

DI UNA RECENTE OPERA SUI GHIACCIAI DEL GRUPPO ORTLES-CEVEDALE

E' stata di recente pubblicata un'ampia monografia di A. Desio sui ghiacciai dell'Ortles-Cevedale (1), frutto, fondamentalmente, di vari decenni di assidue e pazienti ricerche condotte direttamente sui luoghi. L'iniziativa di questa pubblicazione rientra nella attività che si svolge in molti paesi, fra cui l'Italia, in occasione del « Decennio Idrologico »; essa si deve al Comitato Glaciologico Italiano del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che ha potuto realizzarla coi contributi finanziari dell'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica, dell'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali, del Parco Nazionale dello Stelvio e dell'Assessorato della Pubblica Istruzione della Provincia di Trento.

Progettata già prima della guerra mondiale 1914-18, quando l'A. cominciò ad interessarsi agli studi glaciologici, la monografia ebbe impulso nella sua realizzazione dal fatto che, con la fine della guerra, il gruppo dell'Ortles-Cevedale, già diviso in due parti da un confine politico, venne a rientrare per intero in territorio italiano, come vi rientrano altri due grandi massicci alpini ricchi di ghiacciai, tra i maggiori del sistema: quello del Gran Paradiso e quello dell'Adamello-Presanella.

L'A. già vari decenni or sono iniziava dunque una serie di lunghe campagne glaciologiche, visitando tutti i ghiacciai del gruppo, i maggiori come i più piccoli, raccogliendo dati, compiendo ricerche e misure, eseguendo rilievi a grande scala. Si andava così accumulando una massa di prezioso materiale, che, con-

(1) A. DESIO, *I ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale (Alpi Centrali)*, Torino, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Comitato Glaciologico Italiano, 1967, vol. I, pp. XXIV, 875, cc. e diagr.; vol. II, pp. XXI, 207 tavv. e c. f. t.

venientemente vagliato, rielaborato, trasformato in grafici, tabelle, schizzi, doveva essere messo a disposizione degli studiosi. Per un lavoro di tanta ampiezza l'A. ha dovuto valersi della collaborazione di due giovani, valenti suoi discepoli, il Dott. S. Belloni e il Dott. A. Giorcelli, che hanno portato un valido contributo alla realizzazione dell'opera.

Raccogliere i molti dati sull'argomento, che si trovano sparsi in pubblicazioni italiane e straniere, è stata un'impresa assai ardua, per la quale si richiedeva competenza e lavoro assiduo. La monografia è basata non soltanto sul materiale di studio ricavato dalle osservazioni dirette, ma anche su quello, opportunamente rielaborato, che si era andato accumulando, ad opera di tanti studiosi e di molti enti scientifici che del gruppo dell'Ortles-Cevedale si sono occupati. Nulla è perciò trascurato, sia riguardo al particolare glacialismo del gruppo esaminato, sia riguardo a tutti quei fenomeni che hanno influenza sul glacialismo in genere.

Un primo capitolo tratta dei limiti, della posizione geografica, delle suddivisioni del manto glaciale del gruppo in esame. Il lettore viene così quasi portato nella regione, e può rendersi conto della posizione del massiccio nel complesso delle Alpi italiane, considerando, più che sotto l'aspetto orografico, sotto quello idrografico, essendo il ghiacciaio un elemento eminentemente idrografico. Perciò si insiste soprattutto sulla suddivisione in bacini fluviali e in valli, in base alle quali procede poi la trattazione.

Nel gruppo dell'Ortles-Cevedale vengono distinti il bacino dell'Adda, il bacino dell'Oglio e il bacino dell'Adige. Questi alla loro volta sono suddivisi in bacini di secondo ordine, 22 in totale, dei quali sono distinti e collocati secondo un numero progressivo i singoli ghiacciai.

A maggior chiarimento della descrizione geografica, l'A. giustamente crede utile anticipare un breve paragrafo in cui si tratta della terminologia e toponomastica glaciale, necessario perché il lettore possa comprendere senza equivoci il significato di molti termini, che si differenziano da quelli di altre regioni alpine o che sono oggetto ancora di discussione presso i glaciologi. Definisce perciò il termine di *vedretta*, col quale da molti autori (a cominciare da A. Stoppani) si indica un apparato di secondo ordine, mentre esso è semplicemente sinonimo di ghiacciaio; come pure

definisce con chiarezza, onde evitare confusioni, il significato di *lingua glaciale*, *colata*, *lobo*, *displuvio glaciale*. Una descrizione deve avere come base una solida e chiara terminologia, che invece nel campo geografico è spesso assai incerta.

Segue un cenno sulla struttura geolitologica del massiccio, indispensabile in quanto la natura delle rocce e la struttura tettonica possono avere una indubbia influenza sullo sviluppo del glacialismo.

In questa prima parte dell'opera, che possiamo dire introduttiva, un capitolo è dedicato alle condizioni climatiche nei loro vari elementi: precipitazioni nevose, temperatura, soleggiamento, venti. Appare subito la difficoltà di trattare esaurientemente tale argomento nei suoi riflessi sul glacialismo: la varietà del rilievo, la diversa esposizione dei versanti, la disposizione delle valli creano un complesso di problemi, che solo un'adeguata rete di stazioni meteorologiche ben dotate potrebbe permettere di risolvere esaurientemente. Purtroppo le stazioni sono scarse e spesso poco attrezzate; per di più non sono razionalmente distribuite, tanto che di frequente occorre richiamarsi a dati di stazioni situate in località vicine, ma al di fuori della zona dell'Ortles-Cevedale. E in una regione montagnosa, con valli, conche e bacini separati tra loro, ciò porta spesso a cadere in inesattezze di una certa rilevanza. Infatti, a breve distanza, su due opposti versanti si possono avere a volte sensibili differenze di precipitazioni, temperatura, soleggiamento, venti, per cui accettare i dati di stazioni situate fuori della zona considerata è una soluzione che dovrebbe essere evitata. Tuttavia il Desio ci presenta una visione chiara del clima della regione; la raccolta dei dati è fatta con grande cura, risalendo anche nel tempo attraverso le più diverse fonti dirette ed indirette, tanto da poter giungere ad importanti conclusioni sulle relazioni tra clima e variazioni dei ghiacciai. Così, ad esempio, sino al 1850 si può ammettere che vi sia stata una tendenza all'aumento delle precipitazioni nevose, condizione perciò favorevole allo sviluppo del glacialismo; dal 1851 al 1950 si avverte invece una lenta diminuzione di dette precipitazioni, condizione sfavorevole; col 1951 si verifica una lieve ripresa dell'aumento. Ciò sarebbe in accordo con una fase di stazionarietà che da alcuni anni si nota nel glacialismo alpino tutto. Il forte regresso glaciale,

che misure dirette hanno rivelato a partire dal 1927 e che ha portato alla scomparsa di alcuni piccoli ghiacciai, risponderebbe a quel periodo di lenta diminuzione delle precipitazioni già iniziato alla fine del secolo scorso. Le osservazioni del Desio, pur essendo limitate a un ristretto gruppo alpino, assumono una importanza non solo locale, ma generale per tutte le Alpi italiane.

Ma la nevosità è solo uno dei due fattori fondamentali del glacialismo, per cui un paragrafo importante è dedicato anche alla temperatura, specialmente considerata rispetto all'andamento della media estiva, ossia durante il periodo dell'ablazione. Le stazioni a cui il Desio ha potuto attingere dati e notizie su questo secondo elemento del clima sono 16, alcune situate al di fuori della regione. Esse sono state suddivise in gruppi secondo le valli, per le quali vengono fissati i vari gradienti termici verticali, che permettono di stabilire le temperature medie relative alle differenti quote, ed inversamente le quote alle quali corrispondono determinate temperature medie. L'isoterma annua di 0° viene calcolata a circa 2300 m. di altitudine. Un accurato esame dei molti dati permette di distinguere nella regione dell'Ortles-Cevedale tre zone climatiche: *zona di fondovalle*, al di sotto dei 1500 m., con tutti i mesi dell'anno temperati o freddi ed umidi e con predominio dei primi sui secondi, e con le precipitazioni piovose che predominano su quelle nevose; *zona medio-alpina*, fra i 1500 e i 2000 m., con tutti i mesi dell'anno di gelo o freddi ed umidi o temperati, con predominio dei mesi freddi ed umidi sugli altri (vi dominano le precipitazioni nevose su quelle piovose); *zona alpina*, al di sopra dei 2000 m., con assenza totale di mesi temperati, col massimo innervamento e con i minimi termometrici. Nel complesso, nel massiccio considerato l'andamento del clima dimostra evidenti le caratteristiche proprie delle Alpi Orientali, più fredde di quelle Occidentali; nelle quali, volendo fare una eguale distinzione zonale, si verrebbero a spostare i limiti di oltre 200 m. più in alto. Le cause di tale differenza vanno ricercate, è noto, nella influenza dei più tepidi venti atlantici occidentali, mentre nelle Alpi Orientali battono i venti più freddi di nord-est.

Dopo la nevosità e la temperatura, il Desio esamina l'insolazione e i venti, riportando molti dati, che dimostrano il complesso comportamento di questi elementi come fattori del glacialismo.

L'altitudine, l'esposizione e la morfologia possono rendere assai problematica una conclusione generalizzata, poiché questi fenomeni richiedono ricerche assai limitate nello spazio.

L'A. conclude che, nel complesso, predominano nel gruppo Ortles-Cevedale i venti di NE, di E e di SE, i quali portano spesso umidità, per cui, nelle alte valli, abbondanti sono le precipitazioni, che aumentano con l'altitudine: è un fenomeno, questo, comune a tutto il sistema alpino.

Come altro fenomeno strettamente collegato al glacialismo l'A. esamina l'innevamento nei suoi vari aspetti, prendendo in considerazione soprattutto l'altezza del manto nevoso e la sua permanenza sul suolo.

Richiamandosi alle fonti più recenti, fra le quali le carte di F. Abbadessa, i dati dell'Ufficio Idrografico del Po e del Magistrato alle Acque di Venezia, oltre ai dati delle osservazioni sul manto nevoso organizzate dal Comitato Glaciologico, si giunge ad alcune conclusioni che permettono di costruire una cartina dell'altezza media del manto nevoso al 1° aprile, espressa in cm.; essa è, attualmente, nelle alte quote, di circa 125 cm. Ogni valle viene esaminata particolarmente sotto questo aspetto, poiché è necessaria una razionale suddivisione di ambienti. Il fattore principale sembra essere l'esposizione, che può favorire più o meno le precipitazioni, o determinare un andamento termico tale da portare a forti differenze nella permanenza della neve sul suolo.

L'argomento è svolto in ogni particolare ed è illustrato da molti grafici, dai quali risulta come la permanenza della neve sul suolo aumenti con l'altitudine; la maggiore altezza del manto si avrebbe nei mesi di gennaio e febbraio, in un periodo perciò diverso da quello che si verifica nelle Alpi Occidentali, ove i massimi di spessore e densità ad alta quota si raggiungono alla fine di marzo. Una certa corrispondenza si noterebbe pure fra innnevamento e attività solare.

Basandosi sui dati della Stazione nivometrica del Careser, il Desio nota come dal 1939 l'altezza media del manto nevoso sia andata aumentando, specie negli ultimi due quinquenni (in accordo perciò con l'inizio recente della ripresa del glacialismo).

Termina così la parte che abbiamo definito introduttiva, im-

portante soprattutto per il fatto che, pur riferendosi a un limitato gruppo montagnoso, in essa si trattano argomenti di interesse generale.

La seconda parte del volume, come abbiamo detto, è la più estesa e la più direttamente interessante allo scopo dell'opera, contenendo la descrizione dei singoli ghiacciai. Nel terzo capitolo, di gran lunga più esteso degli altri (è di ben 600 pagine), si descrivono più o meno ampiamente 132 ghiacciai, che sono stati tutti visitati dal Desio durante un cinquantennio circa.

Prima di iniziare la descrizione dei singoli ghiacciai, l'A. premette alcune considerazioni di ordine metodico generale, utili per bene interpretare questo catalogo descrittivo. Egli torna a trattare della terminologia glaciologica, per definire i criteri con i quali i ghiacciai stessi potranno essere classificati. Si chiariscono, ad esempio, i termini di *unità glaciologica*, di *nevaio*, ecc. Una incertezza nella determinazione dell'individuo glaciale porta a diverse valutazioni del numero dei ghiacciai. Ne consegue che gli elenchi compilati dai glaciologi possono contenere delle discordanze, specie nei grandi complessi montagnosi, ove i vari ghiacciai si possono fondere uno con l'altro e non presentare soluzioni di continuità nei loro bacini di raccolta. Il Desio si richiama ai vecchi cataloghi di J. Payer e di E. Richter, come pure all'elenco compilato da lui stesso nel 1926 e al recente *Catasto dei ghiacciai italiani* pubblicato dal Comitato Glaciologico. Che vi siano differenze non stupisce, perché non solo può essere diverso il metodo di valutazione, ma può variare, quando siano passati molti anni, il numero stesso dei ghiacciai, in quanto questi in periodi di progresso possono estendere la loro superficie, fondersi fra di loro e, quindi, diminuire di numero; mentre in periodi di lungo regresso si riducono e si separano, aumentando di numero. In quest'ultimo caso i ghiacciai piccoli possono però anche scomparire, contribuendo così a modificare il numero totale degli individui glaciali. Il catalogo del Richter (1888) fa ammontare a 94 i ghiacciai dell'Ortles-Cevedale; il *Catasto* del Comitato Glaciologico del 1961, dopo un lungo periodo di regresso, ne conta 144.

I ghiacciai sono un fenomeno geografico in rapida, continua evoluzione e trasformazione, per cui alle valutazioni del numero di individui, che formano una determinata coltre di ghiaccio, si

deve dare un valore relativo, in quanto si tratta di valutazioni soggette, oltre che a criteri personali, anche a particolari condizioni temporanee; e va notato che spesso questi cataloghi si basano su rappresentazioni cartografiche risalenti a rilevamenti lontani. Anche le nostre tavolette al 25.000 ci offrono rappresentazioni dei ghiacciai per lo più superate, in quanto i rilevamenti risalgono spesso a decine di anni fa. Inoltre non sempre il rilevatore distingue con precisione l'area propriamente *glacializzata* da quella semplicemente *innervata* (frange di neve, nevai, placche e depositi persistenti, ecc.), che non presenta caratteri di ghiacciaio, in quanto la massa di neve e ghiaccio non ha movimento, carattere, questo, tipico del vero ghiacciaio.

Per chiarire il metodo di valutazione dei 132 ghiacciai, l'A. si preoccupa giustamente di definire il termine di *unità glaciologica* come « quella raccolta di ghiaccio, che, possedendo una regione di alimento e una regione di ablazione indipendente da altre unità, è dotata di una vita fisica autonoma e di bacino idrografico chiaramente distinto ».

Non sempre, però, è facile trovare in natura il « fenomeno modello »; i motivi di incertezza, dovuti a contatti più o meno estesi fra i ghiacciai adiacenti, oppure a fenomeni di diffluenza, sono assai frequenti, per cui si conclude che le statistiche debbono essere considerate come approssimative. Il Desio, tenendo presente la sua lunga diretta esperienza, ed i più recenti dati del *Catasto dei ghiacciai italiani*, per l'Ortles-Cevedale ne calcola, come si è detto, 132, ricordando come negli ultimi anni ben 23 unità glaciologiche del massiccio si debbano considerare scomparse, per l'intenso regresso di questi ultimi decenni.

Tale scomparsa di ghiacciai si sarebbe manifestata già nel 1937, per accentuarsi in seguito lentamente fino al 1960, e più rapidamente dal 1961 in poi. Un esame della bella carta al 50.000 (dovuta al Touring Club Italiano e annessa al II volume) permette di renderci chiaramente conto delle variazioni frontali subite dai ghiacciai di questo gruppo. Vi sono indicate le posizioni delle varie fronti negli anni 1865, 1868, 1908, 1912, 1960 e 1961. Sono pure indicate le posizioni dei più antichi cordoni morenici.

Fatte queste premesse, l'A. inizia la descrizione particolare seguendo un ordine numerico secondo i vari bacini fluviali.

Si inizia l'esame con il bacino dell'Adda (al quale appartengono 52 ghiacciai), suddiviso nelle varie vallate; seguono il bacino dell'Oglio (che ha 2 ghiacciai) e quello dell'Adige (che ne ha 81). Dopo uno sguardo generale alla morfologia di ciascuna valle, alle sue particolari condizioni di esposizione, di altitudine, di intensità glaciale, con numerosi richiami a tutto il materiale bibliografico e cartografico esistente, viene descritto ogni singolo ghiacciaio nelle sue condizioni attuali. Una notevole massa di dati, notizie, osservazioni, considerazioni particolari e generali vengono presentate in un chiaro quadro sintetico: questo, per la sua completezza, costituirà la base di ulteriori ricerche, che i giovani glaciologi potranno condurre con metodi moderni e con i mezzi tecnici attualmente a loro disposizione, per fare ulteriormente progredire la glaciologia.

Per ogni ghiacciaio prima di tutto si fanno alcune considerazioni sul nome, che può anche non essere unico, come si verifica spesso nel gruppo dell'Ortles-Cevedale, situato sul confine linguistico italo-tedesco. Se ne potrebbero citare numerosi esempi.

Segue una nota bibliografica e cartografica. E' da notare che le rappresentazioni cartografiche permettono spesso, meglio di altre documentazioni, di ricostruire la vita e le modificazioni subite dai ghiacciai.

Una indicazione pratica, utilissima a chi si occupa di glaciologia con ricerche sul terreno, è quella relativa alle varie vie di accesso al ghiacciaio. Per lo più il glaciologo non può seguire gli itinerari normalmente percorsi dagli alpinisti e dai turisti, che portano alle vette ed ai colli, ma deve portarsi per vie inconsuete alle fronti e ai circhi. Ogni glaciologo deve studiare e preparare i suoi itinerari basandosi sulla propria diretta esperienza; ben utili tornano perciò le notizie e i consigli di chi già conosce queste particolari vie di accesso: sarà un notevole risparmio di tempo e fatica.

Inoltre, poiché molti ghiacciai sono stati già studiati da altri glaciologi, che vi hanno posto spesso segnali di riferimento a minio, paletti, colonnine di pietre, ecc., ricordate più volte nelle loro pubblicazioni, il Desio ha creduto bene far conoscere detti segnali preesistenti, indicandone la posizione ed il modo di ritrovarli,

cosa spesso assai difficile, in quel caos di massi e detriti che contorna ogni ghiacciaio, specie nella sua parte frontale e nei suoi margini morenici.

Nella descrizione dei singoli ghiacciai tutti gli elementi morfometrici sono ricordati (lunghezza, larghezza massima, pendenza, ecc.) e si tratta pure della struttura generale, dell'esposizione, delle variazioni subite, ecc.

Assai estesa, come già abbiamo detto, è questa parte del I volume; possiamo solo trattenerci, a titolo di esempio, su qualcuno fra i più grandi e tipici ghiacciai del massiccio, che per la loro particolare grandiosità meglio mettono in evidenza il metodo seguito ed il contributo portato dall'autore.

Ricordiamo, innanzi tutto, il Ghiacciaio dei Forni, il maggiore del gruppo. Questo grande apparato glaciale, secondo il Desio si estende su una superficie di 1271 ettari (nel *Catasto* già ricordato sono indicati 2000 ettari); esso perciò è fra i più grandi delle Alpi, superando anche il noto Ghiacciaio del Miage, sul versante italiano del Monte Bianco, che ha un'area di 1129 ettari, come pure i più vasti ghiacciai del Monte Rosa (Belvedere 511 ha., Lys 1078 ha.). La lunghezza del Ghiacciaio dei Forni è di 4500 m. (5000 secondo il *Catasto*), assai notevole anche se confrontata con quella di altri ghiacciai delle Alpi Occidentali e Centrali: Miage 10.000 m., Belvedere 6000, Lys 5300. Il Ghiacciaio dei Forni può perciò collocarsi fra le grandi unità glaciologiche delle Alpi italiane, ove, come sappiamo, il glacialismo presenta minore sviluppo rispetto al versante esterno franco-svizzero-austriaco.

Assai ricca è la nota bibliografica e cartografica: il Ghiacciaio dei Forni ha certamente richiamato molto l'attenzione degli studiosi, tra i quali numerosi austriaci, i quali sono appassionati a queste ricerche, che spesso hanno potuto svolgere con i mezzi più moderni.

La descrizione fatta dal Desio si sofferma a lungo sulle varie parti di questo ghiacciaio, definito *composto*, per il complesso dei suoi bacini di raccolta e le sue varie lingue. In un secolo tale ghiacciaio avrebbe subito, dal 1864 al 1966, un regresso di 2 km. circa, pari ad una media annua di 20,50 m.

Nel Ghiacciaio dei Forni sono state eseguite anche misure di spessore; questo sarebbe al massimo di circa 150 m., notevol-

mente inferiore perciò a quello riscontrato in altri ghiacciai delle Alpi (in quello del Miage si è potuto determinare uno spessore non lontano dai 400 m.).

Altra importante unità glaciologica del gruppo è il Ghiacciaio del Cevedale, dai molteplici nomi. Complessa è la sua forma e vasto il suo bacino di raccolta; l'area totale, secondo il Desio, si aggira sui 593 ettari, di fronte ai 339 riportati dal *Catasto*. Data la struttura di questo ghiacciaio, quale si può vedere nella carta allegata al II volume, non deve stupire tanta differenza di valutazione. Le variazioni sono state molte e notevoli: dal 1923 al 1951 l'arretramento sarebbe stato di 772 m., quindi assai considerevole, data l'area del ghiacciaio stesso, che dopo il 1958, peraltro, appare stazionario.

Altri grandiosi ghiacciai, dei quali si hanno ampie descrizioni, sono quelli di Solda, del Careser, di Lasa, ecc.

Le varie descrizioni, come abbiamo accennato, sono accompagnate da molti grafici, schizzi e soprattutto disegni a penna panoramici, che possono a volte rappresentare l'ambiente ove i ghiacciai si formano e le loro caratteristiche meglio delle fotografie, nelle quali si sovrappongono tanti elementi paesistici che ingombrano e nascondono fatti e fenomeni di interesse puramente glaciologico.

Col quarto capitolo l'A. riprende la trattazione generale: terminata l'analisi, infatti, occorre ritornare ad una visione sintetica che possa esaurientemente concludere l'opera tutta.

I ghiacciai presi in considerazione sono tanti e con caratteri tanto diversi da offrire un vasto campo a discussioni critiche, le quali investono il glacialismo in generale. Si ritorna, sotto certi aspetti, ad argomenti dei quali già fu accennato nella parte introduttiva. Così l'A. tratta della classificazione dei ghiacciai, fissando i loro caratteri distintivi secondo concetti ben chiari.

Questo capitolo potrebbe quasi rientrare in un trattato di glaciologia generale. « Il gruppo dell'Ortles-Cevedale, con la sua varietà di forme di suolo, con le diverse esposizioni dei vari versanti vallivi e con la particolare distribuzione altimetrica delle sue cime, presenta nei suoi 132 ghiacciai un ottimo campionario di ghiacciai alpini »; così si esprime il Desio, che si richiama ai seguenti tipi di glaciazione: *antartica, groenlandese, alascana, scan-*

dinava, africana, himalayana, alpina, pirenaica. Pur essendovi ancora molte incertezze fra i vari studiosi, il Desio adotta il termine di *ghiacciaio alpino* nella comune accezione di *ghiacciaio montano*, in contrapposizione a quello di *ghiacciaio regionale*. Il *tipo alpino* è quello in cui i singoli individui glaciali ben si distinguono gli uni dagli altri e le zone di raccolta corrispondono a un determinato bacino idrografico. Tuttavia in questo tipo si possono distinguere a loro volta vari sottotipi, quali, ad esempio, quello dei ghiacciai di I ordine o *vallivi*, con ampio bacino di raccolta e lingua che si estende giù per una valle. Talora i ghiacciai vallivi sono *composti*, e in tal caso richiamano i ghiacciai *himalayani*. Un altro sottotipo è quello dei ghiacciai di II ordine, nel quale si viene ad avere solo il bacino di raccolta, e manca una vera e propria lingua; esso richiama il ghiacciaio *di tipo pirenaico*. Talvolta il ghiacciaio di II ordine può estendersi su di un altopiano da cui si scaricano in varie direzioni alcune colate o lingue, richiamando allora il ghiacciaio *di tipo norvegese*, come avviene per alcuni ghiacciai del M. Bianco (Ghiacciaio del Trient).

Nel gruppo dell'Ortles-Cevedale naturalmente prevalgono i ghiacciai di II ordine (di circo, di gradino, di canalone, ecc.), che sono 95 (l'87,2%); quelli vallivi sono 12, ossia l'11% circa, di cui nove sono semplici e tre composti. Vi sono poi 2 ghiacciai di III ordine (di pianoro e di crinale).

Questa statistica si riferisce al momento attuale e, come ben si comprende, è soggetta a continue variazioni, per il riunirsi di ghiacciai semplici in ghiacciai composti, oppure per il suddividersi o per lo scomparire di una coltre glaciale, ecc. L'A. si sofferma su tali interessanti variazioni. Nel 1926 (le notizie precedenti a questo anno sono incomplete e incerte e quindi non permettono un utile confronto) si potevano classificare 126 ghiacciai, dei 132 attuali; di questi 15 (11,9%) si potevano considerare di I ordine, mentre 109 apparivano di II ordine (86,5%), suddivisi a loro volta in vari sottotipi. Due ghiacciai, secondo il Desio, si potevano anche considerare di III ordine, uno di pianoro ed uno di crinale: ghiacciai che sarebbero caratteristici delle zone più elevate della montagna e presenterebbero maggiore stabilità.

Dopo il 1926 sarebbero avvenute notevoli modificazioni per effetto della intensa fase di regresso. Si sarebbero verificati frazio-

namenti dei ghiacciai maggiori, con formazione di ghiacciai minori, e anche scomparsa di alcuni piccoli individui glaciali, dei quali, peraltro, in questi ultimi anni si nota una tendenza alla ricostituzione, data l'idoneità delle aree già occupate alla formazione di campi di neve, nevati e ghiacciai.

La trattazione di questo argomento interessa molto, perché il fenomeno, particolarmente osservato e studiato nel massiccio dell'Ortles-Cevedale, è generale nelle Alpi tutte.

A completamento delle notizie contenute nella descrizione dei singoli ghiacciai, il Desio si sofferma a considerare e rielaborare i pochi dati che si hanno sul moto di essi, concludendo che vi sono relazioni fra spessore del ghiaccio e velocità di spostamento da monte a valle. Egli si sofferma poi anche sui dati riguardanti le misure di spessore dei ghiacciai, compiute con vari metodi, richiamando dati e considerazioni già esposte nella parte introduttiva. Anche sotto questo punto di vista resta ancora molto da fare.

Nel quinto capitolo si rielaborano e si riassumono i dati di superficie della coltre glaciale e quelli sul limite climatico delle nevi persistenti. Pure su questi argomenti occorre tener presenti le molte differenze che si riscontrano nei risultati dei vari studi, anche considerando che i fenomeni stessi variano col tempo. Per dare un'idea dell'ordine di grandezza delle differenze nella valutazione delle superfici glaciali, il Desio confronta il valore ottenuto per il Ghiacciaio del Careser mediante misure planimetriche sulle carte al 25.000 dell'I.G.M. con quello ottenuto dal rilievo stereogrammetrico al 5000 del 1933: area desunta dalle tavolette, 582,62 ettari; area desunta dal rilievo stereogrammetrico, 541 ha. Va tenuto presente che le tavolette sono state rilevate molti anni fa, quando la coltre glaciale era più estesa.

Riguardo al limite climatico delle nevi persistenti, si può presentare un problema simile, poiché i metodi di valutazione sono vari e le epoche del controllo sono pure diverse e a distanza fra loro di molti anni. Anche su questo fenomeno i dati vanno considerati come largamente approssimativi. Il Desio, dopo aver trattato dei vari metodi di indagine e aver esposto le risultanze delle sue dirette osservazioni, conclude che detto limite si trova attualmente fra i 3000 e i 3050 m.: più basso, perciò, che nelle

Alpi Occidentali, ove sul versante meridionale del Monte Rosa si trova a 3200 metri. L'A. riporta alcune valutazioni di tale limite fatte da altri glaciologi molti anni fa (il Richter alla fine dello scorso secolo lo stabilì a 2900 m.). Per gli ultimi decenni si può calcolarlo a 3040 m.

Il capitolo si chiude con alcune considerazioni di ordine geografico riguardanti la distribuzione dei vari ghiacciai, tenendo presente soprattutto la loro esposizione.

Il sesto capitolo riporta in tabelle e grafici i dati delle variazioni dei ghiacciai del gruppo, riferendo anche sui vari segnali collocati in questi ultimi anni; si ha così un quadro completo e sintetico delle molte variazioni delle fronti anche in epoca storica. In un grafico il fenomeno viene rappresentato a partire dal secolo XVII; vengono perciò prese in considerazione anche le varie morene deposte sul fondovalle, che testimoniano la presenza delle fronti glaciali. La prima fase di espansione si sarebbe iniziata, dopo un periodo secolare di glacialismo ridotto, nel XVII secolo, e ciò concorda con quanto si è verificato in altre regioni del mondo; la seconda fase avrebbe avuto luogo intorno al 1820, la terza intorno al 1850. Le morene deposte nel 1820 sono più avanzate, per alcuni ghiacciai, di quelle del 1850; in altri ghiacciai si verifica l'opposto. Secondo U. Mönsterlin (1936), invece, i grandi ghiacciai alpini non avrebbero subito in epoca storica progressi maggiori di quelli verificatisi negli ultimi 350 anni e le tre espansioni del 1602-1624, del 1820 e del 1855 sarebbero state poco diverse fra loro. In generale l'espansione del 1820 sarebbe stata la maggiore.

Il Desio riporta valutazioni e dati di vari altri fra i maggiori glaciologi (Richter, Heim, Forel, Klebelsberg), dimostrando come su questo argomento vi siano ancora molte incertezze e sia ancora aperta la discussione.

L'argomento delle variazioni è trattato dal Desio in modo esauriente; molti dati sono riportati in numerose tabelle, per cui il lettore può avere sott'occhio una completa ricostruzione delle variazioni dei ghiacciai dell'Ortles-Cevedale dalla preistoria ad oggi: da quando il limite delle nevi persistenti scendeva sino a 900 m. fino a questi ultimi anni, in cui è risalito a 3000 m.

Tali variazioni glaciali sono poi messe in relazione con quelle del clima. I risultati di vari confronti permettono di giungere ad

alcune conclusioni, come quella che esiste sempre un ritardo tra causa climatica e variazione della fronte di un ghiacciaio, e che questo ritardo, a parità di altre condizioni, è maggiore nei ghiacciai vallivi rispetto agli altri tipi morfologici, e nei ghiacciai più estesi; e quella che la sensibilità alle variazioni climatiche è massima nei ghiacciai più grandi.

Nel settimo capitolo si tratta un argomento di particolare interesse, soprattutto per i tecnici, che nei ghiacciai vedono grandi riserve di acqua, e cioè dell'influenza delle variazioni dei ghiacciai sul regime dei torrenti e dei fiumi. Citando le fonti più autorevoli (M. Visentini, F. Abbadessa), l'A. mette in rilievo i molti fattori che influiscono su tale regime e rendono non facili le conclusioni su questo argomento.

Il I volume dell'opera si chiude con una ricca bibliografia (sono citate quasi 300 pubblicazioni, tra le quali 20 carte topografiche).

Nel II volume sono raccolte più di 220 fotografie panoramiche e particolari (in gran parte scattate dall'A.), che completano la descrizione dei ghiacciai contenuta nel I volume. Sono fotografie che risalgono ad anni diversi, e che quindi permettono di seguire le variazioni di molti ghiacciai. Il fenomeno che più si nota confrontando le varie fotografie è certamente quello della notevole riduzione della coltre glaciale: le lingue si accorciano, si ritirano verso monte, diminuiscono di spessore e fanno emergere creste e contrafforti rocciosi.

Questo secondo volume costituisce dunque una documentazione di notevole valore scientifico, che ravviva anche il testo; la visione di un fenomeno ha certo dei vantaggi sulla semplice descrizione.

La poderosa opera del Desio non solo dà una visione ampia e completa del glacialismo di una particolare importante regione alpina, ma permette altresì di rendersi conto esattamente dei metodi di studio e della complessità delle ricerche glaciologiche, nonché dello stato in cui la scienza dei ghiacciai viene oggi a trovarsi nel nostro Paese.

Tutti i molteplici problemi che il fenomeno presenta sono esposti e discussi in quest'opera, il che permette, fra l'altro, di ren-

dersi conto di quanto è stato fatto e di quanto resta da fare per il progresso di una scienza che oggi ha assunto una particolare rilevanza in tutti i paesi civili del mondo. Poiché la tecnica moderna mette a disposizione degli studiosi nuovi mezzi, nuovi strumenti di ricerca, che possono facilitare e permettere ulteriori sviluppi della moderna glaciologia, per questa *si chiude un'epoca e se ne apre una nuova.*

SUMMARY. — Review of a work in two volumes (one is the text book and the other is the plate book) about the glaciers of the Ortles-Cevedale group (Central Alps) issued in Turin in 1967.

Written by Professor A. Desio in cooperation with two of his pupils, S. Belloni e A. Giorcelli, it is certainly the widest monography ever issued in Italy about a big massif of the Alps. The preliminary part deals with subjects of general Glaciology: terminology, relations between the climate and the glaciers, the snow line etc. In the second part there is the description — accompanied by plenty of photographic material — of the 132 glaciers of the massif, with very interesting observations on the changes they underwent, and particularly on the remarkable regression in the last forties.

A great number of photographs are collected in the second volume. Many of them had been made some decades ago, therefore they have now a particular documentary value.