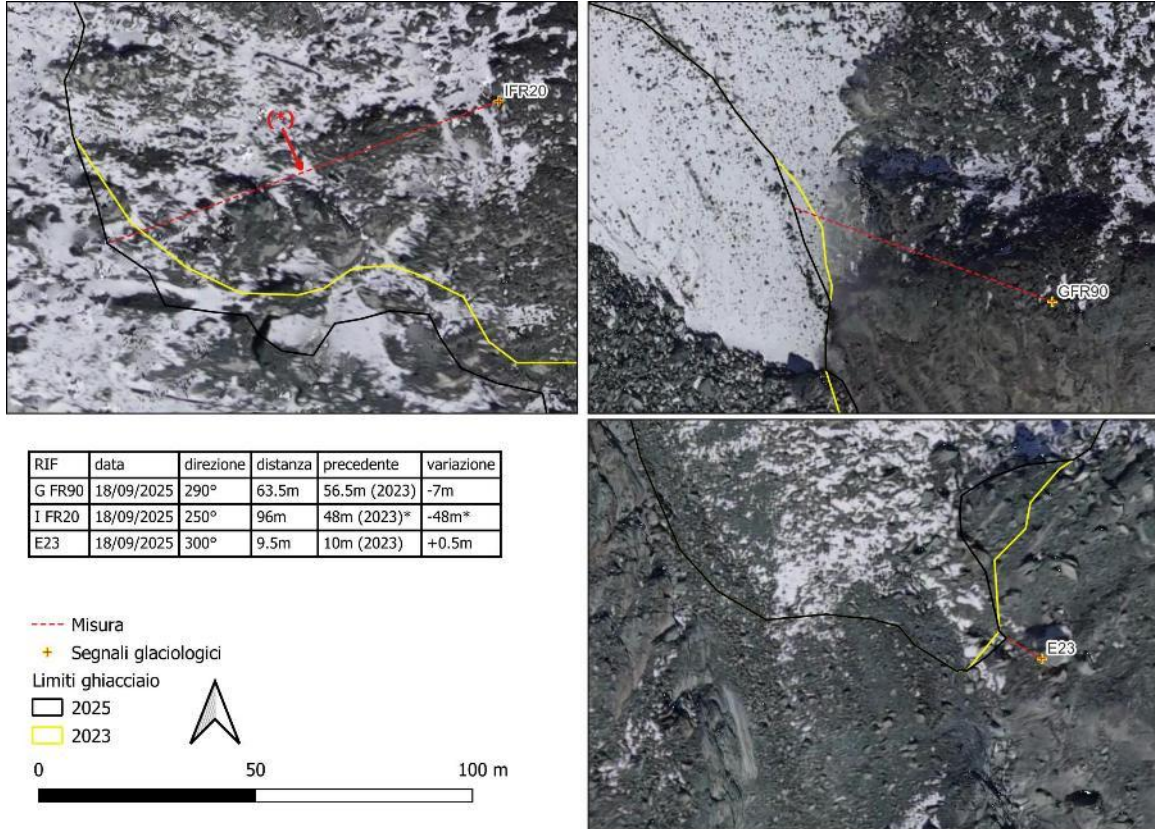


Figura 33 – Misure ai segnali glaciologici prossimi al ghiacciaio; dettagli nel testo.

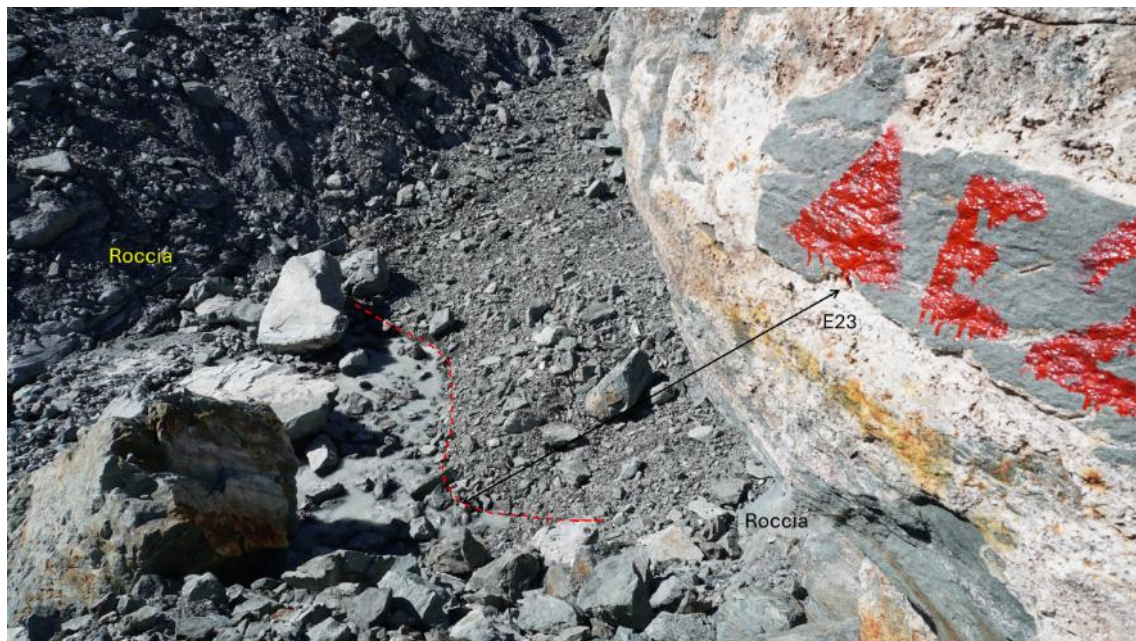


Figura 34 – Fronte del ghiacciaio della Bessanese, misura dal segnale E23. La fronte, indicata dal tratteggio rosso, è costituita da una stretta lingua che si insinua tra due dossi rocciosi ed è completamente ricoperta di detrito; la presenza di ghiaccio è stata individuata eliminando circa 20 cm di spessore di detrito superficiale.

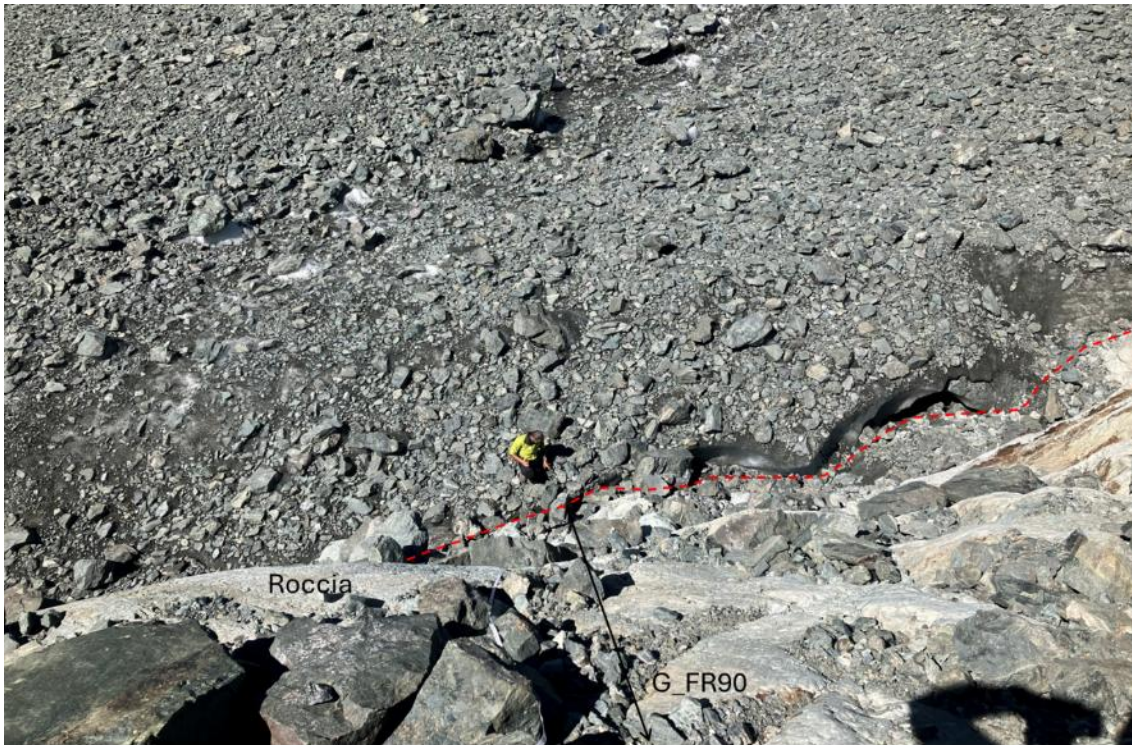


Figura 35 – Margine laterale sinistro in corrispondenza della misura dal segnale G_FR90, molto alle spalle della ripresa fotografica.



Figura 36 - Margine laterale sinistro in corrispondenza della misura dal segnale I_FR20, molto alle spalle della ripresa fotografica; a sinistra l'emersione dell'occhio di roccia.

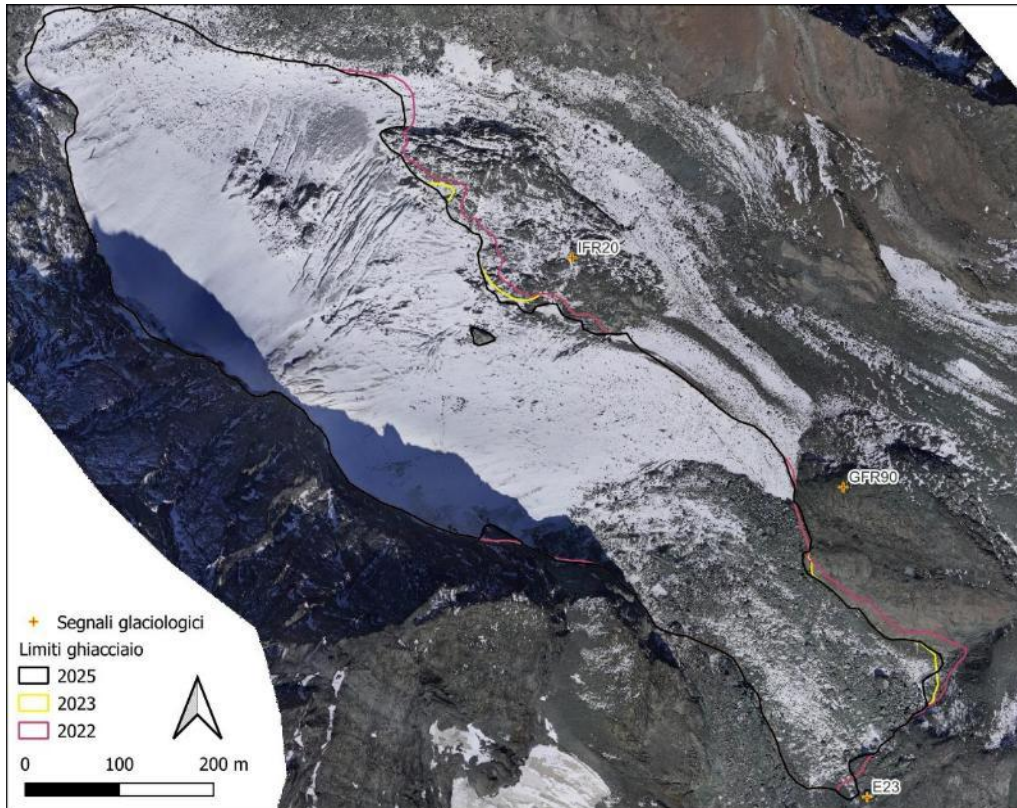


Figura 37 – Variazioni planimetriche dal 2022 al 2025. Base ortofoto rilevata da ARPA Piemonte il 09/10/2025.

Il confronto tra i DEM 2011 e 2025 ha permesso il calcolo delle variazioni volumetriche intercorse al ghiacciaio e all'area circostante nell'intervallo di tempo. All'interno dell'estensione del ghiacciaio nel 2010, la perdita di volume è stata di 4.363.000 m³ con un'incertezza di 480.000 m³, pari ad una perdita media di 16 ± 1.5 m di ghiaccio (15 ± 1.4 m we).

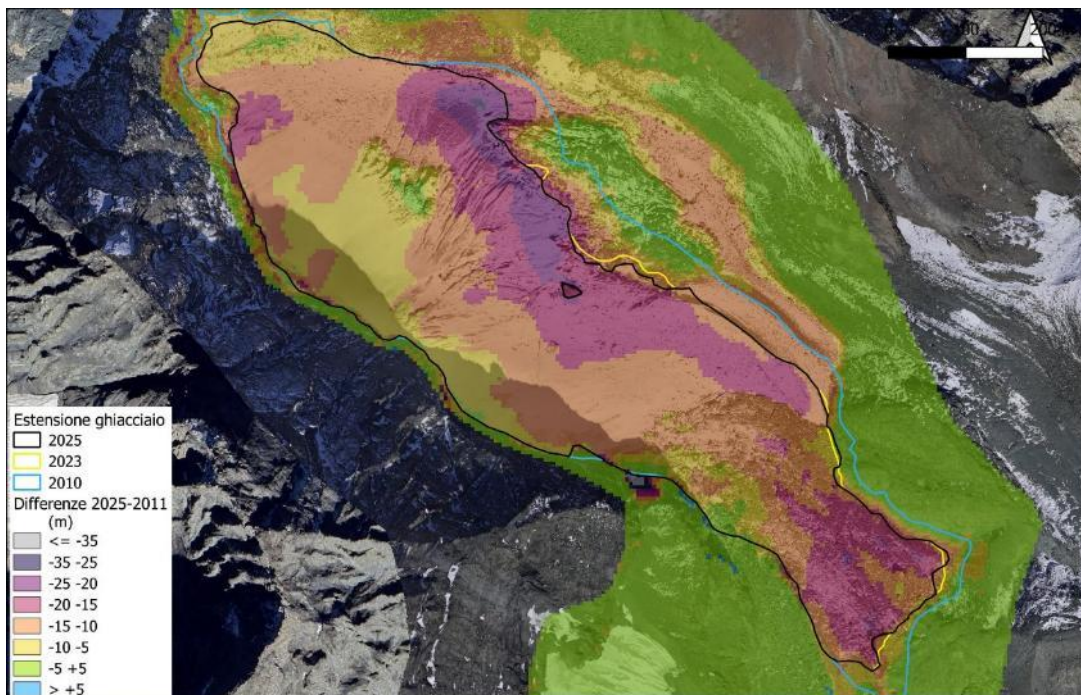


Figura 38 – Confronto altimetrico tra i DEM del 2011 (Regione Piemonte) e 2025 (ARPA Piemonte), con la scala di colore è indicata la differenza in metri tra la superficie del ghiacciaio nel 2010 e nel 2023, per i commenti si veda il testo.



Figura 39 – Base dello spigolo Murari, sede del crollo di fine agosto 2023: sono evidenti i segni della continua evoluzione della degradazione della parete rocciosa fratturata, ma non sono stati riconosciuti accumuli di crollo di dimensioni significative.

La sequenza di ortofoto rilevate negli anni passati in condizioni tardo estive / autunnali ha permesso il rilievo dell'estensione del ghiacciaio e la sua variazione recente, come indicato in Tabella 4.

Anno	Area m ²	Perdita m ²	Perdita annua m ²	Base Riferimento	fonte
2010	320689			Reg. Piemonte 2010	CNR-IRPI + ARPA Piemonte
2018	296083	-24606	-3076	Agea 2018	ARPA Piemonte
2022	278788	-17295	-4324	Google satellite 18-09-2022	ARPA Piemonte
2023	271973	-6815	-6815	Volo ARPA	ARPA Piemonte
2025	268935	-3038	-1519	Volo ARPA	ARPA Piemonte

Tabella 4 - Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio e relativa superficie planimetrica.

Il ghiacciaio del Collerin d'Arnas è stato visitato dai tecnici ARPA Piemonte il 09/10/2025 mediante sorvolo in elicottero (Figura 40). Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio, nonostante la presenza diffusa di neve recente.

A fine agosto, come indicato dalle immagini Sentinel del 26/08/2025, il ghiacciaio presenta una copertura di neve residua quasi continua, ad eccezione di una fascia rivolta ad Est sulla cupola nella zona di cresta; poiché non sono disponibili immagini fotografiche di dettaglio, non è possibile distinguere il contributo della neve residua 2024 da quello del 2025 e di conseguenza non è stato calcolato l'AAR%. I limiti del ghiacciaio non mostrano significative differenze rispetto al precedente rilievo del 2022 (da remoto sull'ortofoto Google del 18/09/2022), queste sono limitate al localizzato ritiro dagli speroni rocciosi che bordano il ghiacciaio (Figura 41).



Figura 40 – Vista panoramica da Sud del ghiacciaio del Collierin d'Arnas (sorvolo del 09/10/2025); in centro all'immagine il lago di contatto glaciale riconosciuto dal 2022; sulla destra il Ghiacciaio Orientale del Collierin d'Arnas, ormai ridotto ad una placca di glacionevato, fonte Arpa Piemonte.

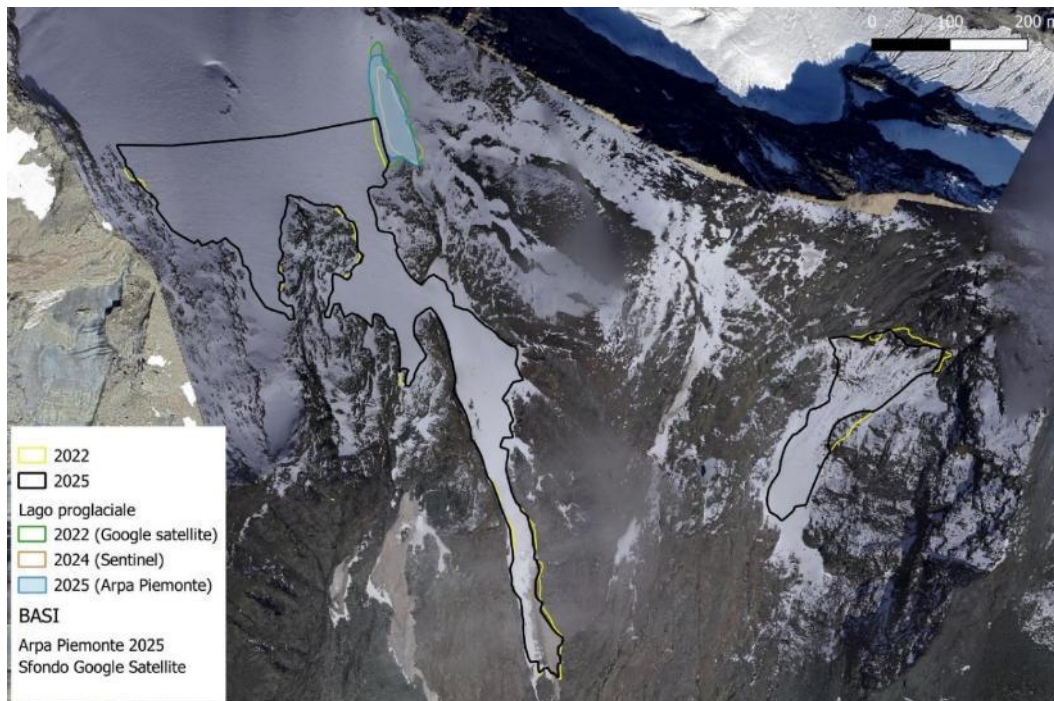


Figura 41 – Ortofoto rilevata nel corso del sorvolo del 09/10/2025; sono riportati i limiti del ghiacciaio rilevati nel 2025 e il precedente limite rilevato nel settembre 2022, fonte ARPA Piemonte.

Il confronto tra i DEM 2011 e 2025 ha permesso il calcolo delle variazioni volumetriche intercorse al ghiacciaio e all'area circostante nell'intervallo di tempo. La perdita di spessore è risultata distribuita sull'intera superficie glaciale con i valori più elevati (fino a 30-35 m) sul margine orientale, in corrispondenza della cresta di confine con la Francia (Figura 42). In tale settore, la depressione così creata è stata parzialmente colmata da un lago di contatto glaciale riconosciuto a partire dal 2022; da allora l'evoluzione è stata limitata sia nella forma che nella superficie occupata (Figura 43 e Tabella 5).

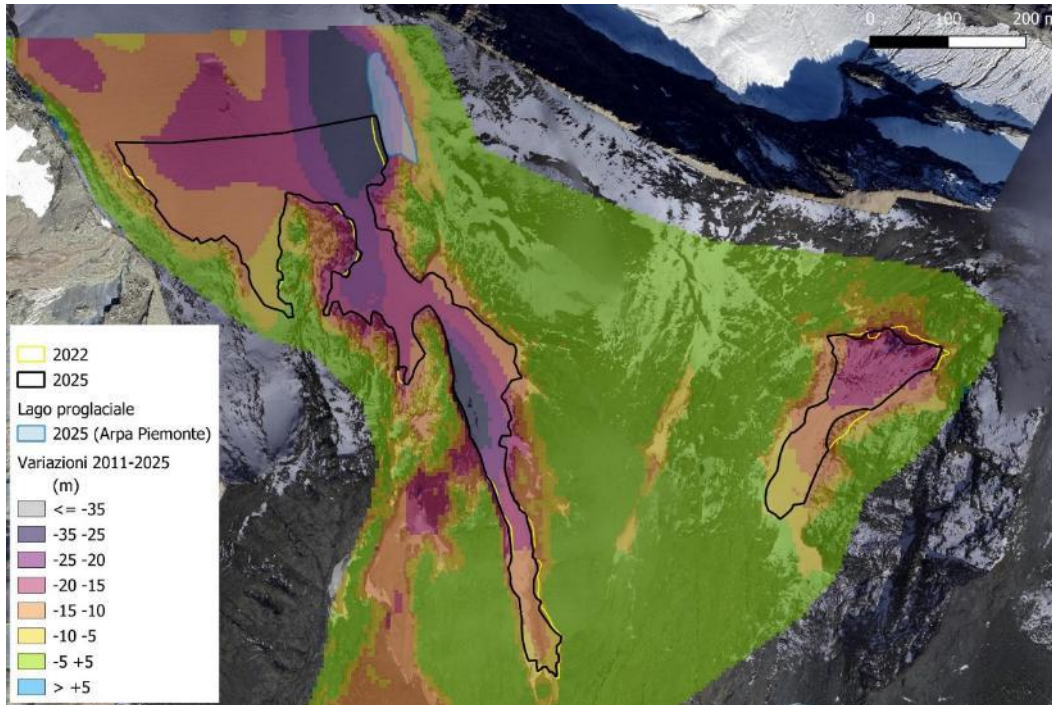


Figura 42 – Confronto altimetrico tra i DEM del 2011 (Regione Piemonte) e 2025 (ARPA Piemonte), con la scala di colore è indicata la differenza in metri tra la superficie del ghiacciaio nel 2011 e nel 2025, per i commenti si veda il testo (base Google Satellite + Arpa Piemonte 2025).

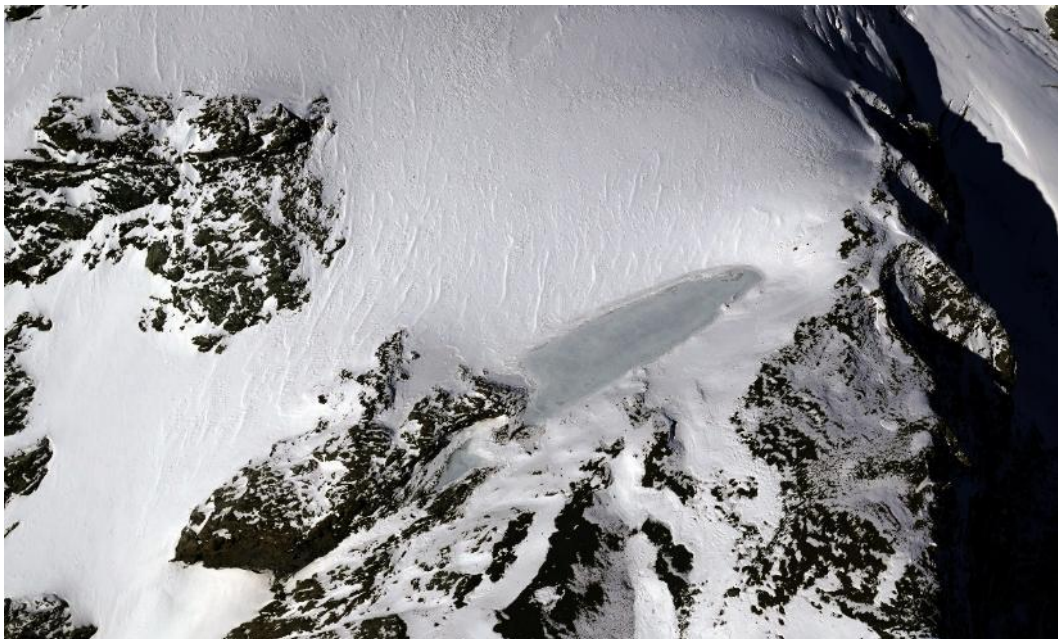


Figura 43 – Vista di dettaglio del lago di contatto glaciale riconosciuto dal 2022 e che da allora ha mostrato variazioni poco significative di forma e dimensioni, sorvolo del 09/10/2025; da tenere sotto controllo la sua evoluzione e lo sbarramento in ghiaccio sul lato occidentale, del quale non si conosce l'andamento del substrato roccioso sepolto che ne garantirebbe la tenuta idraulica, fonte Arpa Piemonte.

Anno	area m ²	Base Riferimento
2022	5640	Google satellite 18-09-2022
2024	2960	Sentinel 21/08/2024
2025	4400	Volo ARPA

Tabella 5 – Variazioni di superficie del lago di contatto glaciale sulla base della forma del lago rilevata su differenti ortofoto a partire dal 2022.

Il **ghiacciaio della Ciamarella** è stato visitato dai tecnici ARPA Piemonte il 26/08/2025, il 05/09/2025 e il 09/10/2025; nella prima occasione è stato effettuato un sopralluogo, nella seconda la misura frontale, mentre nella terza visita è stato effettuato un sorvolo in elicottero. A fine stagione il ghiacciaio si presenta coperto di neve residua nella metà superiore (Figura 45), in tutta la fascia addossata alle pareti rocciose e su gran parte del limite occidentale, fino a coprire la fronte più bassa (Figura 47); nel corso della visita del 26 agosto (Figura 44), data a cui fortunatamente corrisponde anche una bella immagine Sentinel, è stato possibile osservare il ghiacciaio all'estensione minima della copertura nevosa residua, subito prima della precoce nevicata del 28-29 agosto: la quota minima della copertura di neve residua è 3152 m slm (fronte), la ELA circa 3250 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 290.000 m² determinando un AAR% di circa 58%. Per il calcolo, oltre alle osservazioni fotografiche, ci si è avvalsi dell'immagine Sentinel del 26/08/2025 e Google del 03/09/2025 (Figura 47).



Figura 44 – Fronte del ghiacciaio della Ciamarella ripreso il 26/08/2025, fonte Arpa Piemonte (foto W. Alberto, L. Lanteri).



Figura 45 – Ripiano centrale del ghiacciaio della Ciamarella ripreso il 26/08/2025, da notare la distribuzione della neve residua, bianca, al di sotto della quale si riconoscono placche della neve residua della stagione di accumulo 2023/2024, di colore ocra (foto W. Alberto, L. Lanteri, 26/08/2025).



Figura 46 – Vista panoramica della fronte glaciale dal punto F2-GG3 il 26/08/2025, parzialmente coperta da neve residua (foto W. Alberto, L. Lanteri, 26/08/2025).

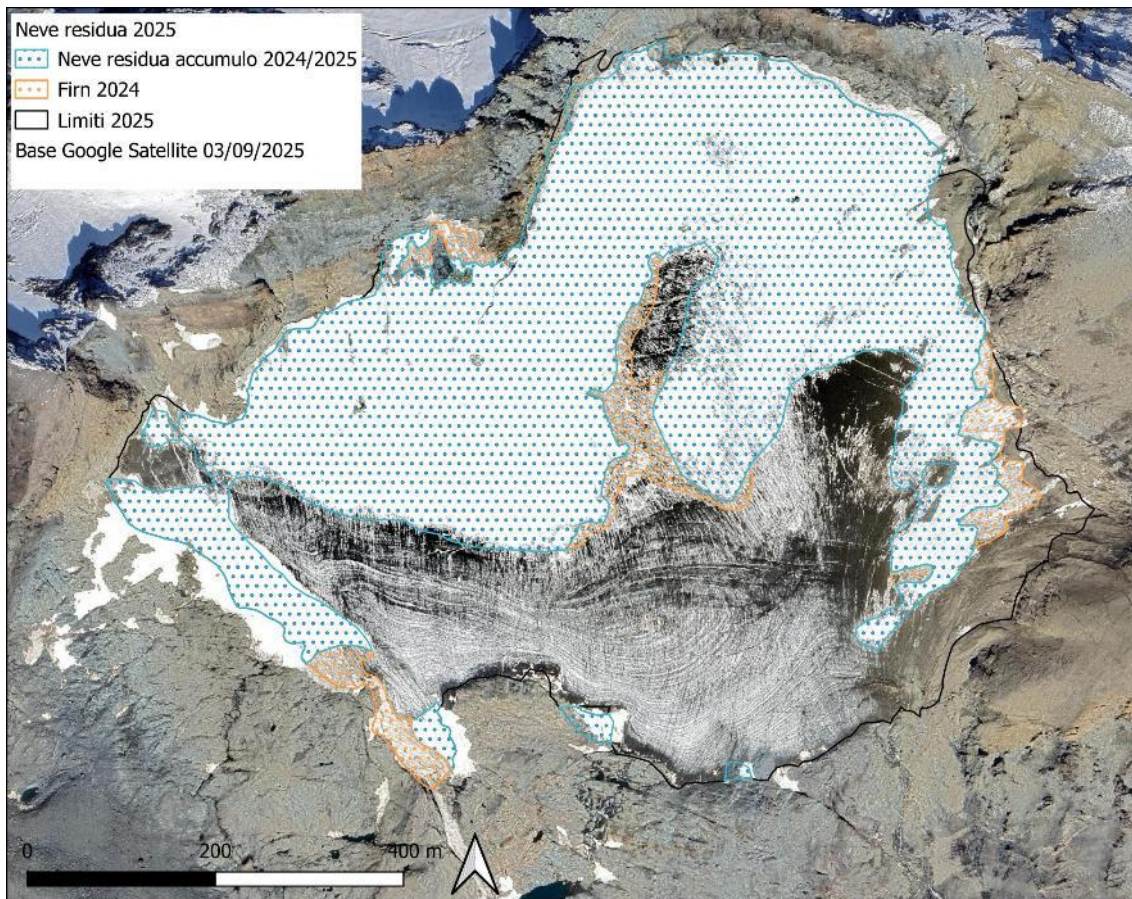


Figura 47 - Immagine satellitare Google del 03/09/2025, con limite del ghiacciaio e copertura di neve residua.

Il confronto con l'ortofoto precedente (settembre 2023), pur con il disturbo portato dalla presenza della neve residua sull'ortofoto 2025, ha permesso di riconoscere e cartografare le variazioni intercorse negli ultimi due anni: queste sono limitate ad alcuni arretramenti di ordine metrico/plurimetrico distribuiti su tutti i lati (il lato occidentale è risultato maggiormente coperto dalla neve recente per cui non sono state riconosciute variazioni (Figura 26). La perdita di superficie in termini annuali è stata leggermente minore di quanto registrato negli anni precedenti (Tabella 6 e Figura 49).

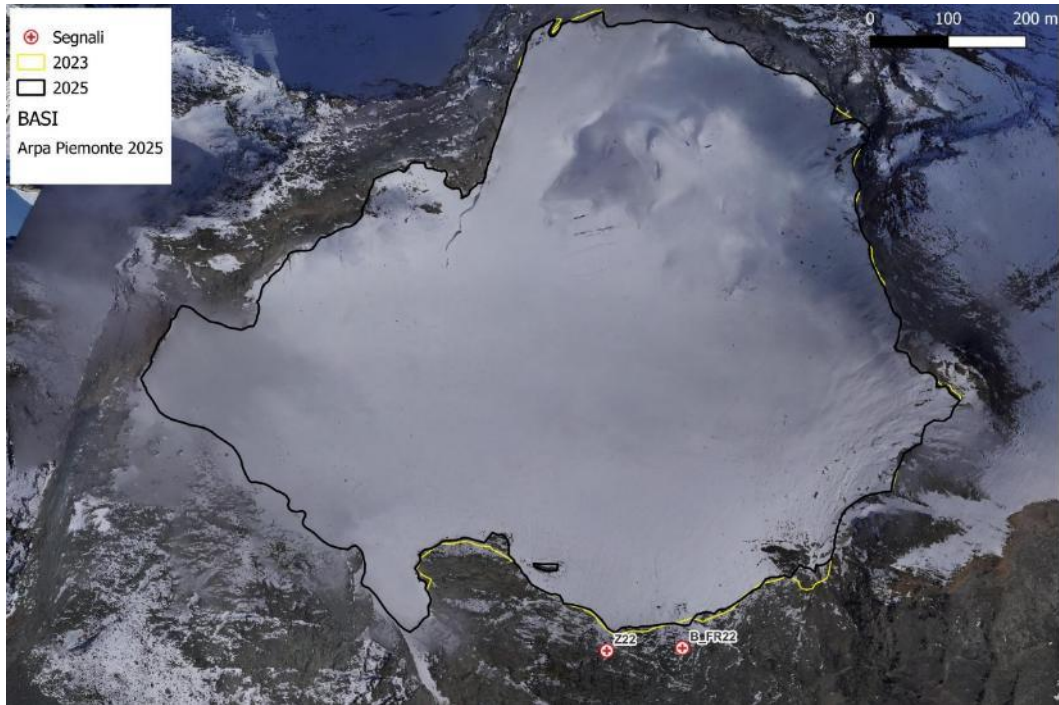


Figura 48 – Ortofoto Arpa Piemonte, rilevata il 09/10/2025, in condizione di innevamento autunnale, e limiti del ghiacciaio.

Anno	Area m ²	Perdita m ²	Perdita annua m ²	Base Riferimento	fonte
2010	610363			Reg. Piemonte 2010	CNR-IRPI + ARPA Piemonte
2018	555630	-54733	-6842	Agea 2018	ARPA Piemonte
2022	503620	-52010	-13003	Google satellite 18-09-2022	ARPA Piemonte
2023	500652	-2968	-2968	Volo ARPA	ARPA Piemonte
2025	496378	-4274	-2137	Volo ARPA	ARPA Piemonte

Tabella 6 – Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio e relativa superficie planimetrica.

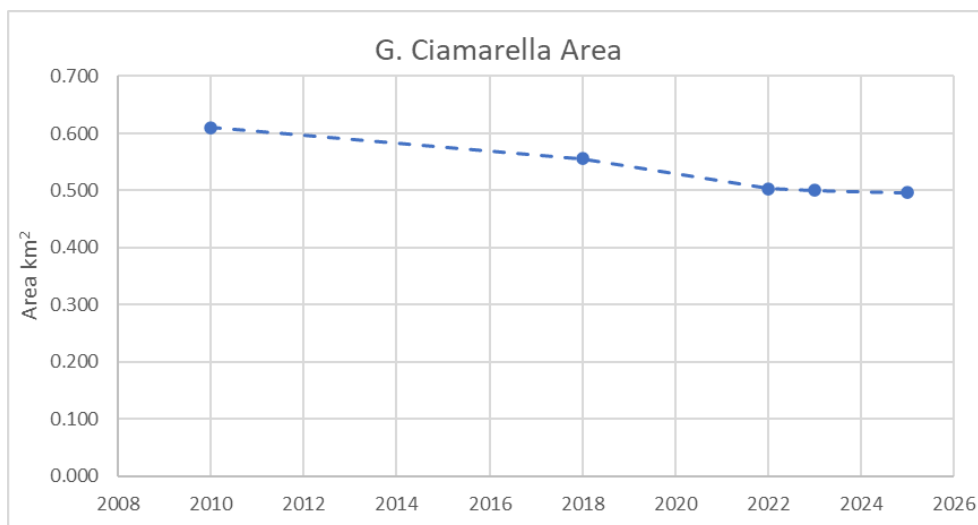


Figura 49 - Variazione recente della superficie del ghiacciaio

La misura frontale dal segnale B_FR22 ha indicato un arretramento di 6.5 m dal 2023, la misura è stata eseguita con il supporto di G. Nigrelli (CNR-IRPI Torino). L'intera fronte scoperta, inoltre, è stata rilevata con GNSS differenziale, battendo punti ogni 10 m circa (Figura 51); il risultato è in ottimo accordo con quanto riconoscibile da ortofoto del 09/10/2025: l'integrazione dei metodi ha permesso un'accurata perimetrazione della fronte (Figura 50).

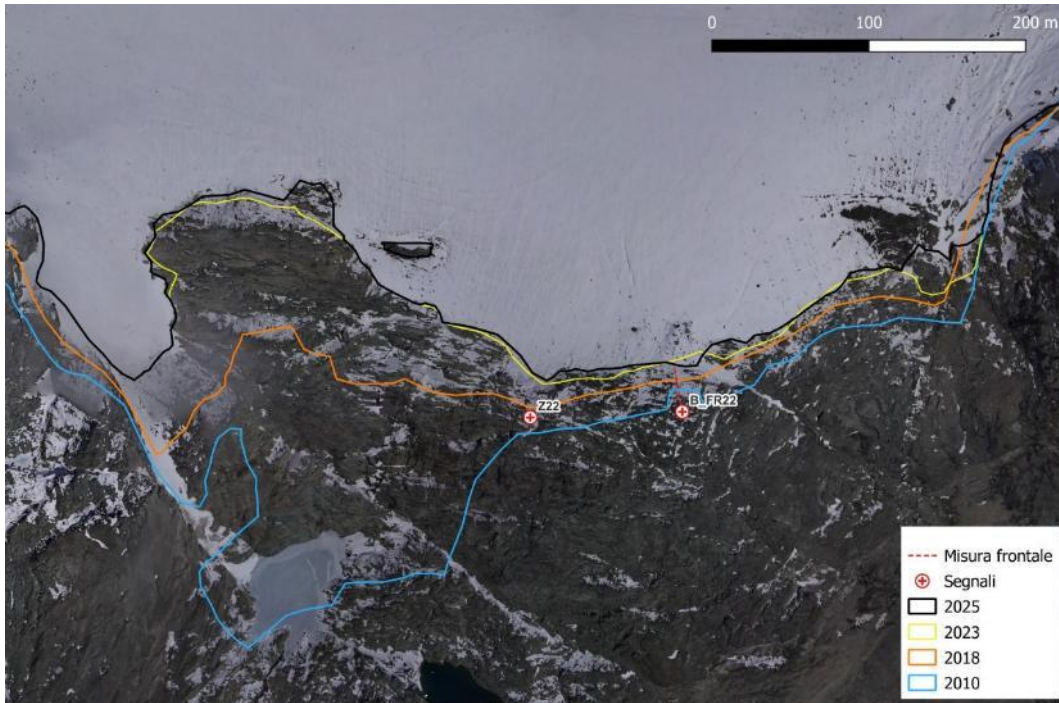


Figura 50 – Variazione della fronte glaciale dal 2010 al 2025 e posizione dei segnali glaciologici istituiti da F. Rogliardo.



Figura 51 – Posizionamento topografico preciso della fronte con tecnica GNSS differenziale, fonte ARPA Piemonte (foto W. Alberto, L. Lanteri, 05/09/2025).

I ghiacciai Tonini e di Sea sono stati visitati il 09/10/2025 con un sorvolo in elicottero. Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico e l'elaborazione di un'ortofoto di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti del ghiacciaio, nonostante la presenza diffusa di neve recente. Il ghiacciaio di Sea è ormai ridotto ad una placca di ghiaccio residuo, derivante dal distacco della fronte del ghiacciaio Tonini avvenuta nel 2014; attualmente la sua alimentazione è ridotta alle valanghe che si producono lungo il salto roccioso che lo separa dalla fronte del Tonini, in quanto la fronte di quest'ultimo non è più così affacciata al salto roccioso da generare crolli di seracchi e rifornire di ghiaccio rigenerato il ghiacciaio di Sea. Al momento del sorvolo i ghiacciai si presentano con uno strato pressoché continuo di neve recente; tuttavia, i limiti frontali sono risultati sufficientemente riconoscibili da permettere l'aggiornamento della cartografia.



Figura 52 – Ghiacciaio di Tonini, ripreso durante il sorvolo del 09/10/2025 (foto W. Alberto, G. Re Fiorentin).

L'estensione minima della copertura nevosa residua è stata stimata utilizzando l'immagine Sentinel del 26/08/2025 in falsi colori (Figura 53), subito prima della precoce nevicata del 28-29 agosto: sul ghiacciaio Tonini, la neve residua occupa tutta la fascia a ridosso della parete Nord della Ciamarella, per poi estendersi verso valle sul fianco sinistro, dove la quota minima è pari a 3025 m slm; la delimitazione tra il ghiaccio scoperto e la copertura di neve residua risale da circa 3140 m slm a Est a circa 3220 m slm a Ovest, determinando una ELA pari a circa 3180 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 281.000 m² determinando un AAR% di circa 52%. Nel calcolo, non potendo avvalersi della verifica di osservazioni fotografiche, non si può escludere di aver conteggiato una quota della neve residua 2023/2024, benché facilmente riconoscibile per il colore bianco sporco, oca, che la caratterizza.

Il ghiacciaio di Sea, invece, risulta completamente spoglio dalla neve residua, per cui l'AAR% è pari a 0%.

Il confronto con l'ortofoto precedente (settembre 2023), pur con il disturbo portato dalla presenza della neve recente sull'ortofoto 2025, ha permesso di riconoscere e cartografare i limiti dei ghiacciai; dove invece questi sono coperti da neve recente sono stati tenuti quelli del 2023. La riduzione areale intercorsa negli ultimi due anni mostra un rallentamento del trend in atto (Tabella 7). La perdita areale è concentrata sul piccolo e residuo ghiacciaio di Sea (-4400 m², pari al 15% della sua superficie), mentre sul ghiacciaio Tonini la riduzione è stata, per quanto riconoscibile, concentrata alla fronte (-5900 m², pari all'1% della sua superficie).

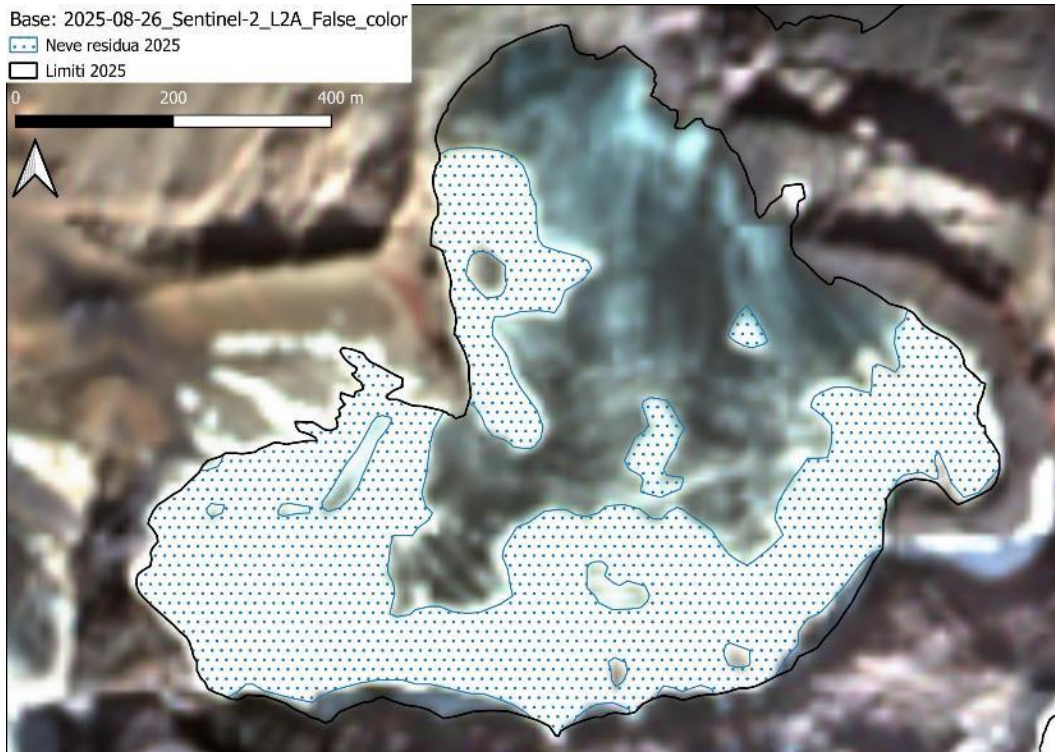


Figura 53 – Immagine satellitare Sentinel del 26/08/2025, con limite del ghiacciaio e copertura di neve residua, fonte ARPA Piemonte.

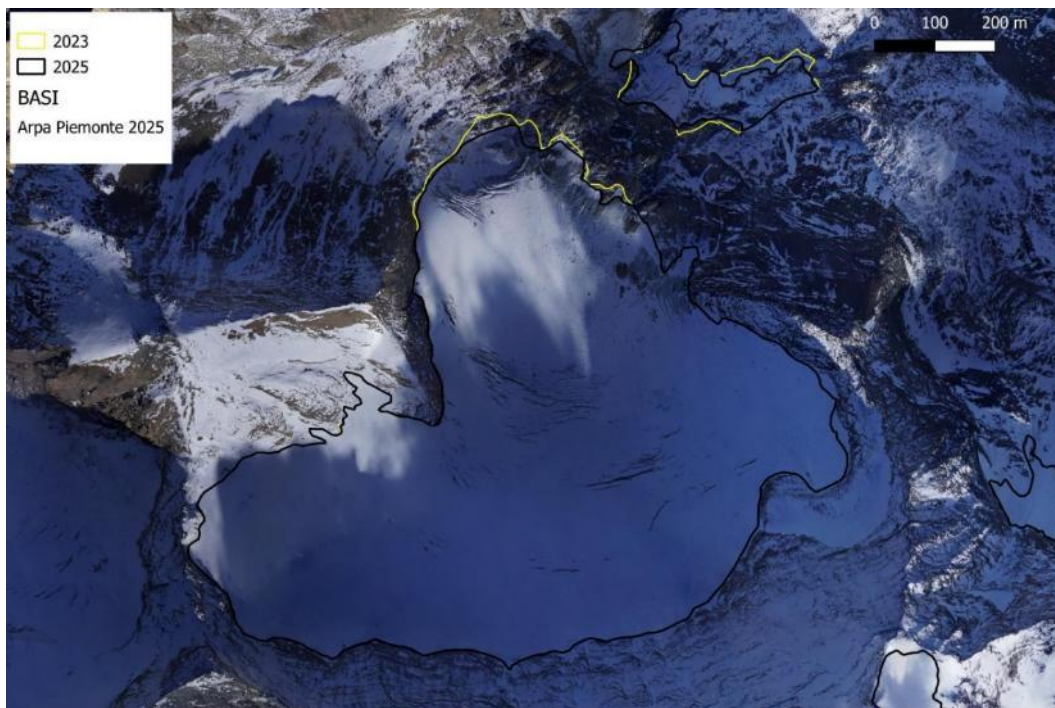


Figura 54 – Ortofoto Arpa Piemonte, rilevata il 09/10/2025, in condizione di innevamento autunnale, e limiti del ghiacciaio, fonte ARPA Piemonte.

Alla fronte sono state effettuate 8 misure di distanza planimetrica tra i limiti 2023 e 2025, con direzioni circa parallele alla direzione di flusso locale (Figura 55): la media dell'arretramento è pari a 15 m, variando tra 0 m e 45 m nel settore mediano. Questo settore presenta alcuni crepacci concentrici addossati alla fronte, la quale si sta distaccando dal salto roccioso che separa il Tonini dal ghiacciaio di Sea (Figura 56).

Anno	Area (m ²)	Perdita (m ²)	Perdita annua (m ²)	Base Riferimento	Fonte limiti
2010	819964			Regione Piemonte 2010	ARPA Piemonte
2023	575191	-244773	-18829	Arpa Piemonte 2023	ARPA Piemonte
2025	564954	-10237	-5119	Arpa Piemonte 2025	ARPA Piemonte

Tabella 7 – Area complessiva del ghiacciaio di Tonini e Sea: elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio e relativa superficie planimetrica.

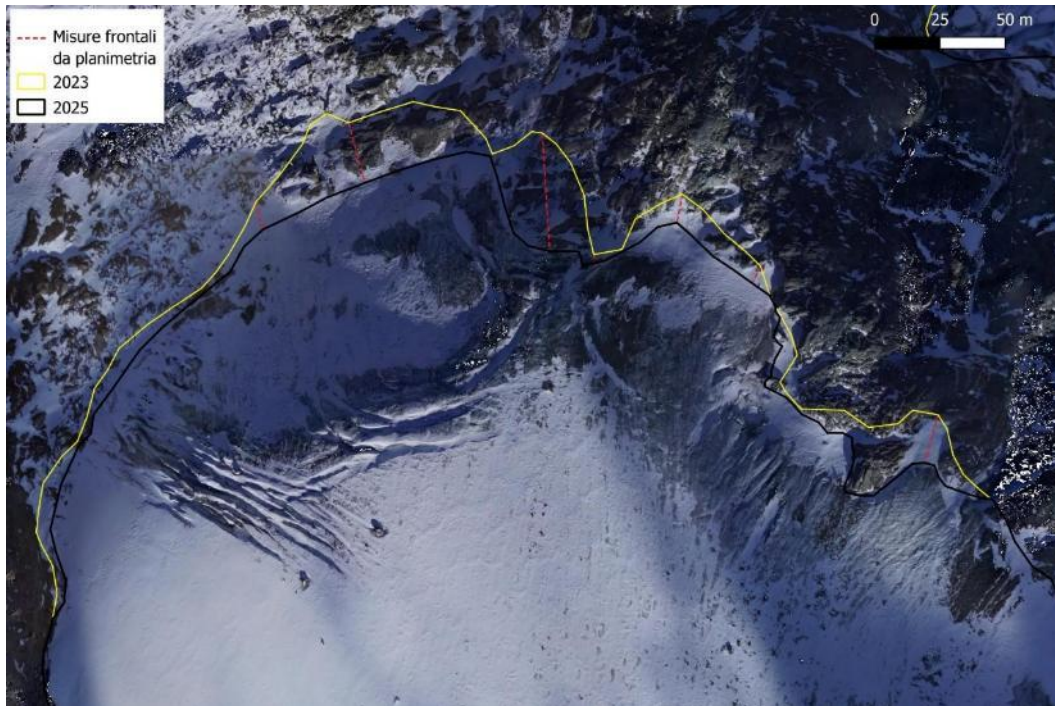


Figura 55 – Variazione della fronte tra il 2023 e il 2025; in rosso le direzioni lungo cui è stato misurato l'arretramento planimetrico, fonte ARPA Piemonte.



Figura 56 – Fronte del ghiacciaio Tonini (in centro) e scarpata rocciosa sottostante che lo divide dal ghiacciaio di Sea, ridotto ad un cono di ghiaccio (scarsamente) alimentato e semisepolto dai detriti (foto W. Alberto, G. Re Fiorentin, 09/10/2025).

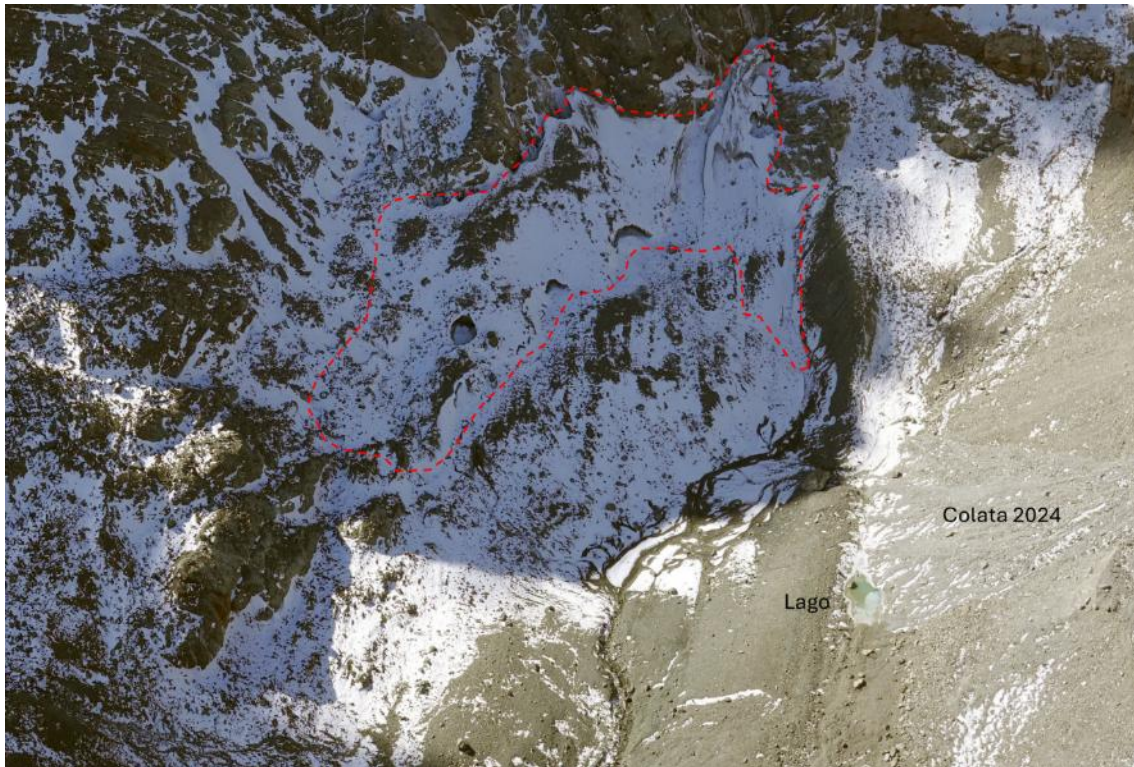


Figura 57 – Residui del ghiacciaio di Sea: nonostante la neve recente che maschera le morfologie, si riconoscono i limiti frastagliati (tratteggio rosso) della massa di ghiaccio, caratterizzata da ampie grotte, incisioni e calderoni a testimonianza dell'intensa fusione subita dall'interno, anche probabilmente a causa della circolazione d'acqua proveniente dal sovrastante ghiacciaio Tonini. A destra nella foto, il ventaglio terminale della colata detritica, innescata dalla morena del piccolo glacionevato di Bonneval Occidentale nel corso dell'evento del 05/09/2024, la quale seppellì in gran parte un lago proglaciale, di cui ora rimane un ridotto specchio di circa 30 m di lunghezza (foto W. Alberto, G. Re Fiorentin, 09/10/2025).

3.4. Alpi Graie: il Massiccio del Gran Paradiso

I ghiacciai della Valle Orco e del Massiccio del Gran Paradiso sono osservati e monitorati dal personale del Parco Nazionale del Gran Paradiso (PNGP); le attività sono condivise con l’Agenzia nello specifico per il riconoscimento precoce degli eventi di instabilità in alta quota.

Per una trattazione dettagliata si rimanda alla esaustiva relazione della campagna glaciologica 2025⁴ pubblicata dal PNGP di cui qui di seguito si riportano le considerazioni di sintesi: i ghiacciai del Parco hanno goduto di un ottimo accumulo nevoso al termine dell’inverno e della primavera. Questo ha permesso di limitare gli effetti della stagione estiva caratterizzata da ondate di caldo intenso alternate a periodi più freschi. Determinante per la fusione è stata certamente la fase calda iniziata la seconda settimana di agosto e durata fin verso la fine del mese, quando le prime spolverate di neve in quota hanno riportato le temperature a valori più moderati. I ghiacciai hanno risposto in modo non uniforme, infatti, se alcuni hanno presentato arretramenti ridotti o fronti ancora coperte da nevato, altri si sono scoperti precocemente ed hanno subito arretramenti frontali più marcati. Aree di nevato anche estese si sono conservate, ben visibili, nei settori in quota di gran parte dei ghiacciai, consentendo agevolmente la loro stima e la definizione della ELA (sebbene con disomogeneità nelle quote). Il ghiacciaio di Roccia Viva è rimasto invariato rispetto al 2024; diversi ghiacciai hanno fatto registrare arretramenti inferiori o uguali ai 5 metri.

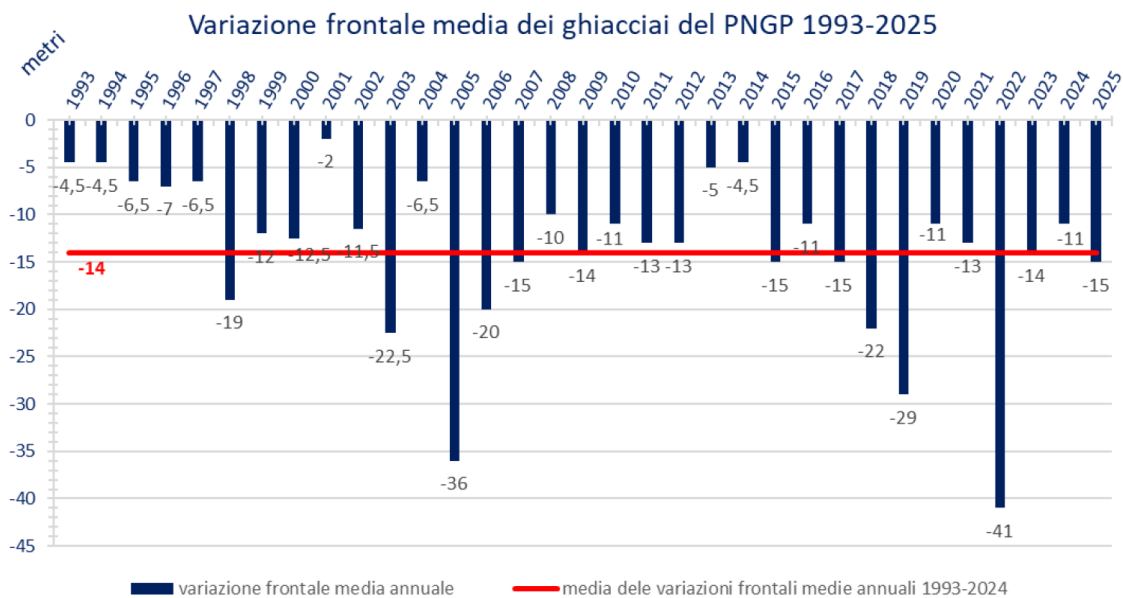


Figura 58 – La variazione frontale media del 2025 (media aritmetica semplice) è risultata di -15 metri (N. ghiacciai = 22), di poco superiore al valore medio del periodo 1993-2024 (-14 metri), tratto dalla relazione del PNGP.

4

<https://www.pngp.it/sites/default/files/documenti/campagne%20glaciologiche/Campagna%20Glaciologica%20PNGP%202025%20completa.pdf>

In valle Orco il personale Arpa ha eseguito un sorvolo con elicottero il 16 settembre con sbarco e visita diretta al ghiacciaio di Noaschetta Occidentale; di seguito una rassegna di fotografie e osservazioni dei ghiacciai della valle ripresi in occasione del sorvolo.



Figura 59 – Ghiacciai della Levannetta (a sinistra), di Nel Centrale (in centro) e di Nel Occidentale (a destra) (foto L. Paro, 16/09/2025).



Figura 60 – Ghiacciai del Carro Centrale (a sinistra) ed Occidentale (a destra), con i due rami che scendono dalla Cima del Carro. Tutto a destra il ghiacciaio della Capra. A sinistra l'incisione nelle morene frontali prodotta durante l'evento del 5 settembre 2024 (foto L. Paro, 16/09/2025).



Figura 61 . Ghiacciaio di Breuil (Broglio), completamente ricoperto di detrito e caratterizzato da un lago proglaciale in via di espansione, come anche descritto dal personale del PNGP (foto L. Paro, 16/09/2025).

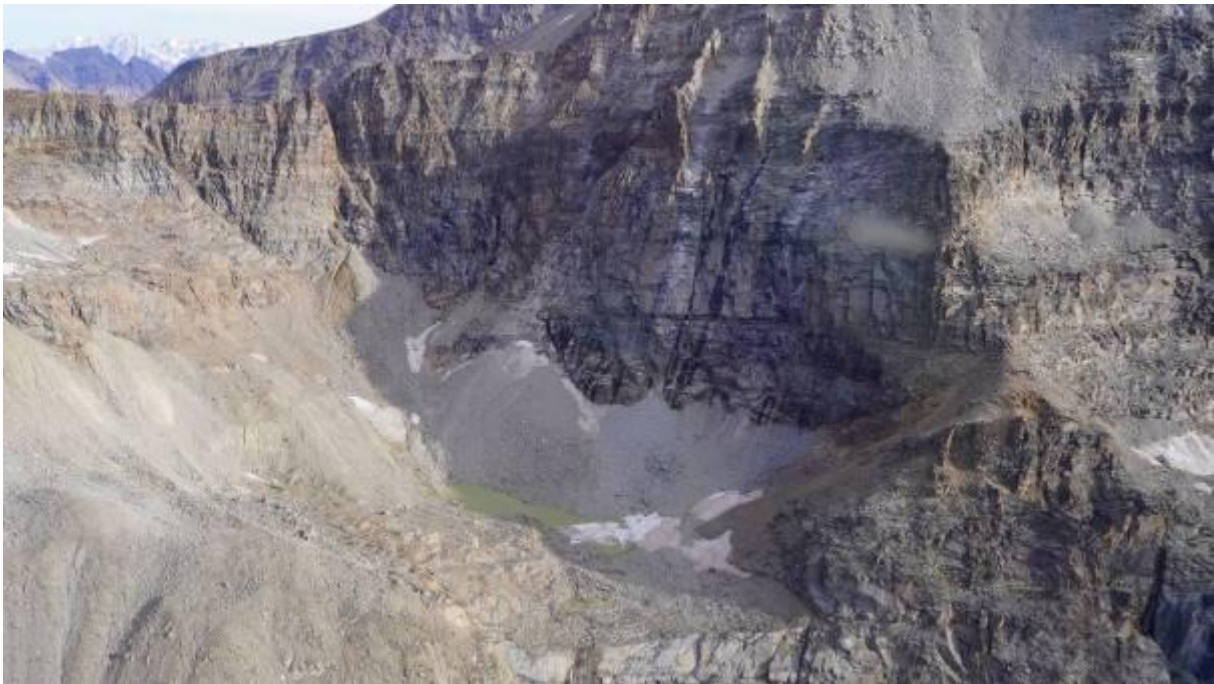


Figura 62 – Ghiacciaio di Ciamousseretto I, ormai completamente coperto di detriti provenienti dalla parte Ovest della Tresenta lungo la quale si riconosce bene un canalone attivo con al piede un accumulo grigio chiaro. Alla fronte del ghiacciaio è ben visibile il lago proglaciale presente almeno dal 2006 (foto L. Paro, 16/09/2025).



Figura 63 – Ghiacciaio di Noaschetta Occidentale, che occupa l'intera conca sottostante l'anfiteatro roccioso sul versante meridionale del Gran Paradiso; si osservano il lago epiglaciale sul fianco destro (vedi foto successiva) presente ormai almeno dal 2006 e il lago proglaciale, alla fronte, riconosciuto dal 2022. Nella foto sono visibili il piccolo ghiacciaio di Colle dell'Ape, sotto la vetta del Gran Paradiso e, all'estremità destra della foto, una parte del ghiacciaio di Punta Ceresole (foto L. Paro, 16/09/2025).



Figura 64 – Lago epiglaciale presente lungo il fianco destro del ghiacciaio: la sponda in ghiaccio si presenta molto ripida, con scarpate e crepacci concentrici che denotano il processo di calving attivo (foto L. Paro, 16/09/2025).

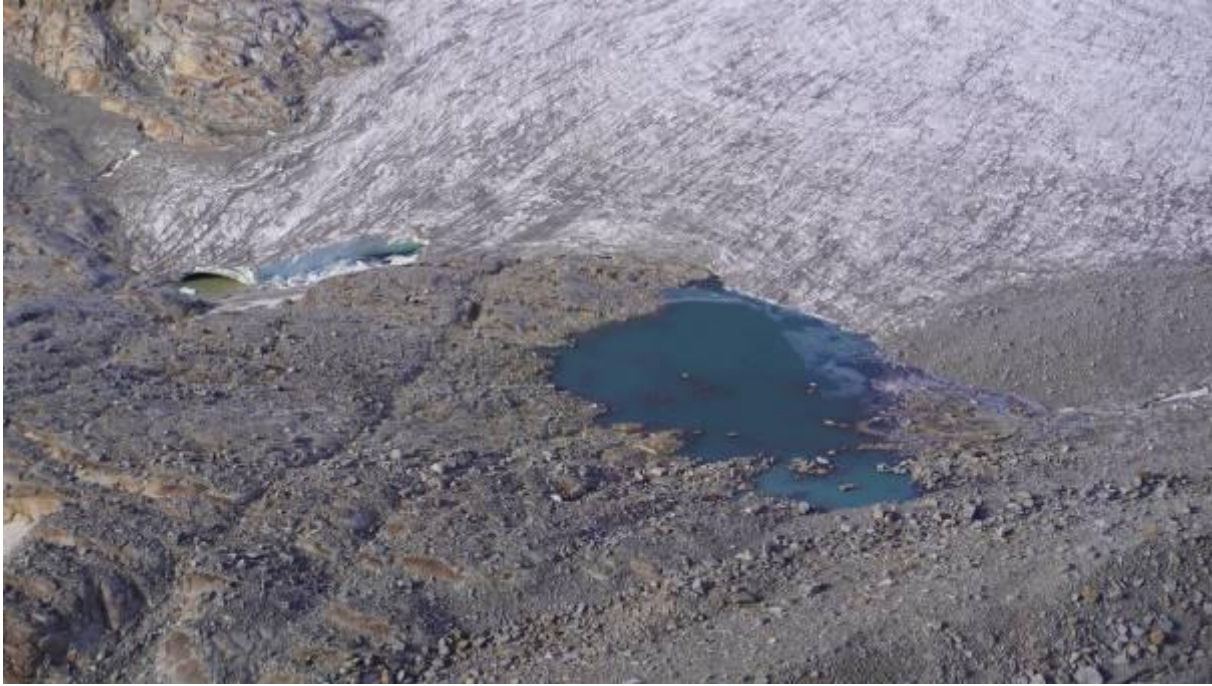


Figura 65 – Fronte del ghiacciaio di Noaschetta con la presenza di due laghi proglaciali di recente comparsa: 2025 per quello piccolo a sinistra nella foto, 2022 per quello principale in centro alla foto (foto L. Paro, 16/09/2025).



Figura 66 – Ortofoto Google del 03 settembre 2025 sulla quale sono evidenziati in rosso i laghi glaciali frontali e laterale destro, in confronto con l'estensione rilevata nel 2022 e nel 2024; quello laterale (a sinistra nella foto) è in contrazione, in concomitanza all'abbassamento della superficie glaciale.



Figura 67 – Ghiacciaio di Roccia Viva Occidentale, a sinistra, visto lateralmente, in gran parte coperto di detrito e con placche di neve residua, in particolare dell'annata 2023-2024; a destra, incassato nel circo glaciale, il ghiacciaio di Roccia Viva (foto L. Paro, 16/09/2025).



Figura 68 – Ghiacciaio di Teleccio in centro, con la fronte coperta da neve residua (foto L. Paro, 16/09/2025).

3.5. Alpi Pennine: Il Massiccio del Monte Rosa

L'area del Monte Rosa è oggetto di approfondimento specifico come definito nel piano di monitoraggio; il sito è stato visitato dai tecnici ARPA Piemonte con un sopralluogo il 31/07/2025 in condizioni estive e poi sorvolato in elicottero il 10/10/2025, in condizioni già autunnali, con diffusa presenza di neve recente. Le immagini fotografiche scattate hanno permesso la ricostruzione di un modello fotogrammetrico dell'intero massiccio e l'elaborazione di un'ortofoto aggiornata di buona qualità, utilizzata per il confronto dei limiti dei ghiacciai, nonostante la presenza diffusa di neve recente (Figura 69). La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti dei ghiacciai sono stati tracciati sull'ortofoto 2025, dove riconoscibili (Figura 69); dove invece questi sono coperti da neve residua sono stati tenuti quelli del 2023/2024.

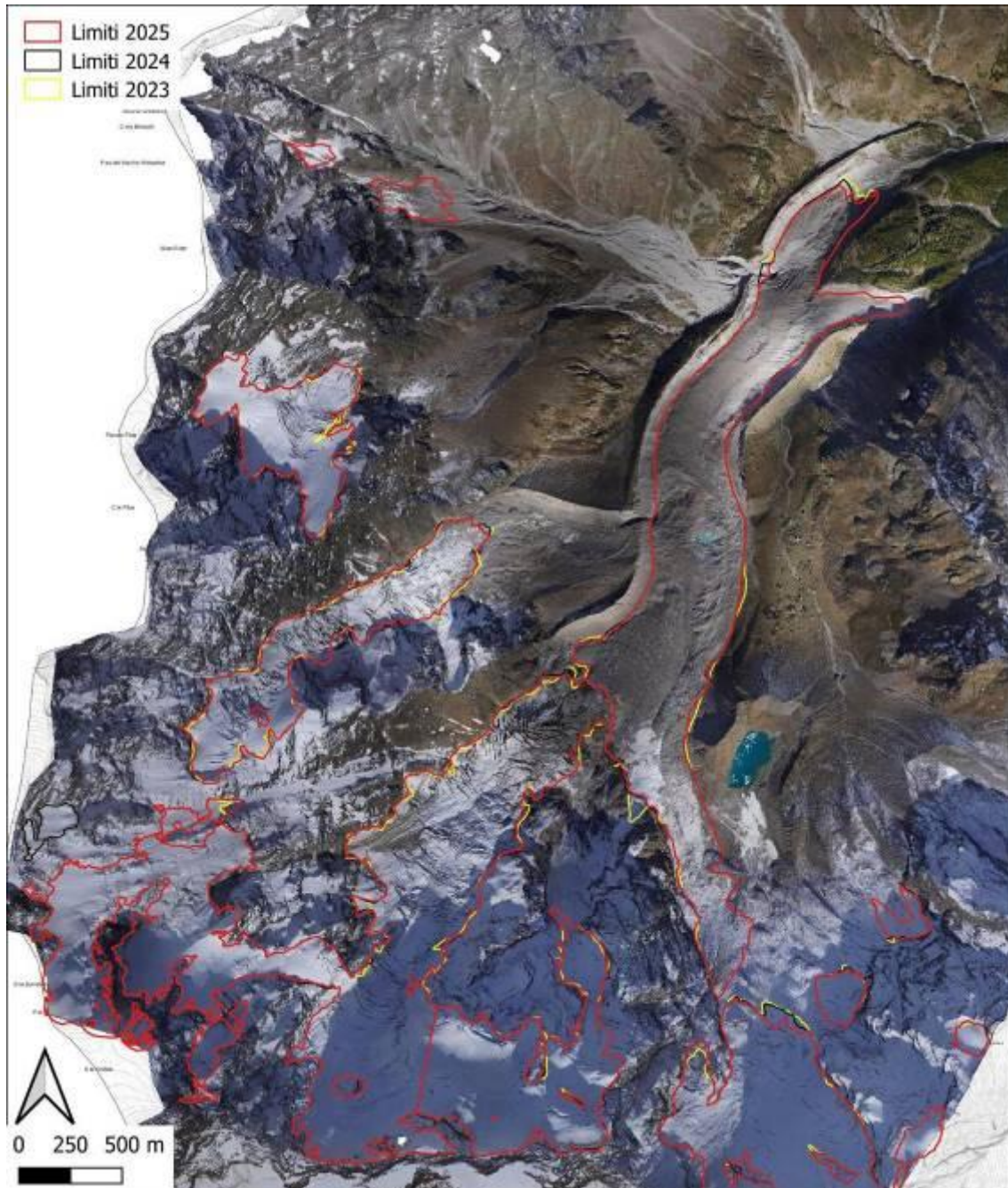


Figura 69 – Alta valle Anzasca, area coperta dal rilievo fotogrammetrico del 10/10/2025 con produzione di un'ortofoto di dettaglio e un DEM. Su questa base sono stati riconosciuti e tracciati i limiti dei ghiacciai del bacino (riportati in rosso) e confrontati con i limiti rilevati nel 2023 e nel 2024; per le aree in quota coperte dalla neve recente è stato mantenuto il limite 2023/2024.

Dove le fronti glaciali sono risultate libere da detrito e scoperte dalla neve, per cui la posizione è ben riconoscibile sull'ortofoto rilevata, è stato possibile calcolare un arretramento medio misurando la distanza planimetrica secondo la massima pendenza per i ghiacciai delle Locce Nord, Nordend e Piccolo Fillar; i dati complessivi sono riassunti nella Tabella 8.

Ghiacciai	N° punti misura	Variazione media 2023-2024	Variazione media 2024-2025
Locce Nord	8	-11 m	-33.5 m
Nordend	3	-16 m	-23.5 m
Piccolo Fillar	9	-5 m	0 m

Tabella 8 – Variazioni frontali misurate nel confronto 2023-2024-2025, variazione planimetrica.

La perimetrazione dei limiti dei ghiacciai ha permesso inoltre la misura delle superfici, calcolata in planimetria; il confronto multitemporale dal 2010 al 2025 (Tabella 9) mostra trend in contrazione.

	Area 2010 (km ²)	Area 2018 (km ²)	Area 2023 (km ²)	Area 2024 (km ²)	Area 2025 (km ²)
Locce Nord	1.10	1.03	0.91	0.91	0.89
Signal	0.66	-	0.56	0.56	0.55
Monte Rosa	2.20	-	2.01	2.02	2.02
Nordend	0.63	-	0.46	0.46	0.46
Belvedere	1.75	-	1.45	1.43	1.41
Piccolo Fillar	0.39	0.38	0.33	0.33	0.33
fonte	Ortofoto Regione Piemonte 2010	Ortofoto AGEA 2018	Ortofoto Arpa Piemonte 2023	Ortofoto Arpa Piemonte 2024	Ortofoto Arpa Piemonte 2025

Tabella 9 – Variazione della superficie planimetrica dei ghiacciai del versante orientale del Monte Rosa, in tabella e grafico: le perimetrazioni sono tratte dalle ortofoto sulla base di un'analisi originale ARPA Piemonte.

La valutazione della neve residua è stata eseguita sulle immagini Sentinel del 25/08/2025 e del 26/08/2025, subito prima della precoce nevicata del 28-29 agosto (Figura 70); per ogni ghiacciaio è stato cartografato l'areale ancora coperto da neve residua e calcolato l'indice AAR (*Accumulation Area Ratio*), rapporto tra la superficie coperta da neve residua e superficie totale (Tabella 10). La quota che separa il ghiaccio scoperto dalla neve residua è assimilabile alla linea di equilibrio del ghiacciaio (ELA), anch'essa stimata sulle immagini Sentinel.

	Area totale 2025 (km ²)	Area neve residua 2025 (km ²)	AAR (%)	ELA (m slm)
Locce Nord	0.89	0.245	27	3200
Signal	0.55	0.370	68	3250
Monte Rosa	2.02	1.08	53	3200
Nordend	0.46	0.11	25	3200
Belvedere	1.41	-	0	-
Piccolo Fillar	0.33	0.18	54	3000

Tabella 10 – Valutazione della neve residua come superficie, AAR ed ELA sulla base di un'analisi originale ARPA Piemonte.

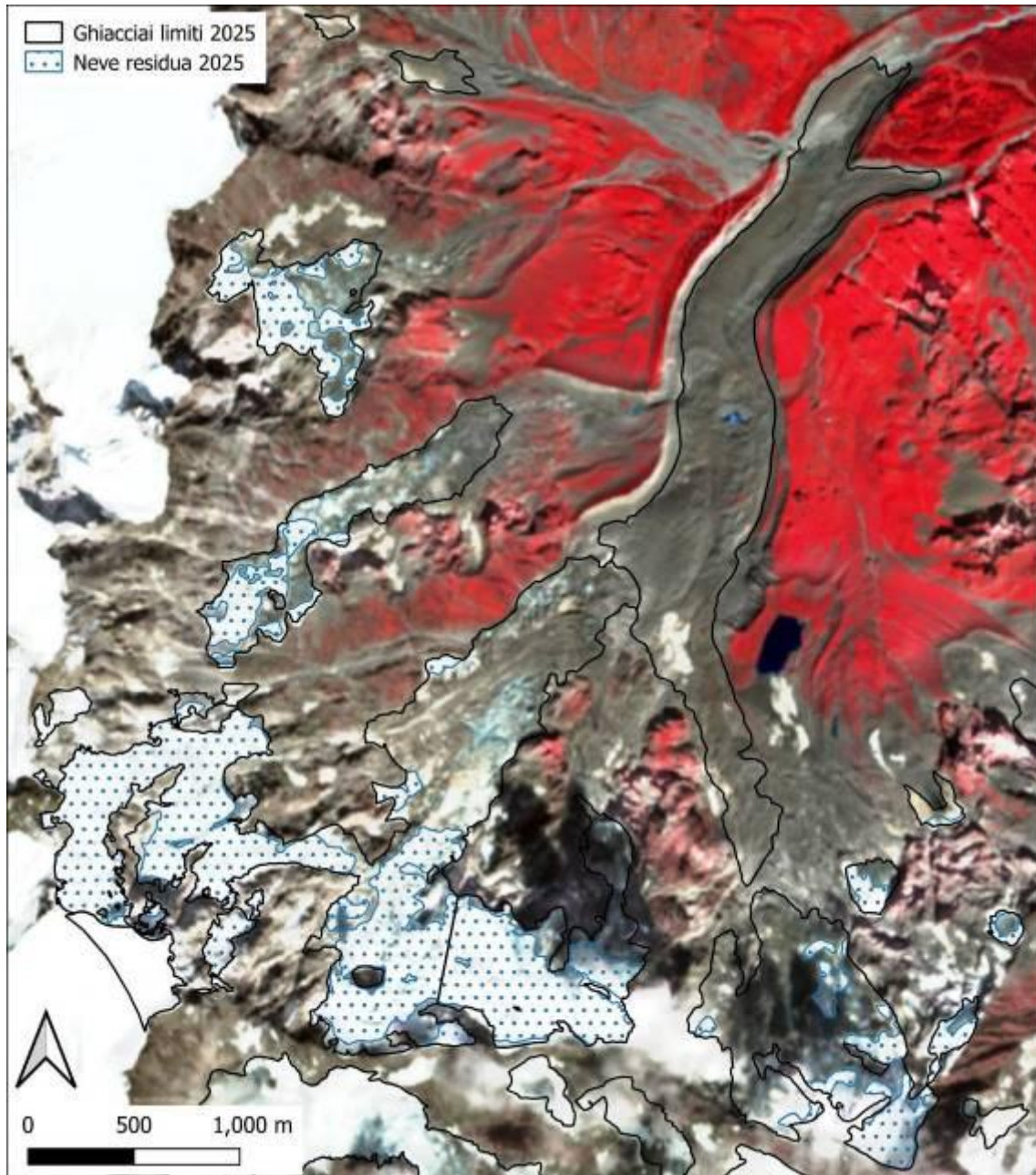


Figura 70 – Immagine satellitare Sentinel del 25/08/2025, con limite dei ghiacciai e copertura di neve residua.

Nel corso dell'ultimo anno, il **ghiacciaio Settentrionale delle Locce** ha subito modifiche in buona parte imputabili al transito della rock-avalanche del 26/12/2024 la quale ha generato una erosione canalizzata della superficie glaciale con perdite di spessore medio di circa 3 m, massimi fino a 11 m, per una perdita totale di ghiaccio calcolata in 158.000 m³ (Figura 72). L'effetto dell'erosione ha comportato alla fronte un'accelerazione del regresso che in asse alla zona erosa ha determinato un arretramento massimo di 114 m (planimetrici), si veda al riguardo la Figura 73; nel complesso le fronti hanno mostrato un arretramento irregolare: sfruttando le ortofoto rilevate il 18/09/2024 e il 10/10/2025, è stato misurato l'arretramento planimetrico in 8 punti differenti, con valori variabili da 0 a 114 m e con una media di 33.5 m di arretramento (Figura 73).

A fine stagione il ghiacciaio si presenta coperto di neve residua in modo discontinuo nella metà superiore; la quota minima della copertura di neve residua è 2740 m slm in placche discontinue, diventando relativamente più continua sopra i 3000 m slm. La ELA può essere posta a circa 3200 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 245.000 m² determinando un AAR% di circa 27%.

Il corpo glaciale isolato, presente a Nord-Est al di sotto delle pareti rocciose, risulta in parte coperto da neve residua; la piccola porzione di fronte scoperta mostra deboli arretramenti in destra e in centro; la fronte di questo corpo raggiunge la quota minima dell'intero ghiacciaio, a 2530 m di quota, non conteggiata come quota fronte di riferimento in quanto si tratta di un corpo glaciale isolato, non in continuità con il flusso glaciale principale.



Figura 71 – Ghiacciaio Settentrionale delle Locce ripreso dall'omonimo lago; in centro all'immagine la spianata di rocce montonate lasciata dal ritiro del ghiacciaio, la cui fronte è attestata in alto, nella metà superiore della foto; sulla destra il grande cono misto di ghiaccio e detrito che scende dalla Punta Tre Amici e che alimenta ancora il ghiacciaio del Belvedere, in basso a destra, non visibile; in primo piano, appena oltre il lago, il grande accumulo di valanga messo in posto sull'accumulo della rock-avalanche del 26/12/2024 (foto W. Alberto, 31/07/2025).

	Area m ²	Spessore medio/max m	Volume m ³	Incertezza volume* m ³
Accumulo (detrito + ghiaccio)	91.300	6.4/16	+582.000	±105.100
Settore di solo transito	81.500	/	/	/
Erosione sul ghiacciaio	50.500	-3.1/-11	-158.000	±58.100
Nicchia (roccia)	14.400	-21.5/-50	-310.000	±16.600

(* metodo in Securo et al., 2025)

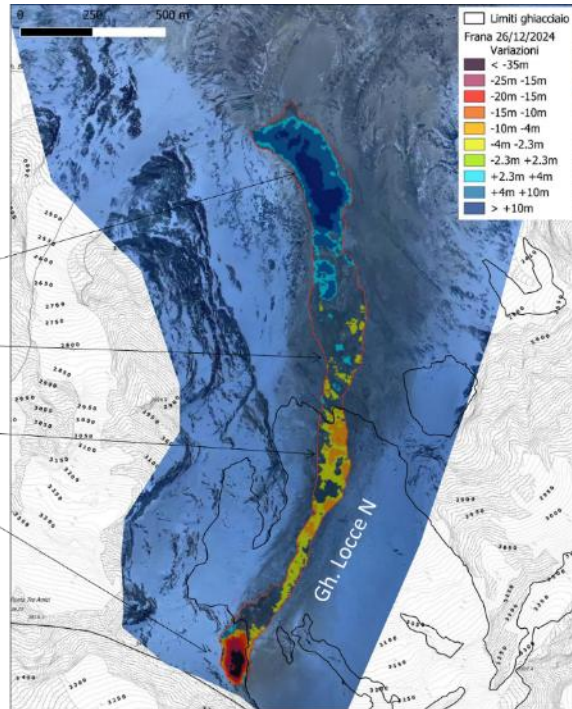


Figura 72 – Volumi erosi ed accumulati dalla rock-avalanche del 26/12/2024, risultati del confronto tra il modello pre-frana (settembre 2024) e post-frana (dicembre 2024).

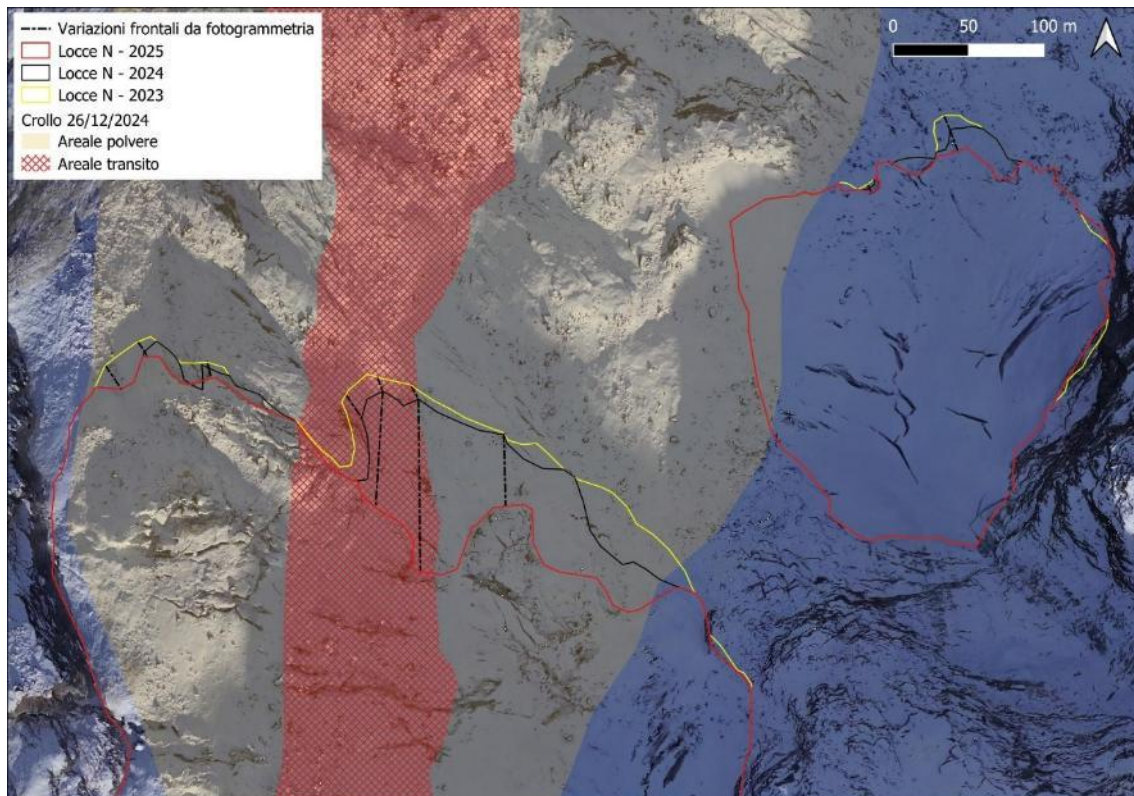


Figura 73 – Limiti del ghiacciaio rilevati sull'ortofoto 2025 (ortofoto ARPA Piemonte) in confronto a quelli rilevati in modo analogo nel 2023 e nel 2024. Si osserva il forte arretramento subito nell'area interessata dal transit della rock-avalanche del 26/12/2024. A destra la parte orientale, disgiunta dal flusso principale, alimentata dai coni di valanga della parete NW di Punta Grober.

Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio (Tabella 11) ha mostrato una significativa riduzione rispetto al 2024, imputabile in gran parte all'arretramento frontale.

Anno	Area (m ²)	Variazione (m ²)	Variazione annua (m ²)	Base Riferimento	Fonte limiti
2010	1100639			Regione Piemonte 2010	ARPA Piemonte
2023	908118	-192521	-14809	Arpa Piemonte 2023	ARPA Piemonte
2024	910640	+2522	+2522	Arpa Piemonte 2024	ARPA Piemonte
2025	893796	-16844	-16844	Arpa Piemonte 2025	ARPA Piemonte

Tabella 11 – Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio, relativa superficie planimetrica e dati di variazione totale e annuale.

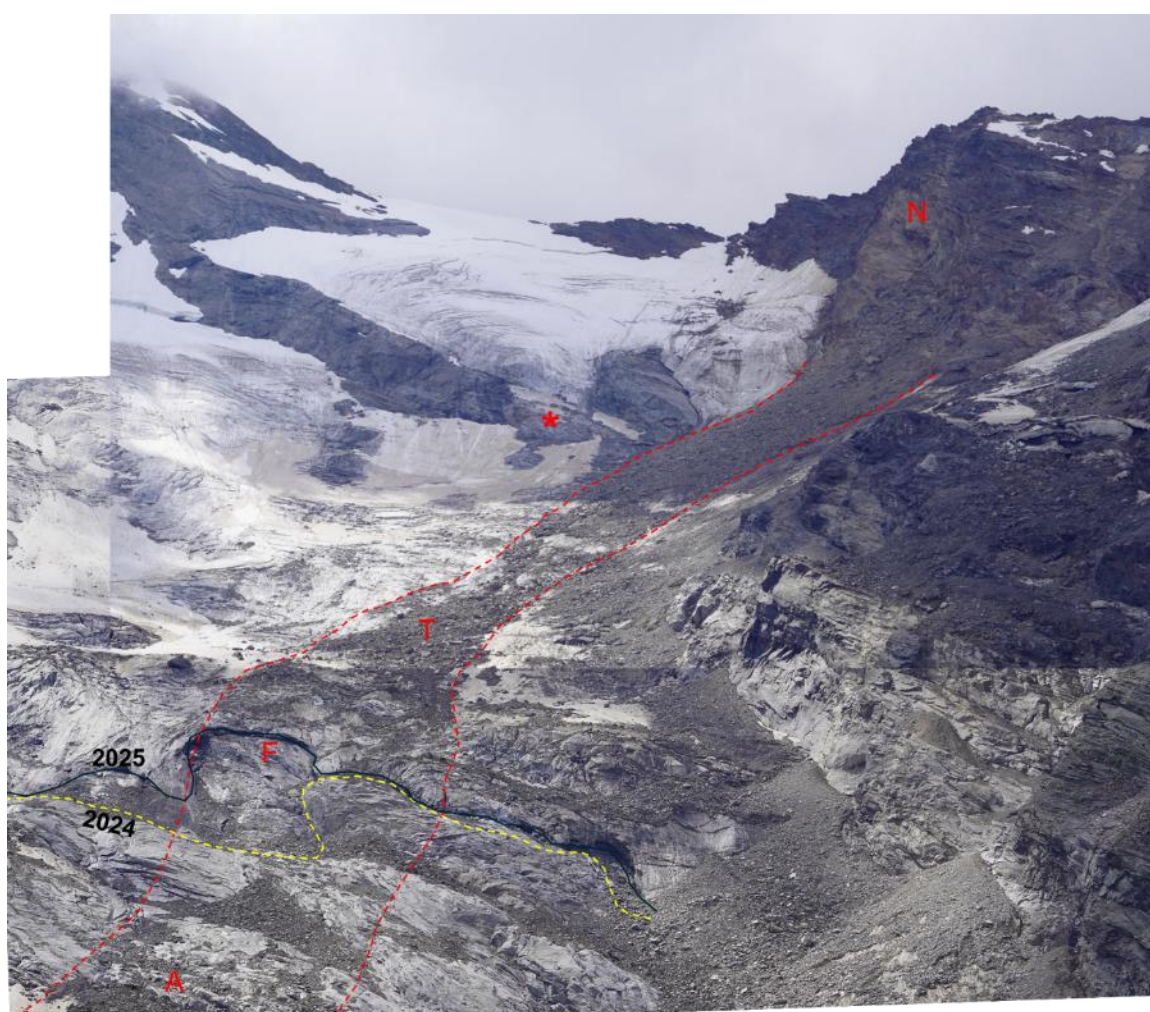


Figura 74 – Dettaglio della parte alta del ghiacciaio, ripresa dal lago delle Locce il 31/07/2025 (foto W. Alberto, L. Lanteri). Con l'asterisco rosso è indicato il distacco della fronte seraccata dal corpo principale; in alto sulla destra la nicchia della rock-avalanche del 26/12/2024 (N); l'area di transito sul ghiacciaio (T, delimitata dal tratteggio rosso) in cui, nonostante lo strato di detriti abbandonati, si è verificato l'erosione di ghiaccio; la fronte del ghiacciaio (F), dove si è osservato un arretramento di oltre 100 m tra la posizione nel 2024, in giallo tratteggiato, e nel 2025, in nero; (A) parte apicale dell'accumulo della rock-avalanche.

Morena delle Locce, sfioratore.

Sempre evidenti le instabilità superficiali che interessano entrambi i fianchi dell'intaglio artificiale dello scaricatore del lago delle Locce; in particolare dalla sommità del fianco meridionale sono ben evidenti le aree sorgente delle piccole colate detritiche prodotte dall'evento del giugno 2024; la rottura della cotica erbosa indica un processo di detensionamento attualmente in atto (Figura 75).



Figura 75 – Fianco meridionale dello scaricatore artificiale del lago delle Locce (foto W. Alberto, 31/07/2025): (A) erosioni superficiali; (B) rottura della cotica erbosa. Sul lato esterno della morena, prosegue l'evoluzione della scarpata di frana che la interessa ormai da circa 20 anni. Rispetto all'anno scorso, l'arretramento è di ordine metrico, esponendo sempre più la condotta di scarico del lago delle Locce (Figura 77).

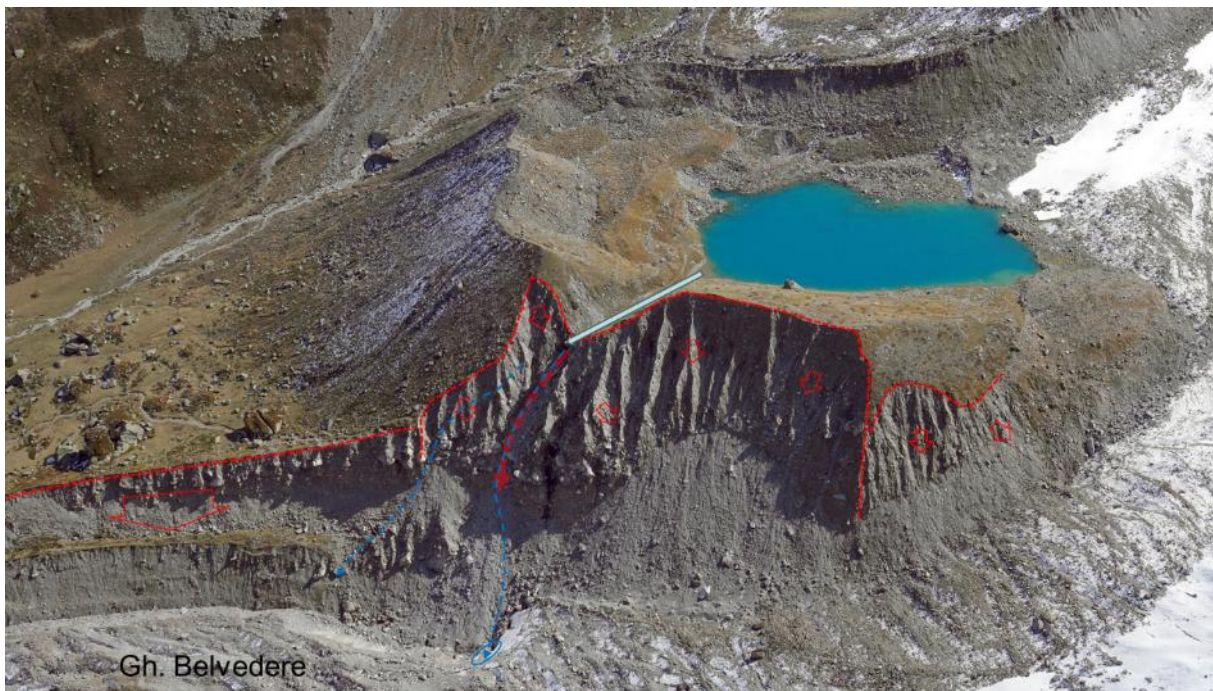


Figura 76 – Vista dell'instabilità che coinvolge la morena delle Locce (foto W. Alberto, 10/10/2025).



Figura 77 – Arretramento dell'orlo della scarpata di frana che interessa il fianco esterno della morena delle Locce in corrispondenza dello scaricatore artificiale dell'omonimo lago, confronto 2024-2025.

Instabilità Tre Amici – Locce

Sono state visitate le aree distali degli accumuli delle rock-avalanche della Punta Tre Amici (dicembre 2015) e del Colle delle Locce (dicembre 2024): in Figura 78 le aree di distacco, le traiettorie seguite e le zone di accumulo, mentre in Figura 80 un dettaglio della nicchia di distacco della frana del dicembre 2024. In particolare, è stato possibile apprezzare la differenza granulometrica e composizionale dei due accumuli (Figura 81).



Figura 78 – Panoramica del ghiacciaio Settentrionale delle Locce, già in gran parte scoperto dalla neve recente (di colore bianco limpido), ben distinguibile da quella residua del 2024 (di colore rosato sporco). Frana della Punta Tre Amici: (A) nicchia, (B) accumulo. Frana del Colle delle Locce: (C) nicchia, (D) accumulo ancora in gran parte sepolto dalla neve primaverile.

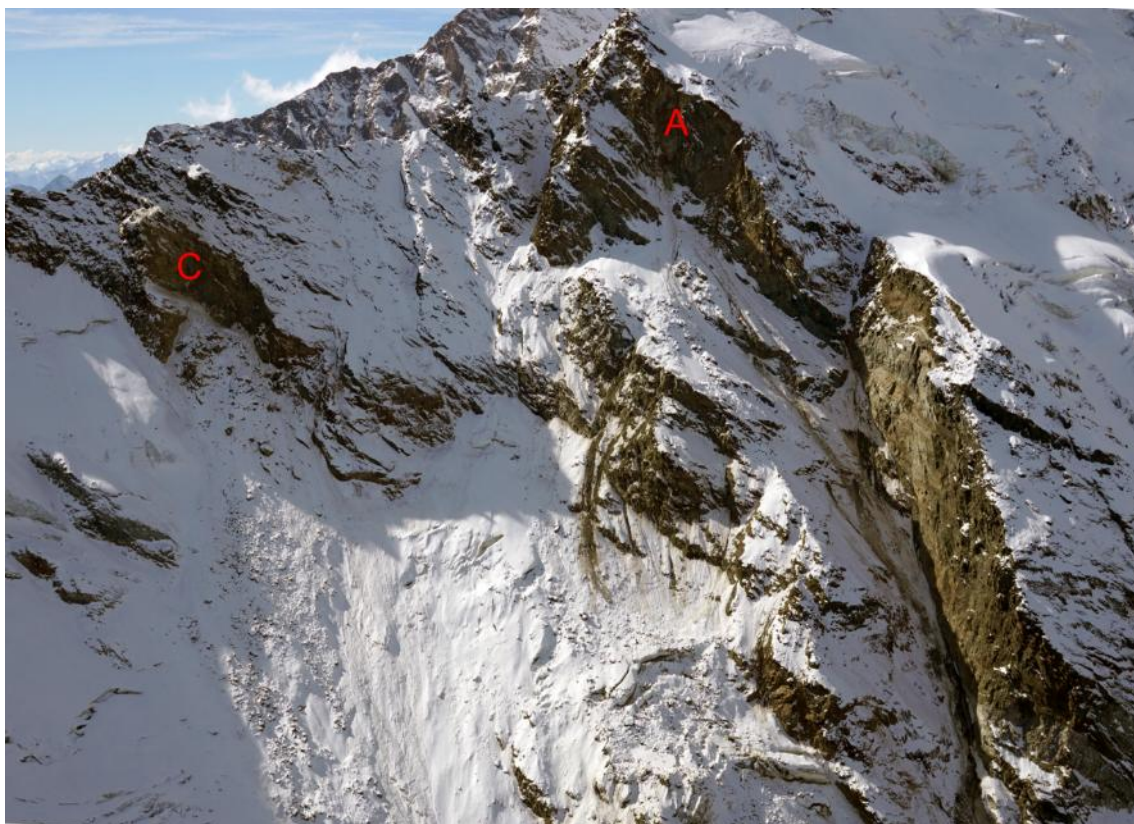


Figura 79 – Nicchie di distacco della rock-avalanche del 26/12/2025 (C, sotto il colle delle Locce) e di quella della P.ta Tre Amici del 16/12/2015 (A). Da entrambe, ma in particolar modo da quest'ultima, è visibile una continua instabilità (foto W. Alberto, 10/10/2025).



Figura 80 – Dettaglio della nicchia di distacco della rock-avalanche del dicembre 2024. In primo piano invece si osserva la porzione di ghiacciaio delle Locce, parzialmente sepolta dall'accumulo di detrito proveniente dai crolli della Punta Tre Amici e che sta mostrando un comportamento anomalo, in avanzata.



Figura 81 – In alto, accumulo della rock-avalanche del dicembre 2024 dal Colle delle Locce, porzione scoperta dalla neve: deposito a granulometria più minuta e molto ricco di matrice, di natura scistosa.

Permane l'instabilità del versante NE della Punta Tre Amici, come testimoniato da numerosi piccoli crolli osservati nel corso del sopralluogo (Figura 82); i crolli osservati si sono originati lungo la parete rocciosa, a quota non ben definita, hanno percorso i canali che portano verso il ghiacciaio e il materiale roccioso si è distribuito nella parte apicale dei grandi coni misti, presenti al piede del versante. Singolarmente non rappresentano eventi di rilievo, ma nel complesso costituiscono la manifestazione dell'elevato stato di dinamica del versante.



Figura 82 – Instabilità continua dal versante della Punta Tre Amici: sopra il 31/07/2025 (foto W. Alberto), sotto il 11/08/2025 (foto G. Schiavon).

A fine stagione il **ghiacciaio di Signal** si presenta coperto di neve residua nella metà superiore; la quota minima della copertura di neve residua è circa 3200 m slm in corrispondenza del limite dei seracchi; al di sotto sono riconoscibili solo alcune placche discontinue, non ben distinguibili dalla neve residua 2024 e quindi non conteggiate. La ELA può essere posta a circa 3250 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 370.000 m² determinando un AAR% di circa 68%. I coni di valanga che occupano i canali al di sotto dei seracchi e poi fino alla lingua del Belvedere, completamente scomparsi nel 2023 e ricostituiti nel 2024 grazie agli ingenti apporti valanghivi, sono ancora presenti a fine agosto, ben riconoscibili sulle immagini Sentinel (Figura 85).



Figura 83 – Ghiacciaio di Signal, parte centrale con la caratteristica linea di seracchi (foto W. Alberto, L. Lanteri, 10/10/2025).



Figura 84 – Fronte seraccata del ghiacciaio Signal, in buona parte coperta dalla neve residua e recente (foto W. Alberto, L. Lanteri, 31/07/2025).



Figura 85 – Cono di valanga che si estende dalla fronte fino al sottostante ghiacciaio del Belvedere; sotto l'accumulo 2025, di colore bianco, si intravedono i resti del cono costituito da firn 2024, di colore rosso sporco (foto W. Alberto, L. Lanteri, 31/07/2025).

A fine stagione il **ghiacciaio del Monte Rosa** si presenta coperto di neve residua nella parte medio-superiore; la quota minima della copertura di neve residua è circa 2850 m slm in placche irregolari. La ELA può essere posta a circa 3200 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 1.076.000 m² determinando un AAR% di circa 53%.



Figura 86 – Vista dell'imponente versante Est del Monte Rosa; lungo la cresta, da sinistra a destra: le punte Gnifetti, Zumstein, Dufour e Nordend; sempre da sinistra a destra si riconoscono i ghiacciai Settentrionale delle Locce, Signal, Monte Rosa, Nordend, Piccolo Fillar e in basso la lingua del Belvedere coperta di detrito (foto W. Alberto, L. Lanteri, 10/10/2025).

Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio (Tabella 11) ha mostrato una contrazione rispetto al 2024 di circa 3.000 m², valore prevalentemente condizionato dalla difficoltà nel riconoscimento dei limiti a causa della copertura nevosa. Il dato è da interpretarsi come indicatore di una sostanziale stabilità nell'estensione planimetrica del ghiacciaio.

Anno	Area (m ²)	Perdita (m ²)	Perdita annua (m ²)	Base Riferimento	Fonte limiti
2010	2203699			Regione Piemonte 2010	ARPA Piemonte
2023	2014265	-189434	-14572	Arpa Piemonte 2023	ARPA Piemonte
2024	2023369	+9104*	+9104*	Arpa Piemonte 2024	ARPA Piemonte
2025	2020358	-3011	-3011*	Arpa Piemonte 2025	ARPA Piemonte

Tabella 12 – Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio, relativa superficie planimetrica e dati di variazione totale e annuale; *il valore potrebbe essere condizionato dalla difficoltà di riconoscimento dei limiti del ghiacciaio ed esprime più verosimilmente l'errore piuttosto che una tendenza reale.



Figura 87 – Colata principale del ghiacciaio del Monte Rosa: in centro i canali Marinelli (a destra) e Imseng (a sinistra), in primo piano la zona di confluenza nel ghiacciaio del Belvedere (foto W. Alberto, L. Lanteri, 31/07/2025).



Figura 88 – Dettaglio dello sbocco del canale Imseng sul ghiacciaio del Monte Rosa, si osservano alcuni accumuli di materiale detritico provenienti dalla parete e depositati sul ghiacciaio prevalentemente ad opera di colate detritiche; sulla destra, in prossimità del coalescente con alla base del canale Marinelli (a destra, fuori dalla foto), si nota uno spaccato dell'imponente accumulo detritico preesistente (foto W. Alberto, L. Lanteri, 31/07/2025).



Figura 89 – Zona di confluenza del ghiacciaio del Monte Rosa nel sottostante ghiacciaio del Belvedere, ripresa da elicottero il 10/10/2025: si osserva la spiccata crepacciatura in corrispondenza del superamento della barra rocciosa a quota 2200/2300 m s.l.m. e la sottostante morfologia ad ogive, indicatrice di una spinta attiva nella depressione che aveva ospitato il lago effimero (foto W. Alberto, L. Lanteri).



Figura 90 – Seracchi pensili sulla parete Est del Monte Rosa (foto W. Alberto, L. Lanteri, 10/10/2025)

Il confronto tra il DEM acquisito il 10/10/2025 e quello acquisito l'anno precedente (17/09/2024) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale del periodo 2024-2025 (Figura 91). Le maggiori perdite (fino a -25m) si hanno nelle zone apicali del grande cono misto prodotto al piede dei canali Imseng e Marinelli; la sua parte mediana invece presenta un generale accrescimento di circa 10m, imputabile verosimilmente al trasferimento verso valle del materiale misto, detrito e neve di valanga, che costituisce la maggior parte del cono. Nella parte centrale del ghiacciaio si osservano fasce alternate perdita/accumulo imputabili al movimento delle fronti seraccate.

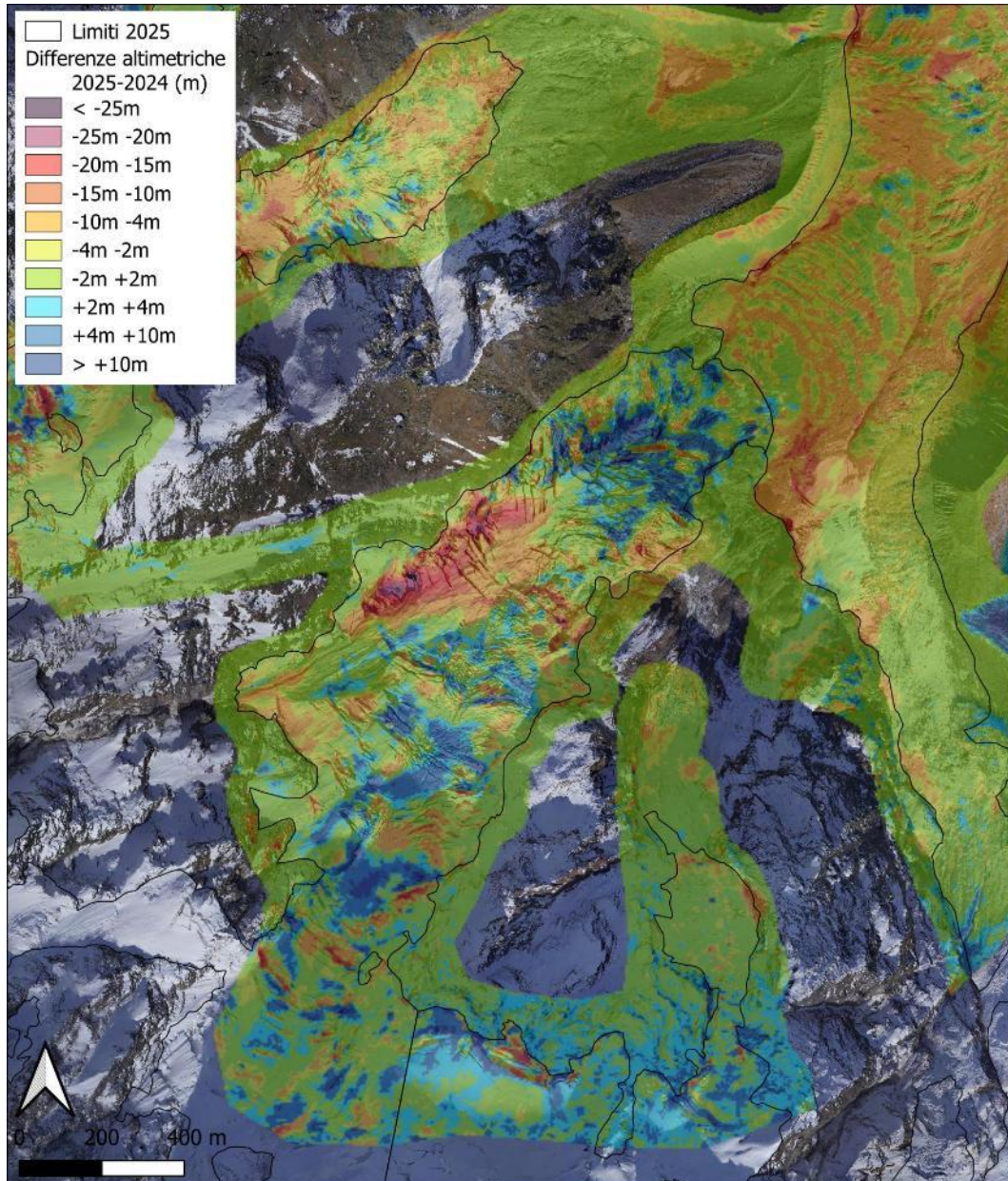


Figura 91 – Confronto tra DEM 2024 e DTM 2025 espresso come variazione di quota (base ortofoto 2025 ARPA Piemonte); le maggiori perdite (in arancione-rosso) si hanno sul grande cono misto prodotto al piede dei canali Imseng e Marinelli, verso la confluenza nel Belvedere si osserva invece un aumento della quota della superficie dovuto probabilmente al trasferimento del materiale detritico/valanghivo accumulato in grande quantità nel 2024; sul corpo principale le variazioni non mostrano trend definiti; le fasce alternate arancione/azzurro sembrano imputabili al movimento delle grandi porzioni seraccate.

A fine stagione il **ghiacciaio di Nordend** si presenta coperto di neve residua nella metà superiore; la quota minima della copertura di neve residua è circa 2980 m slm in placche irregolari. La ELA può essere posta a circa 3200 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 114.000 m² determinando un AAR% di circa 25%. Verso valle la colata di ghiaccio presenta una cospicua copertura detritica, alimentata sul suo lato sinistro dai canali in roccia che solcano il versante del Monte Rosa; la copertura detritica diventa pressoché continua verso la fronte, al di sotto dei 2500 m di quota (Figura 93).



Figura 92 – Ghiacciaio di Nordend (foto W. Alberto, L. Lanteri, 10/10/2025).



Figura 93 – Fronte del ghiacciaio di Nordend ripresa dalla morena delle Locce il 31/07/2025 (foto W. Alberto, L. Lanteri); si osserva l'appiattimento della fronte e la copertura detritica pressoché continua al di sotto dei 2500 m di quota.

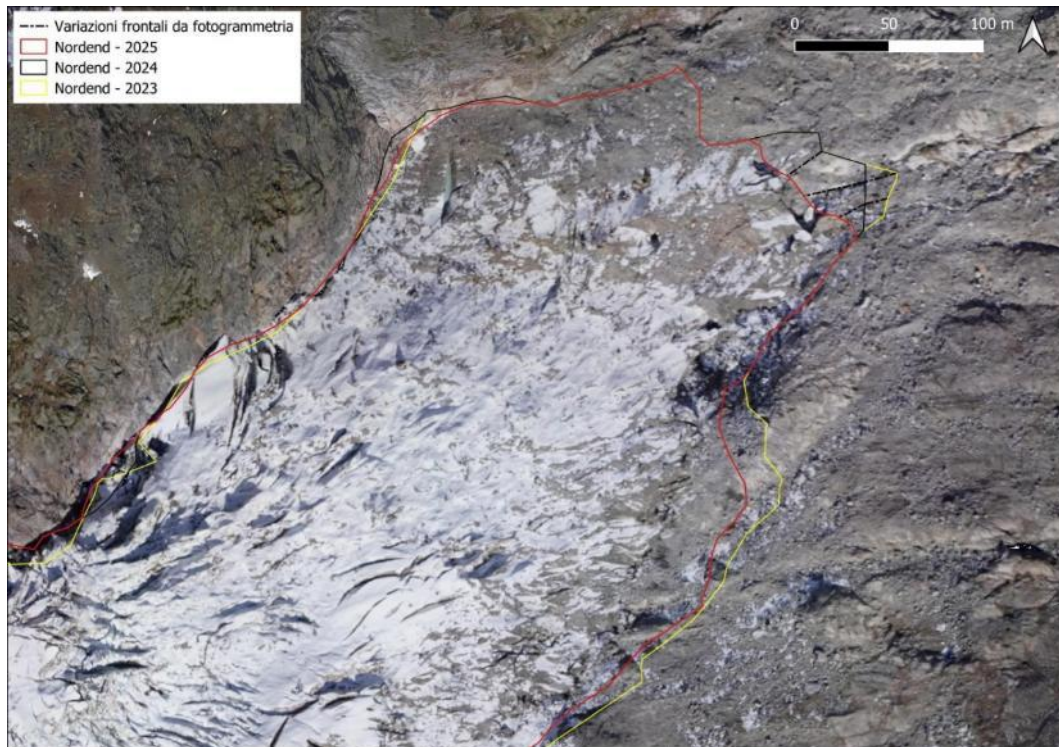


Figura 94 – Fronte del ghiacciaio rilevata sull'ortofoto 2025 (ortofoto ARPA Piemonte) in confronto a quelle rilevate in modo analogo nel 2023 e nel 2024. Si osserva l'arretramento concentrato sul lato destro, in corrispondenza della bocca del torrente proglaciale. Il lato sinistro della fronte è coperto di detrito, per cui la sua posizione non è riconoscibile con certezza.

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 10/10/2025, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno (DEM – Digital Elevation Model) aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti del ghiacciaio sono stati tracciati sull'ortofoto 2025, dove riconoscibili; dove invece questi sono coperti da neve recente sono stati tenuti quelli del 2024. Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio (Tabella 11) ha mostrato una contrazione rispetto al 2024 di circa 1.400 m², valore minore del trend storico. Nel complesso la fronte ha mostrato una contrazione irregolare: sfruttando le ortofoto rilevate il 18/09/2024 e il 10/10/2025, è stato misurato l'arretramento planimetrico in 3 punti differenti, con una media di 23.5 m (Figura 94).

Anno	Area (m ²)	Perdita (m ²)	Perdita annua (m ²)	Base Riferimento	Fonte limiti
2010	634445			Regione Piemonte 2010	ARPA Piemonte
2023	461221	-173224	-13325	Arpa Piemonte 2023	ARPA Piemonte
2024	462215	+994*	+994*	Arpa Piemonte 2024	ARPA Piemonte
2025	460810	-1405	-1405	Arpa Piemonte 2025	ARPA Piemonte

Tabella 13 – Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio, relativa superficie planimetrica e dati di variazione totale e annuale; *il valore potrebbe essere condizionato dalla difficoltà di riconoscimento dei limiti del ghiacciaio ed esprime più verosimilmente l'errore piuttosto che una tendenza reale.

Il confronto tra il DEM acquisito il 10/10/2025 e quello acquisito l'anno precedente (17/09/2024) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale del periodo 2024-2025 (Figura 91). In generale si osservano fasce alternate perdita/accumulo imputabili al movimento delle fronti seraccate. Alla fronte si osserva una perdita di spessore irregolare con valori massimi prossimi ai 10 m.

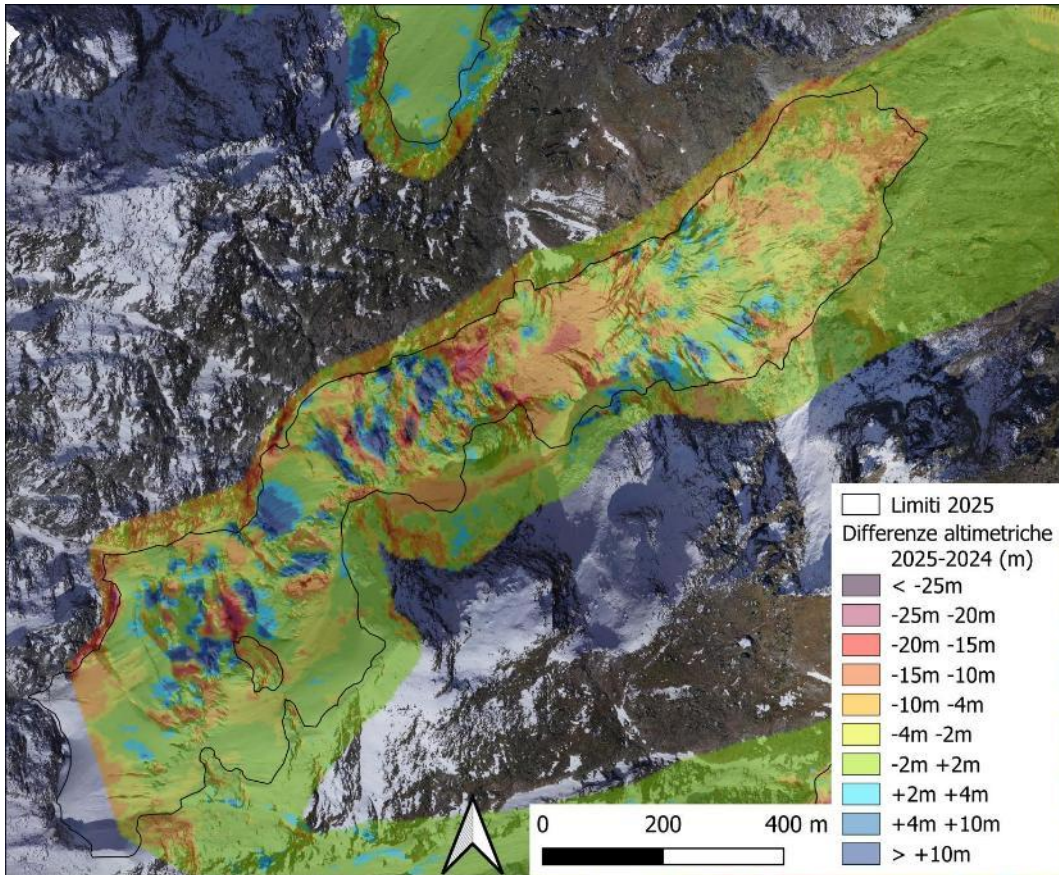


Figura 95 – Confronto tra DEM 2024 e DTM 2025 espresso come variazione di quota (base ortofoto 2025 ARPA Piemonte); perdite (in arancione) si osservano alla fronte, mentre sul corpo principale le variazioni non mostrano trend definiti: le fasce alternate arancione/azzurro sembrano imputabili al movimento delle porzioni seraccate.

Ghiacciaio del Belvedere: fronte ghiacciaio e instabilità morena destra

La fronte del ghiacciaio del lobo sinistro presenta poche variazioni morfologiche con quanto osservato nel 2024; da notare la posizione della bocca glaciale in posizione laterale sinistra della scarpata frontale, dove sono visibili i consueti segni di collasso dovuti all'arretramento della bocca, stimato in circa 25-30 m tra settembre 2024 e ottobre 2025. Alcune decine di metri più a valle della fronte, si osserva una sorgente di acqua alla base della morena sinistra (Figura 96).



Figura 96 – Fronte glaciale del lobo sinistro. (A) posizione della bocca glaciale; (B) sorgente alla base della morena sinistra.



Figura 97 – Confronto fotografico dell'orlo della scarpata di frana lungo il fianco interno della morena destra all'ex imbocco della pista "Ruonograbe". A destra, con l'asterisco giallo la sommità del concio scivolato di recente.

L'instabilità della morena destra continua a mostrare segni di attività, in particolare affacciandosi dall'incisione dell'ex imbocco della pista "Ruonograbe"; qui si osserva lo scivolamento recente di un concio di potenza plurimetrica, la cui originaria superficie sommitale, vegetata, è visibile una decina di metri a valle (Figura 97). Al momento non è possibile quantificare l'arretramento dell'orlo della scarpata in quanto nei confronti fotografici non si scorgono elementi di riferimento. Da osservare se l'arretramento della scarpata potrà interferire con l'antenna GNSS (progetto MOHYCAM) installata nel mese di luglio 2025 sull'orlo settentrionale dell'intaglio della "Ruonograbe".

Ghiacciaio Belvedere, lobo destro e morena destra

Il continuo abbassamento della superficie del lobo destro, nell'ultimo anno quantificato tra 2m alla confluenza e 7m alla fronte, è messo in evidenza dalla deformazione del sentiero che attraversa il ghiacciaio in direzione del rifugio Zamboni, dove sono ben evidenti le scarpate e le rotture di pendenza che dislocano la continuità del sentiero, tracciato a inizio estate 2023. L'abbassamento della superficie del ghiacciaio sta inducendo anche il lento collasso del lato interno di entrambe le morene, come già osservato negli anni scorsi. In occasione del sopralluogo del 31 luglio è stata osservata una lunga frattura di detensionamento che corre per circa 200 m a metà altezza della scarpata della morena destra, parallelamente alla stessa (Figura 98).



Figura 98 – Lunga frattura che disloca il fianco interno della scarpata della morena destra del lobo destro.



Figura 99 – Scivolamento della morena destra a monte della biforcazione; lo scivolamento, già presente in tempi storici, ha mostrato una chiara riattivazione negli ultimi anni con abbassamenti che sono passati da circa 1m/anno a 5m/anno. Immagine da elicottero del 10/10/2025, ripresa da Nord verso Sud.

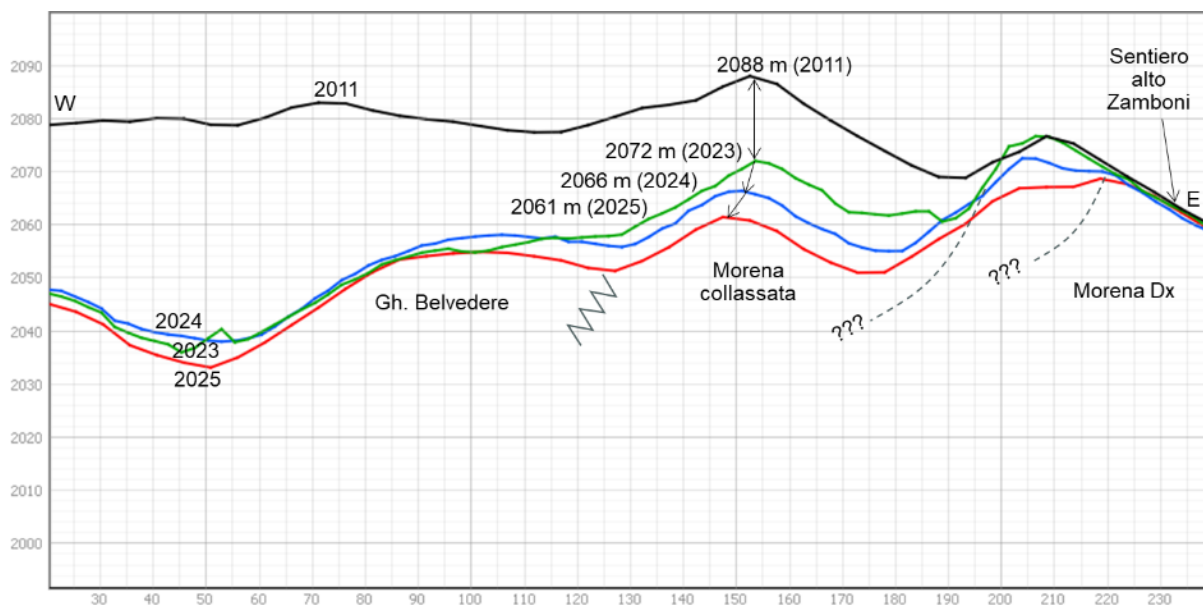


Figura 100 – Sezione topografia attraverso la morena destra, in corrispondenza della curva verso destra del ghiacciaio, a monte della biforcazione nei lobi. Si osserva il progressivo abbassamento del grande concio già separato in tempi storici e si evidenzia l'attivazione del collasso anche della cresta morenica ritenuta stabile e sulla quale era stato tracciato il sentiero "alto" per il Rifugio Zamboni, ora affiancato da una traccia più bassa, attraverso l'Alpe Pedriola.

Prosegue il collasso del fianco interno della morena destra nel lungo tratto tra la morena delle Locce e la Cappella Pisati (Figura 101); per la quantificazione dei movimenti si rimanda ai rilievi fotogrammetrici previsti in settembre.



Figura 101 – Scivolamento del lato interno della morena destra del ghiacciaio Belvedere, tra la Cappella Pisati (in lontananza) e la connessione con la morena delle Locce (punto di scatto).

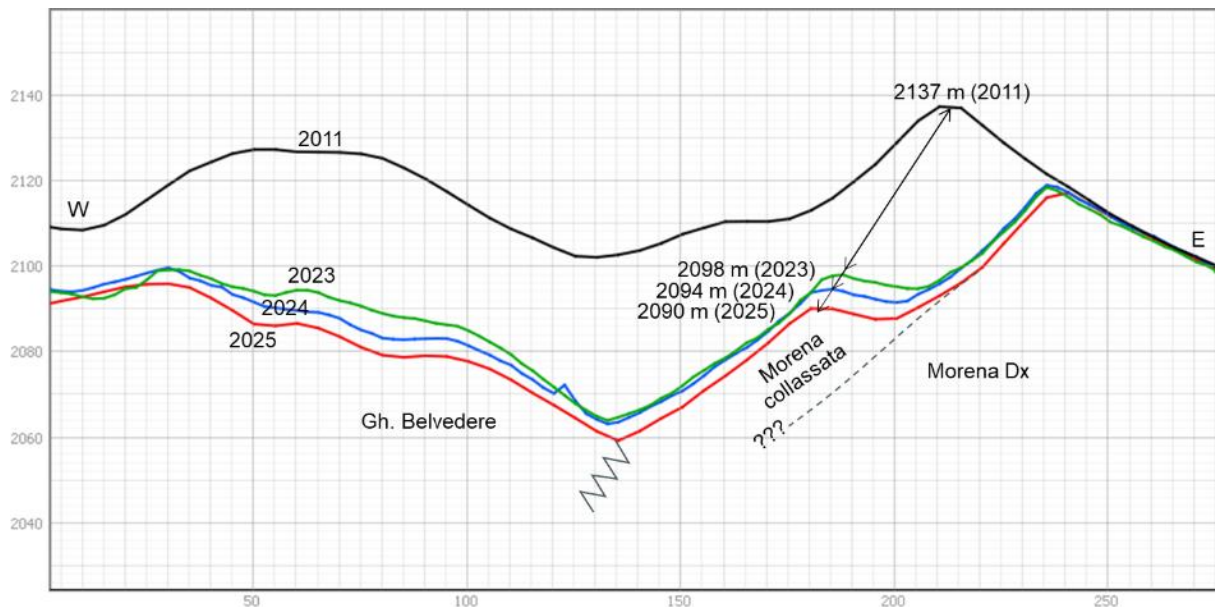


Figura 102 – Sezione topografica lungo la morena destra circa 400 m a monte della Cappella Pisati. Si evidenzia l'abbassamento della morena coerentemente all'abbassamento della superficie del ghiaccio: circa 40 m tra il 2011 e il 2023, poi circa 4 metri all'anno tra il 2023 e il 2025. Tratteggiata l'ipotetica superficie di scivolamento che produce il collasso della morena.

Ghiacciaio Belvedere, breccia T. Castelfranco

È stata visitata l'area dove tra il 2023 e il 2024 le colate detritiche del T. Castelfranco e del T. Piccolo Fillar hanno sfondato la morena sinistra del ghiacciaio del Belvedere, depositando sulla superficie glaciale un ampio accumulo grigio chiaro (Figura 103). L'approfondimento della breccia nella morena è tale per cui i due torrenti ormai drenano nel ghiacciaio; il bacino idrografico sotteso alla breccia è di circa 5 km². Attualmente le acque recapitate nel ghiacciaio del Belvedere sono inghiottite attraverso una grande cavità in ghiaccio sul margine destro dell'accumulo di colata del 2023 (Figura 104). La cavità sta probabilmente determinando il

collasso del ghiaccio sovrastante come testimoniato dai crepacci e dalle scarpate ad andamento circolare e la forma scalettata verso l'inghiottitoio (Figura 105).



Figura 103 – Vista dal Belvedere della breccia (A) prodotta dal T. Castelfranco nel corso dell'evento del 27 agosto 2023 e poi riutilizzata anche dal T. del Piccolo Fillar nel corso degli eventi del 2024 (29 giugno e 5 settembre); (B) inghiottitoio; (C) crepacci e scarpate ad andamento semicircolare concentrico generati dal collasso del ghiaccio verso la cavità dell'inghiottitoio.



Figura 104 – Vista da monte della grande cavità attraverso la quale i torrenti di Castelfranco e del Piccolo Fillar sono assorbiti dalla circolazione endoglaciale del ghiacciaio del Belvedere.

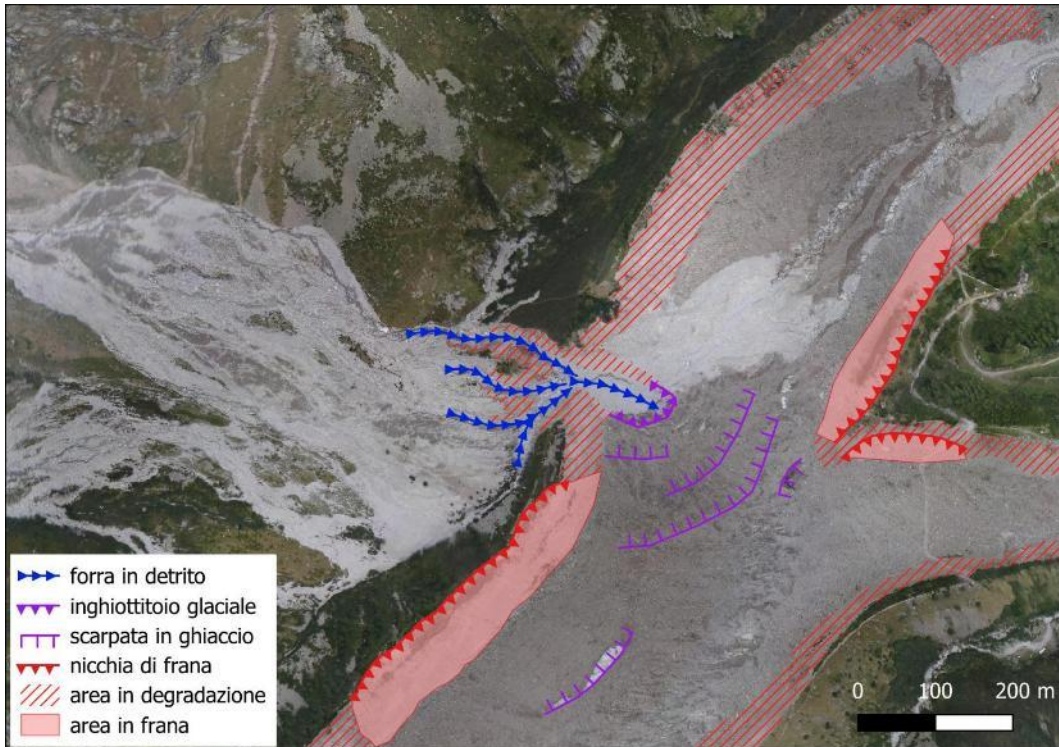


Figura 105 – Cartografia schematica dell'area della breccia nella morena e delle morfologie associate osservate durante il sopralluogo (base ortofoto Arpa Piemonte, settembre 2024).

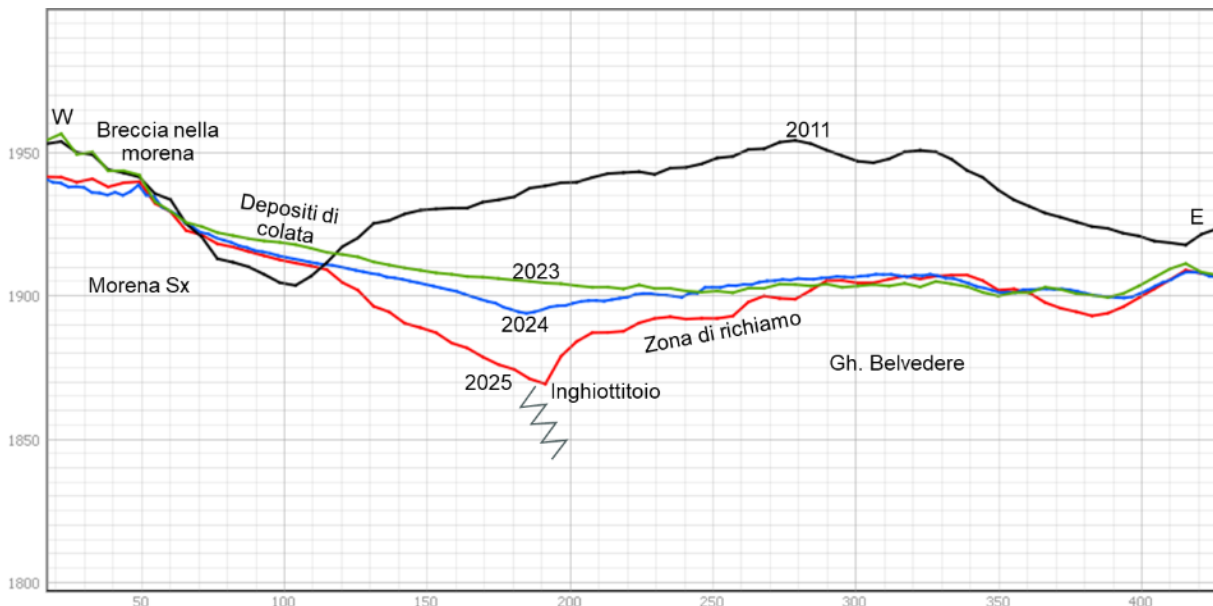


Figura 106 – Sezione topografica attraverso la breccia della morena sinistra. In corrispondenza dell'inghiottitoio formato nel 2025, l'abbassamento della superficie del ghiaccio è stato di 25m dal 2024, di 35m dal 2023. La perdita di spessore nell'area assiale del ghiacciaio ha raggiunto i 50m dal 2011 al 2023. A valle della breccia, sul bordo sinistro del ghiacciaio, l'accumulo dei depositi delle colate detritiche del 27/08/2023 e del 29/06/2024 hanno raggiunto complessivamente spessori di almeno 15 m.



Figura 107 – Area dell’inghiottitoio come si presentava nel settembre 2024, vista da elicottero. La breccia già intercettava interamente l’idrografia locale dei torrenti Castelfranco e Piccolo Fillar; incominciavano a vedersi le scarpate in ghiaccio concentriche, ma non si osservava ancora la grande cavità chiaramente visibile oggi.



Figura 108 – Scarpata in ghiaccio rivolta verso Est alla biforcazione del lobo destro, per l’ubicazione si veda la carta di Figura 105.

Evoluzione ghiacciaio del Belvedere

L'osservazione da terra dei ghiacciai della grande parete Est del Monte Rosa non ha fornito indicazioni contrastanti con quanto osservato negli anni scorsi. La seraccata del ghiacciaio del Monte Rosa, poco a monte della confluenza nel Belvedere, è risultata particolarmente attiva: sono stati osservati alcuni crolli di ghiaccio nel breve periodo di permanenza durante il sopralluogo del 31 luglio. La superficie del Belvedere è piuttosto articolata ed ospita un piccolo lago epiglaciale (Figura 109), già osservato negli anni scorsi (almeno dal 2018). Il confronto tra il DEM acquisito il 10/10/2025 e quello acquisito l'anno precedente (17/09/2024) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale del periodo 2024-2025 (Figura 111).



Figura 109 – Ghiacciaio del Belvedere, tratto medio: a sinistra il cospicuo apporto del ghiacciaio del Monte Rosa, la cui spinta produce morfologie ad ogive; verso valle la superficie del ghiacciaio è articolata in dorsali e depressioni, una delle quali ospita un piccolo lago epiglaciale, all'incirca di fronte alla Cappella Pisati (foto W. Alberto, L. Lanteri, 31/07/2025).



Figura 110 – Vista complessiva della lingua del ghiacciaio del Belvedere (foto W. Alberto, L. Lanteri, 10/10/2025).

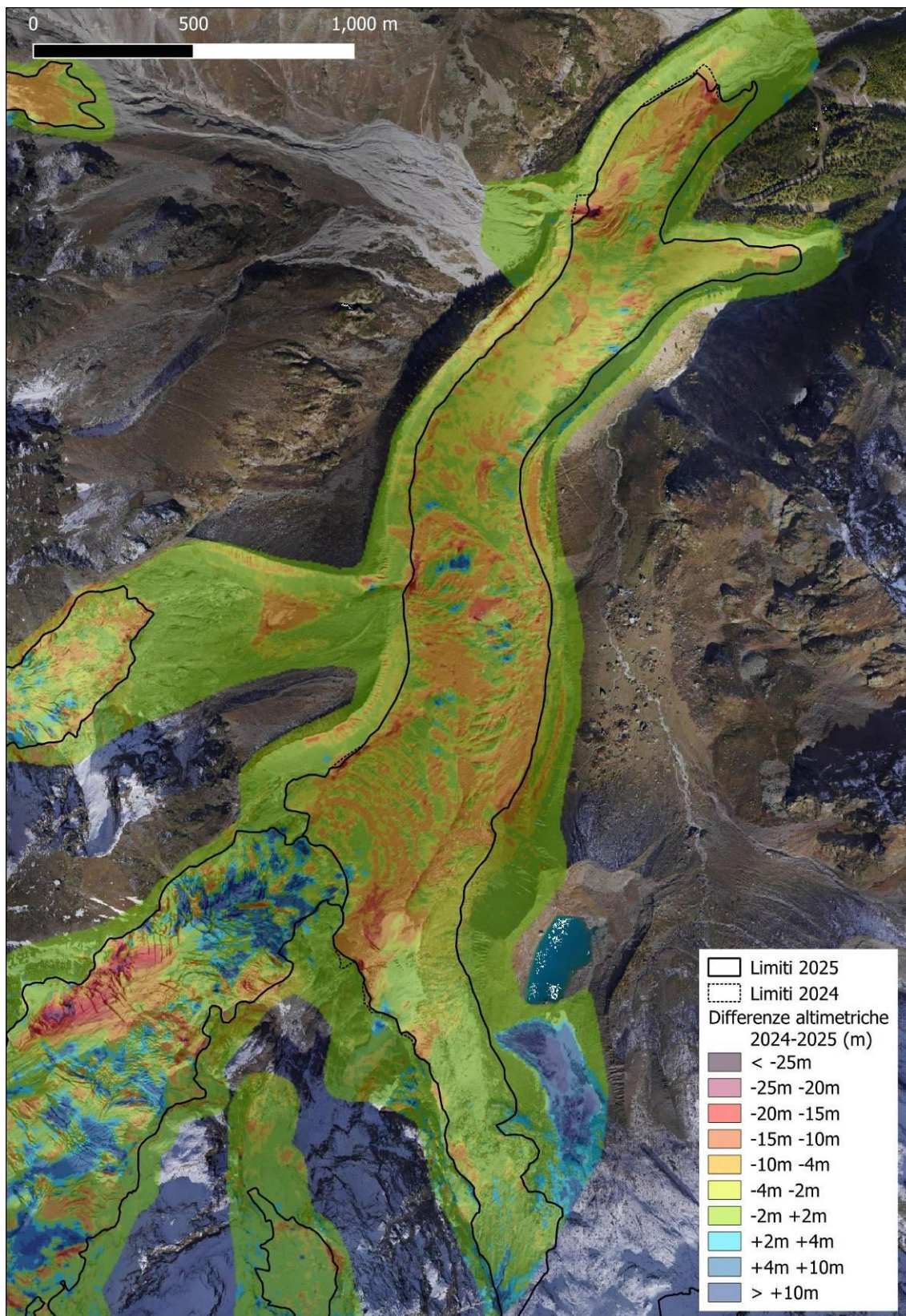


Figura 111 – Confronto tra DEM 2024 e DTM 2025 espresso come variazione di quota (base ortofoto 2025 ARPA Piemonte); il confronto altimetrico è condizionato anche dalla traslazione verso valle delle morfologie glaciali insieme al movimento del ghiacciaio, ben visibile nelle ogive alla base del versante Est del Monte Rosa, dove le fasce concentriche arancione/verde indicano prima di tutto lo spostamento verso valle della sequenza di creste ed avvallamenti ortogonali al flusso del ghiaccio. Complessivamente prevale l'abbassamento della superficie topografica (in colori giallo-arancione) su buona parte dell'area del Belvedere, con particolare concentrazione alle fronti ed in corrispondenza dell'inghiottitoio descritto.

A fine stagione il **ghiacciaio del Piccolo Fillar** si presenta coperto di neve residua nella metà superiore; la quota minima della copertura di neve residua è circa 2775 m slm in accumuli di valanga isolati. La ELA può essere posta a circa 3000 m slm (quote tratte da DEM Arpa Piemonte 2025). La superficie minima coperta da neve è pari a 178.000 m² determinando un AAR% di circa 54%.

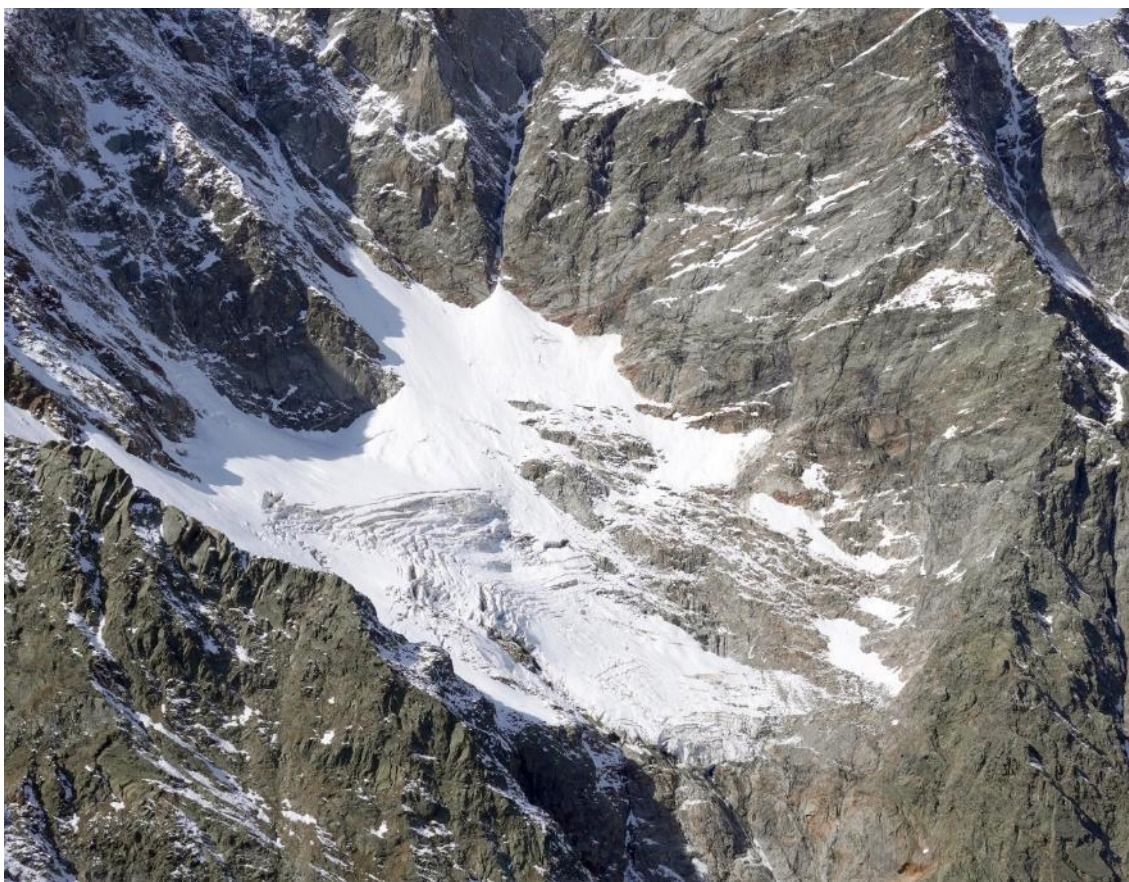


Figura 112 – Ghiacciaio del Piccolo Fillar (foto W. Alberto, L. Lanteri, 10/10/2025).

Sull'ortofoto 2025, sono risultati scoperti solo i limiti del ghiacciaio prossimi alla fronte, dove sono stati aggiornati; i restanti limiti, coperti da neve recente, sono stati confermati quelli cartografati nel 2024.

Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio (Tabella 11) ha mostrato una contrazione rispetto al 2024 di circa 1.000 m², valore minore del trend storico. Nel complesso la fronte non ha mostrato alcuna contrazione (Figura 113).

Anno	Area (m ²)	Perdita (m ²)	Perdita annua (m ²)	Base Riferimento	Fonte limiti
2010	394299			Regione Piemonte 2010	ARPA Piemonte
2023	327771	-66528	-5118	Arpa Piemonte 2023	ARPA Piemonte
2024	329196	+1425	+1425	Arpa Piemonte 2024	ARPA Piemonte
2025	328188	-1008	-1008	Arpa Piemonte 2025	ARPA Piemonte

Tabella 14 – Elenco delle ortofoto utilizzate per il rilievo dell'estensione del ghiacciaio, relativa superficie planimetrica e dati di variazione totale e annuale.

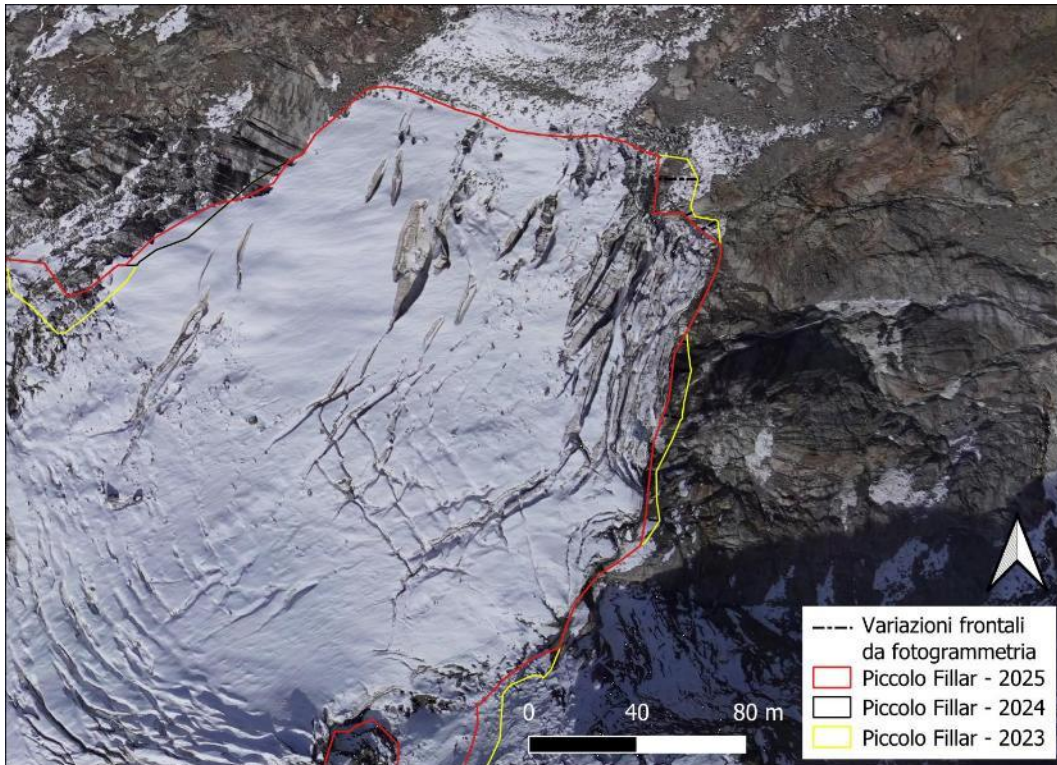


Figura 113 – Fronte del ghiacciaio del Piccolo Fillar (base ortofoto 2025 ARPA Piemonte); sono riportati i limiti 2023, 2024, 2025 e i siti di misura dell'arretramento, calcolato in planimetria.

3.6. Alpi Lepontine: i Massicci dell'Ossola

Nel complesso, i ghiacciai dell'area ossolana sono stati oggetto di osservazioni speditive tramite osservazioni in panoramica e sorvolo in elicottero effettuato l'8 ottobre 2025. Gli apparati glaciali dell'Arbola (ghiacciaio del Sabbione Meridionale) e dell'Hosandhorn (ghiacciaio del Sabbione Settentrionale) sono stati oggetto di un sopralluogo diretto a inizio agosto 2025.



Figura 114 – Ghiacciaio Settentrionale di Andolla: presenta una fronte crepacciata che suddivide il corpo glaciali in porzioni disarticolate, di cui alcune si sono staccate e crollate, come dimostrato dai numerosi accumuli di ghiaccio rimacinato presenti sulle placche rocciose sottostanti (foto L. Paro, 08/10/2025).



Figura 115 – Ghiacciai del Leone, a sinistra sul versante Nord del Monte Leone, e di Aurona, propaggine italiana del Chatwassergletscher, sul versante occidentale, in territorio elvetico (foto A. Salandin, 06/09/2025).



Figura 116 – Glacionevato di Rebbio, in centro alla foto, in gran parte coperto da neve residua del 2024, di colore rosato, e in parte del 2025, di colore bianco; a monte del corpo glaciale si osservano incisioni e solchi sulla scarpata detritica che proseguono sulla neve 2024 come accumuli detritici di colata (foto A. Salandin, 06/09/2025).



Figura 117 – Ghiacciaio della Rossa, coperto della prima neve autunnale (foto L. Paro, 08/10/2025).

Il **ghiacciaio del Cervandone** è completamente coperto da detrito e la sua estensione reale è di difficile identificazione. Alla sua fronte è presente un lago proglaciale indicato in alcune cartografie e descrizioni a partire dagli anni 70 del secolo scorso; la prima evidenza diretta dell'estensione del lago è stata reperita nell'ortofoto 2006 del Portale Cartografico Nazionale (Figura 118). Relativamente alla stessa ortofoto, si riferiscono anche i limiti del ghiacciaio, come riportato nel catasto 2006-2007 del CGI; il lago sorge a valle del ghiacciaio, indicandone una natura proglaciale, per riempimento della conca morenica abbandonata.

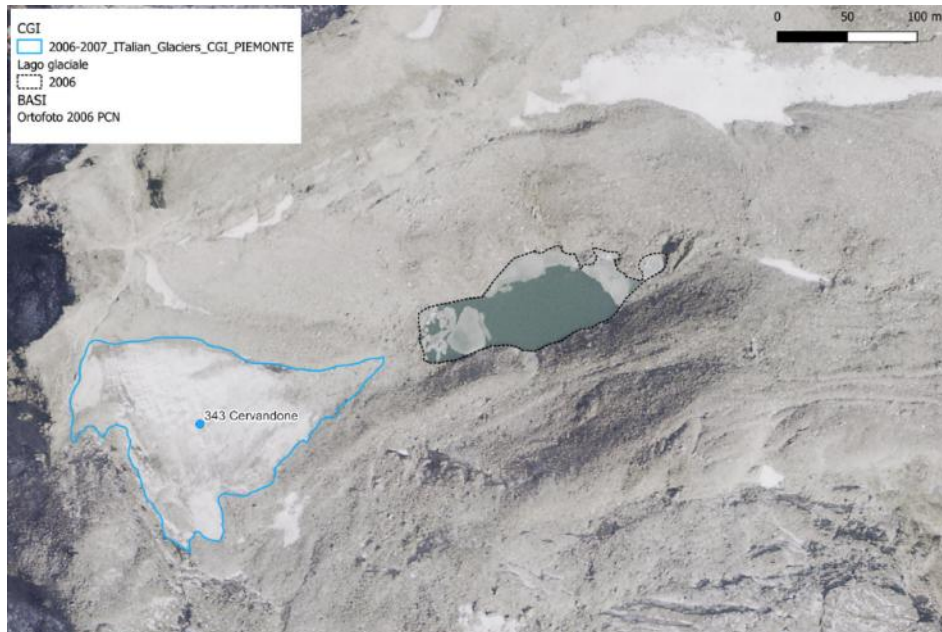


Figura 118 – Il ghiacciaio del Cervandone e il lago proglaciale nell'ortofoto 2006 del Portale Cartografico Nazionale

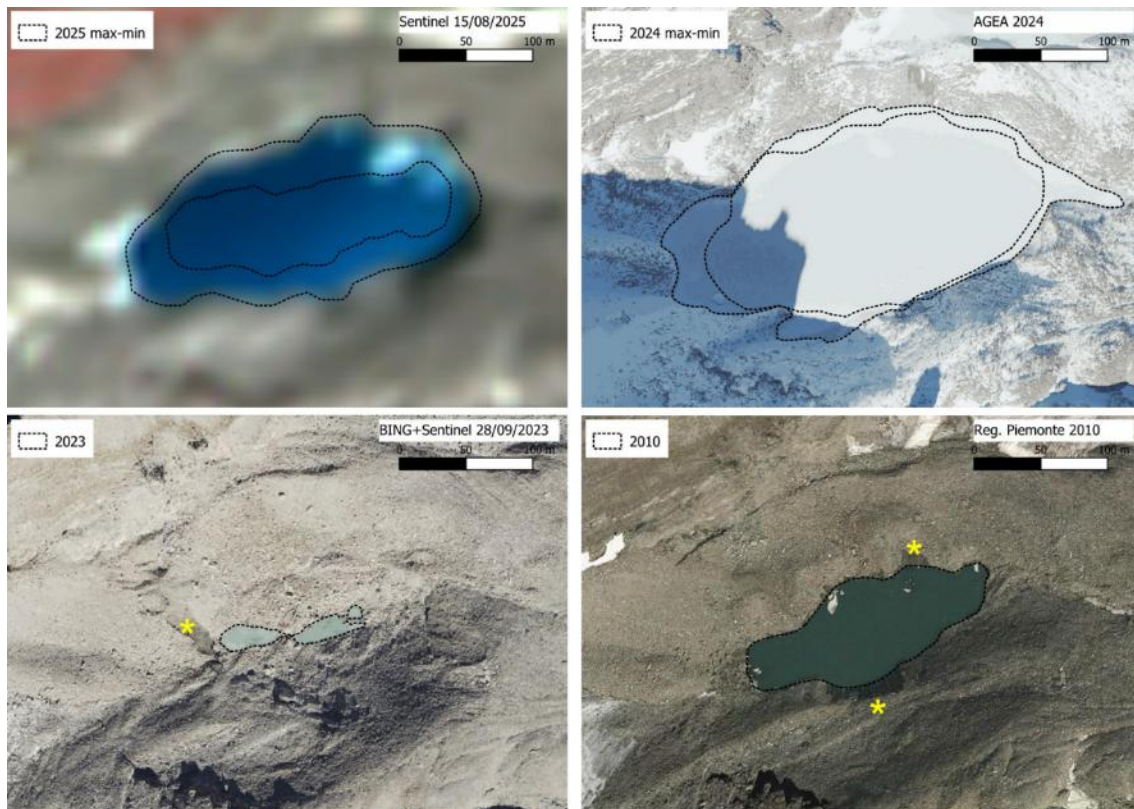


Figura 119 – Il lago nelle ortofoto più recenti, stessa scala; con l'asterisco è indicata la probabile presenza di ghiaccio sulle sponde del lago. I massimi e minimi annuali sono tratti dall'insieme delle ortofoto disponibili e immagini Sentinel.

L'analisi delle ortofoto successive indica la presenza costante del lago con forma e dimensioni che cambiano nel corso degli anni, possibile conseguenza della presenza di ghiaccio sulle sponde, peraltro piuttosto ben visibile nelle ortofoto 2010 e 2023 (Figura 119); a dispetto di quanto cartografato nei catasti, il ghiacciaio del Cervandone potrebbe estendersi al di sotto del detrito, fino a comprendere il lago che potrebbe quindi configurarsi come epiglaciale. Nel 2023 si assiste allo svuotamento quasi totale del lago, che assume dimensioni minime ma nel 2024 si colma nuovamente superando i massimi storici, raggiungendo i 350 m di lunghezza e 3,5 ettari di estensione. Nel 2025 si è assistito a un ridimensionamento anche nel valore di massimo invaso (raggiunto a metà agosto, fonte Sentinel) seguito da ulteriore diminuzione nell'ultima immagine in cui è riconoscibile (20/09/2025), comunque ancora superiore a quanto riscontrato prima del 2024. I cambiamenti di forma suggeriscono:

- la presenza di ghiaccio lungo le sponde, possibile responsabile del repentino cambiamento della morfologia dell'invaso;
- la fluttuazione del livello di invaso, benché non conosciuto, in particolare a partire dal 2022 (Figura 120).

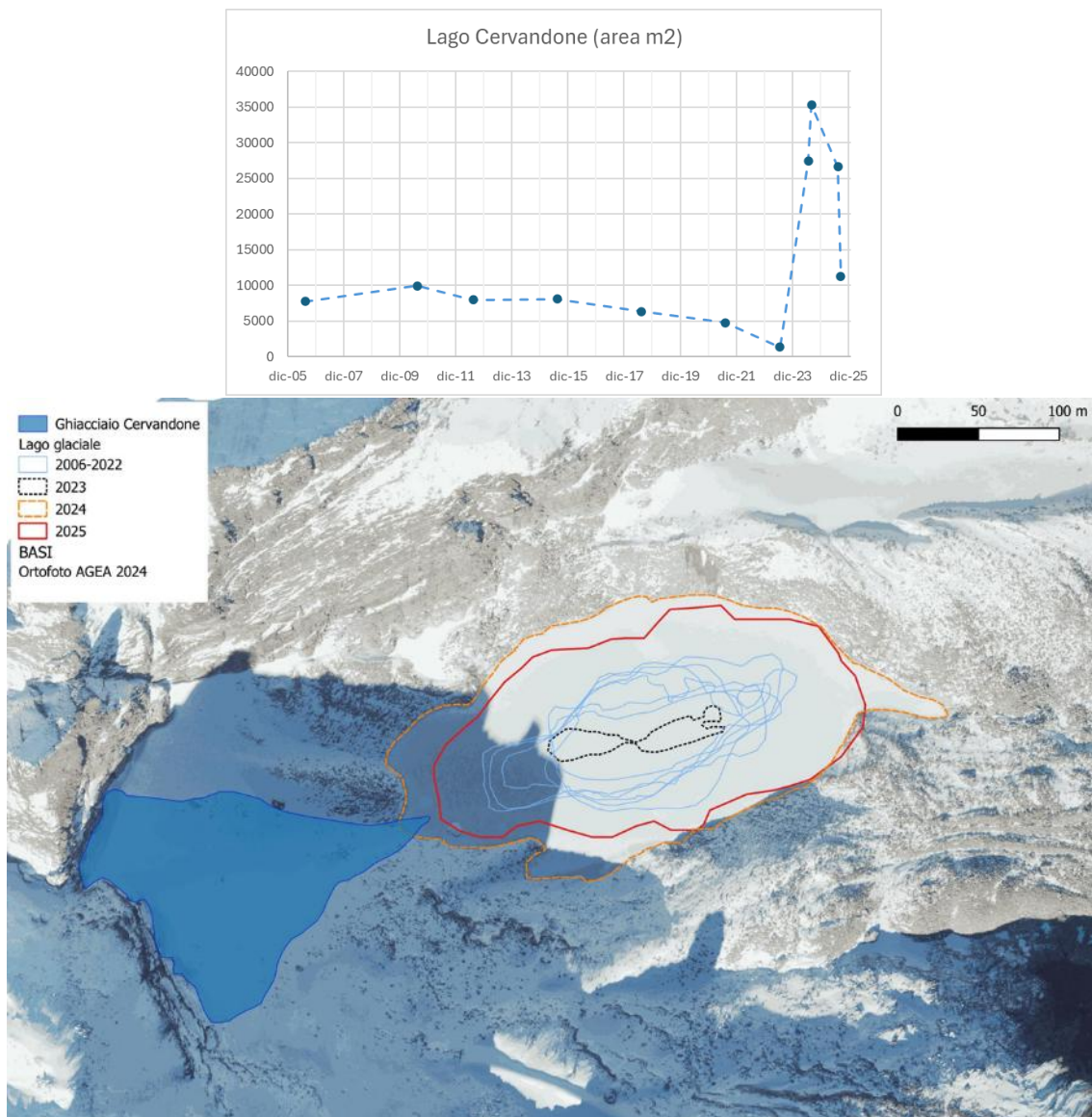
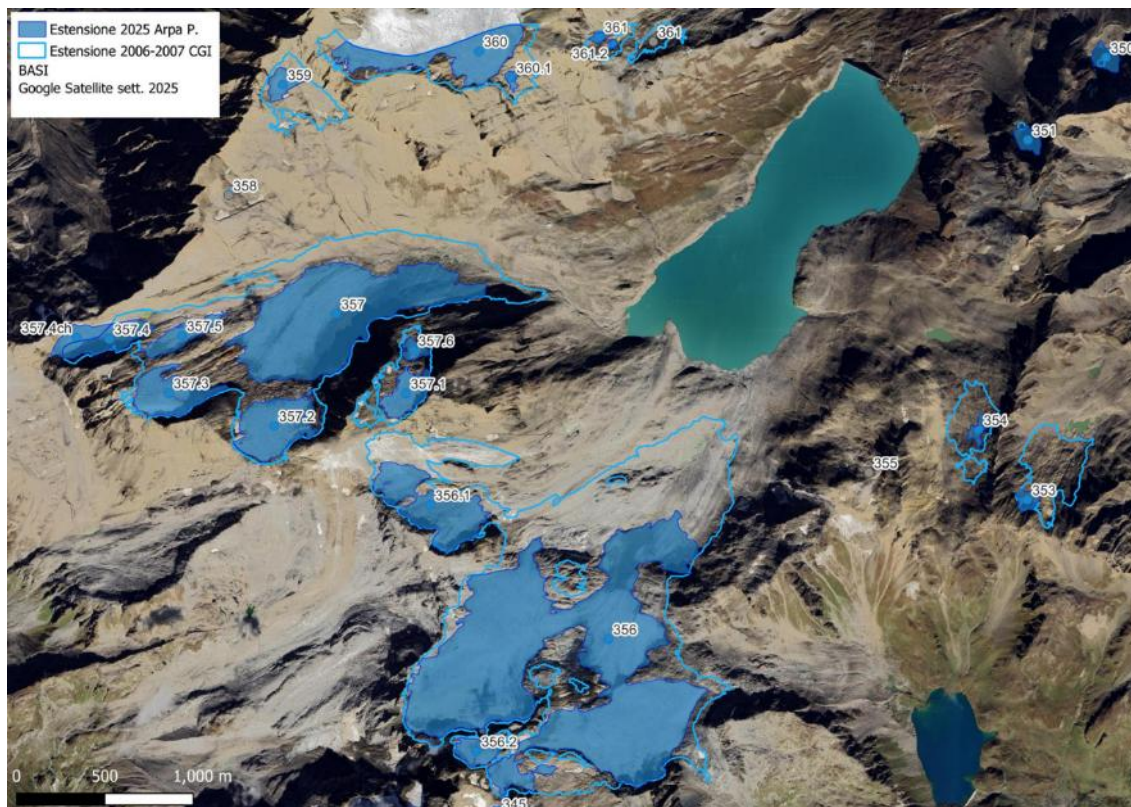


Figura 120 – Fluttuazioni nell'estensione del lago dal 2006 al 2025

L'area del **Sabbione**, in alta Val Formazza, ampiamente glacializzata, ha visto nel XXI secolo una forte trasformazione di tutti i ghiacciai, con perdite eccezionali e smembramento dei corpi glaciali principali. Nel catasto 2006, gli 8 ghiacciai censiti occupavano una superficie complessiva di 4.8 km². Nell'aggiornamento 2025, si annovera l'estinzione del Gh. dei Camosci Orientale (361.1) e i corpi glaciali censiti sono 17, per una superficie complessiva di 2.4 km², quasi dimezzata rispetto al 2006.



Cod. CGI	Ghiacciaio	Superficie 2006 m ²	Superficie 2025 m ²	Variazione 2006-2025 m ²	Variazione %
353	Ban	138964	10312	-128652	93
354	Gemelli di Ban	89386	10822	-78564	88
356	Sabbione Meridionale	2655619	1240822	-1239398	47
357.1	Punta Hohsand	123395	43858	-67374	55
357	Sabbione Settentrionale	1376184	487916	-600680	44
359	Blindenhorn Inferiore	108301	20747	-87554	81
360	Blindenhorn Superiore	264364	142638	-116350	44
361	Camosci	30810	4955	-24063	78
361.1	Camosci Orientale	24395	0	-24395	100
	TOTALE km²	4.79	2.44	-2.34	49

Figura 121 – Ghiacciai censiti nell'area del lago del Sabbione, confronto tra catasto 2006 (fonte CGI) e 2025 (fonte ARPA Piemonte)

Il grande corpo del ghiacciaio Settentrionale del Sabbione, esteso per 1.4 km² nel 2006, si trova ora diviso in cinque settori separati da fasce rocciose (Figura 122). La lingua non è più alimentata da monte e registra le maggiori perdite areali. La suddivisione ha imposto una nuova numerazione che coinvolge anche il ghiacciaio di Punta Hohsand, separato dal settentrionale almeno dagli anni 80 del secolo scorso.

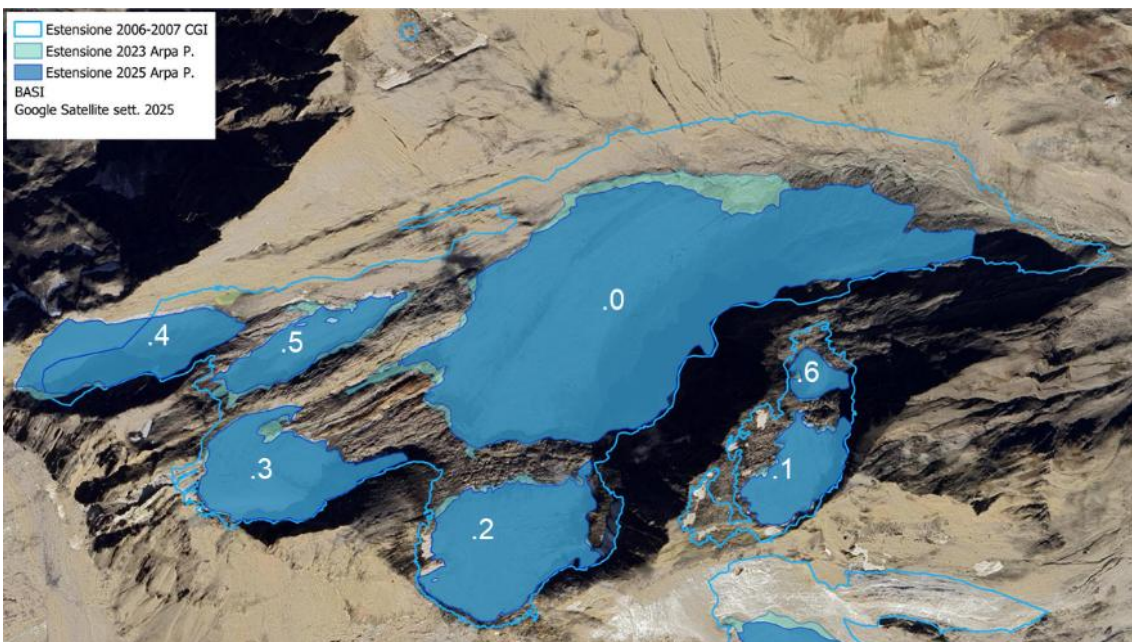
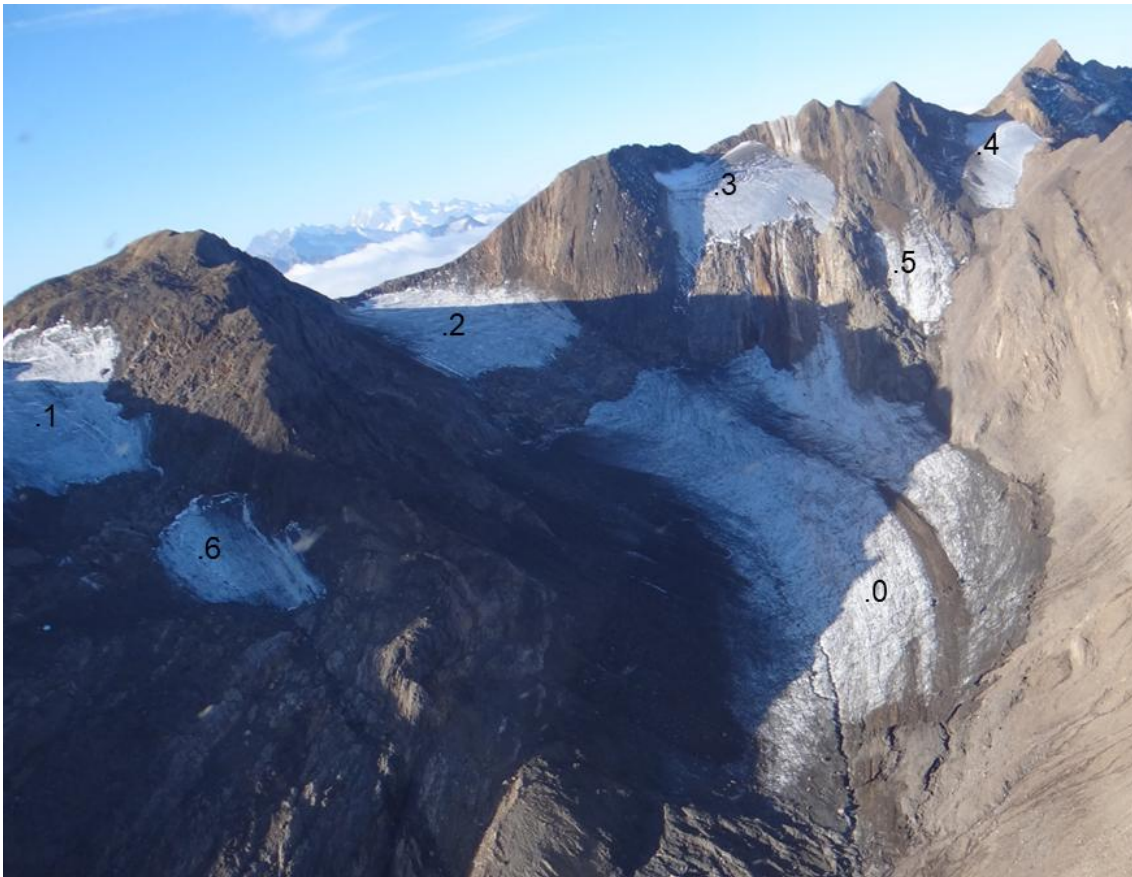


Figura 122 – Ghiacciaio Settentrionale del Sabbione (codice CGI 357) smembrato in corpi separati a seguito della recente contrazione ed assottigliamento della grande lingua ancora continua nel 2006. Foto in alto sorvolo del 4/10/2023 (Foto L. Paro); ortofoto in basso Google Satellite sett. 2025.

La grande lingua del ghiacciaio Meridionale del Sabbione, ancora attivamente alimentata nel 2006, ha gradualmente perso gli apporti dei bacini da NW (“a” in Figura 123), in ultimo si è perso il collegamento con il corpo di sinistra (b) e l’unica alimentazione è ormai molto ridotta (c). Ormai prossima la separazione con il ghiacciaio del Lebedum (d) e con la calottina sommitale (e) sul versante Est della Punta d’Arbola.

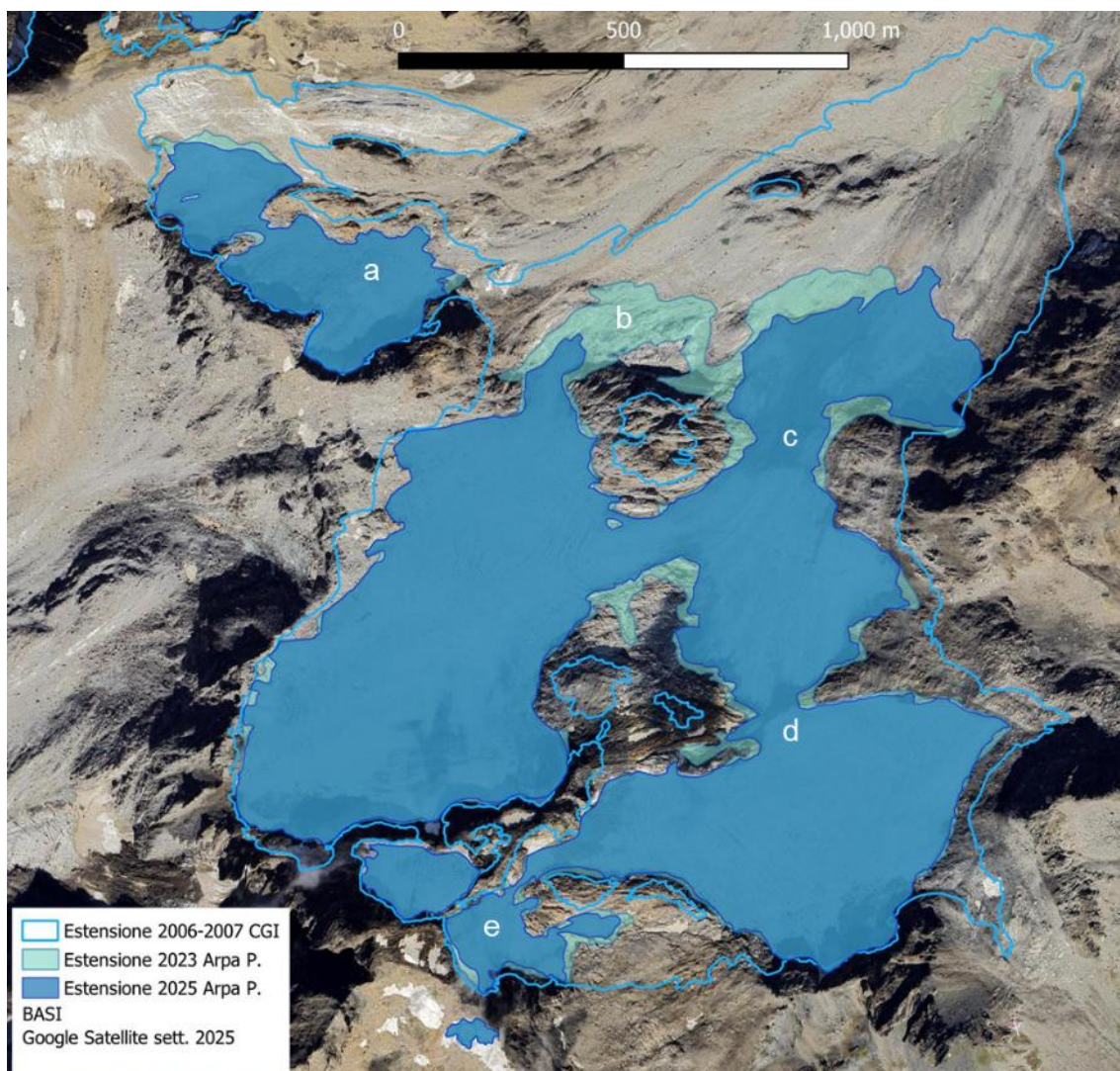
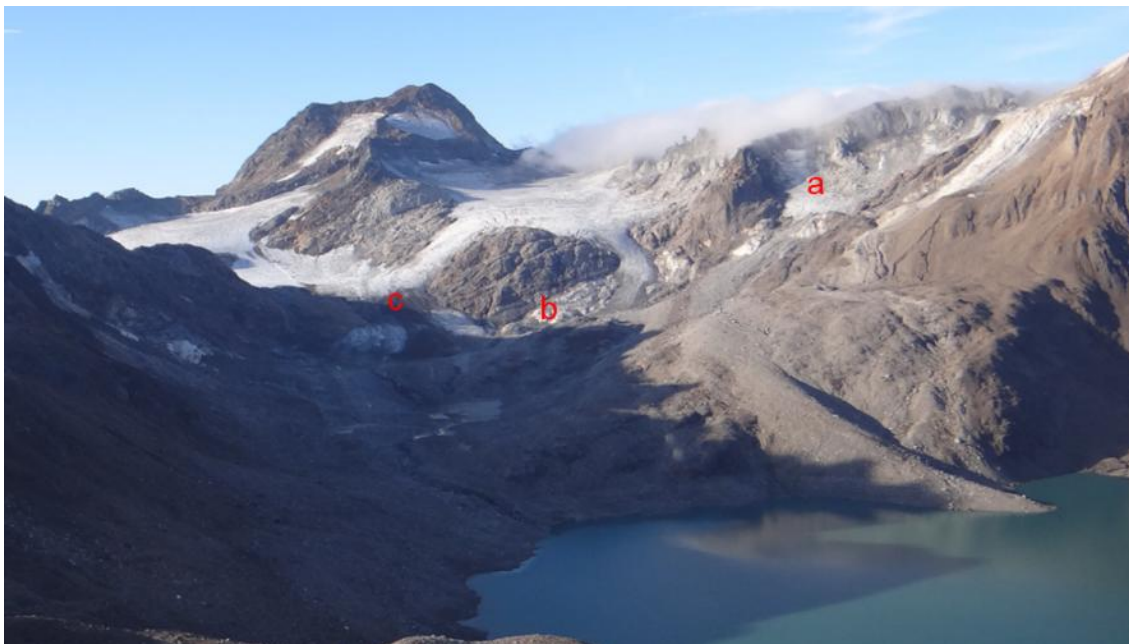


Figura 123 – Ghiacciaio Meridionale del Sabbione (codice CGI 356) in forte contrazione. Foto in alto sorvolo del 4/10/2023 (Foto L. Paro); ortofoto in basso Google Satellite del 16/09/2025.



Figura 124 – Ghiacciaio Meridionale del Sabbione, fianco sinistro, la lingua che oltrepassa la balza rocciosa di quota 2750 m è sempre più esigua, riducendo fortemente l'alimentazione della fronte sottostante (foto L. Paro, 08/10/2025).



Figura 125 – Ghiacciaio Settentrionale del Sabbione, disarticolato in corpi glaciali separati e non più in connessione fra loro (foto L. Paro, 08/10/2025).

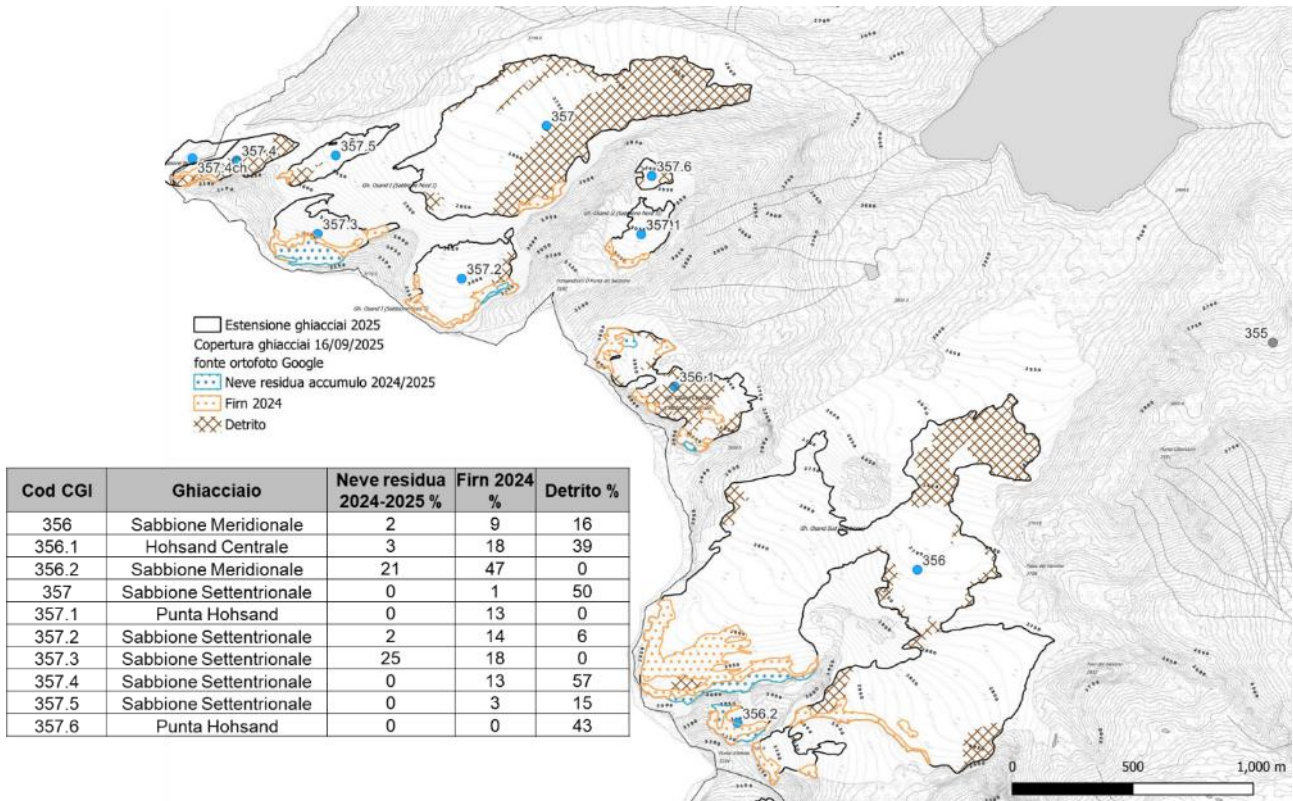


Figura 126 – L'analisi della copertura a fine stagione di ablazione 2025 mostra una limitata presenza di neve residua 2024/2025; più abbondante il residuo 2023/2024.

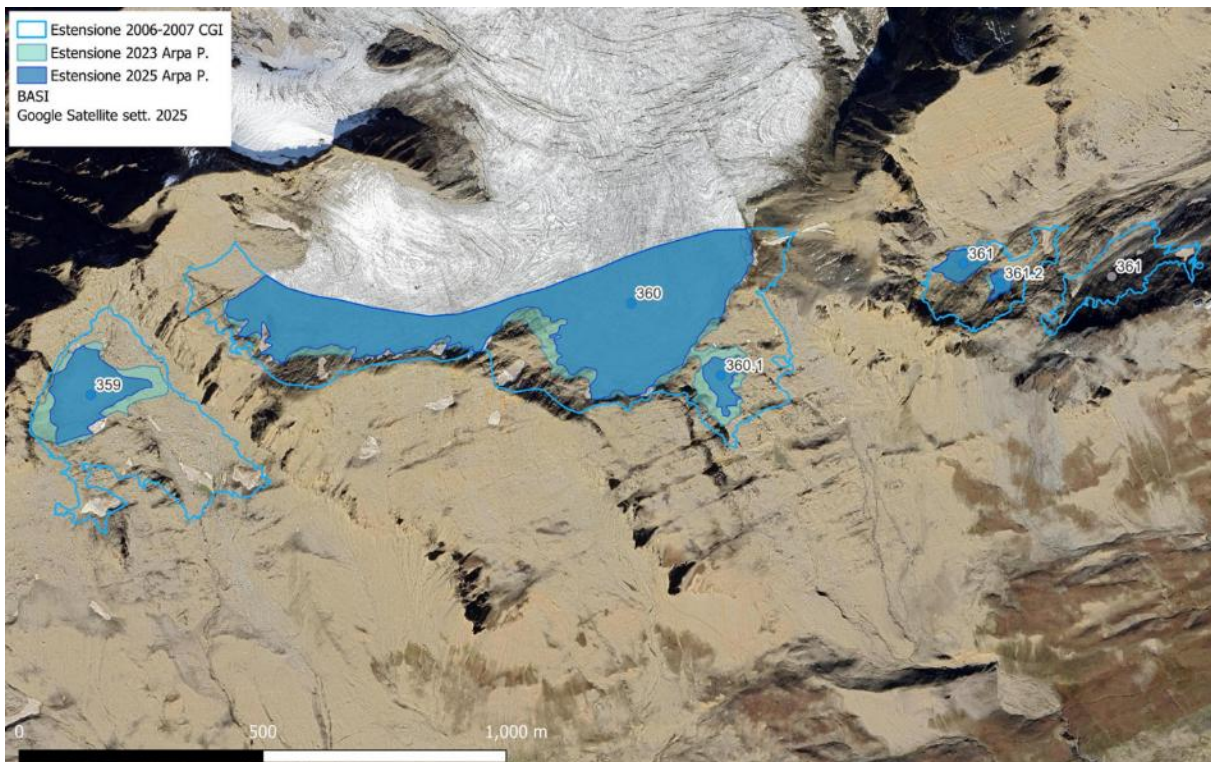


Figura 127 – Continuo ritiro della calotta sommitale del Blindenhorn superiore che vede la separazione di un piccolo corpo denominato 360.1. Il ghiacciaio dei Camosci è ormai ridotto a due placche di glacionevato sepolte da detrito.

4. I prodotti

Vengono riportati in sintesi i principali prodotti scientifici e divulgativi redatti dal personale di Arpa Piemonte, relativamente alle tematiche oggetto della presente relazione, nel 2025.

WEB

NEWS ARPA: <https://www.arpa.piemonte.it/notizia/giornata-internazionale-della-montagna-2025>

<https://www.arpa.piemonte.it/notizia/arpa-piemonte-ha-accompagnato-carovana-dei-ghiacciai-al-rifugio-gastaldi>

<https://www.arpa.piemonte.it/notizia/giornata-internazionale-della-montagna>

News SNPA: <https://www.snpambiente.it/notizie/snpa/arpa-piemonte/la-prima-giornata-mondiale-dei-ghiacciai/>

Convegni/seminari:

Alberto W., Bormioli D., Faletto M., Lanteri L., Paro L., Re Fiorentin G., Salandin A., Viglietti D. & Schiavon G. (2025). Trasformazioni in atto del versante Est del Monte Rosa - Le attività di Arpa Piemonte. Convegno internazionale ed evento conclusivo anno Internazionale dei Ghiacciai “Ghiacciai, Permafrost, Neve E Acqua”. 11 dicembre 2025, Forte di Bard (AO). Sessione Poster

Alberto W., Bormioli D., Faletto M., Lanteri L., Paro L., Re Fiorentin G. & Salandin A. (2025). Campagna glaciologica 2025 di Arpa Piemonte. Riunione invernale Fondazione Glaciologica Italiana, Milano, 21 novembre 2025. Presentazione orale

Alberto W. (2025). Attività di monitoraggio dei fenomeni franosi in ambiente alpino con esempi di studio sulle Alpi piemontesi. “RETURN” – SPOKE 1 Dissemination Workshop: “Il rischio idrogeologico in ambiente alpino: inquadramento, casi di studio e scenari futuri”, Val di Chy (TO), 24 ottobre 2025. Presentazione orale

Salandin A. & Alberto W. (2025). La fotogrammetria speditiva per il monitoraggio dell'ambiente glaciale piemontese. Workshop “Il monitoraggio dei ghiacciai italiani. Esperienze e confronti”. Comitato Glaciologico Italiano, Padova, 4 luglio 2025. Presentazione orale

Alberto W. (2025). Aggiornamento del catasto dei ghiacciai del Piemonte. “Incontro di coordinamento della campagna glaciologica nelle Alpi Occidentali”, Comitato Glaciologico Italiano, Cogne, 21 giugno 2025. Presentazione orale

Pubblicazioni:

Alberto W., Bormioli D., Faletto M., Lanteri L., Paro L., Re Fiorentin G., Viglietti D. & Salandin A. (2025). Fenomeni recenti di instabilità dell'ambiente glaciale piemontese. *Nimbus*, 93, 118-126.

Cat Berro D., Mercalli L., Fornengo F., Alberto W., Perotti L. & Parizia F. (2025). Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso): evoluzione nel decennio 2016-2025. *Nimbus*, 93, 54-79.

Schede consegnate alla Fondazione Glaciologica italiana:

Campagna glaciologica	N° schede	N° integrazioni	Totale
2022	10	6	16
2023	20	9	29
2024	11	4	15
2025	22	-	22

Tabella 15 – Schede ed integrazioni alle schede consegnate al CGI

5. Considerazioni di sintesi

Anche nel 2025 l'Agenzia ha svolto la campagna annuale di osservazione e monitoraggio dell'ambiente glaciale piemontese. Oltre allo stato complessivo dei ghiacciai, lo scopo ha previsto la valutazione delle instabilità in atto, già conosciute, e l'identificazione dell'insorgere di nuove. Il Tavolo Tecnico nazionale **"Rischio connesso ai fenomeni di dissesto in ambienti glaciali e periglaciali"** coordinato dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale ha definito i criteri per il monitoraggio dei ghiacciai, illustrati in un documento tecnico⁵ presentato il 16 dicembre 2025. Nel sottogruppo "Conoscenza" l'Agenzia ha contribuito fornendo esempi applicativi sui temi delle tecniche fotogrammetriche speditive per la cartografia e il monitoraggio dei rischi naturali in ambiente glaciale e dell'aggiornamento del catasto regionale ghiacciai.

Sulla base delle indicazioni del tavolo tecnico, ARPA Piemonte ha svolto la campagna glaciologica 2025 d'intesa con la Fondazione Glaciologica Italiana, con cui si hanno avuti momenti di incontro istituzionale e numerosi momenti di collaborazione e confronto.

Nella programmazione dei tempi e dei modi di rivisitazione dei ghiacciai si è seguito il piano di monitoraggio definito l'anno passato (cfr. Relazione annuale 2024), articolato in pluriennale, annuale e biennale sulla base della distanza dalle aree di frequentazione antropica e del grado di evoluzione della dinamica morfologica. Tra i mesi di luglio e novembre 2025 sono state condotte 14 missioni di osservazione e monitoraggio dell'ambiente glaciale piemontese: su 161 corpi glaciali totali, ne sono stati visitati 110. Di questi 11 sono stati raggiunti con sopralluoghi diretti mentre un centinaio sono stati osservati dall'alto con sorvoli da elicottero. Il Settore Protezione Civile della Regione Piemonte ha fornito la logistica aerea per una copertura quasi totale del territorio glacializzato piemontese.

Oltre al monitoraggio qualitativo attraverso il confronto fotografico tra l'aspetto del ghiacciaio degli anni scorsi e l'attuale, per 50 ghiacciai è stato elaborato il modello 3D fotogrammetrico che ha permesso un confronto quantitativo delle trasformazioni avvenute. I poligoni dei limiti dei ghiacciai sono stati aggiornati alla situazione del 2025 (periodo fine agosto-ottobre) utilizzando le ortofoto rilevate nei voli fotogrammetrici e, in assenza di queste, le ortofoto satellitari disponibili online (Google Satellite): nel complesso sono stati aggiornati 150 poligoni su 161, pari al 93% della superficie glacializzata. I dati aggiornati confluiscono nel geoportale istituzionale, layer ghiacciai edizione 2026. Il confronto con i limiti dei ghiacciai rilevati nella precedente edizione (aggiornamento 2022-2024) ha indicato:

- 108 ghiacciai (67% del totale) in contrazione, per complessivi 0.59 km² persi; tra questi, 13 ghiacciai hanno subito una riduzione areale compresa tra un ettaro e 4 ettari mentre la maggiore perdita è stata registrata dal ghiacciaio Meridionale del Sabbione (0.16 km² persi, pari al 11.5% della sua superficie). Alcuni piccoli corpi glaciali hanno perso una percentuale significativa della loro superficie (Blindenhorn Inferiore: -33%; Castelfranco: -28%). La perdita media, per ghiacciaio, tra le due campagne di misura è pari a quasi 5500 m² che si riduce a 2600 m² se si considera la perdita media annua.
- 31 ghiacciai (19% del totale) in sostanziale stabilità dovuta a due differenti condizioni: ghiacciai completamente coperti da detrito per cui è difficile riconoscere variazioni annuali dei limiti oppure ghiacciai che sono risultati completamente coperti da neve; in questa categoria rientrano alcuni ghiacciai coperti da neve recente al momento della visita e altri coperti da neve residua, in particolare dell'annata 2023-2024.
- 10 ghiacciai (6% del totale) hanno registrato un aumento della superficie; si tratta di ghiacciai per cui i limiti sono stati aggiornati sulla base di nuove evidenze, quali ad esempio l'affioramento di ghiaccio sepolto da detrito all'esterno dei precedenti limiti; in altri casi si tratta della correzione di errori di georeferenziazione delle ortofoto utilizzate in precedenza.
- 11 ghiacciai (7% del totale) non sono stati rilevati.

⁵ <https://www.protezionecivile.gov.it/it/pubblicazione/rischio-glaciale-e-periglaciale-ambiente-alpino-un-quadro-metodologico/>

- Stato ghiacciai al 2025
- contrazione
 - stazionari
 - superficie aggiornata (vedi testo)
 - non rilevati

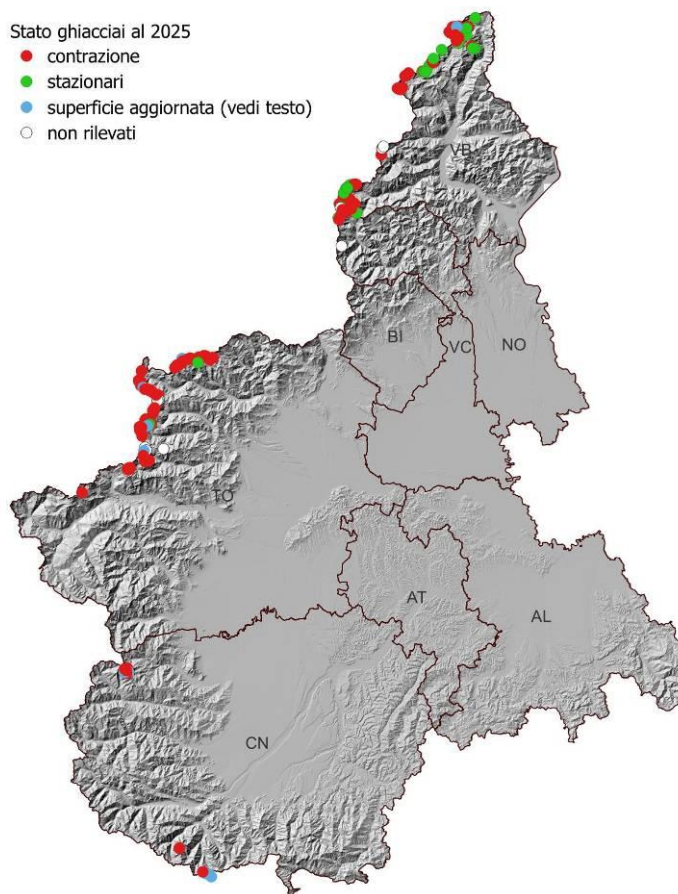


Figura 128 – Stato dei ghiacciai a termine della campagna 2025 ed in riferimento alla precedente campagna (rilievi 2022-2024)

Anno	Superficie totale km ²	Periodo delle misure	Fonte
1958	55.84	1957-1958	Fondazione Glaciologica Italiana
1983	66.74	1975-1983	WGMS-WGI
2006	30.29	2006	Fondazione Glaciologica Italiana
2010	28.46	2010	Smiraglia e Diolaiuti (2015) Università di Milano
2024	22.38	2022-2024	Arpa Piemonte e Fondazione Glaciologica Italiana
2025	21.82	2022-2025	Arpa Piemonte e Fondazione Glaciologica Italiana

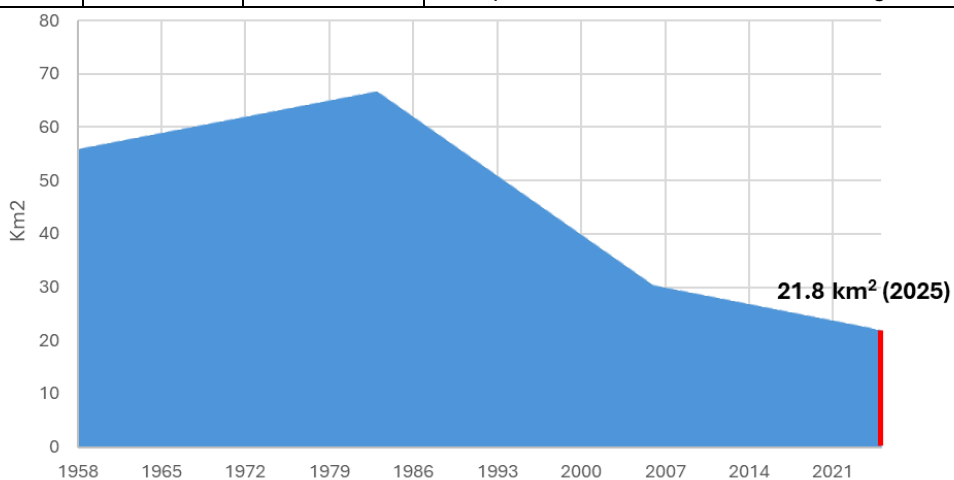


Figura 129 – Superficie glacializzata del Piemonte. Il dato 2025 è il minore registrato dall'inizio della serie storica (1958).

L'arretramento frontale è stato misurato in sito per due ghiacciai (Bessanese e Ciamarella) con valori contenuti entro i 7 m (rispetto al 2023); invece, attraverso la fotogrammetria è stato misurato un arretramento medio di oltre 14 m in un anno, su 5 ghiacciai distribuiti tra le Alpi Graie e Pennine.

Le risultanze dei rilievi 2025 hanno permesso di aggiornare la *baseline* dei ghiacciai piemontesi, il livello minimo ed uniforme di conoscenza che comprende informazioni geografiche sull'ubicazione, sulla tipologia e sulla correlazione con eventi di instabilità.

Nel 2025 si è mantenuta la rete di collaborazioni con i diversi attori in campo glaciologico (CNR-IRPI, Fondazione Glaciologica Italiana-CGI, Società Meteorologica Italiana-SMI, Parco Nazionale Gran Paradiso-PNGP, Protezione Civile Regionale) all'interno della quale ARPA Piemonte può svolgere un ruolo di coordinamento per le attività di osservazione e monitoraggio dei ghiacciai piemontesi. In tale contesto si è consolidata la collaborazione con il CGI a cui ARPA Piemonte aderisce come membro dal dicembre 2023: a termine della campagna glaciologica 2025 sono state consegnate 22 schede ghiacciai.

Arpa Piemonte con i suoi esperti è stata presente alla tappa piemontese della *Carovana dei Ghiacciai 2025*, la campagna internazionale promossa da Legambiente e CIPRA (Commissione Internazionale per la Protezione delle Alpi) con la partnership scientifica del Comitato Glaciologico Italiano (CGI).

Le risultanze degli studi sono state presentate in consessi scientifici e non, nello specifico:

- Workshop “Il monitoraggio dei ghiacciai italiani. Esperienze e confronti”. Comitato Glaciologico Italiano, Padova, 4 luglio 2025, presentazione orale;
- Riunione invernale Fondazione Glaciologica Italiana, Milano, 21 novembre 2025, presentazione orale;
- Riunione progetto MOHYCAM, Macugnaga, 27 novembre 2025, presentazione orale;
- Convegno internazionale ed evento conclusivo anno Internazionale dei Ghiacciai “Ghiacciai, Permafrost, Neve E Acqua”. 11 dicembre 2025, Forte di Bard (AO), poster;
- Notizia Arpa per la giornata internazionale della Montagna, 11 dicembre 2025;
- Articolo Nimbus n°93, pagg. 118-126: Fenomeni recenti di instabilità dell'ambiente glaciale piemontese.
- Articolo Nimbus n°93, pagg. 54-79: Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso): evoluzione nel decennio 2016-2025.

Nel contesto di cambiamento climatico, la ripetizione annuale delle campagne sta fornendo solide basi per lo studio dell'ambiente alpino di alta quota, rafforzando la conoscenza delle dinamiche geomorfologiche in rapida evoluzione, anche in ambiti diversamente non accessibili.