

GIORGIO ZANON (*)

L'ATTUALE TENDENZA EVOLUTIVA DEI GHIACCIAI DELLE ALPI ITALIANE (**)

ABSTRACT: ZANON G., *The present trend of the glaciers of the Italian Alps* (IT ISSN 0084-8948, 1985).

The slight advance phase of the glaciers in the Italian Alps, which took place from 1925 onwards, practically coinciding with the beginning of regular snout surveys by the Italian Glaciological Committee, was followed by a long phase of retreat, which lasted without interruption until the end of the 1950s. Glacier activity then gradually began again and has recently become marked.

The various stages of this new tendency on the part of Italian glaciers are examined through the results of the annual glacier surveys, from the first manifestations seen mainly in the Mont Blanc and Ortles-Cevedale massifs, to widespread progression in various parts of the Alpine chain. However, the phenomenon is not generalized since, although the overall tendency may be considered prevalent, there are remarkable differences in behaviour, not only on a regional scale, but even between one glacier and another. Delays in the tendency towards advance sometimes alternate with uninterrupted and persisting retreat. The behaviour of some glaciers, on which until now the present climatic context has had some peculiar effects, is analyzed and discussed with significant examples from the Central Alps, in the light of research results on glacier regime conducted on selected basins.

RIASSUNTO: ZANON G., *L'attuale tendenza evolutiva dei ghiacciai delle Alpi italiane* (IT ISSN 0084-8948, 1985).

Dopo la modesta fase di progresso dei ghiacciai delle Alpi italiane, osservata a partire dalla seconda decade del nostro secolo, dal 1925, in pratica coincidenza con l'avvio di regolari campagne di controllo alle fronti, condotte dal Comitato Glaciologico Italiano, si è instaurata una lunga fase di ritiro che è continuata ininterrottamente sino alla fine degli anni Cinquanta. Da quel momento si è andata progressivamente delineando una ripresa del glacialismo, via via rafforzata sino a divenire prevalente negli anni più recenti.

Attraverso i risultati delle annuali campagne glaciologiche, vengono esaminate le tappe di questa nuova tendenza dei ghiacciai italiani, dai primi sintomi, osservati soprattutto nei massicci del Bianco e dell'Ortles-Cevedale, sino al suo progressivo diffondersi nelle varie parti della catena alpina. Il fenomeno, tuttavia, non si può considerare generalizzato: accanto ad una tendenza che, nell'insieme, si può ritenere prevalente, sussistono infatti notevoli differenze di comportamento, non soltanto nell'ambito regionale, ma tra gli stessi apparati glaciali. Si possono infatti osservare sensibili sfasamenti e ritardi nell'adeguamento alla tendenza al progresso, talvolta anche persistenza ininterrotta del

ritiro. Con significativi esempi tratti dalle Alpi Centrali, viene analizzato e discusso, anche alla luce dei risultati di ricerche sul regime glaciale, condotte su bacini campione, il comportamento di alcuni apparati glaciali che hanno mostrato sino ad oggi di reagire con più spiccata individualità agli effetti dell'attuale contesto climatico.

TERMINI-CHIAVE: Glaciologia; fluttuazioni glaciali; bilancio glaciale; Alpi italiane.

PREMESSA

Isolate osservazioni sul comportamento di qualche grande ghiacciaio del versante meridionale della catena alpina si possono ritrovare sino dalla fine del secolo diciottesimo; sistematici rilievi alle fronti, coordinati dal Comitato Glaciologico Italiano in forma di regolari campagne annuali, hanno tuttavia avuto inizio soltanto nel 1925, continuando sino ai giorni nostri. Benché in ritardo rispetto ad analoghi rilievi condotti, ad es., dalla Commission des Glaciers della Société Hélivétique des Sciences Naturelles, si dispone quindi di una mole notevole di dati e di osservazioni, che fornisce un quadro significativo delle oscillazioni dei ghiacciai delle Alpi italiane su un arco di più di mezzo secolo.

Dopo le varie e complessivamente incerte vicende del glacialismo nella seconda metà dell'Ottocento e nei primi anni del nostro secolo, vicende che costituiscono tuttavia, nel loro insieme, il progressivo affievolirsi della grande fase di espansione di età storica che per circa tre secoli aveva interessato le Alpi, a partire dalla seconda decade del Novecento si era verificata, com'è noto, una modesta ripresa, accompagnata da una nuova avanzata delle fronti. Lo sviluppo delle lingue glaciali in questo periodo, benché in taluni casi le fronti si arrestassero a breve distanza dalle posizioni raggiunte con i massimi del secolo scorso, non era certo paragonabile al volume delle masse di ghiaccio cui si deve la costruzione dei grandi edifici morenici laterali e frontali che racchiudono i bacini ablatori della *Piccola Età Glaciale*. Esigui, ma in genere ben definiti archi morenici di spinta, attestano oggi questa modesta oscillazione in avanti.

(*) Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova.

(**) Lavoro eseguito con il parziale contributo finanziario del C.N.R.

All'inizio delle regolari campagne di osservazione, nel 1925, il progresso poteva tuttavia ritenersi concluso. Già da qualche anno, infatti, i ghiacciai mostravano una pronunciata tendenza al ritiro; era così iniziato un lungo periodo di deglaciazione, con un arretramento pressoché generalizzato delle fronti, che sarebbe perdurato sino alla fine degli anni Cinquanta. È da questo momento, infatti, che si è andata via via delineando una tendenza ad una ripresa del glacialismo, progressivamente rafforzata sino a diventare prevalente negli ultimi anni.

Nella seconda metà di questo secolo si è pertanto presentata l'opportunità di constatare il culmine di una fase di deglaciazione senza precedenti nei tempi moderni, e, nello stesso tempo, di cogliere la fine del ritiro ed il passaggio ad una fluttuazione di segno opposto, con le relative fasi di transizione che l'hanno preceduta. È evidente l'interesse geografico che tale fatto comporta, soprattutto per ciò che si riferisce ai rapporti tra il nuovo regime dei ghiacciai ed i parametri climatici a meso ed a macroscale che ad esso si ricollegano; per l'evidenza di processi in atto riguardanti la morfologia glaciale e periglaciale; per gli effetti che le fluttuazioni glaciali esercitano, direttamente ed indirettamente, sulle attività dell'uomo e sulla sua economia, come le modificazioni dei deflussi, l'incidenza di calamità naturali, gli effetti su talune forme di turismo, ecc.

L'ATTUALE TENDENZA DEI GHIACCIAI ITALIANI (1)

I primi indizi di un rallentamento nel ritiro dei ghiacciai italiani e della possibilità di un'inversione di tendenza, erano già stati avvertiti dal VANNI (1963) attraverso i risultati della campagna glaciologica del 1960; tali indizi erano dati dal numero di ghiacciai in regresso, il più basso da 35 anni, e dal contemporaneo aumento di ghiacciai innevati, stazionari o di tendenza incerta. Altri elementi rafforzavano questa ipotesi, come la constatata presenza di estese placche di neve residua, che andavano assumendo sempre di più l'aspetto di depositi semipermanenti, del genere dei glacionevati, con presenza di crepacci, ecc. (VANNI, 1963).

(1) Nella presente ricerca ci si è avvalsi esclusivamente del materiale contenuto nelle relazioni delle campagne glaciologiche, pubblicate annualmente nel « Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano » dal 1961 al 1977 e, successivamente, nella rivista « Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria » dal 1978 al 1981. Il materiale utilizzabile è risultato in genere poco omogeneo; oltre all'inevitabile soggettività nei criteri di valutazione, da parte degli osservatori, delle situazioni sul terreno, gli stessi tradizionali concetti di ghiacciaio in *progresso*, in *regresso*, *stazionario*, *incerto*, *innevato*, hanno assunto attraverso gli anni significati diversi, in quanto non sempre soggetti a precise e costanti norme convenzionali. In modo particolare, il concetto di ghiacciaio *osservato*, termine di confronto di ogni elaborazione statistica, anziché riferirsi ad un ben definito campione, oggetto di rilievi regolari ed omogenei, come, ad es., nella vicina Svizzera, si è via via allargato a comprendere ghiacciai non oggetto di misure dirette, bensì di osservazioni di vario genere e di semplici stime delle variazioni.

Per tali inconvenienti, si è ritenuto opportuno, come già in precedenza (ZANON, 1976), prendere in esame, tra i ghiacciai osservati e riportati nelle pubblicazioni annuali, soltanto quelli che abbiano fatto registrare sicure *variazioni* di un segno o dell'altro.

Nel successivo 1961, un certo numero di ghiacciai delle Alpi Marittime appariva in leggero ma uniforme progresso; ad essi si affiancavano alcuni ghiacciai del Gruppo del Cevedale e qualche altro isolato apparato, tra cui il Mandrone, nel Gruppo dell'Adamello. Negli anni immediatamente successivi la tendenza dei ghiacciai italiani mostrava un comportamento contraddittorio: accanto ad una ripresa del ritiro per i ghiacciai delle Alpi Marittime, che pure avevano tra i primi mostrati indizi di progresso, nel 1963 si presentavano in avanzata, in seguito però non confermata, alcuni ghiacciai del Gran Paradiso. Sempre nel 1963 aveva praticamente inizio il progresso nel Gruppo del M. Bianco, dove i primi sintomi erano apparsi sul versante francese del massiccio già a partire dal 1953 (VIVIAN, 1975). La ripresa interessava dapprima i ghiacciai di circo, provocando, tra l'altro, la caratteristica formazione di coni di rimpasto, o *ghiacciai rigenerati*, sotto le loro fronti sospese, estendendosi successivamente ai grandi apparati vallivi come la Brenva ed il Miage. Si andava così creando per il Bianco una situazione di quasi generale progresso che avrebbe riguardato, sempre secondo il VIVIAN (1975), più dell'85 % dei ghiacciai del gruppo.

È interessante notare come nelle Alpi Occidentali la ripresa del glacialismo, accompagnata da sicuro progresso frontale, sia apparsa, almeno nei primi anni, limitata a questo massiccio, che ha manifestato in tal modo una singolare individualità di comportamento (CERUTTI, 1971); infatti, sporadiche eccezioni e qualche progresso di incerta interpretazione non hanno rappresentato, ancora per un altro decennio, altrettanto chiari indizi di inversione di tendenza nei restanti gruppi di questo settore delle Alpi.

Tra il 1961 e il 1964 il progresso si andava consolidando nel Gruppo Ortles-Cevedale, interessando soprattutto il versante altoatesino (la Val Martello in particolare). Anche il centro di glaciazione che fa capo al M. Cevedale, in analogia al Massiccio del Bianco, è stato quindi tra i primi a mostrare sicuri sintomi di progresso, tendenza che verrà sviluppata e mantenuta anche in seguito. Comportamento più incerto e una più diffusa persistenza del ritiro caratterizzerà invece, ancora per qualche anno, gli apparati del versante lombardo.

In tal modo vengono ad essere esclusi i ghiacciai *incerti* (peraltro troppo eterogenei quanto ai criteri di valutazione); i pochi ghiacciai veramente *stazionari* (nella grande maggioranza dei casi, in questa categoria vengono compresi ghiacciai non oggetto di misure quantitative ma di valutazioni indirette, come il confronto fotografico); i ghiacciai *innevati* per neve residua dell'annata, spesso non separabili, nelle pubblicazioni, dai ghiacciai innevati per neve recente. In quest'ultimo caso la parola *innevato* significa soltanto l'eventuale impossibilità di misura delle variazioni, mentre l'innevamento per neve residua sulla parte inferiore di un ghiacciaio ha un'importante e preciso significato glaciologico, in quanto indica, in condizioni normali, un ghiacciaio con bilancio positivo e, per ciò che riguarda la fronte, un'avanzata o, quanto meno, stazionarietà.

Il considerare perciò i soli ghiacciai con variazioni, magari misurate a lunghi ed irregolari intervalli, non consente, se non per pochi apparati, di porre in evidenza con sicurezza la recente inversione di tendenza e soprattutto le fasi intermedie che l'hanno preceduta. Ci perdoni pertanto il lettore per quelle che nella presente nota potranno apparire delle omissioni e per l'inevitabile soggettività di valutazione e di interpretazione.

Aveva anche inizio, nel 1963, l'avanzata della fronte della Vedretta della Lobbia, che, insieme a quella del Mandrone, è una delle lingue periferiche del complesso glaciale del *plateau* dell'Adamello; il ritiro degli ultimi decenni ne aveva provocato un innalzamento delle fronti di rispettivamente più di 800 e 650 m (MARCHETTI, 1973). Già dall'inizio degli anni Sessanta, sintomi di progresso si erano intanto evidenziati anche nelle Alpi Venoste Occidentali, in corrispondenza del Gruppo della Pala Bianca.

Verso la fine di questo decennio, che si può considerare come di vera e propria transizione, il numero dei ghiacciai in avanzata andava lentamente aumentando (nel 1969, il 34 % dei ghiacciai con variazioni, fig. 1). Veniva così interessata la quasi totalità dei ghiacciai osservati del Bianco, mentre il progresso si rafforzava sul Gruppo del Cevedale, sulle Venoste Occidentali, sul versante trentino dell'Adamello-Presanella. In questi anni qualche accenno di avanzata veniva osservato sul Ghiacciaio del Rutor, e sul versante lombardo dell'Ortles-Cevedale e dell'Adamello. Va tenuto ben presente, tuttavia, che in diversi gruppi montuosi, se non si era ancora verificata un'avanzata vera e propria alle fronti, aumentava il numero di ghiacciai innevati od incerti e, soprattutto, segni inequivocabili di ripresa si potevano osservare sui corpi glaciali, specialmente attraverso il confronto fotografico.

L'inizio degli anni Settanta vede il numero dei ghiacciai in avanzata in costante aumento; nel 1972 essi superano per la prima volta quelli in ritiro. Questo andamento culmina nel 1978 e nel 1980, con oltre l'80 % di ghiacciai in progresso, come percentuale dei ghiacciai con variazioni (fig. 1). Nonostante la poca omogeneità del campione annuale, la tendenza sembra mostrarsi prevalente dal 1976 ad oggi, se si eccettuano oscillazioni dovute alle caratteristiche meteorologiche di particolari annate come il 1982, con una nuova prevalenza di ghiacciai in ritiro.

Quanto alla localizzazione geografica del fenomeno nell'ultimo dodicennio, fatte salve le riserve sull'interpretazione delle osservazioni, cui si è fatto cenno in precedenza, all'inizio il progresso alle fronti è ancora im-

perniato principalmente nei due gruppi montuosi del Bianco e dell'Ortles-Cevedale (versante trentino e altoatesino). In quest'ultimo massiccio ha tuttavia conferma con il 1971 il progresso dei ghiacciai anche del versante lombardo, che, per un nutrito gruppo di apparati, tra cui il massimo ghiacciaio italiano, la Vedretta dei Forni, conserverà sino ad oggi la sua tendenza d'insieme. Ciò sta ad indicare la ripresa nell'intero massiccio più glacializzato del nostro Paese e, nello stesso tempo, il permanere di una tendenza che ha trovato qui i suoi primi sintomi più di venti anni fa.

È proseguita nell'insieme una situazione di progresso anche nel contiguo Gruppo Adamello-Presanella (versante trentino), con ulteriori sintomi di un allineamento anche per quello lombardo. Ancora nelle Alpi Retiche, non mancano situazioni di progresso nei gruppi del Badile (dal 1974), Bernina (dal 1976) e Piazzi-Campo (dal 1974). Permane, e si è andato progressivamente rafforzando, il progresso nelle Venoste Occidentali e, più tardivamente (1975), nel contiguo Gruppo di Tessa e sulle Aurine e Pusteresi.

Sul settore occidentale, nel quale l'interpretazione dell'attuale tendenza dei ghiacciai italiani è risultata in genere meno agevole, per i differenti criteri ai quali si è ispirata in passato l'organizzazione delle osservazioni, se si eccettua la situazione sul Gruppo del Bianco, degno di rilievo per la sua continuità è, nelle Alpi Pennine, il progresso dal 1970 dei ghiacciai del Gruppo Dent d'Hérens - Grandes Murailles, ai quali si sono successivamente aggiunti vari ghiacciai del Rosa, tra cui particolarmente significativo il progresso del Lys (dal 1975). Meno chiaramente interpretabile, sulla base delle osservazioni disponibili, la situazione delle fronti glaciali nelle Alpi Cozie, che risulterebbero comunque in progresso generalizzato. Con tendenza al progresso si può inoltre considerare il Ghiacciaio del Rutor, in avanzata a partire dal 1972, senza tuttavia una chiara conferma negli anni più recenti.

Qualche sintomo di ripresa, infine, si è manifestato sugli apparati pirenaici delle Dolomiti di Brenta ed

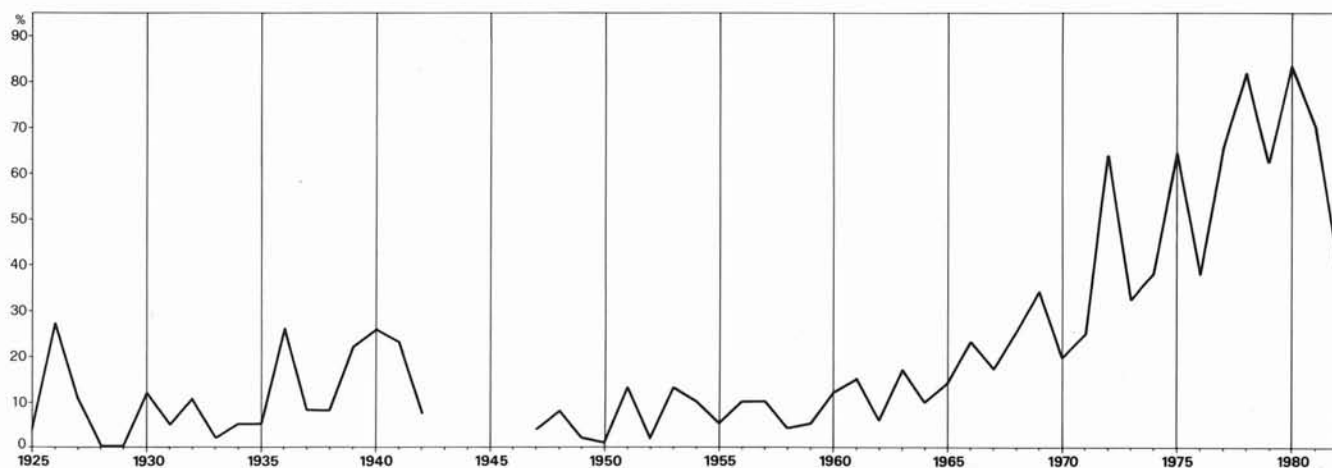


FIG. 1 - Alpi italiane 1925-1982. Ghiacciai in avanzata, espressi come percentuale dei ghiacciai con variazioni misurate.

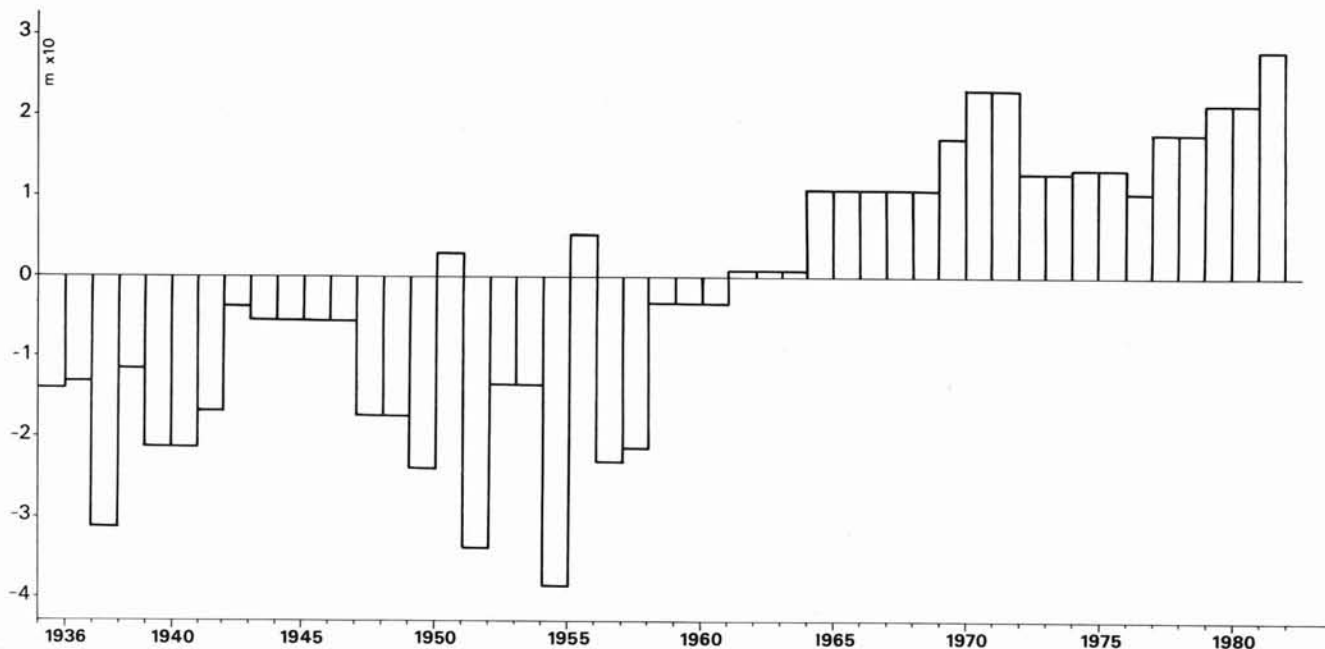


Fig. 2 - Ghiacciaio di Barbadorso di Dentro (Alpi Venoste Occidentali). Variazioni della fronte dal 1935 al 1982. (Rilievi di RICCI L. (+) e ZANON G.).

Orientali, e sulle Alpi Giulie, ma forse il solo Ghiacciaio della Marmolada, sulle Dolomiti Occidentali, per le sue caratteristiche e dimensioni, ha denotato una certa continuità nel progresso di parte del contorno frontale.

CONSIDERAZIONI SULL'ATTUALE COMPORTAMENTO DEI GHIACCIAI ITALIANI

Il passaggio da un ritiro generalizzato a quella che si può considerare una prevalente ripresa del glacialismo, ha fatto riscontrare, come si è visto, notevoli differenze di comportamento da un settore all'altro della catena alpina, da gruppo a gruppo montuoso, da un ghiacciaio all'altro, anche se in situazioni di vicinanza geografica. Ne ricorderemo qualche esempio tra i più significativi. Sul Massiccio della Pala Bianca (Valllunga, Alpi Venoste Occidentali), delle due Vedrette di Barbadorso di Dentro e di Valllunga, un tempo confluenti, la prima ha ripreso ad avanzare dal 1961, con un progresso, sino al 1982, di quasi 300 m (fig. 2); la seconda, attualmente, è pure in avanzata, ma con uno sfasamento di una ventina di anni rispetto alla precedente. Nelle stesse Venoste, nell'alta Val Senales, la fronte del Ghiacciaio del Giogo Alto, che costituisce la diffluenza in territorio italiano dell'Hochjochferner (Alpi dell'Oetz), nel medesimo intervallo di tempo 1961-1982 è arretrata di quasi 200 m, che si aggiungono ad altri 250 m registrati dal 1929 al 1960. Sullo stesso ghiacciaio, in corrispondenza al confine di Stato (spartiacque Rofen-Senales), dal 1961 al 1982 si è avuta una perdita di spessore di 23,5 m (complessivamente 61,1 m dal 1929) (fig. 3).

Partendo dalla premessa che un progresso alla fronte

(ed un aumento di spessore della lingua) è il risultato di un incremento di massa dell'apparato glaciale, di entità tale da trasmettersi, attraverso il corpo glaciale, sino alla fronte stessa, lo sfasamento osservato tra i due contigui ghiacciai di Barbadorso di Dentro e di Valllunga deve risiedere essenzialmente nei diversi tempi di reazione alla modificazione di regime glaciale (e quindi alla causa climatica che l'ha determinata).

Le diversità nei tempi di reazione, o di risposta, dipendono a loro volta fondamentalmente dal tipo di ghiacciaio, definito da criteri basati soprattutto sulla conformazione morfologica del substrato; dalle dimensioni dell'apparato glaciale; dallo spessore della massa; dall'orientamento generale e parziale dei bacini; dalla topografia del letto roccioso; dall'altimetria dei bacini; dalla topografia del letto roccioso; dalla quota delle fronti; infine, da caratteristiche specifiche dei singoli ghiacciai ⁽²⁾.

Per la persistente riduzione del vicino Giogo Alto va ipotizzato un bilancio di massa tuttora negativo, benché le condizioni climatiche a mesoscala, trattandosi dello stesso massiccio montuoso, non possano considerarsi molto differenti: per le principali vallate che si irradiano dal nodo della Pala Bianca le precipitazioni totali annue sono infatti rispettivamente di 672 mm a S. Valentino alla Muta, 513 a Mazia, 675 a Madonna di Senales, 672 a Vent. Tale situazione, in contrasto con l'odierna fase di progresso dei ghiacciai del gruppo, compresi gli stessi minori ghiacciai situati sulla destra della Rofental, è

⁽²⁾ Nel caso del Ghiacciaio di Valllunga, un fattore determinante è probabilmente costituito dalla recente ripresa di alimentazione per transfluenza dal contiguo Gepatschferner, in territorio austriaco.

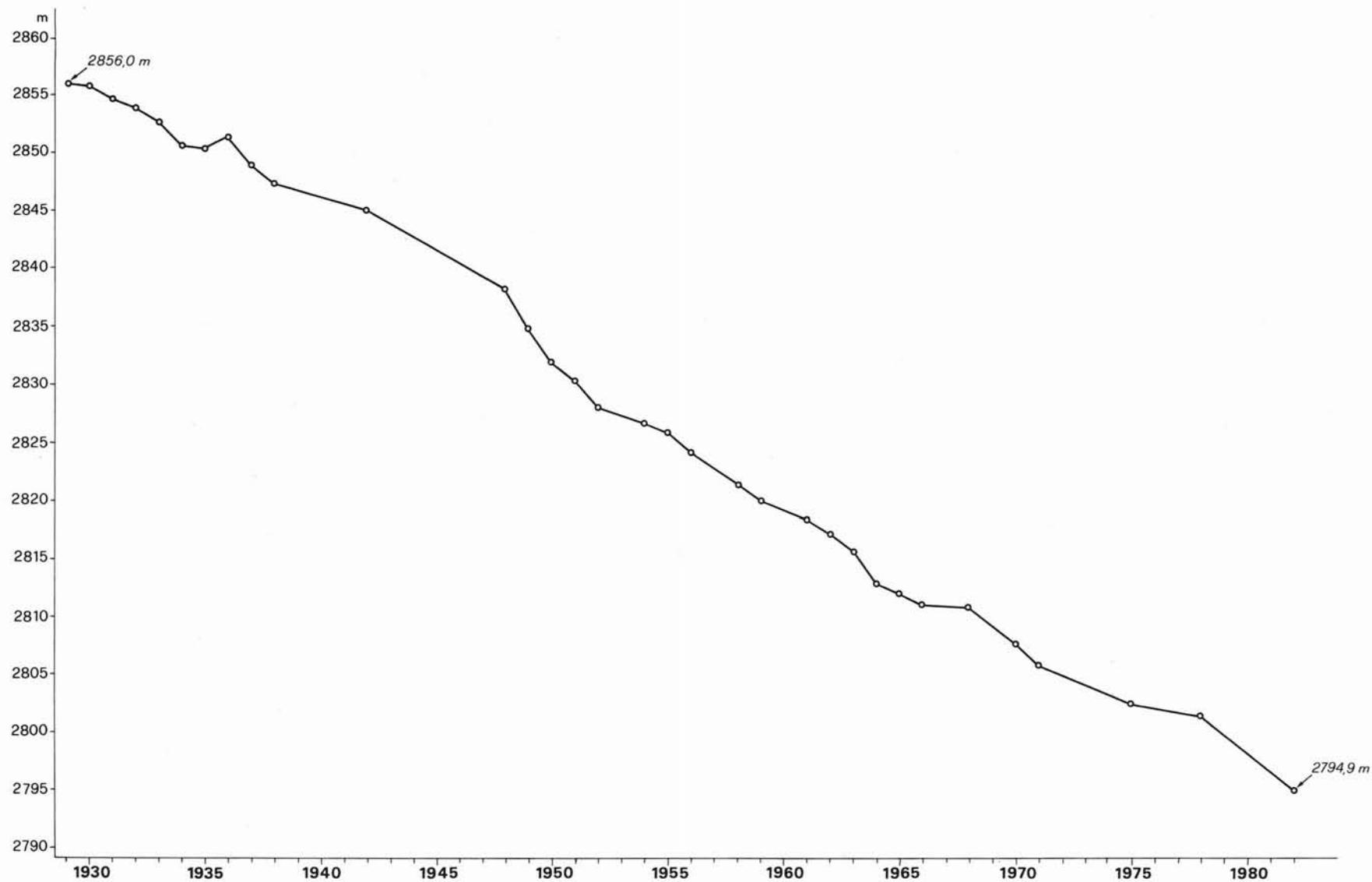


FIG. 3 - Ghiacciaio del Giogo Alto (Alpi Venoste Occidentali). Variazioni di altitudine della superficie del ghiacciaio nei pressi dello spartiacque Rofen-Senales (Adige-Inn), in corrispondenza al confine italo-austriaco, dal 1929 al 1982. (Rilievi di RICCI L. (†) e ZANON G.).

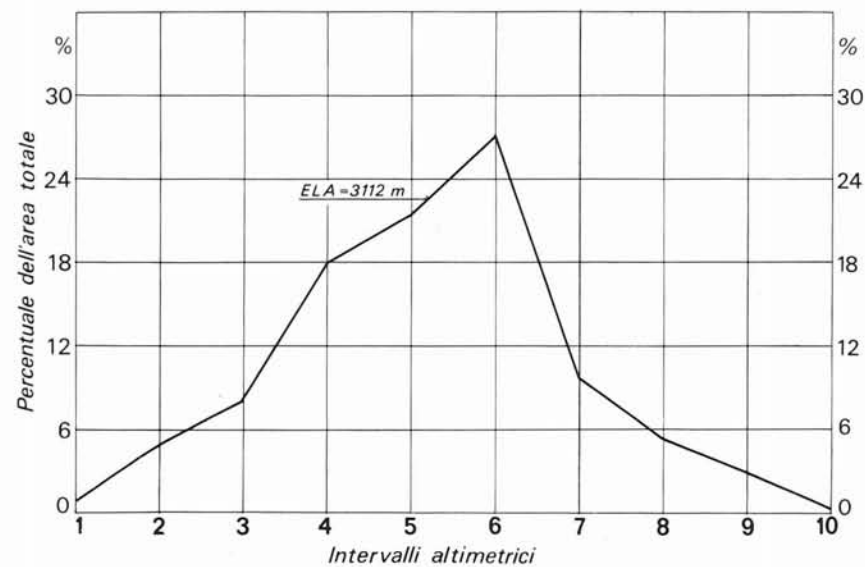
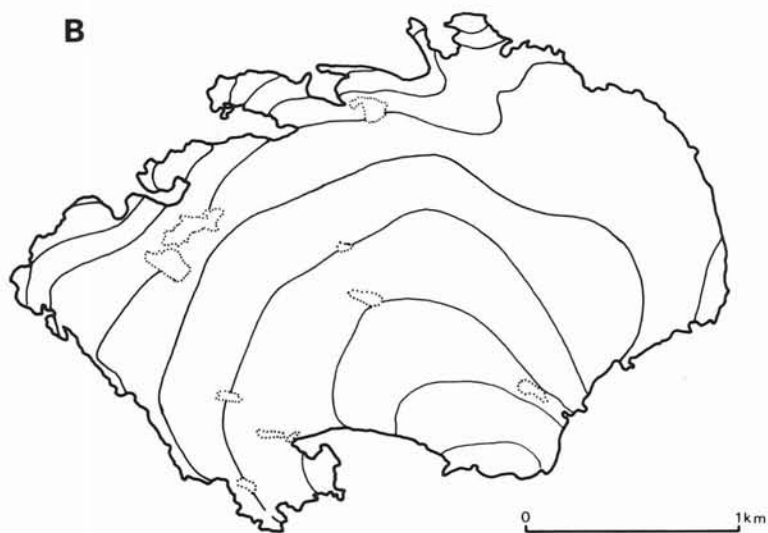
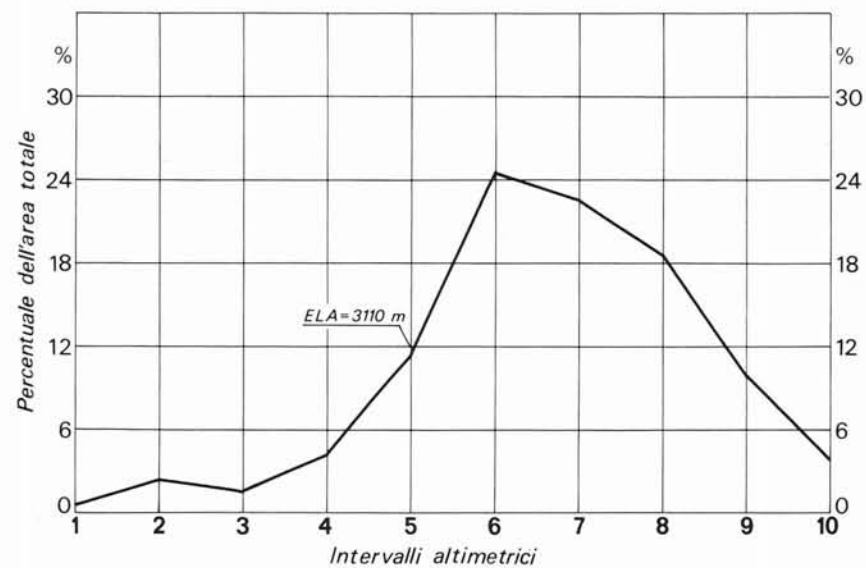
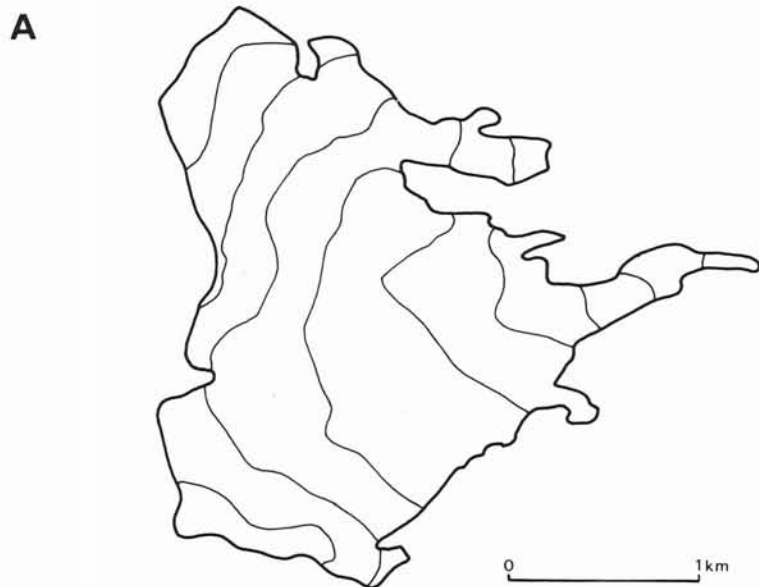


FIG. 4 - Carte a curve di livello e curve della distribuzione delle aree glaciali in funzione dell'altitudine (curve secondo Ahlmann, 1948) per le Vedrette della Mare (A) e del Caresèr (B) nel Gruppo Ortles-Cevedale. ELA (equilibrium line altitude) = linea di equilibrio media per i due ghiacciai. Nella figura A l'equidistanza delle curve di livello è di 125 m, nella figura B di 50 metri.

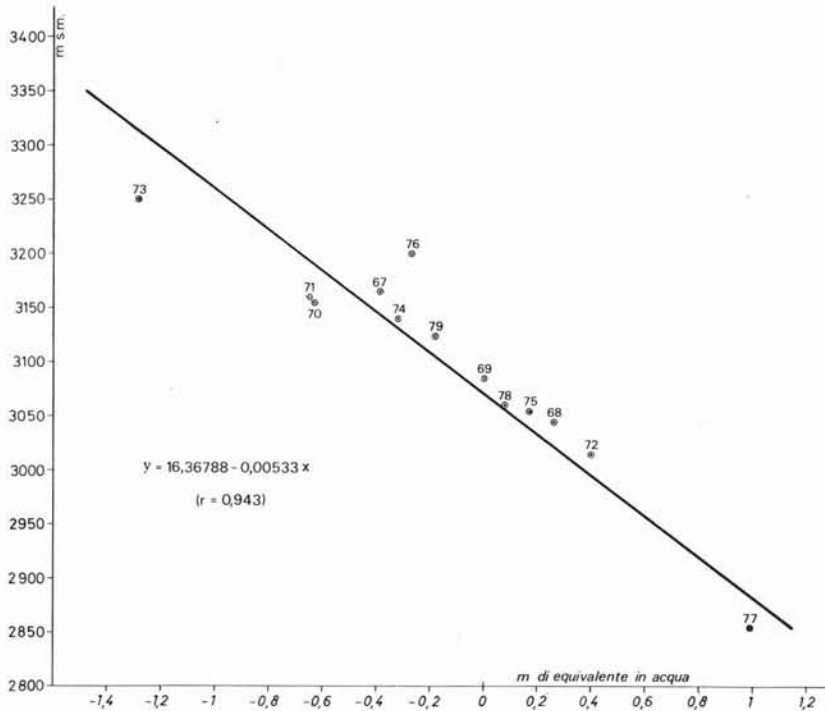


Fig. 5 - Vedretta del Caresèr (Gruppo Ortles-Cevedale). Correlazione tra bilancio netto in m di equivalente in acqua (x) e altitudine della linea di equilibrio (y) per le annate di bilancio dal 1966-67 al 1978-79.

verosimilmente da attribuire alle profonde modificazioni strutturali che il complesso glaciale Giogo Alto - Hochjochferner ha subito in sessant'anni di ritiro ininterrotto e che hanno alterato la conformazione dell'intero apparato, anche in zona di alimentazione, ritardando il raggiungimento di un nuovo equilibrio con le attuali condizioni ambientali. Ciò comporta la permanenza di una situazione generale di bilancio negativo, con persistenza del ritiro alla fronte e della riduzione di spessore della lingua.

Altri esempi di apparenti anomalie si possono fare per il versante trentino del Cevedale, nell'alta Val di Pejo (Valle della Mare).

Alla testata di questa valle, la Vedretta della Mare è in attivissimo progresso dal 1971, con un'avanzata che è oggi di una quarantina di metri all'anno. Sul versante sinistro della stessa valle, la Vedretta del Caresèr appare invece in costante ritiro frontale da almeno sessant'anni. Il suo bilancio di massa, come risulta dai rilievi condotti dal 1966 ad oggi (ZANON, 1982) risulta mediamente negativo e pari ad una riduzione annua di 140 mm di equivalente in acqua. Quali le cause di comportamenti opposti in un ambiente che si può anche qui considerare climaticamente poco differenziato?

Sulla Vedretta della Mare, ghiacciaio vallivo con distribuzione areale caratterizzata da grande estensione in zona di accumulo (fig. 4 A), un'altitudine della linea di equilibrio di 3 110 m ⁽³⁾, sia pure con le sue oscillazioni, è sicuramente tale da assicurare bilanci annuali mediamente positivi, con incremento di massa e avanzata alla

fronte in tempi relativamente brevi, date le caratteristiche proprie del ghiacciaio.

La Vedretta del Caresèr (fig. 4 B), con il 50 % della superficie totale concentrato nell'intervallo altimetrico 3 050-3 150 m (nell'ambito del quale si sono verificate le oscillazioni della linea di equilibrio media tra il 1967 ad oggi), si dimostra molto sensibile a variazioni del limite stesso (attualmente a 3 112 m). Anche relativamente piccole oscillazioni, comportano infatti il trasferimento in zona di ablazione, o viceversa, in zona di accumulo, di ampie superfici, con conseguenti, ingenti variazioni di massa. Se si aggiunge un'altitudine della linea di equilibrio presumibilmente maggiore rispetto al Ghiacciaio della Mare per ragioni di esposizione, i bilanci debbono necessariamente risultare in prevalenza negativi, con riduzione di massa e persistente ritiro frontale, come in realtà avviene.

Sul diagramma della fig. 5 si può da ultimo osservare per la Vedretta del Caresèr, la correlazione tra bilanci annuali, in m di equivalente in acqua, e altitudine della linea di equilibrio dal 1967 al 1979. La conoscenza di questo fondamentale parametro può essere quindi il mezzo per stabilire sia il segno che l'ammontare dei bilanci annuali, e perciò l'attitudine di un ghiacciaio al progresso od al ritiro.

CONCLUSIONI

Da quanto si è visto in precedenza, un'analisi dell'attuale fluttuazione dei ghiacciai alpini non può quindi astrarre dalla conoscenza delle caratteristiche e del comportamento dei singoli apparati glaciali. D'altra parte, le osservazioni sistematiche sulle variazioni dei margini gla-

⁽³⁾ Dato osservato nel 1980 da SECCHIERI F. per il World Glacier Inventory (non pubbl.).

ciali, benché preziose e indispensabili, specie se condotte con metodi razionali e standardizzati, non possono da sole fornire le correlazioni con le cause climatiche che alle variazioni stesse presiedono; ad esse debbono necessariamente accompagnarsi studi di dettaglio che interessino tutta la superficie di selezionati bacini campione.

In tal modo sarà possibile affermare, come già l'AHLMANN (1953) a proposito dell'ultima grande fase di ritiro, che la presente fase di progresso glaciale, insieme con la fluttuazione climatica che ad essa si collega, è a sua volta la prima ad essere misurata, studiata e interpretata a fondo.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AHLMANN H. W:Son (1948) - *Glaciological Research on the North Atlantic Coasts*. The Royal Geographical Society Research Series, 1, R.G.S., London, 83 pp.
- AHLMANN H. W:Son (1953) - *Glacier variations and climatic fluctuations*. Bowman Memorial Lectures, ser. 3, The American Geographical Society, New York, 51 pp.
- CERUTTI A. V. (1971) - *Osservazioni sul progresso dei ghiacciai del Monte Bianco nell'ultimo decennio*. Boll. CGI, ser. 2, 19, 251-272.
- MARCHETTI V. (1973) - *I nostri ghiacciai (cent'anni della loro vita e di studi scientifici)*. In: «La SAT, Cento Anni 1872-1972», Manfrini, Calliano, 641-687.
- VANNI M. (1963) - *Le variazioni dei ghiacciai italiani nell'anno 1960*. Boll. CGI, ser. 2, 10, parte I, 3-12.
- ZANON G. (1976) - *Fluctuations of the Italian glaciers and some remarks on their recent trends*. In: «Italian contributions on the 23rd International Geographical Congress 1976. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma», 283-291.
- ZANON G. (1982) - *Recent glaciological research in the Ortles-Cevedale region (Italian Alps)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 75-81.