

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/269464569>

Il bilancio di massa sul ghiacciaio de La Mare (Ortles-Cevedale, Alpi Italiane) tra il 2003 e il 2008

Conference Paper · September 2009

CITATIONS

0

3 authors, including:



Luca Carturan

University of Padova

92 PUBLICATIONS 1,091 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

READS

86



Giancarlo Dalla Fontana

University of Padova

104 PUBLICATIONS 4,414 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Special Issue of "Water" (IF 2.524) open for Submission: Transformation of Glacial and Periglacial Environments in Mountain Regions [View project](#)



Nextdata Dendrochronology [View project](#)

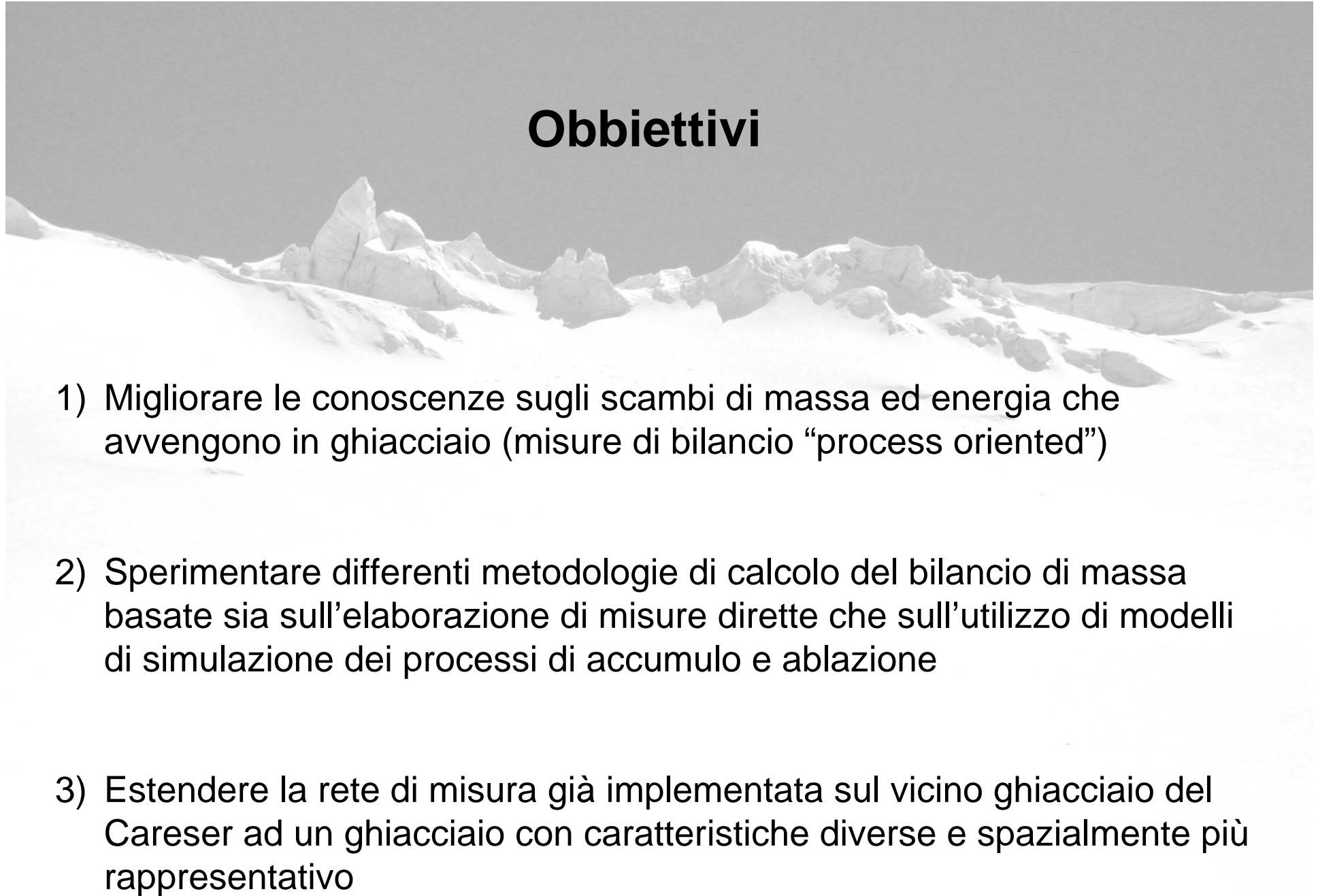
Il bilancio di massa sul ghiacciaio de La Mare (Ortles-Cevedale, Alpi Italiane) tra il 2003 e il 2008



Luca Carturan ⁽¹⁾, Giancarlo Dalla Fontana ⁽¹⁾, Federico Cazorzi ⁽²⁾

⁽¹⁾ Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova

⁽²⁾ Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Università di Udine



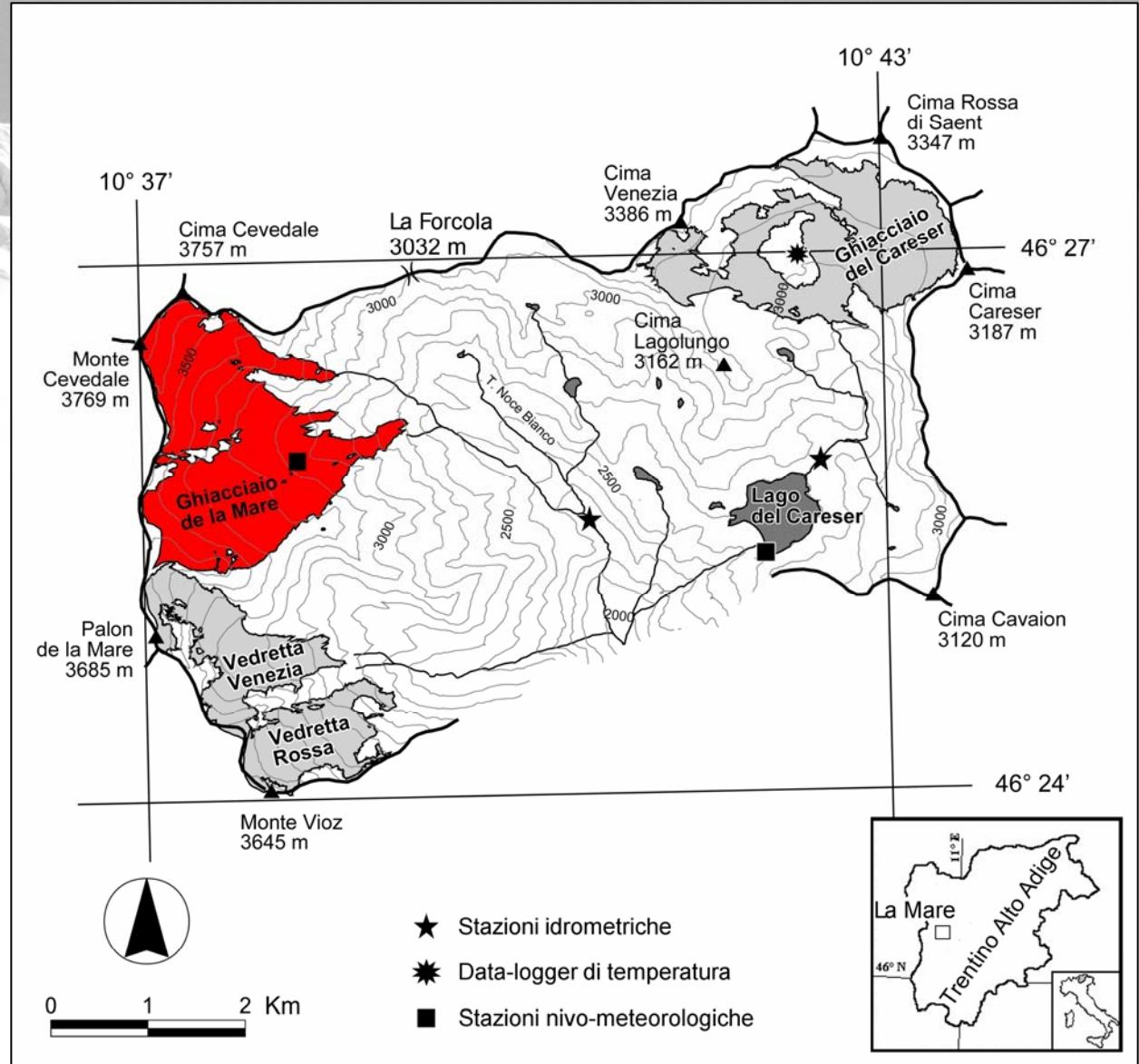
Obiettivi

- 1) Migliorare le conoscenze sugli scambi di massa ed energia che avvengono in ghiacciaio (misure di bilancio “process oriented”)
- 2) Sperimentare differenti metodologie di calcolo del bilancio di massa basate sia sull’elaborazione di misure dirette che sull’utilizzo di modelli di simulazione dei processi di accumulo e ablazione
- 3) Estendere la rete di misura già implementata sul vicino ghiacciaio del Careser ad un ghiacciaio con caratteristiche diverse e spazialmente più rappresentativo



Area di studio

Le misure di bilancio sul ghiacciaio de La Mare sono iniziate nel 2003, nell'ambito di un progetto di ricerca dell'Università di Padova riguardante gli *"Effetti dei cambiamenti climatici sulla criosfera e sull'idrologia dei bacini di alta quota"*.



Il ghiacciaio de La Mare



Classificazione	Ghiacciaio vallivo a bacino composto
Alimentazione	Diretta
Superficie	378.4 ha
Quota massima	3769 m
Quota minima	2650 m
Quota media	3285 m
Quota mediana	3271 m
Isoipsa 2:1	3198 m
Pendenza media	19.3°
Esposizione media	Est

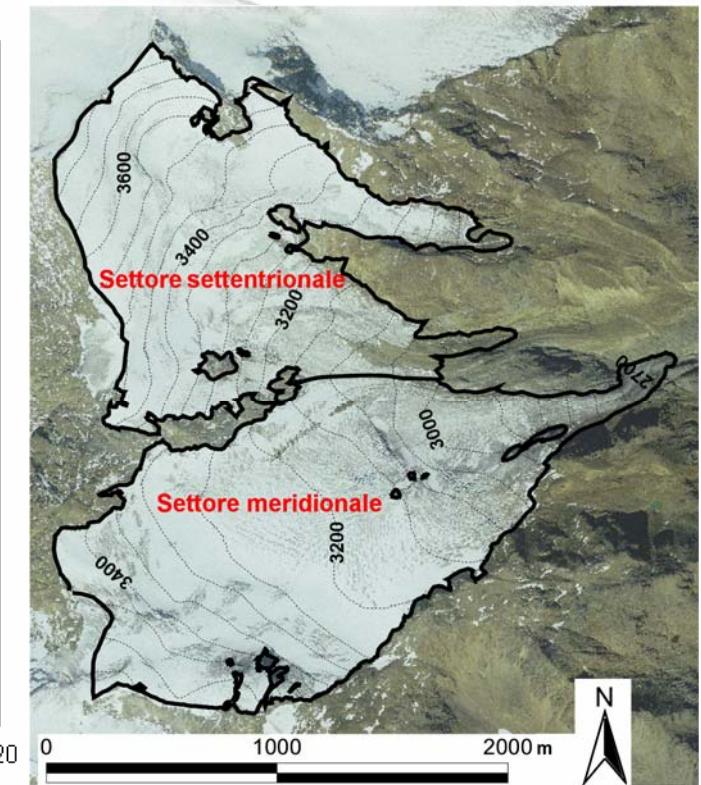
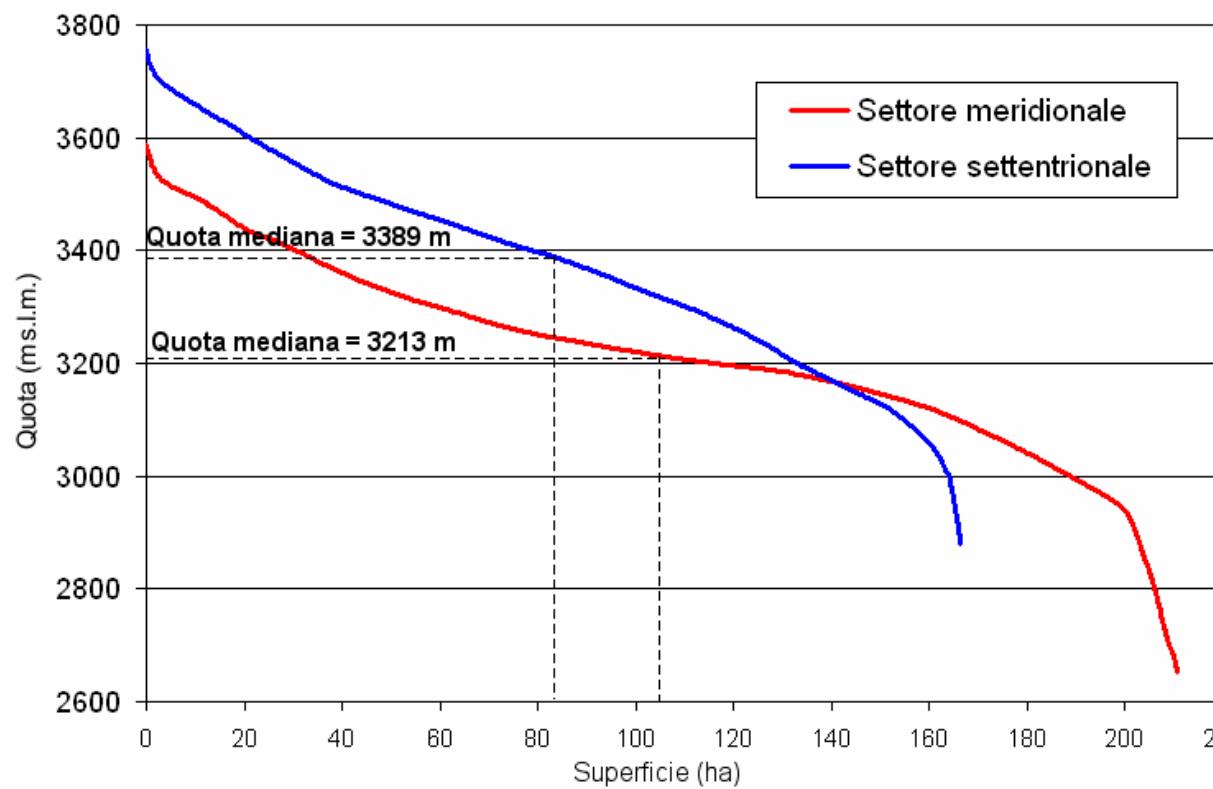
- Ampio range altitudinale
- Pendenza elevata
- Attività residua
- Velocità media superficiale 8 my^{-1}
- Complessa morfologia

Il ghiacciaio de La Mare

Il ghiacciaio è costituito da **due sub-unità** che attualmente confluiscano a quota 3130 m.

Queste due unità sono **marcatamente differenziate** per pendenza, esposizione, altimetria.

E' lecito attendersi, sulla base della diversa ipsometria, una **differente sensibilità alle variazioni climatiche**



Il ghiacciaio de La Mare: caratteristiche e logistica

PECULIARITA'

- è un ghiacciaio ancora **attivo**
- conserva una significativa area di accumulo
- possiede ampie superfici a quote elevate
- buona documentazione storica

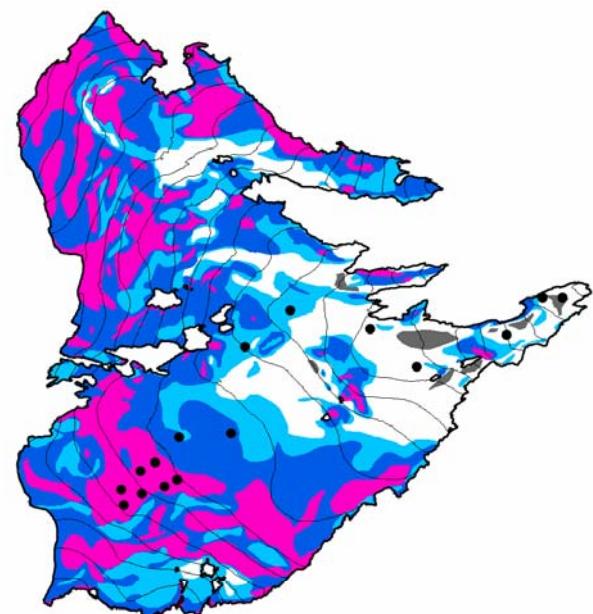
LIMITAZIONI DI NATURA LOGISTICA

- **accessibilità** (aree crepacciate e ripide)
- mancanza di punti di appoggio
- dimensioni

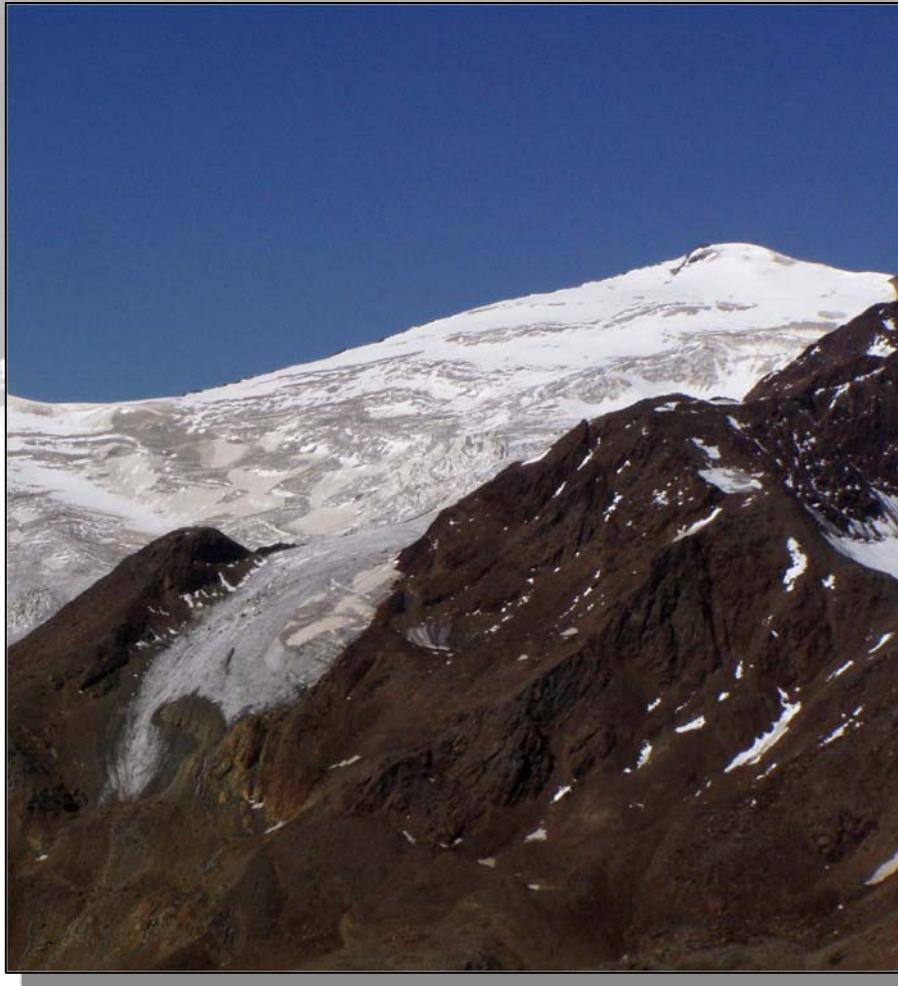


Si tratta quindi di un buon “candidato” per monitoraggi a lungo termine, vista anche la sua rappresentatività nel contesto dell’intero gruppo Ortles-Cevedale, ma presenta alcune difficoltà di accesso.

Il ghiacciaio de La Mare: morfologia e distribuzione del bilancio di massa

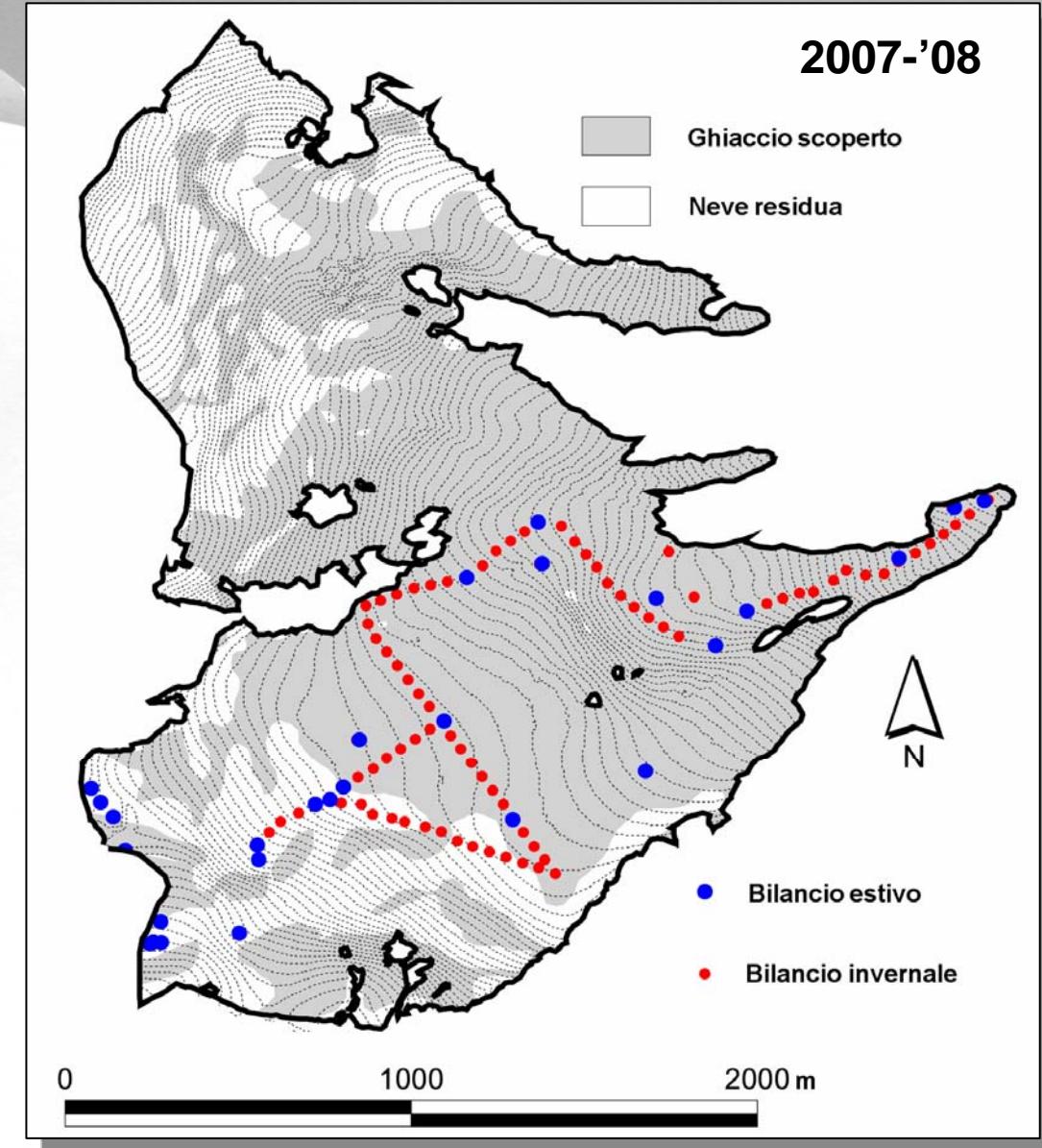


- Snow 11-09-2004
- Snow 9-08-2004
- Snow 24-07-2004
- Snow 27-06-2004
- Bare ice



Il ghiacciaio è caratterizzato da una morfologia superficiale estremamente irregolare. Questo si ripercuote in una distribuzione spaziale molto disomogenea e complessa del bilancio di massa

Misure di bilancio di massa: metodo glaciologico diretto



Misure di bilancio invernale:

- sondaggi di spessore della neve lungo transetti
- trincee per misura della densità ed equivalente in acqua del manto nevoso

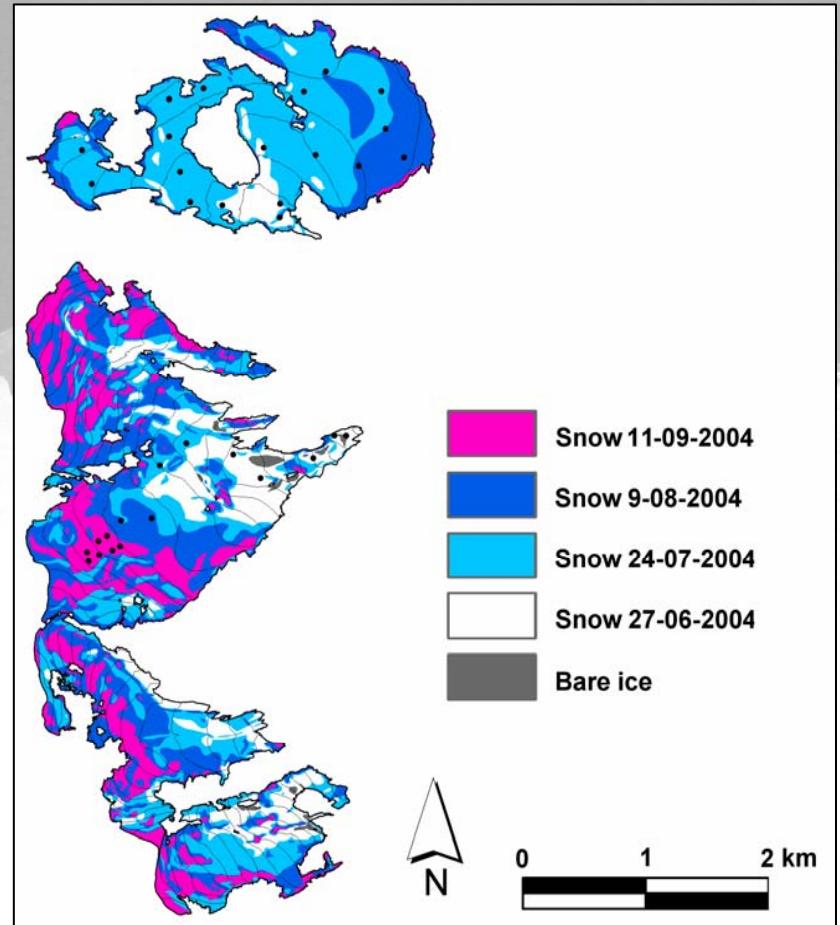
Misure di bilancio estivo:

- paline in area di ablazione
- sondaggi e trincee in area di accumulo

Misure di bilancio di massa: osservazioni complementari



Mappatura della copertura nevosa e del limite inferiore della neve durante l'estate, mediante rilievi fotografici e rilievi con GPS portatile



22 maggio



14 luglio

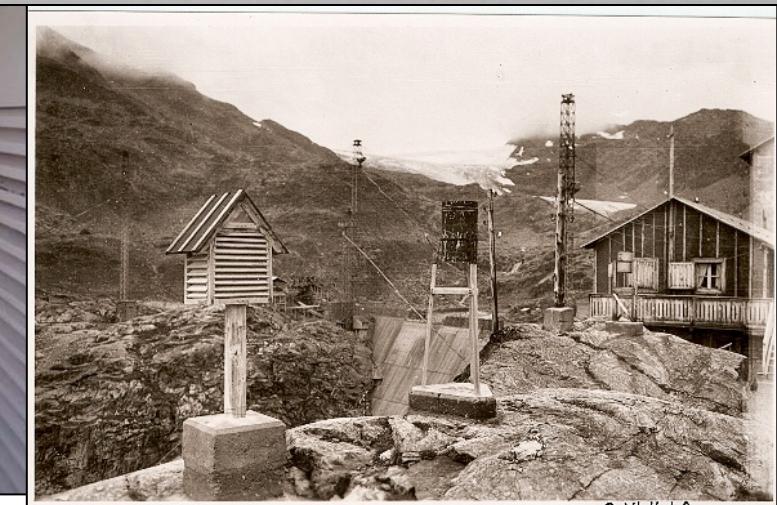


20 agosto



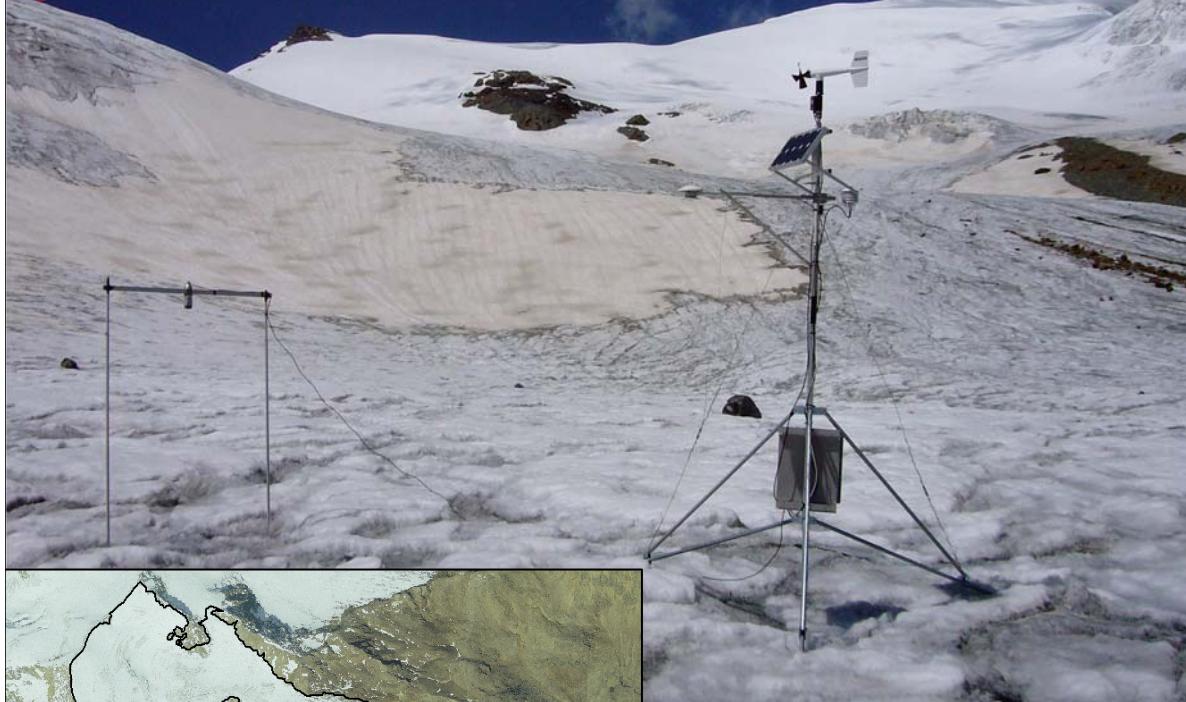
24 settembre

Misure di bilancio di massa: osservazioni complementari



Misure di bilancio di massa: osservazioni complementari

**Automatic Weather Station
ghiacciaio de La Mare (2990 m)**

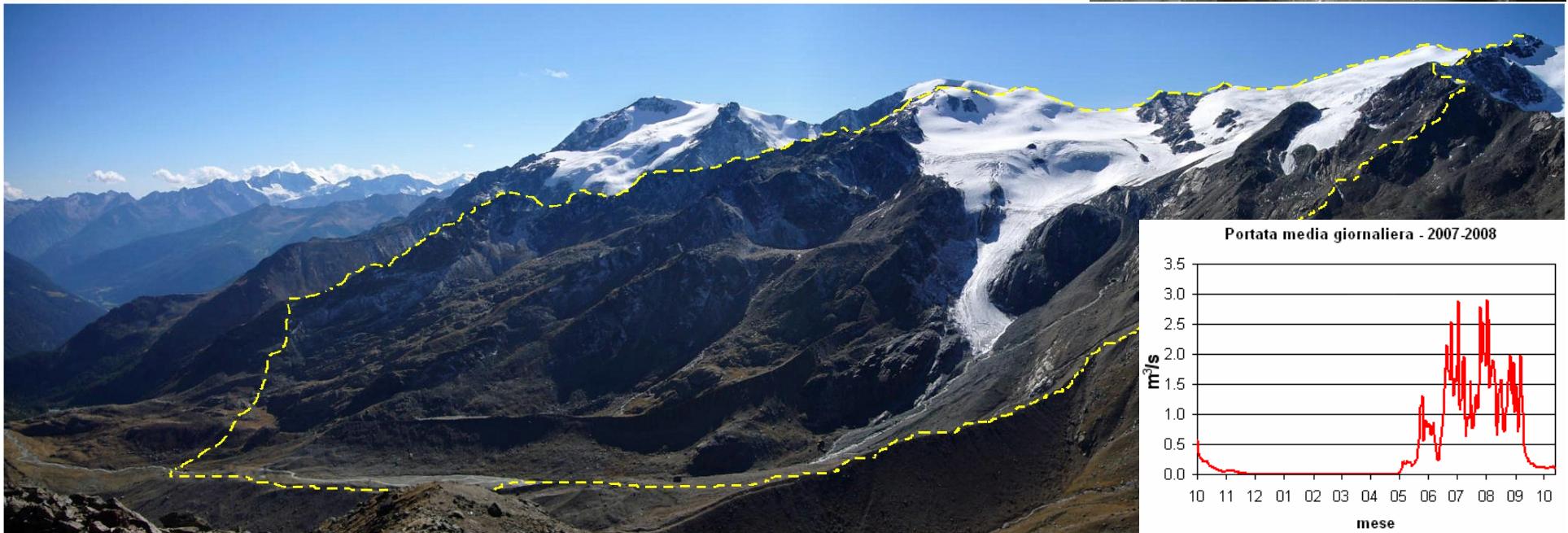
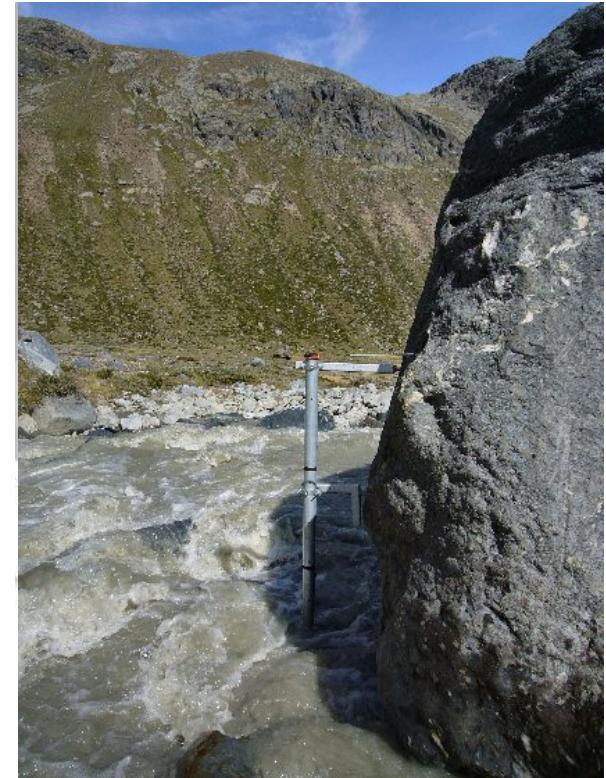
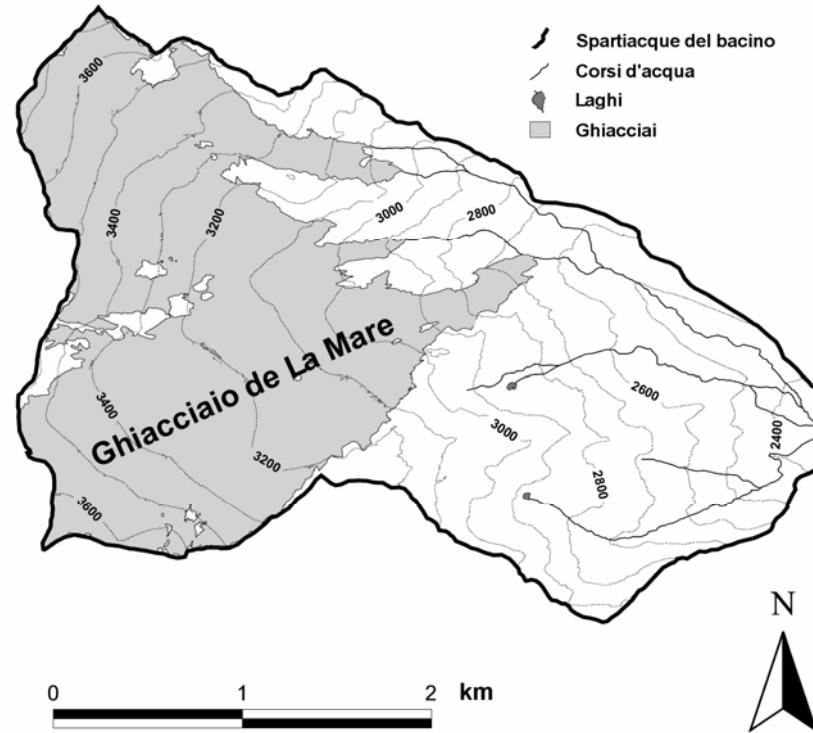


Misure idrometriche (dal 2007)

Sottobacino chiuso al
“Pian Venezia”:

Area: 842 ha
Quota min: 2298 m
Quota max: 3769 m
Quota media: 3043 m

Superficie glacializzata:
378 ha (45%)
Superficie interessata da
permafrost: 303 ha (36%)



Ragguaglio spaziale delle misure di bilancio di massa

Sui ghiacciai si osserva una complessa distribuzione del bilancio di massa. Pattern molto simile di anno in anno, controllato dalla topografia superficiale.

Ciò limita l'utilizzo di **tecniche di interpolazione ed estrapolazione automatica** delle misure puntuali (IDW, spline, kriging....).

Mappatura “manuale” del bilancio: implica un elevato grado di soggettività.

Regressione lineare quota-bilancio: buoni risultati in area di ablazione, meno in area di accumulo.

Modellazione distribuita del bilancio di massa: assume un ruolo importante nel monitoraggio glaciale, poiché consente di estrarre nel tempo e nello spazio le misure puntuali, con **maggior realismo** (Machguth et al., 2006).

Questo deriva dalla capacità dei modelli di cogliere al meglio, e **in modo oggettivo**, l'influenza della topografia locale sui processi di accumulo e di ablazione (Paul et al., 2007).

Machguth H., F. Paul, M. Hoelzle, W. Haeberli, 2006. *Distributed glacier mass-balance modelling as an important component of modern multi-level glacier monitoring*. Ann. Glaciol., 43, 335-343.

Paul F., A. Kääb, W. Haeberli, 2007. *Recent glacier changes in the Alps observed by satellite: consequences for future monitoring strategies*. Glob. Plan. Change, 56, 111-122.

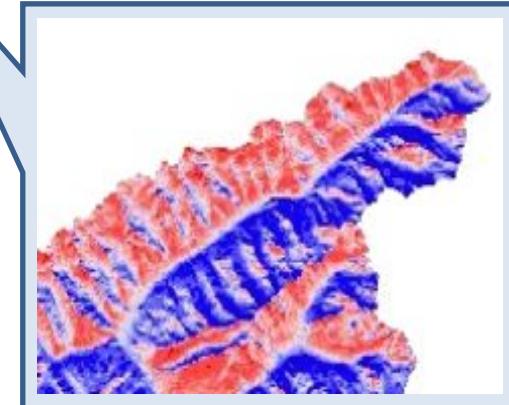
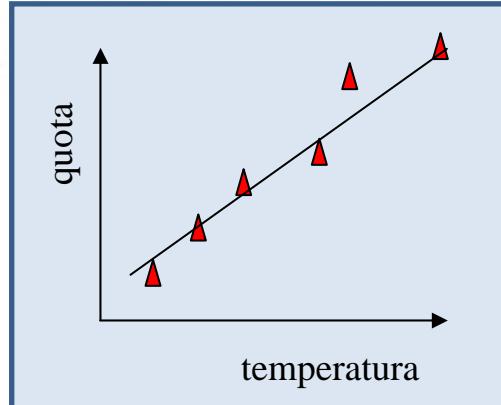
Risultati soddisfacenti nella modellazione distribuita del bilancio di massa possono essere ottenuti anche con **approcci di tipo concettuale**, come i modelli ad indice termico e/o morfo-energetico (Cazorzi e Dalla Fontana, 1996; Hock, 1999; Pellicciotti et al., 2005)

EISModel (Energy Index Snowmelt Model)

Modello concettuale, ha come obiettivo il miglioramento del metodo grado-giorno, combinando i vantaggi dei due approcci tradizionali:

- 1) capacità di cogliere la variabilità spaziale e temporale dei processi
 - 2) applicabilità, rimanendo parsimonioso per quanto riguarda i dati in input (T e P)
- Il modello opera a scala di cella e a scansione oraria.*

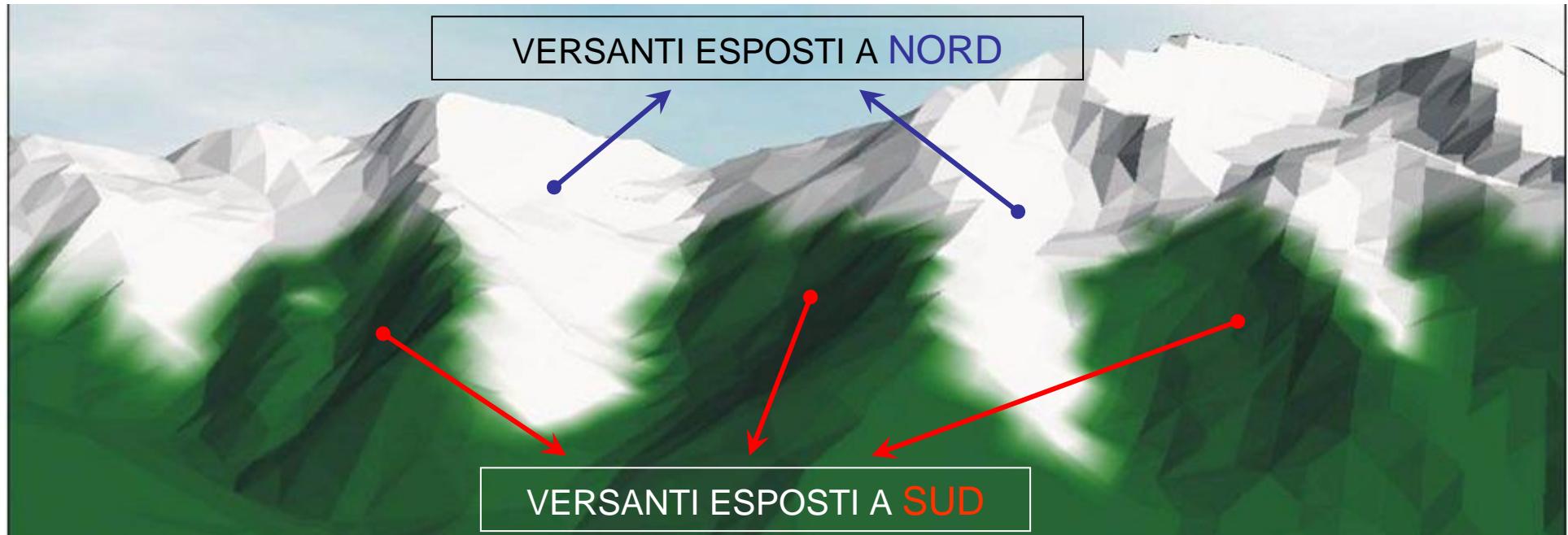
$$F = CMF \times T \times EI$$



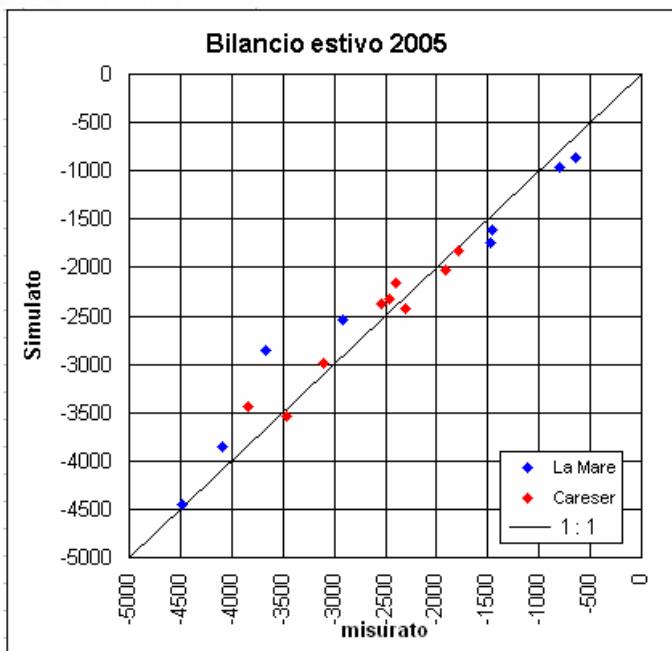
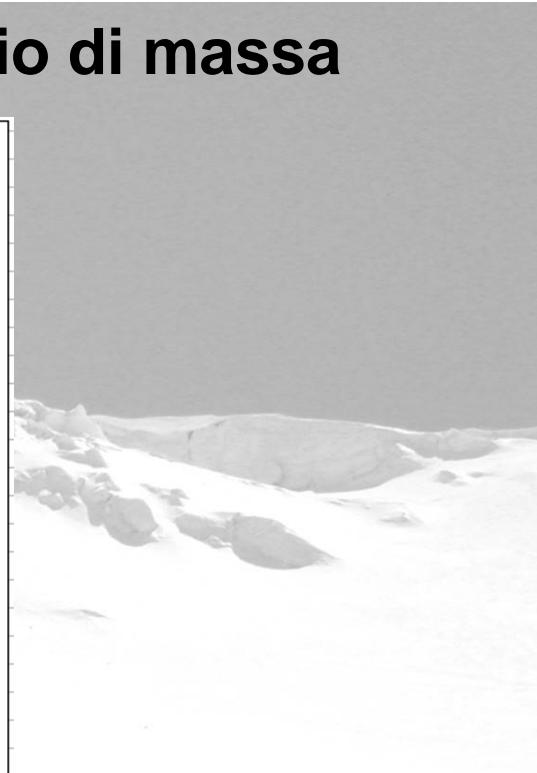
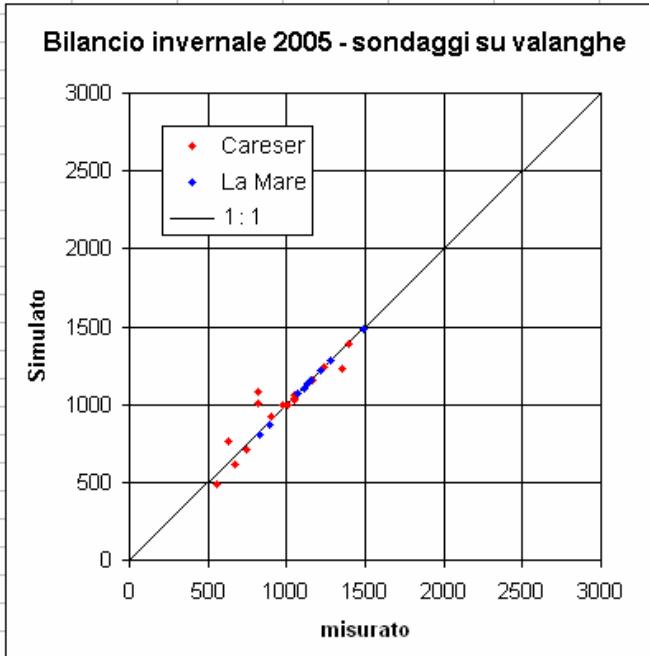
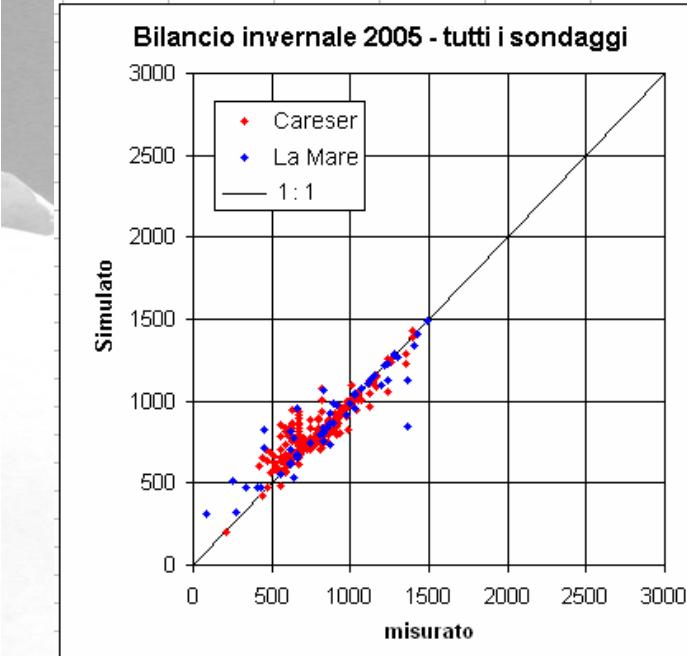
Cazorzi, F. and G. Dalla Fontana, 1996. *Snowmelt modelling by combining air temperature and a distributed radiation index*. J. Hydrol., 181, 169-187.

Hock, R. 1999. *A distributed temperature-index ice- and snowmelt model including potential direct solar radiation*. J. Glaciol., 45(149), 101-111.

Pellicciotti, F., B. Brock, U. Strasser, P. Burlando, M. Funk and J. Corripio. 2005. *An enhanced temperature-index glacier melt model including the shortwave radiation balance: development and testing for Haut Glacier d'Arolla, Switzerland*. J. Glaciol., 51(175), 573-587.



Ragguaglio spaziale delle misure di bilancio di massa

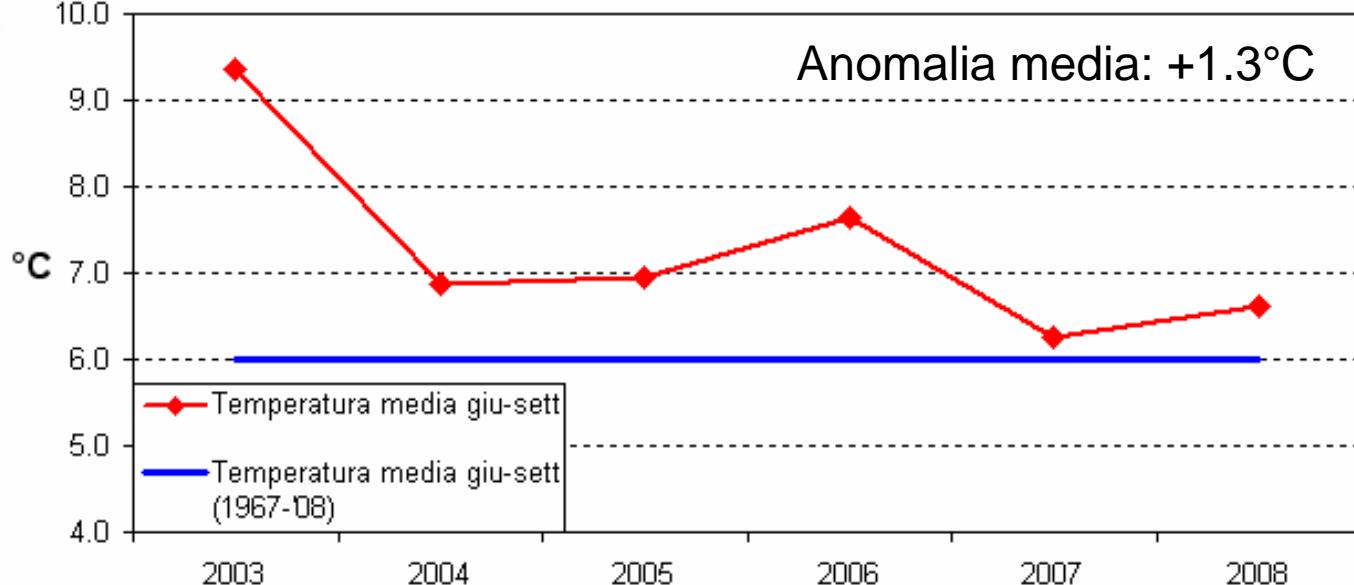
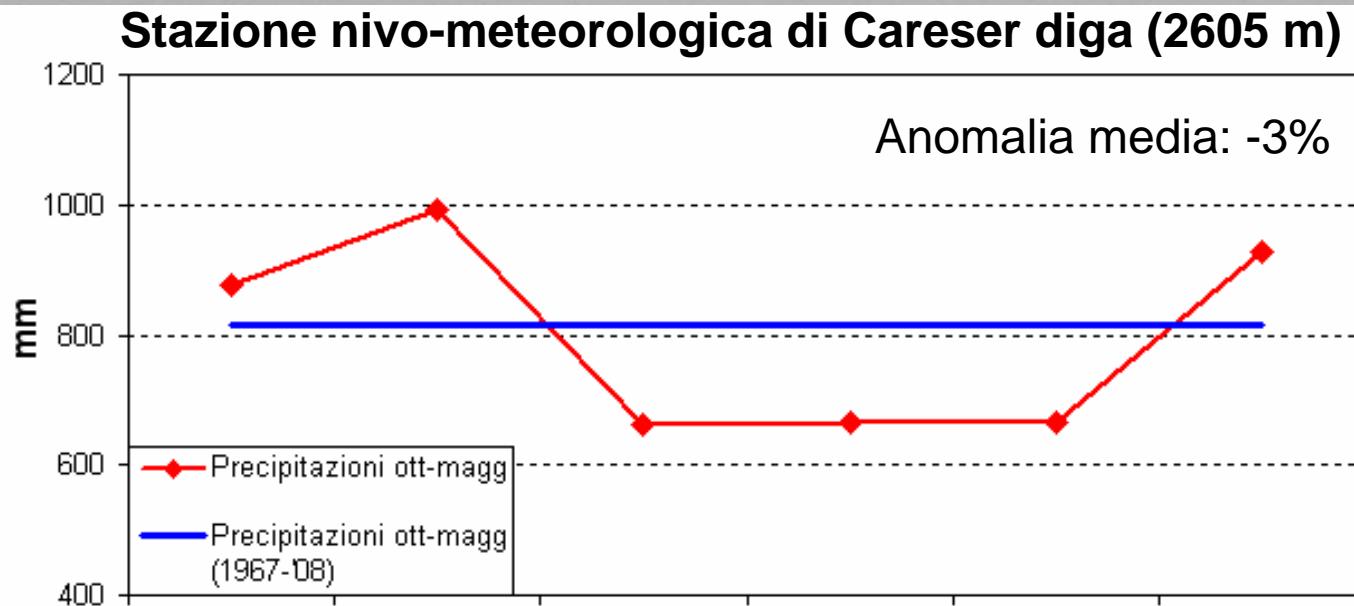


EISModel è stato adattato all'ambiente glaciale, introducendo:

- Gradiente verticale delle precipitazioni
- Redistribuzione eolica e gravitativa della neve
- Variabilità di substrati (neve, ghiaccio e firn) con diverso albedo
- Ciclo diurno della copertura nuvolosa
- Effetto raffreddante delle masse glaciali

ESITI: buona simulazione dei processi di accumulo e ablazione

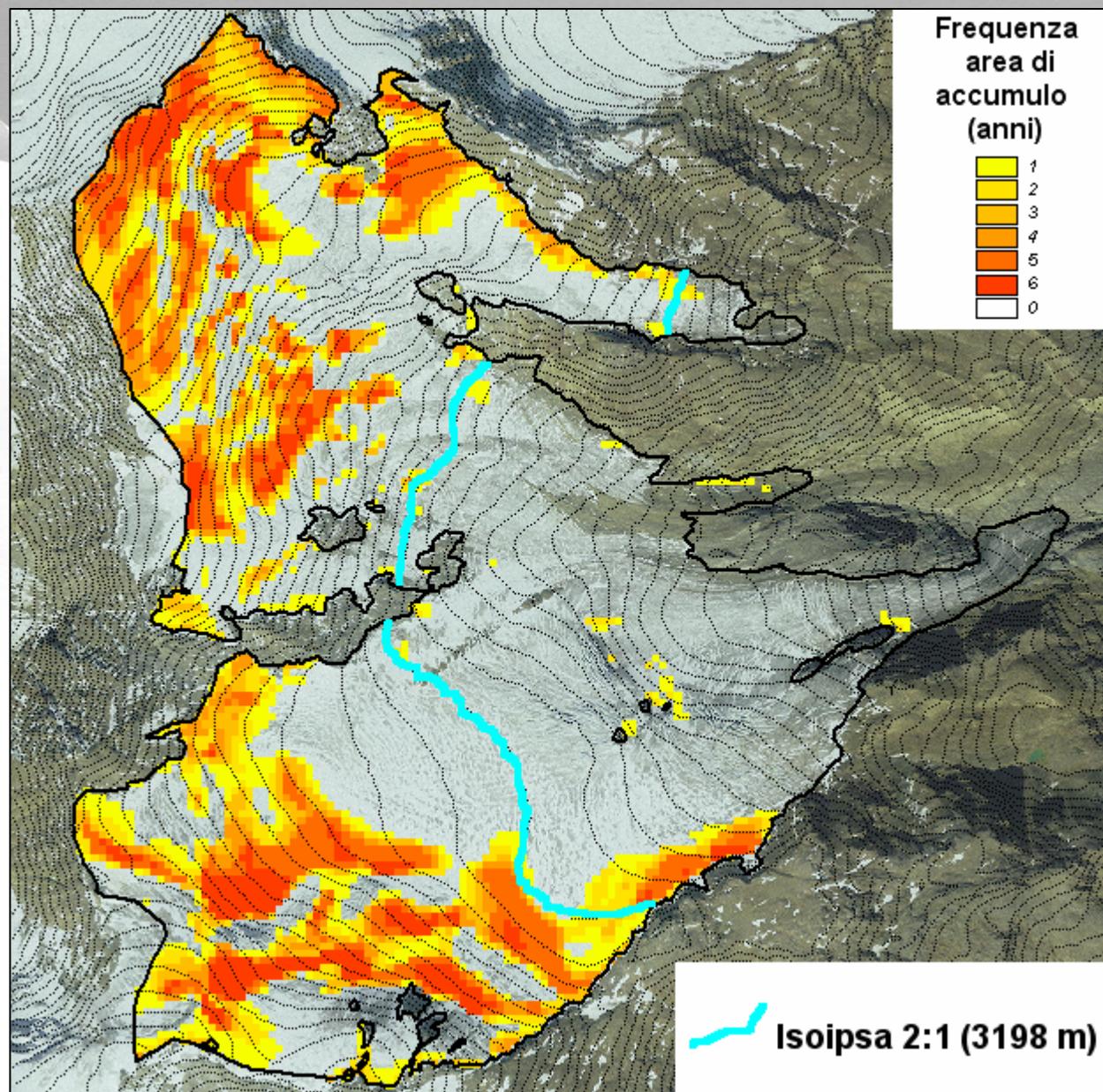
Condizioni meteorologiche nel periodo 2003 - 2008



Osservazioni particolari:

- Lunghi periodi anticiclonici estivi
- Scarse precipitazioni nevose estive in quota
- Elevate temperature anche in inverno (ex. 2006-'07)

Estensione dell'area di accumulo nel periodo 2003 - 2008



Accumulation Area Ratio (AAR)

- Minimo: 0.03
- Massimo: 0.39
- Medio: 0.21

Equilibrium Line Altitude (ELA)

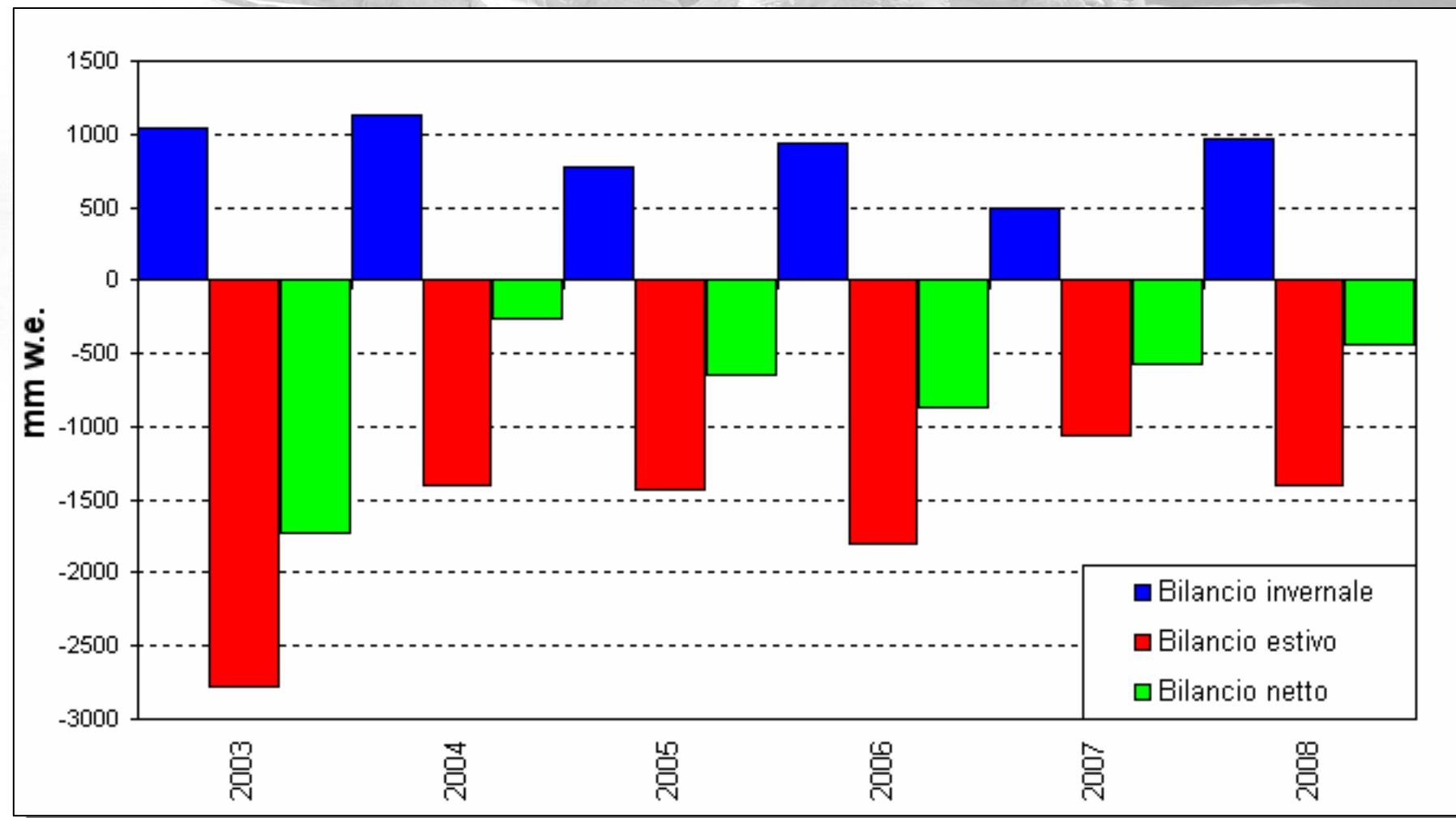
- Minima: 3293 m
- Massima: > Qmax
- Media: 3615 m

Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 intero ghiacciaio

Bilancio invernale medio: +890 mm

Bilancio estivo medio: -1646 mm

Bilancio netto medio: **-755 mm**

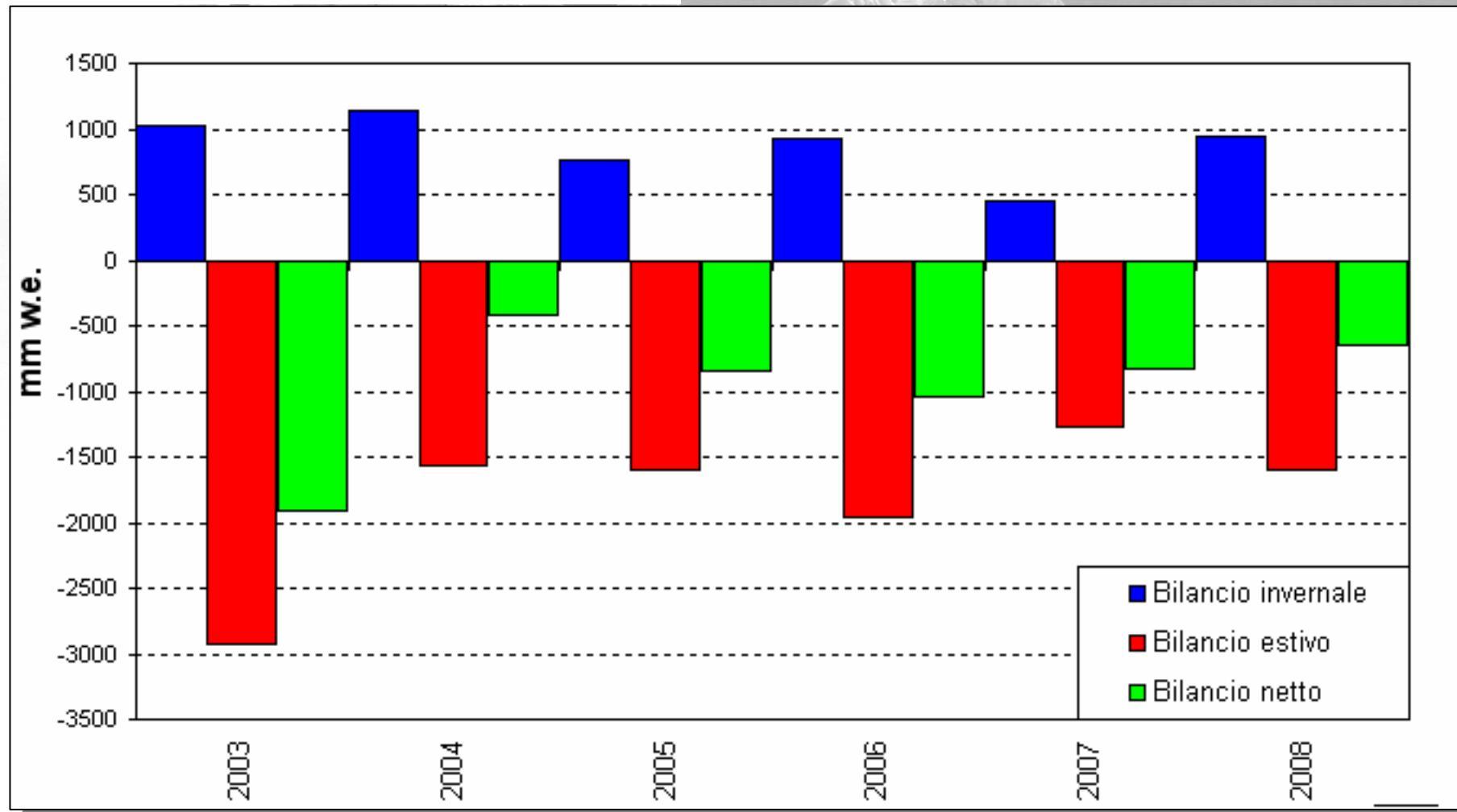


Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 settore meridionale

Bilancio invernale medio: +872 mm

Bilancio estivo medio: -1822 mm

Bilancio netto medio: **-950 mm**

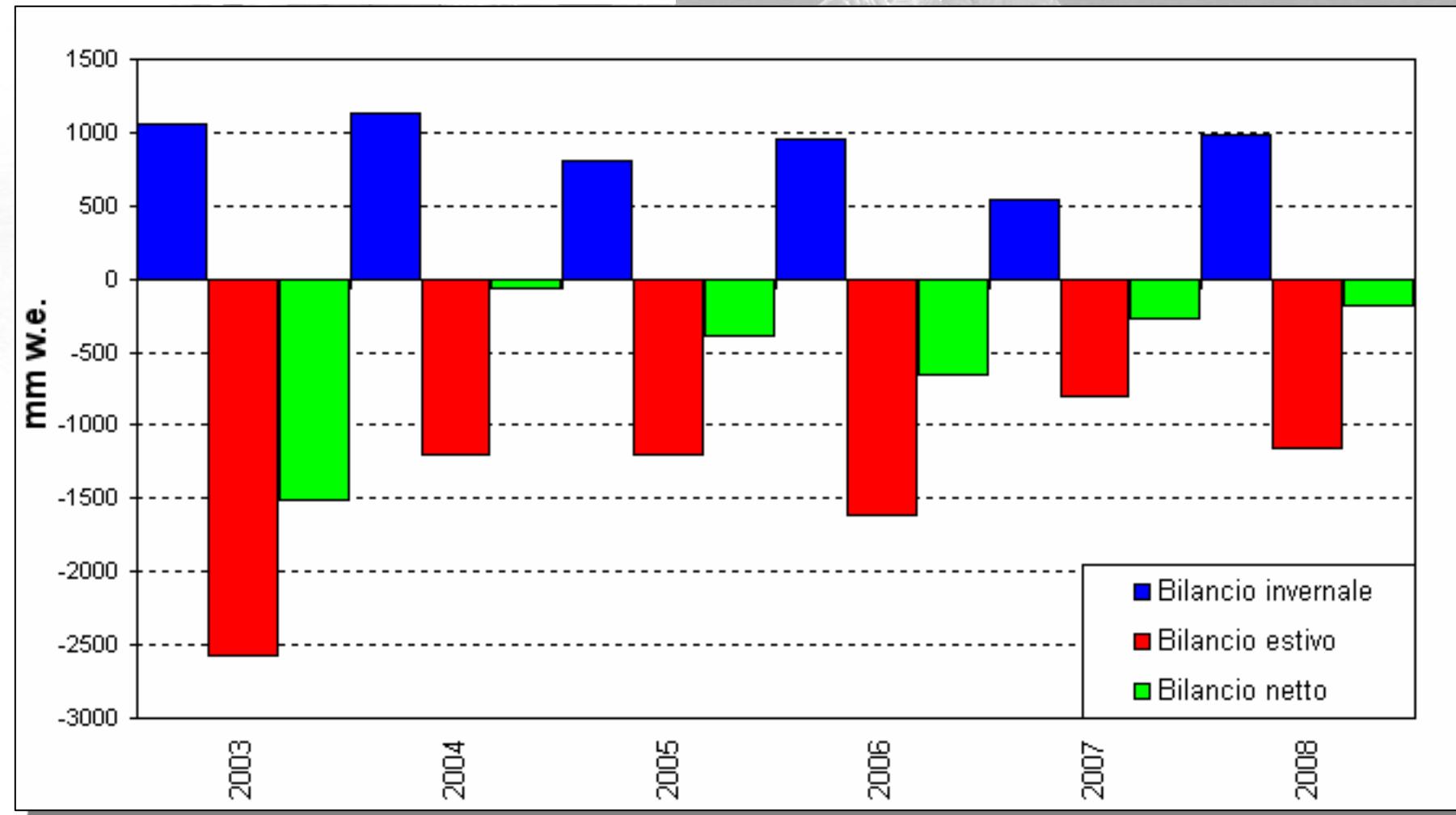


Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 settore settentrionale

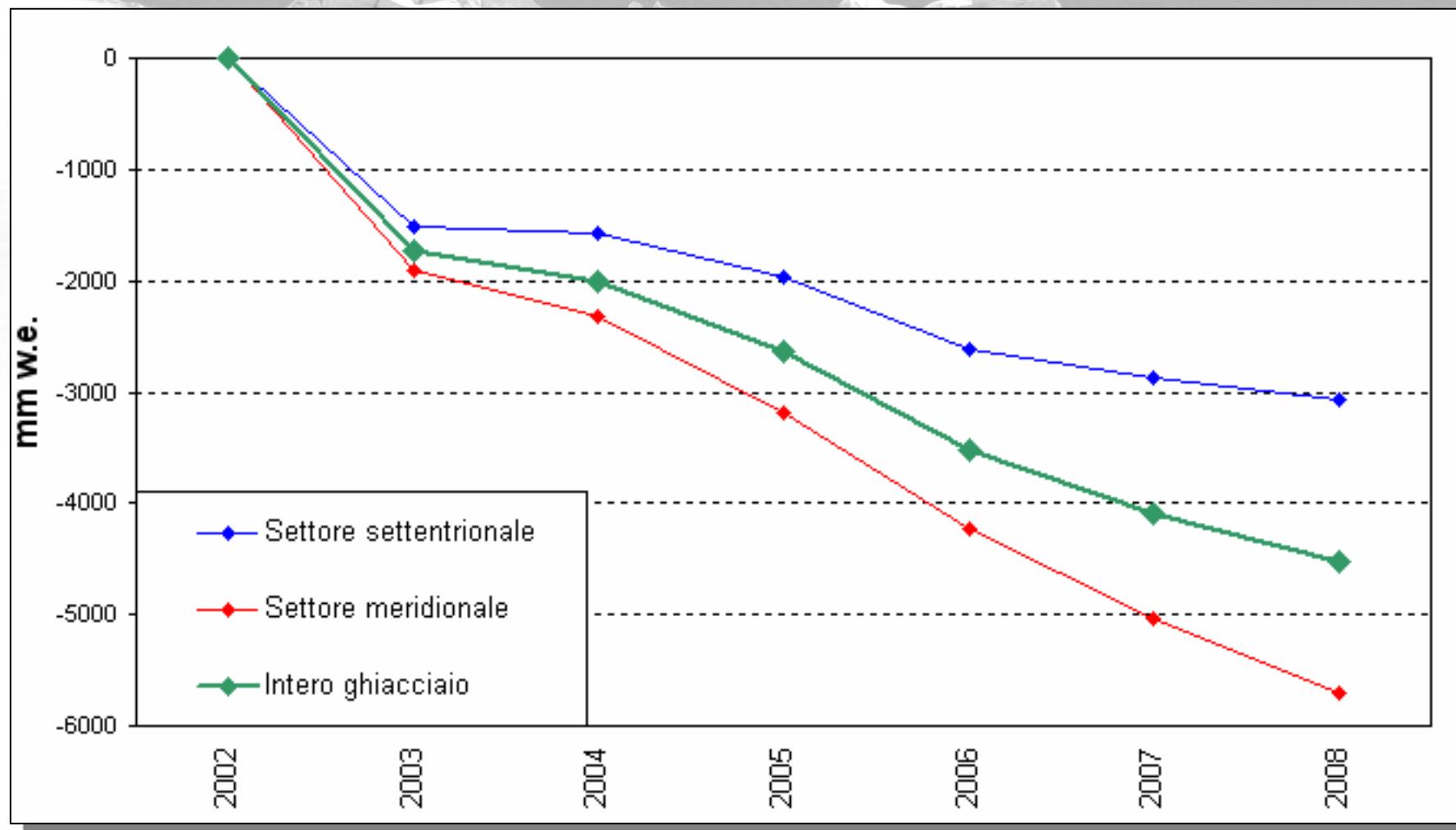
Bilancio invernale medio: +913 mm

Bilancio estivo medio: -1423 mm

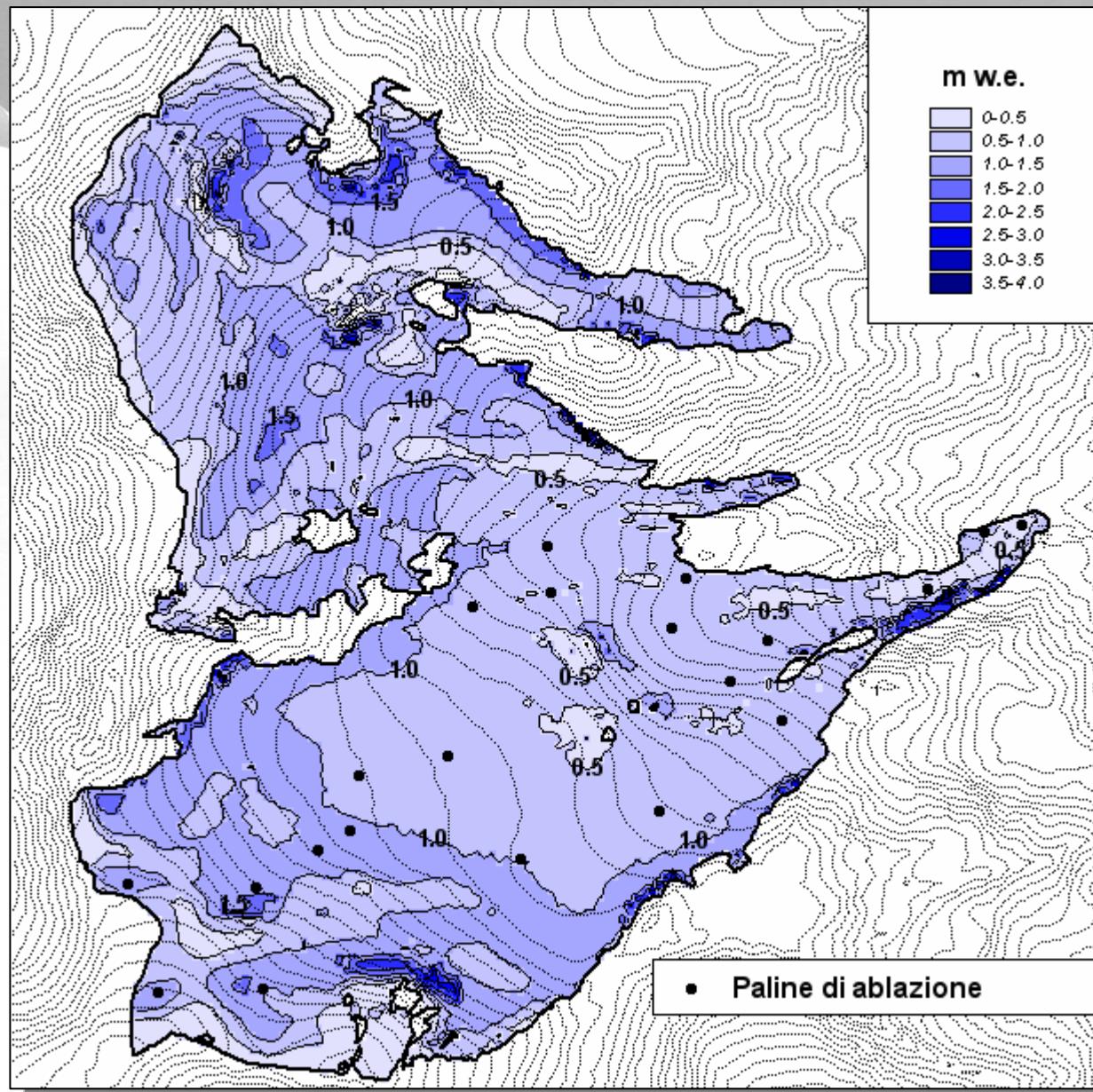
Bilancio netto medio: **-510 mm**



Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 valori cumulati



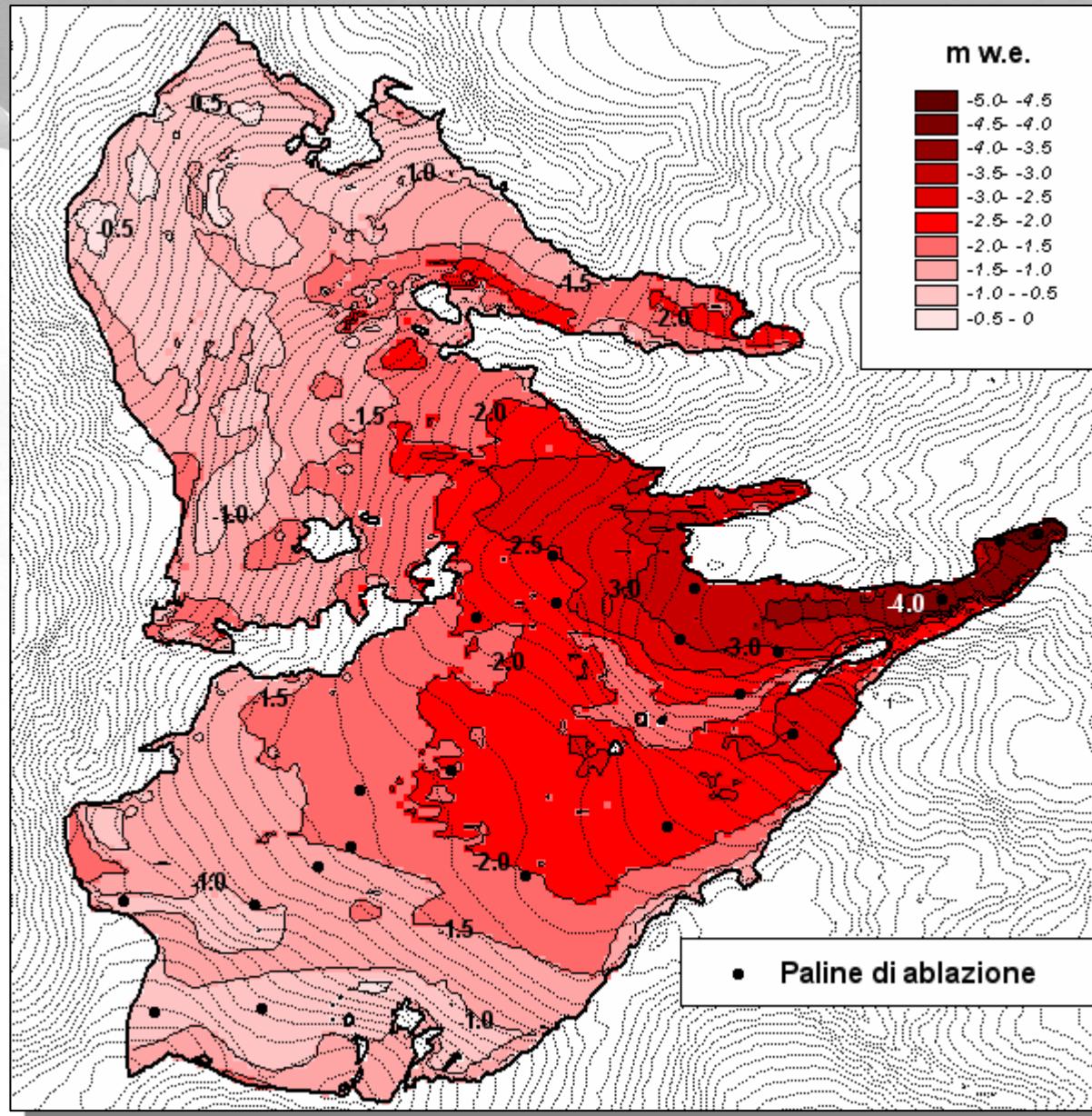
Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 distribuzione media del bilancio invernale



Valore medio: **+890 mm**



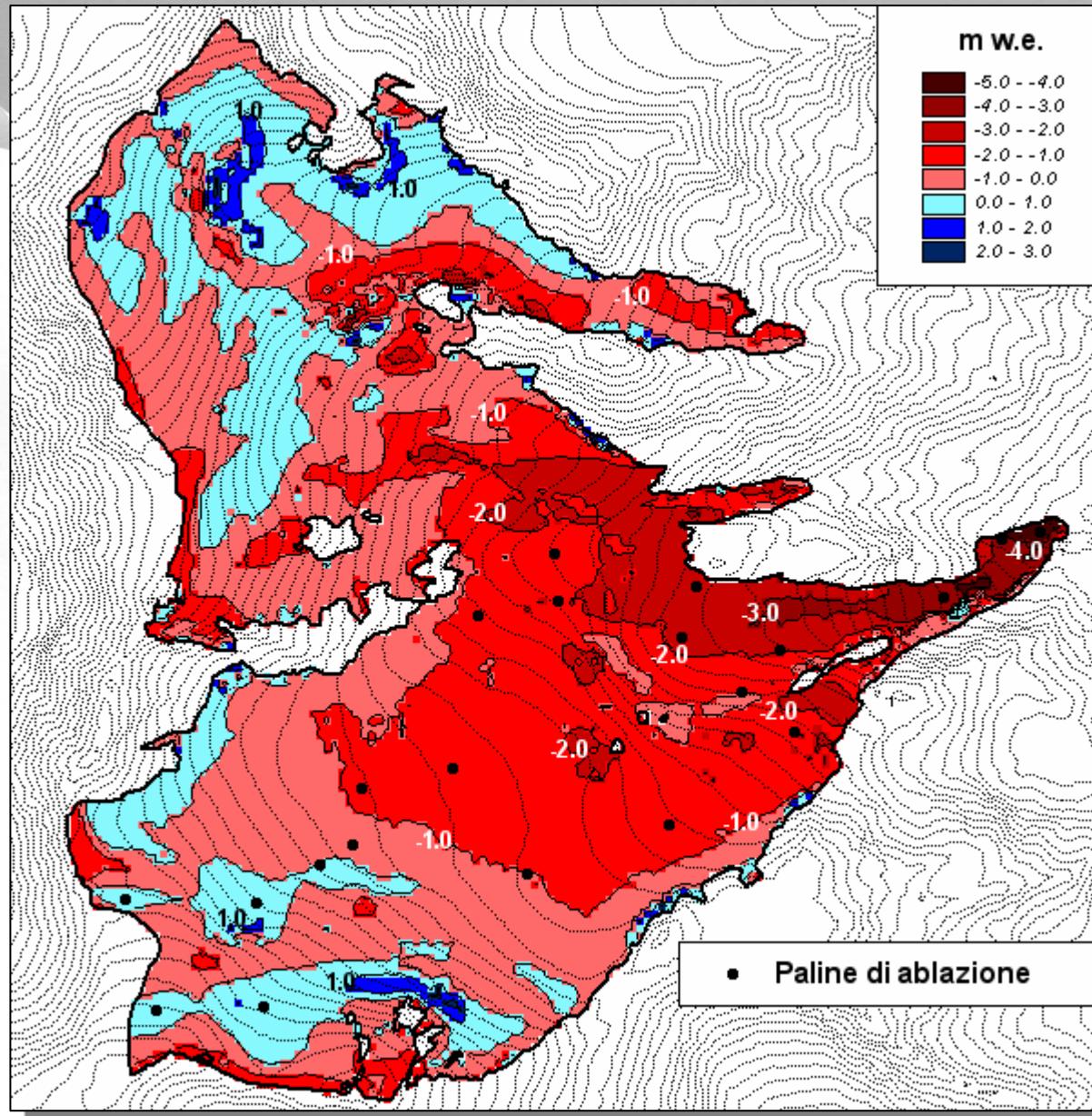
Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 distribuzione media del bilancio estivo



Valore medio: **-1646 mm**



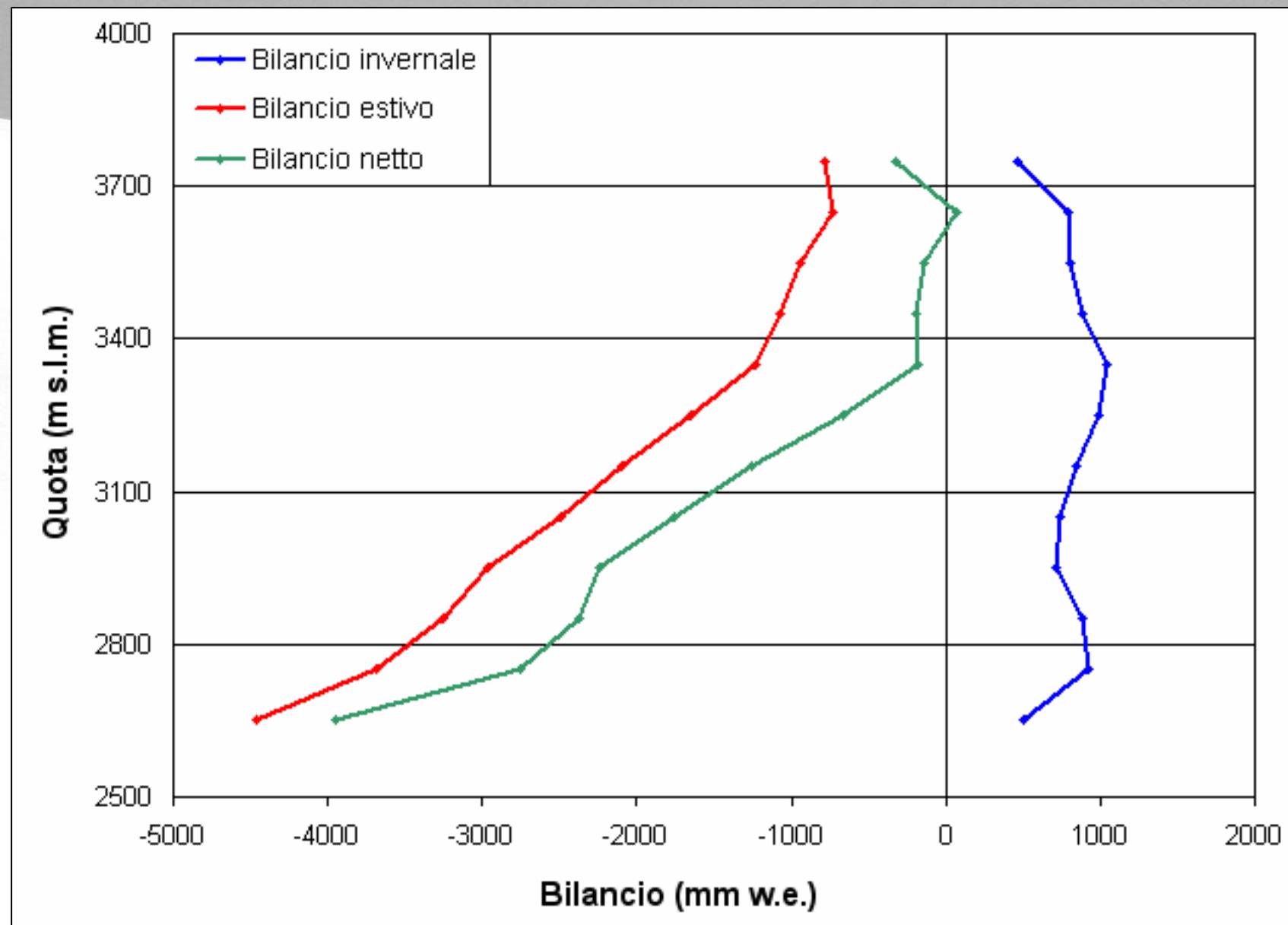
Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 distribuzione media bilancio netto



Valore medio: **-755 mm**

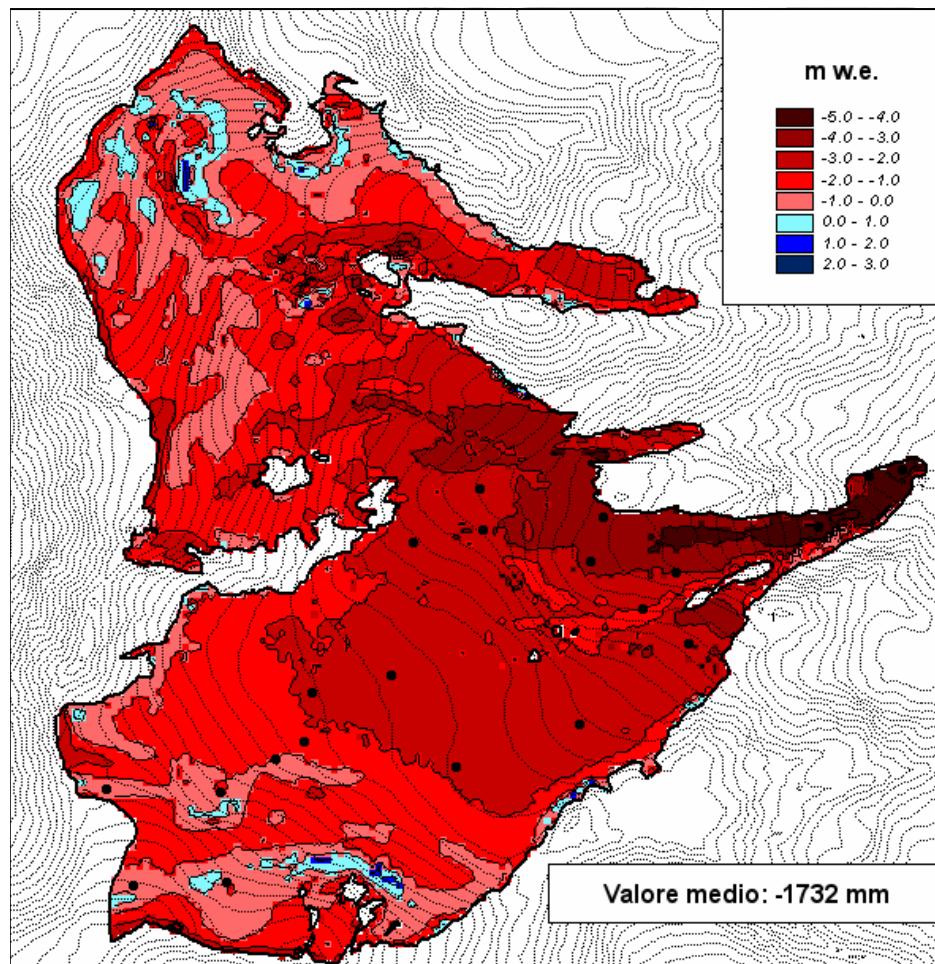


Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 variazione del bilancio con la quota

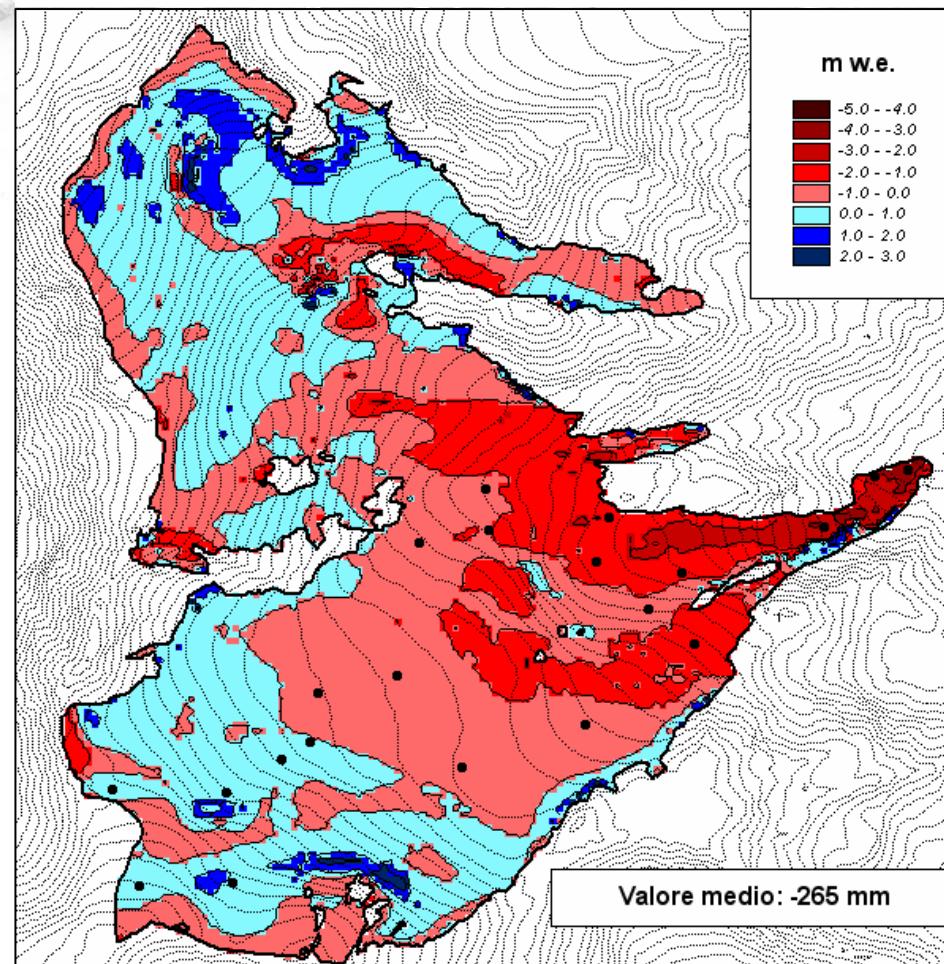


Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 estremi a confronto

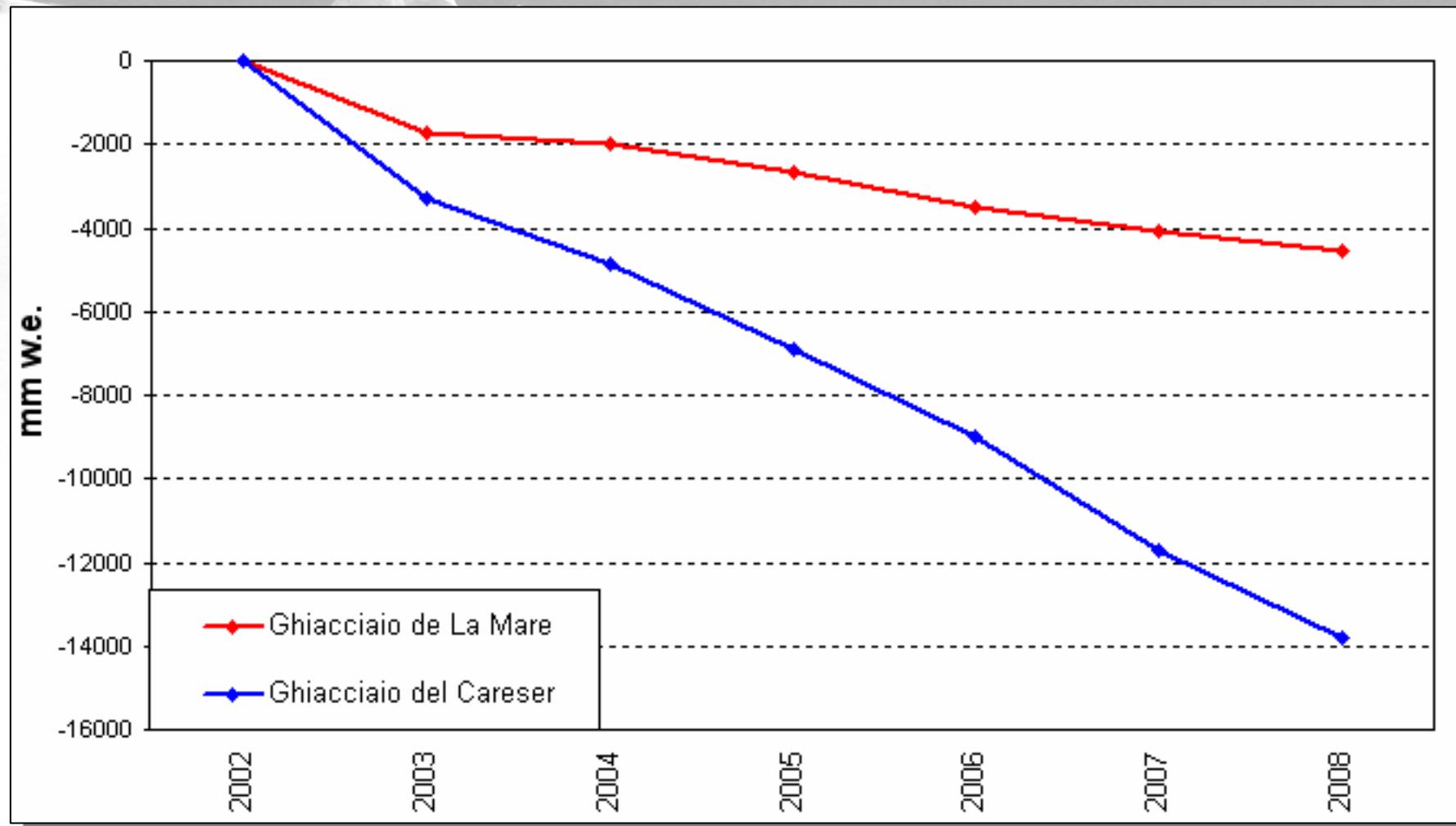
**2002 – 2003 (AAR = 0.03
ELA > quota max ghiacciaio)**



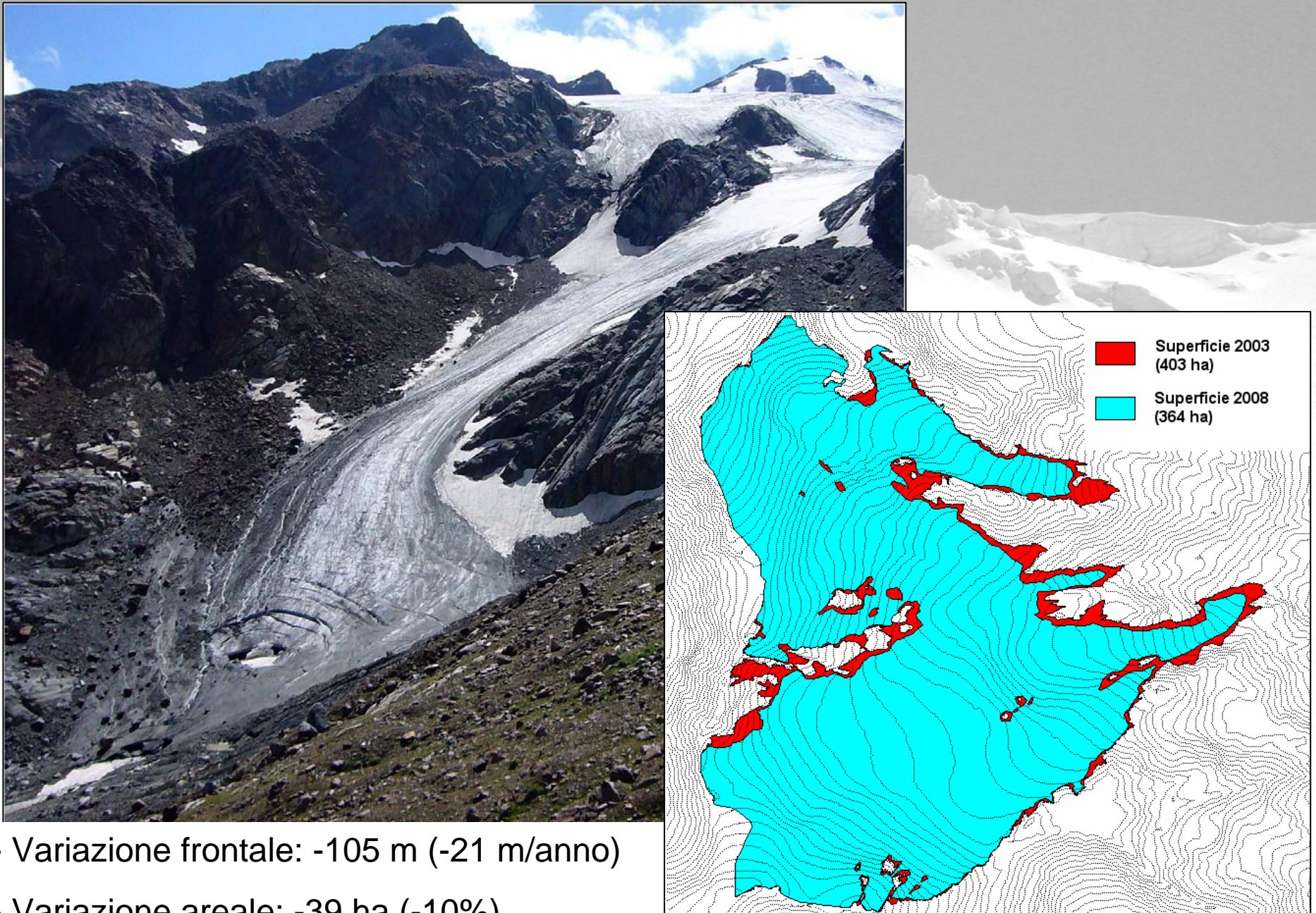
**2003 – 2004 (AAR = 0.39
ELA = 3293 m)**



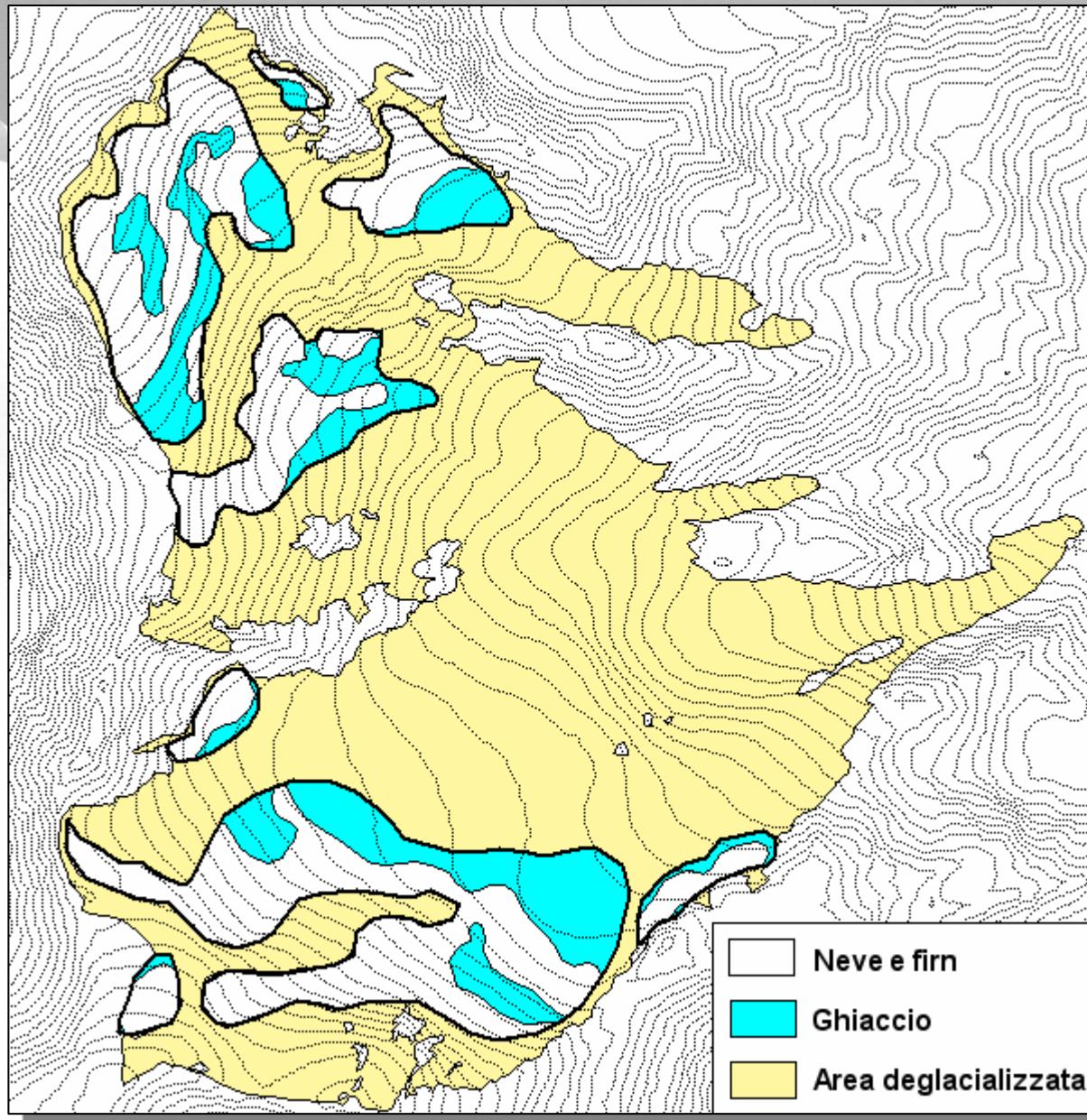
Bilancio di massa nel periodo 2003 – 2008 confronto con il vicino ghiacciaio del Careser



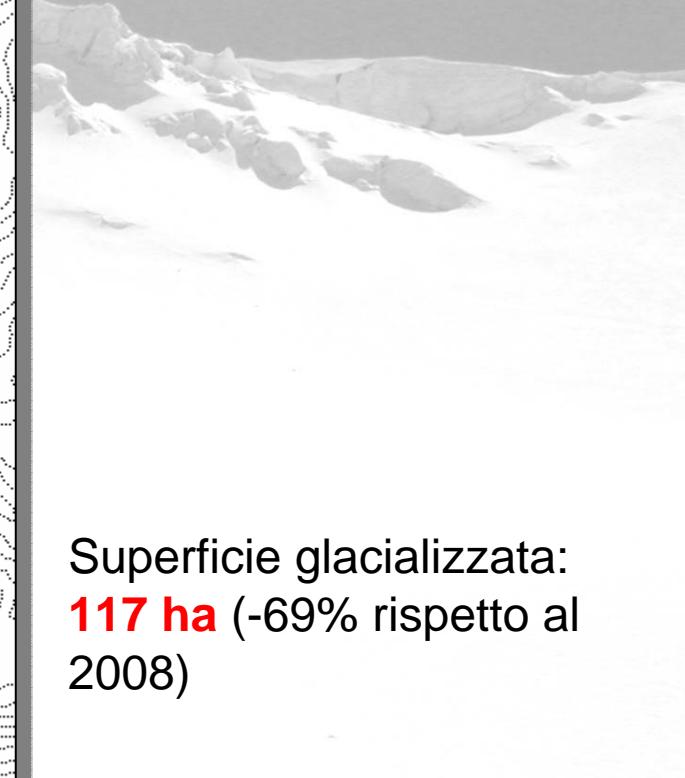
Variazioni morfologiche nel periodo 2003 - 2008



Verosimile estensione della copertura glaciale in futuro, al perdurare delle condizioni climatiche attuali



Superficie glacializzata:
117 ha (-69% rispetto al
2008)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Si ringraziano:

- la Provincia Autonoma di Trento e l'ENEL, per aver fornito di dati nivo-meteorologici di Careser diga
- gli amici del Comitato Glaciologico Trentino SAT e i tesisti, il cui contributo si è rivelato determinante per la prosecuzione delle misure di campagna
- il Parco Nazionale dello Stelvio, che ha agevolato l'organizzazione logistica e l'installazione di strumentazione scientifica sul ghiacciaio

