

MARCO GIADA (*) & GIORGIO ZANON (**)

VARIAZIONI DI LIVELLO E VOLUMETRICHE SULLA VEDRETTA DEL CARESÈR (GRUPPO ORTLES-CEVEDALE) TRA IL 1980 E IL 1990

Abstract: GIADA M. & ZANON G., *Ice level and volume variations of the Caresèr Glacier (Ortles-Cevedale Group) between 1980 and 1990.* (IT ISSN 0391-9838, 1991).

A new aerial survey was carried out in 1990 on the Caresèr Glacier, allowing comparison with the previous survey of 1980 and determination of the variations in ice level and volume during last ten years. This research was similar to the comparison made between the 1967 and 1980 surveys, with improved data processing methods and further verification of surface measurements regarding the annual mass balance of the glacier itself.

Digital models of the glacier surface, obtained by analytical photogrammetry for the 1980 situation and directly by restitution for 1990, provided two matrixes of altitude variations. The algebraic sum of the nodal values of a 50-m square grid produced a third matrix giving altitude variations between 1980 and 1990. The latter matrix was then used to calculate increases (*net accumulation*) and losses (*net ablation*), expressed as ice thicknesses and volumes for the entire surface. The same matrix was further exploited to provide a computerized thematic map with isolines representing level variations and completed by longitudinal and cross profiles of the glacier.

Level variations between 1980 and 1990 turned out to be negative at all altitudes and a mean value of $-11,24$ m, corresponding to a volume of $-54,2565 \times 10^6$ m³ was found. Comparisons with glaciological measurements on mass balance, in terms of water equivalent, were more than satisfactory: compared with a mean variation of $-10,17$ m Weq obtained using photogrammetry, the mean balance for the ten-year period was $-10,80$ m Weq, the difference between the two methods being less than 6%.

The above results agree with a phase of strong reduction of the glacier, partly at the expense of the accumulation area, where mass loss between 1980 and 1990 was 35% that verified for the entire glacial basin; in the same period the overall surface area was reduced by more than 20%.

KEY WORDS: Glaciology, Balance, Photogrammetry, Central Alps.

Riassunto: GIADA M. & ZANON G., *Variazioni di livello e volumetriche sulla Vedretta del Caresèr (Gruppo Ortles-Cevedale) tra il 1980 e il 1990.* (IT ISSN 0391-9838, 1991).

L'effettuazione, nel 1990, di un nuovo rilievo aerofotogrammetrico del Ghiacciaio del Caresèr ha consentito il confronto con il prece-

dente rilievo 1980 e la determinazione delle variazioni di spessore e volumetriche per l'ultimo decennio. La ricerca segue l'analogo confronto tra i rilievi 1967 e 1980, con il perfezionamento della metodologia di elaborazione ed una nuova verifica delle misure di superficie riguardanti il bilancio annuale del ghiacciaio.

Utilizzando i modelli digitali della superficie glaciale, ottenuti mediante operazioni di fotogrammetria analitica per la situazione 1980, e direttamente dalla restituzione per il 1990, sono state realizzate due distinte matrici di quote; la somma algebrica dei valori nodali in corrispondenza di un reticolo di 50 m di lato ha prodotto una terza matrice relativa alle variazioni di quota tra il 1980 ed il 1990. A partire da quest'ultima si sono successivamente calcolati gli aumenti e le perdite, espresse come spessori e come volumi di ghiaccio per l'intera superficie. Utilizzando la stessa matrice è stata quindi tracciata al computer una rappresentazione tematica con isolinee delle variazioni di livello, integrata da un profilo trasversale e da uno longitudinale del ghiacciaio.

Le variazioni di livello tra il 1980 ed il 1990 sono risultate negative a tutte le altitudini e sono state calcolate in un valore medio di $-11,24$ m, corrispondente ad un volume di $-54,2565 \times 10^6$ m³. Il confronto con le misure sul bilancio glaciale, in termini di equivalenti in acqua, è risultato più che soddisfacente: infatti, contro una variazione di spessore media di $-10,17$ m Weq, ottenuta dall'utilizzo della fotogrammetria, il bilancio medio per lo stesso periodo è risultato di $-10,80$ m Weq, con una differenza tra le due metodologie inferiore al 6%.

I risultati si inquadrano in una recente fase di forte riduzione del ghiacciaio, che ha riguardato anche la zona di alimentazione, dove la perdita di massa è stata pari al 35% di quella verificatasi per l'intero bacino glaciale.

TERMINI CHIAVE: Glaciologia, Bilancio, Fotogrammetria, Alpi Centrali.

PREMESSA

La presente ricerca fa seguito ad altra precedente (GIADA & ZANON, 1985), nella quale erano state prese in considerazione le modificazioni sulla Vedretta del Caresèr, come risultato del confronto dei rilievi aerofotogrammetrici IR-TA 1967 e 1980. Nel 1990, nell'ambito dei programmi per lo studio del regime di massa del ghiacciaio, iniziati nel 1966, è stata effettuata una nuova ripresa aerea, con restituzione alla scala 1:5 000. Ciò ha reso possibile sia un raffronto tra le situazioni topografiche 1980 e 1990, con la determinazione delle modificazioni intercorse in questo

(*) COMP, Noale (Venezia).

(**) Dipartimento di Geografia, Università di Padova.

Ricerca effettuata con il contributo dell'ENEL-CRIS e del MURST, fondi 60%.

Gli autori ringraziano il Prof. G.B. Castiglioni per la lettura critica del manoscritto.

periodo, sia un'ulteriore verifica dei risultati delle misure glaciologiche di superficie. Inoltre, il confronto ha assunto un particolare interesse in quanto ha riguardato un periodo, il decennio Ottanta, che è stato caratterizzato da un'eccezionale riduzione del glacialismo alpino, consentendo una completa valutazione quantitativa dei suoi effetti su questo apparato glaciale delle Alpi Centrali.

METODOLOGIA DI CONFRONTO ED ELABORAZIONE DEI DATI

La determinazione delle modificazioni di livello e di volume è basata sull'elaborazione dei rilievi aerofotogrammetrici effettuati alla chiusura delle annate idrologiche 1979-80 e 1989-90. A partire dalle strisciate aerofotogrammetriche si è proceduto al calcolo dei modelli digitali della superficie glaciale riferiti ad un sistema locale di coordinate, avente come origine il vertice trigonometrico di Piz Cavajòn (3 120 m). Mentre, tuttavia, il modello digitale relativo al rilievo 1980 era stato calcolato mediante operazioni di fotogrammetria analitica, per il rilievo del 1990 esso è stato ottenuto direttamente, nel corso delle operazioni di restituzione. In ambedue i casi sono stati realizzati due insiemi di dati, organizzati in forma di matrici di quote aventi un comune sistema di riferimento locale ed eguale interdistanza tra i valori nodali, pari a 50 m; i due modelli digitali risultano pertanto planimetricamente coincidenti.

Il confronto delle due matrici (somma algebrica dei valori nodali riferiti a nodi omologhi) ha prodotto una terza matrice che esprime le variazioni di quota verificatesi nell'intervallo 1980-1990. A partire da quest'ultima si sono quindi calcolati i volumi di incremento (*accumulo netto*) e di perdita (*ablazione netta*) relativi ai prismi retti aventi per base un'intera maglia quadrata di 50 m di lato ed altezza pari alla media dei quattro valori nodali, se dello stesso segno. Nel caso di prismi con valori nodali di segno discorde, l'assegnazione dei valori parziali è stata effettuata proporzionalmente alla ripartizione delle superfici di ba-

se, rispettivamente in una porzione relativa ad un incremento volumetrico ed una relativa ad una perdita (per altri dettagli sull'argomento, cfr. GIADA & ZANON, 1985).

MODIFICAZIONI TOPOGRAFICHE E MORFOMETRICHE

Nella Tab. 1 sono riportate, per fasce altimetriche di 50 m, le superfici 1980 e 1990, e le relative differenze come valori assoluti e in percentuale. Le variazioni risultano negative a tutte le altitudini, se si eccettua la zona frontale 2 860-2 900 m, dove il leggero incremento di superficie è, con ogni probabilità, da attribuirsi alla migrazione verso monte delle isoipse (su un tratto massimo di 150 m per la 2 900), così da compensare il contemporaneo arretramento del perimetro frontale; la diminuzione per la fascia 2 900-2 950 m e, analogamente, per quelle successive, è invece conseguenza dei nuovi affioramenti rocciosi, come quello a W della C. Campisòl e l'area rocciosa e detritica venuta a giorno nel settore a SW del bacino (cfr. Tav. 1); quest'ultima, inoltre, ha principalmente contribuito alla forte riduzione osservabile per la zona 3 000-3 050 metri. Mentre la maggior diminuzione di superficie in valore assoluto è quella riscontrabile tra 3 100 e 3 150 m, in termini percentuali la maggior riduzione è quella che interessa la zona sommitale, oltre i 3 150 metri. È evidente in questo caso la conseguenza della totale scomparsa di vaste superfici glaciali, già in area di alimentazione, venute a trovarsi al di sotto della linea di equilibrio per gran parte delle annate dal 1980 al 1990 (vedi avanti).

Come effetto di questi processi, la superficie del ghiacciaio si è ridotta complessivamente di quasi 1 km², pari al 20% della superficie 1980; l'altitudine massima è passata da 3 350 a 3 310 m, mentre quella minima è rimasta quasi inalterata a 2 860 metri. Inoltre, come si ricava dalle curve ipsografiche delle due situazioni topografiche 1980 e 1990, l'altitudine *media* si è abbassata da 3 094 m nel 1980 a 3 075 m nel 1990, mentre l'altitudine *mediana* (l'isoipsa che divide il ghiacciaio in due parti equivalenti)

TABELLA 1 - Vedretta del Caresèr, 1980-1990. Superfici ricavate dai rilievi aerofotogrammetrici IRTA 1980 e SCM 1990, per zone altimetriche di 50 m. Differenze in valore assoluto (km²) e come percentuale delle superfici 1980. Approssimazione a 500 m².

Altitudine m s.m.	Superficie 1980 km ²	Superficie 1990 km ²	Differenza km ²	%
2 860-2 900	0,0675	0,0980	+ 0,0305	+ 45,18
2 900-2 950	0,2280	0,1985	- 0,0295	- 12,94
2 950-3 000	0,3980	0,3710	- 0,0270	- 6,78
3 000-3 050	0,8775	0,6560	- 0,2215	- 25,24
3 050-3 100	1,0400	0,9645	- 0,0755	- 7,26
3 100-3 150	1,3210	1,0440	- 0,2770	- 20,97
3 150-3 200	0,4700	0,3005	- 0,1695	- 36,06
3 200-3 350	0,4270	0,2240	- 0,2030	- 47,54
2 860-3 350	4,8290	3,8565	- 0,9725	- 20,14

è passata da 3 092 a 3 084 metri. Anche il comportamento di questi due parametri va visto come l'effetto di varie cause, ma, soprattutto, dell'abbassamento di livello verificatosi a tutte le altitudini e della riduzione areale nelle zone superiori.

dente come in quest'ultimo decennio la perdita netta in termini di volume abbia interessato anche le zone superiori, compresa gran parte dell'antica zona di alimentazione, come già si visto per quanto riguarda le variazioni areali e morfometriche.

MODIFICAZIONI DI LIVELLO E VOLUMETRICHE

RAPPRESENTAZIONE TEMATICA DELLE VARIAZIONI DI LIVELLO

Le variazioni di livello e volumetriche, calcolate sulla base della metodologia sopra descritta, sono riportate in Tab. 2. Per la determinazione dei volumi, anziché le sommatorie delle aree elementari dei prismi retti, non coincidenti con la superficie reale del ghiacciaio, sono stati presi in considerazione i valori che si ottengono dalle variazioni di livello, moltiplicate per le superfici delle singole fasce altimetriche di 50 m, desunte dal rilievo aerofotogrammetrico 1980.

Utilizzando la matrice delle variazioni di livello della superficie glaciale, è stato possibile il tracciamento al computer di un sistema di isolinee che suddividono l'intera superficie del ghiacciaio in aree significative delle modificazioni intercorse nel periodo considerato (Tav. 1). La rappresentazione tematica è integrata da due profili (Figg. 1 e 2), ricavati rispettivamente da una sezione longitudinale (A-A') e da una trasversale (B-B') rispetto all'asse principale del ghiacciaio.

Le variazioni di livello della superficie glaciale in funzione dell'altitudine risultano esclusivamente negative. Esse sono comprese tra un valore massimo di $-18,34$ m per l'intervallo inferiore 2 860-2 900 m e uno minimo di $-5,09$ m per la zona sommitale 3 200-3 350 m, con una media di $-11,24$ m. Valori di -5 m circa si mantengono ancora nella zona altimetrica superiore, oltre i 3 200 m, fatto questo da porre in rapporto con quanto si è visto in precedenza circa la totale scomparsa delle aree glaciali più elevate, di ridotto spessore, comprese tra 3 350 e 3 310 m, e di tutte le placche ghiacciate preesistenti.

Le modificazioni di livello, espresse dalle classi in *legenda*, sono ovunque di segno negativo. Piccole variazioni positive, riscontrabili in situazioni topografiche particolari e non rappresentabili nella carta tematica, sono comprese nella classe inferiore 8-0 metri.

In termini di volumi dissipati tra il 1980 ed il 1990, e sulla base della distribuzione areale 1980, la perdita massima si verifica, con $-13,0830 \times 10^6$ m³, nell'intervallo 3 050-3 100 m, comprendente l'altitudine media e quella mediana del ghiacciaio, mentre un valore di $-12,5230 \times 10^6$ m³, il secondo in assoluto, si osserva ancora tra 3 100 e 3 150 metri. In tal modo, nella zona compresa tra 3 000 e 3 150 m si è concentrato il 67% dell'intera perdita di volume tra il 1980 e il 1990; poiché nel precedente periodo 1967-1980 la riduzione volumetrica aveva avuto luogo per il 62% nella fascia 3 000-3 100, è evi-

Circa la distribuzione spaziale delle modificazioni, è anzitutto da rimarcare la larga fascia con valori negativi massimi, superiori a 18 m, che, a partire dall'area frontale, si sviluppa nella parte mediana con una larghezza media sui 400 metri. Verso monte, essa ingloba parzialmente l'emergenza rocciosa centrale e si spinge oltre, sino ad un'altitudine massima di 3 085 m, per una lunghezza complessiva di 1 600 metri. Il profilo longitudinale (A-A'), condotto dalla fronte alla quota di (Figg. 1 e 2), fornisce una significativa rappresentazione di tale zona e del conseguente estendersi delle due originarie isole rocciose, sede dei nivopluviometri totalizzatori ed ora fuse in un unico complesso. La classe di variazione > -18 è riscontrabile anche sulla fascia che sovrasta i recentissimi affioramenti rocciosi a SW della C. Rossa di Saént, dove è presente una caratteristica scarpata a forte pendenza, in posizione sot-

TABELLA 2 - Vedretta del Caresè, 1980-1990. Variazioni di livello della superficie glaciale e variazioni volumetriche in funzione dell'altitudine, dal confronto dei rilievi aerofotogrammetrici IRTA 1980 e SCM 1990. Variazioni volumetriche espresse anche come percentuale del valore totale. (Superficie di riferimento 1980).

Altitudine m s.m.	Superficie km ²	Δ Livello m	10 ⁶ m ³	Δ Volume	%
2 860-2 900	0,0675	-18,34	- 1,2380		2,3
2 900-2 950	0,2280	-17,03	- 3,8830		7,2
2 950-3 000	0,3980	-15,63	- 6,2205		11,5
3 000-3 050	0,8775	-12,76	-11,1970		20,6
3 050-3 100	1,0400	-12,58	-13,0830		24,1
3 100-3 150	1,3210	- 9,48	-12,5230		23,1
3 150-3 200	0,4700	- 8,38	- 3,9385		7,3
3 200-3 350	0,4270	- 5,09	- 2,1735		4,0
2 860-3 350	4,8290	-11,24	-54,2565		100,0

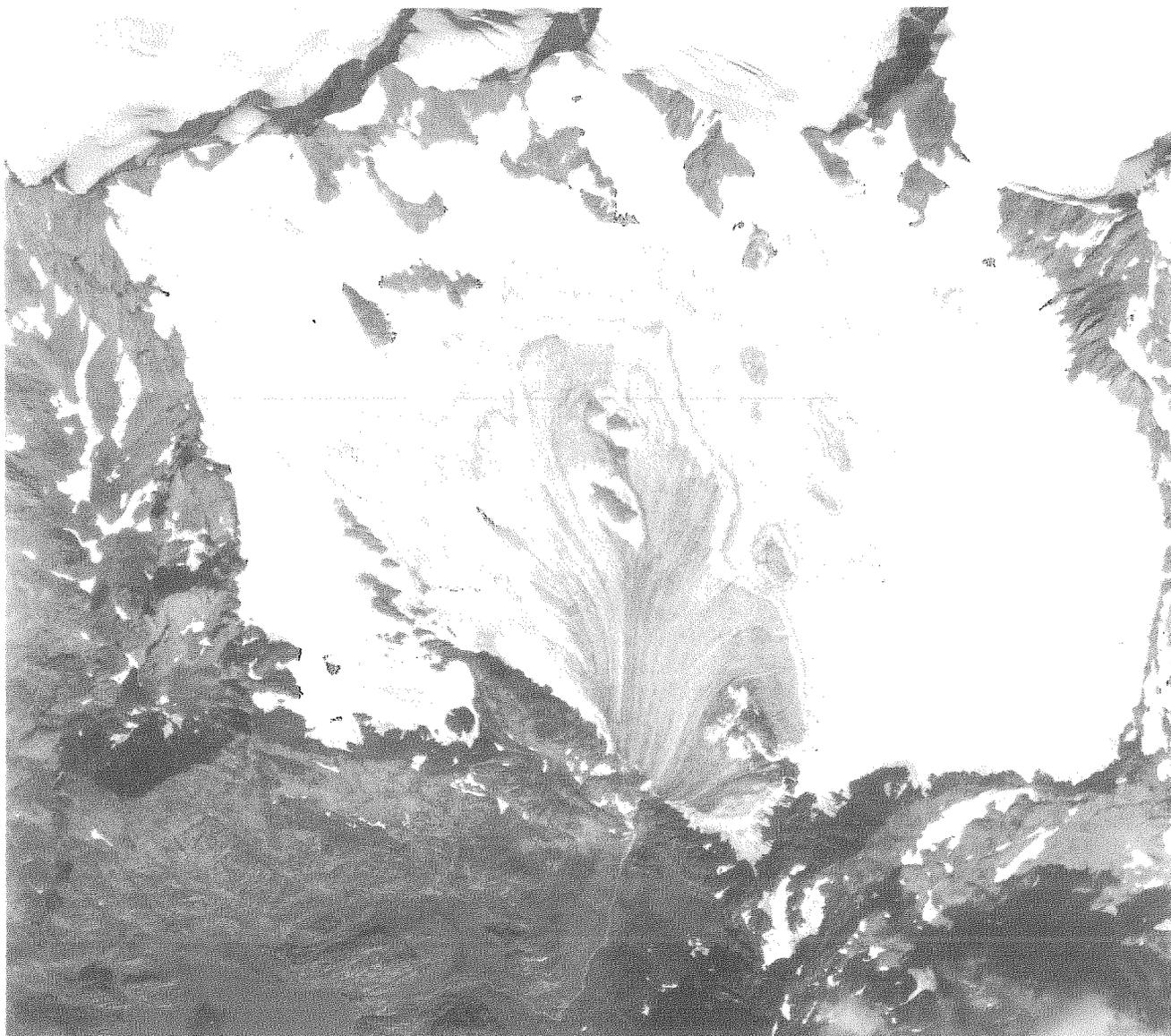


Fig. 1 - Vedretta del Caresèr. Foto aerea del 25-9-1980, alla scala approssimativa di 1:13.500. (Concessione n° 89 del Ministero della Difesa-Aeronautica. Compagnia Generale Ripresearee-Parma).

tovento e in piena esposizione W-SW, in quella che sino a qualche anno fa era la zona di alimentazione. La persistente mancanza di innevamento residuo si è aggiunta all'irraggiamento termico da parte della fascia rocciosa sottostante, nel dar luogo ad una zona continua di massima riduzione di spessore anche ad un'altitudine così elevata. La stessa classe massima appare tra le isoipse 3 175 e 3 200 m, nel circo compreso tra la C. Marmotta e la C. Venezia, nell'estremo vertice di NW, zona, questa, a scarso accumulo nevoso per l'evidente situazione di riparo orografico.

Estesamente rappresentata è anche la classe di variazione negativa 16-18 m; nella parte mediana essa costituisce il proseguimento della classe > -18 m sino ad una quota di 3 100 m, contornando quasi interamente l'isolotto roccioso centrale e costituendo una fascia pressoché con-

tinua, di passaggio alle aree scoperte di SW. Le isolinee di queste due classi, e così per le due successive, assumono un andamento che si può considerare zonale nelle aree glacializzate più estese e più omogenee; esse tendono invece ad intersecare le curve di livello in corrispondenza del perimetro dei principali affioramenti rocciosi, indicando il prevalere, sulla stessa altitudine, di cause locali. L'andamento torna a mantenersi zonale, con la presenza delle classi più basse, in corrispondenza del recinto roccioso, a SW e sul lato E, unici luoghi, negli ultimi anni, di relativa permanenza di falde nevose residue.

Sensibili riduzioni di spessore, accompagnate da un ampliamento delle aree scoperte, si osservano in corrispondenza dei circhi superiori del settore N. Occorre tener presente, a questo proposito, che con riferimento alle aree

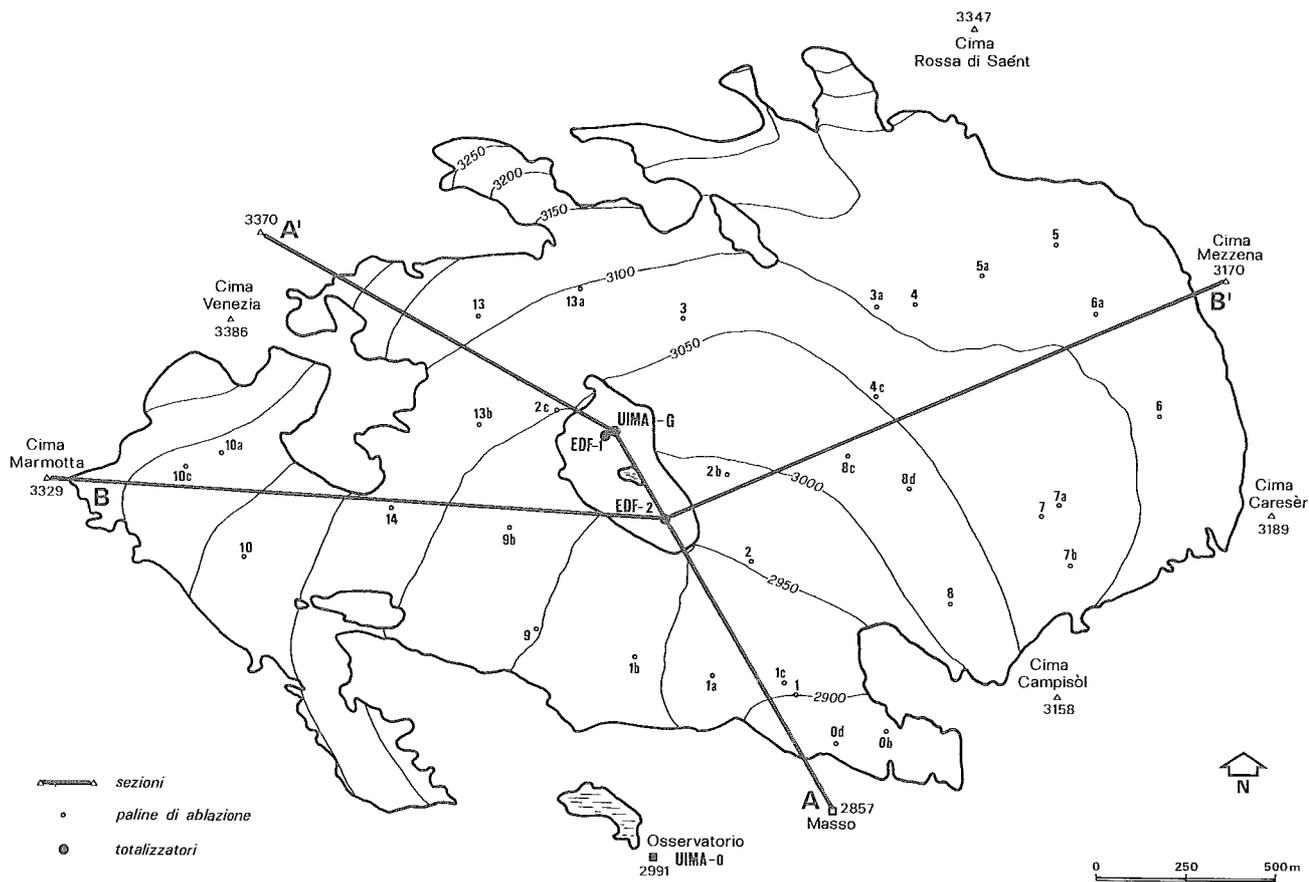


Fig. 2 - Vedretta del Caresèr, 1980-1990. Rappresentazione delle sezioni A-A' e B-B', utilizzate per i profili della Fig. 3. Posizione delle paline di ablazione e dei nivoplumiometri totalizzatori. (Base cartografica: rilievo SCM 1990).

rocciose isolate ed a quelle del recinto sommitale, dove, nell'Ottobre 1990, il ghiaccio ed il nevato risultavano praticamente del tutto scomparsi, la corrispondente variazione di spessore e volumetrica è stata considerata nell'elaborazione e nei relativi calcoli, ma non è visualizzata nella carta tematica, se non come «aree scoperte tra il 1980 ed il 1990».

Anche il settore orientale che, nel precedente confronto 1967-1980, risultava in prevalente aumento di livello (GIADA & ZANON, 1985), appare ora in riduzione. Benché le diminuzioni, a partire da un'altitudine sui 3 000 m, siano relativamente contenute rispetto al resto del ghiacciaio, le classi di variazione negativa 14-12 e 12-10 m occupano quasi interamente l'area, mentre le due classi inferiori contornano soltanto il perimetro roccioso ad E e una zona, normalmente di forte accumulo nevoso invernale, che fa capo all'intaglio tra la C. Rossa di Saént e la catena delle C. Venezia, ad W. La classe minima 8-0 m è presente, con molto maggiore irregolarità, anche in altre parti del ghiacciaio, generalmente nelle aree sottostanti a ripidi pendii rocciosi o in situazioni sottovento, a delineare irregolari zone di sovraccumulo nevoso che hanno, in tutto o in parte, controbilanciato gli effetti dell'ablazione.

CONFRONTO CON LE MISURE GLACIOLOGICHE

Nella Tab. 3 vengono confrontati i risultati ottenuti dall'elaborazione dei rilievi aerofotogrammetrici 1980 e 1990 con i dati glaciologici sul bilancio di massa della Vedretta del Caresèr per il periodo 1980-81 ÷ 1989-90. Per rendere le grandezze comparabili, le variazioni di livello e volumetriche, dedotte dai due rilievi, sono espresse in equivalenti in acqua (Weq); tuttavia, tenendo presente che nel trascorso decennio la superficie del ghiacciaio è risultata in massima parte al di sotto della linea di equilibrio, la conversione in equivalenti in acqua è stata fatta utilizzando un peso specifico di 0,9 g cm⁻³ per l'intera superficie, non tenendo conto della presenza di neve e di nevato, comunque trascurabile. Poiché, infatti, l'altitudine della linea di equilibrio (ELA) media per il 1980-1990 è di 3 270 m, la zona di alimentazione si deve considerare limitata al solo intervallo altimetrico 3 270-3 350 m, su una superficie pari, percentualmente (AAR, *Accumulation Area Ratio*), a meno del 2,5% di quella totale 1980. La prima serie di valori si deve pertanto considerare leggermente approssimata per eccesso, sia pure con riferimento alle sole superfici non inferiori a 3 270 m.

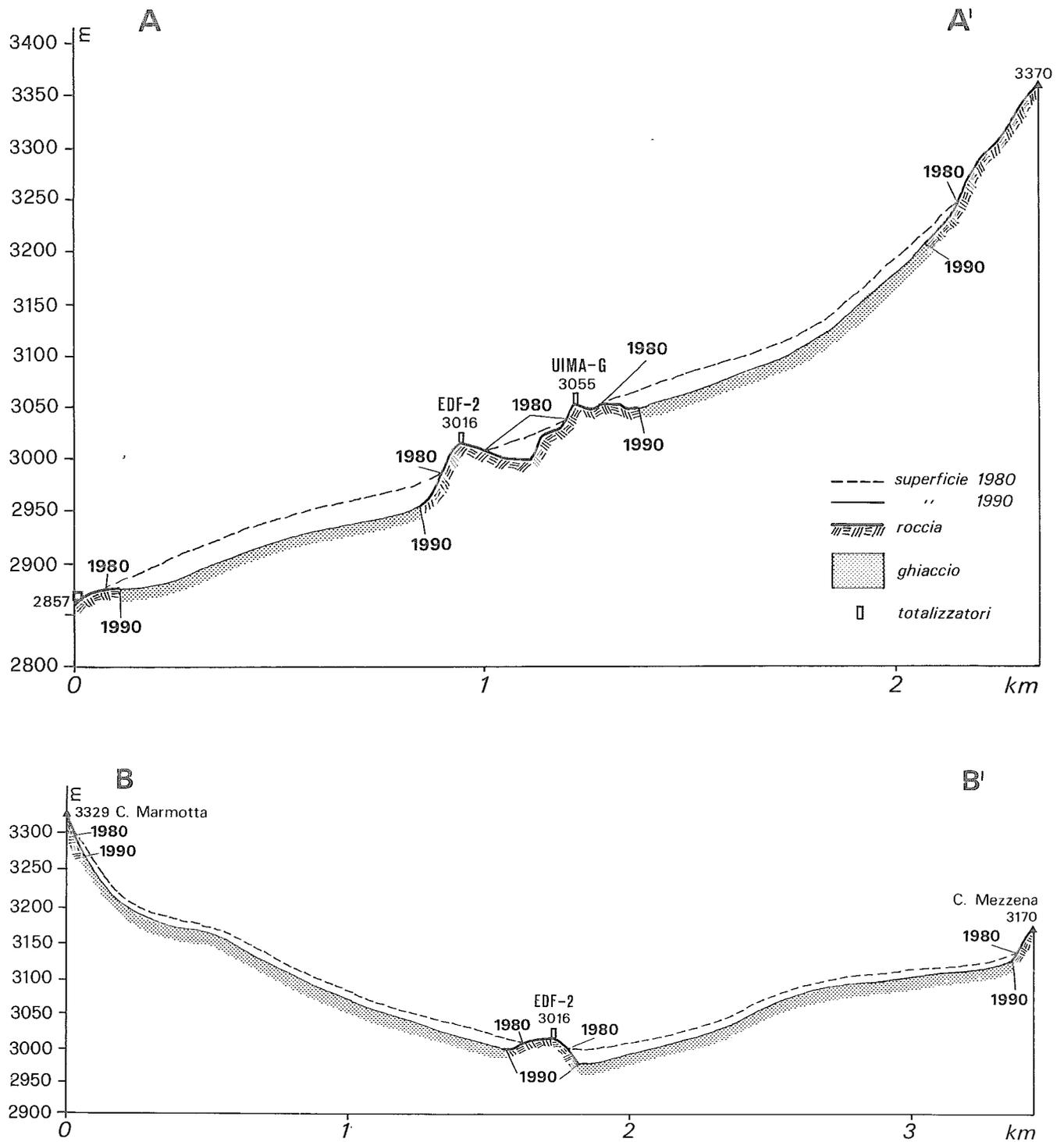


Fig. 3 - Vedretta del Caresèr, 1980-1990. Variazioni di livello della superficie glaciale, dal confronto dei rilievi aerofotogrammetrici IRTA 1980 e SCM 1990, in profilo longitudinale (A-A') e trasversale (B-B'). (Esagerazione verticale: 2,5 circa).

TABELLA 3 - Vedretta del Caresèr. Variazioni ricavate dal confronto dei rilievi aerofotogrammetrici SCM 1990 e IRTA 1980 (A), e bilancio netto di massa 1979-80 ÷ 1980-90 (B), in funzione dell'altitudine; dati espressi come altezze (m) e come volumi (10^6 m^3) di equivalente in acqua. Differenze tra i valori di bilancio e quelli ottenuti dai rilievi aerofotogrammetrici (B-A). (Superfici di riferimento 1980).

Altitudine m s.m.	Superficie km^2	SCM/IRTA		Bil. netto		Differ.	
		m	10^6 m^3 (A)	m	10^6 m^3 (B)	m	10^6 m^3 (B-A)
2 860-2 900	0,0675	-16,51	- 1,11	-18,70	- 1,26	-2,19	-0,15
2 900-2 950	0,2280	-15,33	- 3,50	-16,90	- 3,85	-1,57	-0,35
2 950-3 000	0,3980	-14,07	- 5,60	-15,20	- 6,05	-1,13	-0,45
3 000-3 050	0,8775	-11,48	-10,07	-13,30	-11,67	-1,82	-1,60
3 050-3 100	1,0400	-11,32	-11,77	-11,40	-11,86	-0,08	-0,09
3 100-3 150	1,3210	- 8,53	-11,27	- 9,40	-12,42	-0,87	-1,15
3 150-3 200	0,4700	- 7,54	- 3,54	- 7,70	- 3,62	-0,16	-0,08
3 200-3 350	0,4270	- 4,58	- 1,96	- 3,80	- 1,62	+0,78	+0,34
2 860-3 350	4,8290	-10,10	-48,82	-10,80	-52,35	-0,70	-3,53

Il confronto delle due serie di valori è da ritenersi pienamente soddisfacente. La differenza come altezza d'acqua, tra i valori di bilancio netto e i dati ricavati dalla fotogrammetria, è di $-0,70 \text{ m}$ su un bilancio complessivo di $-10,80 \text{ m}$ (meno del 6%), contro il 13% valutato nella ricerca precedente 1967-1980 (GIADA & ZANON, 1985); va tenuto anche presente il fatto che per il 1980-1990 è stato possibile prendere in esame l'intera superficie del ghiacciaio, compresa la zona sommitale 3 200-3 350 m, che era stata esclusa nel precedente confronto a causa delle particolari condizioni topografiche. I valori mostrano una buona corrispondenza non soltanto nel dato globale, ma anche in quelli parziali, per zona altimetrica. Gli scostamenti sono infatti compresi tra $-2,19$ e $+0,78 \text{ m Weq}$, con il massimo nella zona frontale, dove, inoltre, è presente una parziale copertura morenica di superficie.

Per quanto concerne la distribuzione altimetrica delle variazioni di livello e volumetriche, espresse in equivalenti in acqua, le considerazioni che si possono avanzare sono in parte analoghe a quanto si è visto per le modificazioni in termini di ghiaccio. Va rilevato, in particolare, come nell'intervallo altimetrico 3 100-3 150, interessato dall'altitudine della linea di equilibrio media 1967-1980, la si-

tuazione sino al 1980 era di variazione pressoché nulla ($+0,10 \text{ m Weq}$), mentre nel confronto attuale si è riscontrato ancora un valore di $-8,53 \text{ m}$, corrispondenti a $-11,27 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ Weq}$. Si tratta, con ciò, del più significativo indizio della situazione di squilibrio in cui è venuto a trovarsi l'apparato glaciale all'inizio degli anni 90, con una complessiva perdita netta di massa, nella vecchia zona di alimentazione, pari al 35,5% di quella totale, cui si deve aggiungere una riduzione di superficie, pure in zona di alimentazione, del 14%.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERTZ J. & KREILING V. (1974) - *Photogrammetrisches Taschenbuch*. Wichmann, Karlsruhe.
- GIADA M. & ZANON G. (1985) - *Modificazioni volumetriche sul Ghiacciaio del Caresèr (Alpi Centrali, Gruppo Ortles-Cevedale) tra il 1967 ed il 1980*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8, 10-13.
- LESCA C. (1971) - *Metodo generalizzato per la determinazione di variazioni volumetriche con impiego della fotogrammetria e del calcolatore elettronico*. Boll. C.G.I., ser. 2, 19, 281-298.
- ZANON G. (1992) - *Venticinque anni di bilancio di massa della Vedretta del Caresèr (Gruppo Ortles-Cevedale)*. Atti 6° Conv. Glac. Ital., Gressoney, Settembre 1991 (in stampa).