

CONTRIBUTO ALLA VALUTAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI IN UN BACINO GLACIALE

1. *Premessa.* — La misura delle precipitazioni nelle regioni montuose ha sempre costituito per vari aspetti un campo di ricerca di notevole interesse (1). Nonostante i progressi intervenuti dal punto di vista della rispondenza tecnica delle apparecchiature, come, ad es., la recente utilizzazione di un pluviografo a lunga autonomia (2), si deve tuttavia considerare ancora lontana la soluzione di una serie di problemi riguardanti la conoscenza dei complessi rapporti di interdipendenza che legano tutti quei fattori (vento, esposizione, morfologia, ecc.) che notoriamente condizionano le precipitazioni a partire dai 2000 m di altitudine.

A questo proposito sono pure stati fatti sensibili passi avanti: la sperimentazione di strumenti a bocca variamente inclinabile (3), oppure parallela al pendio (4) ed a livello del terreno stesso (5);

(1) Per quanto concerne il nostro Paese, ben noti sono i sistematici studi di U. MONTERIN (*Ricerche sul funzionamento dei pluviometri totalizzatori in alta montagna*, in « Boll. Comit. Glaciol. Ital. », Torino, 1929, pp. 235-251) e di M. Giandotti (MIN. LL.PP., UFF. IDROGR. DEL PO, *Sulla ricerca delle precipitazioni nell'alta montagna e sul funzionamento dei pluviometri totalizzatori nell'alto bacino del Po*, Roma, 1936).

(2) M. TONINI e G. ROSSI, *Pluviografo a lunga autonomia con riscaldamento per alte quote*, in « L'Acqua », Roma, 1969, pp. 42-46.

(3) M. VANNI, *Mesures des précipitations et emploi des nivopluviomètres en haute montagne*, in « La Météorol. », Parigi, 1957, pp. 127-131.

(4) E. HOECK, *Rapport du Comité pour la mesure des précipitations*, in « Ass. Intern. d'Hydrol. Scient. », pubbl. n. 34 (Assembl. Gén. de Bruxelles), III, Lovanio, 1951, pp. 81-93.

(5) P. KASSER, *La répartition des précipitations des deux côtés d'une arête*, in « Ass. Intern. d'Hydrol. Scient. », pubbl. n. 36 (Assembl. Gén. de Rome), II, Lovanio, 1954, pp. 287-294; H. PAŠIĆ, *Méthodes employées pour mesurer les précipitations dans les régions montagneuses*, in « La Météorol. », Parigi, 1957, pp. 143-149.

l'adozione di particolari tipi di paravento (6). Anche tali progressi, tuttavia, non si possono ancora considerare determinanti al fine di una valutazione della quantità effettiva delle precipitazioni in determinate situazioni morfologiche e topografiche. Una tale necessità si avverte soprattutto nelle ricerche di carattere geografico-applicativo, nei bilanci idrici di piccoli bacini, in problemi ecologico-forestali, nello studio dell'erosione, ecc.

Nell'ambito delle ricerche sul bilancio di massa che da alcuni anni vengono condotte sul ghiacciaio del Careser (7), una questione fondamentale è quella di una soddisfacente correlazione tra le quantità del bilancio glaciale ed i parametri che le determinano. A tale scopo si impone appunto, tra l'altro, la conoscenza delle precipitazioni sull'area stessa del ghiacciaio o nelle sue immediate vicinanze.

A seguito di una collaborazione tra la Direzione Studi e Ricerche dell'ENEL ed il Comitato Glaciologico Italiano, è stata a tale riguardo intrapresa, a partire dal 1970, una ricerca allo scopo di verificare:

- a) la validità dei dati forniti per una lunga serie di anni da un nivopluviometro totalizzatore installato nei pressi del ghiacciaio;
- b) l'ammontare delle precipitazioni registrate sull'area del ghiacciaio stesso ed il confronto con lo *stock* idrico equivalente al manto nevoso;
- c) la comparazione tra strumenti di tipo diverso.

Nel presente contributo gli autori riferiscono sui risultati fino ad ora conseguiti.

2. *Strumentazione e metodi.* — Agli scopi della ricerca è stata utilizzata una stazione meteorologica dotata di pluviometro

(6) J. GRUNOW, *Erfassung des winterlichen Niederschlags im Gebirge*, in « La Météorol. », Parigi, 1957, pp. 117-126.

(7) G. ZANON, *Studi sul bilancio di massa del ghiacciaio del Careser (Alpi Centrali). Risultati per le annate 1966-67 e 1967-68*, in « Atti e Mem. Acc. Patavina di Sc. Lett. ed Arti », Padova, 1970, pp. 457-494; ID., *Bilancio di massa del ghiacciaio del Careser per il 1969-70*, in « Boll. Comit. Glaciol. Ital. », Torino, 1971, pp. 311-316; ID., *Some comments on mass variations of the Careser Glacier in the 1966-1971 period*, nell'op. A. DESIO e collab., *Results of Half-a-Century Investigation on the Glaciers of the Ortles-Cevedale Mountain Group (Central Alps)*, Milano, 1973, pp. 97-104.

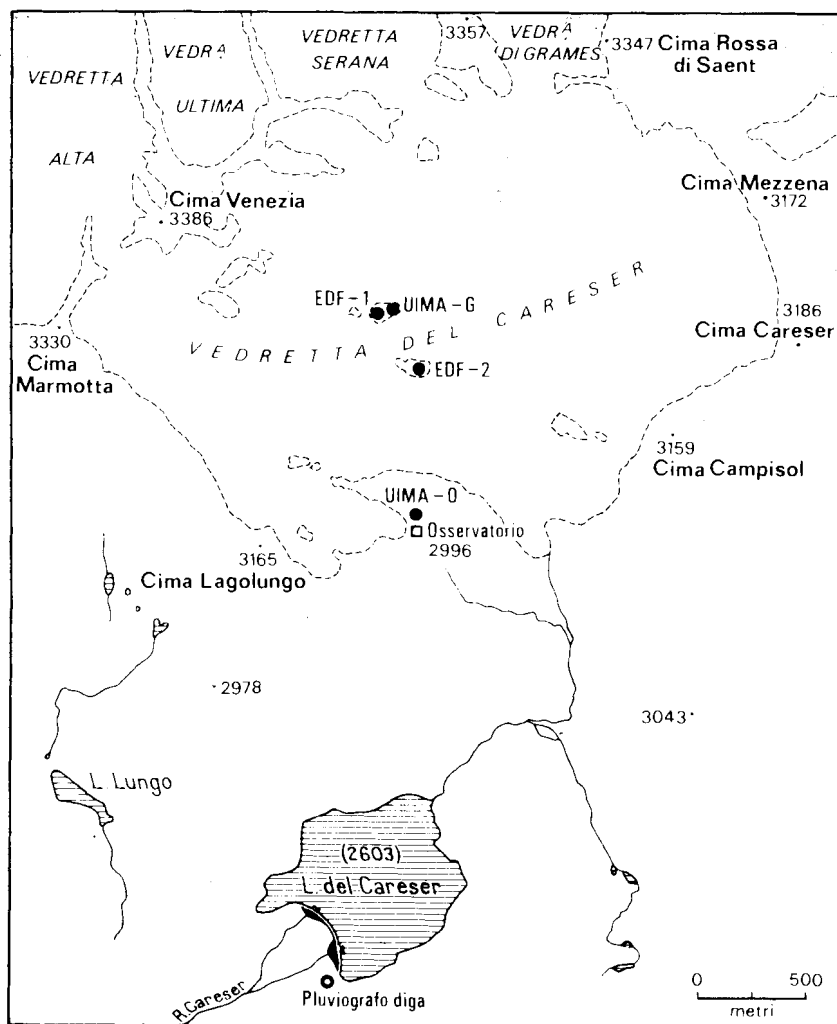


FIG. 1 — LAGO E GHIACCIAIO DEL CARESER: POSIZIONE DEI TOTALIZZATORI.

e di pluviografo, in funzione dal 1930 presso la diga del Careser, ad un'altitudine di 2600 m e ad una distanza attuale di circa 2 km dalla fronte del ghiacciaio (8). Si è inoltre preso in consi-

(8) La Vedretta del Careser (n. 701 del Catasto dei Ghiacciai Italiani), situata sul vertice orientale del gruppo Ortles-Cevedale, appartiene al bacino dell'Adige

derazione un totalizzatore tipo UIMA (UIMA-O), in funzione dal 1934 presso il cosiddetto Osservatorio (2996 m), nelle immediate vicinanze dell'estremità sud-occidentale della Vedretta del Careser (fig. 1).

In aggiunta agli strumenti sopra ricordati, nell'ottobre 1970 sono stati installati su isolotti rocciosi emergenti al centro del ghiacciaio altri tre totalizzatori, la cui posizione è pure indicata nella fig. 1.

Di essi uno è ancora del tipo UIMA (UIMA-G, a 3065 m di altitudine), mentre gli altri due sono del tipo EDF (9), rispettivamente EDF-1 a 3064 e EDF-2 a 3010 metri.

I quattro totalizzatori sono stati controllati all'inizio (1° ottobre) di ciascuna delle annate idrologiche 1970-71, 1971-72 e 1972-73; un certo numero di letture saltuarie è stato successivamente compiuto nel corso stesso delle predette annate. In particolare, all'epoca dell'effettuazione delle misure per la determinazione dell'accumulo nevoso (10) sulla superficie del ghiacciaio (seconda quindicina di maggio), i valori forniti dagli strumenti sono stati posti a confronto con la consistenza, espressa in termini d'acqua, dello *stock* nevoso esistente sul ghiacciaio prima dell'inizio della fusione (*accumulo lordo*). Una lettura è stata infine eseguita in occasione della chiusura dell'ultima annata di bilancio del ghiacciaio (30 settembre 1973).

3. Raffronto tra le precipitazioni registrate al totalizzatore di quota 2996 metri ed alla diga del Careser. — I dati del totalizzatore a 2996 m sono disponibili per gli anni dal 1956 al 1972; interruzioni

(Noce). Morfologicamente di II ordine (di circo), presenta attualmente (1970) i seguenti dati morfometrici principali: superficie totale, 4,6820 km²; quota della fronte, 2855 m; quota del punto più elevato, 3350 m; lunghezza max, 2480 m; larghezza max, 2900 m; altitudine media, 3080 m; pendenza lungo il principale profilo mediano, 17%.

(9) Il totalizzatore EDF, di concezione e costruzione francese, consiste in un cilindro in vetroresina trasparente, chiuso ad un'estremità, avente un diametro di 16,5 cm ed un'altezza di 280, sostenuto verticalmente da un sistema di supporti metallici. La bocca recettrice non presenta riduzione rispetto al diametro del recipiente e inoltre non è corredata di schermo paravento. Una generatrice del cilindro reca una scala graduata per la lettura diretta del livello del liquido contenuto, consistente in una soluzione anticongelante a base di metilglicolo.

(10) Tali rilievi consistono nell'effettuazione di un notevole numero di sondaggi di spessore del manto nevoso, condotti sulla superficie del ghiacciaio lungo profili

nella normale efficienza dello strumento hanno tuttavia reso non accettabili quelli dal 1959 al 1961, risultando pertanto utili soltanto 14 annate. Il rapporto tra questi valori e quelli misurati alla diga per i medesimi periodi risulta, per l'intervallo considerato, pari mediamente a 0,58, nonostante la maggiore altitudine di 400 m (11). Tale comportamento sembra essere indipendente dalla natura delle precipitazioni. Separando infatti, sulla base delle osservazioni alla diga del Careser, alcuni periodi di precipitazioni a carattere prevalentemente nevoso dai corrispondenti periodi a precipitazioni liquide, non sono state poste in evidenza significative differenze nella capacità recettiva della bocca del totalizzatore nei riguardi delle precipitazioni stesse.

4. *Raffronto tra gli strumenti installati sull'area del ghiacciaio.* — Confrontando i dati dei tre totalizzatori sul ghiacciaio per il periodo 1° ottobre 1970 - 30 settembre 1973, si è ottenuta una buona corrispondenza, con valori in genere modestamente inferiori per il totalizzatore UIMA rispetto ai modelli EDF. Poiché la situazione altimetrica e le stesse condizioni morfologiche e topografiche, nonostante le recenti variazioni intercorse nella configurazione della superficie glaciale, si debbono considerare sensibilmente omogenee, le differenze riscontrate si possono attribuire alle caratteristiche strumentali vere e proprie, soprattutto nei loro riflessi sull'azione del vento. A questo proposito va tra l'altro rilevato che, essendo il totalizzatore tipo UIMA munito di paravento di Nipher, mentre il modello EDF ne è sprovvisto, i dati raccolti non forniscono indicazioni tali da comprovare un effetto determinante da parte di questo tipo di paravento, ciò che del resto si deduce dai contrastanti risultati di analoghe ricerche in proposito (12).

longitudinali e trasversali. Contemporanee misure della densità media della coltre nivale consentono di esprimere i dati di spessore in corrispondenti valori di equivalente in acqua.

(11) La relazione che lega i due ordini di valori è $PO = 0,615 PD - 24,300$, dove PO rappresenta le precipitazioni osservate al totalizzatore UIMA di quota 2996 m, PD le precipitazioni alla stazione della diga.

(12) E. S. CORBETT, *Measurement and estimation of precipitation on experimental watershed*, in «Proc. Intern. Symp. on Forest. Hydrol.», Pennsylvania State Univ., 1967, pp. 107-129.

Comparando poi il comportamento degli stessi tre totalizzatori con il totalizzatore UIMA di quota 2996 m, le precipitazioni registrate per il triennio idrologico 1970-1973 risultano del medesimo ordine, con uno scarto medio annuo dell'1,9% a vantaggio di quest'ultimo strumento rispetto agli altri tre; ciò, nonostante la sua relativamente notevole distanza dai primi e le rilevanti difformità nelle caratteristiche dei punti di installazione (13).

Quanto al confronto con la massa nevosa accumulatasi sul ghiacciaio, i dati pluviometrici forniti dai diversi totalizzatori sono apparsi di gran lunga inferiori (pari in media al 33%) all'equivalente in acqua esistente sulla vedretta prima dell'inizio della fusione primaverile, con un comportamento pressoché costante nel triennio considerato. Le precipitazioni alla diga, sempre rispetto all'equivalente in acqua, sono pure apparse inferiori, sebbene in misura più ridotta (57%).

Poiché dall'esame delle carte dell'accumulo delle annate 1970-71, 1971-72 e 1972-73 (figg. 2, 3 e 4) e precedenti (14) si può rilevare, in genere, una notevole uniformità nelle caratteristiche del fenomeno sull'area del ghiacciaio, si deve escludere, ai fini del confronto in esame, l'influenza di condizioni che non siano di carattere strettamente locale. Si deve pertanto ammettere, e ciò in contrasto con la tendenza apparentemente indicata dalla lunga serie di dati del totalizzatore UIMA di quota 2996 m, che le precipitazioni sul bacino del Careser presentino in realtà un andamento in aumento lungo il profilo altimetrico Pont (1201 m) - Malga Mare (1964 m) - diga del Careser (2600 m), aumento che, come sperimentalmente accertato nei rilievi sul bilancio del ghiacciaio per il quinquennio 1966-67/1970-71 (15), si arresta soltanto a partire dai 2900 m (16).

(13) La relazione che lega i termini di quest'ultimo raffronto è data dalla seguente equazione: $PM = 0,973 PO + 1,121$, dove PM rappresenta la media delle precipitazioni registrate ai tre totalizzatori sul ghiacciaio, PO quelle fornite dallo strumento di quota 2996 m.

(14) G. ZANON, *Studi sul bilancio di massa del ghiacciaio del Caresèr*, ecc., cit.; ID., *Bilancio di massa del ghiacciaio del Caresèr*, ecc., cit.; ID., *Some comments on mass variations of the Caresèr Glacier*, ecc., cit.

(15) G. ZANON, *Some comments on mass variations of the Caresèr Glacier*, ecc., cit.

(16) La decrescita si interrompe nuovamente a partire dai 3050 m in direzione delle aree più elevate, per un probabile maggior accumulo da parte del vento a spese delle aree rocciose del bacino superiore.

CARESER 1970-71

Accumulo in mm di equivalente in acqua

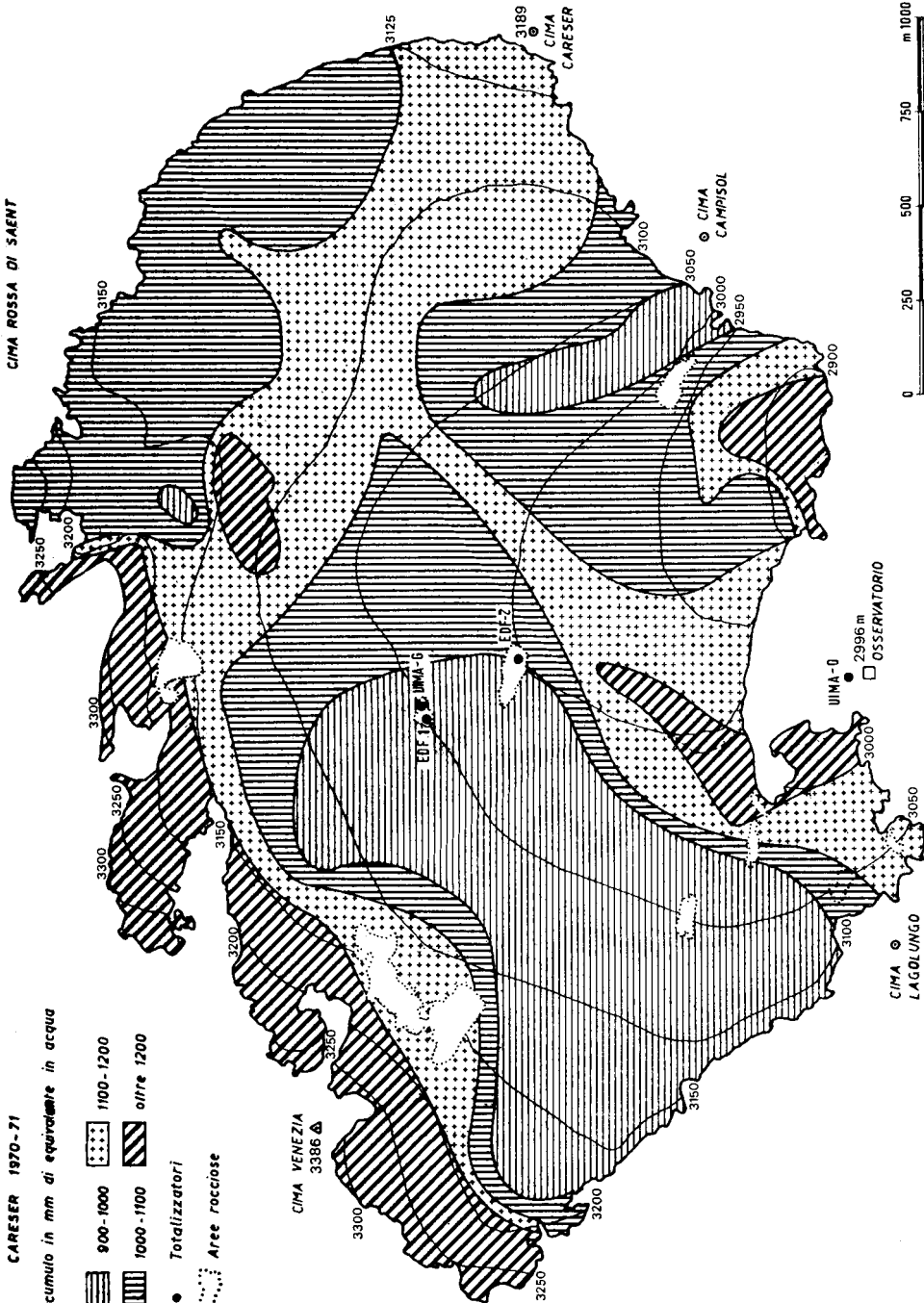


• Totalizzatori

□ Aree rocciose

CIMA VENEZIA
3386

CIMA ROSSA DI SAENT
3250



UIMA-0
2996 m
□ OSSERVATORIO



FIG. 2.

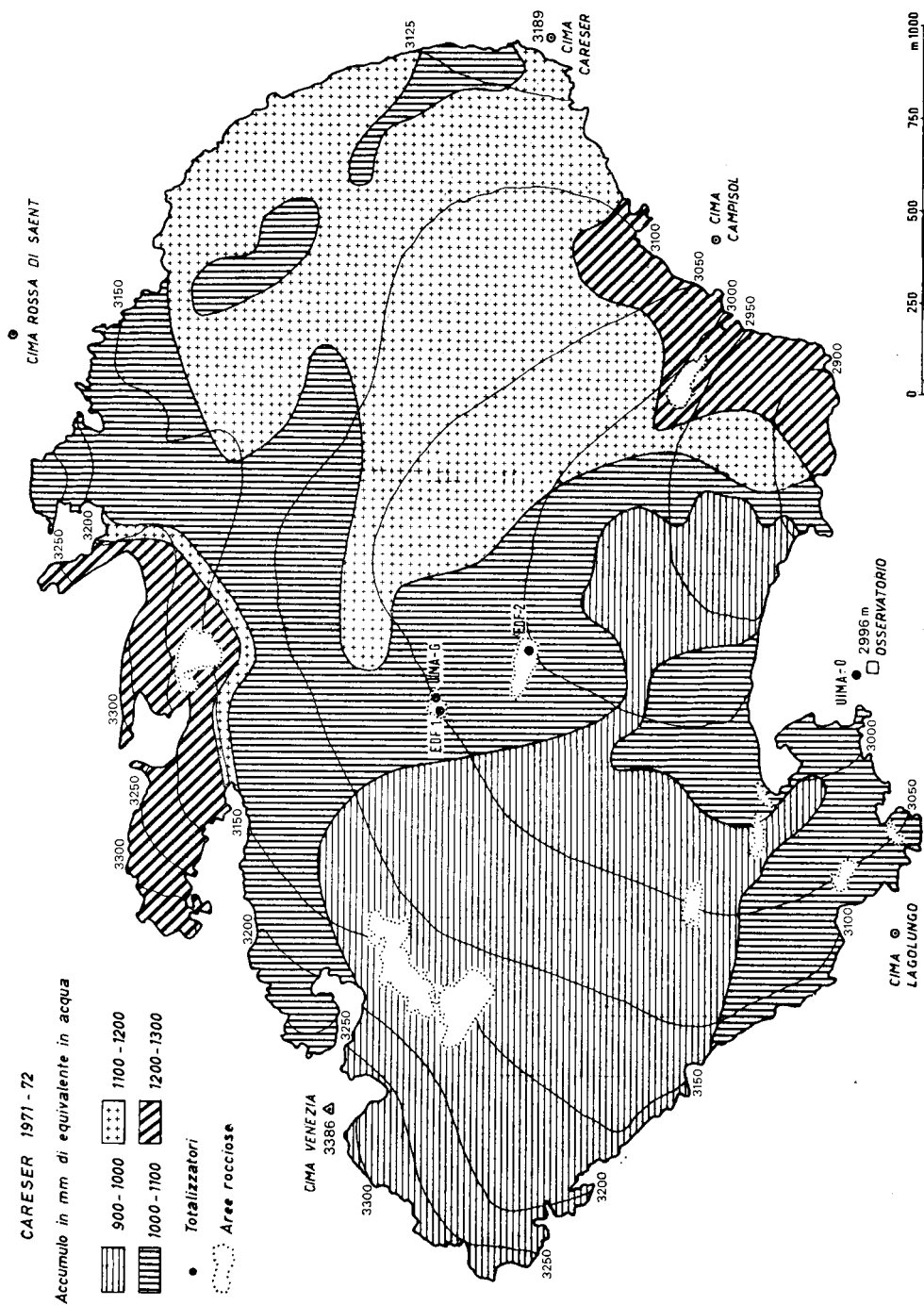


FIG. 3.

◉ CIMA ROSSA
DI SAENT

Accumulo in mm di equivalente in acqua

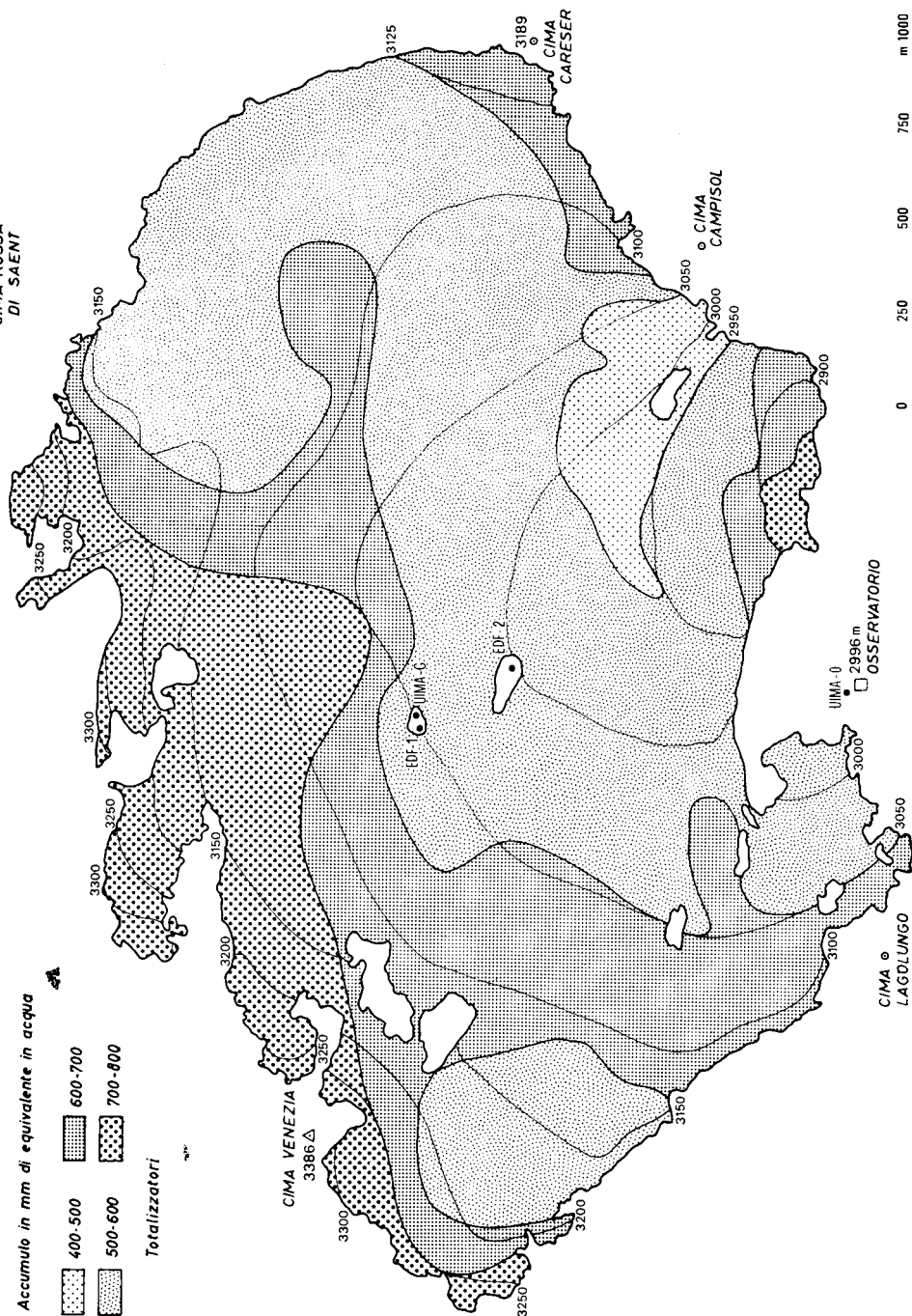
**Totalizzatori**

FIG. 4.

Poiché la presente ricerca si è proposta di verificare il comportamento di strumenti di tipo e con caratteristiche di installazione normali, si deve concludere per un'insufficienza di tali strumenti a fornire risultati significativi sulla quantità effettiva delle precipitazioni in un bacino d'alta montagna e, più specificatamente, per la conseguente opportunità che, ai fini della valutazione dei parametri del regime di un ghiacciaio, i dati forniti da una rete anche estesa di totalizzatori siano affiancati dal contemporaneo controllo del valore in acqua della coltre nevosa mediante rilievi diretti.