

# GHIACCIAIO DEL GRAND ETRÈT

## BILANCIO DI MASSA 2024-2025

*Stefano Cerise*      *Alberto Rossotto*  
*Alberto Peracino*      *Stefano Drigo*

Hanno collaborato:

**Mattia Alessi**  
**Chiara Caminada**  
**Yannik Gerard**  
**Jean Laurent Jordaney**  
**Raffaella Miravalle**  
**Valerio Sedran**  
**Vallet Rudy**  
**Umberto Morra di Cella (ARPA VdA)**  
**Federico Grosso (ARPA VdA)**

## Oscillazioni frontali annuali 1997-2025

<i>Data controllo</i>	<i>Misura</i>	<i>Variazione</i>	<i>Innevamento della fronte</i>
21/9/1997	19,5 m		
16/9/1998	31,5 m	- 12 m	
14/10/1999	42,0 m	- 10,5 m	
9/9/2000	52,0 m	- 10 m	
8/10/2001	Innevato		La neve residua a ridosso della fronte impedisce una corretta misurazione. Placche di nevato di una certa consistenza sotto il corpo glaciale.
7/9/2002	52,0 m	0 m	Presso la fronte, in destra centrale, accumulo di nevato di notevoli dimensioni.
7/9/2003	75,0 m	- 23 m	
12/9/2004	79,0 m	- 4 m	
14/9/2005	80,5 m	- 1,5 m	Al centro accumulo di nevato di origine valanghiva presente fino alla fine di agosto; in destra frontale altro accumulo di nevato della stessa origine.
8/9/2006	100,5 m	- 20 m	
8/9/2007	110 m	-9,5 m	
16/9/2008	120,5 m	-10,5 m	
5/9/2009	innevato		Non si è registrato un ritiro frontale a causa dell'accumulo valanghivo sulla fronte
14/9/2010	innevato		Un accumulo valanghivo in destra centrale ha raggiunto e coperto la fronte ed ha impedito la misurazione.
10/9/2011	122,5 m	-2 m	
16/9/2012	innevato		Assenza quasi completa del nevato residuo tranne due placche di origine valanghiva ancora collegate alla fronte che impediscono la misurazione.
21/9/2013	128,5 m	-6 m	
21/9/2014	61,5 m	-19 m	
19/9/2015	89,5 m	-28 m	
4/9/2016	104 m	-14,5 m	
17/9/2017	innevato		Non si è registrato un ritiro frontale a causa dell'accumulo valanghivo sulla fronte
7/9/2018	234 m	-130 m	La roccia montonata emergente ha provocato una grossa frattura frontale con formazione di un'isola di ghiaccio morto nel ripiano frontale.
18/9/2019	19 m	-5 m	
16/09/2020	19 m	0 m	Nonostante l'evidente appiattimento della zona frontale non si rileva arretramento rispetto al 2019
17/09/2021	23 m	-4 m	
16/09/2022	47 m	-24 m	
20/09/2023	62 m	-15 m	
17/09/2024	innevato		Una sottile fascia di nevato residuo in prossimità della zona frontale impedisce le operazioni di misura
18/09/2025	innevato		Un'ampia fascia di nevato impedisce le operazioni di misura

La fronte del Ghiacciaio del Grand Etrêt è arretrata di **348,5** metri dal 1997 anno di inizio delle misurazioni frontali (ultima misura 2023).

## Ghiacciaio del Grand Etrèt



07 settembre 2025

134 Grand Etrèt 35 mm 190° 32T 0360920 5038715 m 2685

foto Stefano Drigo

18 settembre 2025

Quota minima fronte : non misurata per innevamento stagionale residuo

Coordinate UTM-WGS84 del segnale di misura DM2: 5037808 N 360820 E a quota 2714 m s.l.m.

*Operatori:* Drigo S., Jordaney J.L., Peracino A., Rossotto A.

L'ottimo accumulo nevoso rilevato a fine maggio sul ghiacciaio ha limitato gli effetti della stagione estiva caratterizzata da ondate di caldo intenso alternate a periodi più freschi.

Al sopralluogo intermedio del 12 agosto il ghiacciaio si presentava ancora in parte innevato. 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.





*12 agosto 2025, ancora un discreto innevamento presente*

*foto Stefano Drigo*

Il 18 settembre, durante l'avvicinamento al ghiacciaio, sono stati incontrati nevai residui di valanghe. Sono state osservate altresì alcune placche di nevato risalenti alla scorsa stagione 2023-2024, riconoscibili per il colore rossastro della neve effetto degli ingenti depositi di polveri sahariane (come quelle visibili in basso a sinistra nella foto di insieme del ghiacciaio del 07 settembre).



*18 settembre 2025*

*residui di valanga*

*foto Alberto Rossotto*



Sul ghiacciaio si sono conservate 3 aree di nevato stagionale:

- in prossimità della fronte (impedendone la misura) e fino poco sotto la palina I, per una superficie di 1336 m<sup>2</sup> (in parte rilevata con il GPS e in parte stimata sulla base del margine frontale rilevato nel 2023) con uno spessore medio di 85 cm (stimato sulla base di diversi sondaggi);
- dalla quota di circa 2875 m, a cavallo tra le aree delle paline III e IV, per una superficie di 2153 m<sup>2</sup> (1994 m<sup>2</sup> area palina III e 159 m<sup>2</sup> area palina IV), rilevata con il GPS, con uno spessore medio di 50 cm, stimato sulla base di diversi sondaggi;
- al di sopra della palina V, oltre la quota media di 3050 m e fino al limite superiore del ghiacciaio, per una superficie di 23700 m<sup>2</sup> (rilevata con il GPS) con uno spessore medio di 110 cm, stimato sulla base di diversi sondaggi. Il margine inferiore di questa fascia di nevato costituisce la ELA del ghiacciaio: 3050 m quota media.

Al di sotto della palina IV e fin verso la zona frontale è osservabile un sistema di più bédrières attive, seppur poco approfondite.

Una di queste termina nel “calderone”, che risulta essersi ampliato rispetto allo scorso anno, con una superficie di 1194 m<sup>2</sup> (rilevata e aggiornata con QGIS sulla base dell’ortomosaico 2025).

Il “calderone” appare per gran parte riempito da neve stagionale residua.



18 settembre 2025

il “calderone”

foto Alberto Rossotto



La “strozzatura” a 2940 m di quota si è ristretta di 5 metri rispetto lo scorso anno, e misura 52 metri di larghezza nel punto più stretto.

La crepaccia terminale si presenta quasi completamente chiusa.

In destra orografica alla quota di circa 2800 m, si è osservato un crollo recente, poco esteso, con blocchi di roccia di discrete dimensioni.



18 settembre 2025

*crollo di neoformazione in destra orografica*

*foto Alberto Rossotto*

L'indice AAR (*Accumulation Area Ratio* = Superficie di accumulo/Superficie ghiacciaio) è pari a **0,13**.

Nel corso delle misurazioni, è stato effettuato dagli operatori del Corpo di Sorveglianza del Parco il rilievo fotogrammetrico da drone, che, grazie al supporto tecnico di ARPA Valle d'Aosta, ha permesso di ottenere il modello digitale della superficie (DSM) e l'ortomosaico del ghiacciaio.





18 settembre 2025

*rilievo del "calderone" con GPS*

*foto Alberto Rossotto*



18 settembre 2025

*in salita sul ghiacciaio*

*foto Alberto Rossotto*





18 settembre 2025

*zona frontale coperta da nevato*

*foto Alberto Rossotto*



18 settembre 2025

*fascia di nevato sommitale*

*foto Jean Laurent Jordaney*



**27 maggio 2025, determinazione dell'equivalente in acqua della neve accumulata in corrispondenza delle paline ablatometriche**



27 maggio 2025

*risalendo sul fianco del "calderone"*

*foto Alberto Rossotto*

Il rilievo dell'accumulo nevoso sul Ghiacciaio del Grand Etrèt è stato effettuato martedì 27 maggio 2025, con condizioni meteorologiche perfette.

Hanno preso parte al rilievo undici operatori del Corpo di Sorveglianza del Parco: Alessi M., Caminada C., Cerise S., Drigo S., Gerard Y., Jordaney J.L., Miravalle R., Peracino A., Rossotto A., Sedran V., Vallet R. e un operatore di ARPA Valle d'Aosta: Morra di Cella U.

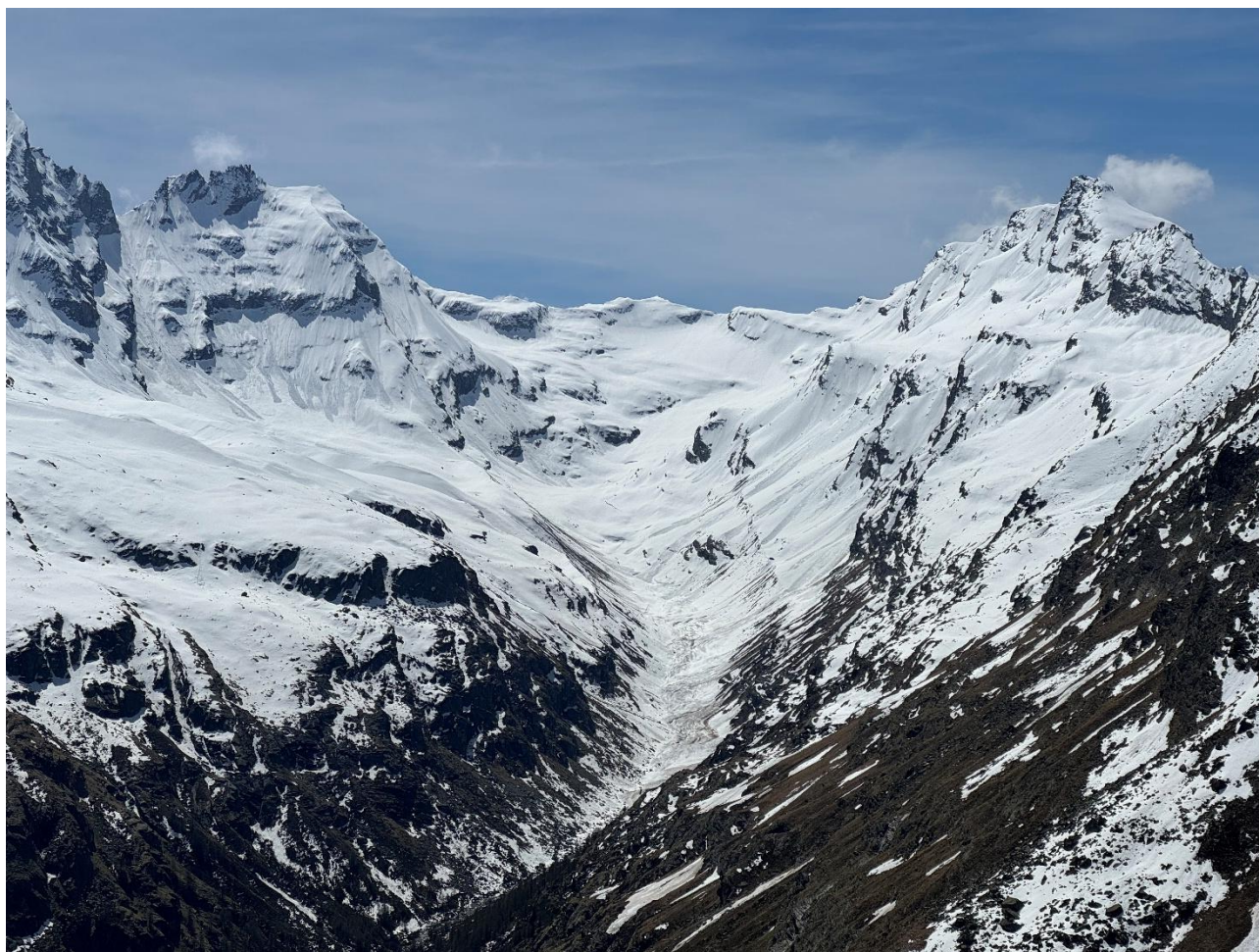
Il vallone si presentava molto ben innevato sopra i 2200 metri di quota ed è stato possibile calzare gli sci poco dopo i ruderi delle baite del Grand Etrèt.

Oltre tale quota la parte mediana del vallone appariva tormentata dai depositi delle numerose grandi valanghe scese dopo le abbondanti nevicate del 15/16/17 aprile 2025, che hanno apportato ingenti quantità di neve in quota. Queste precipitazioni tardive hanno fatto seguito ad un inverno non particolarmente nevoso per la Valsavarenche, avendo le perturbazioni interessato maggiormente le dorsali di confine di nord-ovest della Valle d'Aosta. Solo la parte alta del vallone ed il ghiacciaio presentavano neve non intaccata da valanghe, con firn primaverile di buona qualità per lo sci-alpinismo.

Il “calderone” appariva quasi del tutto riempito di neve, per effetto delle abbondanti nevicate di aprile e dei forti venti nordoccidentali che hanno caratterizzato gran parte dell’inverno e delle primavera 2024-2025.

A differenza dello scorso anno non si sono osservate rilevanti deposizioni di polvere sahariana nel manto nevoso.

In occasione delle operazioni di misura, l’operatore di ARPA Valle d’Aosta Umberto Morra di Cella ha eseguito il rilievo fotogrammetrico aereo da drone per ottenere il modello digitale della superficie glaciale innevata, e calcolare, per differenza di quote rispetto al DSM del 17 settembre 2024, l’accumulo nevoso geodetico, da confrontare con il metodo glaciologico diretto tradizionalmente impiegato per il Ghiacciaio del Grand Etrèt.



24 maggio 2025

*il vallone del Grand Etrèt*

*foto Stefano Cerise*





27 maggio 2025

*itinerario di salita tormentato dalle valanghe*

*foto Alberto Rossotto*



27 maggio 2025

*il settore superiore del ghiacciaio*

*foto Alberto Peracino*

Gli operatori, divisi in tre gruppi, hanno proceduto a scavare 5 pozzi da neve in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche di riferimento, individuate tramite strumento GPS.

La valutazione dell'accumulo di neve sul ghiacciaio è stata effettuata tramite sondaggio verticale ogni 20 cm sino al ghiaccio di ghiacciaio utilizzando il cilindro per carotaggio in alluminio standard modello AINEVA presso la palina ablatometriche I e III (per la palina I, a causa della neve molto compatta e dell'elevato spessore del manto nevoso riscontrato, è stato necessario stimare il peso della neve in profondità).

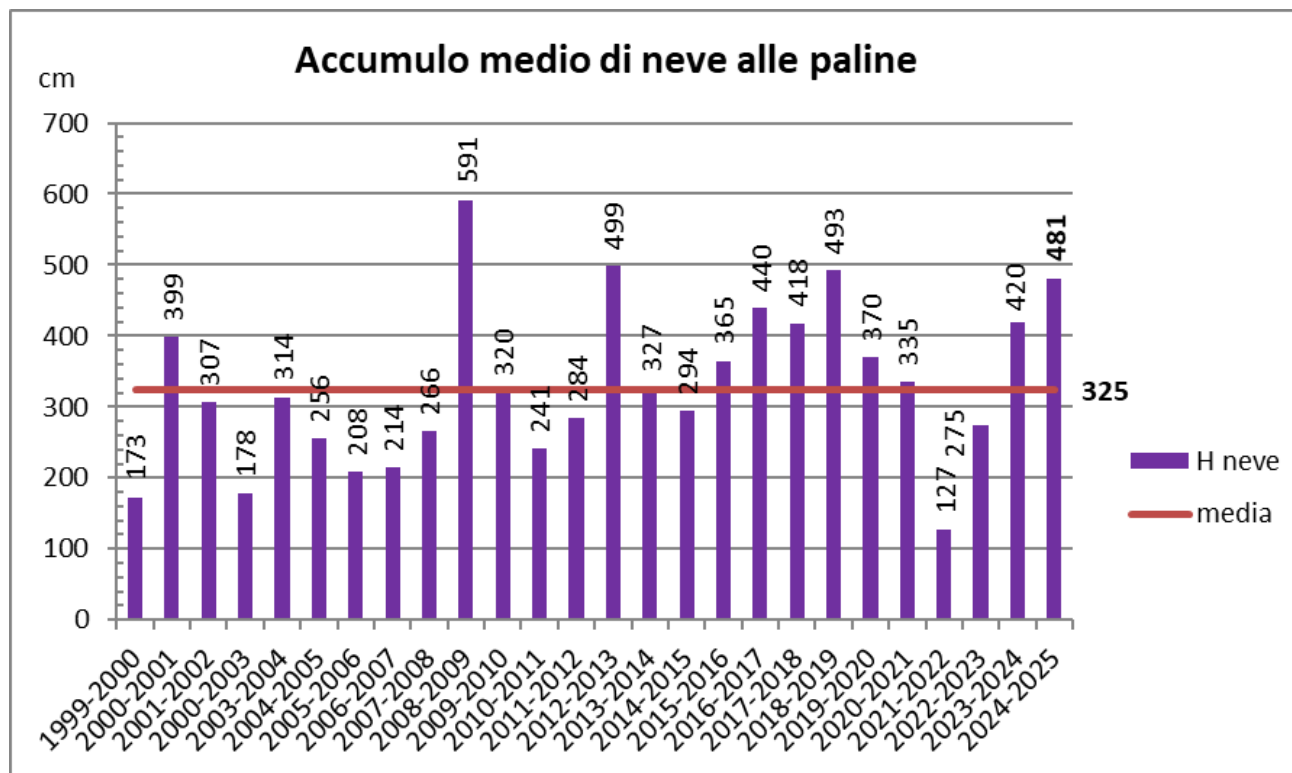
Presso le paline II, IV e V è stato utilizzato il Carotatore Enel Valtecne messo a disposizione dalla Società Meteorologica Italiana.

Tale carotatore consta di 6 segmenti cilindrici assemblabili tra loro mediante avvitatura; ogni segmento misura 50.0 cm di lunghezza e 6.0 cm di diametro.

L'accumulo nevoso ha fatto registrare i seguenti valori:

600 cm alla palina I  
440 cm alla palina II  
385 cm alla palina III  
530 cm alla palina IV  
450 cm alla palina V

L'accumulo medio di neve alle paline è risultato di **481 cm** (media aritmetica), superiore del 48% rispetto alla media del periodo 2000-2024 (325 cm). Tale valore rappresenta il quarto miglior dato della serie storica.





## Paline I e II – carotiere AINEVA

Per calcolare l'equivalente in acqua presso le paline I e III dove è stato impiegato il cilindro carotatore AINEVA si applica la seguente formula che fornisce il peso complessivo della neve che grava su m<sup>2</sup> di superficie (1kg/m<sup>2</sup> = 1 mm w.e.):

$$\sum_0^n 0,2 \rho$$

$n$  = altezza complessiva del manto nevoso che ricopre il ghiacciaio in corrispondenza delle paline ablatometriche [m]

0,2 = spessore dello strato [m]

$\rho$  = densità dello strato [kg/m<sup>3</sup>] = (P/V) x (L/h)

P = massa in kg della neve contenuta nel cilindro carotatore

V = volume del cilindro carotatore = 0,0005 m<sup>3</sup>

L = lunghezza del cilindro carotatore = 0,2 m

h = altezza di riempimento del cilindro

## Palina I

cm	Peso (kg)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	kg/m <sup>2</sup>
600-580	0,225	450	90
580-560	0,225	450	90
560-540	0,230	460	92
540-520	0,225	450	90
520-500	0,240	480	96
500-480	0,180	360	72
480-460	0,195	390	78
460-440	0,210	420	84
440-420	0,215	430	86
420-400	0,225	450	90
400-380	0,220	440	88
380-360	0,220	440	88
360-340	0,230	460	92
340-320	0,215	430	86
320-300	0,220	440	88
300-280	0,225	450	90
280-260	0,215	430	86
260-240	0,220	440	88
240-220	0,235*	470	94
220-200	0,275*	550	110
200-180	0,295*	590	118
180-160	0,275*	550	110
160-140	0,235*	470	94
140-120	0,215*	430	86
120-100	0,215*	430	86
100-80	0,215*	430	86
80-60	0,215*	430	86
60-40	0,215*	430	86

40-20	0,215*	430	86
20-0	0,215*	430	86
TOT.			2702

$2702 \text{ kg/m}^2 = 2702 \text{ mm w.e.}$ ; densità media:  $450 \text{ kg/m}^3$ ; \* peso stimato.

### Palina III

cm	Peso (kg)	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$\text{kg/m}^2$
385-365	0,205	410	82
365-345	0,240	480	96
345-325	0,230	460	92
325-305	0,245	490	98
305-285	0,245	490	98
285-265	0,180	360	72
265-245	0,225	450	90
245-225	0,230	460	92
225-205	0,220	440	88
205-185	0,260	520	104
185-165	0,220	440	88
165-145	0,225	450	90
145-125	0,225	450	90
125-105	0,225	450	90
105-85	0,195	390	78
85-65	0,210	420	84
65-45	0,210	420	84
45-25	0,235	470	94
25-05	0,280	560	112
05-00	0,300	600	30
TOT.			1752

$1752 \text{ kg/m}^2 = 1752 \text{ mm w.e.}$ ; densità media:  $460 \text{ kg/m}^3$

	MISURE CAROTATORE AINEVA		
Palina	Spessore neve cm	cm w.e.	Densità $\text{kg/m}^3$
I	600	270,2	450
III	385	175,2	460



## Paline II, IV, V – carotiere ENEL VALTECNE

La densità della neve è stata calcolata pesando ciascuna carota di neve ed applicando la seguente formula matematica:

$$d \text{ (kg/m}^3\text{)} = \text{Peso della carota (in kg)} / \text{Volume della carota (in m}^3\text{)}$$

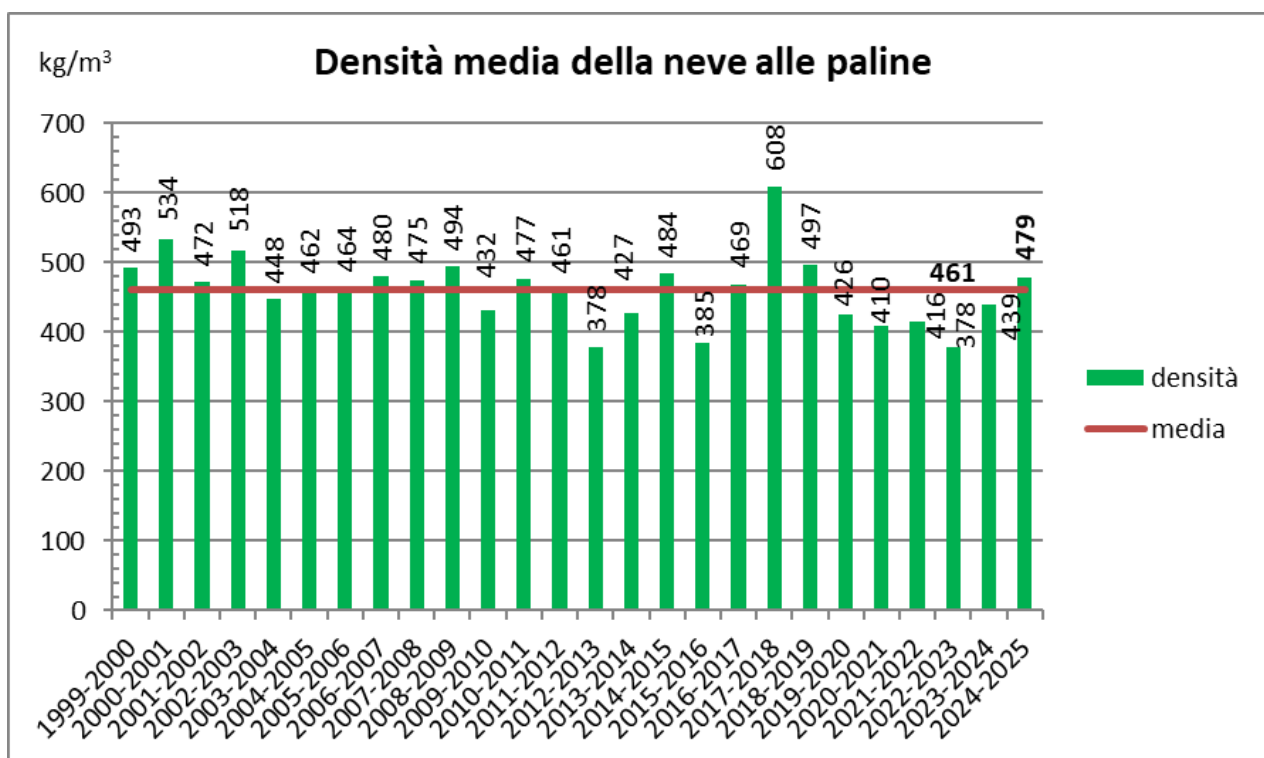
I pesi delle carote sono i seguenti:

- Palina II: 6,320 kg (carota 440 cm)
- Palina IV: 7,950 kg (carota 530 cm)
- Palina V: 5,640 kg (carota 450 cm)

Sono state rilevate pertanto le seguenti densità:

- 508 kg/m<sup>3</sup> alla palina II
- 531 kg/m<sup>3</sup> alla palina IV
- 444 kg/m<sup>3</sup> alla palina V

La densità media della neve rilevata presso le cinque paline risulta essere di **479 kg/m<sup>3</sup>** (media aritmetica), di poco superiore (circa il 4%) rispetto al valore medio del periodo 2000-2024 (461 kg/m<sup>3</sup>).

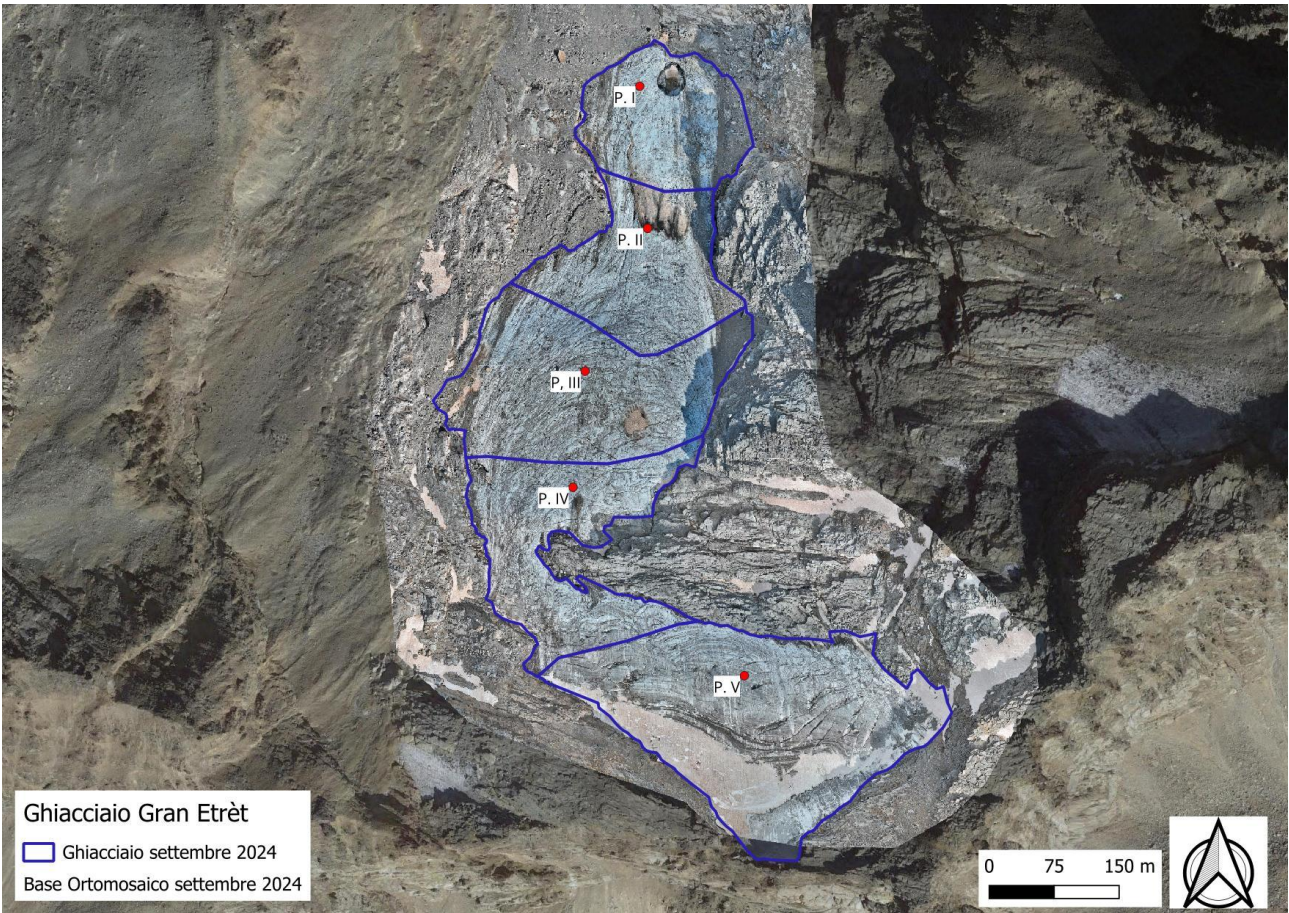


Per calcolare l’equivalente in acqua (w.e.) delle paline II, IV e V si applica la seguente formula che fornisce il peso complessivo della neve che grava sulla superficie della carota estratta (diametro 6.0 cm):

$$\text{w.e. (cm)} = (\text{peso neve in grammi}) / \{[(\text{diametro carota in cm} / 2)^2] \pi\}$$

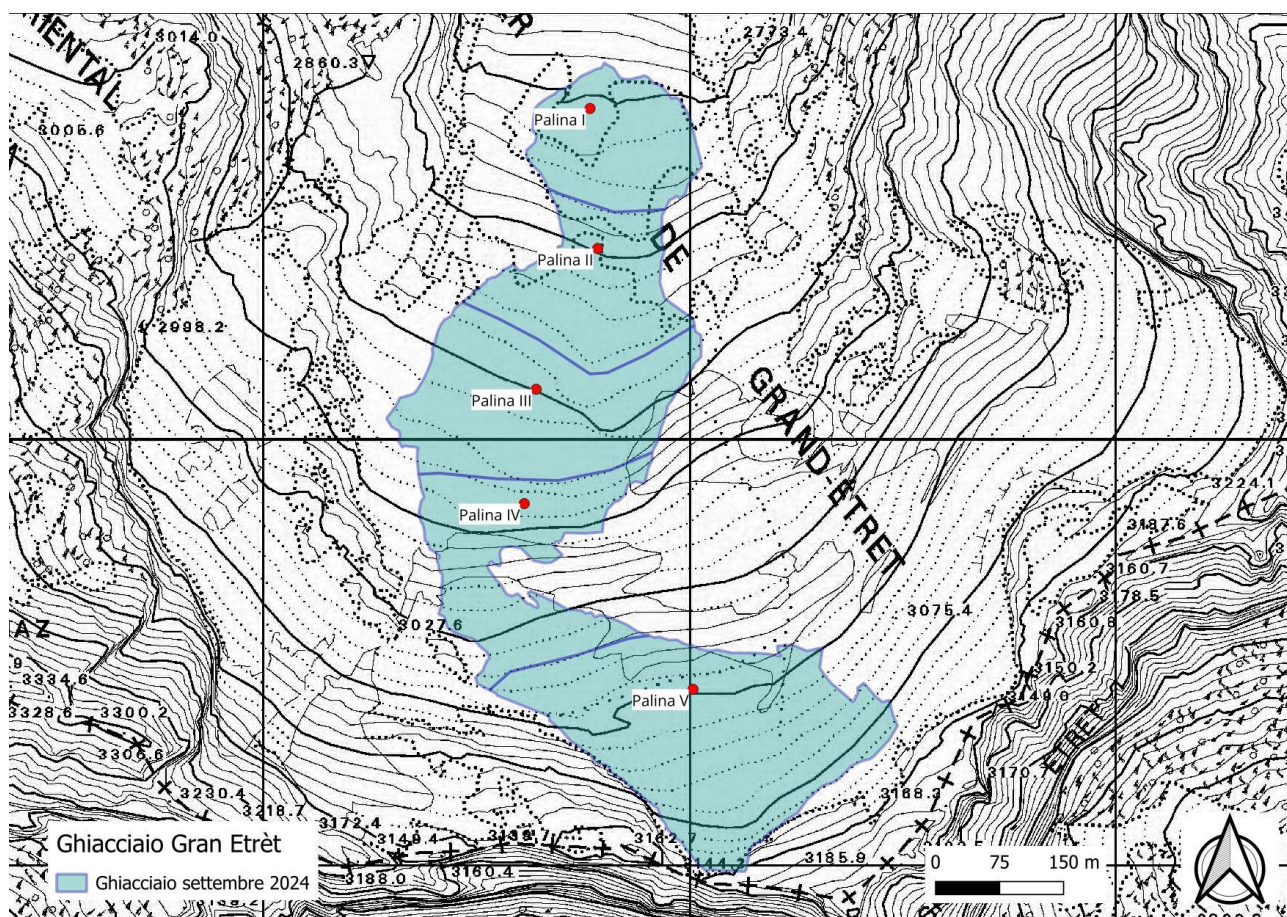
	MISURE CAROTATORE ENEL – Valtecne				
Palina	Spessore neve cm	Diametro carota cm	Peso neve g	cm w.e.	Densità kg/m <sup>3</sup>
II	440	6,0	6320	223,6	508
IV	530	6,0	7950	281,3	531
V	450	6,0	5640	199,6	444

La superficie glaciale aggiornata al 17 settembre 2024 è di 211034 m².



17 settembre 2024, ortomosaico RGB ottenuto da rilievo UAV con il profilo del ghiacciaio (elaborato a cura di Alberto Peracino con supporto tecnico di Arpa Valle d’Aosta)





Superficie glaciale rilevata il 17 settembre 2024 (elaborato a cura di Alberto Peracino sulla base dell'ortomosaico RGB ottenuto da rilievo UAV)

Le coordinate UTM WGS84, le nuove superfici e le quote rilevate il 17 settembre 2024 delle 5 paline di riferimento sono le seguenti:

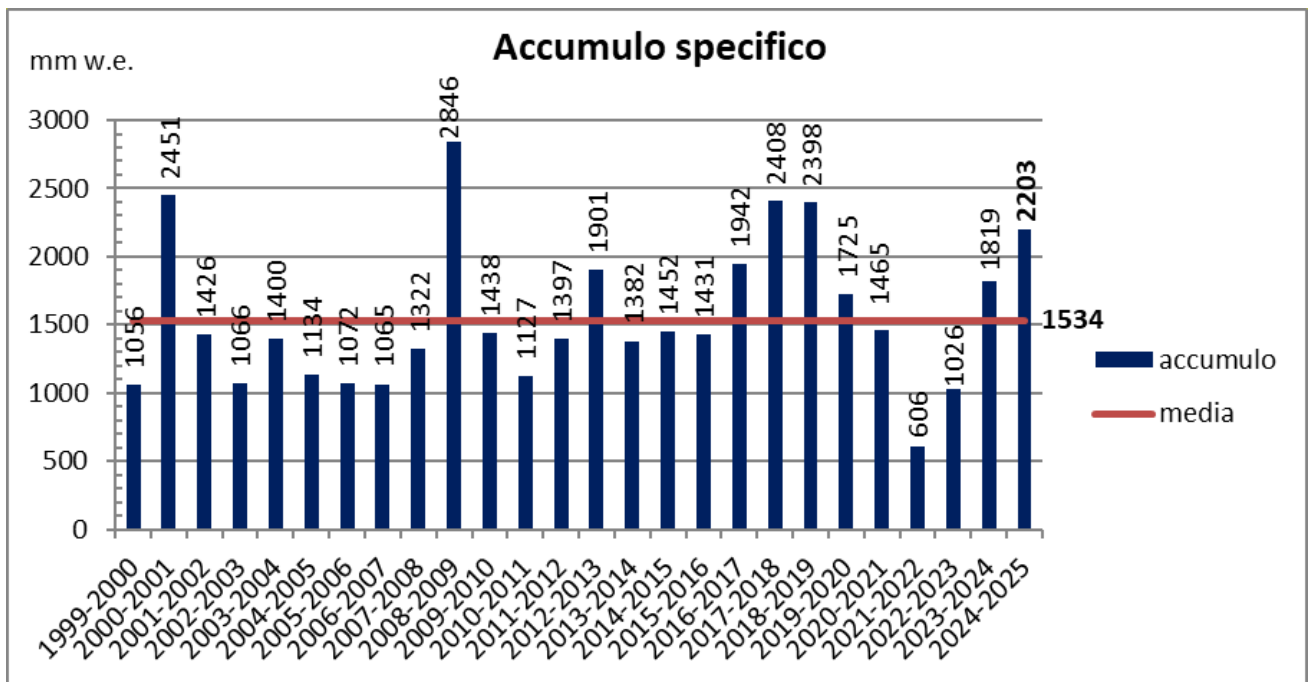
<i>n. palina</i>	<i>Coordinate</i>		<i>Quota</i>	<i>Superficie</i>
Palina I	32T	360803 5037689	2743 m	<b>25678 m<sup>2</sup></b>
Palina II	32T	360812 5037525	2796 m	<b>30569 m<sup>2</sup></b>
Palina III	32T	360740 5037360	2859 m	<b>47600 m<sup>2</sup></b>
Palina IV	32T	360726 5037226	2901 m	<b>36542 m<sup>2</sup></b>
Palina V	32T	360924 5037009	3027 m	<b>70645 m<sup>2</sup></b>

Palina	m w.e.	Superficie glaciale m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> O
I	2,702	25678	69382
II	2,236	30569	68352
III	1,752	47600	83395
IV	2,813	36542	102793
V	1,996	70645	141007
<b>Totale</b>		<b>211034</b>	<b>464929</b>

Sul ghiacciaio, con le precipitazioni autunnali, invernali e primaverili, sono giunti complessivamente, sotto forma di neve **464929 m<sup>3</sup>** di acqua.

Dividendo tale valore per la superficie totale del ghiacciaio si ottiene come media ponderata l'accumulo specifico di **2203 mm w.e.**

Tale valore risulta superiore di circa il 44% rispetto alla media del periodo 2000-2024 (1534 mm w.e.) e rappresenta il quinto miglior dato della serie storica.



27 maggio 2025

scavo dei pozzi

foto Alberto Peracino





27 maggio 2025

*estrazione della neve con il carotatore ENEL VALTECNE*

*foto Alberto Peracino*



27 maggio 2025

*pesatura della neve*

*foto Raffaella Miravalle*





27 maggio 2025

utilizzo del cilindro carotatore AINEVA

foto Raffaella Miravalle



27 maggio 2025

gli operatori del Corpo di Sorveglianza

foto Raffaella Miravalle



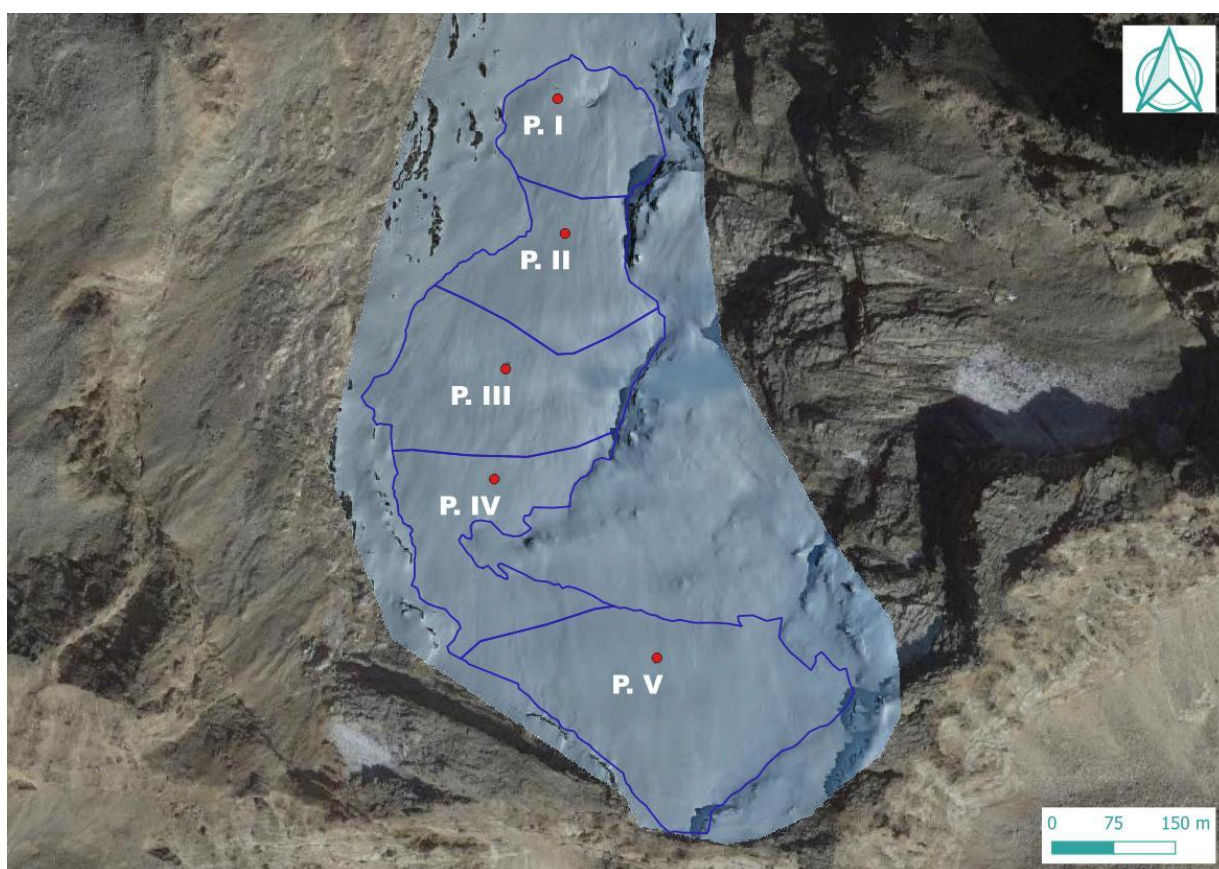
## Confronto con accumulo specifico da metodo geodetico



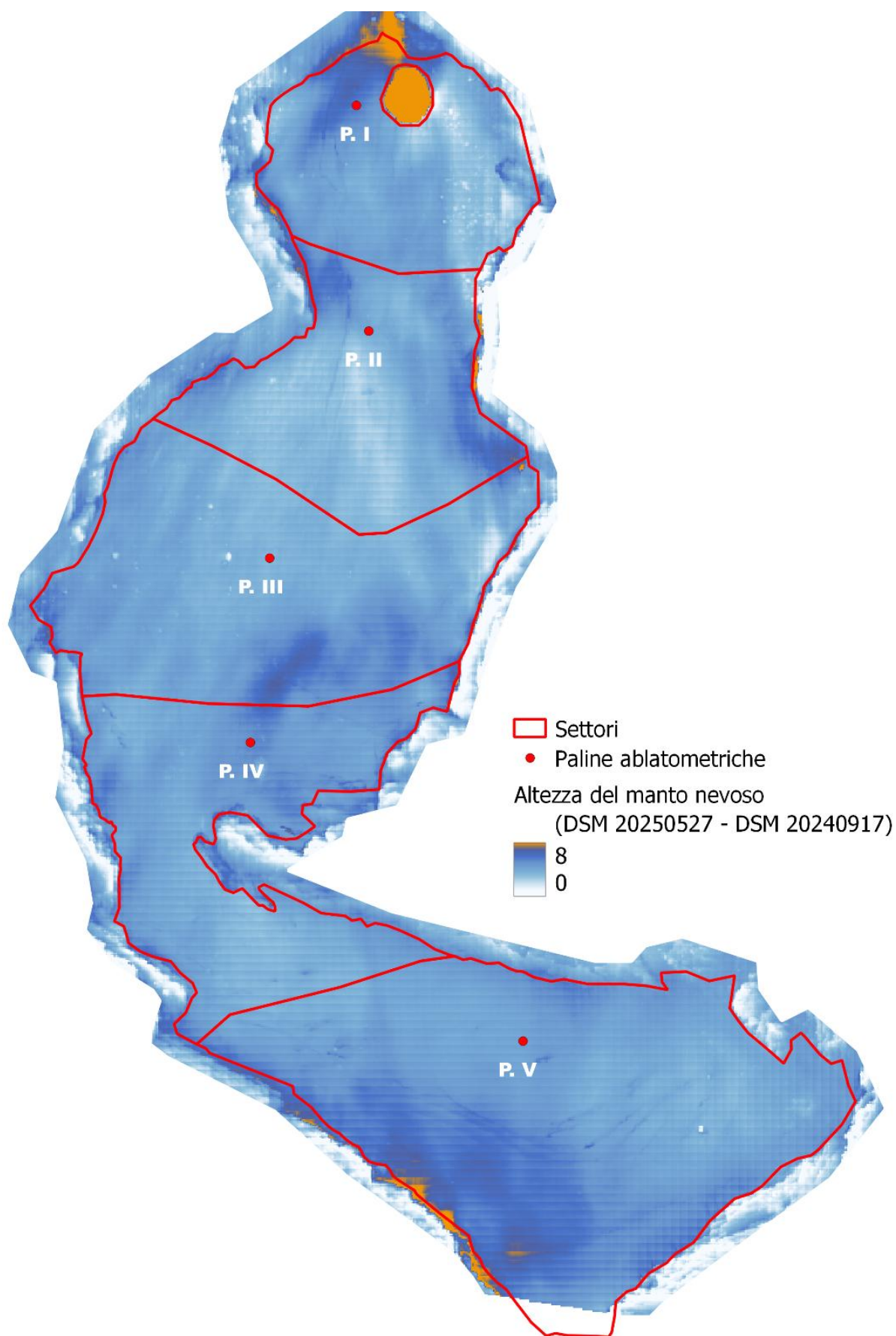
27 maggio 2025

ripresa aerea da drone

foto Umberto Morra di Cella



27 maggio 2025, ortomosaico RGB ottenuto da rilievo UAV con il profilo del ghiacciaio (elaborato a cura di Umberto Morra di Cella ARPA Valle d'Aosta e Alberto Peracino PNGP)



*Altezza del manto nevoso per differenza di quote tra DSM del 27 maggio 2025 e DSM del 17 settembre 2024 (elaborato a cura di Umberto Morra di Cella ARPA Valle d'Aosta)*



Il rilievo fotogrammetrico da drone e la successiva elaborazione dei dati condotta da ARPA Valle d'Aosta ha permesso di ottenere il modello digitale della superficie innevata del ghiacciaio. Il confronto tra il DSM del 27 maggio 2025 con quello del 17 settembre 2024 ha consentito di calcolare, per differenza di quote (con un'incertezza di circa 20 cm), l'altezza del manto nevoso di tutta la superficie glaciale.

Il confronto delle altezze della neve in prossimità delle cinque paline ablatometriche rilevate con i due diversi metodi è il seguente:

Palina	Altezza neve metodo diretto	Altezza neve metodo geodetico
I	600 cm	575 cm
II	440 cm	390 cm
III	385 cm	340 cm
IV	530 cm	510 cm
V	450 cm	420 cm

Secondo il metodo geodetico i valori di altezza media della neve delle cinque aree omogenee di riferimento in cui è suddiviso il ghiacciaio sono i seguenti:

Area della palina I: 452 cm  
Area della palina II: 389 cm  
Area della palina III: 425 cm  
Area della palina IV: 436 cm  
Area della palina IV: 478 cm

Per le singole aree sono stati utilizzati i valori di densità ottenuti dalla pesatura della neve in prossimità delle cinque paline ablatometriche.

**- Palina I**

Spessore manto nevoso medio: 452 cm  
Densità media: 450 kg/m<sup>3</sup>

$$4,52 \text{ m} \cdot 450 \text{ kg/m}^3 = 2034 \text{ mm w.e.}$$

**- Palina II**

Spessore manto nevoso medio: 389 cm  
Densità media: 508 kg/m<sup>3</sup>

$$3,89 \text{ m} \cdot 508 \text{ kg/m}^3 = 1976 \text{ mm w.e.}$$

**- Palina III**

Spessore manto nevoso medio: 425 cm  
Densità media: 460 kg/m<sup>3</sup>

$$4,25 \text{ m} \cdot 460 \text{ kg/m}^3 = 1955 \text{ mm w.e.}$$

#### - Palina IV

Spessore manto nevoso medio: 436 cm

Densità media: 531 kg/m<sup>3</sup>

$$4,36 \text{ m} \cdot 531 \text{ kg/m}^3 = 2315 \text{ mm w.e.}$$

#### - Palina V

Spessore manto nevoso medio: 478 cm

Densità media: 444 kg/m<sup>3</sup>

$$4,78 \text{ m} \cdot 444 \text{ kg/m}^3 = 2122 \text{ mm w.e.}$$

Palina	m w.e.	Superficie glaciale m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> H <sub>2</sub> O
I	2,034	25678	52229
II	1,976	30569	60404
III	1,955	47600	93058
IV	2,315	36542	84595
V	2,122	70645	149909
<b>Totale</b>		<b>211034</b>	<b>440195</b>

Secondo il metodo geodetico sul ghiacciaio sono giunti **440195 m<sup>3</sup>** di acqua sotto forma di neve con le precipitazioni autunnali, invernali e primaverili.

Dividendo tale valore per la superficie totale del ghiacciaio si ottiene come media ponderata l'accumulo specifico con metodo geodetico di **2086 mm w.e.**

2203 mm w.e. (accumulo specifico metodo glaciologico diretto) – 2086 mm w.e. (accumulo specifico metodo geodetico) = 117 mm w.e.

**L'accumulo specifico calcolato con il metodo geodetico è dunque risultato inferiore di circa il 5% rispetto al valore ottenuto con il tradizionale metodo glaciologico diretto.** Questa differenza, seppur assolutamente accettabile, è in gran parte da imputarsi all'elevato spessore del manto nevoso riscontrato alla palina I, che ha contribuito ad una sovrastima del contenuto di snow water equivalent nel metodo diretto.



**Determinazione dell’equivalente in acqua del ghiaccio fuso in corrispondenza delle paline ablatometriche**

La valutazione dell’ablazione della stagione idrologica 2024-2025 in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche ha richiesto un sopralluogo sul ghiacciaio in data 12 agosto per il controllo e le misurazioni intermedie alle paline (e per un rilievo fotogrammetrico con drone) e si è conclusa il giorno 18 settembre 2025 con le misurazioni finali.

**18 settembre 2025, variazione dello spessore del ghiaccio in corrispondenza delle paline ablatometriche**

Per il calcolo del bilancio di massa 2024-2025 sono stati impiegati i dati rilevati in corrispondenza delle cinque paline ablatometriche di riferimento.  
Le misurazioni eseguite il 18/09/2025 hanno dato il seguente risultato:

Palina I	Palina II	Palina III	Palina IV	Palina V
<b>-58 cm</b> ghiaccio 23380 m <sup>2</sup> (esclusa area “calderone” 2024)  <b>+85 cm</b> nevato 1336 m <sup>2</sup>	<b>-165 cm</b> ghiaccio 30569 m <sup>2</sup>	<b>-192 cm</b> ghiaccio 45606 m <sup>2</sup>  <b>+50 cm</b> nevato 1994 m <sup>2</sup>	<b>-30 cm</b> ghiaccio 36383 m <sup>2</sup>  <b>+ 50 cm</b> nevato 159 m <sup>2</sup>	<b>-84 cm</b> ghiaccio 46945 m <sup>2</sup>  <b>+110 cm</b> nevato 23700 m <sup>2</sup>

**Palina I**

In corrispondenza della Palina I, oltre ai 600 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 58 cm di ghiaccio (tranne che nell’area del “calderone” di 962 m<sup>2</sup>, quasi completamente colma di neve stagionale) ed è stato utilizzato il valore 0,87 g/cm<sup>3</sup> come densità del ghiaccio.

$$-580 \cdot 0,87 = \textbf{-505 mm w.e.}$$

Tuttavia, in prossimità della fronte del ghiacciaio e fino poco sotto la palina, si è rilevata la presenza di una placca di nevato residua di 1336 m<sup>2</sup> di superficie con uno spessore medio stimato di 85 cm, ed è stato utilizzato il valore 0,60 g/cm<sup>3</sup> come densità del nevato.

$$850 \cdot 0,60 = \textbf{+510 mm w.e.}$$

In occasione del sopralluogo intermedio del 12 agosto la palina I era ancora completamente sepolta dalla neve.

## Palina II

In corrispondenza della Palina II, oltre ai 440 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 165 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore  $0,87 \text{ g/cm}^3$  come densità del ghiaccio.

$$-1650 \cdot 0,87 = \mathbf{-1435 \text{ mm w.e.}}$$

Confrontando la misura finale alla palina con quella intermedia del 12 agosto è stata rilevata la fusione di 116 cm di ghiaccio, ed è stato possibile valutare il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (37 giorni di fusione):  $-3,1 \text{ cm/giorno}$ .

## Palina III

In corrispondenza della Palina III, oltre ai 385 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 192 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore  $0,87 \text{ g/cm}^3$  come densità del ghiaccio

$$-1920 \cdot 0,87 = \mathbf{-1670 \text{ mm w.e.}}$$

Tuttavia, a circa 2870 m di quota, si è rilevata la presenza di una placca di nevato residua di  $1994 \text{ m}^2$  di superficie con uno spessore medio stimato di 50 cm ed è stato utilizzato il valore  $0,60 \text{ g/cm}^3$  come densità del nevato.

$$+500 \cdot 0,60 = \mathbf{+300 \text{ mm w.e.}}$$

Confrontando la misura finale alla palina con quella intermedia del 12 agosto è stata rilevata la fusione di 123 cm di ghiaccio, ed è stato possibile valutare il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (37 giorni di fusione):  $-3,3 \text{ cm/giorno}$ .

## Palina IV

In corrispondenza della Palina IV, oltre ai 530 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 30 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore  $0,87 \text{ g/cm}^3$  come densità del ghiaccio

$$-300 \cdot 0,87 = \mathbf{-261 \text{ mm w.e.}}$$

Tuttavia, la placca di nevato descritta nell'area della palina III prosegue per  $159 \text{ m}^2$  nell'area della palina IV, con uno spessore medio stimato di 50 cm, ed è stato utilizzato il valore  $0,60 \text{ g/cm}^3$  come densità del nevato.

$$+500 \cdot 0,60 = \mathbf{+300 \text{ mm w.e.}}$$

In occasione del sopralluogo intermedio del 12 agosto la palina IV era ancora completamente sepolta dalla neve.



## Palina V

In corrispondenza della Palina V, oltre ai 450 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 84 cm di ghiaccio ed è stato utilizzato il valore  $0,87 \text{ g/cm}^3$  come densità del ghiaccio

$$-840 \cdot 0,87 = -731 \text{ mm w.e.}$$

Tuttavia, tra la quota di 3035 m in sx orografica e la quota di 3085 m in dx orografica (ELA) si è conservata una fascia di nevato residua di  $23700 \text{ m}^2$  di superficie con uno spessore medio stimato di 110 cm ed è stato utilizzato il valore  $0,60 \text{ g/cm}^3$  come densità del nevato.

$$+1100 \cdot 0,60 = +660 \text{ mm w.e.}$$

Confrontando la misura finale alla palina con quella intermedia del 12 agosto è stata rilevata la fusione di 4 cm di neve e di 84 cm di ghiaccio, ed è stato possibile valutare il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (37 giorni di fusione):  $-2,4 \text{ cm/giorno}$ .

<i>N. palina</i>	<i>ACCUMULO</i> <i>27 maggio 2025</i>	<i>ABLAZIONE</i> <i>18 settembre 2025</i>
<i>Palina I</i>	600 cm	-600 cm di neve e -58 cm di ghiaccio (eccetto che nell'area del "calderone"); + 85 cm nevato $1336 \text{ m}^2$
<i>Palina II</i>	440 cm	-440 cm di neve e -165 cm di ghiaccio
<i>Palina III</i>	385 cm	-385 cm di neve e -192 cm di ghiaccio; +50 cm nevato $1994 \text{ m}^2$
<i>Palina IV</i>	530 cm	-530 cm di neve e -30 cm di ghiaccio; + 50 cm nevato $159 \text{ m}^2$
<i>Palina V</i>	450 cm	-450 cm di neve e -84 cm di ghiaccio; +110 cm nevato $23700 \text{ m}^2$

Calcolando la media ponderata dei valori di ablazione totale (neve di accumulo primaverile fusa + ghiaccio fuso) relativi alle singole superfici di riferimento di ciascuna palina ablatometrica rispetto alla superficie totale del ghiacciaio (tabella riassuntiva nelle pagine seguenti) si giunge al valore dell'ablazione specifica.

Sottraendo il valore (assoluto) dell'ablazione specifica a quello dell'accumulo specifico si ottiene il valore finale del bilancio di massa annuale.

Sono giunti sul ghiacciaio  **$464929 \text{ m}^3$**  di acqua sotto forma di neve e sono fusi in gran parte (eccetto  **$16969 \text{ m}^3$**  conservatisi sotto forma di nevato) insieme a  **$175649 \text{ m}^3$**  di acqua in forma di ghiaccio, per un totale di  **$623609 \text{ m}^3$**  di acqua persi.

L'accumulo specifico rilevato in primavera è stato di **2203 mm w.e.**

L'ablazione specifica è stata di **-2955 mm w.e.**, superiore di circa il 14%, rispetto al dato medio 2000-2024 ( $-2582 \text{ mm w.e.}$ ).

Il bilancio di massa specifico per l'anno idrologico 2024-2025 è risultato poco negativo, con un valore di **-752 mm w.e.**, che porta il totale cumulato dal 1999 al 2025 a **-26998 mm w.e.**

Il bilancio specifico 2024-2025 risulta migliore del 28% rispetto al dato medio del periodo 2000-2024 (-1050 mm w.e.).

Il ghiacciaio nel corso della stagione 2025 ha perso uno spessore medio di 86 cm di ghiaccio su tutta la sua superficie; dal 1999 ha perso 31 metri di spessore medio.

Dal 1999 sono stati persi 11842804 m<sup>3</sup> di acqua per la fusione di ghiaccio.



18 settembre 2025

*rilievo della ELA*

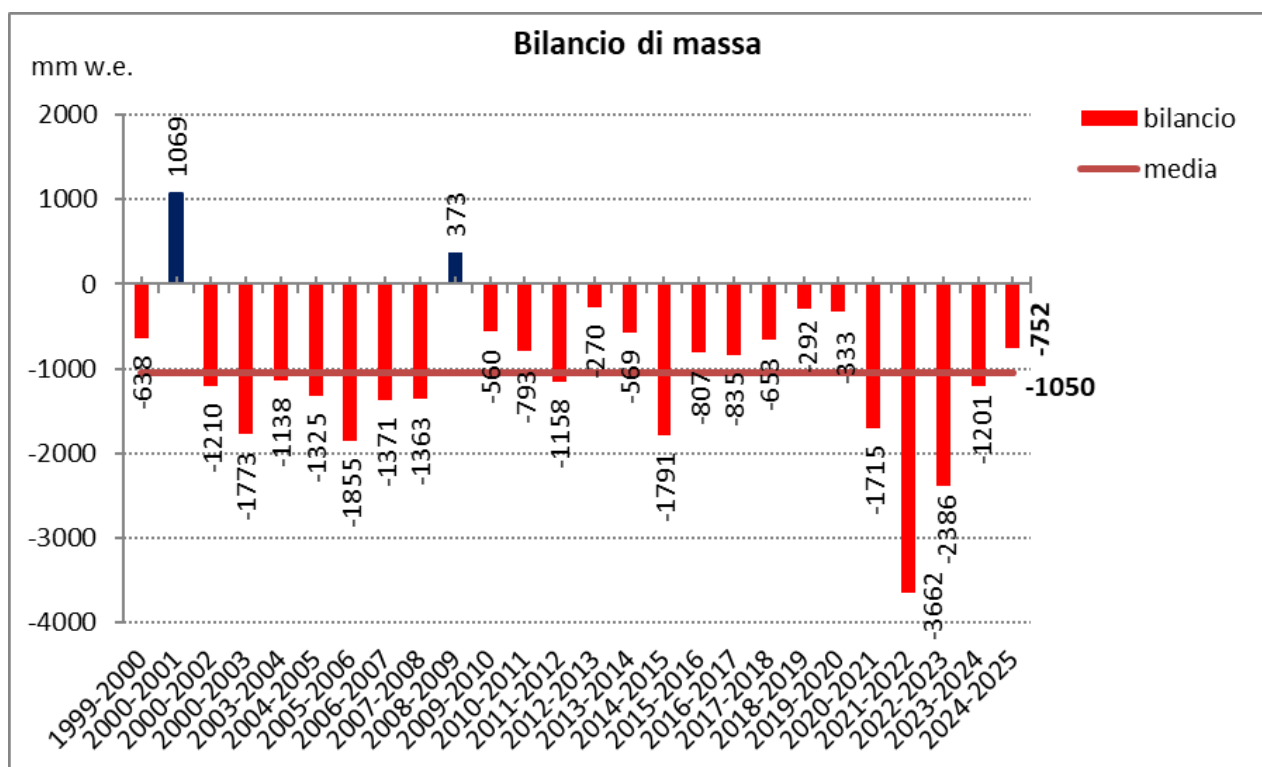
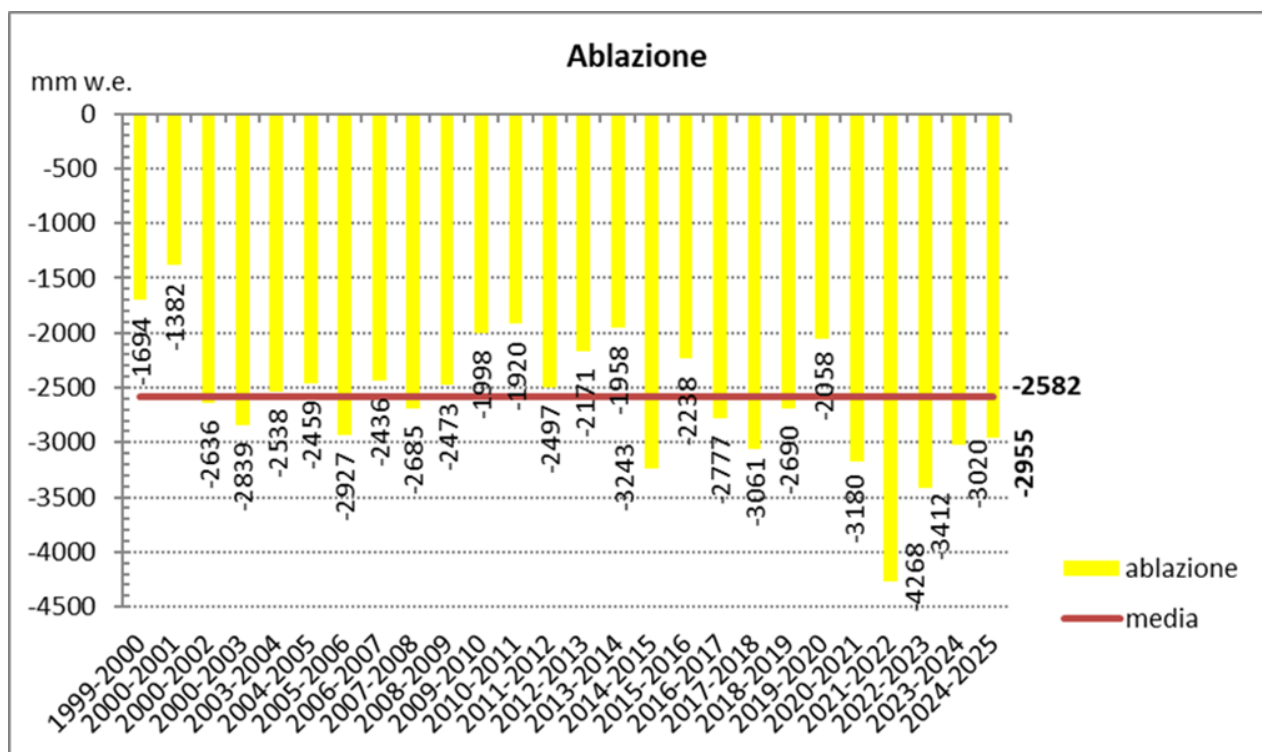
*foto Alberto Rossotto*



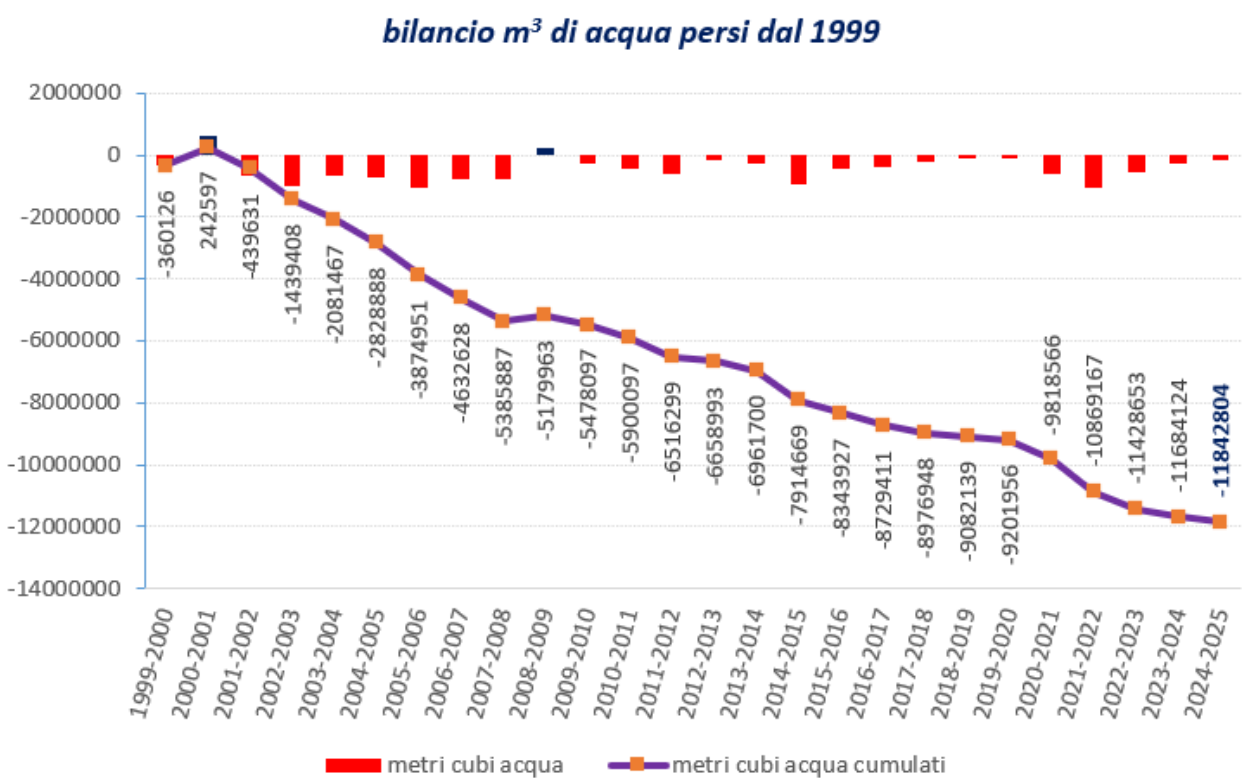
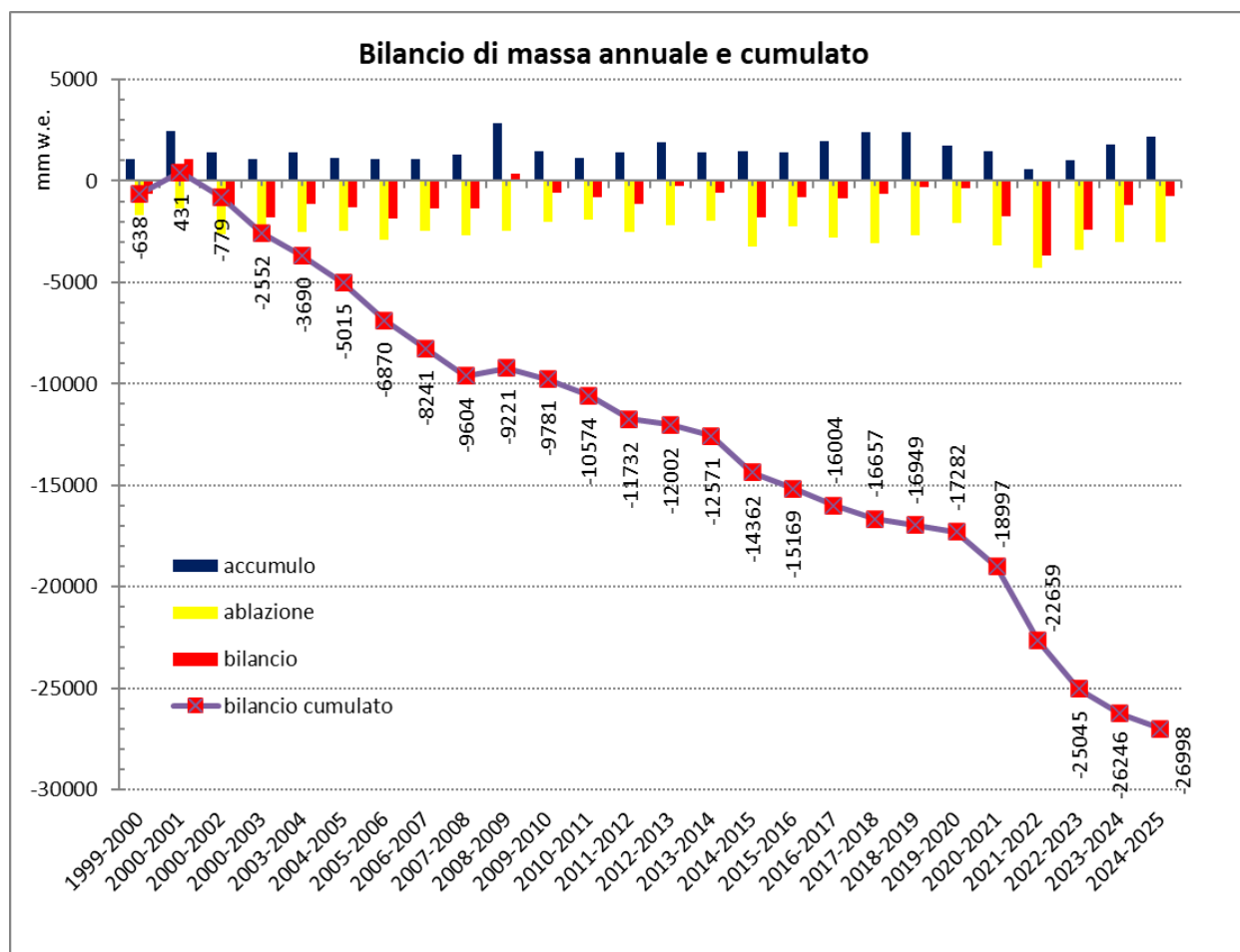
Ghiacciaio del Grand Etrèt - Bilancio di massa 2024-2025

Paline	Accumulo/Ablazione 18 settembre 2025										Accumulo 27 maggio 2025			Bilancio estivo (ablazione totale) m³ H₂O	Bilancio estivo mm w.e.
	Quota m	Nevato cm	mm w.e.	Ghiaccio cm	mm w.e.	Tot. m w.e.	Superficie glaciale m²	Computo m³ H₂O ghiaccio fuso	Computo m³ H₂O nevato rimasto	Bilancio annuale m³ H₂O	Bilancio annuale mm w.e.	Neve cm	Bilancio invernale m³ H₂O	Bilancio invernale mm w.e.	
Palina I	2735	85	+510	0	0	+0,510	1336	0	+681	-11126	-433	600	69382	2702	-3135
	2740	0	0	0	0	0	962	0	0						
	2743	0	0	-58	-505	-0,505	23380	-11807	0						
Palina II	2796	0	0	-165	-1435	-1,435	30569	-43867	0	-43867	-1435	440	68352	2236	-3671
Palina III	2859	0	0	-192	-1670	-1,670	45606	-76162	0	-75564	-1587	385	83395	1752	-3339
	2875	50	+300	0	0	+0,30	1994	0	+598						
Palina IV	2890	50	+300	0	0	+0,30	159	0	+48	-9448	-259	530	102793	2813	-3072
	2901	0	0	-30	-261	-0,261	36383	-9496	0						
Palina V	3027	0	0	-84	-731	-0,731	46945	-34317	0	-18675	-264	450	141007	1996	-2260
	3050	110	+660	0	0	+0,660	23700	0	+15642	-158680	-752		464929	2203	-2955
Totali							211034	-175649	+16969						-2955

Bilancio di massa specifico (mm w.e.)		Accumulo	Ablazione	Bilancio
		2203	-2955	-752







**Tabella riassuntiva dei principali dati del ghiacciaio del Grand Etrèt**

Anno	Superficie Ghiacciaio (m <sup>2</sup> )	N. paline	Accumulo neve medio (cm)	Densità neve media (kg/m <sup>3</sup> )	Accumulo specifico (mm w.e.)	Ablazione specifica (mm w.e.)	Bilancio di massa specifico (mm w.e.)	Bilancio di massa cumulato (mm w.e.)	Oscillazioni frontali (m)	Oscillazioni frontali cumulate (m) dal 1997
1999-2000	564000	4	173	493	1056	-1694	-638	-638	-10	-32,5
2000-2001	564000	6	399	534	2451	-1382	+1069	+431	0	-32,5
2001-2002	564000	5	307	472	1426	-2636	-1210	-779	0	-32,5
2002-2003	564000	5	178	518	1066	-2839	-1733	-2552	-23	-55,5
2003-2004	564000	5	314	448	1400	-2538	-1138	-3690	-4	-59,5
2004-2005	564000	5	256	462	1134	-2459	-1325	-5015	-1,5	-61
2005-2006	564000	5	208	464	1072	-2927	-1855	-6870	-20	-81
2006-2007	552600	5	214	480	1065	-2436	-1371	-8241	-9,5	-90,5
2007-2008	552600	7	266	475	1322	-2685	-1363	-9604	-10,5	-101
2008-2009	552600	7	591	494	2846	-2473	+373	-9221	-	-
2009-2010	532200	7	320	432	1438	-1998	-560	-9781	-	-
2010-2011	532200	7	241	477	1127	-1920	-793	-10574	-2	-103
2011-2012	532200	7	284	461	1339	-2497	-1158	-11732	-	-
2012-2013	532200	7	499	378	1901	-2171	-270	-12002	-6	-109
2013-2014	532200	7	327	427	1389	-1958	-569	-12571	-19	-128
2014-2015	532200	7	294	484	1452	-3243	-1791	-14362	-28	-156
2015-2016	532200	7	365	385	1431	-2238	-807	-15169	-14,5	-170,5
2016-2017	461400	6	440	469	1942	-2777	-835	-16004	-	-
2017-2018	379350	6	418	608	2048	-3061	-653	-16657	-130	-300,5
2018-2019	359682	5	493	497	2398	-2690	-292	-16949	-5	-305,5
2019-2020	359682	5	370	426	1725	-2058	-333	-17282	0	-305,5
2020-2021	359682	5	335	410	1465	-3180	-1715	-18997	-4	-309,5
2021-2022	286865	5	127	416	606	-4268	-3662	-22659	-24	-333,5
2022-2023	234469	5	275	378	1026	-3412	-2386	-25045	-15	-348,5
2023-2024	212652	5	420	439	1819	-3020	-1201	-26246	-	-
2024-2025	211034	5	481	479	2203	-2995	-752	-26998	-	-



## Aggiornamento coordinate Paline e superficie glaciale al termine dell'estate 2025

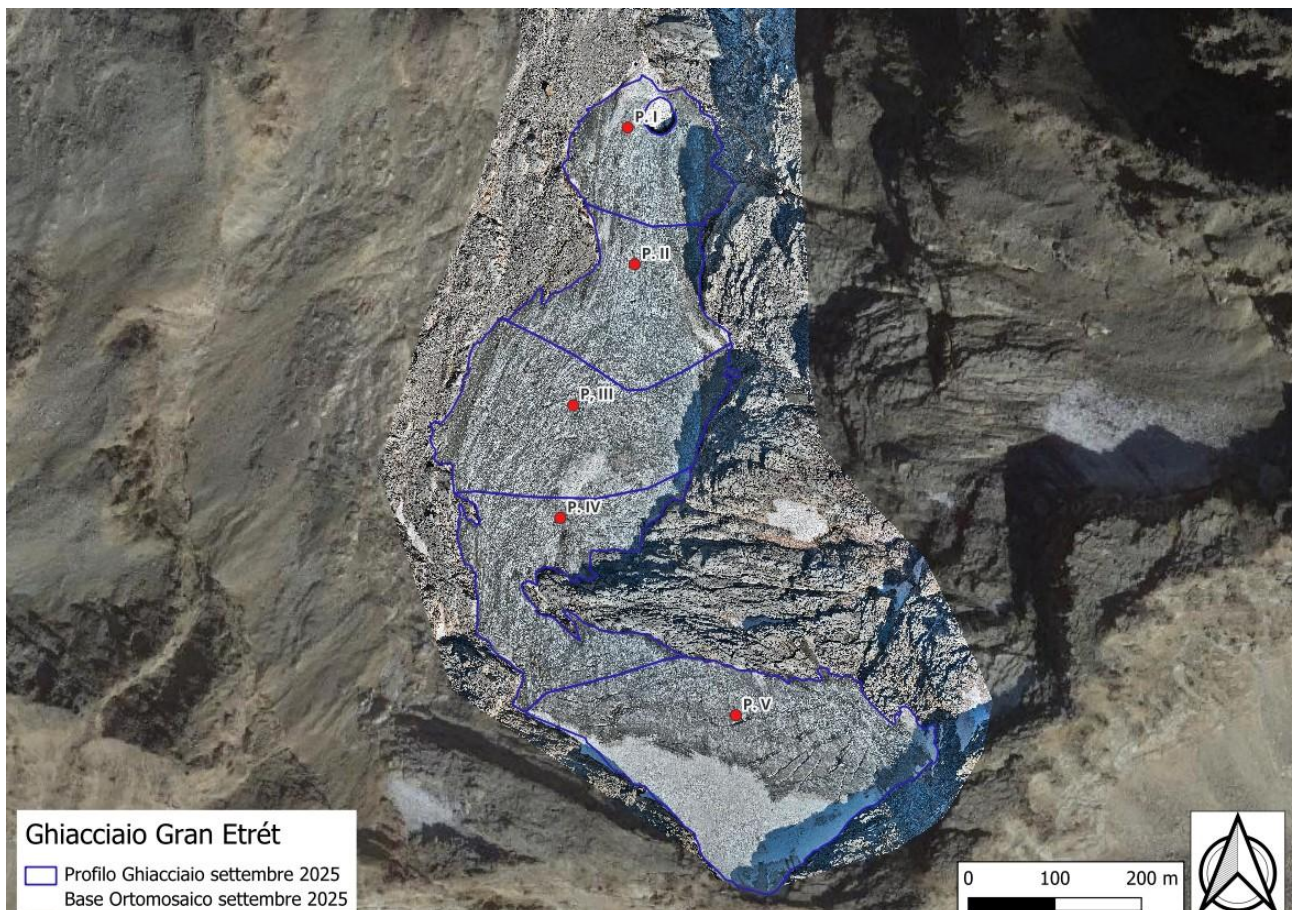
Nel corso del rilievo sono state aggiornate le coordinate WGS84 delle 5 paline ablatometriche, rilevate con strumento GPS più preciso (Garmin GPSMAP 67):

- Palina I: 360803 E 5037682 N
- Palina II: 360811 E 5037524 N
- Palina III: 360740 E 5037361 N
- Palina IV: 360725 E 5037231 N
- Palina V: 360928 E 5037003 N

L'ortomosaico a colori (risoluzione 4 cm/px) ottenuto tramite il rilievo fotogrammetrico da drone ha permesso di ritracciare (con l'ausilio del programma QGIS versione 3.32) i margini del ghiacciaio e di aggiornarne la superficie, che è scesa a **203583 m<sup>2</sup>** rispetto ai 211034 m<sup>2</sup> di settembre 2024 (-4%).

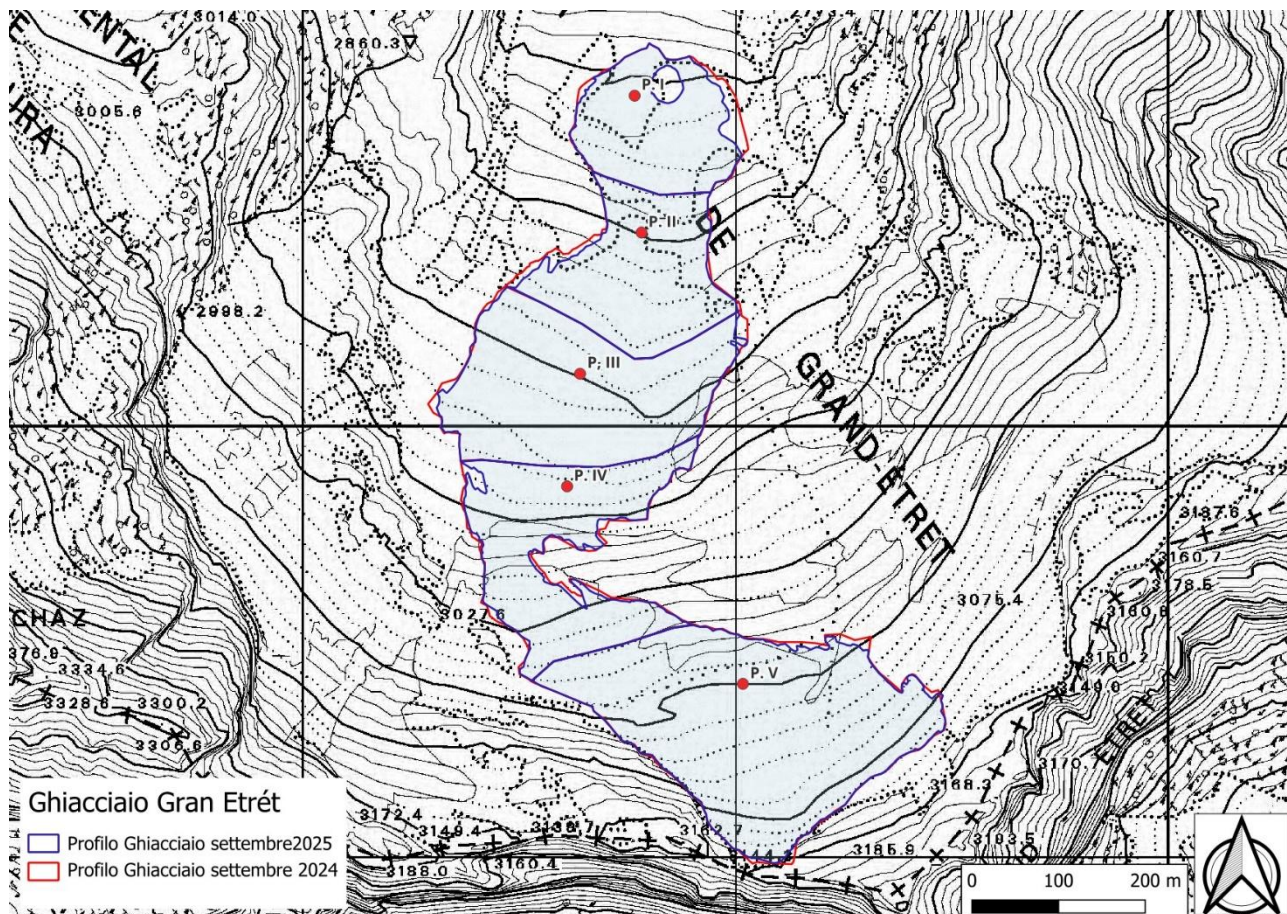
La nuova superficie aggiornata si intende al netto dell'area del "calderone".

Dal 1999 la superficie glaciale si è ridotta del 64%.

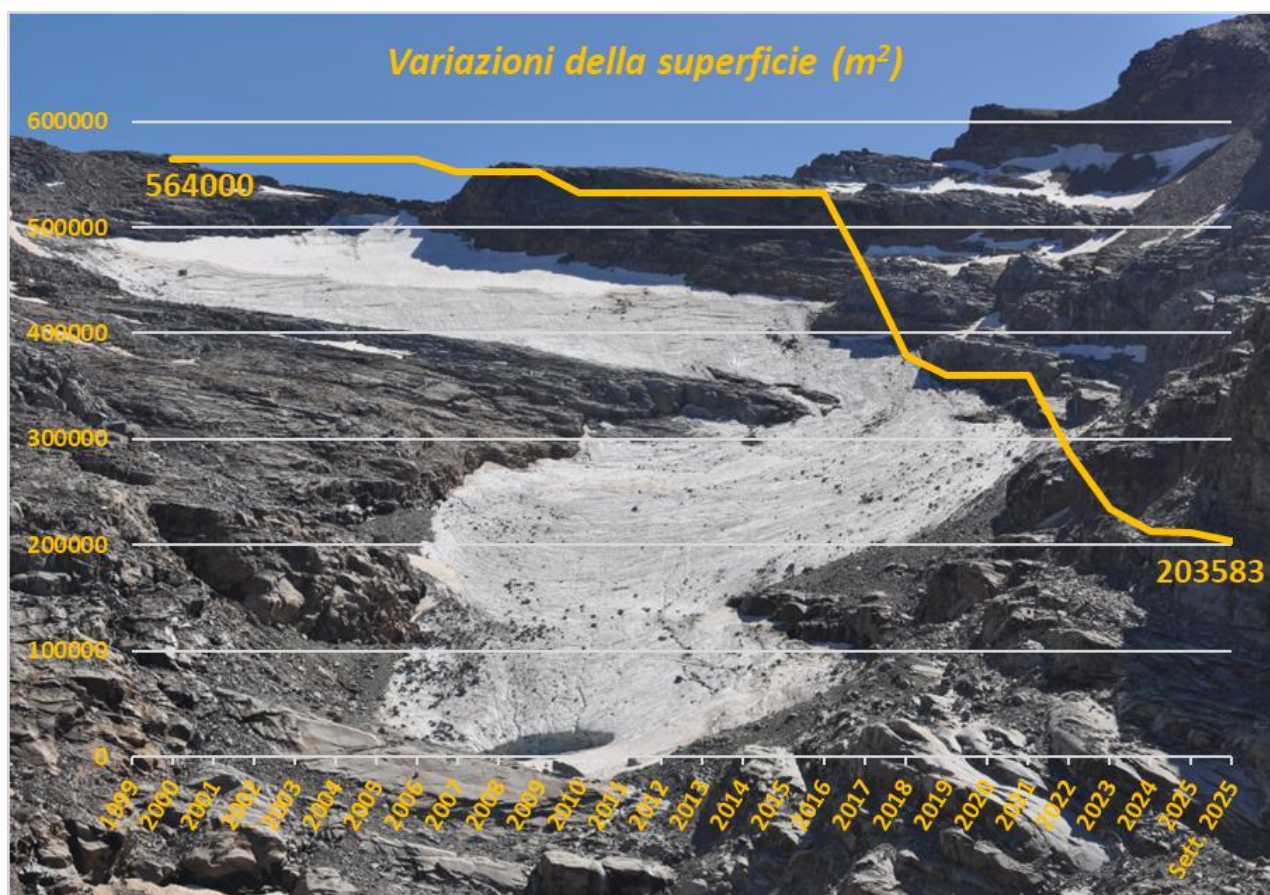


*Ortomosaico con profilo ghiacciaio, elaborato a cura di Alberto Peracino con supporto tecnico di Arpa Valle d'Aosta*





Superficie glaciale aggiornata al 18 settembre 2025, elaborato a cura di Alberto Peracino





## **Confronto con bilancio di massa da metodo geodetico**

Dati ancora in fase di elaborazione

Alberto Rossi