

FRANCO SECCHIERI (*) & Paolo VALENTINI (**)

I GHIACCIAI DELLA VAL D'ULTIMO (GRUPPO ORTLES-CEVEDALE) ED IL LORO CONTRIBUTO AGLI APPORTI IDRICI DEI SOTTOSTANTI BACINI

Abstract: SECCHIERI F. & VALENTINI P., *The glaciers of the Val d'Ultimo (Ortles-Cevedale Group) and their contribution to the water supply to the basins below.* (IT ISSN 0381-9838, 1992).

The research was conducted from October 1983 to September 1988. The study areas in the Atesine Alps, at the head of the Ultimo Valley, on the Ortles-Cevedale Group. The basin covers a surface of km², turns out to be, for 20.3%, covered with glaciers. The fixed aim concerned the mass balance of the five examined years, the hydrological balance of the whole basin as well as the reckoning of the downflow coefficients. The final results of the five years point out, as far as the Fontana Bianca glacier is concerned, a mass deficiency of 1873 mm in w.e. The persistence of negative mass balances makes it possible to foresee a period of considerable deglaciation.

KEY WORDS: Glaciology, Mass balance, Hydrologic balance, Atesine Alps.

Riassunto: SECCHIERI F. & VALENTINI P., *I ghiacciai della Val d'Ultimo (Gruppo Ortles-Cevedale) ed il loro contributo agli apporti idrici dei sottostanti bacini.* (IT ISSN 0381-9838, 1992).

L'indagine fa riferimento al quinquennio che va dall'Ottobre 1983 alla fine del Settembre 1988 e si riferisce ad una zona situata nelle Alpi Atesine, alla testata della Val d'Ultimo, nel Gruppo Ortles-Cevedale. Il bacino oggetto di studio, esteso su una superficie di 6,36 km², risulta per il 20,3% ricoperto da ghiacciai. Lo scopo del lavoro riguarda il bilancio di massa dei cinque anni considerati, il bilancio idrologico dell'intero bacino e la determinazione dei coefficienti di deflusso. I risultati conclusivi delle cinque annate evidenziano per il Ghiacciaio di Fontana Bianca, un deficit di massa di ben 1873 mm w.e. La persistenza di bilanci di massa negativi fa prevedere un periodo di forte deglaciazione.

TERMINI CHIAVE: Glaciologia, Bilancio di massa, Bilancio idrologico, Alpi Atesine.

INTRODUZIONE

Il presente lavoro fa riferimento ad un'indagine di carattere glaciologico ed idrologico svolta dall'Ottobre 1983 alla fine del Settembre 1988 su un bacino glacializzato situato nelle alpi Atesine, alla testata della Val d'Ultimo, nel Gruppo dell'Ortles-Cevedale (fig. 1).

Il bacino idrografico, chiuso alla diga ENEL del serbatoio idroelettrico di Lago Verde, a quota 2 530 m, occupa una superficie complessiva di 6,36 km². Il 20,3% di tale superficie si presenta ricoperto da ghiacciai e glacionevati, dato riferito alla situazione 1985 (VALENTINI, 1985). Nella definizione delle precipitazioni meteoriche relative al bacino oggetto del presente studio si è fatto sempre riferimento ad una catena di stazioni dislocate lungo la Val d'Ultimo a quote differenti, con particolare attenzione alla stazione di Fontana Bianca, che, oltre ad essere il più esteso dell'intero bacino, presenta le migliori caratteristiche per il tipo di ricerca e le metodologie di raccolta dei dati (fig. 2). L'altitudine media del bacino è di 2 985 m.

L'intero bacino risulta essere scolpito in rocce metamorfiche di tipo filladico, con una modesta presenza di rocce di natura dioritica o quarzo dioritica in giacitura filoniana (DESIO 1967). Per tale motivo si è considerato il sistema come assolutamente impermeabile. Dal punto di vista tettonico non paiono esservi disturbi di rilievo, mancando fratture tali da far presumere la possibilità di perdite idriche sotterranee.

I parametri morfometrici delle unità glaciologiche presenti sono stati desunti dai rilievi del 1985. Tali unità sono, in ordine decrescente di area:

1) Ghiacc. di Fontana bianca	0,686 km ²
2) Ghiacc. di Lago Verde	0,443 km ²
3) Ghiacc. Passo Fontana Bianca	0,082 km ²
4) I glacionevato	0,041 km ²
5) Il glacionevato	0,038 km ²

per una superficie totale pari a 1 290 km².

(*) Geologo, via D. Gallani, 82 - 45100 Rovigo.

(**) Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Provincia Autonoma di Bolzano, via Mendola, 24 - 39100 Bolzano.

Comunicazione presentata al VI Convegno Glaciologico Italiano, Gressoney, 26-28 Settembre 1991 (Communication presented at the 6th Italian Glaciological Meeting, Gressoney, 26-28 September, 1991). Ricerca effettuata nell'ambito di una convenzione tra ENEL-Cris ed il Comitato Glaciologico Italiano.

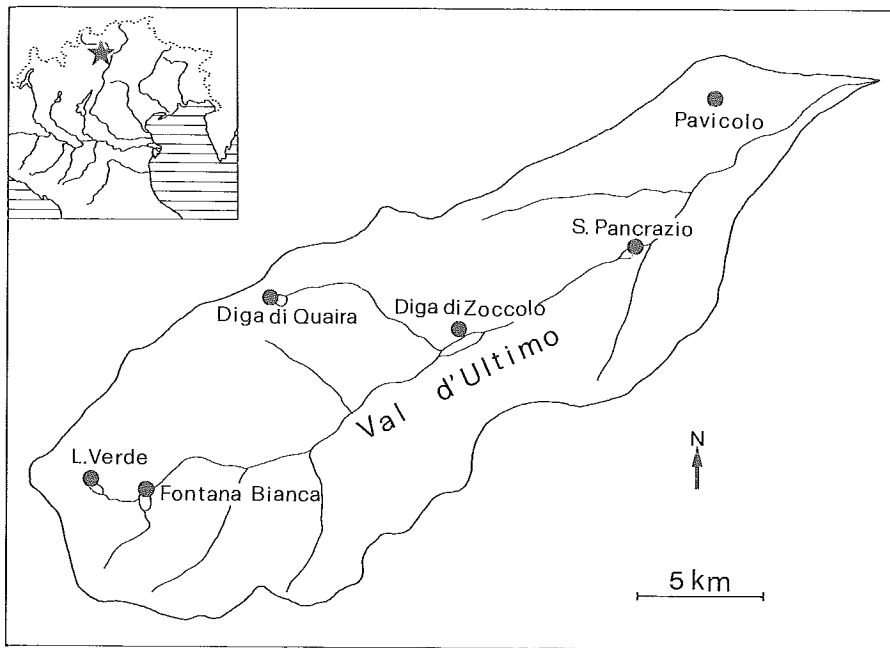


FIG. 1 - Il bacino della Val d'Ultimo con la localizzazione delle stazioni pluviometriche.
 FIG. 1 - The Val d'Ultimo basin with the location of the pluviometric stations.

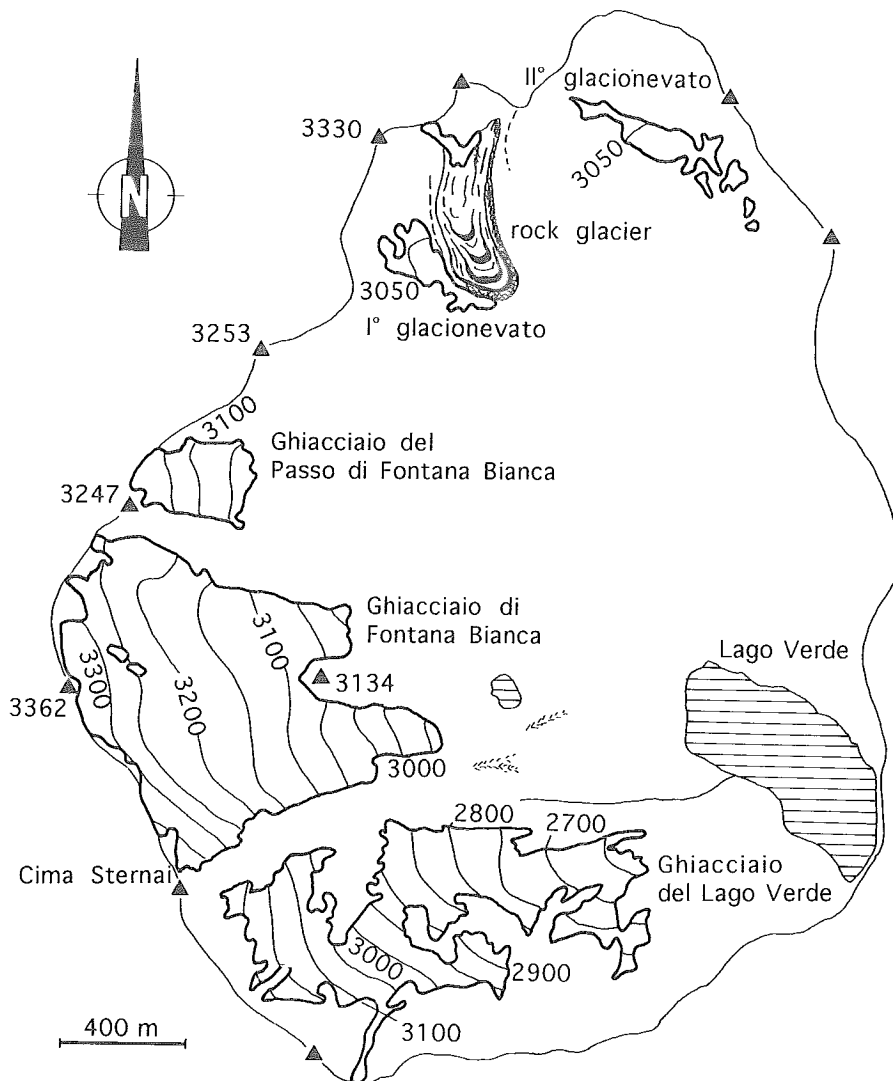


FIG. 2 - I ghiacciai della Val d'Ultimo.
 FIG. The glaciers of the Val d'Ultimo.

All'interno del bacino esiste inoltre un *rock-glacier* di dimensioni consistenti, con una lunghezza di circa 600 m ed una larghezza media di 200 m. Il rapporto fra superficie totale del bacino e superficie glacializzata (1 290 km²) risulta pari a 4,74.

PARAMETRI MORFOMETRICI DEL GHIACCIAIO DI FONTANA BIANCA

Dalla curva della distribuzione percentuale delle aree si deduce che quella di Fontana Bianca può essere definita come ghiacciaio di circo (C.N.R. - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1961).

Nelle attuali condizioni di equilibrio del ghiacciaio, l'isoipsa che divide il ghiacciaio secondo la proporzione di 2/3 per il bacino collettore coincide con la quota di 3 075 m, ed il suddetto limite dovrebbe in teoria, superare i bacini ablatore e collettore. Nella realtà dei cinque anni di indagine, per le sfavorevoli condizioni, la linea di equilibrio si è sempre venuta a trovare abbondantemente al di sopra di tale quota.

L'altitudine media del ghiacciaio è pari a 3 122 m, superiore di 137 m, rispetto a quella del bacino considerato (2 985 m). L'esposizione generale del ghiacciaio è Est.

CARATTERISTICHE CLIMATICHE DEL PERIODO 1983/84 - 1987/88

L'aspetto di maggior rilievo che è emerso alla fine di questo studio è stata la constatazione relativa ad un forte deficit di massa glaciale a fronte di totali annui delle precipitazioni registrate presso le stazioni di rilevamento soltanto leggermente inferiori ai valori medi. (UFFICIO IDROGRAFICO - PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO, 1983 e seguenti).

Si è quindi potuta giustificare una siffatta situazione con l'instaurarsi di sostanziali modifiche agli andamenti climatici. In particolare, si sono notate delle variazioni nei regimi pluviometrici nel senso di un loro spostamento temporale, associate ad un generale, lieve innalzamento delle

temperature medie dell'aria. Ne è risultato un'assenza (o quanto meno una forte riduzione) delle precipitazioni durante i mesi tardo autunnali ed invernali, con uno spostamento degli stessi eventi verso i mesi primaverili.

A questo si sono sommate spesso condizioni termometriche in Primavera ed Autunno al di sopra della norma, che hanno provocato una sensibile riduzione della permanenza delle masse nevose alle alte quote con ablazione anticipata in Primavera e protratta in Autunno.

In conclusione, è lecito affermare che lo studio in oggetto risulta particolarmente interessante soprattutto perché indaga un periodo caratterizzato da una fase acuta di ritiro delle masse glaciali, proseguita anche negli anni successivi (1988-89 e 1989-90), caratterizzati da siccità invernale.

BILANCIO DI MASSA PER IL GHIACCIAIO DI FONTANA BIANCA PER IL QUINQUENNIO 1983/84 e 1987/88

Il metodo adottato sia nella raccolta dei dati di campagna, che nella loro elaborazione, è quello già più volte e da anni ormai sperimentato in altri ghiacciai delle Alpi (SECCHIERI & VALENTINI, 1985). Sostanzialmente per procedere al calcolo del bilancio di massa dei ghiacciai si sono posti a confronto i valori totali dell'accumulo e quelli di ablazione.

Dall'esame del quadro riassuntivo del bilancio di massa per il Ghiacciaio di Fontana Bianca relativo alle cinque annate (tab. 1) risulta chiaramente il dato negativo che ha caratterizzato il periodo, fatta eccezione solamente per il primo anno di indagine.

La perdita complessiva totale di massa solida è stata all'incirca pari a $1\,285 \times 10^6$ m³ di WE corrispondenti ad una lama d'acqua dello spessore medio di 1 873 mm per l'intero ghiacciaio. Una prima stima valuta la perdita in volume pari al 10% del totale (in soli cinque anni di indagine). Un'idea di tali perdite si può percepire anche dal confronto delle due immagini fotografiche (figg. 4 e 5) ove si notano zone di completa deglaciazione e nuovi affioramenti rocciosi all'interno del corpo glaciale.

TABELLA 1 - Ghiacciaio di Fontana Bianca: quadro riassuntivo di accumulo, ablazione e bilancio specifici e totali per il periodo 1983/84 - 1987/88.

TABLE 1 - The Fontana Bianca Glacier: accumulation, ablation and balance for the period 1983/84 - 1987/88.

Annate	Accumulo		Ablazione		Bilancio	
	10 ⁶ m ³	mm	10 ⁶ m ³	mm	10 ⁶ m ³	mm
1983/84	0,9436	1 375	0,6727	980	+ 0,2709	+ 395
1984/85	1,1251	1 640	1,5366	2 282	- 0,4115	- 600
1985/86	1,0122	1 475	1,0851	1 582	- 0,0729	- 106
1986/87	0,6338	924	0,9533	1 390	- 0,3196	- 466
1987/88	0,7302	1 604	1,4818	2 160	- 0,7516	- 1096
	T o t a l e					
1983/88	4,4449	6 479	5,7295	8 394	- 1,2847	- 1873
Media	0,8890	1 296	1,1459	1 670	- 0,2569	- 374

La linea di equilibrio corrispondente è stata calcolata alla quota di 3 258 m (fig. 3).

In base a tale valore la superficie del ghiacciaio è venuta ad essere suddivisa in un'area di ablazione di 0.611 km², che corrispondono all'89% dell'intera superficie, lasciando così solo il rimanente 11% a costituire il bacino di accumulo.

BILANCIO IDROLOGICO

Potendo disporre dei dati idrologici medi giornalieri rilevati alla diga ENEL di Lago Verde, si è potuto impostare un calcolo di bilancio idrologico per le cinque annate che vanno dal 1984 fino al 1988 e relativo al bacino di 6,36 km² chiuso dalla diga stessa. Il bilancio è sintetizzato dalla formula

$$V1 + V2 = V3 + V4 - V5$$

ove: V, espresso in milioni di metri cubi d'acqua, assume i seguenti significati:

V1 è il volume totale degli afflussi estivi (Giugno-Settembre) valutato mediamente sul bacino imbrifero afferente al Lago Verde;

V2 rappresenta il volume totale degli afflussi invernali (relativi ai mesi da Ottobre a Maggio) espresso in massa d'acqua equivalente sempre in riferimento alla quota media del bacino;

V3 è il volume totale delle perdite effettive annue;

V4 è il volume totale annuo dei deflussi misurati al Lago Verde (dato comunicato dall'Enel); in esso è naturalmente compreso l'apporto dovuto alla fusione delle masse glaciali;

V5 rappresenta il valore di bilancio per tutte le masse glacializzate presenti sul bacino; esso è positivo in caso di bilancio positivo (incremento di massa), viceversa è negativo, con conseguente perdita di massa.

Da notare che nella determinazione di **V5** si è estrapolato il valore già calcolato nel bilancio di massa relativo al Ghiacciaio di Fontana Bianca (0,636 km²) al totale delle masse glaciali presenti nel bacino (1,29 km²) nel rapporto di 1,29/0,636:

V4 è un valore stimato e fornito dall'ENEL che, seppur impreciso nei singoli valori medi giornalieri, risulta senza dubbio probabile nei valori totali mensili ed affidabile nel totale annuo; **V3** è un valore di calcolo; **V2** è il volume totale degli afflussi invernali; per la sua valutazione sono stati utilizzati i valori di accumulo rilevati sul Ghiacciaio di Fontana Bianca integrati dalla quantità eventualmente persa per fusione anticipata. Sono stati utilizzati pure i valori degli indici neve rilevati dall'ENEL nelle campagne mensili effettuate nei cinque anni considerati (fig. 6), ragguagliando quindi il valore a tutto il bacino in esame. **V1**: al fine di pervenire ad una corretta valutazione degli apporti pluviometrici estivi, mancando i rilievi diretti all'interno del bacino, è stata studiata per ogni singolo anno e relativamente ai soli quattro mesi estivi (Giugno-Settembre) una legge di variazione pluviometrica in funzione della quota (fig. 7).

Dall'esame della figura si nota che le rette relative agli anni 1984, 1986 e 1987 sono sostanzialmente parallele, con pendenza caratteristica +25/200 (il che significa un aumento di pioggia totale nei quattro mesi di 25 mm ogni 200 m di aumento di quota).

Questo valore bene si accorda con la legge studiata dal Servizio Idrografico austriaco (KREPS, 1975) che su base annua, per il versante settentrionale delle Alpi assume il rapporto +100 mm/200 m. Tale corrispondenza non è verificata per l'anno 1985, dove il rapporto (estate) è di +14 mm/200 m e tanto meno per il 1988, dove si nota che a quote superiori ai 1500 m, il gradiente è addirittura negativo (-6 mm/200 m).

Va precisato che per semplicità di valutazione degli afflussi si è assunta un'ipotesi semplificativa: tutti gli afflus-

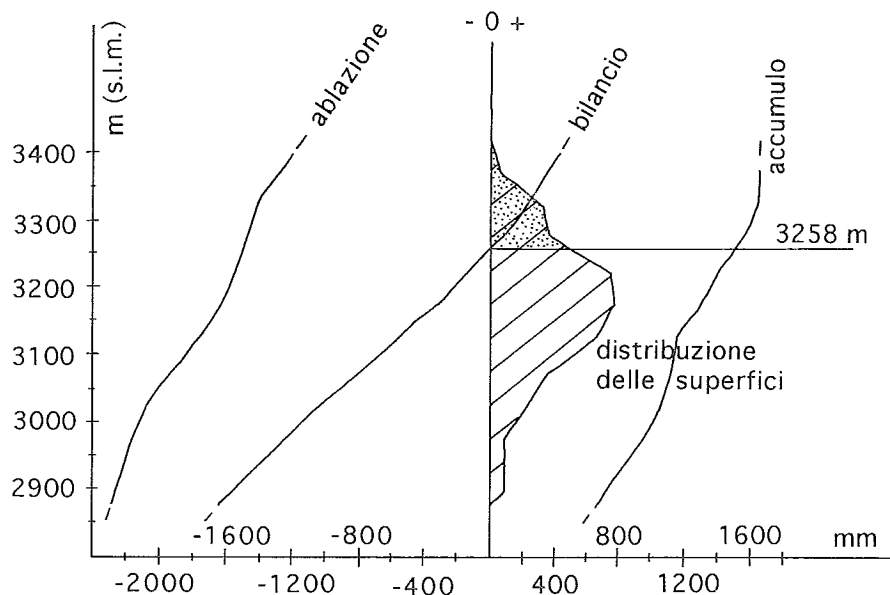


FIG. 3 - Il Ghiacciaio di Fontana Bianca: curve medie di ablazione, accumulo e bilancio per il periodo 1983-84/1987-88.

FIG. 3 - The Fontana Bianca Glacier: mean ablation, accumulation and balance curves for the period 1983-84/1987-88.

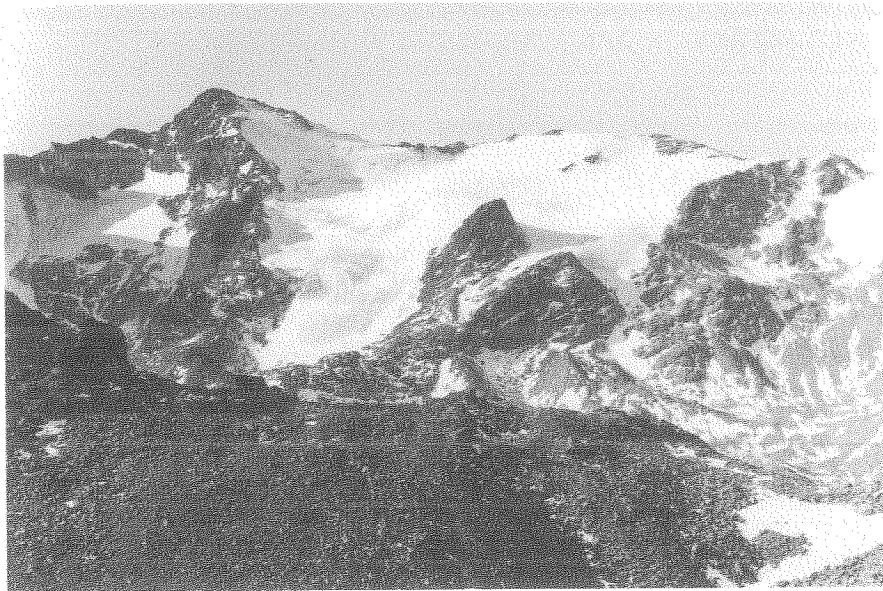


FIG. 5 - Il Ghiacciaio di Fontana Bianca, in Val d'Ultimo (BZ) - W.G.I. - n. I - 4L00110103. Panoramica da stazione fotografica non segnalizzata, quota 2 974 m (Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Prov. Aut. di Bolzano, 06.09.1991).

FIG. 5 - The Fontana Bianca Glacier, in Val d'Ultimo (BZ) - W.G.I. - n. I - 4L00110103. View from a photographic station at 2 974 m a.s.l. (Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Prov. Aut. di Bolzano, 06.09.1991).



FIG. 4 - Il Ghiacciaio di Fontana Bianca, in Val d'Ultimo (BZ) - W.G.I. - n. I - 4L00110103. Panoramica da stazione fotografica non segnalizzata, quota 2 974 m (Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Prov. Aut. di Bolzano, 03.11.1983).

FIG. 4 - The Fontana Bianca Glacier, in Val d'Ultimo (BZ) - W.G.I. - n. I - 4L00110103. View from a photographic station at 2 974 m a.s.l. (Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe, Prov. Aut. di Bolzano, 03.11.1983).

si estivi sono sempre stati considerati sotto forma liquida, quelli invernali, invece, di origine nivale. I risultati dei cinque bilanci idrologici sono riassunti nella Tab. 2.

Il simbolo d' in Tab. 2 rappresenta il coefficiente di deflusso depurato degli effetti del contributo glaciale e viene calcolato con la seguente formula:

$$d' = (V4 + V5) / (V1 + V2).$$

Riguardo alle perdite ($V3$) è interessante notare come esse non abbiano mai raggiunto valori particolarmente elevati nei calcoli del bilancio annuo. Tale fatto trova una spiegazione che si fonda su alcune ipotesi semplificative: il bacino è stato considerato perfettamente isolato, esclu-

dendo qualsiasi perdita per infiltrazione; in secondo luogo va considerato che si tratta di un bacino d'alta quota (media 2 985 m, minima 2 488 m) fortemente glacializzato, ed infine che si ritiene giustificato, nei limiti di accettabilità porre le perdite attribuibili alla sublimazione pari agli apporti derivanti dalle precipitazioni occulte, valori questi difficilmente misurabili. Come conseguenza, va evidenziato che con $V3$ si rappresentano le sole perdite per evaporazione estiva.

Il coefficiente d (rapporto fra il defluito $V4$ e l'affluito $V1 + V2$) oscilla tra i valori 0,85 e 1,2. Ciò si accorda bene con il carattere glaciale del bacino in esame. Il coefficiente d' (rapporto fra il defluito $V4$, depurato dai con-

TABELLA 2 - Elementi riassuntivi per il periodo 1987/88 delle componenti i bilanci idrologici relativi al bacino chiuso al Lago Verde.
TABLE 2 - Summary of the hydrological balances at the Lago Verde basin for the period 1987/88.

Annate	V4 mm	V5 mm	V1 + V2 mm	V3 mm	d %	d' %
1983/84	1 625	+ 80	1 925	220	89	88,6
1984/85	2 038	- 122	2 190	274	93	87,5
1985/86	1 699	- 21	2 000	323	85	83,9
1986/87	1 419	- 94	1 499	175	95	88,4
1987/88	1 564	- 222	1 530	189	102	87,7

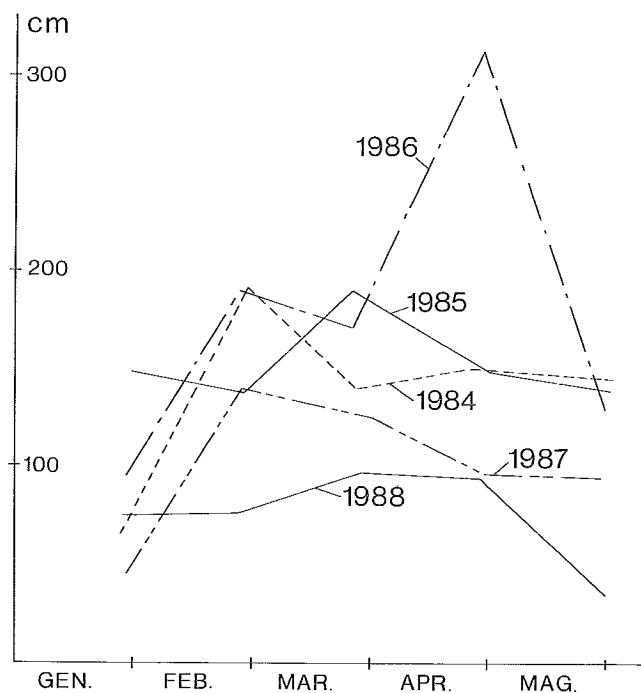


Fig. 6 - Grafico degli indici neve rilevati dall'ENEL a quota 2 550 m (Lago Verde).

Fig. 6 - The snow index surveyed by ENEL at 2 550 m a.s.l. (Lago Verde).

tributi glaciali e l'afflusso $V1 + V2$) assume nei cinque anni valori compresi in un insieme molto ristretto, ove tra il maggiore ed il minore vi è uno scarto di appena il 5% e questo è indice che il bacino risponde in modo costante nel tempo, risentendo solo marginalmente dei fattori climatici esterni.

Le piccole differenze riscontrate nei valori d' sono attribuibili a maggiore o minore attitudine evaporativa dei singoli anni. Valori alti di d' confermano l'ipotesi di grande impermeabilità (valutata su base annua) del bacino. Va-

lori elevati del coefficiente di deflusso stanno ad indicare che il contributo ai deflussi dovuto a deficit nel bilancio di massa è elevato e sicuramente superiore alle perdite nel caso in cui $d > 1$.

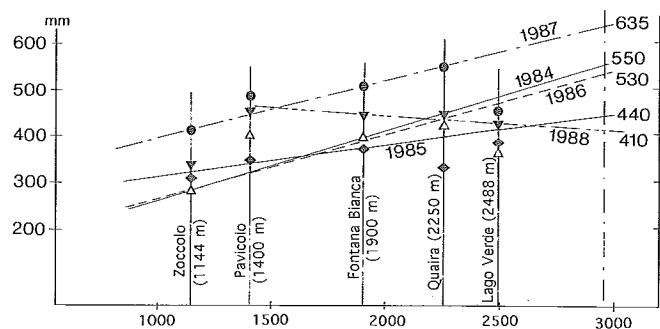


FIG. 7 - Variazione delle precipitazioni estive cumulate in funzione dell'altitudine.

FIG. 7 - Variation of the cumulate summer precipitations as a function of elevation.

BIBLIOGRAFIA

- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO (1961) - *Catasto dei Ghiacciai Italiani III. Ghiacciai della Lombardia e dell'Ortles-Cevedale*. Com. Glac. It., Torino, 389 pp.
- DESIO A. (1967) - *I Ghiacciai del Gruppo Ortles Cevedale (Alpi Centrali)*. C.N.R.-C.G.I., XXII + 875 pp.
- KREPS H. (1975) - *Praktische Arbeit in der Hydrographie*. Hydrogr. Zentralbüro, 39-55.
- SECCHIERI F. & VALENTINI P. (1985) - *Indagine Glaciologica sulla Vedretta Alta e sulla Vedretta Occidentale di Ries (Alto Adige)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8, 137-143.
- UFFICIO IDROGRAFICO - PROV. AUT. DI BOLZANO - *Annali Idrologici*, 1983, 84, 85, 86, 87 e 88.
- VALENTINI P. (1985) - *Il catasto dei ghiacciai della Provincia di Bolzano*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 8, 182-195.